

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID- TLEMCEN

FACULTE DE TECHNOLOGIE



Département de Génie Civil

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de MASTER en Travaux publics

Option : Voies et Ouvrages d'Art

Intitulé :

**Etude technique et étude managériale d'un projet
routier : Cas pratique « Déviation de la RN 06 du PK
0+281 au PK 1+951 ». Wilaya de Naama**

Présenté par :

MASIKALA Marjorie Dianah.

DJIRE Sidi

Soutenu en juillet 2021 devant le jury de :

M. BEZZAR A.

Président

M.BENAMARA.A

Examineur

M.HAMZAOUI.F

Encadreur

M.GHENNANI.B

Encadreur

Année universitaire : 2020-2021

REMERCIEMENT

Au début nous remercions ALLAH de nous avoir donné la volonté et le courage et aussi la patience de faire et d'entreprendre nos projets.

*En second lieu, nous adressons nos vifs et chaleureux remerciements à nos encadreurs **Mr. HAMZAoui Fethi** et **Mr GHENNANI Boubekour** pour la qualité de leurs enseignements, conseils et intérêts incontestables qu'ils portent aux étudiants.*

*Nous tenons à remercier le jury **Mr BENAMAR Abderrahmane** qui a accepté de siéger cette soutenance afin d'examiner notre travail et de l'évaluer également **Mr BEZZAR Abdelillah** qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce travail.*

*Nous remercions vivement les membres de la SEROR pour leur accueil spécialement à **Mr CHIALI Nadir**.*

*Nous remercions tout le personnel de la direction des travaux publi de la wilaya de Tlemcen spécialement à **Mr SIAD Mustapha**.*

*Nous remercions **Mr SENOUSI Mohammed** pour sa présence et sa collaboration à l'enrichissement de notre travail.*

Enfin nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail

DEDICACES

Avec l'aide d'ALLAH le plus puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie :

***A ma très chère mère**, qui m'a donné tant d'amour inconditionnel, de m'avoir accompagné durant tout mon cursus, malgré cette longue distance, pour ses précieux conseils, bénédiction et surtout ses prières.*

***A mon très cher père**, qui n'a ménagé aucun effort afin que je puisse atteindre ce moment attendu, pour sa confiance, ses encouragements et surtout ses sacrifices de tous les jours.*

***A toute ma famille** : mes grandes mères, mes oncles, mes tantes, mes frères, mes sœurs, mes cousins et mes cousines sans exception, pour leur soutien inconditionnel. Trouvez ici ma profonde reconnaissance.*

***A mon binôme**, ma collègue, qui a fait preuve d'esprit d'équipe indéniable, pour son sérieux et sa motivation durant ce parcours, à toute sa famille.*

***A tous les professeurs** qui m'ont enseigné.*

***A mes amis** de près ou de loin, pour leurs encouragements.*

A toute la promotion MASTER VOA 2021

***A tous les étudiants** que j'ai rencontré en Algérie, surtout les **étudiants maliens de Tlemcen**, qui m'ont rendu la vie agréable et m'ont fait sentir en famille*

DJIRE Sidi

DEDICACES

First of all, my gratitude goes to God Almighty to whom I account every achievement on this journey to this end point of my studies. I would never have made it without Him.

I dedicate this thesis:

***To my father**, my hero and motivation of all time. For the sacrifice and selfless support towards achieving success in my studies right from the start. Thank you for not giving up on me.*

***To my beloved brother**, friend, prayer partner and lifetime inspiration, Herbert Sarulo. Words cannot express my gratitude and neither can they adequately describe your role in the success of this journey. God surely gave me you.*

***To my lovely niece Jael Kirabo Kadooli**. For the motivation to keep going in the very dark moments of this journey even without your knowledge. I'm forever grateful to the JOSATE family for the selfless love and support towards this achievement.*

***To my workmate Sidi Djire**, the best teammate by far. For being understanding, the patience, selflessness, encouragement and motivation to make this a success. I will forever be indebted to you.*

MASIKALA Marjorie Dianah

Résumé

Ce mémoire comporte une étude technique et managériale d'un projet routier qui est classé comme un ouvrage stratégique dans le secteur des travaux publics. Le projet routier qui est une déviation de la route nationale 06 (RN 06) qui relie deux grandes villes Mecheria et Bechar s'étend sur une distance de 1,67 km au nord de la RN 06 dans la wilaya de Naama et comprend un pont de 15 m de long.

L'étude technique consiste à déterminer les caractéristiques géométriques de la route selon les normes et règlements Algériens et Français. Les valeurs obtenues étaient des données d'entrée pour concevoir le tracé en plan, le profil en long, profil en travers et le dimensionnement du corps de chaussée de la route à l'aide du logiciel Civil 3D.

L'étude managériale englobe la planification du projet et la détermination de la durée et du coût du projet. Avec le logiciel Mindview 8.0, nous avons conçu une structure de découpage du projet pour détailler des différentes tâches du projet qui ont ensuite été des données dans MS Project avec leurs durées et ressources respectives pour créer un diagramme de GANTT afin de déterminer la durée du projet ainsi que de calculer le coût du projet entier.

Mots clés : route, déviation, Civil 3D, management, MS Project.

Abstract

This thesis comprises of a technical and managerial study of a road project classified as a strategic structure of public works. The road project which is a deviation from the major highway 06 (RN 06) that links two major towns Mecheria and Bechar runs over a distance of 1.67km north of the major highway in the province of Naama and includes a bridge 15m long.

The technical study consists of determining the geometric characteristics of the road based on Algerian and French norms and regulations. The values obtained were in turn input data to design the layout plan, longitudinal section, cross section and pavement body of the road using the Civil 3D software.

The managerial study englobes project planning and determination of duration and cost of the project. With the aid of Mindview 8.0 software, we designed a Work Breakdown Structure (WBS) to detail every task of the project which were then entered as data in MS Project with their respective durations and resources to come up with a GANTT chart to determine the duration of the project as well as calculate the cost of the whole project.

Keywords: Road, deviation, Civil 3D, management, MS Project

المخلص

تتضمن هذه الرسالة دراسة تقنية وإدارية لمشروع طريق مصنف في قطاع الهندسة المدنية و الأشغال العمومية. المشروع هو طريق منحرف عن الطريق الرئيسي المصنف طريق وطني رقم 6 (RN 06) الذي يربط بين مدينتين رئيسيتين مشرية وبشار على مسافة 1.67 كيلومترشمالا للطريق الرئيسي المتضمن جسراً بطول 15 متراً.

تتكون الدراسة التقنية من تحديد الخصائص الهندسية للطريق بناءً على القواعد والأنظمة الجزائرية والفرنسية. كانت المعطيات المتحصل عليها هي بدورها بيانات الإدخال لتصميم المخطط على المستوى والمقطع الطولي والمقطع العرضي للطريق باستخدام برنامج Civil 3D.

تشتمل الدراسة الإدارية تخطيط المشروع وتحديد مدة وتكلفة المشروع. بمساعدة برنامج Mindview 8.0، قمنا بتصميم هيكل تقسيم العمل (WBS) لتفاصيل كل مهمة من مهام المشروع والتي تم إدخالها بعد ذلك كبيانات في MS Project مع فترات وموارد كل منها للتوصل إلى مخطط GANTT لتحديد مدة المشروع وكذلك حساب تكلفته كاملة.

الكلمات المفتاحية: طريق، انحراف، civil3D، إدارة أعمال، MS Project

SOMMAIRE

Résumé	IV
Abstract.....	IV
المخلص	V
INTRODUCTION GENERALE.....	1
<i>Chapitre 1 : Présentation du projet et étude du trafic</i>	2
1. Présentation de projet.....	3
1.1. Généralités.....	3
1.1.1 Composition géographique et administrative du projet	3
1.1.2 Réseau routier.....	4
1.2. Cadre de l'étude.....	4
1.3. Objectif de l'étude	5
1.4. Les normes utilisées.....	5
1.5. Classification de la route.....	6
1.6. Environnement de la route	6
1.7 Application au projet	8
1.7.1. Catégorie	8
1.7.2. La dénivelée cumulée moyenne	9
1.7.3. Sinuosité.....	9
1.7.4. Type d'environnement.....	9
2. Etude du Traffic.....	9
2.1. Introduction	9
2.2. Analyse des trafics existants	9
2.3. Les comptages.....	10
2.3.1 Les comptages manuels	10
2.3.2 Les comptages automatiques	10
2.4. Les enquêtes	10
2.4.1 Les enquêtes simplifiées :	10
2.4.2 Les enquêtes complètes.....	10
2.5. Différents types de trafics.....	10
2.6. Calcul de la capacité.....	11
2.6.1 Définition de la capacité	11
2.6.2 Procédure de détermination de nombre de voie	11
2.6.3 Projection future du trafic	11

SOMMAIRE

2.6.4	Trafic effectif	12
2.6.5	Débit de pointe horaire normal	12
2.6.6	Débit horaire admissible	12
2.7.	Nombre de voies du profil en travers	13
2.8.	Application au projet	14
2.8.1	Les données de trafic :	14
2.8.2	Projection future du trafic	14
2.8.3	Calcul du trafic effectif	14
2.8.4	Débit de pointe horaire normale	15
2.8.5	Débit admissible.....	15
2.8.6	Nombre de voies du profil en travers	15
3.	Conclusion.....	15
<i>Chapitre 2 : Géométrie de la route.....</i>		17
1.	Introduction	18
2.	Tracé en plan.....	18
2.1	Définition	18
2.2	Vitesse de référence	18
2.3	Paramètres Cinématiques.....	18
2.3.1.	Temps de perception-réaction (t_p).....	18
2.3.2.	Distance minimale de freinage d_0	19
2.3.3.	Distance d'arrêt d_1	19
2.4	Visibilité.....	20
2.4.1.	Distance de visibilité de dépassement d	20
2.4.2.	Distance de sécurité d_s	21
2.5	Application au projet	21
2.5.1.	Vitesse de référence V_r	21
2.5.2.	Temps de perception-réaction t_p	21
2.5.3.	Distance minimale de freinage d_0	21
2.5.4.	Distance d'arrêt d_1	22
2.5.5.	Distance de visibilité de dépassement minimale d_m	22
2.5.6.	Distance de visibilité de dépassement normale d_N	22
2.5.7.	Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement d_{Md}	22
2.5.8.	Distance de sécurité d_s	23

SOMMAIRE

2.6 Tableau récapitulatif	23
3. Les éléments d'un tracé en plan	23
3.1 Alignement droit	24
3.1.1. Longueur minimale d'un alignement L_{\min}	24
3.1.2. Longueur maximale d'un alignement L_{\max}	24
3.1.3. Dévers en alignement droit	25
3.2 Arcs en cercle	25
3.2.1. Stabilité en courbe	25
3.2.2. Valeurs des rayons minimaux	26
3.2.3. Choix du dévers.....	27
3.2.4. Application au projet	27
3.2.5. Valeurs retenues par la norme algérienne B40 et résultats calculés	28
3.3 Raccordement à courbure progressive.....	29
3.3.1. Nécessité de la clothoïde	30
3.3.2. Longueurs minimales des raccords à courbe progressive.....	31
3.3.3. Détermination du paramètre de la clothoïde (A)	32
3.3.4. Calcul d'un raccordement à courbe progressive	32
3.3.5. Éléments d'un raccordement à courbe progressive	35
4. Profil en long	38
4.1 Règles à respecter dans le profil en long.	38
4.2 Éléments géométriques du profil en long.....	38
4.2.1. Déclivité.....	39
4.2.2. Rayon des courbures du profil en long	40
4.2.3. Exemple de Calcul	42
5. Profil en travers.....	44
5.1 Différents types de profil en travers	45
5.1.1. Profil en travers type.....	45
5.1.2. Profil en travers courant	45
5.2 Les éléments constitutifs du profil en travers.....	45
5.3 Application au projet	46
6. Conclusion.....	50
<i>Chapitre 3 : Terrassement et dimensionnement de chaussée</i>	51
1. Introduction	52

SOMMAIRE

2. Terrassement	52
2.1 Classification des sols.....	52
2.1.1. Paramètres de nature	52
2.1.2. Paramètres de comportement mécanique.....	52
2.1.3. Paramètres d'état hydrique.....	52
2.2 Conditions d'utilisation des matériaux en remblais	53
2.2.1. Définition de la couche de forme.....	53
2.2.2. Fonctions de la couche de forme.....	54
2.2.3. Dimensionnement de la couche de forme.....	54
3. La chaussée	55
3.1 La couche d'assise.....	55
3.1.1. Couche de base	55
3.1.2. Couche de fondation.....	56
3.2 La couche de surface.....	56
3.3 Différentes familles de structures de chaussée.....	56
3.3.1. Chaussées rigides (en béton de ciment)	56
3.3.2. Chaussées semi-rigides	57
3.3.3. Chaussées souples	57
4. Les principales méthodes de dimensionnement	58
4.1 La méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio).....	59
4.2 La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves(CTTP)	60
4.2.1. Les paramètres utilisées.....	61
5. Application au projet	64
5.1 Dimensionnement de chaussée.....	64
5.1.1. Méthode CBR	64
5.1.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP).....	66
6. Conclusion.....	67
Chapitre 4 : Signalisation routière	69
1. Introduction	70
2. Fonction de la signalisation routière.....	70
3. Principes de base de la signalisation.....	71
3.1 Principe de valorisation.....	71
3.2 Principe de concentration.....	71

SOMMAIRE

3.3	Principe de lisibilité.....	71
3.4	Principes d'adaptation	71
3.5	Principe de cohérence	71
4.	Type de signalisation.....	71
4.1	La signalisation selon les usagers [10]	71
4.2	La signalisation selon la nature	72
4.2.1.	Signalisation verticale	72
4.2.2.	Signalisation horizontale.....	77
5.	Application au projet	80
5.1	Signalisation horizontale.....	80
5.2	Signalisation verticale	81
6.	Conclusion.....	83
Chapitre 5 : Management de projet		84
7.	Introduction	85
8.	Le réseau routier en Algérie.....	85
2.1.	Le schéma directeur routier et autoroutier.....	86
9.	Présentation du projet.....	87
3.1.	Définition d'un projet.....	88
3.2.	Caractéristiques d'un projet	88
3.3.	Facteurs de qualité d'un projet.....	88
10.	Management des projets.....	89
4.1.	Cycle de vie de projet.....	89
4.2.	Les acteurs d'un projet routier (Matrice R.A.C.I)	90
10.3	La Matrice R.A.C.I.....	91
11.	Planification du projet.....	92
5.1.	Management du contenu du projet	92
5.1.1.	Work Break-down structure (WBS).....	92
5.1.2.	Management des délais	93
5.1.3.	Management des coûts.....	95
5.1.4.	L'ordonnancement des ressources	97
5.1.5.	Résultats obtenus.....	98
12.	Conclusion.....	99
CONCLUSION GENERALE.....		100

SOMMAIRE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	101
<i>Annexe A</i>	102
<i>Annexe B</i>	102
<i>Annexe C</i>	102
<i>Annexe D</i>	102

LISTE DE TABLEAUX

Chapitre 1 : Présentation du projet et étude du trafic

Tableau 1.1.1. Classification du relief en fonction de la dénivelée. [2]	7
Tableau 1.1.2. Classification de la sinuosité moyenne	8
Tableau 1.1.3. Environnement en fonction du relief et de la sinuosité	8
Tableau 1.2.1. Valeurs du coefficient d'équivalence pour le poids lourd. [2]	12
Tableau 1.2.2. Coefficient de réduction de la capacité de la route(k1). [2]	13
Tableau 1.2.3. Coefficient de réduction de la capacité de la route(k2). [2]	13
Tableau 1.2.4. Valeurs théoriques de la capacité de la route (C). [2].....	13
Tableau 1.3.1. Récapitulatif des calculs de trafic effectuées.....	16

Chapitre 2 : Géométrie de la route

Tableau 2.2.1 Valeurs de la vitesse de référence(V) [9]	18
Tableau 2.2.2 Valeurs de temps de perception t_p [9]	19
Tableau 2.2.3 Valeurs des coefficients de frottement longitudinal [9]	19
Tableau 2.2.4 Valeurs de la distance de la manœuvre de dépassement [9]	21
Tableau 2.2.5 Données pour l'interpolation de d_m	22
Tableau 2.2.6. Données pour l'interpolation de d_N	22
Tableau 2.2.7. Résumé des résultats de la Norme B40 et des résultats calculés.....	23
Tableau 2.3.1. Valeurs de coefficients de frottement transversal [12]	26
Tableau 2.3.2. Valeurs du dévers associé [9].....	26
Tableau 2.3.3. Résumé des valeurs données par la norme B40 et des résultats obtenus.	28
Tableau 2.3.4. Données pour l'interpolation de d	29
Tableau 2.3.5. Coordonnées relatives à notre projet d'étude	35
Tableau 2.3.6. Données pour l'interpolation de x et y [13]	37
Tableau 2.3.7. Coordonnées des points de la clothoïde.....	37
Tableau 2.4.1. Déclivité maximale [12].....	40
Tableau 2.4.2. Résumé des valeurs des rayons verticaux pour notre cas et de B40.....	42
Tableau 2.4.3. Données du raccordement concave	43

Chapitre 3 : Terrassement et dimensionnement du corps de chaussée

Tableau 3.4.1. Valeurs des coefficients d'équivalence. [10].....	60
Tableau 3.4.2. Classification des sols supports selon l'indice CBR. [18].....	63
Tableau 3.4.3. Classification des sols supports. [18]	63
Tableau 3.4.4. Les zones climatiques en Algérie. [18]	63
Tableau 3.5.1. Récapitulatif des résultats calculés par la méthode CBR.....	65
Tableau 3.5.2. Sur classement avec couche de forme en matériau non traité. [18].....	67
Tableau 3.6.1. Tableau récapitulatif des résultats de dimensionnement	68

Chapitre 4 : Signalisation routière

Tableau 4.4.1. Valeurs de modulations des lignes discontinues. [21].....	79
Tableau 4.5.1. Dimensions de marques sur chaussée	81

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 4.5.2. Signalisation verticale 82

Chapitre 5 : Management de projet

Tableau 5.4.1. Matrice de responsabilité 92

Tableau 5.5.1. Ressources utilisées dans le projet 97

Tableau 5.5.2. Récapitulatif des résultats en fonction des méthodes 99

LISTE DES FIGURES

Chapitre 1 : Présentation et étude du trafic

Figure 1.1.1.Situation géographique de la wilaya de Naâma. [1]	3
Figure 1.1.2.Réseau routier de la wilaya de Naâma.[2]	4
Figure 1.1.3.Plan de situation du projet	5
Figure 1.1.4.Variation longitudinale du relief	7
Figure 1.1.5.La sinuosité moyenne. [2]	8

Chapitre 2 : Géométrie de la route

Figure 2.2.1 La distance d'arrêt d'un véhicule [10].....	20
Figure 2.3.1.Les trois éléments d'un tracé en plan.....	24
Figure 2.3.2.Forces agissant sur un véhicule dans un virage	25
Figure 2.3.3.Eléments d'une courbe à raccordement progressif	30
Figure 2.3.4.Variation de la forme superficielle de la chaussée. [9].....	31
Figure 2.4.1.Eléments géométriques du profil en long	39
Figure 2.4.2.Raccordement en rayon rentrant à partir du logiciel civil 3D.....	43
Figure 2.5.1.Les éléments constitutifs d'une chaussée	45
Figure 2.5.2.Profil en travers en déblais	47
Figure 2.5.3.Profil en travers en remblais.....	48
Figure 2.5.4.Profil en travers mixte	49

Chapitre 3 : Terrassement et dimensionnement du corps de chaussée

Figure 3.2.1.Schéma de la structure de la plate-forme support de chaussée (PFSC). [16]	53
Figure 3.2.2.Le processus conduisant à la mise en œuvre ou non de la couche de forme [15].....	55
Figure 3.3.1. Structure type d'une chaussée rigide. [17]	57
Figure 3.3.2.Structure type d'une chaussée semi- rigide. [17]	57
Figure 3.3.3.Structure type d'une chaussée souple. [17]	58
Figure 3.4.1.La démarche du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves. [18].....	61
Figure 3.4.2.La classification du trafic TPLi. [18].....	62
Figure 3.5.1.Composante de notre structure par la méthode CBR	66

Chapitre 4 : Signalisation routière

Figure 4.1.1.Types des signalisations verticales et horizontales.	70
Figure 4.4.1.Signaux d'avertissement de danger type A. [20]	72
Figure 4.4.2.Signaux de priorité type B. [20]	73
Figure 4.4.3.Signaux d'interdiction type C. [20].....	73
Figure 4.4.4.Signaux d'obligation type D. [20].....	74
Figure 4.4.5.Signaux d'identification des routes type E. [20]	74

LISTE DES FIGURES

Figure 4.4.6. Signaux de présignalisations type E. [20].....	75
Figure 4.4.7. Signaux de direction type E. [20]	75
Figure 4.4.8. Signaux de localisation type E. [20]	76
Figure 4.4.9. Signaux de confirmation type E. [20].....	76
Figure 4.4.10. Autres signaux type E. [20]	77
Figure 4.4.11. Autres signaux type F. [20]	77
Figure 4.4.12. Les lignes longitudinales axiales. [20]	80
Figure 4.5.1. Marquage sur chaussée. [20].....	81

Chapitre 5 : Management de projet

Figure 5.2.1. Le réseau routier national. [23]	85
Figure 5.2.2. Le schéma directeur routier et autoroutier 2005-2025. [23]	86
Figure 5.3.1. Situation du projet [1].....	88
Figure 5.3.2. Facteurs de qualité du projet [22]	89
Figure 5.4.1. Cycle de vie d'un projet [22]	90
Figure 5.4.2. Les Acteurs du projet	91
Figure 5.5.1. Schéma du WBS de notre projet.....	93
Figure 5.5.2. Diagramme de GANTT du projet.....	95
Figure 5.5.3. Les différentes méthodes d'estimations de coûts. [24]	96

INTRODUCTION GENERALE

La route joue un rôle important dans le développement socio-économique en favorisant une croissance économique et une amélioration des conditions de vie des usagers.

La construction et l'entretien des infrastructures de transport sont au cœur de cette problématique de développement durable car ils impliquent des contraintes techniques, environnementales et financières qui conditionnent leur élaboration.

L'Algérie fait face à une évolution croissante avec plusieurs projets dans ce domaine inscrit dans le programme de développement du réseau routier et autoroutier .

La cause des problèmes qui est à la base des projets d'infrastructure de transport est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant qui pousse à la création de nouvelle liaison pour assurer la fluidité du trafic.

Tel est le contexte de cette étude technico- managériale de déviation de la RN06 de Mecheria vers Bechar en passant par l'ouvrage d'art N°01.

La problématique posée dans notre projet est :

Comment élaborer un tracé avec des bonnes caractéristiques géométriques en tenant compte des contraintes existantes ?

Comment établir une planification du projet en tenant compte du délai et du budget alloué.

Notre objectif sera de maintenir l'équilibre entre les grands aspects évoqués.

Pour cela l'étude sera divisée en deux parties :

La première partie qui concerne l'étude technique va inclure : la présentation du projet et l'étude du trafic, la géométrie de la route, les terrassements et le dimensionnement du corps de chaussée et un aperçu sur les équipements routiers.

La deuxième partie qui traitera l'étude managériale, cette partie englobera un historique du réseau routier en Algérie, l'étude des outils d'estimation de coût et la planification du projet.

Chapitre 1 :
Présentation du projet et
étude du trafic

1. Présentation de projet

1.1. Généralités

1.1.1 Composition géographique et administrative du projet

La wilaya de Naâma est une wilaya algérienne située à l'ouest de l'Algérie, à la frontière avec le Maroc. [1]

Le territoire de la wilaya couvre une superficie de 29.500 km². Elle est limitée :

Au Nord, par les wilayas de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès,

Au Sud, par la wilaya de Béchar,

A l'Ouest, par la frontière marocaine,

A l'Est, par la wilaya d'El Bayadh.

Elle regroupe juridiquement et administrativement 07 daïras et 12 communes. [1]

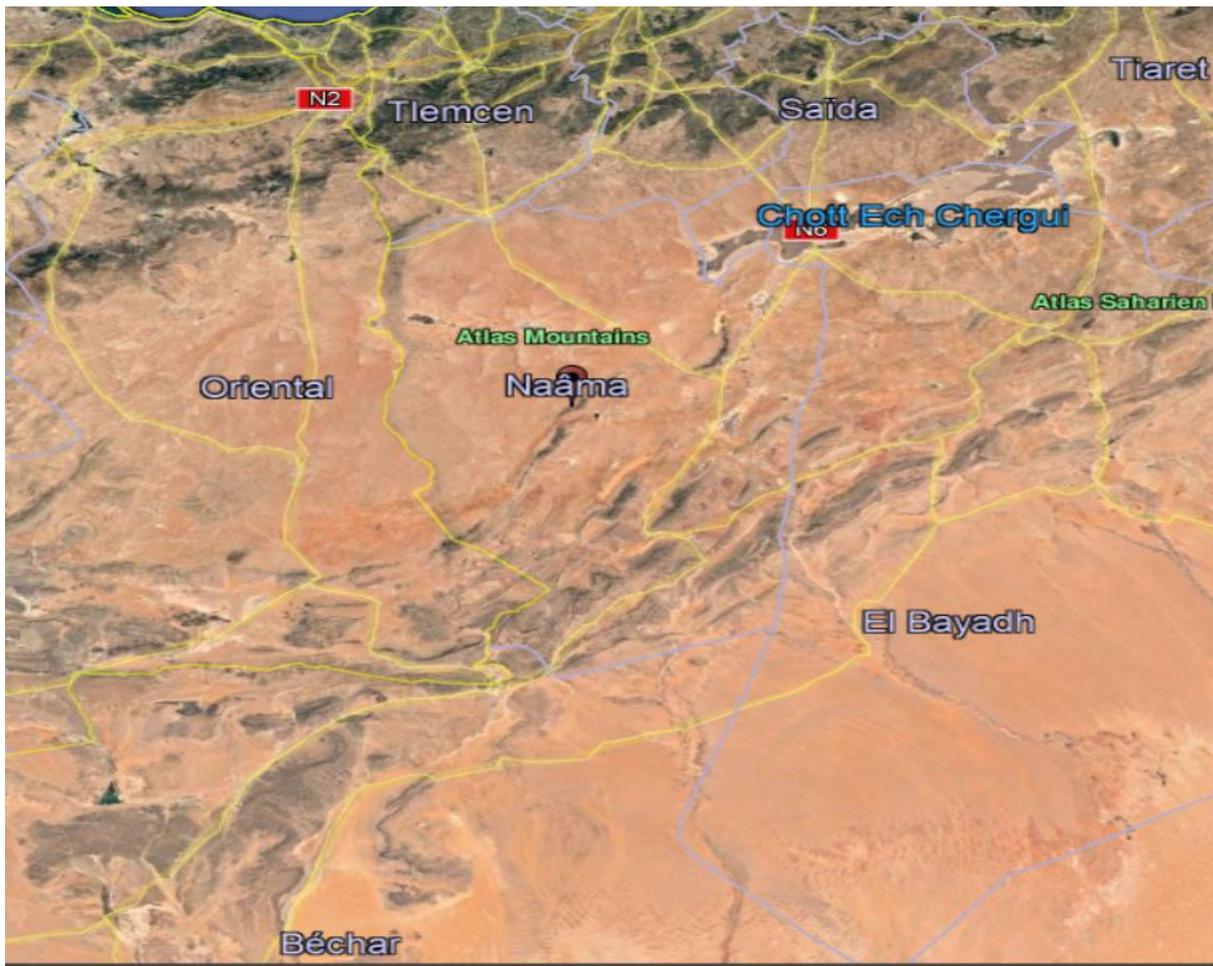


Figure 1.1.1. Situation géographique de la wilaya de Naâma. [1]

1.1.2 Réseau routier

La wilaya de Naâma a pu bénéficier d'un vaste développement de son réseau par rapport au classement nationale.

Le réseau gère **1550 Km** de routes se répartissant comme suit :

- 460 Km des routes nationales ;
- 240 Km de chemins de wilaya ;
- 542 Km de routes communales.

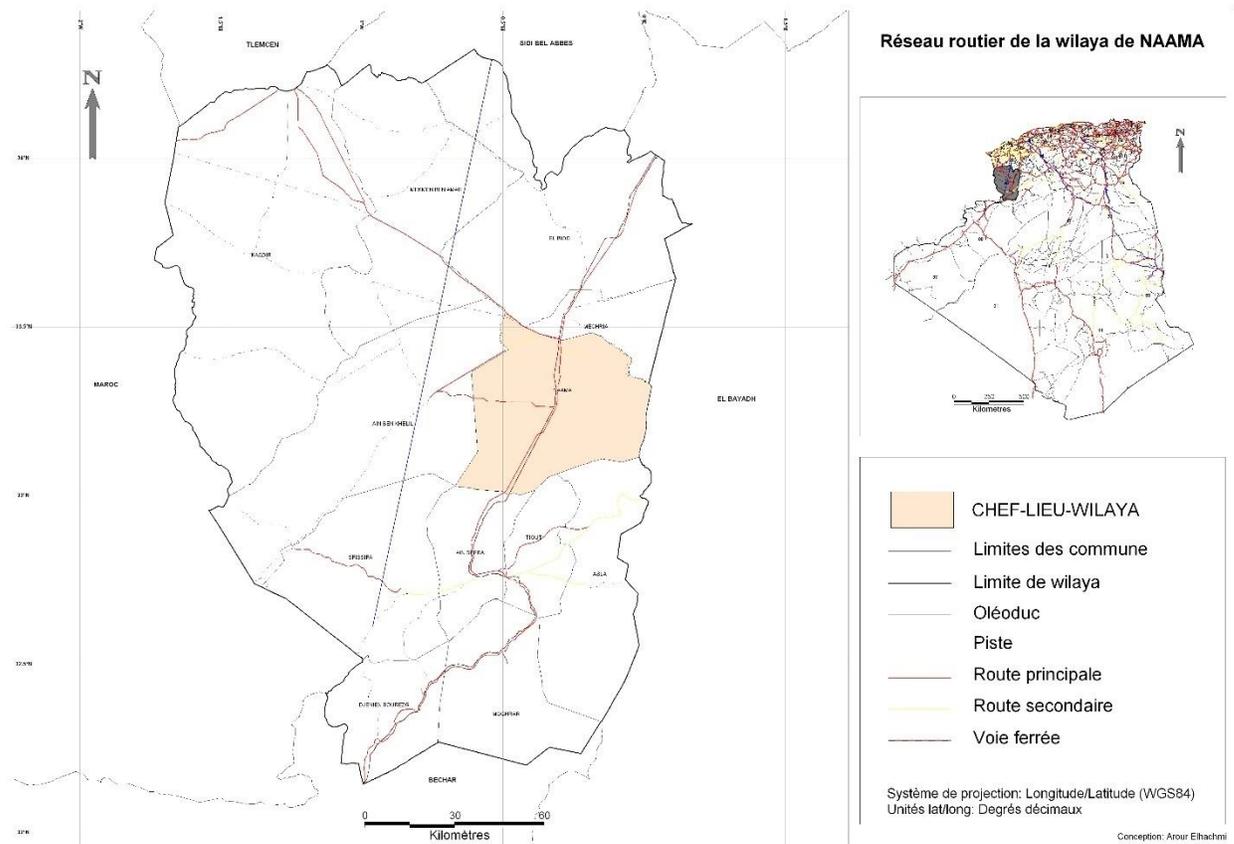


Figure 1.1.2. Réseau routier de la wilaya de Naâma. [2]

1.2. Cadre de l'étude

Notre projet consiste à réaliser le tronçon nord du projet global de déviation reliant Mecheria et Béchar (354 km de linéaire) dans la wilaya de Naama via la route (RN06) passant par un ouvrage d'art (pont) de 15m de portée. Le projet débute du PK 0+281 jusqu'au PK 1+951 sur un linéaire de 1670m.

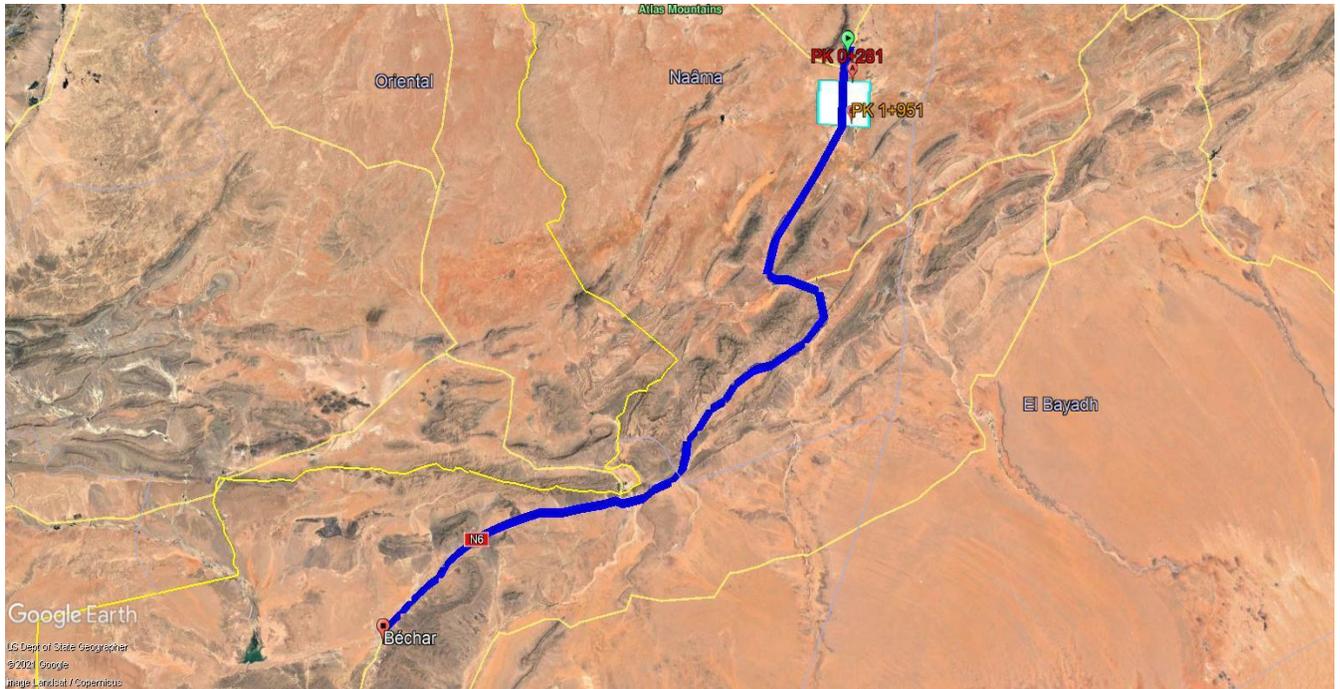


Figure 1.1.3. Plan de situation du projet

1.3. Objectif de l'étude

Le but essentiel de notre projet est de créer une liaison assurant le transfert d'une partie du trafic de la RN06, et d'autre part la mise en voie normal des deux localités.

Pour atteindre l'objectif visé, il faut :

- Améliorer le niveau de service de la route.
- Améliorer les conditions de circulations.
- Améliorer le système de drainage.
- Assurer une fluidité de la circulation et de sécuriser les voyageurs sur ce tronçon où le trafic est en croissance permanente.
- Réduire le temps de parcours.
- Améliorer la sécurité.

1.4. Les normes utilisées

Les règlements utilisés pour notre étude sont :

- Réalisation des remblais et des couches de forme, guide technique Fascicule 1 et 2 ;
- B40, Normes techniques d'aménagement des routes en Algérie.

1.5. Classification de la route

➤ Catégorie

Les routes peuvent être classées en cinq catégories en fonction de leurs finalités économiques et administratives. [2]

➤ Catégorie 1 :

- Liaisons entre les grands centres économiques et les centres d'industrie lourde.

➤ Catégorie 2 :

- Liaisons entre les centres d'industrie de transformations.

- Liaisons assurant le rabattement des pôles d'industrie légères diversifiées sur le réseau précédent (Cat. 1).

➤ Catégorie 3 :

- Liaisons entre les chefs-lieux de daïra et de wilaya non desservis par les réseaux précédents, avec le réseau de Catégories 1 et 2.

➤ Catégorie 4 :

- Liaisons entre les centres de vie avec le réseau catégories 1 à 3.

Catégorie 5 :

- Route et piste non comprise dans les catégories précédentes.

