



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Civil et Architecture

N° d'ordre : M ...../GCA/2025



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics

Spécialité : VOA

### Thème

**ETUDE DE DEDOUBLEMENT D'UN TRONÇON ROUTIER DE LA RN 120  
SUR UN LINEAIRE DE 05 KM DU PK 2+650 AU PK 7+650  
DE LA WILAYA DE TISSEMSILT**

Présenté par :

- M. NACERI Mohamed EL Amine.
- M. BOURAS Youcef.

Soutenu le : 03/06/2025

Devant le jury de soutenance composé de :

Président : M. ELMASCRI SETTI.

Encadrent : M. KERAOUTI RABAH.

Examineur : M. ROUAM SERIK MOHAMED

Invité : M. BOUARFA ZOHIR.

Année Universitaire : 2024/2025

«La vraie richesse d'un homme en ce monde se mesure au bien qu'il a fait autour de lui..»  
Prophète Mohammed

# REMERCIEMENTS

Louange à ALLAH, le Tout-Puissant, qui nous a accordé la santé, la force, la persévérance et la patience nécessaires pour mener à bien nos études et accomplir ce travail. Sans Sa bénédiction, rien n'aurait été possible.

Nous exprimons notre profonde gratitude à Monsieur KERAOUTI RABAH, notre encadrant, pour son accompagnement tout au long de ce projet. Sa disponibilité, ses conseils avisés et ses remarques constructives ont grandement contribué à l'orientation et à la qualité de ce mémoire, tant sur le plan scientifique que méthodologique.

Nos sincères remerciements vont également à Monsieur ROUAM SERIK MOHAMED, notre examinateur, pour l'intérêt qu'il a porté à notre travail. Son regard critique, ses conseils pertinents et ses encouragements nous ont été d'un grand soutien et ont enrichi notre démarche.

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble du corps professoral de notre université pour la qualité de l'enseignement reçu, leur encadrement constant, ainsi que les valeurs humaines et professionnelles transmises au fil de notre formation.

Nos pensées les plus reconnaissantes vont à nos parents, pour leur soutien indéfectible, leurs encouragements, leur patience et leurs sacrifices, qui ont été le socle de notre réussite.

Enfin, nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire, par leur aide, leurs conseils ou leur bienveillance.

# DEDICACES

Rien n'est plus précieux que d'offrir le fruit d'un long labeur à ceux qui nous sont chers. C'est avec une profonde émotion, une sincère gratitude et un immense respect que je dédie ce travail à :

- **Nos parents**, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices constants, leurs conseils sages et leur soutien indéfectible. Ce travail est avant tout le reflet de leur dévouement et de leur confiance.
- **Nos sœurs et nos frères**, pour leur présence, leur encouragement et leur soutien tout au long de ce parcours. Leur affection a toujours été une source de motivation et de réconfort.

# Résumé

Ce mémoire de fin d'études s'inscrit dans le cadre d'une réflexion approfondie sur l'optimisation des infrastructures routières, en prenant pour cas d'étude le dédoublement d'un tronçon de la Route Nationale 120 (RN 120) situé dans la wilaya de Tissemsilt, sur un linéaire de 5 km entre les points kilométriques (PK) 2+650 et 7+650. L'objectif principal de cette recherche est d'analyser les problématiques actuelles liées à ce tronçon, notamment en termes de saturation du trafic, de sécurité routière et de développement territorial, et de proposer des solutions techniques et opérationnelles pour son dédoublement.

La démarche méthodologique repose sur une approche systémique, intégrant des études techniques, environnementales et socio-économiques. Des enquêtes de trafic, des analyses géotechniques, des modélisations de circulation et des évaluations d'impacts environnementaux ont été menées pour appréhender les enjeux du projet. Les données collectées ont permis de caractériser les contraintes géométriques, structurelles et fonctionnelles de la route, ainsi que les risques associés à son exploitation actuelle.

Les résultats de l'étude révèlent une augmentation significative du volume de trafic sur ce tronçon, entraînant des congestions récurrentes, une dégradation accélérée de la chaussée et un niveau de sécurité routière insuffisant. Face à ces constats, plusieurs scénarios de dédoublement ont été élaborés, prenant en compte les spécificités topographiques, les coûts d'investissement et les impératifs de durabilité. Une analyse multicritère a permis de sélectionner la variante optimale, qui offre un équilibre entre performance technique, rentabilité économique et minimisation des impacts environnementaux.