1.6. Environnement de la route

L'environnement d'une route désigne l'état du type de relief existant dans une zone selon la norme Algérienne B40. Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe sont : [2]

a. La dénivelée cumulée h/L

C'est la somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportées à la longueur de cet itinéraire. Elle permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

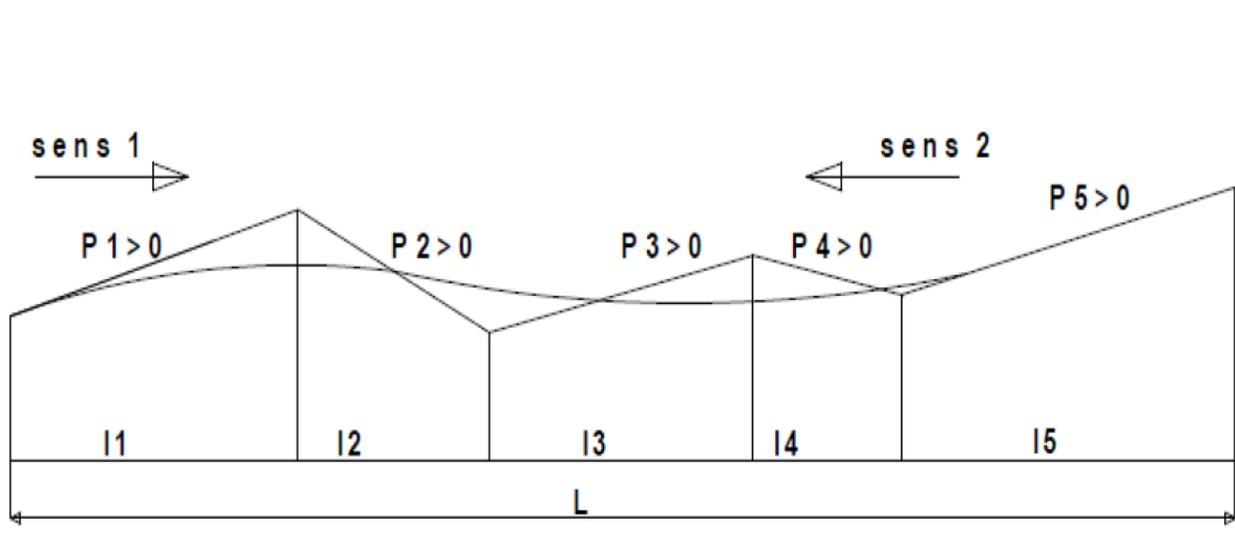


Figure 1.1.4. Variation longitudinale du relief

$h_1 = \text{dénivelée cumulée sens 1} : h_1 = \sum_{P_i > 0} P_i \times l_i$

$h_2 = \text{dénivelée cumulée sens 2} : h_2 = - \sum_{P_i > 0} P_i \times l_i$

Et : $h = h_1 + h_2$

$h = \frac{\text{dénivelée cumulée totale}}{L}$

$L = \text{longueur de l'itinéraire}$

C'est le rapport qui permet d'estimer la variation du relief.

Tableau 1.1.1. Classification du relief en fonction de la dénivelée. [2]

N° code	Classification	Dénivelée moyenne cumulée
1	Terrain plat	$h/L \leq 1,5 \%$
2	Terrain vallonné	$1,5\% < h/L \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$4\% < h/L$

b. La sinuosité moyenne $\sigma = L_s/L$

La sinuosité d'un itinéraire est égale au rapport entre la longueur sinueuse L_s et la longueur totale de l'itinéraire. La longueur sinueuse L_s est la longueur cumulée des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.

$\sigma = (L_s)/L$

Avec :

L_s : la longueur cumulée des courbes de Rayon $\leq 200m$. $L_s = \sum L_{R \leq 200m}$

L : La longueur totale de l'itinéraire

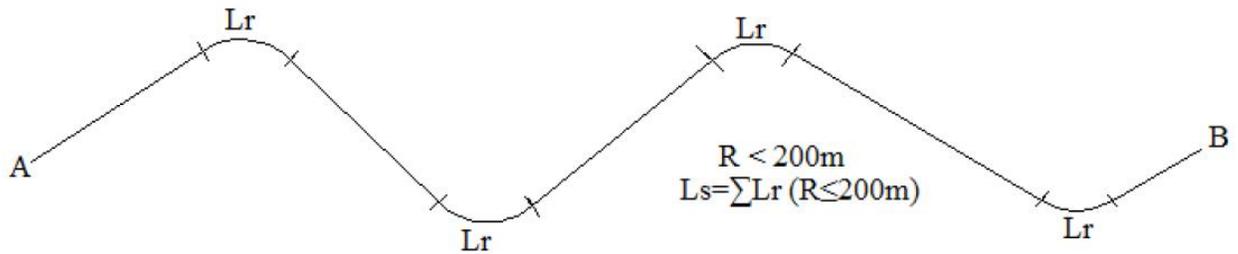


Figure 1.1.5. La sinuosité moyenne. [2]

Tableau 1.1.2. Classification de la sinuosité moyenne

N° de code	Classification	Sinuosité moyenne
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.1$
2	Sinuosité moyenne	$0.1 \leq \sigma \leq 0.3$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.3$

La combinaison des deux paramètres (dénivelée cumulée et sinuosité moyenne) nous permet d'effectuer une déduction du type d'environnement à travers le **tableau 1.1.3** :

Tableau 1.1.3. Environnement en fonction du relief et de la sinuosité

RELIEF	Sinuosité		
	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E3	E3

1.7 Application au projet

1.7.1. Catégorie

Notre projet possède les mêmes caractéristiques de catégorie que la RN06, selon la B40 cette liaison est classée dans la **catégorie 2**.

1.7.2. La dénivelée cumulée moyenne

On a obtenu les résultats suivants à partir du tracé choisi :

$h = -1.08 + 1.203 = 0.123 \rightarrow \frac{h}{L} = \frac{0.123}{1670} = 0.0073 \% \rightarrow$ selon la B40 on a une dénivelée cumulée moyenne inférieure à 1.5 % donc nous avons un **terrain plat**.

1.7.3. Sinuosité

Nous n'avons pas de rayon de raccordement inférieure à 200m donc $L_s=0$.

On obtient : $\sigma \leq 0.1$: sinuosité faible.

1.7.4. Type d'environnement

D'après le tableau 1.1.3 et puisqu'on a trouvé un terrain plat avec une faible sinuosité, l'environnement est de type **E1** .

2. Etude du Traffic

2.1. Introduction

L'étude du trafic constitue l'élément essentiel au préalable des projets de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure routière.

Elle permet une réflexion pour déterminer le type d'aménagement correspondant et les caractéristiques des voies à créer ainsi que les caractéristiques des chaussées.

2.2. Analyse des trafics existants

Afin de connaître le nombre de véhicules (le volume) et leurs natures (véhicules légers ou lourds) en un point et à un instant donné, il est fondamental de procéder à un comptage tout en nécessitant une organisation appropriée.

Pour cela, on utilise plusieurs procédés : [3]

- Comptages manuels ou visuels.
- Comptage automatique.
- Les enquêtes qui permettent d'obtenir des informations qualitatives.

Le trafic à écouler comporte des variations horaires, journalières et saisonnières importantes et il est mesuré par deux indicateurs :

- Le trafic moyen journalier annuel (TMJA).
- Le débit horaire de pointe.

2.3. Les comptages

C'est le paramètre fondamental pour l'étude du trafic, qui se compose en deux types :

2.3.1 Les comptages manuels

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les compactages automatiques. Les compactages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports en communs. [3]

2.3.2 Les comptages automatiques

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires. En ce qui concerne les comptages permanents, ils sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes. Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense. [3]

2.4. Les enquêtes

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des compactages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux. Il existe plusieurs types d'enquêtes : [4]

2.4.1 Les enquêtes simplifiées :

- Enquêtes par relevé minéralogique ;
- Enquêtes par cartes ;
- Enquêtes papillons ;

2.4.2 Les enquêtes complètes

- Enquêtes par interview le long des routes ;
- Enquêtes par interview à domicile ou enquêtes ménages.

2.5. Différents types de trafics

On distingue quatre types de trafic :

➤ Trafic Normal :

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte du nouveau projet. [5]

➤ Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point. [5]

➤ **Trafic induit**

C'est le trafic résultant des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations. [5]

➤ **Trafic total**

C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié. [5]

2.6. Calcul de la capacité

2.6.1 Définition de la capacité

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée. [6]

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire, elle dépend des :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- De type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Des distances de sécurité.
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée.

2.6.2 Procédure de détermination de nombre de voie

Le choix du nombre de voie résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est-à-dire le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'horizon. Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation. [7]

2.6.3 Projection future du trafic

La formule qui donne le trafic moyen journalier annuel à l'année horizon est : [8]

$$TMJA_h = TMJA_0 \times (1 + \tau)^n$$

Avec :

TMJA_h : le trafic à l'année horizon.

TMJA₀ : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

τ : le taux d'accroissement du trafic (%).

2.6.4 Trafic effectif

C'est le trafic évalué en unité de véhicules particuliers (UVP), en fonction du type de route et de l'environnement.

Pour cela on adopte des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (UVP).

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$T_{\text{eff}} = [(1-z) + p \times z] \times TMJA_h$$

Avec :

T_{eff} : Trafic effectif à l'année horizon en (uvp) ;

z : Pourcentage de poids lourd ;

p : Coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Il dépend de la nature de la route et de la classe de l'environnement.

Tableau 1.2.1. Valeurs du coefficient d'équivalence pour le poids lourd. [2]

Routes	Environnement		
	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

2.6.5 Débit de pointe horaire normal

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon. Il est donné par la formule : [2]

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{\text{eff}}$$

Avec :

Q : Débit de pointe horaire (UVP).

$\frac{1}{n}$: Coefficient de pointe prise égale à 0,12 (en général).

2.6.6 Débit horaire admissible

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule : [2]

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}}$$

Avec :

Q_{adm} : Débit horaire maximal accepté par voie, compte tenu du niveau de service visé.

K_1 : Coefficient lié à l'environnement.

K_2 : Coefficient lié à la catégorie de la route et de son environnement.

C_{th} : Capacité effective (théorique) par voie, en U.V.P/h qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Les coefficients K_1 et K_2 dépendent de l'environnement, de la largeur initiale de chaussée et de la valeur du temps.

- Valeurs de K_1 :

Tableau 1.2.2.Coefficient de réduction de la capacité de la route(k_1). [2]

Environnement	E_1	E_2	E_3
K_1	0.75	0.85	0.90-0.95

- Valeurs de K_2 :

Tableau 1.2.3.Coefficient de réduction de la capacité de la route(k_2). [2]

K_2		Catégorie de la route				
		1	2	3	4	5
Environnement	E_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	E_2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
	E_3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Les valeurs de C_{th} selon le tableau ci-dessous :

Tableau 1.2.4.Valeurs théoriques de la capacité de la route (C). [2]

Nombre des voies de la route	Capacité théorique. (uvp/h)
Route à 2 voies de 3,5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3,5m	2400 à 3200
Route à 4 voies de 3,5m	3000 à 3400
Route à chaussées séparées	1500 à 1800

2.7. Nombre de voies du profil en travers

Le choix du nombre de voies s'écoule de la comparaison entre le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation. [2]

$$Q \leq Q_{adm}$$

Le nombre N de voie du profil en travers est tel que :

- Cas d'une chaussée bidirectionnel [2]

$$N = \frac{Q}{Q_{adm}}$$

- Cas de deux chaussées unidirectionnelles [2]

$$N = S \times \frac{Q}{Q_{adm}}$$

Avec :

S : étant un coefficient traduisant la dissymétrie dans la répartition du trafic, en générale égale à 2/3.

Q_{adm} : Débit admissible par voie.

2.8. Application au projet

2.8.1 Les données de trafic :

D'après les résultats du trafic fournis par le BET à partir de la route nationale RN6 qui a les mêmes conditions et qui a fait l'objet de l'étude de trafic. Nous obtenons :

➤ Le trafic à l'année 2020	TMJA₂₀₂₀ : 6500 v/j
➤ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté	$\tau=4\%$
➤ Le pourcentage de poids lourds	Z=22%
➤ Vitesse de base du trafic	V=100 Km/h
➤ L'année de mise en service sera en	2021
➤ La durée de vie est estimée à	20 ans
➤ Catégorie	C2
➤ Environnement	E1
➤ Coefficient d'équivalence de poids lourds	P=3

2.8.2 Projection future du trafic

$$TMJA_{2021} = TMJA_{2020} (1 + 0.04)$$

$$TMJA_{2021} = 6500 (1 + 0.04)$$

$$TMJA_{2021} = 6760 \text{ v/j}$$

$$TMJA_{2041} = TMJA_{2021} (1 + 0.04)^{20}$$

$$TMJA_{2041} = 6760 (1 + 0.04)^{20}$$

$$TMJA_{2041} = 14812 \text{ v/j}$$

2.8.3 Calcul du trafic effectif

$$T_{eff\ 2021} = TMJA_{2021} \times [(1-Z) + p \times Z]$$

$$T_{eff\ 2021} = 6760 \times [(1 - 0.22) + 3 \times 0.22]$$

$$T_{eff\ 2021} = 9735 \text{ uvp/j}$$

$$T_{eff\ 2041} = TMJA_{2041} \times [(1-Z) + p \times Z]$$

$$T_{eff\ 2041} = 14812 \times [(1 - 0.22) + 3 \times 0.22]$$

$$T_{eff\ 2041} = 21329 \text{ uvp/j}$$

2.8.4 Débit de pointe horaire normale

- Débit de pointe à l'année 2021

$$Q_{2021} = 0.12 \times 9735$$

$$Q_{2021} = 1169 \text{ uvp/h}$$

- Débit de pointe à l'année 2041

$$Q_{2041} = 0.12 \times 21329$$

$$Q_{2041} = 2559 \text{ uvp/h}$$

2.8.5 Débit admissible

$$Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th}$$

Avec :

$$K_1 = 0.75$$

$$K_2 = 1$$

$$C_{th} = 2000 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 2000$$

$$Q_{adm} = 1500 \text{ uvp/h}$$

2.8.6 Nombre de voies du profil en travers

$$N = S \times \frac{q}{Q_{adm}}$$

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{2559}{1500}$$

$$N = 1.13$$

$$N = 2 \text{ voies /sens}$$

3. Conclusion

Après les calculs que nous avons effectué selon la norme B40, le projet est classé en Catégorie 2 et se trouve dans un environnement faible E1.

Le profil en travers retenu est défini comme suit :

- Route bidirectionnelle 2×2 voies (2 chaussées) avec 7m comme largeur d'une chaussée, avec des accotements de 1.5m et un terre-plein-central de 3m

Le résultat de calcul est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 1.3.1.Récapitulatif des calculs de trafic effectués

TMJA₂₀₂₁ (v/j)	6760
TMJA₂₀₄₁ (v/j)	14812
T_{eff 2021} (uvp /j)	9735
T_{eff 2041} (uvp/j)	21329
Q₂₀₄₁ (uvp/ h)	2559
Q_{adm}(u_{vp} / h)	1500

Chapitre 2 : Géométrie de la route

1. Introduction

La surface de roulement d'une route est une conception de l'espace définie géométriquement par trois groupes d'éléments :

- Tracé de son axe en situation (Tracé en plan)
- Tracé de son axe en élévation (Profil en long)
- Profil en travers

Les caractéristiques géométriques sont étudiées dans une manière à assurer le confort et la sécurité du conducteur tenant en compte la nature de la zone (Environnement) et la catégorie.

2. Tracé en plan

2.1 Définition

Le tracé en plan est une des caractéristiques géométriques d'une route qui définit une projection de la route sur le plan horizontal. Il se fait en précisant les points de départ et d'arrivée du projet. Le tracé de l'axe d'une route est composé des lignes droites raccordées par des cercles correspondant à la catégorie de la route, l'environnement ainsi que la vitesse de base. [9] [10]

2.2 Vitesse de référence

Le choix de la vitesse de référence est fait en fonction de la catégorie et l'environnement de la route. Ce choix doit assurer la sécurité et le confort des usagers compte tenu des contraintes (topographie, terrains, obstacles, climats, etc.)

Tableau 2.2.1 Valeurs de la vitesse de référence(V) [9]

	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4	Catégorie 5
E1	120-100-80	120- 100 -80	120-100-80	100-80-60	80-60-40
E2	100-80-60	100-80-60	100-80-60	80-60	60-40
E3	80-60-40	80-60-40	80-60-40	60-40	40

2.3 Paramètres Cinématiques

Les caractéristiques cinématiques du véhicule permettent de contrôler son comportement et le comportement physiologique et psychologique du conducteur.

2.3.1. Temps de perception-réaction (t_p)

C'est le temps nécessaire pour la mise en œuvre du dispositif de freinage, lors d'une situation imprévue exigeant un ralentissement. [9]

Tableau 2.2.2 Valeurs de temps de perception t_p [9]

E	E1	E2	E3
Catégorie			
1-2	1,8s si $V > 80\text{km/h}$ 2s si $V \leq 80\text{km/h}$	1,8s si $V > 80\text{km/h}$ 2s si $V \leq 80\text{km/h}$	1,8s $\forall V$
3-4-5	1,8s si $V > 60\text{km/h}$ 2s si $V \leq 60\text{km/h}$	1,8s si $V > 60\text{km/h}$ 2s si $V \leq 60\text{km/h}$	1,8s si $V > 60\text{km/h}$ 2s si $V \leq 60\text{km/h}$

2.3.2. Distance minimale de freinage d_0

C'est la distance parcourue par la voiture pendant l'action de de freinage. Elle est calculée par la formule suivante : [10]

$$d_0 = \frac{V^2}{254f_l}$$

Avec :

V : vitesse de véhicule (km/h)

f_l : coefficient de frottement longitudinal.

Le coefficient de frottement longitudinal varie suivant la vitesse comme l'indique le **tableau 2.2.3** suivant :

Tableau 2.2.3 Valeurs des coefficients de frottement longitudinal [9]

V(km/h)	120	100	80	60	40
Catégorie					
Cat 1-2	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45
Cat 3-4-5	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49

2.3.3. Distance d'arrêt d_1

C'est la distance nécessaire pour l'arrêt d'un véhicule à l'approche d'un obstacle éventuel [9]. Elle est calculée en rajoutant la distance parcourue pendant le temps de perception-réaction à la distance de freinage d_0 .

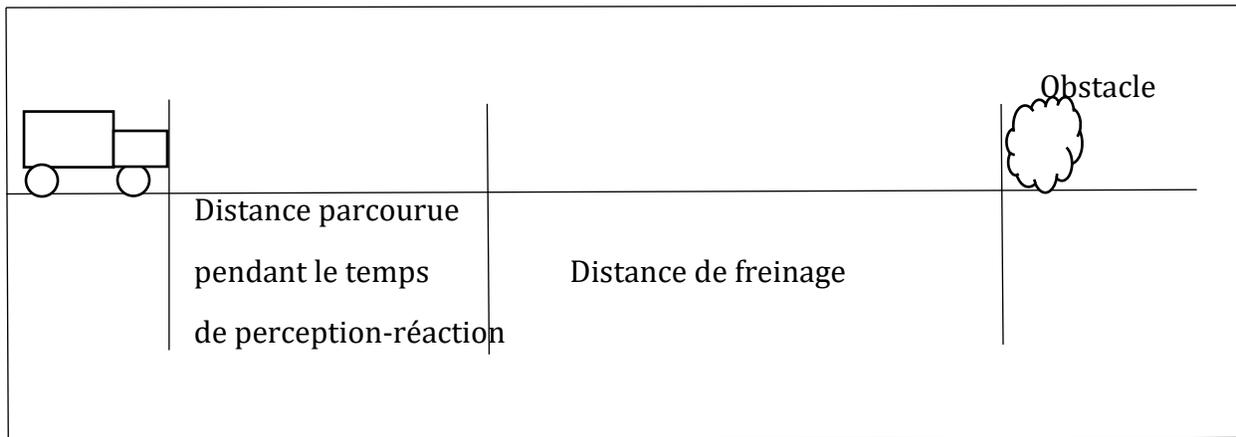


Figure 2.2.1 La distance d'arrêt d'un véhicule [10]

La distance d'arrêt est exprimée selon la relation suivante ;

$$d_1 = d_0 + V_r t_p$$

Avec :

t_p : temps de perception-réaction.

d_0 (m) : distance de freinage.

V : vitesse de référence.

2.4 Visibilité

2.4.1. Distance de visibilité de dépassement d

Cette distance est la longueur parcourue par le véhicule dépassant à la vitesse V pendant la durée nécessaire pour exécuter le dépassement. La réglementation (selon B40) parle du dépassement court et du dépassement normal qui conduisent à deux distances de visibilité de dépassement : [9]

a. Distance de visibilité de dépassement minimale d_m

Elle correspond à une manœuvre qui dure 7 à 9 secondes effectuée par des véhicules rapides. [9]

b. Distance de visibilité de dépassement normale d_N

Elle correspond à une manœuvre courante qui dure 10 à 12 secondes. [9]

Dans les calculs :

Le dépassement court : $d = 4V$ pour $V \leq 90km/h$

: $d = 5V$ pour $V = 140km/h$

Le dépassement normal : $d = 6V$ pour $V \leq 90\text{km/h}$
 : $d = 7V$ pour $V = 140\text{km/h}$

Pour les vitesses comprises entre 90 et 140km/h, on interpolera linéairement entre les valeurs ci-dessus. [9]

c. Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement d_{Md}

C'est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule dépassant d'abandonner en freinant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement. [9]

Le tableau suivant nous permet de déterminer la valeur de la distance d_{Md} en fonction de la vitesse.

Tableau 2.2.4 Valeurs de la distance de la manœuvre de dépassement [9]

V(km/h)	120	100	80	60	40
d_{Md} (m)	425	300	200	120	70

2.4.2. Distance de sécurité d_s

C'est l'espace entre deux véhicules roulants dans la même direction, sur la même file à vitesse égale afin que le premier entre eux puisse freiner sans collision. [10]

Elle est donnée par la formule :

$$d_s = \frac{V}{3,6} t_p + L$$

Avec : V : vitesse. (km/h)

t_p : Temps de perception-réaction

L : Longueur de véhicule en moyenne

2.5 Application au projet

2.5.1. Vitesse de référence V_r

Selon la norme B40 et le **tableau 2.2.1**

Catégorie 2 et Environnement 1 → $V_r = 100\text{km/h}$

2.5.2. Temps de perception-réaction t_p

A partir du **tableau 2.2.2** On a :

Catégorie 2, Environnement 1 et $V > 80\text{Km/h}$ → $t_p = 1,8\text{s}$

2.5.3. Distance minimale de freinage d_0

$$d_0 = \frac{V^2}{254f_l} = \frac{100^2}{254 \times 0,36} = 110\text{m}$$

$$d_0 = 110m$$

Avec ;

$$V=100km/h$$

$f_i=0,36$ selon la norme B40

2.5.4. Distance d'arrêt d_1

$$d_1 = d_0 + V_r t_p = 110 + \frac{100}{3.6} \times 1,8 = 160m$$

$$d_1 = 160m$$

2.5.5. Distance de visibilité de dépassement minimale d_m

Tableau 2.2.5 Données pour l'interpolation de d_m

Vitesse V(km/s)	90	100	140
$d_m(m)$	4V	XV	5V

Par interpolation, on a ;

$$X = \frac{100 - 90}{140 - 90} + 4 = 4,2$$

$$\text{Donc } d_m = 4,2 \times 100 = 420m$$

$$d_m = 420m$$

2.5.6. Distance de visibilité de dépassement normale d_N

Tableau 2.2.6. Données pour l'interpolation de d_N

Vitesse V(km/h)	90	100	140
$d_N(m)$	6V	XV	7V

Par interpolation, on a ;

$$X = \frac{100 - 90}{140 - 90} + 6 = 6,2$$

$$\text{Donc } d_N = 6,2 \times 100 = 620m$$

$$d_N = 620m$$

2.5.7. Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement d_{Md}

Selon la norme B40 et à partir de **tableau 2.2.4**

$$V=100km/h \rightarrow d_{Md} = 300m$$

2.5.8. Distance de sécurité d_s

$$d_s = \frac{V}{3,6} t_p + L = \frac{100}{3,6} \times 1,8 + 10 = 60m$$

$$d_s = 60m$$

Avec : V : vitesse. (km/h)

t_p : Temps de perception-réaction = 1.8 s

L : Longueur de véhicule en moyenne (10m)

2.6 Tableau récapitulatif

Tableau 2.2.7. Résumé des résultats de la Norme B40 et des résultats calculés

		B40	Calculés
Vitesse de référence	V_r (km/h)	100	-
Temps de Perception-Réaction	T_p (s)	1,8	-
Coefficient de frottement longitudinal	f_l	0,36	-
Distance de freinage minimale	d_0 (m)	111	110
Distance d'arrêt	d_1 (m)	161	160
Distance de visibilité de dépassement minimale	d_m (m)	420	420
Distance de visibilité de dépassement normale	d_N (m)	620	620
Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement	d_{Ma} (m)	300	300
Distance de sécurité	d_s (m)	-	60

3. Les éléments d'un tracé en plan

En première approximation, le tracé de l'axe des routes est composé de lignes droites raccordées par des arcs de cercle. Mais la pratique des grandes vitesses a imposé l'emploi d'un élément supplémentaire pour le raccordement entre les précédents [9].

Les éléments géométriques du tracé en plan sont donc :

- Droites (Alignements)

- Arcs de cercle
- Raccordement à courbe progressive

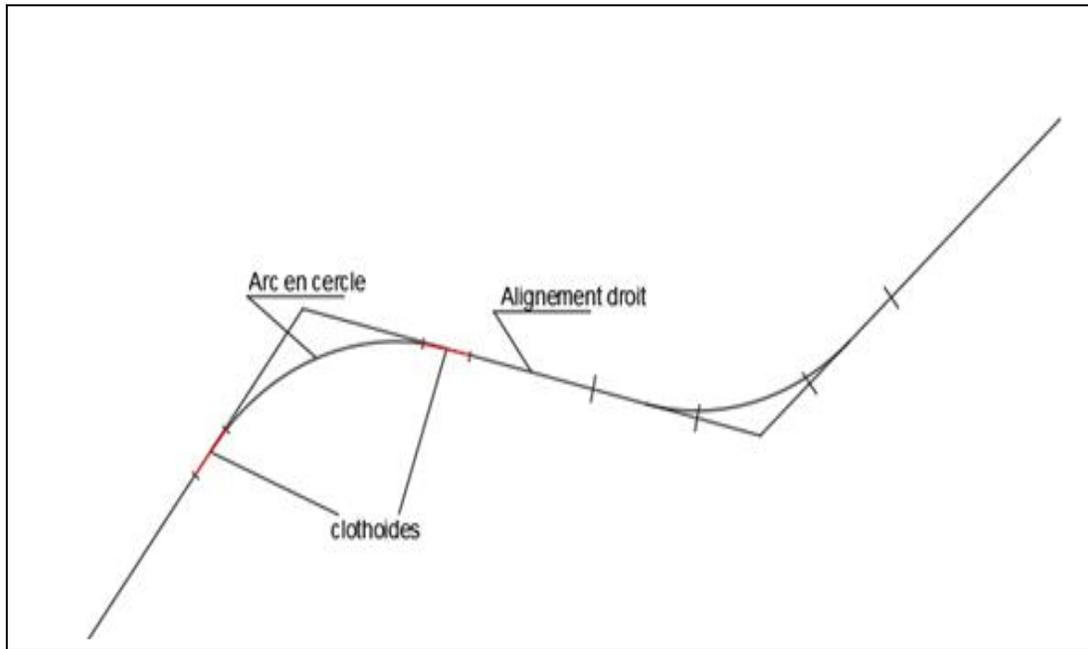


Figure 2.3.1. Les trois éléments d'un tracé en plan

3.1 Alignement droit

Les courbes sur un plan sont délimitées par des alignements droits d'une longueur comprise entre L_{min} et L_{max} [11]. La longueur des alignements dépend de la vitesse, des sinuosités précédant et suivant l'alignement et du rayon de courbure de ces sinuosités.

3.1.1. Longueur minimale d'un alignement L_{min}

Celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps T d'adaptation [9].

$$L_{min} = T \times V_B$$

Avec ; V_B : Vitesse de base en m/s et $T = 5s$

$$\text{Donc } L_{min} = 5 \times \frac{100}{3.6} = 139m$$

$$\mathbf{L_{min} = 139m}$$

3.1.2. Longueur maximale d'un alignement L_{max}

Celle qui correspond au chemin parcouru pendant une minute à la vitesse V [9].

$$L_{max} = 60 \times V_B$$

Avec ; V_B : Vitesse de base en m/s

$$\text{Donc } L_{max} = 60 \times \frac{100}{3.6} = 1667m$$

$$L_{max} = 1667m$$

3.1.3. Dévers en alignement droit

En alignement, le dévers a pour rôle d'assurer l'évacuation des eaux sur la surface de roulement. La valeur maximale est de 2,5% dans les bonnes conditions d'exécution et de 3% quand il existe un risque de tassement ou difficultés d'exécution [11].

Pour notre projet, on a pris $d = 2,5\%$

3.2 Arcs en cercle

3.2.1. Stabilité en courbe

Dans un virage de rayon R, le véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système. Afin de réduire l'effet de la force centrifuge, on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur de la courbe (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite dévers exprimée par sa tangente [9].

$$F_c : \text{force centrifuge } F_c = m \times \frac{V_r^2}{R}$$

$$P : \text{poids du véhicule } P = m \times g$$

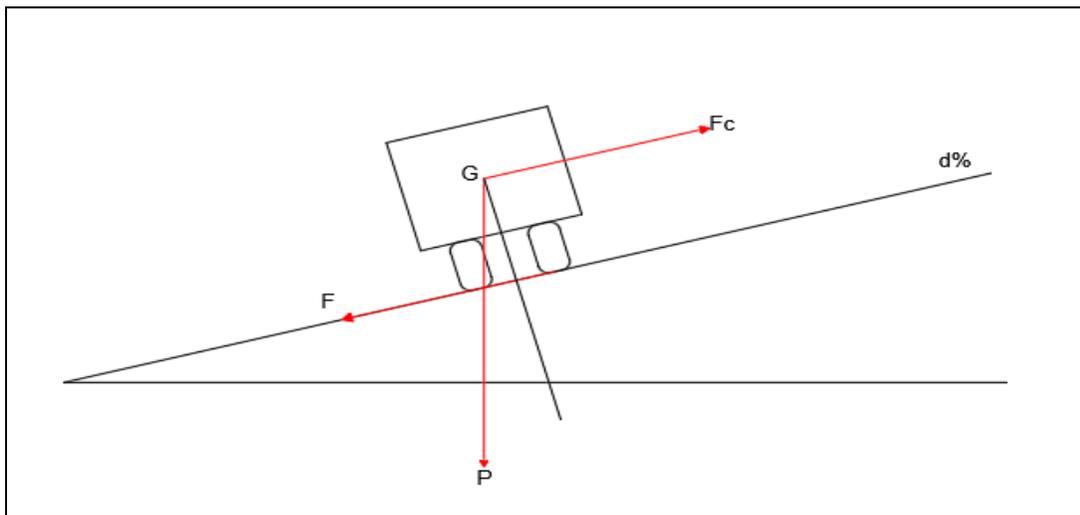


Figure 2.3.2. Forces agissant sur un véhicule dans un virage

Avec m : masse du véhicule

V_r : Vitesse de référence

R : rayon de courbure

g : la pesanteur

Pour assurer la stabilité, la force centrifuge F_c doit être équilibrée par l'adhérence transversale F.

3.2.2. Valeurs des rayons minimaux

Pour chaque vitesse, on définit une série de couples (R, d)

a. Rayon minimal absolu $R_{Hmin} = R (V_r, d_{max})$

Au dévers maximum (d_{max}) correspond le rayon minimum absolu R_{Hmin} selon la catégorie de la route. Ce rayon est donné par la formule suivante [9] :

$$R_{Hmin} = \frac{V_r^2}{127(d_{max} + f_t)}$$

Avec

V_r : vitesse de référence (100 km/h)

d_{max} : Dévers maximal (7%)

f_t : Coefficient de frottement transversal

La valeur du coefficient de frottement transversal est tirée du tableau qui est donné par la norme Algérienne B40 en fonction de la vitesse de référence.

Tableau 2.3.1. Valeurs de coefficients de frottement transversal [12]

V(km/h)	120	100	80	60	40
Catégorie					
Cat 1-2	0,10	0,11	0,13	0,16	0,20
Cat 3-4-5	0,11	0,125	0,15	0,18	0,22

NB : Aucun rayon $< R_{Hmin}$

b. Rayon minimal normal $R_{Hn} = R (V_r + 20, d_{moy})$

Le rayon minimal normal et le rayon qui doit permettre à des véhicules dépassant V_r de 20km/h de rouler en sécurité. Il est calculé par la formule suivant [9] :

$$R_{Hn} = \frac{(V_r + 20)^2}{127(d_{moy} + f_t)}$$

Le dévers associé $d_{moy} = d_{max} - 2\%$ pour catégories 1-2-3-4

= 6% pour catégorie 5

Tableau 2.3.2. Valeurs du dévers associé [9]

Catégorie	Environnement	Dévers (%)	
		Maximum	Associé
1-2	1-2-3	7	5
3-4	3	7	5
3-4	1-2	8	6
5	1-2-3	9	6

c. Rayon au dévers minimal $R_{Hd} = R(V_r, d_{min})$

Au dévers minimum (d_{min}) correspond le rayon au dévers minimal donnée par la formule : [9]

$$R_{Hd} = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{min}}$$

Avec ; $d_{min} = 2,5\%$ pour Catégorie 1-2
 $= 3\%$ pour Catégorie 3-4-5

d. Rayon non déversé $R_{Hnd} = R(V_r, -d_{min})$

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le dévers est alors négatif pour l'un des sens de circulation. Le rayon minimal qui permet cette disposition est le rayon non déversé. Il est donné par : [9]

Pour Catégorie 1-2

$$R_{Hnd} = \frac{V_r^2}{127 \times 0,035}$$

Pour Catégorie 3-4-5

$$R_{Hnd} = \frac{V_r^2}{127(f'' - 0,03)}$$

Avec ; $f'' = 0,07$ pour catégorie 3 et $f'' = 0,075$ pour catégorie 4-5

3.2.3. Choix du dévers

Pour une route de catégorie donnée : [9]

- Les dévers de rayons compris entre le rayon minimal absolu R_{Hmin} et rayon au dévers minimal R_{Hd} sont obtenus par interpolation linéaire.
- Tous les rayons déversés inférieur au rayon non déversé R_{Hnd} sont munis des courbes de raccordement progressif. Les rayons supérieurs au rayon non déversé R_{Hnd} peuvent être munis de courbe de raccordement progressif.

3.2.4. Application au projet

a. Rayon minimal absolu R_{Hmin}

$$R_{Hmin} = \frac{V_r^2}{127(d_{max} + f_t)} = \frac{100^2}{127(0.07 + 0.11)} = 437m$$

$$R_{Hmin} = 437m$$

Avec

V_r : vitesse de référence (100 km/h)

d_{max} : Dévers maximal (7%)

f_t : Coefficient de frottement transversal (0,11)

b. **Rayon minimal normal RHn**

$$R_{Hn} = \frac{(V_r + 20)^2}{127(d_{moy} + f_t)} = \frac{(100 + 20)^2}{127(0.05 + 0.11)} = 709m$$

$$R_{Hn} = 709m$$

Avec $d_{moy} = 5\%$ (Catégorie 2 Environnement 1)

c. **Rayon au dévers minimal RHd**

$$R_{Hd} = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{min}} = \frac{100^2}{127 \times 2 \times 0,025} = 1575m$$

$$R_{Hd} = 1575m$$

Avec d_{min} : Devers minimal (2,5%)

d. **Rayon non déversé RHnd**

$$R_{Hnd} = \frac{V_r^2}{127 \times 0,035} = 2250m$$

$$R_{Hnd} = 2250m$$

Puisque on a Catégorie 2 (selon la Norme B40)

3.2.5. Valeurs retenues par la norme algérienne B40 et résultats calculés

Tableau 2.3.3. Résumé des valeurs données par la norme B40 et des résultats obtenus.

		B40	Calculs
Rayon minimal absolu	$R_{Hmin}(m)$	450	437
Rayon minimal normal	$R_{Hn}(m)$	650	709
Rayon au devers minimal	$R_{Hd}(m)$	1600	1575
Rayon non déversé	$R_{Hnd}(m)$	2200	2250
Devers minimal	$d_{min}(\%)$	2,5	-
Devers maximal	$d_{max}(\%)$	7	-

Choix de rayons : On prend

$R_1 = 450\text{m}$ avec un dévers $d_1 = 7\%$ (selon la Norme Algérienne B40)

$R_2 = 800\text{m}$ et le dévers est obtenu par interpolation :

Tableau 2.3.4. Données pour l'interpolation de d

R(m)	650	800	1600
d(%)	5	d	2.5

Après l'interpolation on a **$d = 4,6\%$**

Donc $R_2 = 800\text{m}$ avec un devers $d_2 = 4,6\%$

3.3 Raccordement à courbure progressive

Les raccords à courbes progressives se trouvent entre deux courbes circulaires ou une courbe circulaire et un alignement droit. Le tracé en plan qui, en première approximation, se compose d'une succession de droites et d'arcs de cercles accuse aux points de tangence une discontinuité de courbure qui n'est plus compatible avec les grandes vitesses pratiquées aujourd'hui [9].

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini (droite) au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif. Le principe reste le même lorsqu'on cherche à raccorder deux cercles [10].

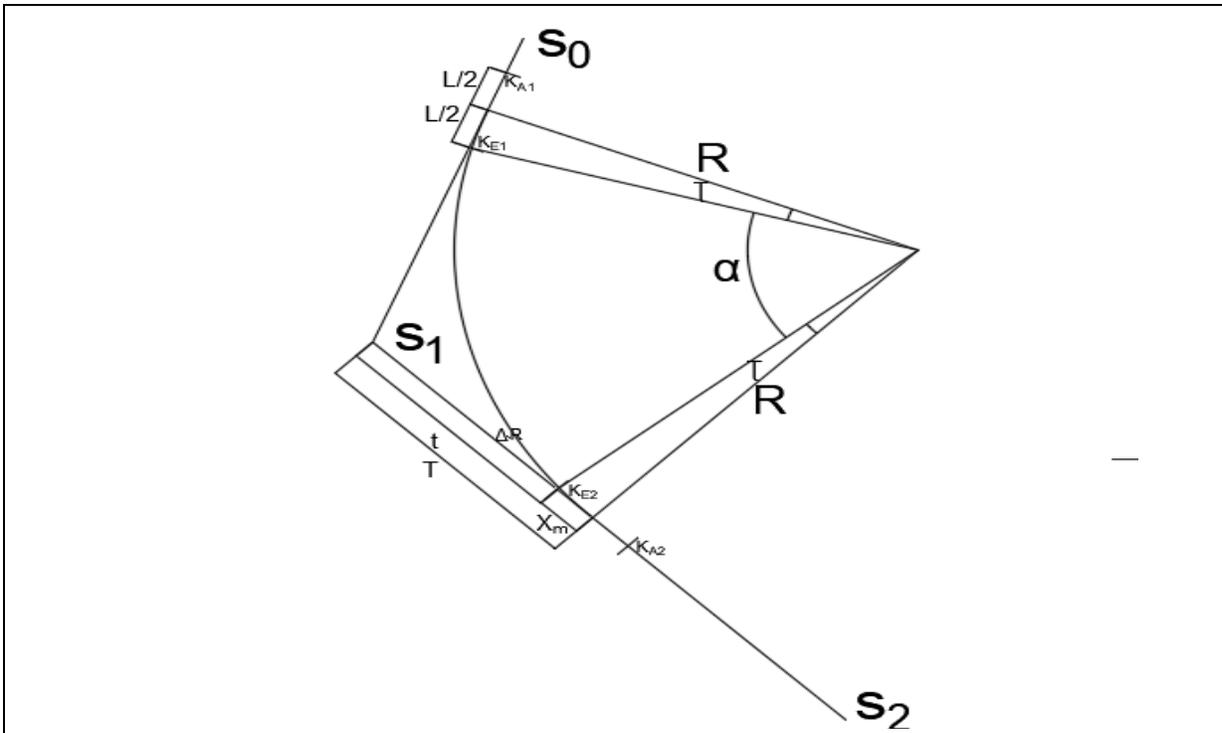


Figure 2.3.3.Eléments d'une courbe à raccordement progressif

O : Centre du cercle

R : Rayon du cercle

T : Grande Tangente

t : Petite Tangente

X_m : Abscisse du centre de Cercle

τ : Angle des tangentes

L : Longueur de la branche de la clothoïde

A : Paramètre se la Clothoïde

K_E : Fin de la clothoïde

K_A : début de la Clothoïde

ΔR : Décalage entre élément droit et arc de cercle

3.3.1. Nécessité de la clothoïde

Les courbes à raccordement progressif sont [11] :

- Obligatoires pour les itinéraires de catégorie 1 et 2.

- Fortement préconisées pour les routes de catégorie 3
- Souhaitées pour les itinéraires de catégorie 4 et 5.

La clothoïde a pour équation : $R \times L = A^2$

Avec : R : Rayon de courbure

L : Longueur de la clothoïde

A : Paramètre de la clothoïde

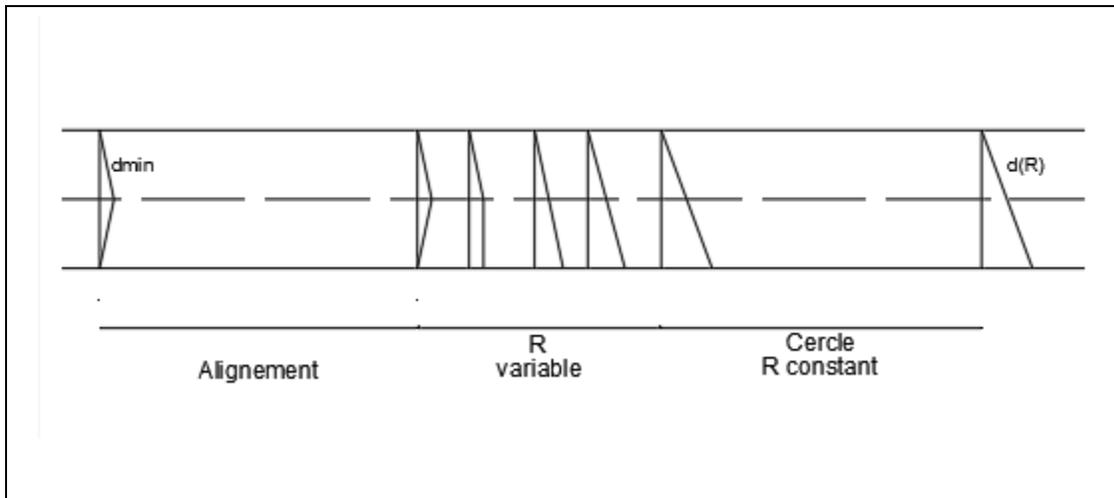


Figure 2.3.4. Variation de la forme superficielle de la chaussée. [9]

NB : Il convient de noter que le long d'une courbe à connexion progressive, la surélévation varie de façon linéaire en fonction de la courbure.

3.3.2. Longueurs minimales des raccordements à courbe progressive

Le raccordement entre deux courbes circulaires ou une courbe et un alignement, doit satisfaire aux trois conditions suivantes :

a. Condition Optique

Cette condition permet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route, en les informant suffisamment à l'avance du tracé de la route, de façon à obtenir la plus grande sécurité de conduite [9].

De façon générale, on adopte la formule suivante :

$$L = \sqrt{24 \times \Delta R \times R}$$

Avec : L : longueur de la clothoïde

R : rayon de courbure

ΔR : le ripage du cercle raccordé, sa valeur dépend du rayon :

$R \leq 1500m$ on adopte $\Delta R = 0,5$ à $1m$

$1500 < R \leq 5000m$ on adopte $\Delta R = 1$ à $2.5m$

$R > 5000m$ on adopte $\Delta R = 2,5m$

b. Condition de Gauchissement

Cette condition a pour objectif d'assurer à la route un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers Δd . [9]

L'équation utilisée est :

$$L \geq \frac{l \times \Delta d \times V_r}{50}$$

Avec l : la distance entre axes de rotation et le bord de la chaussée

Δd : Variation de devers. $\Delta d = d_{final} - d_{initial}$

V_r : Vitesse de base

c. Condition Dynamique

Cette condition doit assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon à respecter la stabilité et le confort dynamique, en limitant par l'unité de temps, la variation de l'accélération transversale. [9]

$$L = \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127R} - \Delta d \right)$$

Avec : Δd : Variation de devers. $\Delta d = d_{final} - d_{initial}$

V_r : Vitesse de base

R : rayon de courbure

3.3.3. Détermination du paramètre de la clothoïde (A)

A partir des valeurs conformes aux conditions précédentes, on peut déterminer la longueur minimale du clothoïde :

$$L = \max (L_{condition\ optique} ; L_{confort\ dynamique} ; L_{gauchissement})$$

Ainsi la formule pour calculer le paramètre du clothoïde a été définie comme suit :

$$A = \sqrt{R \times L}$$

3.3.4. Calcul d'un raccordement à courbe progressive

Sur un axe en plan, une importance est accordée dans les calculs aux courbures. L'emploi d'un raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes : [10]

- ❖ Stabilité transversale du véhicule
- ❖ Confort de passagers du véhicule
- ❖ Transition de la forme de la chaussée
- ❖ Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant

Calcul pour le rayon R = 450m

a. Condition Optique

$$L = \sqrt{24 \times \Delta R \times R} = \sqrt{24 \times 1 \times 450} = 104m$$

$$\mathbf{L = 104m}$$

Avec ; L : longueur de la clothoïde

R : rayon de courbure (450m)

ΔR : le ripage du cercle raccordé, sa valeur dépend du rayon (1m).

b. Condition de gauchissement

$$L \geq \frac{l \times \Delta d \times V_r}{50} = \frac{7 \times 9,5 \times 100}{50} = 133m$$

$$\mathbf{L = 133m}$$

Avec l : la distance entre axes de rotation et le bord de la chaussée ($l=7m$).

Δd : Variation de devers. $\Delta d = d_{final} - d_{initial} = 7\% - (-2,5\%) = 9,5\%$

V_r : Vitesse de base

c. Condition dynamique

$$L = \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127R} - \Delta d \right) = \frac{100^2}{18} \left(\frac{100^2}{127 \times 450} - 0,095 \right) = 44m$$

$$\mathbf{L = 44m}$$

Avec : Δd : variation de devers. $\Delta d = d_{final} - d_{initial} = 9,5\%$

Longueur de la clothoïde :

$$L = \max (L_{condition\ optique} ; L_{confort\ dynamique} ; L_{gauchissement})$$

$$L = \max (104 ; 133 ; 44) = \mathbf{133m}$$

Paramètre de la clothoïde

$$A = \sqrt{R \times L}$$

Donc : $A = \sqrt{450 \times 133} = 244,642m$

On prend **A = 244,642m**

Calcul pour le rayon R = 800m

a. **Condition Optique**

$$L = \sqrt{24 \times \Delta R \times R} = \sqrt{24 \times 1 \times 800} = 138m$$

L = 138m

Avec ; L : longueur de la clothoïde

R : rayon de courbure (800m)

ΔR : le ripage du cercle raccordé, sa valeur dépend du rayon (1m).

b. **Condition de gauchissement**

$$L \geq \frac{l \times \Delta d \times V_r}{50} = \frac{7 \times 7,1 \times 100}{50} = 99m$$

L = 99m

Avec l : la distance entre axes de rotation et le bord de la chaussée (l=7m).

Δd : Variation de devers. $\Delta d = d_{final} - d_{initial} = 4,6\% - (-2,5\%) = 7,1\%$

V_r : Vitesse de base

c. **Condition dynamique**

$$L = \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127R} - \Delta d \right) = \frac{100^2}{18} \left(\frac{100^2}{127 \times 800} - 0,071 \right) = 15m$$

L = 15m

Avec : Δd : variation de devers. $\Delta d = d_{final} - d_{initial} = 7,1\%$

Longueur de la clothoïde :

$L = \max (L_{condition\ optique} ; L_{confort\ dynamique} ; L_{gauchissement})$

$L = \max (138 ; 99 ; 15) = \mathbf{138m}$

Paramètre de la clothoïde

$A = \sqrt{R \times L}$

Donc : $A = \sqrt{800 \times 138} = 332,265m$

On prend $A = 332,265\text{m}$

3.3.5. Eléments d'un raccordement à courbe progressive

Afin de bien enrichir notre travail, nous avons décidé de détailler un cas d'étude d'une courbe à raccordement progressif.

Tableau 2.3.5.Coordonnées relatives à notre projet d'étude

	X	Y
S₀	751231,3078	3705482,1632
S₁	751092,1411	3705198,635
S₂	751364,7825	3704803,855
Rayon	800m	
Vitesse	100km/h	

a. Calcul des gisements

Un gisement est l'angle que forme une ligne avec celle du nord. Il se calcule par la formule suivante :

$$gis = arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

Avec les conditions suivantes :

$$\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y > 0 \text{ GIS} = \text{gis}$$

$$\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y < 0 \text{ GIS} = 200 + \text{gis (avec gis} < 0)$$

$$\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y < 0 \text{ GIS} = 200 + \text{gis (avec gis} > 0)$$

$$\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y > 0 \text{ GIS} = 400 + \text{gis (avec gis} < 0)$$

$$\Delta X_1 = X_{S_1} - X_{S_0} = -139,1667$$

$$\Delta Y_1 = Y_{S_1} - Y_{S_0} = -283,528$$

$$\Delta X_2 = X_{S_2} - X_{S_1} = 272,6414$$

$$\Delta Y_2 = Y_{S_2} - Y_{S_1} = -394,78$$

$$G_{S_0}^{S_1} = 200 + arctg \frac{-139,1667}{-283,528} = 229,048grad \rightarrow G_{S_0}^{S_1} = \mathbf{229,048grad}$$

$$G_{S_1}^{S_2} = 200 + \operatorname{arctg} \frac{272,6414}{-394,78} = 161,523 \operatorname{grad} \rightarrow \mathbf{G_{S_1}^{S_2} = 161,523 \operatorname{grad}}$$

$$\gamma = |G_{S_0}^{S_1} - G_{S_1}^{S_2}|$$

$$\mathbf{\gamma = 67,525 \operatorname{grad}}$$

b. Calcul des distances

$$S_0S_1 = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2} = 315,841 \operatorname{m} \rightarrow \mathbf{S_0S_1 = 315,841 \operatorname{m}}$$

$$S_1S_2 = \sqrt{\Delta X_2^2 + \Delta Y_2^2} = 479,775 \operatorname{m} \rightarrow \mathbf{S_1S_2 = 479,775 \operatorname{m}}$$

c. Calcul de l'angle des tangentes τ

$$\tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{138}{2 \times 650} \times \frac{200}{\pi} = 5,49 \operatorname{grad} \rightarrow \mathbf{\tau = 5,49 \operatorname{grad}}$$

d. Vérification de non chevauchement

$$\tau = 5,49 \operatorname{grad}$$

$$\frac{\gamma}{2} = \frac{67,525}{2} = 33,762 \operatorname{grad} > 5,49 \operatorname{grad}$$

Donc, pas de chevauchement

e. Calcul de l'abscisse du centre du cercle X_m

$$X_m = \frac{A^2}{2R} = \frac{L}{2} = \frac{138}{2} = 69 \operatorname{m} \rightarrow \mathbf{X_m = 69 \operatorname{m}}$$

f. Calcul de la Tangente T

$$T = R \times \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = 800 \times \operatorname{tg} \frac{67,525}{2} = 469,099 \operatorname{m}$$

$$\mathbf{T = 469,099 \operatorname{m}}$$

g. Calcul de l'angle α

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 67,525 - (2 \times 5,49)$$

$$\mathbf{\alpha = 56,545 \operatorname{grad}}$$

h. Calcul de la longueur de l'arc

$$K_{E1}K_{E2} = 800 \times \alpha = 800 \times 56,545 \times \frac{\pi}{200}$$

$$\mathbf{K_{E1}K_{E2} = 710,565 \operatorname{m}}$$

i. **Coordonnées des points de la clothoïde**

$$S = \frac{L}{A} = \frac{138}{332,265} = 0,4153 \rightarrow S = 0,4153$$

A partir de la norme B40, on obtient des valeurs de x et y qu'on utilise pour faire l'interpolation afin de trouver les valeurs exactes de x et y correspondant à la valeur de S de notre projet.

Tableau 2.3.6. Données pour l'interpolation de x et y [13]

S	x	y
0,41	0,409710	0,011481
0,4153	x	y
0,42	0,419673	0,012341

Après l'interpolation, on obtient ;

$$x = 0,414990 \quad \text{et} \quad y = 0,011936$$

Tableau 2.3.7. Coordonnées des points de la clothoïde

	x	y	X = xA	Y = yA
S = 0,4153	0,414990	0,011936	137,8866	3,9659

Donc les coordonnées du point K_E sont :

$$X = 137,8866 \quad \text{et} \quad Y = 3,9659$$

j. **Calcul des coordonnées SL**

$$S_L = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{137,8866^2 + 3,9659^2}$$

$$S_L = 137,9436m$$

k. **Calcul de σ**

$$\sigma = \arctg\left(\frac{Y}{X}\right) = 1,83grad \rightarrow \sigma = 1,83grad$$

l. **Calcul des distances cumulées**

$$S_2K_{A2} = S_2S_1 - T = 479,775 - 469,099 = 10,676m \rightarrow S_2K_{A2} = 10,676m$$

$$S_2K_{E2} = S_2K_{A2} + L = 10,676 + 138 = 148,676m \rightarrow S_2K_{E2} = 148,676m$$

$$S_2K_{E1} = S_2K_{E2} + K_{E1}K_{E2} = 148,676 + 710,565 = 859,241m \rightarrow S_2K_{E1} = 859,241m$$

$$S_2K_{A1} = S_2K_{E1} + L = 859,241 + 138 = 997,241m \rightarrow S_2K_{A1} = 997,241m$$

$$S_2S_0 = S_2K_{A1} + (S_0S_1 - T) = 997,241 + 315,841 - 469,099 = 843,983m$$

$$\rightarrow S_2S_0 = 843,983m$$

4. Profil en long

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle. L'échelle des longueurs (en abscisse) est en général celle du plan de situation, tandis que l'échelle des hauteurs (en ordonnées) est 10 fois plus grande pour accuser les déclivités qui, sans cela, serait presque imperceptibles. Le profil en long est donc une représentation déformée. [9]

4.1 Règles à respecter dans le profil en long.

Lors de la création de la ligne rouge, il y a des règles qui doivent être respecté ainsi que certains cas exceptionnels. Ces cas sont les suivants : [11]

- Éviter les angles entrants en déblai,
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve.
- Éviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long,
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.
- Limité la déclivité pour une catégorie donnée ($i \leq i_{\max}$)

4.2 Eléments géométriques du profil en long.

Le profil en long comprend : [9]

- Les lignes droites (déclivités)
- Les arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves)

Les droites ascendantes dans le sens du kilométrage sont appelées rampes et celles descendantes pentes. Rampes et pentes constituent les déclivités, exprimées en pourcentage avec signe positif (rampes) et avec signe négatif (pentes). [9]

Le changement de déclivité, m est la différence de deux déclivités successives munis de leur signe. Les changements de déclivités sont en réalité très faibles.

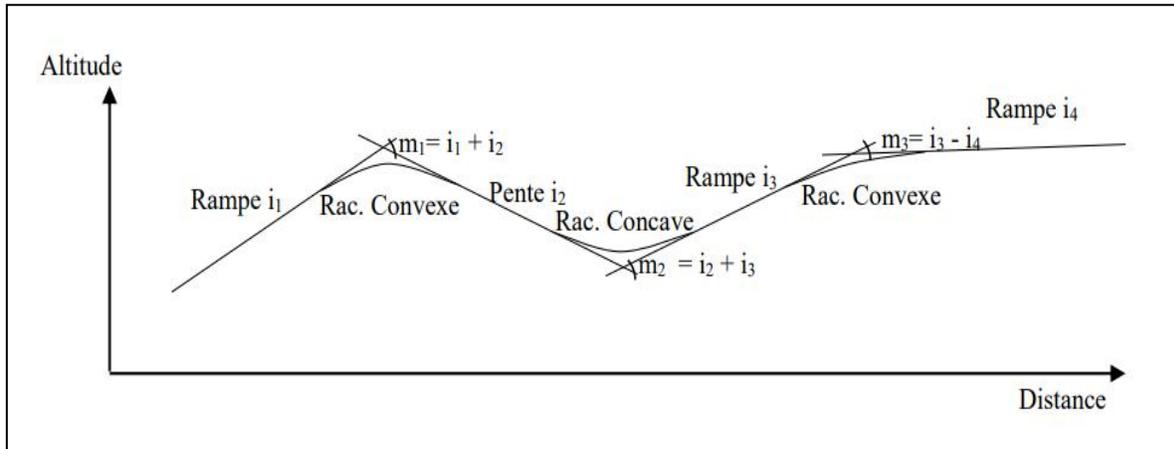


Figure 2.4.1.Éléments géométriques du profil en long

4.2.1. Déclivité

a. Déclivité minimum

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits en palier sont si possible à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales. La pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. [9]

Déclivité minimum : $i_{\min} = 0,5\%$, de préférence 1%

b. Déclivité maximum

Du point de vue technique, la déclivité maximum dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée, ainsi que la réduction des vitesses qu'elle provoque. Le problème d'adhérence concerne tous les véhicules, tandis que pour la réduction des vitesses ce sont les camions (poids lourds PL) qui sont déterminants, car la plupart des véhicules particuliers (VP) ont une grande réserve de puissance. [9]

Le **tableau 2.4.1** ci-dessous contient des valeurs maximales de déclivité pour chaque catégorie et environnement comme proposé par les normes Algériennes B40.

Tableau 2.4.1. Déclivité maximale [12]

Environnement	E1	E2	E3
Catégorie			
Cat 1-2	4%	5%	6%
Cat 3	5%	6%	7%
Cat 4-5	6%	7%	8%

4.2.2. Rayon des courbures du profil en long

Les changements de déclivités se font par l'intermédiaire d'un raccordement circulaire de grand rayon, tangent aux déclivités de part et d'autre. On distingue les raccordements verticaux convexes et concaves. [9]

a. Raccordements convexes (en angle saillant)

Leur rayon R_v doit satisfaire deux conditions : [9]

- Condition de confort
- Condition de visibilité

❖ Condition de confort (Accélération verticale)

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe, le véhicule est soumis à une accélération verticale importante, qui modifie sa stabilité et gêne les usagers. Pour cela, la norme Algérienne B40 indique les valeurs limites d'accélération verticale selon la catégorie. [12]

Pour Catégorie 1-2,

$$\frac{V_r^2}{R_v} \leq \frac{g}{40}$$

Pour Catégorie 3-4-5,

$$\frac{V_r^2}{R_v} \leq \frac{g}{30}$$

Avec V_r : Vitesse de référence $V_r = \frac{V_r}{3,6}$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

Ce qui correspond à :

$$R_{vmin} = 0,3V_r^2 (\text{Catégorie } 1 - 2)$$

$$R_{vmin} = 0,23V_r^2 (\text{Catégorie } 3 - 4 - 5)$$

Pour notre projet, on a Catégorie 2 donc

$$R_{vmin} = 0,3V_r^2 = 0,3 \times 100^2 = 3000m$$

$$\mathbf{R_{vmin} = 3000m}$$

❖ Condition de visibilité (hauteurs de l'œil et des obstacles)

Un conducteur dont le rayon visuel rase le dos-d'âne doit voir, de l'autre côté, soit un obstacle soit un véhicule, et cela assez tôt pour disposer d'une distance suffisante, soit pour s'arrêter, soit pour dépasser. [9]

Ce rayon est déterminé à partir de la connaissance de la position de l'œil et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part. Les valeurs adoptées sont données par la relation suivante [12] :

$$R_v = ad_1^2$$

Avec d_1 : distance d'arrêt. $d_1 = 160m$

$a = 0,24$ pour catégories 1 et 2

$a = 0,22$ pour catégories 3,4 et 5

Pour notre projet on a Cat 2 donc ;

$$R_v = ad_1^2 = 0,24 \times 160^2 = 6144m$$

$$\mathbf{R_v = 6144m}$$

b. Raccordements concaves (en angle rentrant)

Dans ce cas il n'y a pas de problème de confort et de condition de visibilité de jour ; en revanche : problème de visibilité de nuit pour les routes non éclairées. Le principe est que les phares du véhicule doivent éclairer un tronçon de longueur telle que le conducteur aperçoive un obstacle assez tôt pour disposer de la distance d'arrêt. [9]

❖ Rayon minimum absolu

Ce rayon est déterminé à partir de la condition de confort selon la vitesse et la catégorie [12]

Pour $V > 80km/h$ (Catégorie 1-2),

$$R'_{vm} = 0,3V_r^2$$

Pour $V > 60km/h$ (Catégorie 3-4-5),

$$R'_{vm} = 0,23V_r^2$$

Pour notre projet, on a Cat 2 et $V > 80km/h$ donc

$$R'_{vm} = 0,3V_r^2 = 0,3 \times 100^2 = 3000m$$

$$\mathbf{R'_{vm} = 3000m}$$

❖ Rayon minimum normal

Le rayon minimal normal en angle rentrant est obtenu par l'application de :

$$R'_{vm}(V_r) = R'_{vm}(V_r + 20)$$

c. **Valeurs retenues**

Le **tableau 2.4.2** ci-dessous résume l'ensemble des valeurs obtenues.

Tableau 2.4.2. Résumé des valeurs des rayons verticaux pour notre cas et de B40

		Symbole	Valeur calculée	Valeur par B40
	Déclivité max	$P_{\max} (\%)$	-	4
En angle saillant	Rayon minimum absolu	$R_{vm}(m)$	3000	6000
	Rayon minimum normal	$R_{vn}(m)$	-	12000
En angle entrant	Rayon minimum absolu	$R'_{vm}(m)$	3000	3000
	Rayon minimum normal	$R'_{vn}(m)$	-	4200

Les valeurs calculées peuvent être prises lors de la réalisation dans le cas où les valeurs données par B40 ne conviennent pas.

4.2.3. Exemple de Calcul

Cas d'un raccordement concave. ($R = 4200m$)

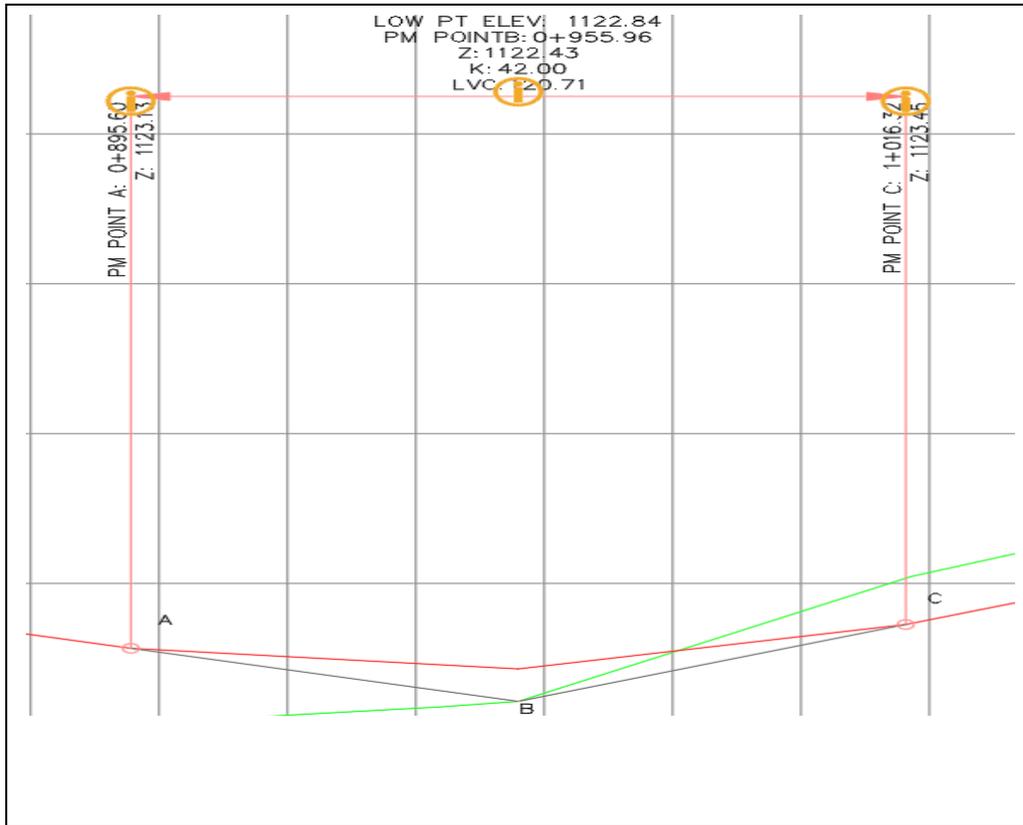


Figure 2.4.2.Raccordement en rayon rentrant à partir du logiciel civil 3D

Le **tableau 2.4.3** ci-dessous présente des données pour le calcul.

Tableau 2.4.3.Données du raccordement concave

Point	PK X (m)	Altitude Z (m)
A	895,60	1123,13
B	955,96	1122,43
C	1016,32	1123,45

a. **Calcul des pentes.**

On a:

$$p_1 = \frac{Z_B - Z_A}{X_B - X_A} = \frac{1122,43 - 1123,13}{955,96 - 895,60} = -1,16\%$$

$$p_1 = -1,16\% \text{ (pente)}$$

$$p_2 = \frac{Z_C - Z_B}{X_C - X_B} = \frac{1123,45 - 1122,43}{1016,32 - 995,96} = 1,69\%$$

$$p_2 = 1,69\% \text{ (rampe)}$$

b. Calcul de la tangente

$$\frac{T}{R} = \frac{m}{2} \rightarrow T = \frac{m}{2} \times R$$

Avec ; $m = | -(-1,16) - 1,69 | = 0,53\% \rightarrow m = 0,53\%$

$$T = \frac{m}{2} \times 4200 = 11,13m$$

$$T = 11,13m$$

c. Calcul de la flèche

$$F = \frac{T^2}{2R} = \frac{11,13^2}{2 \times 4200} = 0,0147m$$

$$F = 0,0147m$$

d. Calcul des coordonnées des points de la tangente

Point M :

$$X_M = PK_S - T = 955,96 - 11,13 = 944,83m \rightarrow X_M = 944,83m$$

$$Z_M = Z_S + (p_1 \times T) = 1122,859 + (0,0116 \times 11,13) = 1122,98m \rightarrow Z_M = 1122,98m$$

Point N :

$$X_N = PK_S + T = 955,96 + 11,13 = 967,09m \rightarrow X_N = 967,09m$$

$$Z_N = Z_S + (p_2 \times T) = 1122,859 + (0,0169 \times 11,13) = 1123,04m \rightarrow Z_N = 1123,04m$$

5. Profil en travers

Le profil en travers définit le troisième élément d'un projet routier. Il est levé perpendiculairement à l'axe de la route et il contient tous les éléments constitutifs de la future route dans toutes les situations (talus, fossés, déblais, remblais, trottoirs, corps de chaussée, terrain naturel). [9]

5.1 Différents types de profil en travers

Un projet de route comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers. Pour éviter de reporter sur chacun d'eux les dimensions générales qui se répètent, on établit deux types de profils.

5.1.1. Profil en travers type

Celui-ci contient toutes les dimensions et tous les détails constructifs (en remblais, en déblais, en alignement et en courbe)

5.1.2. Profil en travers courant

Ces sont des profils dessinés à des distances régulières ne contenant généralement comme indications chiffrées que l'altitude du terrain et celle de la chaussée finie, dans l'axe de la route.

5.2 Les éléments constitutifs du profil en travers

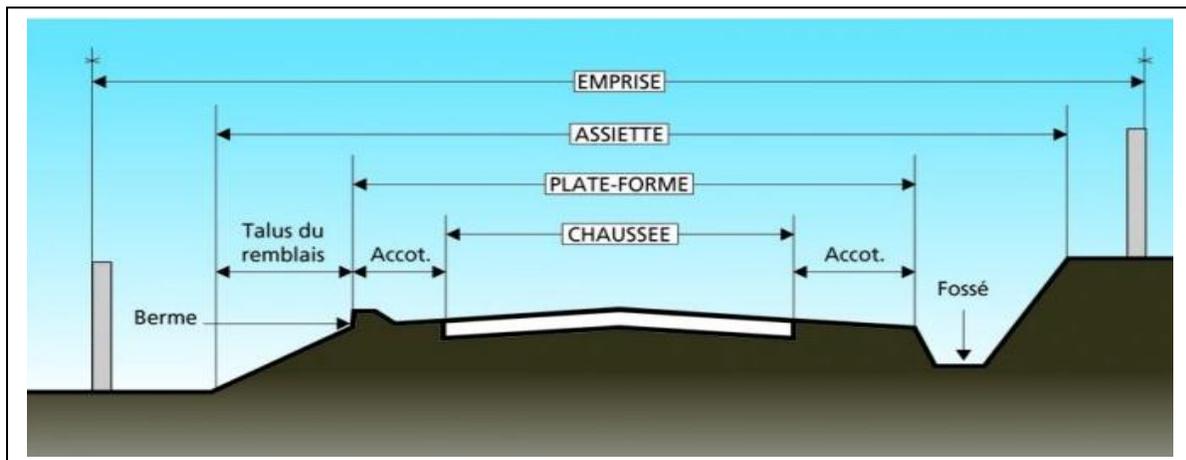


Figure 2.5.1. Les éléments constitutifs d'une chaussée

a. L'emprise

L'emprise de la route est la surface de terrain appartenant à la collectivité, c'est-à-dire dans les limites du domaine public. [9]

b. L'assiette

L'assiette de la route est la surface du terrain réellement construite pour créer la route (y compris les talus), c'est-à-dire dans les limites des terrassements. [9]

c. La plate-forme

La plateforme, entre fossés ou crêtes des talus en remblai, comprend la chaussée, plus les accotements (éventuellement y compris terre-plein central s'il existe) [9]

d. **La chaussée**

La chaussée est la partie de la route affectée à la circulation des véhicules. [9]

e. **Les accotements**

Les accotements sont les zones latérales qui bordent extérieurement la chaussée. Ils peuvent être dérasés ou surélevés. [9]

5.3 Application au projet

Il existe trois profils en travers type : le profil en déblai, en remblai, et le profil mixte. A partir du logiciel civil 3D on a pris des profils de notre projet pour chaque cas donné ci-dessous.