En conclusion, ce mémoire démontre la nécessité du dédoublement du tronçon étudié pour répondre aux besoins actuels et futurs en matière de mobilité et de sécurité. Il propose également des recommandations pour la mise en œuvre du projet, en insistant sur l'importance d'une planification intégrée et d'une gestion durable des infrastructures routières. Cette étude contribue ainsi à enrichir les connaissances dans le domaine de l'ingénierie routière et offre des perspectives concrètes pour l'amélioration du réseau routier national.

## **Mots-clés :**

Dédoublement routier, RN 120, Tissemsilt, ingénierie routière, étude de trafic, modélisation de circulation, impacts environnementaux, analyse multicritère, sécurité routière, développement territorial.

# Abstract

This master's thesis is part of an in-depth reflection on the optimization of road infrastructure, focusing on the duplication of a section of the National Route 120 (RN 120) located in the wilaya of Tissemsilt, covering a 5 km stretch between kilometer points (KP) 2+650 and 7+650. The main objective of this research is to analyze the current issues related to this section, particularly in terms of traffic congestion, road safety, and regional development, and to propose technical and operational solutions for its duplication.

The methodological approach is based on a systemic framework, integrating technical, environmental, and socio-economic studies. Traffic surveys, geotechnical analyses, traffic modeling, and environmental impact assessments were conducted to understand the project's challenges. The collected data helped characterize the geometric, structural, and functional constraints of the road, as well as the risks associated with its current operation.

The study's findings reveal a significant increase in traffic volume on this section, leading to recurrent congestion, accelerated pavement deterioration, and insufficient road safety levels. In light of these observations, several duplication scenarios were developed, taking into account topographic specificities, investment costs, and sustainability requirements. A multicriteria analysis was used to select the optimal variant, which balances technical performance, economic viability, and minimized environmental impacts.

In conclusion, this thesis demonstrates the necessity of duplicating the studied section to address current and future mobility and safety needs. It also provides recommendations for the project's implementation, emphasizing the importance of integrated planning and sustainable management of road infrastructure. This study contributes to enriching knowledge in the field of road engineering and offers concrete perspectives for improving the national road network.

## **Keywords:**

Road duplication, RN 120, Tissemsilt, road engineering, traffic study, traffic modeling, environmental impacts, multicriteria analysis, road safety, regional development

## ملخص

تندرج هذه الرسالة في إطار تفكير معمق حول تحسين البنية التحتية للطرق، مع التركيز على دراسة تضاعف قسم من الطريق الوطني 120 (RN 120) الموجود بولاية تيسمسيلت، على مسافة 5 كيلومترات بين النقطتين الكيلومترية (PK) 2+650 و 7+650.

الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تحليل المشكلات الحالية المرتبطة بهذا القسم، خاصة فيما يتعلق بالازدحام المروري، السلامة الطرقية، والتنمية الإقليمية، واقتراح حلول تقنية وعملية لتضاعفه.

تعتمد المنهجية على إطار نظامي متكامل، يشمل دراسات تقنية، بيئية، واجتماعية-اقتصادية. تم إجراء استطلاعات مرورية، تحليل جيوتقنية، نمذجة حركة المرور، وتقييمات الأثر البيئي لفهم تحديات المشروع. ساعدت البيانات المجمعة في تحديد القيود الهندسية، الهيكلية، والوظيفية للطريق، بالإضافة إلى المخاطر المرتبطة بتشغيله الحالي.

كشفت نتائج الدراسة عن زيادة كبيرة في حجم المرور على هذا القسم، مما أدى إلى ازدحام متكرر، تدهور متسارع في الرصيف، ومستويات غير كافية من السلامة الطرقية. في ضوء هذه الملاحظات، تم تطوير عدة سيناريوهات للتضاعف، مع مراعاة الخصائص الطبوغرافية، تكاليف الاستثمار، ومتطلبات الاستدامة. تم استخدام تحليل متعدد المعايير لاختيار البديل الأمثل، الذي يوازن بين الأداء التقني، الجدوى الاقتصادية، وتقليل الآثار البيئية.

في الختام، تثبت هذه الرسالة ضرورة تضاعف القسم المدروس لتلبية احتياجات التنقل والسلامة الحالية والمستقبلية. كما تقدم توصيات لتنفيذ المشروع، مع التأكيد على أهمية التخطيط المتكامل والإدارة المستدامة للبنية التحتية الطرقية. تساهم هذه الدراسة في إثراء المعرفة في مجال هندسة الطرق وتقدم منظورات ملموسة لتحسين الشبكة الطرقية الوطنية.