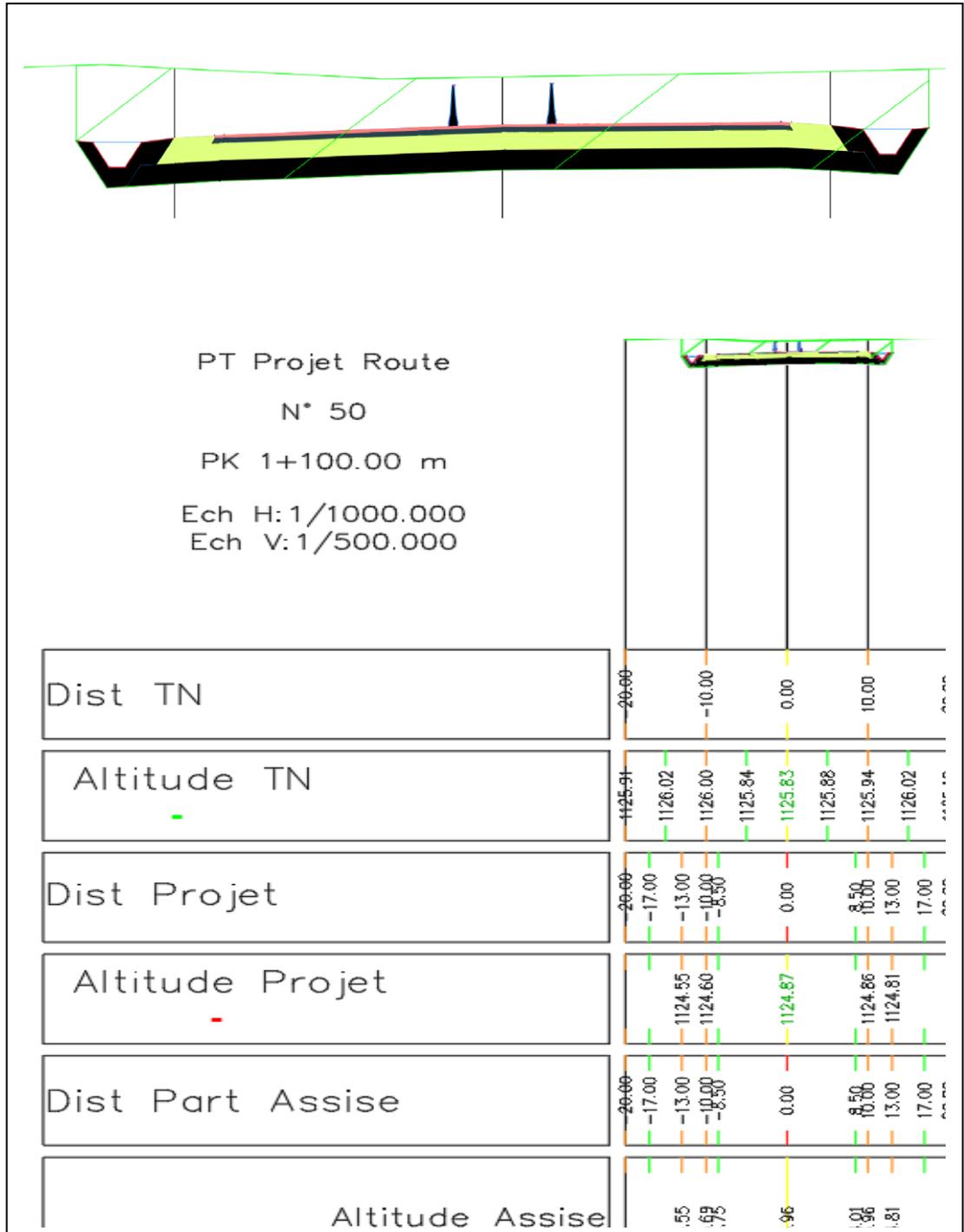


Figure 2.5.2.Profil en travers en déblais

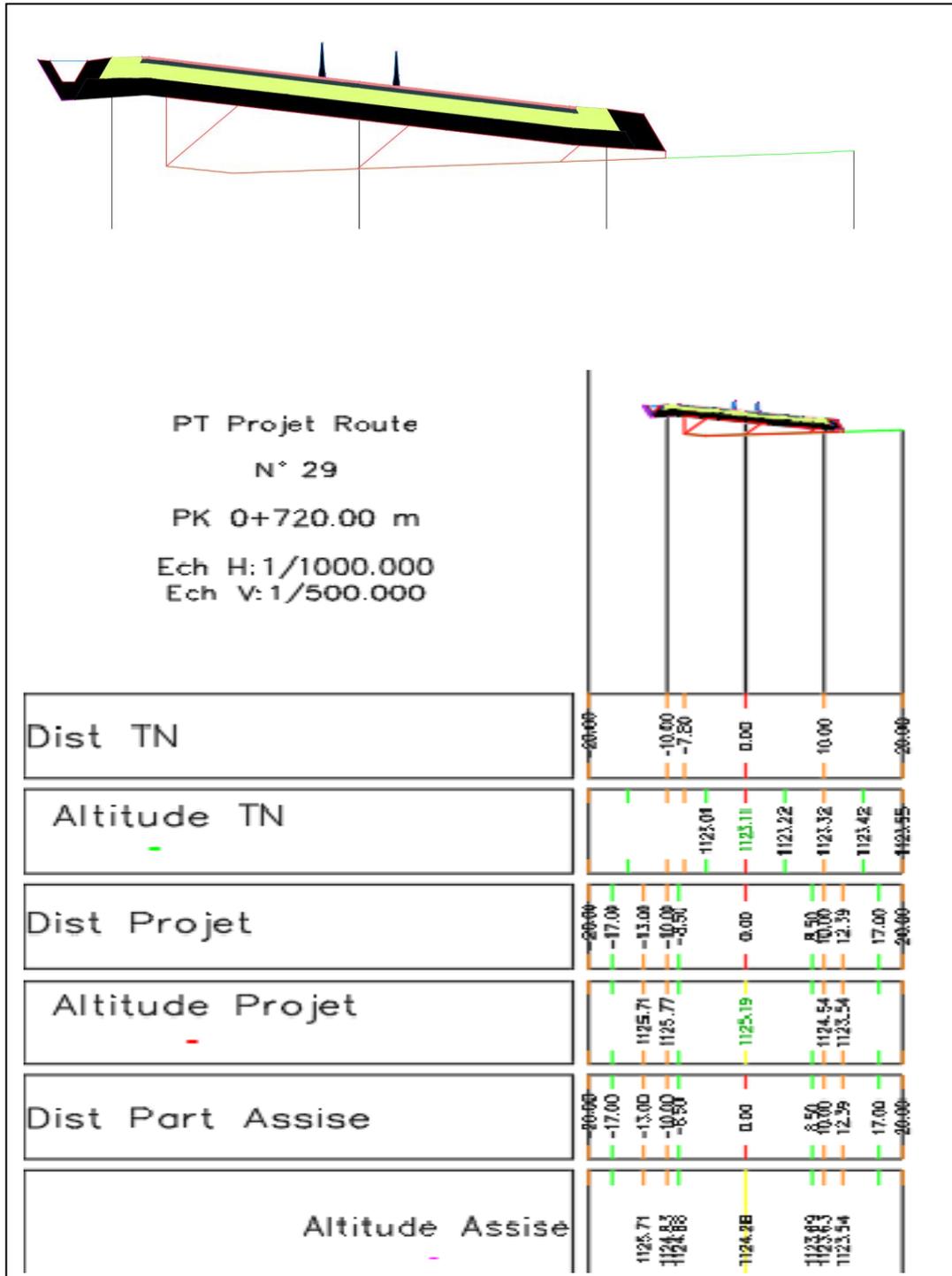


Figure 2.5.3. Profil en travers en remblais

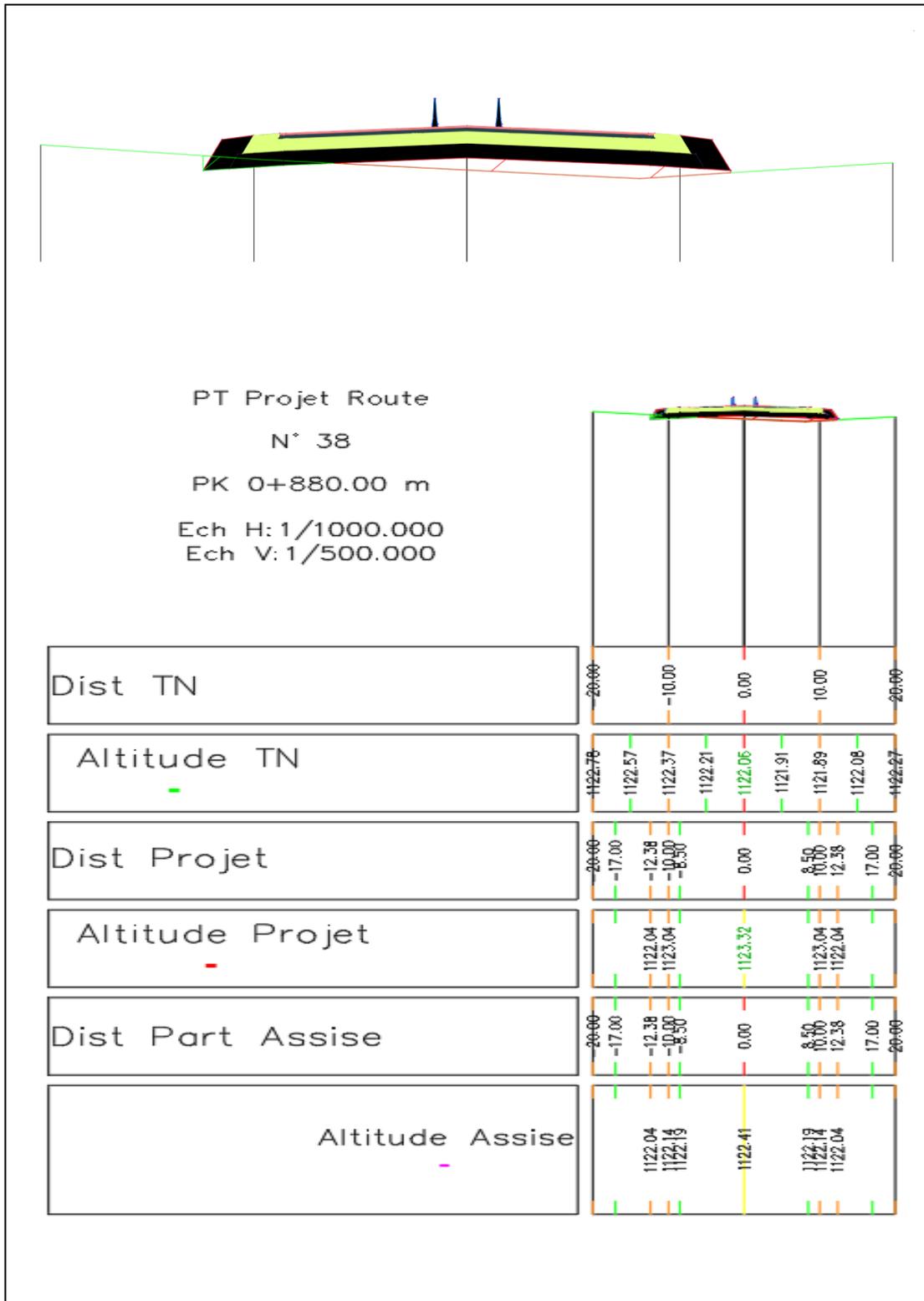


Figure 2.5.4.Profil en travers mixte

6. Conclusion

En conclusion, il est nécessaire de mentionner que l'élaboration d'un projet d'infrastructure routière devient une activité complexe basé sur des critères de sécurité et de confort. Le projecteur aura une responsabilité de respect des normes relatives à la catégorie et l'environnement de la zone d'implantation ceci afin d'atteindre l'objectif de l'étude. L'évaluation des caractéristiques géométriques d'une route est caractérisée par une bonne harmonisation entre des éléments (tracé en plan, profil en long et profil en travers) afin de garantir la stabilité de la route et la sécurité des usagers.

D'après les résultats de l'étude des éléments géométriques (le tracé en plan, le profil longitudinal, le profil transversal), on peut donner le résumé suivant :

- Trois segments en alignement droit raccordé par deux arcs en cercle et des raccordements progressifs (jugé nécessaire).
- Le profil en long est composé de pentes et rampes d'une déclivité compris entre 1,17% et 2,27% qui est bien inférieur à 4%, notre valeur de déclivité maximale (Cat 2 et E1).
- Notre route est une chaussée à 2 x 2 voies de 3,5m de largeur séparée par un terre-plein central (+ glissières) de 3m avec des accotements de 1,5m des 2 cotés, un dévers minimal de 2,5% en toit et des dévers de 7% et 4,6% pour les virages R = 450m et R = 800m respectivement.
- Les profils en travers nous ont donnée des volumes des déblais et remblais (Annexe D).

Chapitre 3 :
Terrassement et
dimensionnement de
chaussée

1. Introduction

La qualité de l'ingénierie routière ne se limite pas à obtenir un bon itinéraire à travers un plan et un bon profil longitudinal. En effet, une fois achevée, cette route devra résister aux agressions des agents extérieures et aux surcharges d'exploitation.

Pour cela, il n'est pas seulement nécessaire de s'assurer que la route a des bonnes caractéristiques. Sa géométrie et ses propriétés mécaniques lui permettent de reprendre ces charges pendant sa durée de vie.

Dans ce chapitre nous aborderons les différentes notions concernant les terrassements et le dimensionnement de la structure de chaussée en fonction des données géotechniques du trafic, des types de matériaux utilisés et des conditions climatiques de la zone étudiée.

2. Terrassement

2.1 Classification des sols

Cette classification des sols et des matériaux rocheux est basée sur des paramètres permettant d'identifier les divers problèmes qui peuvent être posés par les matériaux qui forment les remblais et les couches de forme : [14]

Les paramètres retenus pour la classification des sols se distinguent comme suit :

2.1.1. Paramètres de nature

Ce sont des caractéristiques qui ne varient ni dans le temps, ni au cours des différentes manipulations que subit le sol au cours de sa mise en œuvre. Il s'agit de :

- Granularité : Elle permet de déterminer la répartition dimensionnelle des particules d'un échantillon. On utilise le tamisât de à 80 μm pour différencier les matériaux riches en fines et le tamisât de 2 mm pour différencier les sols à tendance sableuse et les sols à tendance graveleuse.
- Argilosité : Elle permet d'identifier la fraction argileuse de l'échantillon de sol. Elle est caractérisée par deux paramètres :
 - L'indice de plasticité IP
 - La valeur de bleu de Méthylène VBS

2.1.2. Paramètres de comportement mécanique

Ces paramètres ne sont pris en considération que pour juger de l'utilisation possible des sols en couche de forme. On distingue : [15]

- Coefficient de Los Angeles (LS)
- Micro Deval en présence d'eau. (MDE)

2.1.3. Paramètres d'état hydrique

Ce sont des éléments nécessaires pour distinguer l'état hydrique du matériau. Ces états sont principalement : très humide, état d'humidité moyenne, sec, très sec.

2.2 Conditions d'utilisation des matériaux en remblais

Ces conditions d'utilisation des sols, des matériaux rocheux et des sous-produits industriels sont celles qu'il y a lieu de respecter pour autoriser l'utilisation en remblai des différentes classes et sous-classes de matériaux retenues dans la classification des sols. [15]

Elles ont été définies dans le double souci : [3]

- D'une part, de viser le juste niveau de qualité technique nécessaire compte tenu des possibilités des matériels d'exécution actuels et des pratiques habituelles.
- D'autre part, de tenir compte des coûts moyens des différentes techniques et méthodes utilisées.

Les conditions d'utilisation en remblai se regroupent en sept rubriques : [15]

- Extraction des déblais ;
- Action sur la granularité ;
- Action sur la teneur en eau ;
- Traitement avec la chaux ;
- Régalage des couches élémentaires ;
- Compactage ;
- Hauteur des remblais.

2.2.1. Définition de la couche de forme

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe permettant d'adapter les caractéristiques des matériaux de remblai ou du terrain en place, aux caractéristiques mécaniques, géométriques, hydrauliques et thermiques prises comme hypothèses dans la conception de la chaussée. [15]

La surface supérieure de cette structure d'adaptation constitue la plate-forme support de chaussée (PF). **Figure 3.2.1** [16]

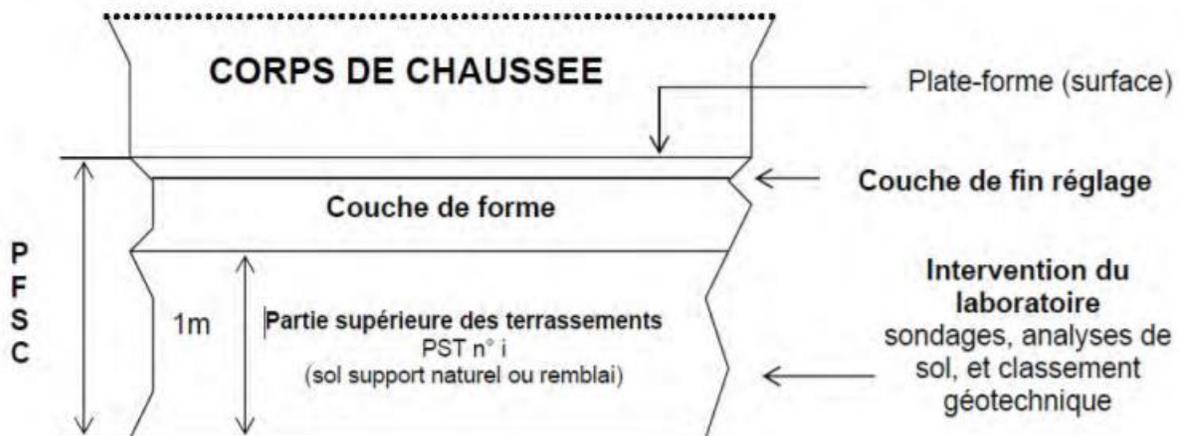


Figure 3.2.1. Schéma de la structure de la plate-forme support de chaussée (PFSC). [16]

On désigne par partie supérieure des terrassements ou PST la zone supérieure (environ un mètre d'épaisseur) des terrains en place (cas des profils en déblai) ou des matériaux rapportés (cas des profils en remblai). La plate-forme de la PST est l'arase de terrassement.
Figure 3.2.1 [15]

2.2.2. Fonctions de la couche de forme

Avec la couche de forme, on cherche à assurer certaines fonctions : [15]

a. A court terme

- Un nivellement de la plate-forme support de chaussée permettant de réaliser la couche de fondation dans les tolérances d'épaisseur fixées.
- Une portance suffisante, compte tenu en particulier des aléas météorologiques, pour une exécution correcte du compactage des couches de chaussées et l'obtention d'un bon uni.
- Une protection du sol support vis-à-vis des intempéries.

b. A long terme

- L'homogénéisation de la portance du support pour concevoir des chaussées d'épaisseur constante.
- Une amélioration de la portance de la plate-forme pour optimiser le coût de l'ensemble couche de forme - structure de chaussée.
- Une contribution au drainage de la chaussée.

2.2.3. Dimensionnement de la couche de forme

L'épaisseur de la couche de forme est déterminée au terme de la démarche suivante : [15]

- La classification géotechnique des sols et les conditions hydriques intéressant le mètre supérieur supportant la couche de forme, zone appelée Partie Supérieure des Terrassements (PST).
- A chaque PST est associée une ou deux classe(s) de portance à long terme de l'arase de terrassement, notées (Ari).
- Pour chaque cas de PST et pour les différents matériaux de couche de forme, il est alors préconisé une épaisseur de couche de forme.

On peut donner un résumé de la démarche par l'organigramme suivant :

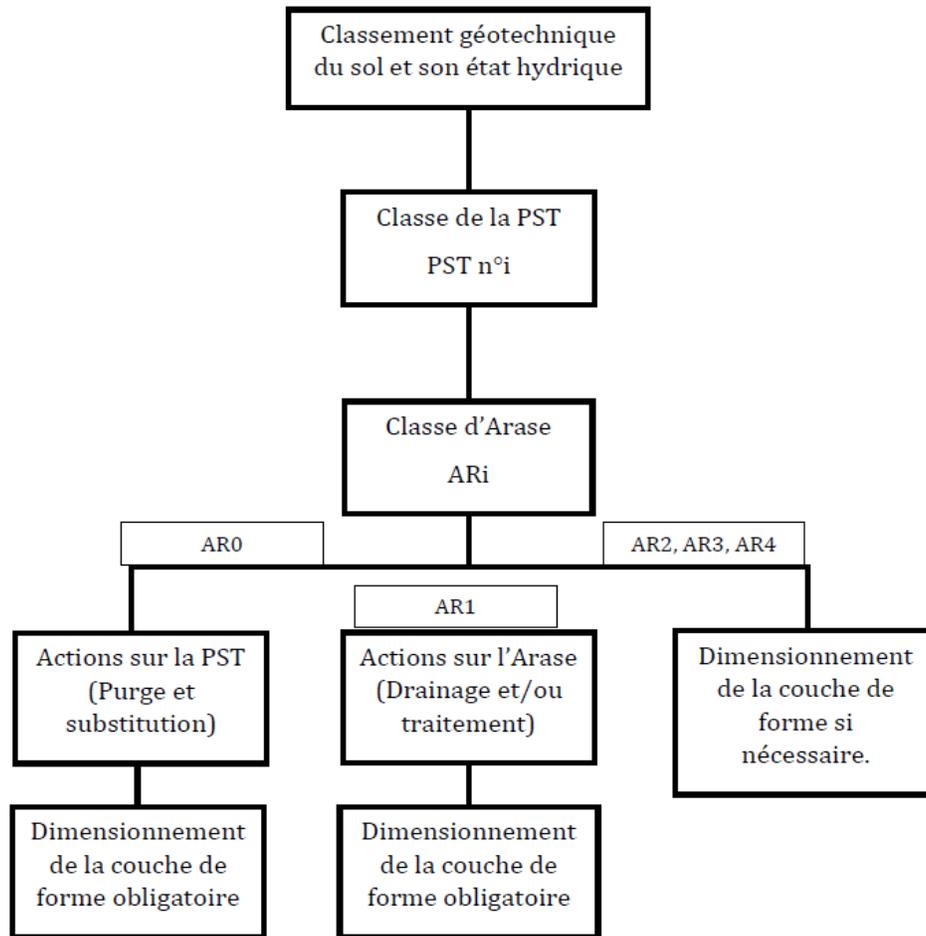


Figure 3.2.2. Le processus conduisant à la mise en œuvre ou non de la couche de forme [15]

3. La chaussée

3.1 La couche d'assise

L'assise de chaussée est généralement constituée de deux couches, la couche de fondation surmontée de la couche de base. Ces couches en matériaux élaborés (le plus souvent liés pour les chaussées à trafic élevé) apportent à la chaussée la résistance mécanique aux charges verticales induites par le trafic. Elles étendent les pressions sur la plate-forme support afin de maintenir les déformations à ce niveau dans des limites admissibles. [14]

3.1.1. Couche de base

Cette couche permet à la structure de la chaussée de résister à la déformation permanente sous l'action du trafic, elle absorbe les efforts verticaux et répartit les contraintes normales qui en résultent sur la couche inférieure.

3.1.2. Couche de fondation

Il supporte la force verticale et répartit la contrainte normale résultante sur la couche inférieure. La construction de cette couche ne pose pas de problèmes particuliers, la plupart des matériaux routiers peuvent être mise en œuvre.

3.2 La couche de surface

La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges externes. Sa fonction est d'absorber les efforts de cisaillement généré par le trafic

La couche de surface d'une chaussée est constituée : [14]

- De la couche de roulement, qui est la couche supérieure de la structure de chaussée sur laquelle s'exercent directement les actions du trafic et du climat.
- Et le cas défavorable, d'une couche de liaison, entre les couches d'assise et la couche de roulement.

a. Couche de roulement (ou encore d'usure)

C'est la seule couche perçue par les usagers. Elle assure :

- L'imperméabilité de la surface de la chaussée ;
- La sécurité et les confort des usagers (allègement de bruit).

b. La couche de liaison

Cette couche est fondamentale en cas de trafic important, elle a pour rôle :

- De reprendre les contraintes superficielles et garantir une transition avec les couches inférieures les plus rigides.

3.3 Différentes familles de structures de chaussée

3.3.1. Chaussées rigides (en béton de ciment)

Ces structures comportent une couche de béton de ciment de 15 à 40 cm d'épaisseur qui sert de couche de roulement éventuellement recouverte d'une couche mince en matériaux bitumineux. Cette couche repose sur une couche de fondation en matériau traité (aux liants hydrauliques, en béton de ciment) ou sur plusieurs sous couches en béton bitumineux reposant directement sur le support de chaussée. [4]

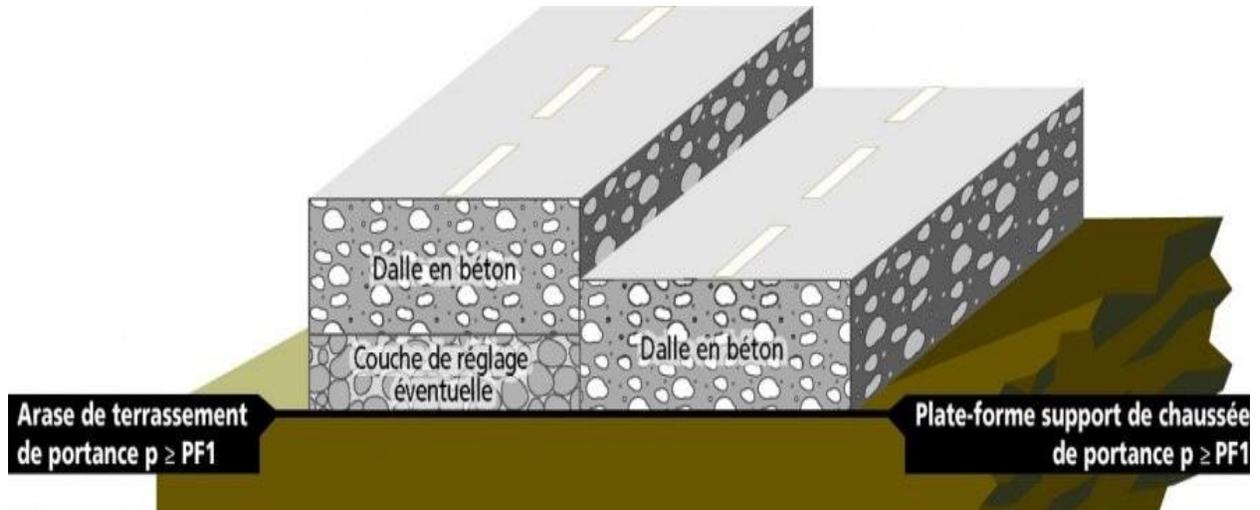


Figure 3.3.1. Structure type d'une chaussée rigide. [17]

3.3.2. Chaussées semi-rigides

Ces structures comportent une couche de roulement composée de liant hydrocarboné (bitume) et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en liant d'épaisseur minimale de 15 cm.

La couche de surface repose une couche de base (parfois avec une couche de fondation) traité au liant hydraulique (ciment, granulat). (Figure 3.3.2)

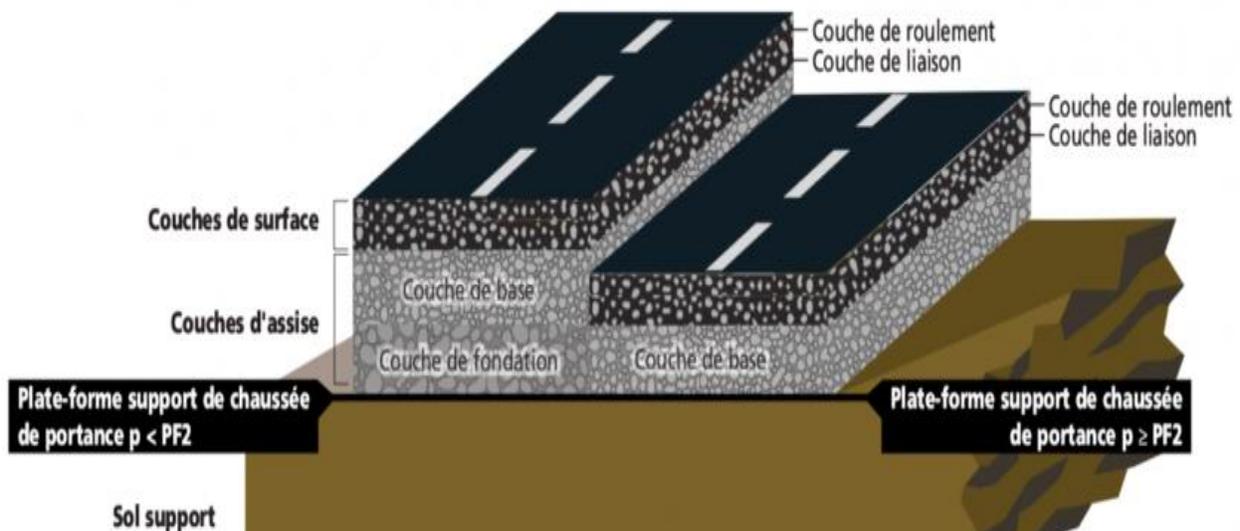


Figure 3.3.2. Structure type d'une chaussée semi-rigide. [17]

3.3.3. Chaussées souples

C'est une structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches liées qui la constituent, sont traitées aux liants hydrocarbonés.

La couche de fondation et la couche de base peuvent être constituées de grave non traitée. (Figure 3.3.3)

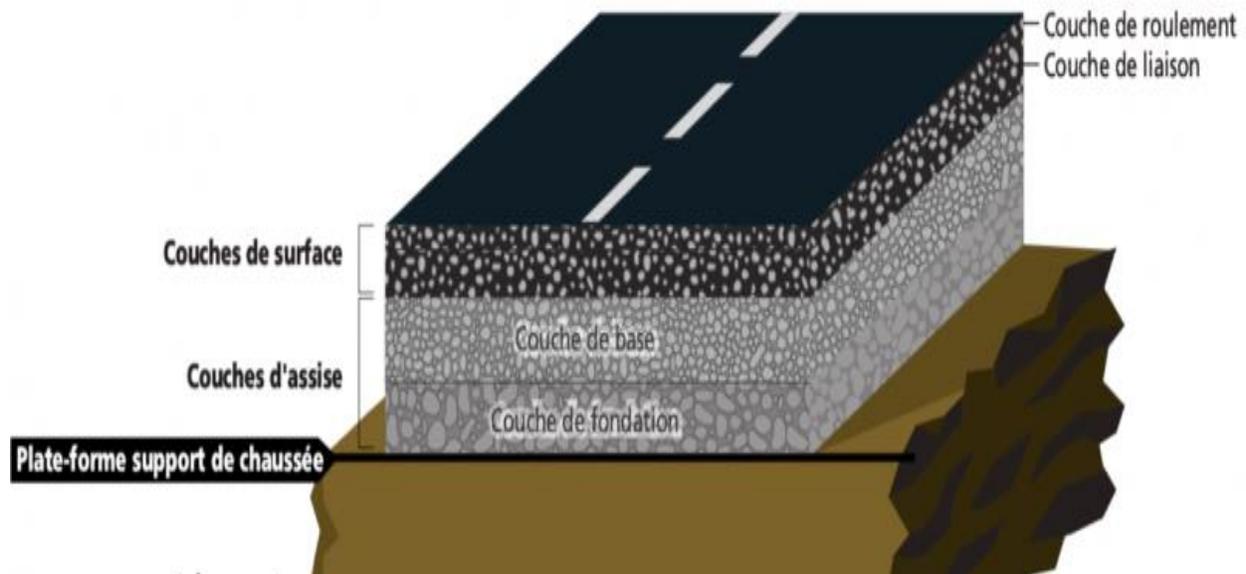


Figure 3.3.3. Structure type d'une chaussée souple. [17]

4. Les principales méthodes de dimensionnement

Ils existent plusieurs méthodes de dimensionnement de chaussée, basées sur des modèles mathématiques ou des considérations pratiques issues de l'expérience et qui se présente sous la forme d'abaques de dimensionnement.

Parmi ces méthodes, on distingue deux familles de méthodes : [3]

- Les méthodes empiriques dérivées des recherches expérimentales sur les performances des chaussées.
- Les méthodes rationnelles basées sur l'étude théorique du comportement de la chaussée.

Ces méthodes s'appuient sur trois paramètres : [4]

- La force portante : obtenu par les différents essais de reconnaissance géotechnique.
- Le trafic : charge par voie, pression de gonflage, et répétition des charges pour l'appréciation du trafic existant.
- Les caractéristiques mécaniques des différents matériaux constituant les couches.

Les méthodes de dimensionnement du corps de chaussée les plus fréquents sont :

- La méthode du catalogue des structures

- La méthode L.C.P.C (Laboratoire central des ponts et chaussées)
- La méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio)
- La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées (C.T.T.P).

Pour le dimensionnement du corps de chaussée de notre projet, nous allons utiliser deux méthodes qui sont : la méthode C.B.R et la méthode de C.T.T.P.

4.1 La méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio)

Cette méthode est basée sur la résistance au poinçonnement du sol support et la transmission des charges selon le modèle de Boussinesq. Cette méthode utilise des abaques qui en fonction du CBR donnent l'épaisseur totale de la chaussée à réaliser est obtenu par la formule ci-après : [14]

- Pour un trafic en voiture particulière : $TJMA \times 365 \times 1.5t < 100000$ t/ans.

$$e = \frac{100+150\sqrt{P}}{ICBR+5}$$

- Pour un trafic en voiture particulière : $TJMA \times 365 \times 1.5t \geq 100000$ t/ans.

$$e = \frac{100+\sqrt{P \times (75 + \log \frac{N}{10})}}{ICBR+5}$$

Avec :

e : épaisseur équivalente

I_{CBR} : Indice CBR du sol support.

P : charge par route $P=6.5$ t (essieu 13 t).

Log : logarithme décimal.

N : Nombre journalier de camions de plus de 1500kg à vide.

$$N = Th \times Z$$

T_h : Trafics prévus pour une durée de vie de 15 ans.

$$T_h = \frac{T_o}{2} (1 + \tau)^m$$

Z : pourcentage du poids lourd.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$Eeq = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

Avec :

$e_1 \times c_1$: Couche de roulement.

$e_2 \times c_2$: Couche de base.

$e_3 \times c_3$: Couche de fondation.

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Tableau 3.4.1. Valeurs des coefficients d'équivalence. [10]

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobé dense	2.00
Grave ciment	1.50
Grave bitume	1.50-1.70
Grave concassé ou gravier	1.00
Grave roulé- Grave sableuse TVO	0.75
Sable-ciment	1.00-1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

4.2 La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves(CTTP)

L'utilisation du catalogue de dimensionnement nécessite les mêmes données utilisées dans les autres méthodes de conception des chaussées :

- Trafic
- Matériaux
- Sol support
- Environnement.

En utilisant ces paramètres, le choix de la structure résultante est dicté selon deux approches : une approche théorique et une approche empirique.

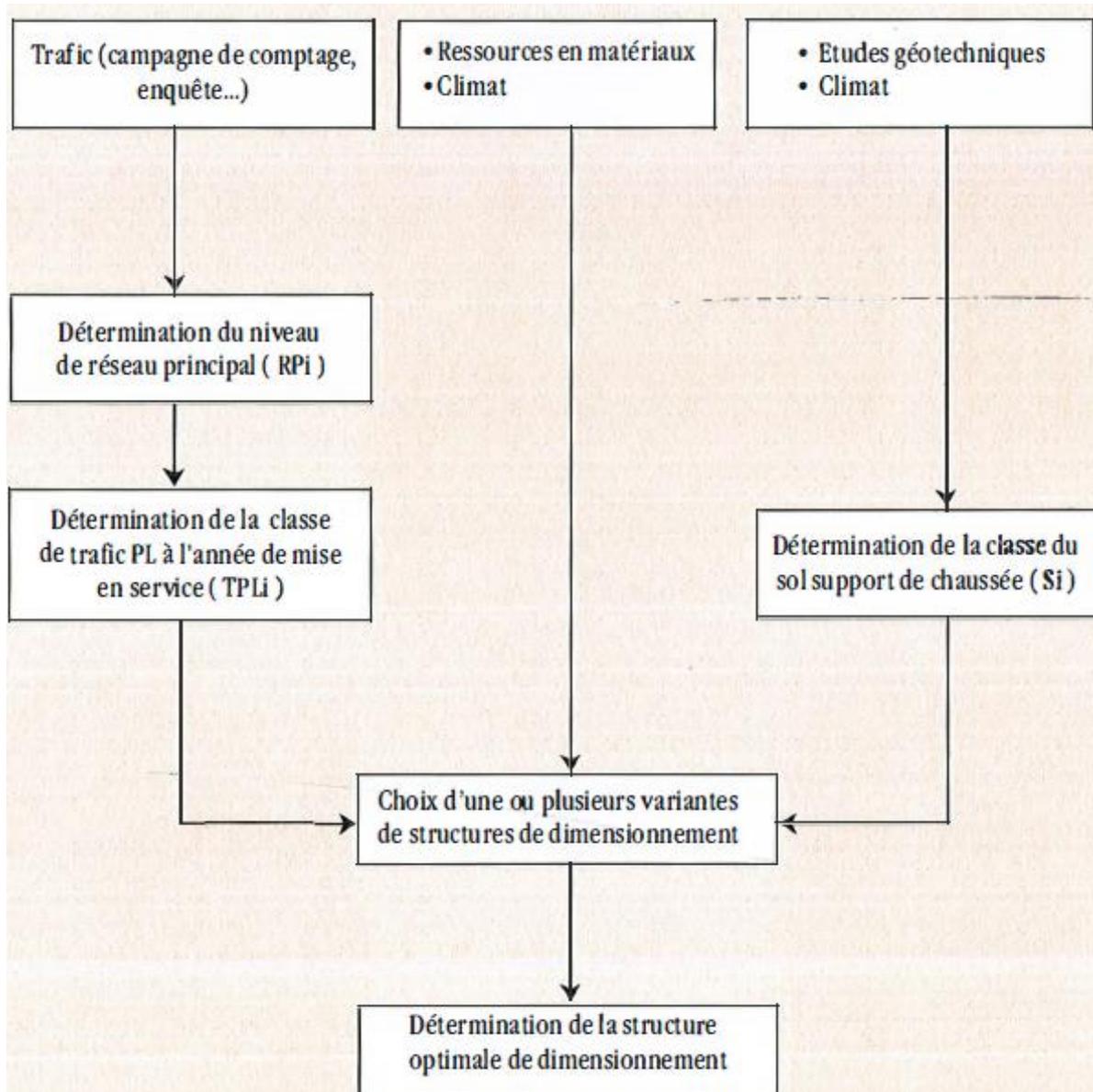


Figure 3.4.1. La démarche du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves. [18]

4.2.1. Les paramètres utilisés

a. Le Trafic

Le catalogue spécifie de choisir le niveau du réseau routier principale en fonction de la situation du trafic à l'année d'horizon. Le réseau principal se répartit en deux niveaux :

- Le réseau principal de niveau 1 (RP1).
 - Le réseau principal de niveau 2 (RP2).
- Le réseau principal de niveau 1 (RP1)

Il comporte des : [18]

- liaisons supportant un trafic supérieur à 1500 véhicules 1 jour
 - liaisons reliant deux chefs-lieu de wilaya
 - liaisons présentant un intérêt économique et /ou stratégique
- Il s'agit essentiellement d'un réseau composé de routes nationales (RN).

➤ Le réseau principal de niveau 2 (RP2)

Il est constitué de liaisons supportant un trafic inférieur à 1500 véhicules/jours. Ce réseau est composé de routes nationales (RN), de chemins de wilaya (CW) et de liaisons reliant l'Algérie aux pays riverains. [18]

- **Répartition transversale du trafic**

En l'absence d'informations précises sur la répartition des poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera les valeurs suivantes : [18]

- chaussées unidirectionnelles à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite,
- chaussées unidirectionnelles à 3 voies : 80 % du trafic PL sur la voie lente de droite,
- chaussées bidirectionnelles à 2 voies : 50% du trafic PL,
- chaussées bidirectionnelles à 3 voies : 50% du trafic PL.

- **Détermination de la classe de trafic (TPLi)**

Les classes de trafic (TPLi) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de PL par jour et par sens à l'année de mise en service. [18]

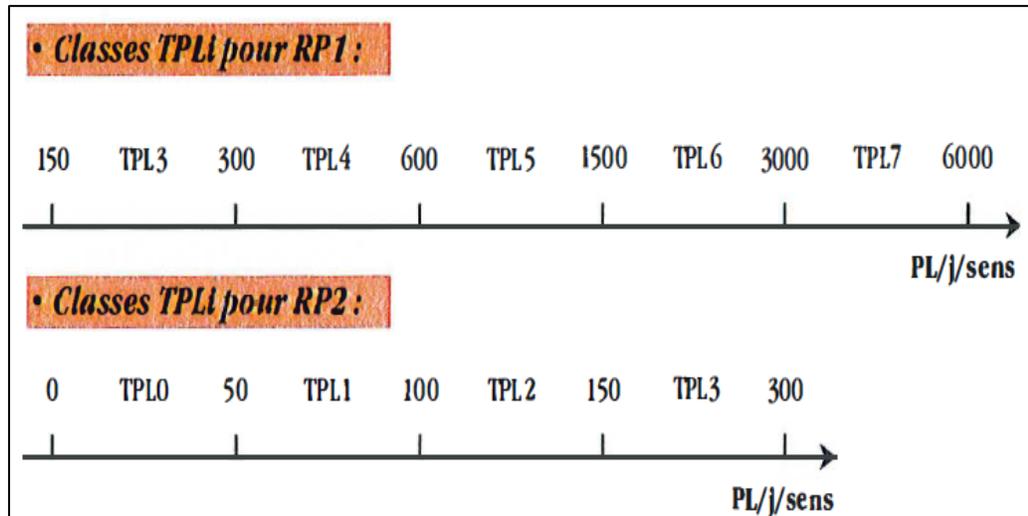


Figure 3.4.2. La classification du trafic TPLi. [18]

b. Sol support de chaussée

- **Les classes de portances des sols**

La classification des sols supports a été faite selon le système universel USCS.

Tableau 3.4.2. Classification des sols supports selon l'indice CBR. [18]

Classe de portance du sol	S0	S1	S2	S3	S4
Indice CBR	> 40	25-40	10-25	5-10	<05

- **Les classes de portance des sols terrassés**

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de portance de sols supports à savoir : S3, S2, S1 et S0.

Les valeurs des modules indiquées sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante : [18]

$$E(\text{MPa}) = 5 \times I_{\text{CBR}}$$

Tableau 3.4.3. Classification des sols supports. [18]

Classe de portance du sol support	S0	S1	S2	S3
Indice CBR	> 200	125-200	50-125	25-50

c. Zone climatique

Les zones climatiques de l'Algérie sont regroupées en fonction de la pluviométrie et de la région.

Les informations relatives à la classification sont inscrites dans le tableau ci-dessous : [18]

Tableau 3.4.4. Les zones climatiques en Algérie. [18]

Zone climatique	Pluviométrie(mm/an)	Région	Climat
1	>600	Nord	Très humide
2	350-600	Nord, Hauts Plateaux	Humide
3	100-350	Hauts Plateaux	Semi-aride
4	<100	Sud	Aride

5. Application au projet

Par défaut d'absence des données géotechniques concernant notre cas d'étude, nous nous intéresserons au spécifiquement au dimensionnement du corps de chaussée.

5.1 Dimensionnement de chaussée

5.1.1. Méthode CBR

a. Les données

Nous allons utiliser un indice CBR du projet (modernisation du CW 05 du pk 91+000 au pk 99+500) situé dans wilaya de Naama. $ICBR=6$

Ce sol appartient donc à la classe de sol S3.

$$TMJA_{2021} = 6760 \text{ v/j}$$

$$TMJA_{2041} = 14812 \text{ v/j}$$

$$\tau = 4\%$$

$$Z = 22\%$$

Pour un trafic en voiture particulière : $TJMA_{2041} \times 365 \times 1.5t = 14812 \times 365 \times 1,5 = 8109570 \text{ t/ an} \geq 100000t/\text{ans}$.

Nous avons :

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{P \times (75 + \log \frac{N}{10})}}{ICBR + 5}$$

Avec :

$$ICBR = 6$$

$$P = 6.5 \text{ t (essieu 13 t)}$$

$$Z = 22\%$$

$$\tau = 4\%$$

$$N = T_h \times Z$$

N : Nombre journalier de camions de plus de 1500kg à vide.

$$T_h = \frac{T_o}{2} (1 + \tau)^m$$

$$T_h = \frac{14812}{2}(1 + 0.04)$$

$$T_h = 7703 \text{ v/j/s}$$

$$N = 1695 \text{ Pl/j/sens}$$

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5 \times (75 + \log \frac{1695}{10})}}{6 + 5}$$

$$E_{eq} = 26.99 \text{ cm}$$

On prend : **Eeq=40 cm**

$$E_{eq} = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

Afin d'obtenir la structure finale, on fixe les épaisseurs e_1 et e_2 et on détermine e_3 .

Donc :

$$e_1 = 6 \text{ cm en béton bitumineux (BB)} \quad c_1 = 2.0$$

$$e_2 = 10 \text{ cm en grave bitume (GB)} \quad c_2 = 1.5$$

$$e_3 = \text{épaisseur en grave concassé (GC)} \quad c_3 = 1.0$$

$$e_3 = \frac{E_{eq} - (c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2)}{c_3} = \frac{40 - (2 \times 6 + 1.5 \times 10)}{1} = 13 \text{ cm}$$

On prend $e_3 = 15 \text{ cm}$

Tableau 3.5.1. Récapitulatif des résultats calculés par la méthode CBR

Couches	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence	Epaisseur équivalente (cm)
BB	6	2	12
GB	10	1.5	15
GC	15	1	15
Total	31		

Nous obtenons une structure composée de : **6 BB+ 10GB + 15 GC**

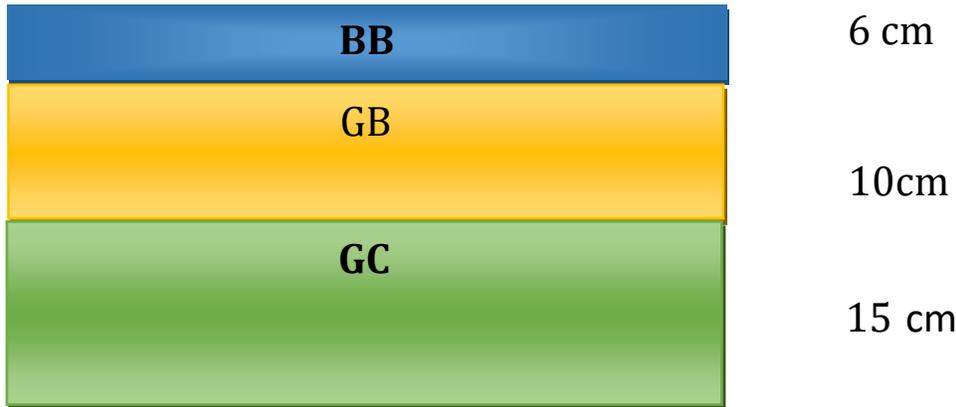


Figure 3.5.1.Composante de notre structure par la méthode CBR

5.1.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

a. Le réseau routier principal :

Nous avons :

$TJMA_{2021} = 6760 \text{ V/j} > 1500 \text{ v/j}$ donc notre route est classée dans le réseau routier **RP1**

b. La classe du trafic (TLPi) :

Puisque nous avons une route à double sens (2×2), nous adoptons 50 % du PL.

$$TPL = TJMA_{2041} \times Z \times 50\%$$

$$TPL = 14812 \times 0,22 \times 0,5$$

$$TPL = 1630 \text{ PL/j/sens}$$

Le trafic de notre itinéraire est de classe : **TPL6**

c. La classe du sol support :

Nous avons les deux paramètres suivants :

$$5 < I_{CBR} < 10$$

$$E = 5 \times I_{CBR} = 30 \text{ MPA} \rightarrow \text{Classe S3}$$

La capacité portante du sol de support est de classe **S3** ($50 \geq S3 \geq 25$ (MPA)) conformément au **tableau 3.4.2** et **tableau 3.4.3**.

d. La zone climatique :

Selon le (tableau) concernant les zones climatiques de l'Algérie, notre projet se situe dans la **zone climatique III.**

e. Structure de chaussée :

Selon le fascicule n° 3 du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

TPL6

S3 → Aucune configuration

On effectuera une amélioration de la portance d'après le (**Tableau 3.5.2**). [18]

Tableau 3.5.2. Sur classement avec couche de forme en matériau non traité. [18]

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
<S4	Matériaux non traités	50cm En deux couches	S3
S4	//	35cm	S3
S4	//	60 cm En 2 couches	S2
S3	//	40 cm En deux couches	S2
S3	//	70 cm En deux couches	S1

Pour avoir une portance de classe S2, on utilise une couche de forme en **Tuf de 40cm (en 2 couches)**.

La configuration retenue d'après le catalogue CTTTP est la suivante :

8 BB + 12 GB + 13 GB + 40 Tuf

6. Conclusion

Le dimensionnement du corps de chaussée est une tâche fondamentale pour assurer l'intégrité des routes face aux différentes contraintes existantes.

L'utilisation de plusieurs méthodes permet d'avoir une large gamme de choix pour les variantes à utiliser pour la structure de la chaussée.

On a essayé d'utiliser deux méthodes pour le dimensionnement de chaussée.

Les résultats sont inscrits dans le tableau ci-après :

Tableau 3.6.1. Tableau récapitulatif des résultats de dimensionnement

Méthodes	C.B. R	Catalogue des chaussées neuves (CTTP)
Structure	6BB+10 GB+15GC	8BB + 12GB + 13 GB + 40Tuf

On remarque que la méthode CBR reste la seule qui peut être appliquée dans notre projet. La méthode CTTP ne donne pas une configuration pour des sols de faibles donc il faut une amélioration de la portance du sol pour obtenir une nouvelle structure. Le choix de la structure finale se fera par rapport au coût de réalisation.

Chapitre 4 : Signalisation routière

1. Introduction

Le projet que nous avons réalisé comprend plusieurs aspects que nous avons détaillé dans les chapitres précédents. Dans ce chapitre, nous traitons un aspect très important qui est la signalisation routière. Les usagers de la route circulent toujours à leurs risques et périls. Pour cela, la signalisation routière n'a et ne saurait avoir, le caractère d'une garantie assurée par la puissance publique aux usagers de la route contre les risques et dangers de la circulation.

Elle comprend deux grands ensembles ; la signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, les balises, les feux de signalisation et la signalisation horizontale, constituée des marquages au sol et des plots. [10]

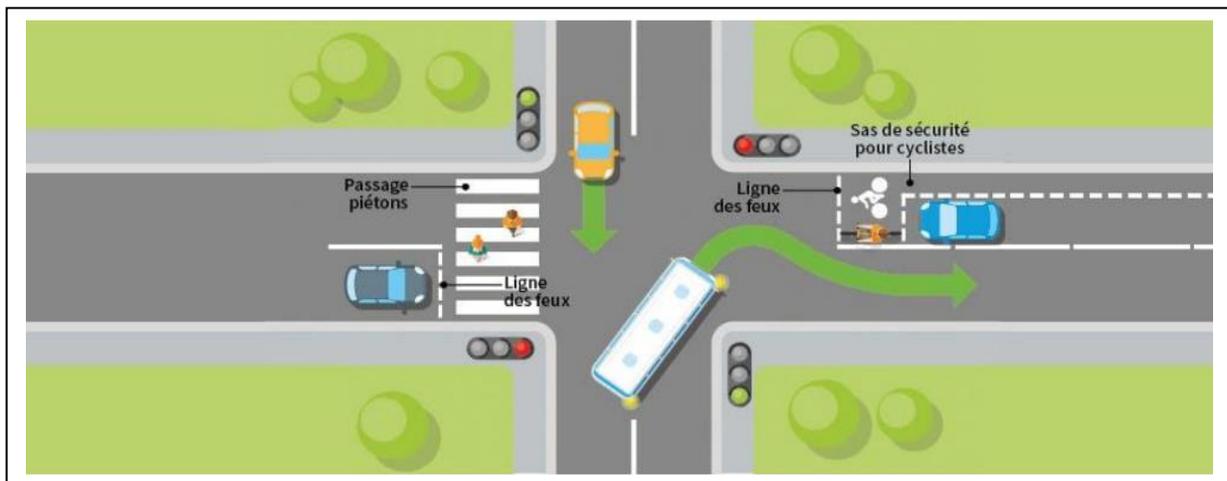


Figure 4.1.1. Types des signalisations verticales et horizontales.

2. Fonction de la signalisation routière

La signalisation routière acquiert une importance de plus en plus grande au fur et à mesure que se développe la circulation et que la vitesse des véhicules augmente. [20]

La signalisation routière a pour objectif : [10]

- de rendre plus sûre la circulation routière (panneaux de danger)
- de faciliter cette circulation (panneaux directionnels)
- d'indiquer ou rappeler diverses prescriptions particulières de police (panneaux de prescription ou d'obligation)
- de donner des informations relatives à l'usager de la route (panneaux d'indication)

3. Principes de base de la signalisation

La signalisation routière ne peut être efficace que si l'on respecte certain principe. Dans sa conception et son implantation, on ne doit pas perdre de vue les conditions de perception par l'usager qui se déplace à une vitesse qui peut être grande et dont l'attention est sollicitée par les nécessités de la conduite.

Pour être utile, la signalisation doit être efficace, ce qui implique le respect des cinq principes suivants : [10]

3.1 Principe de valorisation

L'inflation des signaux nuit à leur efficacité. Il ne faut donc en placer que s'ils sont jugés utiles.

3.2 Principe de concentration

Lorsqu'il est indispensable que plusieurs signaux soient vus en même temps, on doit les planter de façon que l'usager puisse les percevoir d'un seul coup d'œil, de nuit comme de jour. Il y a intérêt à grouper deux signaux sur un même support lorsque les deux indications se rapportant au même point.

3.3 Principe de lisibilité

Il ne faut pas demander à l'automobiliste un effort de lecture ou de mémoire excessif. On doit donc réduire et simplifier les indications au maximum et le cas échéant répartir les signaux sur plusieurs supports échelonnés.

3.4 Principes d'adaptation

La signalisation temporaire ou dynamique doit être adaptée aux circonstances pour lesquelles elle est mise en œuvre (par exemple accident ou travaux de maintenance), afin d'assurer la sécurité des usagers et du personnel.

3.5 Principe de cohérence

La signalisation temporaire ou dynamique peut donner des indications différentes de celles de la signalisation permanente déjà en place. Sauf cas particulier, les panneaux de signalisation permanente concernés doivent alors être masqués provisoirement, pour éviter une contradiction susceptible de créer un trouble à la circulation.

4. Type de signalisation

4.1 La signalisation selon les usagers [10]

- Signalisation routière
- Signalisation autoroutière
- Signalisation piétonne
- Signalisation cycliste

4.2 La signalisation selon la nature

4.2.1. Signalisation verticale

La signalisation verticale consiste des panneaux des balises, des feux de signalisation situés plus souvent au bord de la route pour transmettre un message visuel afin d'alerter des dangers, annoncer les interdictions et informer les usagers par des panneaux qui sont groupés par leur nature, dimensions et couleurs. [21]

Les différentes signalisations se répartissent en trois catégories : [21]

a. **Signaux d'avertissement de danger (type A)**

Les différents signaux d'avertissement de danger imposent aux usagers de la route une vigilance spéciale avec ralentissement adapté à la nature du danger signalé. Ils annoncent les dangers comme ; virages (A 1a, A 1b, A 1c), descente dangereuse(A2), montée à forte inclinaison(A3), Chaussée rétrécie (A4), etc... [21]

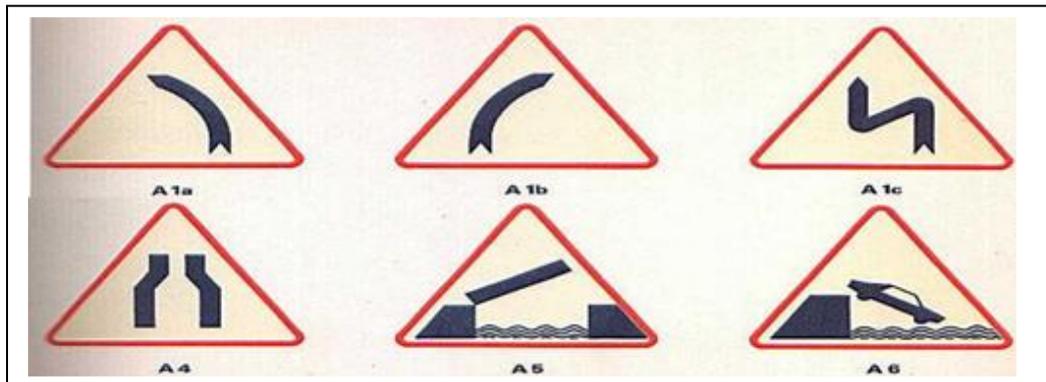


Figure 4.4.1. Signaux d'avertissement de danger type A. [20]

b. **Signaux de réglementation (type B, C et D)**

Les différents signaux de réglementation se subdivisent en ;

❖ Signaux de priorité (type B)

Ils réglementent le régime de priorité aux intersections de routes, et aux intersections de routes et de voies ferrées. Exemples : cédez le passage(B1), arrêt obligatoire(B2), indication du caractère prioritaire d'une route à grande circulation(B3), perte de priorité d'une route à grande circulation(B4), etc.. [21]



Figure 4.4.2. Signaux de priorité type B. [20]

❖ Signaux d'interdiction ou de restriction (type C)

Ils portent à la connaissance des usagers de la route les interdictions ou restrictions. Exemples ; accès interdit à tout véhicule(C1), accès interdit à tous véhicules à moteur de plus de deux roues(C2a), accès interdit aux motocycles(C2b), etc.. [21]



Figure 4.4.3. Signaux d'interdiction type C. [20]

❖ Signaux d'obligation (type D)

Ils portent à la connaissance des usagers de la route les obligations. Exemples ; direction obligatoire(D1), contournement obligatoire(D2), intersection à sens giratoire(D3), vitesse minimale obligatoire(D5), etc.. [21]

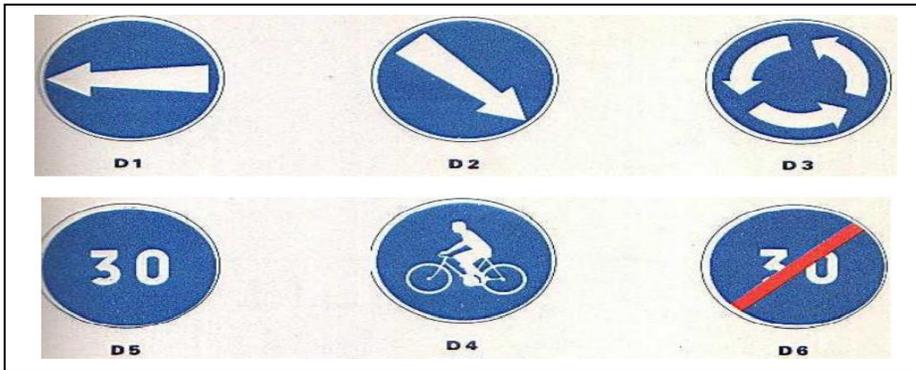


Figure 4.4.4. Signaux d'obligation type D. [20]

c. Signaux d'indication (type E et F)

Les signaux donnent des indications utiles aux usagers de la route. Ils se divisent en :

❖ Signaux d'identification des routes (type E)

Ils sont destinés à identifier les routes par leur numéro. Ils sont de quatre types suivant l'importance et la nature de la route (**figure 4.4.5**) [21]

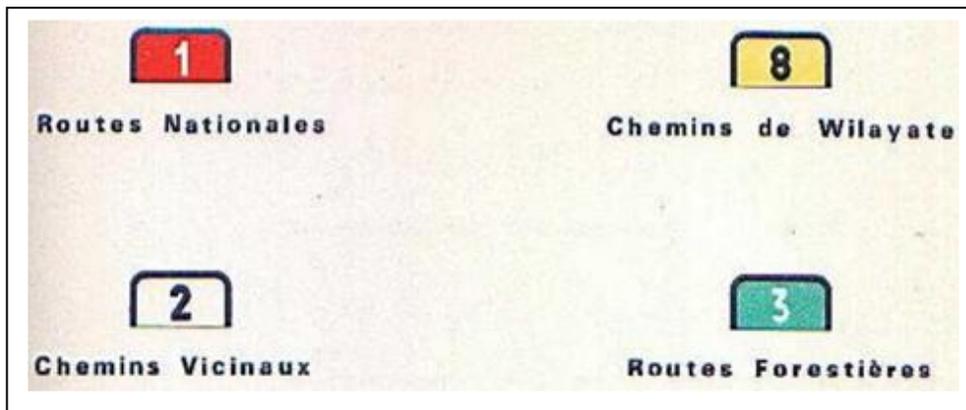


Figure 4.4.5. Signaux d'identification des routes type E. [20]

❖ Signaux de pré signalisation (type E)

Ils représentent un schéma clair de la disposition du carrefour tel qu'il apparait à l'utilisateur qui l'aborde. Exemple signal E1 (figure 4.4.6) [21]



Figure 4.4.6. Signaux de présignalisations type E. [20]

❖ Signaux de direction (type E)

Exemples : la direction de localités (E2), direction complémentaire (E3), jalonnement d'un itinéraire (E4), etc.. [21]

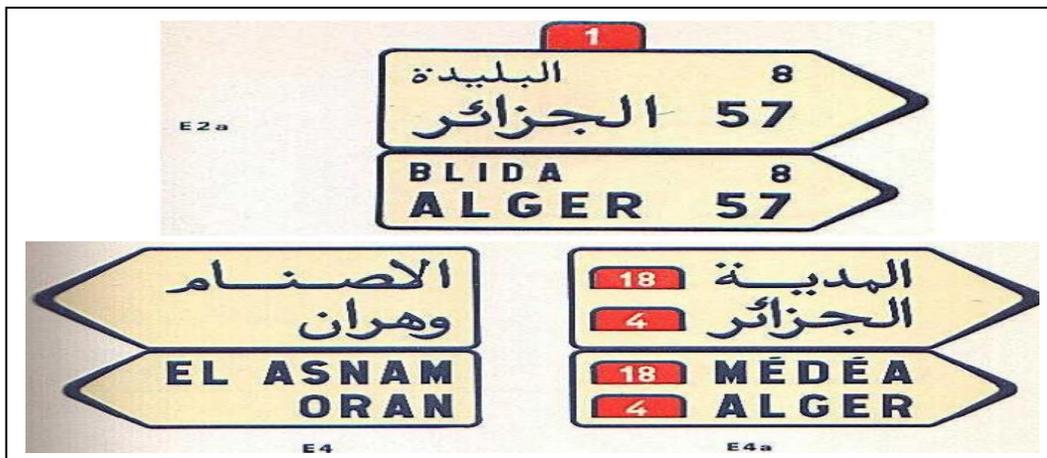


Figure 4.4.7. Signaux de direction type E. [20]

❖ Signaux de localisation (type E)

Exemples : entrée d'agglomération (E6), fin d'agglomération (E7), indication d'un lieu (E8), indication un cours d'eau ou une forêt (E9). [21]



Figure 4.4.8. Signaux de localisation type E. [20]

- ❖ Signaux de confirmation (type E)
Exemple : confirmation une ou plusieurs directions routières. (Figure 4.4.9)



Figure 4.4.9. Signaux de confirmation type E. [20]

- ❖ Autres signaux donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules (type E)
Exemples :
E11 - Hôpital
E12 - Voie à sens unique
E13 - Route sans issue
E14 - Autoroute

E15 – Fin d'autoroute, etc.

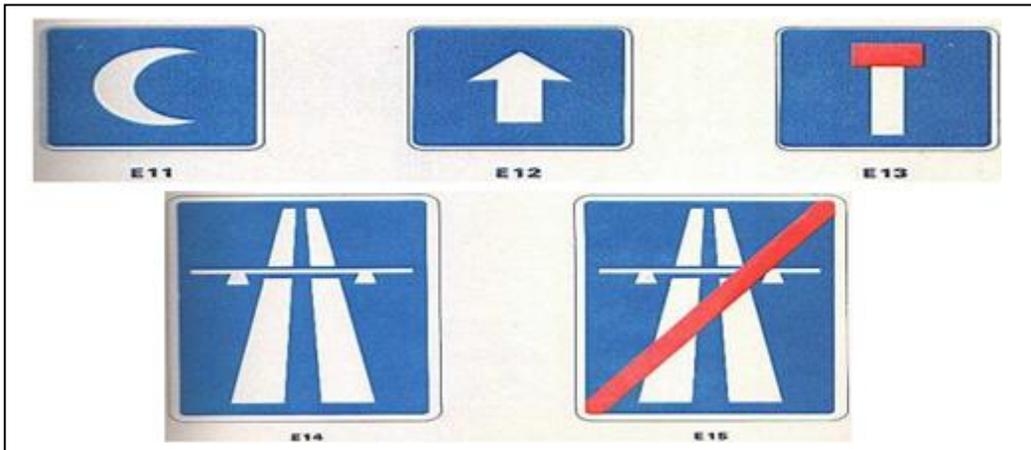


Figure 4.4.10. Autres signaux type E. [20]

- ❖ Autres signaux indiquant des installations qui peuvent être utiles aux usagers de la route (type F)
 - F1 – Poste de secours
 - F2 – Poste d'appel téléphone
 - F3 – Poste à essence
 - F4 – Arrêt d'autocar
 - F5 – Station de taxi, etc.

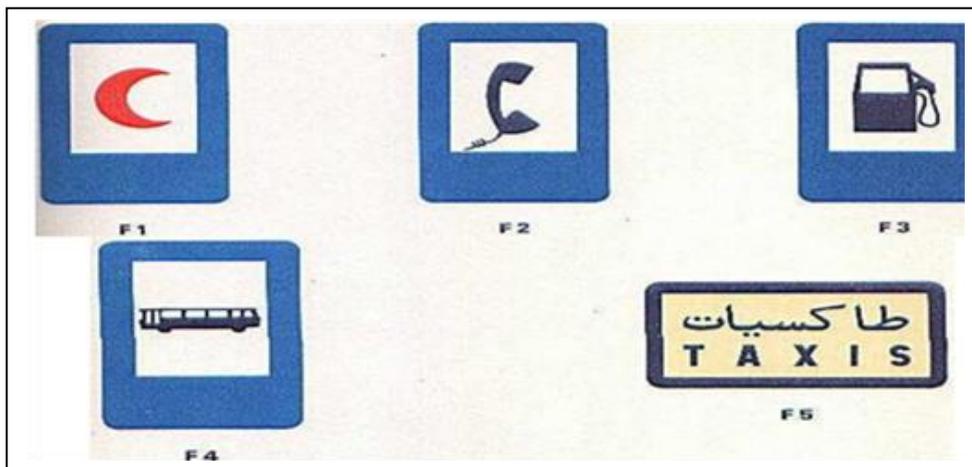


Figure 4.4.11. Autres signaux type F. [20]

4.2.2. Signalisation horizontale

La signalisation horizontale aussi appelée les marques sur chaussée ont pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation ou à

certaines catégories d'usagers, ainsi que, dans certains cas, la conduite que doivent observer les usagers. [21]

I. Catégories de marque

On distingue :

a. Marquage longitudinale

Ce sont des lignes marquées sur la chaussée parallèlement à l'axe de route (**Figure 4.4.12**). Pour le marquage longitudinal, on cite des lignes : [21]

- continues infranchissables.
- discontinues de délimitation de voies (forte prédominance des vides sur les pleins)
- discontinues d'avertissement (forte prédominance des pleins sur les vides)
- discontinues de guidage (vides et pleins approximativement équilibrés)
- mixtes (ligne discontinue accolée à une ligne continue) qui ne peuvent être franchies que si, au début de la manœuvre, la ligne discontinue se trouve la plus proche du véhicule et à condition que cette manœuvre soit terminée avant la fin de la ligne discontinue.

b. Marquage transversale

Ces sont des lignes marquées perpendiculairement à l'axe de la route. Pour le marquage transversal, on cite : [21]

- ligne "STOP"
- ligne "Cédez le passage"
- ligne d'effet des signaux

c. Autre marquage

D'autres marques sur chaussée sont : [21]

- passage pour piétons
- passage pour cyclistes
- flèches de rabattement
- flèches de sélection
- lignes obliques
- marquages relatifs au stationnement
- marquages spéciaux

II. Caractéristiques générales des marques

Les caractéristiques générales des marques sont :

a. Couleurs de marques

Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées. Pour les autres marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs tenant en compte des conditions nécessaires. Les produits employés pour les marques sur chaussées sont soumis à homologation. [21]

b. Modulation des lignes discontinues

Pour assurer un bon marquage, trois types de modulation ont été retenus, se différenciant par le rapport des pleins aux vides. Ces modulations sont des multiples ou sous multiples de 13 mètres. [21]

Tableau 4.4.1. Valeurs de modulations des lignes discontinues. [21]

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)	Rapport $\frac{\text{pleins}}{\text{vides}}$
T ₁ T' ₁	3,00 1,50	10,00 5,00	Environ $\frac{1}{3}$
T ₂ T' ₂	3,00 0,50	3,50 0,50	Environ 1
T ₃ T' ₃	3,00 20,00	1,33 6,00	Environ 3

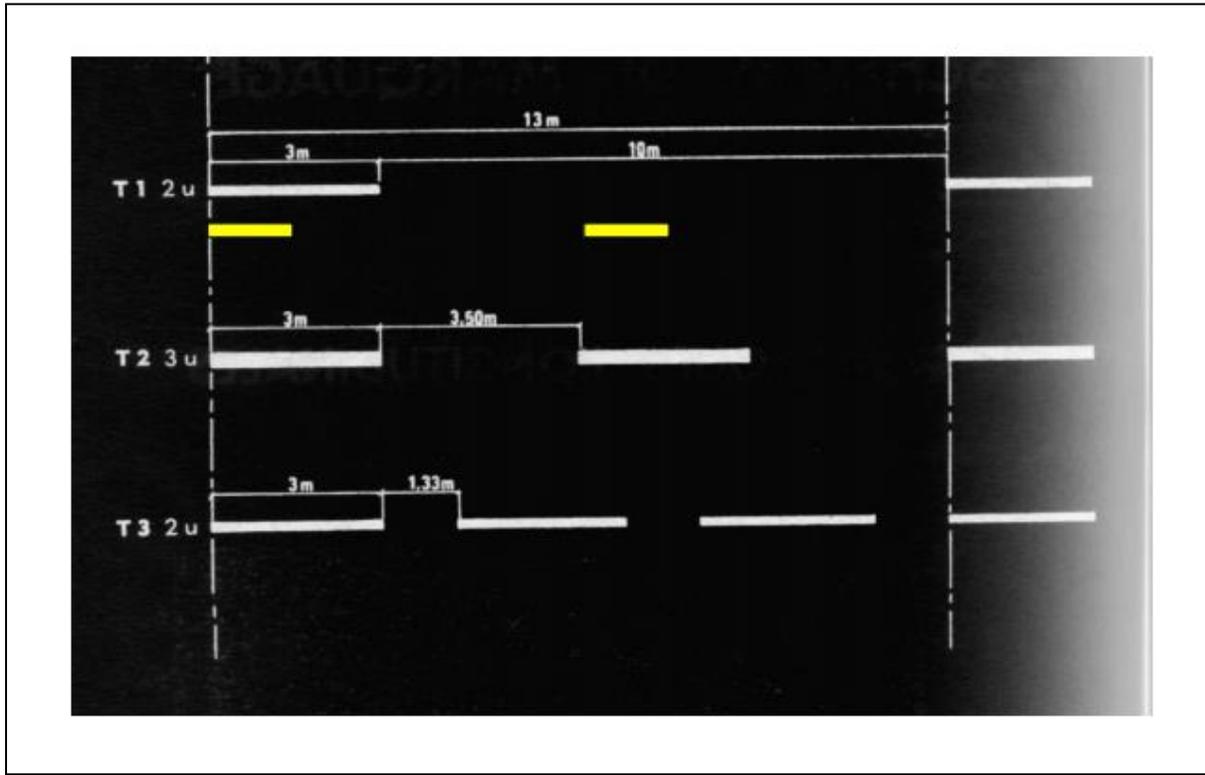


Figure 4.4.12. Les lignes longitudinales axiales. [20]

c. Largeurs des lignes

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "u" différente suivant le type de route. On adopte les valeurs suivantes pour "u" Source spécifiée non valide. :

- u = 7,5cm sur autoroutes et voies rapides
- u = 6cm sur les routes et voies urbaines dont le trafic dépasse 3000 véhicules par jour
- u = 5cm sur toutes autres routes

5. Application au projet

5.1 Signalisation horizontale

Le tableau et la figure résument la signalisation horizontale (marquage sur chaussée) pour notre projet.

Tableau 4.5.1. Dimensions de marques sur chaussée

Type de marquage	Type de modulation	Largeur de trait $u=6\text{cm}$	Largeur de lignes (m)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)
Ligne longitudinale Infranchissable	Continue	3u	/	/
Ligne longitudinale de délimitation de voies	Discontinue T1	2u	3	10
Ligne longitudinale de guidage	Discontinue T2	3u	3	3,5

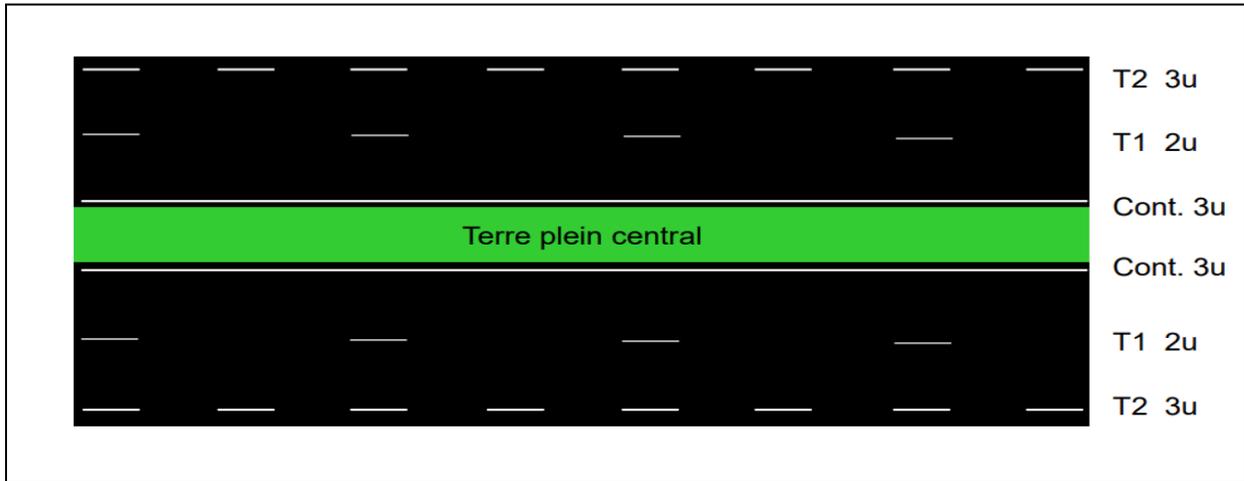
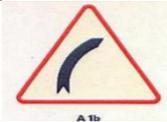
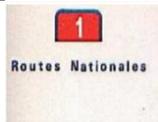


Figure 4.5.1. Marquage sur chaussée. [20]

5.2 Signalisation verticale

La signalisation verticale appliquée à notre projet est résumée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4.5.2. Signalisation verticale

Nom des panneaux	Schémas
Virage à gauche	
Virage à droite	
Limitation de vitesse	
Interdit au poids lourds de dépasser	
Vitesse minimale obligatoire	
Fin de vitesse minimale obligatoire	
Indication des routes	
Jalonnement d'un itinéraire	

6. Conclusion

La signalisation routière est un aspect très vital dans la réalisation d'une route comme elle réduit la possibilité des accidents ainsi que la gravité des dégâts dans le cas d'un accident. Il est aussi important pour les usagers de la route de bien maîtriser les différents signaux et les respecter afin d'assurer une bonne circulation du trafic sur la route (en sécurité et en confort).

Chapitre 5 : Management de projet

7. Introduction

Le réseau routier comme un ensemble des routes (route national, autoroute ...), permettant le passage des personnes et des marchandises constitue un secteur important dans une économie.

La réalisation de cette infrastructure routière nécessite une projection sur des méthodes d'organisation en matière de gestion de projet pour garantir une meilleure performance.

Le management de projet est devenu une fonction majeure dans les entreprises soumises aux turbulences d'un environnement très concurrentiel. [22]

Dans la présente partie du travail, nous évoquerons l'histoire du réseau routier en Algérie, puis nous nous intéresserons au management de projet. L'objectif de notre étude est la planification de notre projet routier.

8. Le réseau routier en Algérie

L'étendue géographique de l'Algérie et l'importance des échanges de personnes et de marchandises confèrent au secteur des transports un rôle déterminant dans le développement socio-économique. Le réseau routier assure à lui seul près de 90 % du volume des échanges dont important est enregistré sur le réseau économique de base (autoroutes, routes nationales et chemin de wilaya).

La contribution de l'administration centrale réside dans la définition des actions à engager dans le cadre des programmes annuels et pluriannuels en matière de routes nationales et d'autoroutes prévues par le schéma directeur 2005-2025.

Le réseau routier nationale comptait à l'année 2019 un linéaire de **124 107** Km de routes réparties selon la **figure 5.2.1**.

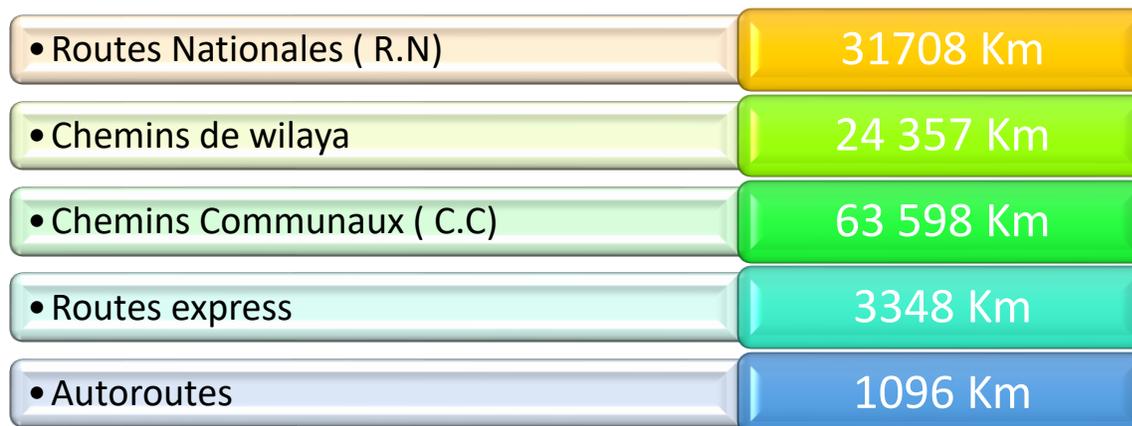


Figure 5.8.1. Le réseau routier national. [23]

2.1. Le schéma directeur routier et autoroutier

D'après le ministère des travaux publics, le schéma directeur routier et autoroutier 2005-2025 est le référentiel de développement à court, moyen et long terme des infrastructures routières et autoroutières découlant d'une vision globale et d'une planification stratégique à l'horizon 2025, répartie sur quatre phases principales (**Figure 5.2.2**) :

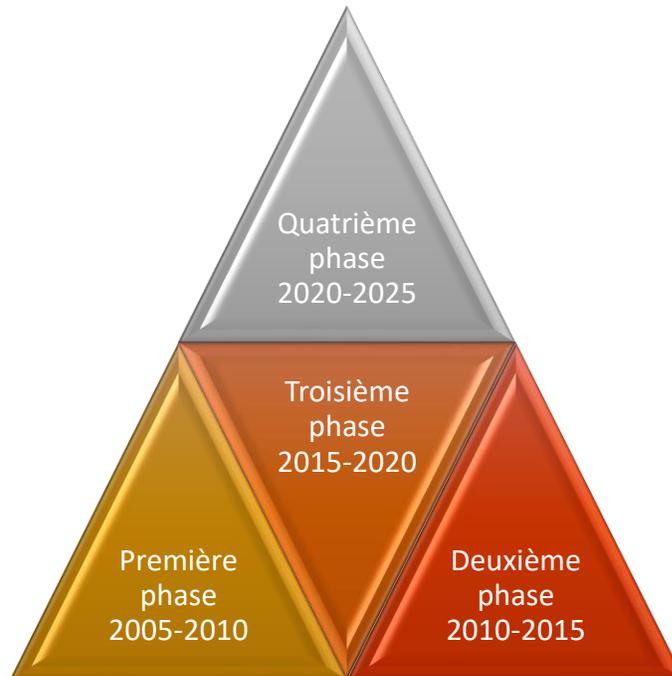


Figure 5.8.2. Le schéma directeur routier et autoroutier 2005-2025. [23]

III. Première phase 2005-2010 : Construction du 1^{er} réseau structurant

- a. Engagement du 1^{er} réseau structurant :
 - Autoroute Est-Ouest,
 - 2^{ème} rocade autoroutière d'Alger,
 - Route transsaharienne.
- b. Engagement de la mise à niveau aux normes internationales des infrastructures de base (conception, études et réalisations) ;
- c. Parachèvement, construction et développement des infrastructures ;
- d. Engagement des actions principales d'intermodalité (Route/Rail/Aéroport/Port).

IV. Deuxième phase 2010-2015 : Construction du 2^{ème} réseau structurant

- a. Engagement du 2^{ème} réseau structurant :
 - Autoroute des hauts plateaux ;
 - Liaisons autoroutières reliant aux principaux centres urbains des wilayas ainsi que les aéroports et ports ;

- Pénétrantes Nord-Sud ;
 - Transformation d'une partie de la transsaharienne en autoroute.
- b. Mise à niveau du réseau existant ;
 - c. Poursuite du programme de développement de 1^{er} réseau structurant et consolidation et préservation du patrimoine ;
 - d. Engagement des systèmes d'exploitation et de péage ;
 - e. Maitrise du système d'intermodalité

V. Troisième phase 2015-2020 : Modernisation des systèmes de gestion et d'intermodalité

- a. Préservation des 1^{er} et 2^{ème} réseaux structurants.
- b. Modernisation des systèmes de gestion et d'exploitation.
- c. Développement des systèmes d'inter-modalité.

VI. Quatrième phase 2015-2020 : Construction du 3^{ème} réseau structurant

- a. Engagement du 3^{ème} réseau structurant ;
- b. Parachèvement du maillage prévu par le schéma directeur à l'horizon 2025 ;
- c. Préparation des conditions au lancement du futur programme projeté à l'horizon 2050

9. Présentation du projet

Notre projet consiste à étudier une partie du tronçon nord du projet globale de déviation de la route nationale 6 (RN6) (353Km de linéaire) reliant MECHERIA et BECHAR passant par un ouvrage d'art de 15mètres de portée dans la Wilaya de Naama. (**Figure 5.3.1**).



Figure 5.9.1.Situation du projet [1]

3.1. Définition d'un projet

Un projet est un effort complexe, non répétitif et unique, limité par des contraintes de temps, de budget et de ressources ainsi que par des spécifications d'exécution conçues pour satisfaire les besoins d'un client. [22]

3.2. Caractéristiques d'un projet

- Des objectifs clairement établis ;
- Un début et une fin définissant un cycle de vie ;
- Un travail en équipe spécialisée encadrée par un manager ;
- Produit ou service unique (qui n'a jamais été réalisé auparavant) ;
- Des ressources allouées ;
- Des exigences précises en matière de temps, de couts et de performances (contenu du projet).

3.3. Facteurs de qualité d'un projet

La qualité et le succès d'un projet dépendent de la capacité à répondre aux attentes du client et de la haute direction, voire de les dépasser, en ce qui concerne les cout(budget), le temps(ordonnancement) et la performance(contenu). L'une des principales tâches d'un gestionnaire de projet consiste à trouver le meilleur compromis entre temps, couts et performance.

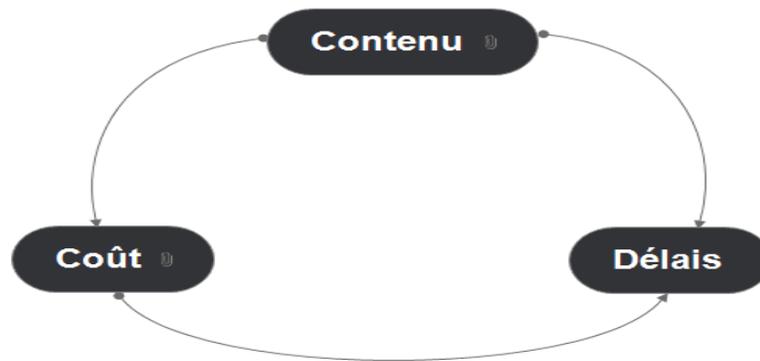


Figure 5.9.2.Facteurs de qualité du projet [22]

10. Management des projets

Le management d'un projet constitue l'initiation du projet, sa planification, son exécution en assurant le suivi et le control du début à la fin et l'animation des personnes impliquées afin d'obtenir les objectifs voulus du projet.

4.1. Cycle de vie de projet

Le cycle de vie d'un projet est le période qui s'écoule de la naissance d'une idée jusqu'à sa concrétisation. Le cycle de vie comporte quatre phases : la définition, la planification, l'exécution, la clôture (**Figure 5.4.1**).

L'effort commence lentement, atteint progressivement un maximum puis son niveau diminue jusqu'au moment de la livraison.

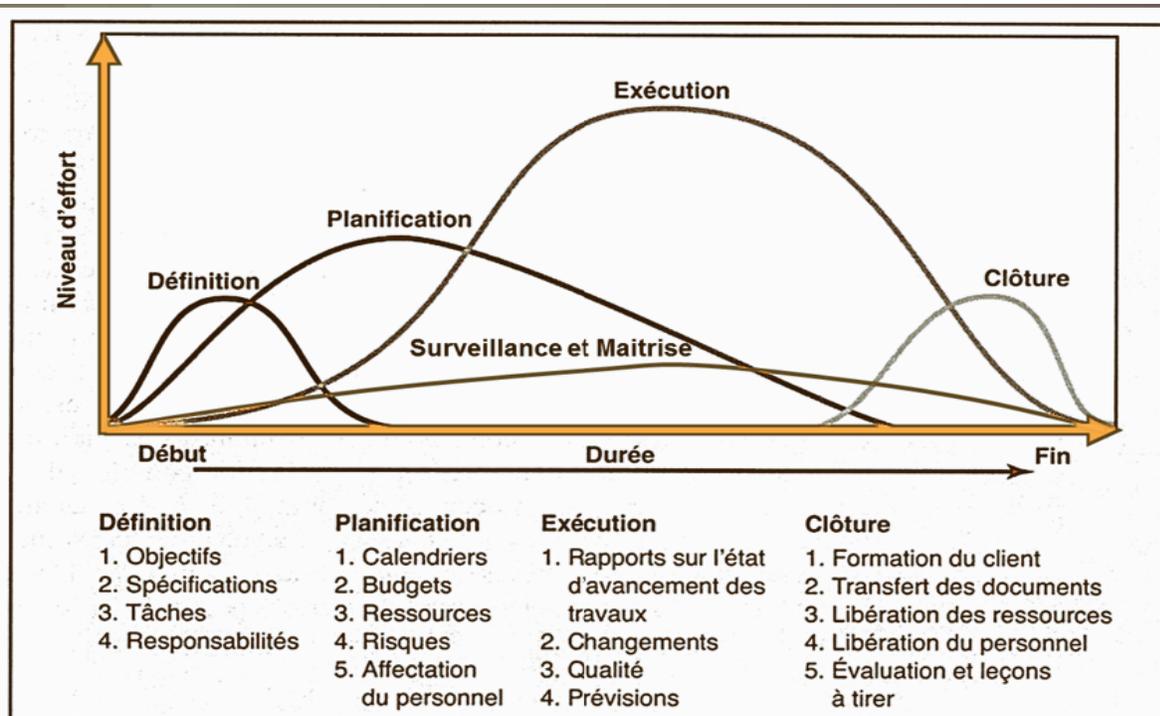


Figure 5.10.1.Cycle de vie d'un projet [22]

4.2. Les acteurs d'un projet routier (Matrice R.A.C.I)

Un acteur d'un projet est une personne ou un groupe ou organisme qui peut influencer sur une activité ou le résultat d'un projet. Les acteurs implique dans notre projet sont: **(Figure 5.4.2)**

a Maitre d'Ouvrage (M.O)

C'est lui le propriétaire du projet. Il définit l'objectif, le calendrier et le budget du projet. Pour notre projet le Maitre d'Ouvrage est l'Agence nationale d'études et de suivi de la réalisation des investissements ferroviaires (ANESRIF).

b Maitre d'œuvre (M.O.E)

Il est choisi par le MO pour accomplir certaines missions avant et pendant la réalisation du projet. Pour notre projet le Maitre d'œuvre est Algerian Railways Construction (ARC) qui est un groupement qui se compose de plusieurs entreprises. (Algériennes et étrangères)

c Contrôleur (C)

Il est chargé de la maitrise et la suivie des travaux tout le long du projet. le bureau d'étude PMB est le contrôleur pour notre projet.

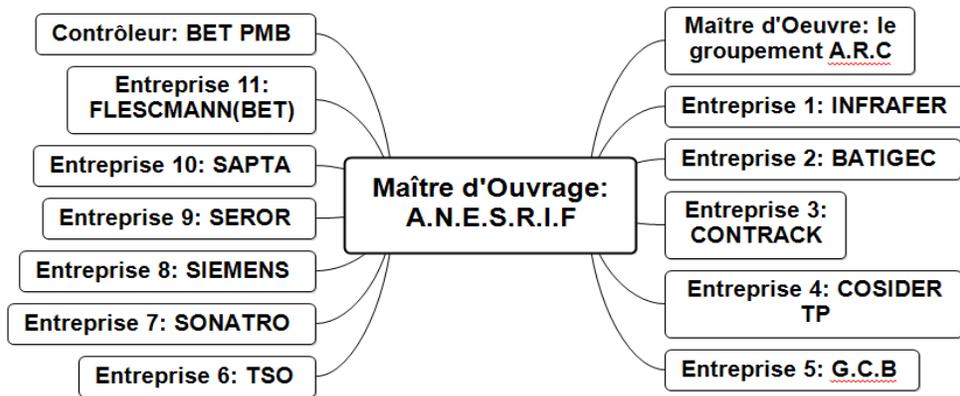


Figure 5.10.2.Les Acteurs du projet

10.3 La Matrice R.A.C.I

La matrice RACI est un outil simple représenté sous forme de tableau qui liste l'ensemble des participants d'un projet et leurs responsabilités. Elle indique qui est responsable de quoi dans le projet. L'acronyme RACI signifie :

R désigne le Responsable : qui est chargé de coordonner les autres membres de l'équipe

A désigne Accountable (Autorité) : à l'autorité pour approuver le travail de R.

C désigne Consulted (Consulté) : est consulté par le R.

I désigne Informed (Informé) : est uniquement informé des travaux de R.

Cette matrice permet de clarifier les rôles et responsabilités des intervenants sur un projet.
[23]

Tableau 5.10.1.Matrice de responsabilité

	M.O	M.O.(Etude)	M.O (Réalisation)	Contrôleur
Etude préliminaire	A	R	I	I
Conception du projet	A	R	I	C
Choix d'entreprise	R	I	I	/
Planning de projet	A	R	R	I
L'exécution de projet	A	C	R	I
Suivi de l'avancement de projet	A	I	I	R
Clôture	R	A	A	I

11. Planification du projet

5.1. Management du contenu du projet

5.1.1. Work Break-down structure (WBS)

Le WBS aussi appelé Structure de Découpage du Projet (SDP) consiste à diviser le travail en tâches bien détaillé. Il sert aussi d'établir un calendrier des travaux et de déterminer le budget ce qui sont utile pour coordonner les activités de projet et le suivi de l'avancement des travaux. [22]

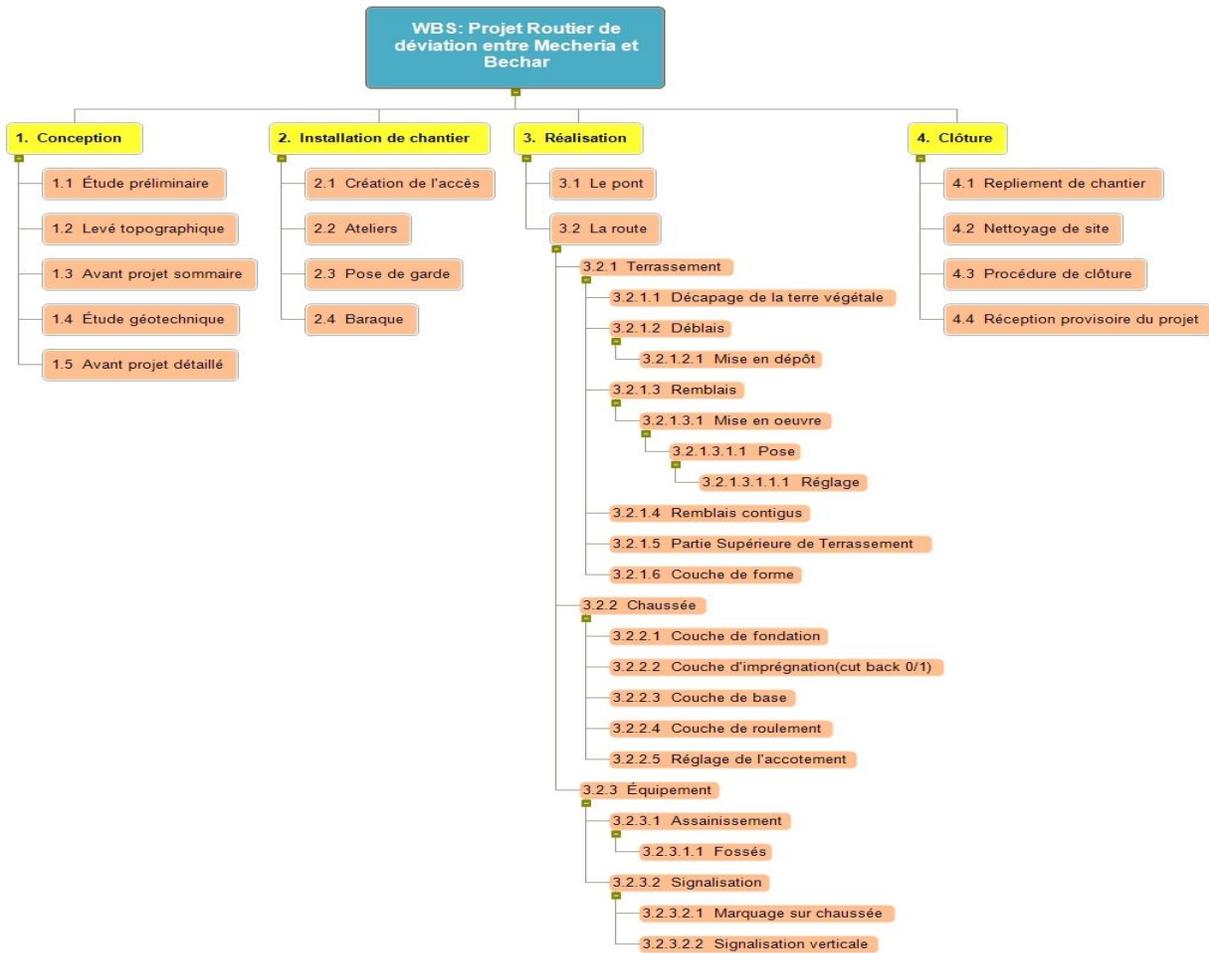


Figure 5.11.1.Schéma du WBS de notre projet

5.1.2. Management des délais

Le management des délais du projet comprend les processus permettant de gérer l'achèvement du projet dans le temps voulu.

Il est constitué des phases suivantes : [22]

- Identification des activités ;
- Organiser le séquençage des activités ;
- Estimation des ressources nécessaires et de la durée des activités ;
- Elaboration de l'échéancier ;
- Maitrise de l'échéancier.

Pour faire une représentation visuelle, graphique et chronologique du planning et l'état d'avancement des différentes activités qui constituent un projet, on utilise le diagramme de GANTT (Annexe C). Pour ce faire nous avons utilisé le logiciel MS PROJECT.(Figure 5.5.2).

Les tâches nécessaires pour les différentes activités sont assignées en fonction du processus de réalisation de chacune d'elle.

Pour la création du séquençement des activités, les tâches sont reliées par des relations de dépendance.

- **Liaison Fin à Début (FD)** : L'activité ne peut pas commencer avant la fin de son prédécesseur.
- **Liaison Début à Début (DD)** : L'activité ne peut pas commencer avant que son prédécesseur ne commence.
- **Liaison Début à Fin (DF)** : L'activité ne peut pas se terminer avant que son prédécesseur ne commence.
- **Liaison (FF) Fin à Fin** : L'activité ne peut pas se terminer avant que son prédécesseur ne se termine.

La durée estimée pour chaque tâche doit être acceptable. En effet, un délai trop court conduit à une très grande difficulté de réalisation et trop long engendre des coûts supplémentaires pour le projet.

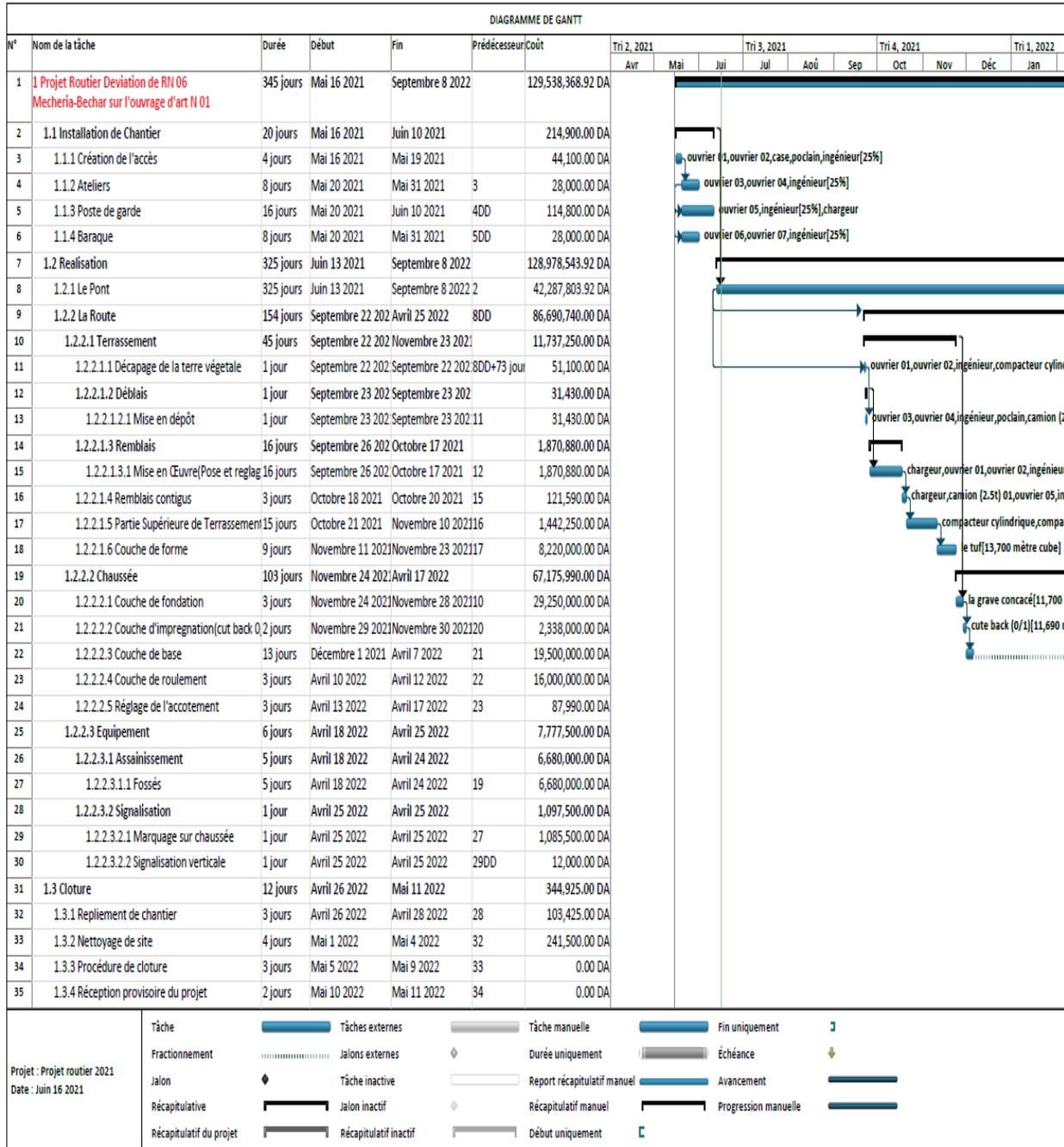


Figure 5.11.2.Diagramme de GANTT du projet

5.1.3. Management des coûts

La gestion des coûts de projet consiste à s’assurer que le projet peut mener à bien les processus de planification, d’estimation, de budgétisation et de contrôle des coûts nécessaires pour garantir que le projet peut être exécuté dans les limites du budget approuvé.

Les méthodes d'estimation de paramètres ou de simulation sont des macro-estimations utiles pour prendre des décisions sur l'exécution ou non. Cependant, afin de faire un bon plan, vous devez étudier en détail, déterminer le ratio des coûts des ressources ou faire des estimations ascendantes.

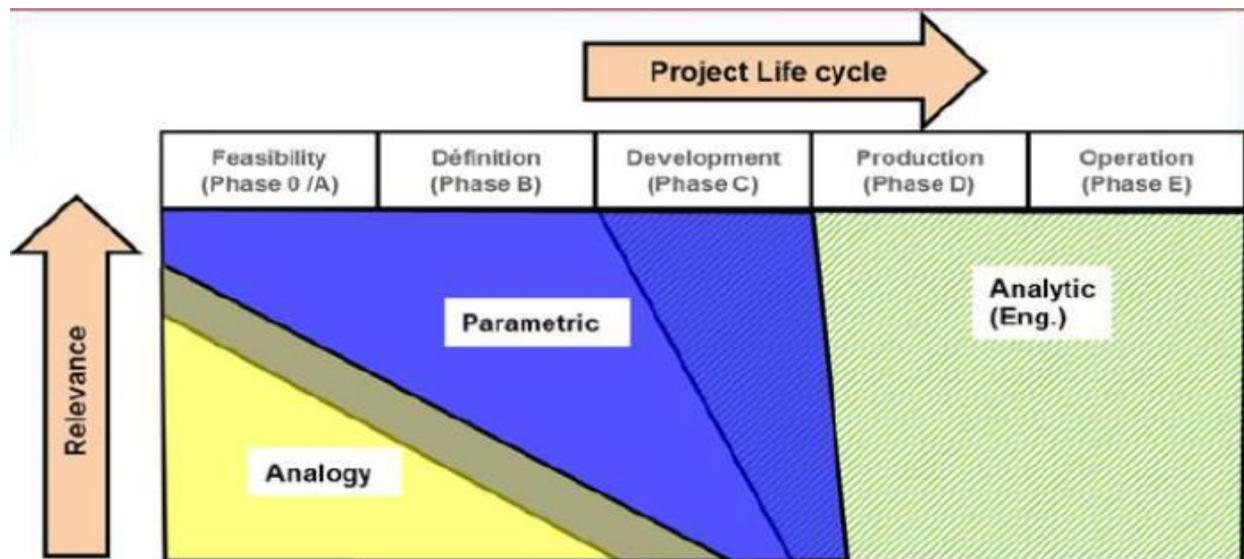


Figure 5.11.3. Les différentes méthodes d'estimations de coûts. [24]

I. Méthode analytique : Bottom-up

C'est la méthode classique qui repose sur des estimations des tâches élémentaires qui sont ensuite consolidées jusqu'à l'obtention d'une estimation globale du projet. [23]

On doit décomposer les tâches les plus importantes en éléments fins puis estimer le temps nécessaire pour la réalisation de chaque tâche.

Cette analyse sera utilisée quand on peut disposer de peu d'information sur l'historique des activités ou quand il sera difficile de trouver un projet analogue.

II. Méthode analogique

La méthode analogique consiste à estimer le coût d'un projet à partir d'une comparaison avec une réalisation similaire effectuée dont le coût est connu.

On utilise l'expérience antérieure des projets passés pour obtenir un ordre de grandeur global du coût de chaque tâche élémentaire.

Cette méthode permet de gagner du temps lors des travaux d'estimation car elle fournit des estimations rapides à faible coût.

III. Méthode paramétrique

Bien que fondée elle aussi sur le retour d'expérience, elle fait appel à des calculs plus complexes que la méthode analogique. Elle ne fonctionne que sur une famille de projets de structure identique ne différant que par la taille. [24]

Remarque : Pour la planification de notre projet, nous utilisons le logiciel Ms Project pour estimer le coût global en introduisant toutes les données concernant les tâches, leurs durées et les ressources nécessaires.

5.1.4. L'ordonnement des ressources

La programmation des ressources permet d'évaluer leur disponibilité et l'impact sur la durée du projet.

Il décrit l'exécution de l'activité, permet d'allouer les ressources dans le temps, respecter les contraintes et approcher au mieux l'objectif à atteindre.

Une fois la tâche assignée, il convient d'affecter à chacune d'elle une ou plusieurs ressources correspondantes.

Après consultation de l'équipe de projet, nous avons établis le tableau des ressources nécessaires. (Tableau 5.5.1)

Tableau 5.11.1. Ressources utilisées dans le projet

Ressources humaines	Ressources matériaux	Ressources matérielles
Ingénieurs	Grave concassé (0/20)	Camions
Ouvriers	Grave Bitume (0/14)	Niveleuse
Topographe	Béton Bitumineux	Finisseur
Technicien supérieur de laboratoire	Béton pour fossés	Camion (B.B)
/	Cut Back 0/1	Case
/	/	Citerne d'eau
/	/	Poclain

/	/	Chargeur
Equipements		
Buses et caniveaux		
Panneaux de signalisation		
Marquages sur chaussée		
Matériel d'électricité		

5.1.5. Résultats obtenus

En fonction des données pour recueilli pour l'estimation du coût du projet, nous proposons des coûts en utilisant les méthodes **paramétriques, analogiques et ascendantes**.

a Méthode paramétrique

Le paramètre de coût correspondant au prix de réalisation d'un kilomètre de route est fourni par la DTP qui est :

$X/Km = 100\ 000\ 000,00\ DZD/Km$

On en déduit pour notre projet qui a un linéaire de 1,670 Km.

On obtient : Le coût pour 1,670 Km est **de 167 000 000,00 DZD**.

b Méthode Analogique

Pour cela nous utiliserons le coût de réalisation de la route pour le projet de Dédoublement de la RN22 sur 13 Km avec évitement de Terny (Wilaya de Naama) comme référence pour déterminer celui de notre projet.

Coût du Dédoublement : **1 274 287 938,00 DZD** (sur 13 Km de linéaire).

Nous obtenons par équivalence : le coût pour 1,670 Km de **163 696 989,00 DZD**

c Méthode analytique

Nous utiliserons l'outil **MS PROJECT** pour affecter les tâches correspondantes de notre projet, les ressources affectées ainsi que les prix unitaires des différentes tâches pour obtenir le coût global du projet.

Nous obtenons un coût global de **129 538 368,92-DZD**

NB : L'information relatif sur le coût et le délai de réalisation de l'ouvrage d'art(pont) a été fourni par l'équipe de projet affecté à cette étude dont nous avons intégré à notre diagramme de GANNT.

Tableau 5.11.2.Récapitulatif des résultats en fonction des méthodes

Estimation du Délai du projet		
Date de début de projet		16 Mai 2021
Date de fin de projet		08 Septembre 2022
Durée totale du projet		345 jours
Estimation du coût du projet		
Coût (Paramétrique) DZD	Coût (Analogique) DZD	Coût (Ms Project) DZD
167 000 000,00	163 696 989,00	129 538 368,92

12. Conclusion

La discipline de planification de projet est un moyen technique efficace qui aide les spécialistes en la matière à maîtriser la gestion de projet suivant des normes scientifiques qui permettent d'atteindre les objectifs prédéfinis.

Les différentes méthodes évoquées dans ce chapitre nous ont permis d'élargir notre vision sur les estimations de délai et de coût du projet.

L'outil informatique MS PROJECT nous a aidé à la réalisation du diagramme de GANTT qui génère les estimations de la durée et du coût de projet et la coordination entre les travaux en respectant le budget et le délai approuvés.

Par comparaison des résultats du logiciel avec les méthodes empiriques, on peut affirmer que les estimations sont réalistes et pourvoir utiliser la moyenne des différents coûts comme montant global du projet.

La méthode informatique donne un coût plus exact par rapport aux méthodes qui est caractérisé par des informations plus raffinés sur le planning des différentes activités.

La méthode paramétrique reste un référence lors des études préliminaires pour avoir une idée du budget à allouer.

CONCLUSION GENERALE

Cette route, comme tout autre ouvrage moderne, joue certainement un rôle important dans le développement du pays, l'Algérie dans notre cas. L'étude de trafic nous a donné une route bidirectionnelle 2 x 2 voies qu'on a jugé bien suffisante pour le débit du trafic estimé de 1169 véhicules/h à 2559 véhicules/h sur une durée de 20 ans répondant ainsi à l'objectif fixé ainsi qu'une bonne solution aux problèmes posés.

Dans notre démarche d'étude, nous avons appliqué et respecté strictement les normes et règlements liés au domaine routier malgré les difficultés rencontrées dans telle étude pour avoir un produit non seulement esthétique mais aussi économique afin de permettre les usagers de circuler sur la route dans de bonnes conditions (confort et sécurité).

Ce projet nous a donnée l'opportunité d'appliquer nos connaissances théoriques acquises au cours de notre cursus de formation. Il nous a mené à mieux maîtriser tous ce qu'on a appris en classe surtout l'outil informatique en utilisant des logiciels de calcul et de dessin notamment **civil 3D**, **Ms Project** et **Mindview 8.0**.

Ce travail nous a rapproché de la vie professionnelle en permettant d'appréhender les problèmes qui se posent dans l'étude et la réalisation des infrastructures routières, tout en nous amenant à gagner l'expérience pour notre avenir professionnel.

L'étude a été faite en 2 parties ; technique et managériale. La partie technique qui était beaucoup plus le calcul, la vérification et le dessin de la géométrie de la route, qui nous a donné des rayons horizontaux minimaux de **450m** et **800m** , un rayon vertical minimal en angle saillant et rentrant de **3000m** et un rayon normale en angle rentrant de **4200 m** .

La partie managériale nous a permis, à l'aide des logiciels Ms Projet et Mindview, de calculer le coût et le délai du projet qui sont d'environ **129 538 368,92 DA** et **345jours** respectivement (pont inclus).

En combinant les deux études, on obtient une étude complète d'une route à réaliser qui satisfait les besoins des usagers, qui est esthétique et aussi d'un prix abordable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Partie technique

- [1] «Situation de la wilaya de Naâma». <http://www.wilaya-naama.dz/>
- [2] «B40.Normes Techniques d'aménagement des routes,» Algérie, Octobre 1977.
- [3] Y. DERFOUF et I. E. BERRAHOU, «Etude technique et Etude managériale d'un projet routier.Evitement de la RN7-A- du Pk50+300 jusqu'à Marsa Ben M'hidi sur 5 Km,» Faculté de Technologie, Tlemcen, 2016.
- [4] M. BEKKARA, «Etude de la modernisation du CW 05 Daïra de Gaaloul.Wilaya de Naama,» Faculté de Technologie, Tlemcen, 2015.
- [5] H. BENAIED et . A. . S. BENAMARA, «Etude du dédoublement d'un tronçon de la route reliant Mesra –limite et la wilaya de Relizane,» Mostaganem, 2019.
- [6] C. Roger, Route circulation tracée et construction, Paris: Livre1, 1979.
- [7] A. FODIL et F. MOSTEFAI , «Etude d'un tronçon de dédoublement de la RN101 sur 10 Km avec aménagement de carrefours,» Tlemcen, 2013.
- [8] F. Z. HAMMOU TANI et M. DINEDANE, «Etude technico-managériale d'un raccordement routier au droit du dalot N4. Accès Boudjlida-Oudjlida sur une longueur de 500 ml.,» Faculté de Technologie, Tlemcen, 2019.
- [9] F. Z. K. RAHAL, Cours de Routes Conception des Tracés Routiers Normes, Alger: Office des Publications Universitaires, 2014.
- [10] S. M. & R. C.E, «Etude technique et manageriale d'un projet routière,» Université de Tlemcen, Tlemcen, Juin 2020.
- [11] H.-T. F. & D. M, «Etude technico-Manageriale d'un raccordement routier,» Université de Tlemcen, Tlemcen, Juillet 2019.
- [12] M. d. t. publics, B40 Normes techniques d'amenagement des routes, Alger: Directions des etudes generales et de la reglementation technique, Octobre 1977.
- [13] K. ALFRED et O. HORST, Tables de clothoïdes, Paris: EDITIONS EYROLLES.

- [14] M. SENOUSSE et C. E. RAHMOUN, «Etude technique et managériale d'un projet routier: cas de l'aménagement du parc industriel à Ouled Bendamou-Maghnia sur le raccordement ouvrage d'art N°01.Wilaya de Tlemcen,» Faculté de Technologie, Tlemcen, 2020.
- [15] LCPC et SETRA, Réalisation des remblais et des couches de forme,, Guide technique Fascicule 1 et 2, Juillet 2000.
- [16] Guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées métropolitaines, Mars 2017.
- [17] Conception et Dimensionnement des structures de chaussée, LCPC, SETRA, Décembre 1994.
- [18] CTPP, Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.Fascicule 1 2 3, CTPP.Ministère des travaux publics de Algérie, Novembre 2001.
- [20] M. d. c. d. transports, Signalisation routière: Annexes A à M, Alger: Arrêté et instruction interministériels, Juillet 1974.
- [21] M. d. c. d. transports, Signalisation routière, Alger: Arrêté et instruction interministériels, Juillet 1974.
- [27] «S. d. <https://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/p/cartes-des-reseaux-routiers-en-algerie.html>.».

Partie managériale

- [1] «Situation de la wilaya de Naâma».
- [3] Y. DERFOUF et I. E. BERRAHOU, «Etude technique et Etude managériale d'un projet routier.Evitement de la RN7-A- du Pk50+300 jusqu'à Marsa Ben M'hidi sur 5 Km,» Faculté de Technologie, Tlemcen, 2016.
- [10] S. M. & R. C.E, «Etude technique et manageriale d'un projet routière,» Université de Tlemcen, Tlemcen, Juin 2020.
- [11] H.-T. F. & D. M, «Etude technico-Manageriale d'un raccordement routier,» Université de Tlemcen, Tlemcen, Juillet 2019.
- [22] Guide PMBOK, Guide du corpus des connaissances en management de projet, P. M. Institute, Éd., 4ème Edition, 2009, p. 159.
- [23] CNES, «Le développement de l'infrastructure routière :Nécessité de choix économiques et de meilleure sécurité des transports.,» Ministère des Travaux publics et des Transports de l'Algérie, 2004.
- [24] D. Vincent, «Pratiques de management de projet.46 outils et techniques pour la bonne prise de décision,» Dunod, 2017.
- [25] G. PH et F. J, «Approche paramétrique d'estimation des coûts».
- [26] C. ABDELHAK, Conception d'un modèle d'estimation des coûts de projets de construction, p. 22.
- [27] «S. d. <https://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/p/cartes-des-reseaux-routiers-en-algerie.html>.».

Annexe A

Annexe B

Annexe C

Annexe D

ANNEXE A

Profile Vertical Curve Report

Client:

FACULTE DE TECHNOLOGIE
UNIVERSITE DE TLEMCEM
Address 1

Date: 6/16/2021 12:02:47 AM

Prepared by:

DJIRE SIDI, MASIKALA MARJORIE DIANAH
Your Company Name
123 Main Street

Vertical Alignment: LP Ligne projet

Description: Ligne rouge

Station Range: Start: 0+281.00, End: 1+951.00

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+895.60	Elevation:	1,123.134m
PVI Station:	0+955.96	Elevation:	1,122.425m
PVT Station:	1+016.32	Elevation:	1,123.452m
Low Point:	0+944.90	Elevation:	1,122.844m
Grade in:	-1.17%	Grade out:	1.70%
Change:	2.87%	K:	42.000m
Curve Length:	120.713m	Curve Radius	4,200.000m
Headlight Distance:	330.911m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	1+555.95	Elevation:	1,129.218m
PVI Station:	1+600.00	Elevation:	1,129.513m
PVT Station:	1+644.05	Elevation:	1,128.515m
High Point:	1+576.05	Elevation:	1,129.285m
Grade in:	0.67%	Grade out:	-2.27%
Change:	2.94%	K:	30.000m
Curve Length:	88.107m	Curve Radius	3,000.000m
Passing Distance:	570.580m	Stopping Distance:	270.337m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	1+694.29	Elevation:	1,127.376m
PVI Station:	1+755.00	Elevation:	1,126.000m
PVT Station:	1+815.71	Elevation:	1,127.081m
Low Point:	1+762.29	Elevation:	1,126.605m
Grade in:	-2.27%	Grade out:	1.78%
Change:	4.05%	K:	30.000m
Curve Length:	121.419m	Curve Radius	3,000.000m
Headlight Distance:	193.636m		



Contrôle de l'axe en plan et du profil en long

Client:

FACULTE DE TECHNOLOGIE

UNIVERSITE DE TLEMCEM

Address 1

Date: 6/22/2021 1:31:21 AM

Prepared by:

DJIRE SIDI, MASIKALA MARJORIE DIANAH

Your Company Name

123 Main Street

Axe en plan: Alignment - Axe projet

Description:

Plage d'abscisse : Début: 0+281.00, Fin: 1+951.00

Route: R80 ou T80, Chaussée: 2x2 Voies

Elem	Valeur à tester	Valeur de comparaison	Observation	Accisse
				0+281.00
DR1	---	---	---	
				0+587.70
CLO2	L=133.000	133.000	OK	
				0+720.70
ARC3	R=450.000	240.000	OK	
				0+729.83
CLO4	L=133.000	133.000	OK	
				0+862.83
DR5	---	---	---	
				1+027.15
CLO6	L=138.000	133.000	OK	
				1+165.15
ARC7	R=800.000	240.000	OK	
				1+628.40
CLO8	L=138.000	133.000	OK	
				1+766.40
DR9	---	---	---	
				1+951.00

Profil en long : LP Ligne projet

Description: Ligne rouge

Plage d'abscisse : Début: 0+281.00, Fin: 1+951.00

Route: R80 ou T80, Chaussée: 2x2 Voies

Elem	Valeur à tester	Valeur de comparaison	Observation	Accisse
				0+281.00
D1	P= -1.24%	6.00%	OK	
				0+640.00

D2	P= -1.17%	6.00%	OK	
				0+895.60
PAR2	R= 4200.000	2200.000	OK	
				1+016.32
D3	P= 1.70%	6.00%	OK	
				1+225.00
D4	P= 0.67%	6.00%	OK	
				1+555.95
PAR4	R= 3000.000	3000.000	OK	
				1+644.05
D5	P= -2.27%	6.00%	OK	
				1+694.29
PAR5	R= 3000.000	2200.000	OK	
				1+815.71
D6	P= 1.78%	6.00%	OK	
				1+951.00

Contrôle de l'axe en plan et du profil en long

Client:

FACULTE DE TECHNOLOGIE
UNIVERSITE DE TLEMCEM
Address 1

Date: 6/15/2021 9:53:07 PM

Prepared by:

DJIRE SIDI, MASIKALA MARJORIE DIANAH
Your Company Name
123 Main Street

Axe en plan: Alignment - Axe projet

Description:

Plage d'abscisse : Début: 0+281.00, Fin: 1+951.00

Route: T100, Chaussée: 2x2 Voies

Elem	Valeur à tester	Valeur de comparaison	Observation	Accisse
				0+281.00
DR1	---	---	---	
				0+587.70
CLO2	L=133.000	133.000	OK	
				0+720.70
ARC3	R=450.000	425.000	OK	
				0+729.83
CLO4	L=133.000	133.000	OK	
				0+862.83
DR5	---	---	---	
				1+027.15
CLO6	L=138.000	133.000	OK	
				1+165.15
ARC7	R=800.000	425.000	OK	
				1+628.40
CLO8	L=138.000	133.000	OK	
				1+766.40
DR9	---	---	---	
				1+951.00

Profil en long : LP Ligne projet

Description: Ligne rouge

Plage d'abscisse : Début: 0+281.00, Fin: 1+951.00

Route: T100, Chaussée: 2x2 Voies

Elem	Valeur à tester	Valeur de comparaison	Observation	Accisse
				0+281.00
D1	P= -1.24%	5.00%	OK	
				0+640.00

D2	P= -1.17%	5.00%	OK	
				0+895.60
PAR2	R= 4200.000	3000.000	OK	
				1+016.32
D3	P= 1.70%	5.00%	OK	
				1+225.00
D4	P= 0.67%	5.00%	OK	
				1+555.95
PAR4	R= 3000.000	6000.000	ERREUR	
				1+644.05
D5	P= -2.27%	5.00%	OK	
				1+694.29
PAR5	R= 3000.000	3000.000	OK	
				1+815.71
D6	P= 1.78%	5.00%	OK	
				1+951.00

Profile Vertical Curve Report

Client:

FACULTE DE TECHNOLOGIE
UNIVERSITE DE TLEMCEM
Address 1

Date: 6/16/2021 12:02:47 AM

Prepared by:

DJIRE SIDI, MASIKALA MARJORIE DIANAH
Your Company Name
123 Main Street

Vertical Alignment: LP Ligne projet

Description: Ligne rouge

Station Range: Start: 0+281.00, End: 1+951.00

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	0+895.60	Elevation:	1,123.134m
PVI Station:	0+955.96	Elevation:	1,122.425m
PVT Station:	1+016.32	Elevation:	1,123.452m
Low Point:	0+944.90	Elevation:	1,122.844m
Grade in:	-1.17%	Grade out:	1.70%
Change:	2.87%	K:	42.000m
Curve Length:	120.713m	Curve Radius	4,200.000m
Headlight Distance:	330.911m		

Vertical Curve Information:(crest curve)

PVC Station:	1+555.95	Elevation:	1,129.218m
PVI Station:	1+600.00	Elevation:	1,129.513m
PVT Station:	1+644.05	Elevation:	1,128.515m
High Point:	1+576.05	Elevation:	1,129.285m
Grade in:	0.67%	Grade out:	-2.27%
Change:	2.94%	K:	30.000m
Curve Length:	88.107m	Curve Radius	3,000.000m
Passing Distance:	570.580m	Stopping Distance:	270.337m

Vertical Curve Information:(sag curve)

PVC Station:	1+694.29	Elevation:	1,127.376m
PVI Station:	1+755.00	Elevation:	1,126.000m
PVT Station:	1+815.71	Elevation:	1,127.081m
Low Point:	1+762.29	Elevation:	1,126.605m
Grade in:	-2.27%	Grade out:	1.78%
Change:	4.05%	K:	30.000m
Curve Length:	121.419m	Curve Radius	3,000.000m
Headlight Distance:	193.636m		



Profilé : Tabulations

Client:

FACULTE DE TECHNOLOGIE
UNIVERSITE DE TLEMCEM
Address 1

Prepared by:

DJIRE SIDI, MASIKALA MARJORIE DIANAH
Your Company Name
123 Main Street

Date: 6/15/2021 11:57:11 PM

Axe en plan: Alignment - Axe projet

Description:

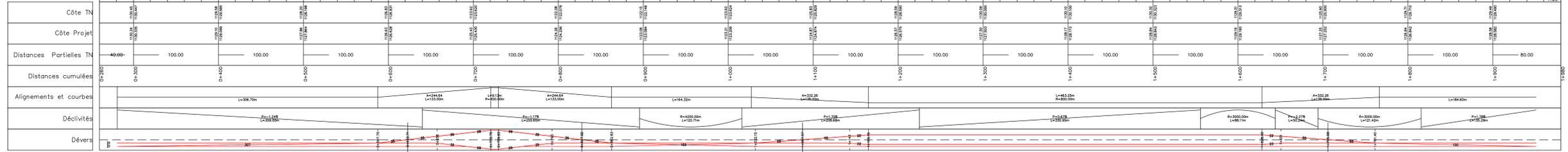
Plage d'abscisse : Début 0+281.00 - Fin 1+951.00

N°	PK	Z TN	Z PR	X	Y	Dev G	Dev D
0+281.00 (20)	0+281.00	1130.570	1130.570	3704198.9120	751521.6490	2.5%	2.5%
0+300.00 (21)	0+300.00	1130.447	1130.335	3704217.7270	751519.0043	2.5%	2.5%
0+320.00	0+320.00	1130.318	1130.088	3704237.5323	751516.2205	2.5%	2.5%
0+340.00	0+340.00	1130.183	1129.841	3704257.3377	751513.4366	2.5%	2.5%
0+360.00	0+360.00	1129.995	1129.594	3704277.1430	751510.6527	2.5%	2.5%
0+380.00	0+380.00	1129.806	1129.347	3704296.9483	751507.8689	2.5%	2.5%
0+400.00 (22)	0+400.00	1129.585	1129.099	3704316.7536	751505.0850	2.5%	2.5%
0+420.00	0+420.00	1129.351	1128.852	3704336.5589	751502.3012	2.5%	2.5%
0+440.00	0+440.00	1129.082	1128.605	3704356.3642	751499.5173	2.5%	2.5%
0+460.00	0+460.00	1128.802	1128.358	3704376.1695	751496.7334	2.5%	2.5%
0+480.00	0+480.00	1128.503	1128.111	3704395.9748	751493.9496	2.5%	2.5%
0+500.00 (23)	0+500.00	1128.198	1127.864	3704415.7801	751491.1657	2.5%	2.5%
0+520.00	0+520.00	1127.867	1127.617	3704435.5854	751488.3819	2.5%	2.5%
0+540.00	0+540.00	1127.562	1127.369	3704455.3907	751485.5980	2.5%	2.5%
0+560.00	0+560.00	1127.376	1127.122	3704475.1960	751482.8141	2.5%	2.5%
0+580.00	0+580.00	1127.175	1126.875	3704495.0013	751480.0303	2.5%	2.5%
0+600.00 (24)	0+600.00	1126.831	1126.628	3704514.8059	751477.2413	1.6%	2.5%
0+620.00	0+620.00	1126.476	1126.381	3704534.5986	751474.3697	0.2%	2.5%
0+640.00	0+640.00	1126.119	1126.134	3704554.3591	751471.2846	-1.2%	2.5%
0+660.00	0+660.00	1125.337	1125.899	3704574.0624	751467.8548	-2.7%	2.7%
0+680.00	0+680.00	1124.499	1125.664	3704593.6769	751463.9500	-4.1%	4.1%
0+700.00 (25)	0+700.00	1123.620	1125.430	3704613.1613	751459.4422	-5.5%	5.5%
0+720.00	0+720.00	1123.115	1125.195	3704632.4624	751454.2068	-6.9%	6.9%
0+740.00	0+740.00	1122.848	1124.960	3704651.5201	751448.1453	-6.3%	6.3%
0+760.00	0+760.00	1122.599	1124.725	3704670.3143	751441.3093	-4.8%	4.8%
0+780.00	0+780.00	1122.411	1124.491	3704688.8629	751433.8315	-3.4%	3.4%
0+800.00 (26)	0+800.00	1122.079	1124.256	3704707.1977	751425.8431	-2.0%	2.5%
0+820.00	0+820.00	1121.894	1124.021	3704725.3610	751417.4714	-0.6%	2.5%

0+840.00	0+840.00	1121.935	1123.786	3704743.4027	751408.8406	0.9%	2.5%
0+860.00	0+860.00	1121.970	1123.552	3704761.3782	751400.0723	2.3%	2.5%
0+880.00	0+880.00	1122.059	1123.317	3704779.3391	751391.2744	2.5%	2.5%
0+900.00 (27)	0+900.00	1122.148	1123.084	3704797.3001	751382.4764	2.5%	2.5%
0+920.00	0+920.00	1122.241	1122.918	3704815.2610	751373.6784	2.5%	2.5%
0+940.00	0+940.00	1122.334	1122.847	3704833.2220	751364.8805	2.5%	2.5%
0+960.00	0+960.00	1122.535	1122.872	3704851.1829	751356.0825	2.5%	2.5%
0+980.00	0+980.00	1123.080	1122.991	3704869.1439	751347.2845	2.5%	2.5%
1+000.00	1+000.00	1123.624	1123.206	3704887.1048	751338.4865	2.5%	2.5%
1+020.00	1+020.00	1124.145	1123.514	3704905.0658	751329.6885	2.5%	2.5%
1+040.00	1+040.00	1124.522	1123.854	3704923.0281	751320.8934	2.5%	2.1%
1+060.00	1+060.00	1124.900	1124.194	3704941.0111	751312.1407	2.5%	1.2%
1+080.00	1+080.00	1125.282	1124.534	3704959.0459	751303.4951	2.5%	0.3%
1+100.00 (29)	1+100.00	1125.829	1124.874	3704977.1625	751295.0226	2.5%	-0.6%
1+120.00	1+120.00	1126.377	1125.215	3704995.3893	751286.7900	2.5%	-1.5%
1+140.00	1+140.00	1126.929	1125.555	3705013.7520	751278.8652	2.5%	-2.4%
1+160.00	1+160.00	1127.494	1125.895	3705032.2726	751271.3175	3.3%	-3.3%
1+170.00	1+170.00	1127.774	1126.065	3705041.5980	751267.7070	3.3%	-3.3%
1+180.00	1+180.00	1128.051	1126.235	3705050.9677	751264.2131	3.5%	-3.5%
1+190.00	1+190.00	1128.322	1126.405	3705060.3804	751260.8366	3.5%	-3.5%
1+200.00 (30)	1+200.00	1128.590	1126.575	3705069.8345	751257.5780	3.5%	-3.5%
1+210.00	1+210.00	1128.855	1126.745	3705079.3286	751254.4378	3.5%	-3.5%
1+220.00	1+220.00	1129.132	1126.915	3705088.8612	751251.4166	3.5%	-3.5%
1+230.00	1+230.00	1129.406	1127.034	3705098.4309	751248.5148	3.5%	-3.5%
1+240.00	1+240.00	1129.549	1127.101	3705108.0360	751245.7328	3.5%	-3.5%
1+250.00	1+250.00	1129.719	1127.168	3705117.6752	751243.0711	3.5%	-3.5%
1+260.00	1+260.00	1129.888	1127.235	3705127.3469	751240.5300	3.5%	-3.5%
1+270.00	1+270.00	1129.977	1127.302	3705137.0496	751238.1101	3.5%	-3.5%
1+280.00	1+280.00	1130.073	1127.369	3705146.7818	751235.8116	3.5%	-3.5%
1+290.00	1+290.00	1130.124	1127.436	3705156.5420	751233.6350	3.5%	-3.5%
1+300.00 (31)	1+300.00	1130.095	1127.503	3705166.3286	751231.5805	3.5%	-3.5%
1+310.00	1+310.00	1130.048	1127.570	3705176.1401	751229.6486	3.5%	-3.5%
1+320.00	1+320.00	1130.002	1127.637	3705185.9751	751227.8394	3.5%	-3.5%
1+330.00	1+330.00	1129.959	1127.704	3705195.8318	751226.1533	3.5%	-3.5%
1+340.00	1+340.00	1129.975	1127.771	3705205.7089	751224.5905	3.5%	-3.5%
1+350.00	1+350.00	1129.992	1127.838	3705215.6047	751223.1513	3.5%	-3.5%
1+360.00	1+360.00	1130.011	1127.905	3705225.5178	751221.8359	3.5%	-3.5%
1+370.00	1+370.00	1130.031	1127.972	3705235.4465	751220.6446	3.5%	-3.5%
1+380.00	1+380.00	1130.052	1128.039	3705245.3893	751219.5774	3.5%	-3.5%
1+390.00	1+390.00	1130.075	1128.106	3705255.3447	751218.6346	3.5%	-3.5%
1+400.00 (32)	1+400.00	1130.100	1128.173	3705265.3111	751217.8163	3.5%	-3.5%

1+410.00	1+410.00	1130.125	1128.240	3705275.2869	751217.1227	3.5%	-3.5%
1+420.00	1+420.00	1130.152	1128.307	3705285.2707	751216.5538	3.5%	-3.5%
1+430.00	1+430.00	1130.180	1128.374	3705295.2608	751216.1097	3.5%	-3.5%
1+440.00	1+440.00	1130.210	1128.441	3705305.2556	751215.7905	3.5%	-3.5%
1+450.00	1+450.00	1130.241	1128.508	3705315.2536	751215.5963	3.5%	-3.5%
1+460.00	1+460.00	1130.273	1128.575	3705325.2533	751215.5271	3.5%	-3.5%
1+470.00	1+470.00	1130.307	1128.642	3705335.2531	751215.5829	3.5%	-3.5%
1+480.00	1+480.00	1130.327	1128.709	3705345.2514	751215.7637	3.5%	-3.5%
1+490.00	1+490.00	1130.324	1128.776	3705355.2467	751216.0694	3.5%	-3.5%
1+500.00 (33)	1+500.00	1130.323	1128.843	3705365.2373	751216.5001	3.5%	-3.5%
1+510.00	1+510.00	1130.322	1128.910	3705375.2218	751217.0556	3.5%	-3.5%
1+520.00	1+520.00	1130.318	1128.977	3705385.1986	751217.7358	3.5%	-3.5%
1+530.00	1+530.00	1130.315	1129.044	3705395.1661	751218.5407	3.5%	-3.5%
1+540.00	1+540.00	1130.314	1129.111	3705405.1227	751219.4702	3.5%	-3.5%
1+550.00	1+550.00	1130.248	1129.178	3705415.0670	751220.5240	3.5%	-3.5%
1+560.00	1+560.00	1130.150	1129.243	3705424.9973	751221.7020	3.5%	-3.5%
1+570.00	1+570.00	1130.022	1129.279	3705434.9121	751223.0041	3.5%	-3.5%
1+580.00	1+580.00	1129.896	1129.283	3705444.8098	751224.4300	3.5%	-3.5%
1+590.00	1+590.00	1129.705	1129.253	3705454.6890	751225.9795	3.5%	-3.5%
1+600.00 (34)	1+600.00	1129.513	1129.190	3705464.5480	751227.6524	3.5%	-3.5%
1+610.00	1+610.00	1129.324	1129.093	3705474.3854	751229.4484	3.5%	-3.5%
1+620.00	1+620.00	1129.061	1128.964	3705484.1995	751231.3672	3.5%	-3.5%
1+640.00	1+640.00	1128.217	1128.604	3705503.7524	751235.5697	3.0%	-3.0%
1+660.00	1+660.00	1127.415	1128.153	3705523.2044	751240.2180	2.5%	-2.1%
1+680.00	1+680.00	1126.649	1127.700	3705542.5632	751245.2405	2.5%	-1.2%
1+700.00 (35)	1+700.00	1125.900	1127.252	3705561.8412	751250.5653	2.5%	-0.3%
1+720.00	1+720.00	1126.499	1126.904	3705581.0538	751256.1216	2.5%	0.6%
1+740.00	1+740.00	1128.063	1126.688	3705600.2190	751261.8393	2.5%	1.5%
1+760.00	1+760.00	1129.235	1126.606	3705619.3567	751267.6486	2.5%	2.4%
1+780.00	1+780.00	1129.291	1126.658	3705638.4866	751273.4837	2.5%	2.5%
1+800.00 (36)	1+800.00	1129.710	1126.842	3705657.6164	751279.3192	2.5%	2.5%
1+820.00	1+820.00	1129.666	1127.157	3705676.7461	751285.1547	2.5%	2.5%
1+840.00	1+840.00	1129.622	1127.514	3705695.8758	751290.9902	2.5%	2.5%
1+860.00	1+860.00	1129.576	1127.870	3705715.0056	751296.8256	2.5%	2.5%
1+880.00	1+880.00	1129.527	1128.226	3705734.1353	751302.6611	2.5%	2.5%
1+900.00 (37)	1+900.00	1129.490	1128.582	3705753.2651	751308.4966	2.5%	2.5%
1+920.00	1+920.00	1129.490	1128.938	3705772.3948	751314.3321	2.5%	2.5%
1+940.00	1+940.00	1129.490	1129.294	3705791.5246	751320.1676	2.5%	2.5%
1+951.00 (38)	1+951.00	1129.490	1129.490	3705802.0460	751323.3771	2.5%	2.5%

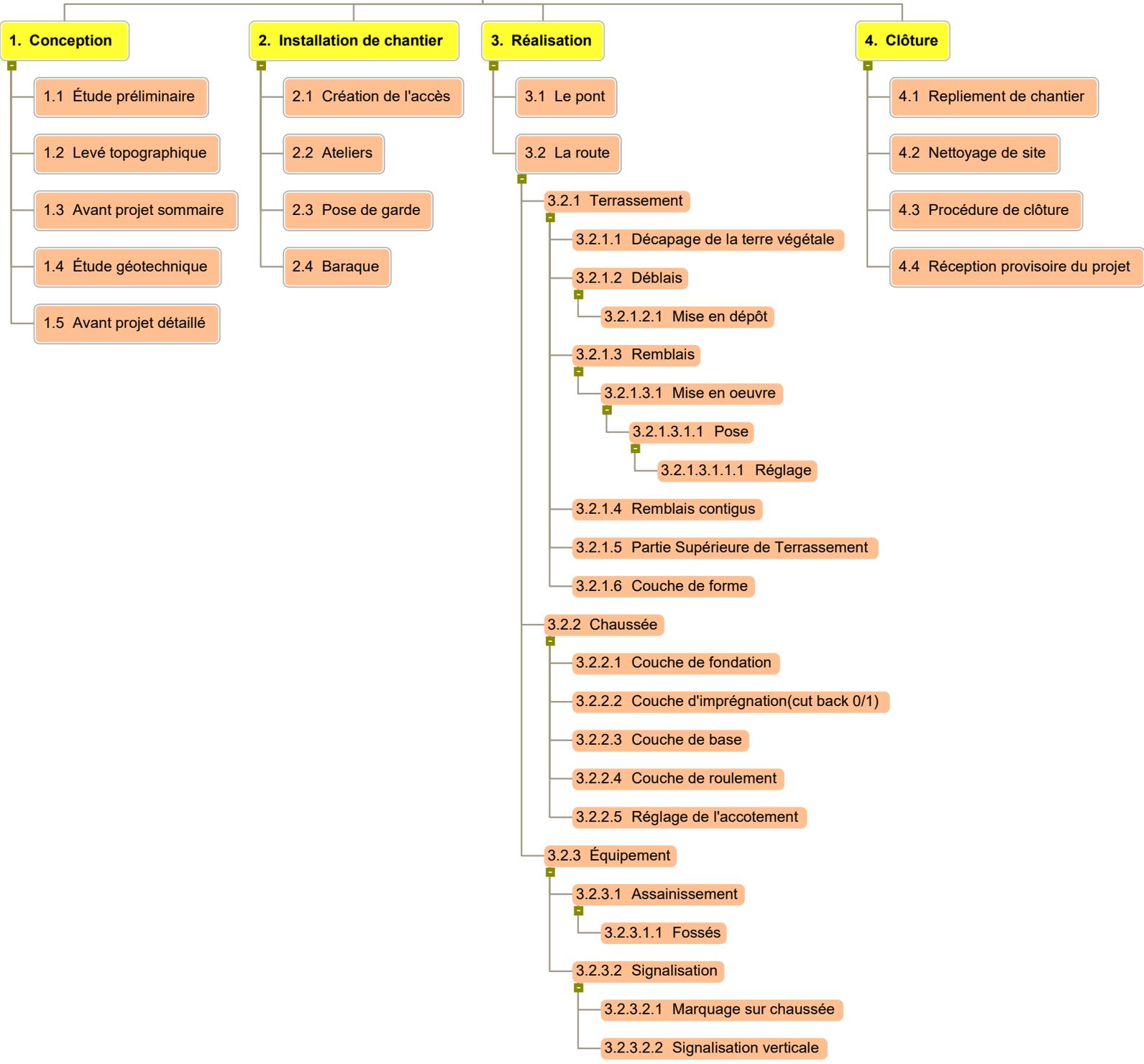
PL: Projet PFE 2021
 Ech H : 20.000
 Ech V : 50.000
 PC: 0+260.00



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE			
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE			
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID WILAYA DE TLEMSEN			
PROJET:	ETUDE D'UN PROJET ROUTIER DE DEVIATION DE LA RN06 sur une longueur de 1670 ml.		
INTITULE:	PROFIL EN LONG		
ENCADREUR:	HAMZAOUI F et GHENNANI B	ECHELLE:	1/20000
ETUDIANTS:	MASIKALA M D et DJIRE S	MASTER:	VDA
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL			

ANNEXE B

WBS: Projet Routier de déviation entre Mecheria et Bechar



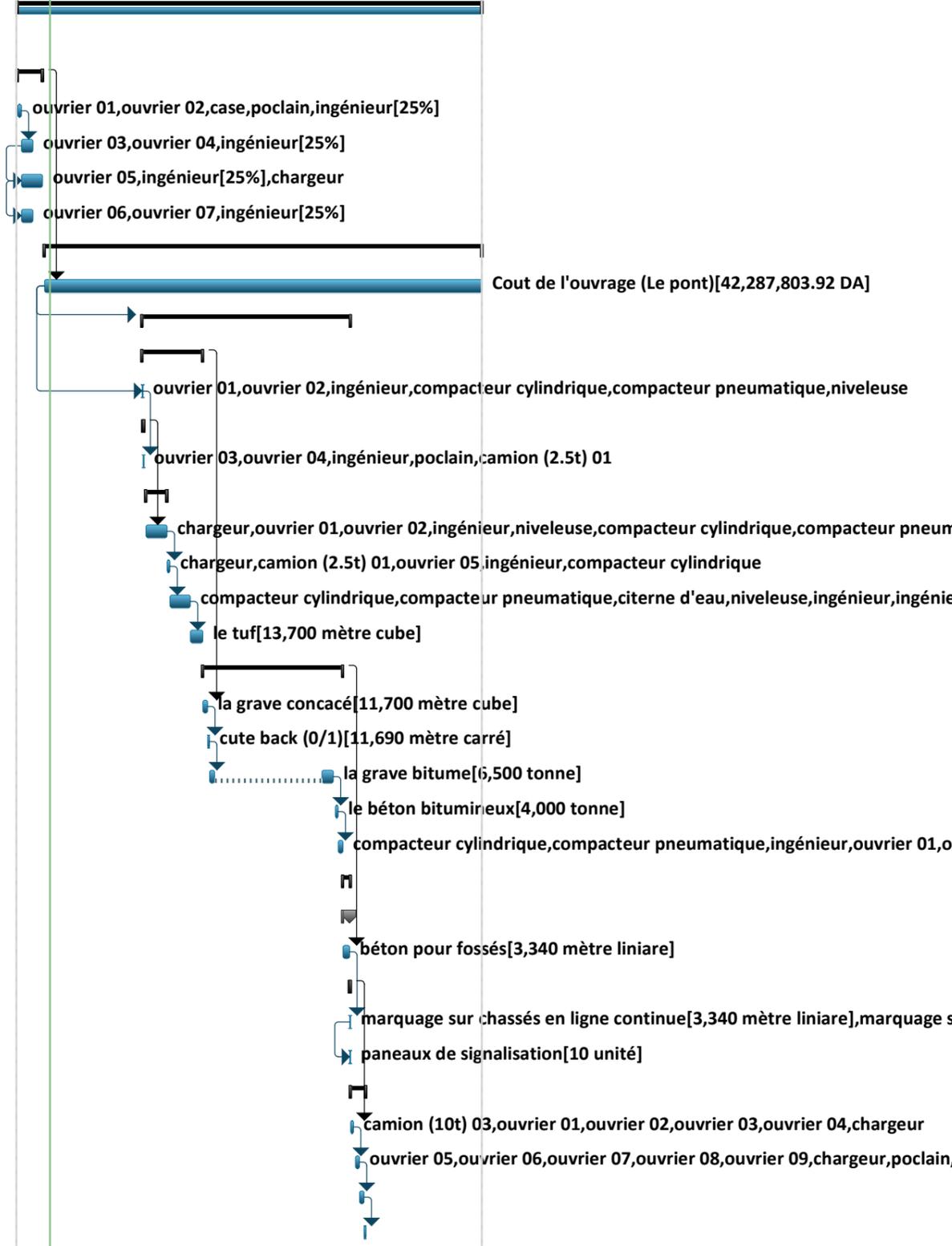
Tableaux des ressources

N°		Nom de la ressource	Coût
1		ouvrier 01	33,600.00 DA
2		ouvrier 02	33,600.00 DA
3		ouvrier 03	21,000.00 DA
4		ouvrier 04	16,800.00 DA
5		ouvrier 05	15,400.00 DA
6		ouvrier 06	37,800.00 DA
7		ouvrier 07	37,800.00 DA
8		ouvrier 08	5,600.00 DA
9		ouvrier 09	5,600.00 DA
10		ingénieur	134,400.00 DA
11		topographe	0.00 DA
12		ingénieur de laboratoire	42,000.00 DA
13		technicien supérieur de laboratoire	33,750.00 DA
14		camion (2.5t) 01	30,590.00 DA
15		camion (2.5t) 02	0.00 DA
16		camion (10t) 01	0.00 DA
17		camion (10t) 02	17,500.00 DA
18		camion (10t) 03	13,125.00 DA
19		chargeur	735,000.00 DA
20		poclair	147,000.00 DA
21		citerne d'eau	1,240,000.00 DA
22		compacteur pneumatique	367,500.00 DA
23		compacteur cylindrique	399,000.00 DA
24		finisseur	0.00 DA
25		niveleuse	784,000.00 DA
26		case	14,000.00 DA
27		le tuf	8,220,000.00 DA
28		la grave concacé	29,250,000.00 DA
29		la grave bitume	19,500,000.00 DA
30		le béton bitumineux	16,000,000.00 DA
31		marquage sur chassés en ligne continue	668,000.00 DA
32		marquage sur chassés en ligne discontinue	417,500.00 DA
33		paneaux de signalisation	12,000.00 DA
34		matériel d'électricité	0.00 DA
35		cute back (0/1)	2,338,000.00 DA
36		béton pour fossés	6,680,000.00 DA
37		Cout de l'ouvrage (Le pont)	42,287,803.92 DA

ANNEXE C

DIAGRAMME DE GANTT

N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseur	Coût	Tri 2, 2021	Tri 3, 2021	Tri 4, 2021	Tri 1, 2022	Tri 2, 2022	Tri 3, 2022	Tri 4, 2022	Tri 1, 2023	Tri 2, 2023	Tri 3, 2023	Tri 4, 2023						
							Avr	Mai	Jui	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aoû
1	1 Projet Routier Deviation de RN 06 Mecheria-Bechar sur l'ouvrage d'art N 01	345 jours	Mai 16 2021	Septembre 8 2022		129,538,368.92 DA																	
2	1.1 Installation de Chantier	20 jours	Mai 16 2021	Juin 10 2021		214,900.00 DA																	
3	1.1.1 Création de l'accès	4 jours	Mai 16 2021	Mai 19 2021		44,100.00 DA																	
4	1.1.2 Ateliers	8 jours	Mai 20 2021	Mai 31 2021	3	28,000.00 DA																	
5	1.1.3 Poste de garde	16 jours	Mai 20 2021	Juin 10 2021	4DD	114,800.00 DA																	
6	1.1.4 Baraque	8 jours	Mai 20 2021	Mai 31 2021	5DD	28,000.00 DA																	
7	1.2 Realisation	325 jours	Juin 13 2021	Septembre 8 2022		128,978,543.92 DA																	
8	1.2.1 Le Pont	325 jours	Juin 13 2021	Septembre 8 2022	2	42,287,803.92 DA																	
9	1.2.2 La Route	154 jours	Septembre 22 2021	Avril 25 2022	8DD	86,690,740.00 DA																	
10	1.2.2.1 Terrassement	45 jours	Septembre 22 2021	Novembre 23 2021		11,737,250.00 DA																	
11	1.2.2.1.1 Décapage de la terre végétale	1 jour	Septembre 22 2021	Septembre 22 2021	8DD+73 jours	51,100.00 DA																	
12	1.2.2.1.2 Déblais	1 jour	Septembre 23 2021	Septembre 23 2021		31,430.00 DA																	
13	1.2.2.1.2.1 Mise en dépôt	1 jour	Septembre 23 2021	Septembre 23 2021	11	31,430.00 DA																	
14	1.2.2.1.3 Remblais	16 jours	Septembre 26 2021	Octobre 17 2021		1,870,880.00 DA																	
15	1.2.2.1.3.1 Mise en Œuvre(Pose et réglag	16 jours	Septembre 26 2021	Octobre 17 2021	12	1,870,880.00 DA																	
16	1.2.2.1.4 Remblais contigus	3 jours	Octobre 18 2021	Octobre 20 2021	15	121,590.00 DA																	
17	1.2.2.1.5 Partie Supérieure de Terrassement	15 jours	Octobre 21 2021	Novembre 10 2021	16	1,442,250.00 DA																	
18	1.2.2.1.6 Couche de forme	9 jours	Novembre 11 2021	Novembre 23 2021	17	8,220,000.00 DA																	
19	1.2.2.2 Chaussée	103 jours	Novembre 24 2021	Avril 17 2022		67,175,990.00 DA																	
20	1.2.2.2.1 Couche de fondation	3 jours	Novembre 24 2021	Novembre 28 2021	10	29,250,000.00 DA																	
21	1.2.2.2.2 Couche d'impregnation(cut back 0	2 jours	Novembre 29 2021	Novembre 30 2021	20	2,338,000.00 DA																	
22	1.2.2.2.3 Couche de base	13 jours	Décembre 1 2021	Avril 7 2022	21	19,500,000.00 DA																	
23	1.2.2.2.4 Couche de roulement	3 jours	Avril 10 2022	Avril 12 2022	22	16,000,000.00 DA																	
24	1.2.2.2.5 Réglage de l'accotement	3 jours	Avril 13 2022	Avril 17 2022	23	87,990.00 DA																	
25	1.2.2.3 Equipement	6 jours	Avril 18 2022	Avril 25 2022		7,777,500.00 DA																	
26	1.2.2.3.1 Assainissement	5 jours	Avril 18 2022	Avril 24 2022		6,680,000.00 DA																	
27	1.2.2.3.1.1 Fossés	5 jours	Avril 18 2022	Avril 24 2022	19	6,680,000.00 DA																	
28	1.2.2.3.2 Signalisation	1 jour	Avril 25 2022	Avril 25 2022		1,097,500.00 DA																	
29	1.2.2.3.2.1 Marquage sur chaussée	1 jour	Avril 25 2022	Avril 25 2022	27	1,085,500.00 DA																	
30	1.2.2.3.2.2 Signalisation verticale	1 jour	Avril 25 2022	Avril 25 2022	29DD	12,000.00 DA																	
31	1.3 Cloture	12 jours	Avril 26 2022	Mai 11 2022		344,925.00 DA																	
32	1.3.1 Repliement de chantier	3 jours	Avril 26 2022	Avril 28 2022	28	103,425.00 DA																	
33	1.3.2 Nettoyage de site	4 jours	Mai 1 2022	Mai 4 2022	32	241,500.00 DA																	
34	1.3.3 Procédure de cloture	3 jours	Mai 5 2022	Mai 9 2022	33	0.00 DA																	
35	1.3.4 Réception provisoire du projet	2 jours	Mai 10 2022	Mai 11 2022	34	0.00 DA																	



Projet : Projet Routier 2021 Date : Juin 19 2021	Tâche		Tâches externes		Tâche manuelle		Fin uniquement	
	Fractionnement		Jalons externes		Durée uniquement		Échéance	
	Jalon		Tâche inactive		Report récapitulatif manuel		Avancement	
	Récapitulative		Jalon inactif		Récapitulatif manuel		Progression manuelle	
	Récapitulatif du projet		Récapitulatif inactif		Début uniquement			

ANNEXE D

Rapport sur les volumes

Projet: C:\Users\M Sidi\Desktop\PFE route - Profil final 2021 travers.dwg

Axe: Alignment - Axe projet

Groupe de tabulations: Tabulation axe projet

Abscisse curviligne de départ: 0+281.000

Abscisse curviligne de fin: 1+951.000

Abcisse	Surface de déblai (m2)	Volume de déblai (m3)	Volume réutilisable (m3)	Surface de remblai (m2)	Volume de remblai (m3)	Vol. déblai Cum. (m3)	Vol. réutilisable Cum. (Cu.m.)	Vol. remblai Cum. (m3)	Vol. Net Cum. (m3)
0+281.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+281.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+300.000	0.00	0.00	0.00	16.96	161.10	0.00	0.00	161.10	-161.10
0+300.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	161.10	-161.10
0+320.000	0.00	0.00	0.00	25.58	255.82	0.00	0.00	416.91	-416.91
0+340.000	0.00	0.00	0.00	33.37	589.49	0.00	0.00	1006.41	-1006.41
0+360.000	0.00	0.00	0.00	37.69	710.54	0.00	0.00	1716.95	-1716.95
0+380.000	0.00	0.00	0.00	39.21	768.95	0.00	0.00	2485.90	-2485.90
0+400.000	0.00	0.00	0.00	39.88	790.91	0.00	0.00	3276.81	-3276.81
0+400.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3276.81	-3276.81
0+420.000	0.00	0.00	0.00	40.24	402.38	0.00	0.00	3679.19	-3679.19
0+440.000	0.00	0.00	0.00	39.67	799.10	0.00	0.00	4478.29	-4478.29
0+460.000	0.00	0.00	0.00	38.77	784.40	0.00	0.00	5262.68	-5262.68
0+480.000	0.00	0.00	0.00	37.46	762.25	0.00	0.00	6024.93	-6024.93
0+500.000	0.00	0.00	0.00	35.87	733.29	0.00	0.00	6758.22	-6758.22
0+500.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6758.22	-6758.22
0+520.000	0.00	0.00	0.00	33.82	338.20	0.00	0.00	7096.42	-7096.42
0+540.000	0.00	0.00	0.00	32.94	667.58	0.00	0.00	7764.00	-7764.00
0+560.000	0.00	0.00	0.00	33.70	666.35	0.00	0.00	8430.35	-8430.35
0+580.000	0.00	0.00	0.00	33.83	675.28	0.00	0.00	9105.62	-9105.62
0+600.000	0.00	0.00	0.00	31.75	655.79	0.00	0.00	9761.42	-9761.42
0+600.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9761.42	-9761.42
0+620.000	0.00	0.00	0.00	27.10	270.95	0.00	0.00	10032.37	-10032.37
0+640.000	0.00	0.00	0.00	19.53	466.28	0.00	0.00	10498.64	-10498.64
0+660.000	0.17	1.63	1.63	8.54	281.46	1.63	1.63	10780.10	-10778.47
0+680.000	5.97	61.00	61.00	0.59	91.97	62.63	62.63	10872.08	-10809.44
0+700.000	16.49	224.25	224.25	0.00	5.99	286.88	286.88	10878.07	-10591.19
0+700.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	286.88	286.88	10878.07	-10591.19
0+720.000	19.36	193.84	193.84	0.00	0.00	480.72	480.72	10878.07	-10397.35
0+740.000	16.32	356.66	356.66	0.00	0.00	837.38	837.38	10878.07	-10040.69
0+760.000	13.99	302.11	302.11	0.00	0.00	1139.49	1139.49	10878.07	-9738.58
0+780.000	11.90	257.71	257.71	0.00	0.00	1397.20	1397.20	10878.07	-9480.87
0+800.000	11.52	233.12	233.12	0.00	0.00	1630.32	1630.32	10878.07	-9247.75

0+800.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1630.32	1630.32	10878.07	-9247.75
0+820.000	13.49	134.45	134.45	0.00	0.00	1764.77	1764.77	10878.07	-9113.29
0+840.000	16.31	297.93	297.93	0.00	0.00	2062.70	2062.70	10878.07	-8815.37
0+860.000	10.75	270.54	270.54	0.16	1.62	2333.24	2333.24	10879.69	-8546.45
0+880.000	5.08	158.27	158.27	1.19	13.50	2491.51	2491.51	10893.19	-8401.69
0+900.000	0.57	56.50	56.50	4.07	52.56	2548.00	2548.00	10945.75	-8397.75
0+900.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2548.00	2548.00	10945.75	-8397.75
0+920.000	0.00	0.00	0.00	9.98	99.80	2548.00	2548.00	11045.55	-8497.55
0+940.000	0.00	0.00	0.00	14.96	249.43	2548.00	2548.00	11294.98	-8746.98
0+960.000	0.00	0.00	0.00	21.07	360.38	2548.00	2548.00	11655.36	-9107.36
0+980.000	0.00	0.00	0.00	28.26	493.39	2548.00	2548.00	12148.75	-9600.75
1+000.000	0.00	0.00	0.00	35.24	635.03	2548.00	2548.00	12783.78	-10235.77
1+020.000	0.00	0.00	0.00	39.39	746.31	2548.00	2548.00	13530.09	-10982.09
1+040.000	0.00	0.00	0.00	42.43	818.22	2548.00	2548.00	14348.31	-11800.31
1+060.000	0.00	0.00	0.00	45.28	877.05	2548.00	2548.00	15225.36	-12677.36
1+080.000	0.00	0.00	0.00	48.35	936.30	2548.00	2548.00	16161.66	-13613.66
1+100.000	0.00	0.00	0.00	51.73	1000.87	2548.00	2548.00	17162.53	-14614.53
1+100.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2548.00	2548.00	17162.53	-14614.53
1+120.000	0.00	0.00	0.00	55.56	555.63	2548.00	2548.00	17718.16	-15170.16
1+140.000	0.00	0.00	0.00	59.96	1154.98	2548.00	2548.00	18873.14	-16325.14
1+160.000	0.00	0.00	0.00	65.26	1251.85	2548.00	2548.00	20124.99	-17576.99
1+170.000	0.00	0.00	0.00	67.97	666.12	2548.00	2548.00	20791.12	-18243.11
1+180.000	0.00	0.00	0.00	70.65	693.10	2548.00	2548.00	21484.22	-18936.21
1+190.000	0.00	0.00	0.00	73.25	719.51	2548.00	2548.00	22203.73	-19655.73
1+200.000	0.00	0.00	0.00	76.14	746.95	2548.00	2548.00	22950.68	-20402.68
1+200.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2548.00	2548.00	22950.68	-20402.68
1+210.000	0.00	0.00	0.00	78.68	393.42	2548.00	2548.00	23344.10	-20796.10
1+220.000	0.00	0.00	0.00	80.58	796.33	2548.00	2548.00	24140.43	-21592.43
1+230.000	0.00	0.00	0.00	83.06	818.19	2548.00	2548.00	24958.62	-22410.62
1+240.000	0.00	0.00	0.00	86.62	848.38	2548.00	2548.00	25807.01	-23259.00
1+250.000	0.00	0.00	0.00	89.98	882.98	2548.00	2548.00	26689.99	-24141.98
1+260.000	0.00	0.00	0.00	92.14	910.57	2548.00	2548.00	27600.56	-25052.56
1+270.000	0.00	0.00	0.00	93.10	926.22	2548.00	2548.00	28526.78	-25978.77
1+280.000	0.00	0.00	0.00	93.68	933.92	2548.00	2548.00	29460.70	-26912.69
1+290.000	0.00	0.00	0.00	92.82	932.48	2548.00	2548.00	30393.18	-27845.17
1+300.000	0.00	0.00	0.00	90.91	918.63	2548.00	2548.00	31311.80	-28763.80
1+300.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2548.00	2548.00	31311.80	-28763.80
1+310.000	0.00	0.00	0.00	88.28	441.42	2548.00	2548.00	31753.22	-29205.22
1+320.000	0.00	0.00	0.00	85.79	870.39	2548.00	2548.00	32623.61	-30075.61
1+330.000	0.00	0.00	0.00	83.52	846.58	2548.00	2548.00	33470.19	-30922.19
1+340.000	0.00	0.00	0.00	81.50	825.12	2548.00	2548.00	34295.32	-31747.32
1+350.000	0.00	0.00	0.00	79.75	806.28	2548.00	2548.00	35101.60	-32553.59
1+360.000	0.00	0.00	0.00	78.29	790.22	2548.00	2548.00	35891.81	-33343.81
1+370.000	0.00	0.00	0.00	77.08	776.83	2548.00	2548.00	36668.65	-34120.64

1+380.000	0.00	0.00	0.00	75.88	764.79	2548.00	2548.00	37433.43	-34885.43
1+390.000	0.00	0.00	0.00	74.74	753.11	2548.00	2548.00	38186.55	-35638.55
1+400.000	0.00	0.00	0.00	73.62	741.81	2548.00	2548.00	38928.36	-36380.35
1+400.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2548.00	2548.00	38928.36	-36380.35
1+410.000	0.00	0.00	0.00	72.55	362.77	2548.00	2548.00	39291.13	-36743.13
1+420.000	0.00	0.00	0.00	71.50	720.27	2548.00	2548.00	40011.40	-37463.39
1+430.000	0.00	0.00	0.00	70.50	710.00	2548.00	2548.00	40721.40	-38173.40
1+440.000	0.00	0.00	0.00	69.52	700.10	2548.00	2548.00	41421.50	-38873.49
1+450.000	0.00	0.00	0.00	68.59	690.54	2548.00	2548.00	42112.04	-39564.04
1+460.000	0.00	0.00	0.00	67.67	681.33	2548.00	2548.00	42793.37	-40245.36
1+470.000	0.00	0.00	0.00	66.80	672.38	2548.00	2548.00	43465.75	-40917.74
1+480.000	0.00	0.00	0.00	65.52	661.59	2548.00	2548.00	44127.33	-41579.33
1+490.000	0.00	0.00	0.00	63.79	646.54	2548.00	2548.00	44773.87	-42225.87
1+500.000	0.00	0.00	0.00	62.00	628.94	2548.00	2548.00	45402.81	-42854.81
1+500.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2548.00	2548.00	45402.81	-42854.81
1+510.000	0.00	0.00	0.00	60.23	301.17	2548.00	2548.00	45703.99	-43155.98
1+520.000	0.00	0.00	0.00	58.38	593.05	2548.00	2548.00	46297.04	-43749.04
1+530.000	0.00	0.00	0.00	56.59	574.82	2548.00	2548.00	46871.86	-44323.86
1+540.000	0.00	0.00	0.00	54.76	556.76	2548.00	2548.00	47428.62	-44880.62
1+550.000	0.00	0.00	0.00	51.35	530.59	2548.00	2548.00	47959.21	-45411.21
1+560.000	0.00	0.00	0.00	47.11	492.33	2548.00	2548.00	48451.54	-45903.53
1+570.000	0.00	0.00	0.00	43.11	451.10	2548.00	2548.00	48902.64	-46354.63
1+580.000	0.00	0.00	0.00	39.46	412.83	2548.00	2548.00	49315.46	-46767.46
1+590.000	0.00	0.00	0.00	34.48	369.66	2548.00	2548.00	49685.12	-47137.12
1+600.000	0.00	0.00	0.00	29.06	317.66	2548.00	2548.00	50002.78	-47454.78
1+600.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2548.00	2548.00	50002.78	-47454.78
1+610.000	0.00	0.00	0.00	25.57	127.84	2548.00	2548.00	50130.62	-47582.62
1+620.000	0.00	0.00	0.00	22.08	238.23	2548.00	2548.00	50368.84	-47820.84
1+640.000	0.00	0.07	0.07	11.73	335.85	2548.08	2548.08	50704.70	-48156.62
1+660.000	0.09	0.96	0.96	3.78	154.16	2549.04	2549.04	50858.86	-48309.82
1+680.000	2.49	25.65	25.65	0.02	37.78	2574.69	2574.69	50896.63	-48321.94
1+700.000	0.57	30.67	30.67	9.89	99.05	2605.36	2605.36	50995.69	-48390.33
1+700.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2605.36	2605.36	50995.69	-48390.33
1+720.000	0.00	0.00	0.00	17.72	177.15	2605.36	2605.36	51172.84	-48567.48
1+740.000	0.00	0.00	0.00	40.40	581.16	2605.36	2605.36	51753.99	-49148.64
1+760.000	0.00	0.00	0.00	50.65	910.55	2605.36	2605.36	52664.54	-50059.19
1+780.000	0.00	0.00	0.00	50.35	1010.06	2605.36	2605.36	53674.60	-51069.24
1+800.000	0.00	0.00	0.00	51.91	1022.59	2605.36	2605.36	54697.19	-52091.83
1+800.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2605.36	2605.36	54697.19	-52091.83
1+820.000	0.00	0.00	0.00	49.50	494.96	2605.36	2605.36	55192.15	-52586.79
1+840.000	0.00	0.00	0.00	44.50	939.98	2605.36	2605.36	56132.13	-53526.78
1+860.000	0.00	0.00	0.00	26.84	713.40	2605.36	2605.36	56845.54	-54240.18
1+880.000	0.00	0.00	0.00	12.55	393.91	2605.36	2605.36	57239.45	-54634.09

1+900.000	0.00	0.00	0.00	7.38	199.37	2605.36	2605.36	57438.82	-54833.46
1+900.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2605.36	2605.36	57438.82	-54833.46
1+920.000	0.00	0.00	0.00	3.53	35.29	2605.36	2605.36	57474.11	-54868.76
1+940.000	0.00	0.00	0.00	0.91	44.42	2605.36	2605.36	57518.53	-54913.17
1+951.000	0.00	0.00	0.00	0.00	5.02	2605.36	2605.36	57523.55	-54918.19
1+951.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2605.36	2605.36	57523.55	-54918.19

Rapport de matériau

Projet: C:\Users\M Sidi\Desktop\PFE route - Profil final 2021 travers.dwg

Axe: Alignment - Axe projet

Groupe de tabulations: Tabulation axe projet

Abscisse curviligne de départ: 0+281.000

Abscisse curviligne de fin: 1+951.000

	Type de surface	Surface	Vol.Inc.	Vol.Cum.
		m2	m3	m3
Abscisse: 0+281.000				
	Roulement	1.06	0.00	0.00
	Base	1.77	0.00	0.00
	Fondation	7.64	0.00	0.00
	Forme	8.99	0.00	0.00
Abscisse: 0+281.000				
	Roulement	0.00	0.00	0.00
	Base	0.00	0.00	0.00
	Fondation	0.00	0.00	0.00
	Forme	0.00	0.00	0.00
Abscisse: 0+300.000				
	Roulement	1.06	10.03	10.03
	Base	1.77	16.81	16.81
	Fondation	7.64	72.58	72.58
	Forme	8.99	85.41	85.41
Abscisse: 0+300.000				
	Roulement	0.00	10.03	10.03
	Base	0.00	16.81	16.81
	Fondation	0.00	72.58	72.58
	Forme	0.00	85.41	85.41
Abscisse: 0+320.000				
	Roulement	1.06	10.56	20.59
	Base	1.77	17.69	34.50
	Fondation	7.64	76.40	148.97
	Forme	8.99	89.90	175.31
Abscisse: 0+340.000				
	Roulement	1.06	21.12	41.71
	Base	1.77	35.39	69.89
	Fondation	7.64	152.79	301.76
	Forme	8.99	179.81	355.12

Abscisse: 0+360.000				
	Roulement	1.06	21.12	62.83
	Base	1.77	35.39	105.28
	Fondation	7.64	152.79	454.55
	Forme	8.99	179.81	534.93
Abscisse: 0+380.000				
	Roulement	1.06	21.12	83.95
	Base	1.77	35.39	140.66
	Fondation	7.64	152.79	607.34
	Forme	8.99	179.81	714.74
Abscisse: 0+400.000				
	Roulement	1.06	21.12	105.07
	Base	1.77	35.39	176.05
	Fondation	7.64	152.79	760.13
	Forme	8.99	179.81	894.54
Abscisse: 0+400.000				
	Roulement	0.00	21.12	105.07
	Base	0.00	35.39	176.05
	Fondation	0.00	152.79	760.13
	Forme	0.00	179.81	894.54
Abscisse: 0+420.000				
	Roulement	1.06	10.56	115.63
	Base	1.77	17.69	193.74
	Fondation	7.64	76.40	836.53
	Forme	8.99	89.90	984.45
Abscisse: 0+440.000				
	Roulement	1.06	21.12	136.75
	Base	1.77	35.39	229.13
	Fondation	7.64	152.79	989.32
	Forme	8.99	179.81	1164.25
Abscisse: 0+460.000				
	Roulement	1.06	21.12	157.87
	Base	1.77	35.39	264.52
	Fondation	7.64	152.79	1142.11
	Forme	8.99	179.81	1344.06
Abscisse: 0+480.000				
	Roulement	1.06	21.12	178.99
	Base	1.77	35.39	299.90
	Fondation	7.64	152.79	1294.90

	Forme	8.99	179.81	1523.87
Abscisse: 0+500.000				
	Roulement	1.06	21.12	200.11
	Base	1.77	35.39	335.29
	Fondation	7.64	152.79	1447.69
	Forme	8.99	179.81	1703.68
Abscisse: 0+500.000				
	Roulement	0.00	21.12	200.11
	Base	0.00	35.39	335.29
	Fondation	0.00	152.79	1447.69
	Forme	0.00	179.81	1703.68
Abscisse: 0+520.000				
	Roulement	1.06	10.56	210.67
	Base	1.77	17.69	352.98
	Fondation	7.64	76.40	1524.08
	Forme	8.99	89.90	1793.58
Abscisse: 0+540.000				
	Roulement	1.06	21.12	231.79
	Base	1.77	35.39	388.37
	Fondation	7.64	152.79	1676.87
	Forme	8.99	179.81	1973.39
Abscisse: 0+560.000				
	Roulement	1.06	21.12	252.91
	Base	1.77	35.39	423.76
	Fondation	7.64	152.79	1829.66
	Forme	8.99	179.81	2153.20
Abscisse: 0+580.000				
	Roulement	1.06	21.12	274.03
	Base	1.77	35.39	459.14
	Fondation	7.64	152.79	1982.45
	Forme	8.99	179.81	2333.00
Abscisse: 0+600.000				
	Roulement	1.06	21.12	295.15
	Base	1.77	35.38	494.53
	Fondation	7.64	152.78	2135.23
	Forme	8.99	179.80	2512.81
Abscisse: 0+600.000				
	Roulement	0.00	21.12	295.15
	Base	0.00	35.38	494.53
	Fondation	0.00	152.78	2135.23

	Forme	0.00	179.80	2512.81
Abscisse: 0+620.000				
	Roulement	1.06	10.56	305.71
	Base	1.77	17.69	512.21
	Fondation	7.64	76.36	2211.59
	Forme	8.99	89.89	2602.70
Abscisse: 0+640.000				
	Roulement	1.06	21.12	326.83
	Base	1.77	35.37	547.58
	Fondation	7.63	152.69	2364.28
	Forme	8.87	178.58	2781.29
Abscisse: 0+660.000				
	Roulement	1.06	21.12	347.95
	Base	1.77	35.36	582.93
	Fondation	7.63	152.65	2516.93
	Forme	8.75	176.19	2957.47
Abscisse: 0+680.000				
	Roulement	1.06	21.12	369.07
	Base	1.77	35.35	618.29
	Fondation	7.63	152.63	2669.57
	Forme	8.75	175.00	3132.47
Abscisse: 0+700.000				
	Roulement	1.06	21.12	390.19
	Base	1.77	35.36	653.65
	Fondation	7.63	152.64	2822.21
	Forme	8.79	175.46	3307.93
Abscisse: 0+700.000				
	Roulement	0.00	21.12	390.19
	Base	0.00	35.36	653.65
	Fondation	0.00	152.64	2822.21
	Forme	0.00	175.46	3307.93
Abscisse: 0+720.000				
	Roulement	1.06	10.56	400.75
	Base	1.77	17.69	671.33
	Fondation	7.63	76.33	2898.55
	Forme	8.98	89.87	3397.80
Abscisse: 0+740.000				
	Roulement	1.06	21.12	421.87
	Base	1.77	35.37	706.70

	Fondation	7.63	152.66	3051.21
	Forme	8.96	179.48	3577.27
Abscisse: 0+760.000				
	Roulement	1.06	21.12	442.99
	Base	1.77	35.36	742.07
	Fondation	7.63	152.65	3203.86
	Forme	8.90	178.63	3755.91
Abscisse: 0+780.000				
	Roulement	1.06	21.12	464.11
	Base	1.77	35.36	777.42
	Fondation	7.63	152.64	3356.50
	Forme	8.87	177.74	3933.64
Abscisse: 0+800.000				
	Roulement	1.06	21.12	485.23
	Base	1.77	35.35	812.78
	Fondation	7.63	152.64	3509.14
	Forme	8.87	177.40	4111.04
Abscisse: 0+800.000				
	Roulement	0.00	21.12	485.23
	Base	0.00	35.35	812.78
	Fondation	0.00	152.64	3509.14
	Forme	0.00	177.40	4111.04
Abscisse: 0+820.000				
	Roulement	1.06	10.56	495.79
	Base	1.77	17.68	830.46
	Fondation	7.63	76.35	3585.48
	Forme	8.87	88.70	4199.75
Abscisse: 0+840.000				
	Roulement	1.06	21.12	516.91
	Base	1.77	35.37	865.83
	Fondation	7.64	152.72	3738.20
	Forme	8.87	177.39	4377.14
Abscisse: 0+860.000				
	Roulement	1.06	21.12	538.03
	Base	1.77	35.38	901.21
	Fondation	7.64	152.76	3890.96
	Forme	8.75	176.20	4553.34
Abscisse: 0+880.000				
	Roulement	1.06	21.12	559.15
	Base	1.77	35.39	936.60

	Fondation	7.64	152.79	4043.75
	Forme	8.75	175.01	4728.34
Abscisse: 0+900.000				
	Roulement	1.06	21.12	580.27
	Base	1.77	35.39	971.98
	Fondation	7.64	152.79	4196.54
	Forme	8.75	175.01	4903.35
Abscisse: 0+900.000				
	Roulement	0.00	21.12	580.27
	Base	0.00	35.39	971.98
	Fondation	0.00	152.79	4196.54
	Forme	0.00	175.01	4903.35
Abscisse: 0+920.000				
	Roulement	1.06	10.56	590.83
	Base	1.77	17.69	989.68
	Fondation	7.64	76.40	4272.93
	Forme	8.87	88.70	4992.05
Abscisse: 0+940.000				
	Roulement	1.06	21.12	611.95
	Base	1.77	35.39	1025.06
	Fondation	7.64	152.79	4425.72
	Forme	8.87	177.41	5169.46
Abscisse: 0+960.000				
	Roulement	1.06	21.12	633.07
	Base	1.77	35.39	1060.45
	Fondation	7.64	152.79	4578.51
	Forme	8.99	178.61	5348.07
Abscisse: 0+980.000				
	Roulement	1.06	21.12	654.19
	Base	1.77	35.39	1095.84
	Fondation	7.64	152.79	4731.30
	Forme	8.99	179.81	5527.88
Abscisse: 1+000.000				
	Roulement	1.06	21.12	675.31
	Base	1.77	35.39	1131.22
	Fondation	7.64	152.79	4884.09
	Forme	8.99	179.81	5707.69
Abscisse: 1+020.000				
	Roulement	1.06	21.12	696.43

	Base	1.77	35.39	1166.61
	Fondation	7.64	152.79	5036.88
	Forme	8.99	179.81	5887.49
Abscisse: 1+040.000				
	Roulement	1.06	21.12	717.55
	Base	1.77	35.39	1202.00
	Fondation	7.64	152.78	5189.67
	Forme	8.99	179.81	6067.30
Abscisse: 1+060.000				
	Roulement	1.06	21.12	738.67
	Base	1.77	35.38	1237.38
	Fondation	7.64	152.76	5342.43
	Forme	8.99	179.80	6247.10
Abscisse: 1+080.000				
	Roulement	1.06	21.12	759.79
	Base	1.77	35.37	1272.75
	Fondation	7.64	152.74	5495.17
	Forme	8.99	179.79	6426.89
Abscisse: 1+100.000				
	Roulement	1.06	21.12	780.91
	Base	1.77	35.37	1308.12
	Fondation	7.63	152.71	5647.87
	Forme	8.99	179.79	6606.68
Abscisse: 1+100.000				
	Roulement	0.00	21.12	780.91
	Base	0.00	35.37	1308.12
	Fondation	0.00	152.71	5647.87
	Forme	0.00	179.79	6606.68
Abscisse: 1+120.000				
	Roulement	1.06	10.56	791.47
	Base	1.77	17.68	1325.80
	Fondation	7.63	76.33	5724.21
	Forme	8.99	89.89	6696.57
Abscisse: 1+140.000				
	Roulement	1.06	21.12	812.59
	Base	1.77	35.36	1361.16
	Fondation	7.63	152.65	5876.86
	Forme	8.99	179.77	6876.34
Abscisse: 1+160.000				
	Roulement	1.06	21.12	833.71

	Base	1.77	35.35	1396.51
	Fondation	7.63	152.64	6029.49
	Forme	8.99	179.77	7056.11
Abscisse: 1+170.000				
	Roulement	1.06	10.56	844.27
	Base	1.77	17.68	1414.19
	Fondation	7.63	76.32	6105.81
	Forme	8.99	89.88	7145.99
Abscisse: 1+180.000				
	Roulement	1.06	10.56	854.83
	Base	1.77	17.68	1431.86
	Fondation	7.63	76.32	6182.13
	Forme	8.99	89.88	7235.88
Abscisse: 1+190.000				
	Roulement	1.06	10.56	865.39
	Base	1.77	17.68	1449.54
	Fondation	7.63	76.32	6258.45
	Forme	8.99	89.88	7325.76
Abscisse: 1+200.000				
	Roulement	1.06	10.56	875.95
	Base	1.77	17.68	1467.22
	Fondation	7.63	76.32	6334.77
	Forme	8.99	89.88	7415.64
Abscisse: 1+200.000				
	Roulement	0.00	10.56	875.95
	Base	0.00	17.68	1467.22
	Fondation	0.00	76.32	6334.77
	Forme	0.00	89.88	7415.64
Abscisse: 1+210.000				
	Roulement	1.06	5.28	881.23
	Base	1.77	8.84	1476.06
	Fondation	7.63	38.16	6372.93
	Forme	8.99	44.94	7460.59
Abscisse: 1+220.000				
	Roulement	1.06	10.56	891.79
	Base	1.77	17.68	1493.73
	Fondation	7.63	76.32	6449.25
	Forme	8.99	89.88	7550.47
Abscisse: 1+230.000				

	Roulement	1.06	10.56	902.35
	Base	1.77	17.68	1511.41
	Fondation	7.63	76.32	6525.57
	Forme	8.99	89.88	7640.36
Abscisse: 1+240.000				
	Roulement	1.06	10.56	912.91
	Base	1.77	17.68	1529.09
	Fondation	7.63	76.32	6601.88
	Forme	8.99	89.88	7730.24
Abscisse: 1+250.000				
	Roulement	1.06	10.56	923.47
	Base	1.77	17.68	1546.76
	Fondation	7.63	76.32	6678.20
	Forme	8.99	89.88	7820.12
Abscisse: 1+260.000				
	Roulement	1.06	10.56	934.03
	Base	1.77	17.68	1564.44
	Fondation	7.63	76.32	6754.52
	Forme	8.99	89.88	7910.01
Abscisse: 1+270.000				
	Roulement	1.06	10.56	944.59
	Base	1.77	17.68	1582.12
	Fondation	7.63	76.32	6830.84
	Forme	8.99	89.88	7999.89
Abscisse: 1+280.000				
	Roulement	1.06	10.56	955.15
	Base	1.77	17.68	1599.79
	Fondation	7.63	76.32	6907.16
	Forme	8.99	89.88	8089.78
Abscisse: 1+290.000				
	Roulement	1.06	10.56	965.71
	Base	1.77	17.68	1617.47
	Fondation	7.63	76.32	6983.48
	Forme	8.99	89.88	8179.66
Abscisse: 1+300.000				
	Roulement	1.06	10.56	976.27
	Base	1.77	17.68	1635.15
	Fondation	7.63	76.32	7059.80
	Forme	8.99	89.88	8269.55
Abscisse: 1+300.000				

	Roulement	0.00	10.56	976.27
	Base	0.00	17.68	1635.15
	Fondation	0.00	76.32	7059.80
	Forme	0.00	89.88	8269.55
Abscisse: 1+310.000				
	Roulement	1.06	5.28	981.55
	Base	1.77	8.84	1643.99
	Fondation	7.63	38.16	7097.96
	Forme	8.99	44.94	8314.49
Abscisse: 1+320.000				
	Roulement	1.06	10.56	992.11
	Base	1.77	17.68	1661.66
	Fondation	7.63	76.32	7174.28
	Forme	8.99	89.88	8404.37
Abscisse: 1+330.000				
	Roulement	1.06	10.56	1002.67
	Base	1.77	17.68	1679.34
	Fondation	7.63	76.32	7250.59
	Forme	8.99	89.88	8494.26
Abscisse: 1+340.000				
	Roulement	1.06	10.56	1013.23
	Base	1.77	17.68	1697.02
	Fondation	7.63	76.32	7326.91
	Forme	8.99	89.88	8584.14
Abscisse: 1+350.000				
	Roulement	1.06	10.56	1023.79
	Base	1.77	17.68	1714.69
	Fondation	7.63	76.32	7403.23
	Forme	8.99	89.88	8674.03
Abscisse: 1+360.000				
	Roulement	1.06	10.56	1034.35
	Base	1.77	17.68	1732.37
	Fondation	7.63	76.32	7479.55
	Forme	8.99	89.88	8763.91
Abscisse: 1+370.000				
	Roulement	1.06	10.56	1044.91
	Base	1.77	17.68	1750.05
	Fondation	7.63	76.32	7555.87
	Forme	8.99	89.88	8853.79

Abscisse: 1+380.000				
	Roulement	1.06	10.56	1055.47
	Base	1.77	17.68	1767.72
	Fondation	7.63	76.32	7632.19
	Forme	8.99	89.88	8943.68
Abscisse: 1+390.000				
	Roulement	1.06	10.56	1066.03
	Base	1.77	17.68	1785.40
	Fondation	7.63	76.32	7708.51
	Forme	8.99	89.88	9033.56
Abscisse: 1+400.000				
	Roulement	1.06	10.56	1076.59
	Base	1.77	17.68	1803.08
	Fondation	7.63	76.32	7784.83
	Forme	8.99	89.88	9123.45
Abscisse: 1+400.000				
	Roulement	0.00	10.56	1076.59
	Base	0.00	17.68	1803.08
	Fondation	0.00	76.32	7784.83
	Forme	0.00	89.88	9123.45
Abscisse: 1+410.000				
	Roulement	1.06	5.28	1081.87
	Base	1.77	8.84	1811.92
	Fondation	7.63	38.16	7822.99
	Forme	8.99	44.94	9168.39
Abscisse: 1+420.000				
	Roulement	1.06	10.56	1092.43
	Base	1.77	17.68	1829.59
	Fondation	7.63	76.32	7899.31
	Forme	8.99	89.88	9258.27
Abscisse: 1+430.000				
	Roulement	1.06	10.56	1102.99
	Base	1.77	17.68	1847.27
	Fondation	7.63	76.32	7975.62
	Forme	8.99	89.88	9348.16
Abscisse: 1+440.000				
	Roulement	1.06	10.56	1113.55
	Base	1.77	17.68	1864.95
	Fondation	7.63	76.32	8051.94
	Forme	8.99	89.88	9438.04

Abscisse: 1+450.000				
	Roulement	1.06	10.56	1124.11
	Base	1.77	17.68	1882.62
	Fondation	7.63	76.32	8128.26
	Forme	8.99	89.88	9527.93
Abscisse: 1+460.000				
	Roulement	1.06	10.56	1134.67
	Base	1.77	17.68	1900.30
	Fondation	7.63	76.32	8204.58
	Forme	8.99	89.88	9617.81
Abscisse: 1+470.000				
	Roulement	1.06	10.56	1145.23
	Base	1.77	17.68	1917.98
	Fondation	7.63	76.32	8280.90
	Forme	8.99	89.88	9707.69
Abscisse: 1+480.000				
	Roulement	1.06	10.56	1155.79
	Base	1.77	17.68	1935.65
	Fondation	7.63	76.32	8357.22
	Forme	8.99	89.88	9797.58
Abscisse: 1+490.000				
	Roulement	1.06	10.56	1166.35
	Base	1.77	17.68	1953.33
	Fondation	7.63	76.32	8433.54
	Forme	8.99	89.88	9887.46
Abscisse: 1+500.000				
	Roulement	1.06	10.56	1176.91
	Base	1.77	17.68	1971.01
	Fondation	7.63	76.32	8509.86
	Forme	8.99	89.88	9977.35
Abscisse: 1+500.000				
	Roulement	0.00	10.56	1176.91
	Base	0.00	17.68	1971.01
	Fondation	0.00	76.32	8509.86
	Forme	0.00	89.88	9977.35
Abscisse: 1+510.000				
	Roulement	1.06	5.28	1182.19
	Base	1.77	8.84	1979.85
	Fondation	7.63	38.16	8548.02

	Forme	8.99	44.94	10022.29
Abscisse: 1+520.000				
	Roulement	1.06	10.56	1192.75
	Base	1.77	17.68	1997.52
	Fondation	7.63	76.32	8624.33
	Forme	8.99	89.88	10112.17
Abscisse: 1+530.000				
	Roulement	1.06	10.56	1203.31
	Base	1.77	17.68	2015.20
	Fondation	7.63	76.32	8700.65
	Forme	8.99	89.88	10202.06
Abscisse: 1+540.000				
	Roulement	1.06	10.56	1213.87
	Base	1.77	17.68	2032.88
	Fondation	7.63	76.32	8776.97
	Forme	8.99	89.88	10291.94
Abscisse: 1+550.000				
	Roulement	1.06	10.56	1224.43
	Base	1.77	17.68	2050.55
	Fondation	7.63	76.32	8853.29
	Forme	8.99	89.88	10381.83
Abscisse: 1+560.000				
	Roulement	1.06	10.56	1234.99
	Base	1.77	17.68	2068.23
	Fondation	7.63	76.32	8929.61
	Forme	8.99	89.88	10471.71
Abscisse: 1+570.000				
	Roulement	1.06	10.56	1245.55
	Base	1.77	17.68	2085.91
	Fondation	7.63	76.32	9005.93
	Forme	8.99	89.88	10561.60
Abscisse: 1+580.000				
	Roulement	1.06	10.56	1256.11
	Base	1.77	17.68	2103.58
	Fondation	7.63	76.32	9082.25
	Forme	8.99	89.88	10651.48
Abscisse: 1+590.000				
	Roulement	1.06	10.56	1266.67
	Base	1.77	17.68	2121.26
	Fondation	7.63	76.32	9158.57

	Forme	8.99	89.88	10741.36
Abscisse: 1+600.000				
	Roulement	1.06	10.56	1277.23
	Base	1.77	17.68	2138.94
	Fondation	7.63	76.32	9234.89
	Forme	8.99	89.88	10831.25
Abscisse: 1+600.000				
	Roulement	0.00	10.56	1277.23
	Base	0.00	17.68	2138.94
	Fondation	0.00	76.32	9234.89
	Forme	0.00	89.88	10831.25
Abscisse: 1+610.000				
	Roulement	1.06	5.28	1282.51
	Base	1.77	8.84	2147.78
	Fondation	7.63	38.16	9273.04
	Forme	8.99	44.94	10876.19
Abscisse: 1+620.000				
	Roulement	1.06	10.56	1293.07
	Base	1.77	17.68	2165.45
	Fondation	7.63	76.32	9349.36
	Forme	8.99	89.88	10966.08
Abscisse: 1+640.000				
	Roulement	1.06	21.12	1314.19
	Base	1.77	35.35	2200.81
	Fondation	7.63	152.63	9502.00
	Forme	8.99	179.77	11145.84
Abscisse: 1+660.000				
	Roulement	1.06	21.12	1335.31
	Base	1.77	35.35	2236.16
	Fondation	7.63	152.64	9654.64
	Forme	8.87	178.58	11324.43
Abscisse: 1+680.000				
	Roulement	1.06	21.12	1356.43
	Base	1.77	35.36	2271.52
	Fondation	7.63	152.66	9807.30
	Forme	8.87	177.40	11501.82
Abscisse: 1+700.000				
	Roulement	1.06	21.12	1377.55
	Base	1.77	35.36	2306.88

	Fondation	7.64	152.69	9959.98
	Forme	8.99	178.58	11680.40
Abscisse: 1+700.000				
	Roulement	0.00	21.12	1377.55
	Base	0.00	35.36	2306.88
	Fondation	0.00	152.69	9959.98
	Forme	0.00	178.58	11680.40
Abscisse: 1+720.000				
	Roulement	1.06	10.56	1388.11
	Base	1.77	17.69	2324.57
	Fondation	7.64	76.37	10036.35
	Forme	8.99	89.90	11770.30
Abscisse: 1+740.000				
	Roulement	1.06	21.12	1409.23
	Base	1.77	35.38	2359.95
	Fondation	7.64	152.74	10189.09
	Forme	8.99	179.80	11950.10
Abscisse: 1+760.000				
	Roulement	1.06	21.12	1430.35
	Base	1.77	35.38	2395.33
	Fondation	7.64	152.77	10341.87
	Forme	8.99	179.80	12129.90
Abscisse: 1+780.000				
	Roulement	1.06	21.12	1451.47
	Base	1.77	35.39	2430.72
	Fondation	7.64	152.79	10494.66
	Forme	8.99	179.81	12309.71
Abscisse: 1+800.000				
	Roulement	1.06	21.12	1472.59
	Base	1.77	35.39	2466.10
	Fondation	7.64	152.79	10647.45
	Forme	8.99	179.81	12489.52
Abscisse: 1+800.000				
	Roulement	0.00	21.12	1472.59
	Base	0.00	35.39	2466.10
	Fondation	0.00	152.79	10647.45
	Forme	0.00	179.81	12489.52
Abscisse: 1+820.000				
	Roulement	1.06	10.56	1483.15
	Base	1.77	17.69	2483.80

	Fondation	7.64	76.40	10723.84
	Forme	8.99	89.90	12579.42
Abscisse: 1+840.000				
	Roulement	1.06	21.12	1504.27
	Base	1.77	35.39	2519.18
	Fondation	7.64	152.79	10876.63
	Forme	8.99	179.81	12759.23
Abscisse: 1+860.000				
	Roulement	1.06	21.12	1525.39
	Base	1.77	35.39	2554.57
	Fondation	7.64	152.79	11029.42
	Forme	8.99	179.81	12939.03
Abscisse: 1+880.000				
	Roulement	1.06	21.12	1546.51
	Base	1.77	35.39	2589.96
	Fondation	7.64	152.79	11182.21
	Forme	8.99	179.81	13118.84
Abscisse: 1+900.000				
	Roulement	1.06	21.12	1567.63
	Base	1.77	35.39	2625.34
	Fondation	7.64	152.79	11335.00
	Forme	8.99	179.81	13298.65
Abscisse: 1+900.000				
	Roulement	0.00	21.12	1567.63
	Base	0.00	35.39	2625.34
	Fondation	0.00	152.79	11335.00
	Forme	0.00	179.81	13298.65
Abscisse: 1+920.000				
	Roulement	1.06	10.56	1578.19
	Base	1.77	17.69	2643.04
	Fondation	7.64	76.40	11411.40
	Forme	8.99	89.90	13388.55
Abscisse: 1+940.000				
	Roulement	1.06	21.12	1599.31
	Base	1.77	35.39	2678.42
	Fondation	7.64	152.79	11564.19
	Forme	8.99	179.81	13568.36
Abscisse: 1+951.000				
	Roulement	1.06	11.62	1610.93

	Base	1.77	19.46	2697.88
	Fondation	7.64	84.04	11648.22
	Forme	8.99	98.90	13667.26
Abscisse: 1+951.000				
	Roulement	0.00	11.62	1610.93
	Base	0.00	19.46	2697.88
	Fondation	0.00	84.04	11648.22
	Forme	0.00	98.90	13667.26