### الكلمات المفتاحية:

تضاعف الطرق، RN 120، تسمسيلت، هندسة الطرق، دراسة المرور، نمذجة حركة المرور، الآثار البيئية، التحليل متعدد المعايير، السلامة الطرقية، التنمية الإقليمية.

# SOMMAIRE

Citation	I
Remerciement	II
Dédicaces	III
Résumé	IV
Sommaire	1
Liste des abréviations et symboles	4
Liste des tableaux	5
Liste des figures	7
Introduction Général	9

## Partie I : Présentation générale

<b>Chapitre I : Présentation</b>	<b>15</b>
I.1 Descriptif de la ville	
I.2 Description des lieux	
I.3 Objectif du projet	
I.4 Description du projet	
<b>Chapitre II : Topographie générale</b>	<b>21</b>
II.1 Introduction	
II.2 Vérification du plan topographique	
II.3 Environnement de la route	
II.4 Conclusion	

## Partie II : Etude de l'avant-projet détaillé

<b>Chapitre I : Etude de trafic</b>	<b>25</b>
I.1 Introduction	
I.2 Analyse du trafic existant	
I.3 Différents type de trafic	
I.4 Modèles de présentation de trafic	
I.5 Calcul de la capacité	
I.6 Application au projet	
I.7 Conclusion	
<b>Chapitre II : Tracé en plan</b>	<b>35</b>
II.1 Introduction	
II.2 Règles à respecter dans le tracé en plan	
II.3 Les éléments du tracé en plan	
II.4 Paramètres fondamentaux	
II.5 Des courbes de raccordement progressives	
II.6 Application au projet	
<b>Chapitre III : Profil en long</b>	<b>48</b>

III1	Introduction	
III2	Règles à respecter dans le tracé du profil en long	
III3	Coordination du tracé en plan et profil en long	
III4	Déclivités	
III5	Raccordements en profil en long	
III6	Détermination pratique du profil en long	
II.7	Application au projet	
<b>Chapitre IV</b>	<b><i>Profil en travers</i></b>	<b>55</b>
IV.1	Introduction	
IV.2	Les éléments du profil en travers	
IV.3	Classification du profil en travers	
IV.4	Application au projet	
<b>Chapitre V</b>	<b><i>Etude géotechnique</i></b>	<b>58</b>
V.1	Introduction	
V.2	Les moyens de reconnaissance	
V.3	Condition d'utilisation des sols en remblais	
V.4	Conclusion	
<b>Chapitre VI</b>	<b><i>Sécurité et caractéristique géométrique</i></b>	<b>66</b>
VI1	Paramètres de base pour les études de tracé	
VI2	Vitesse de référence des véhicules légers (VVL) et des poids lourds (VPL)	
VI3	Introduction	
VI4	Paramètres Cinématique	
VI5	Temps de perception-réaction	
VI6	Distance d'arrêt en alignement droit	
VI7	Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre	
VI8	Distance de visibilité de dépassement minimal « d <sub>admin</sub> »	
VI9	distance de visibilité de manœuvre de dépassement	
VI10	Espacement et Distance de Sécurité entre Deux Véhicules	
<b>Chapitre VII</b>	<b><i>Dimensionnement du corps de chaussée</i></b>	<b>74</b>
VII1	Introduction	
VII2	La chaussée	
VII3	Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de chaussée	
VII4	Les principales méthodes de dimensionnement	
VII5	Application au projet	
VII6	Conclusion	
<b>Chapitre VIII</b>	<b><i>Cubature</i></b>	<b>83</b>
VIII1	Introduction	

<b>VIII2</b>	Définition	
<b>VIII3</b>	Cubatures Des Terrassements	
<b>VIII4</b>	Méthode de calcul des cubatures	
<b>VIII5</b>	Conclusion	
<b>Chapitre IX:</b>	<i>Assainissement</i>	<b>87</b>
<b>IX1</b>	Introductions	
<b>IX2</b>	Objectif de l'assainissement	
<b>IX3</b>	Type des dégradations	
<b>IX4</b>	Type des canalisations	
<b>IX5</b>	Assainissement de la chaussée	
<b>IX6</b>	Définition des termes hydraulique	
<b>IX7</b>	Drainage des eaux souterraines	
<b>IX8</b>	Dimensionnement des ouvrages du réseau d'assainissement	
<b>IX9</b>	Dimensionnement des buses	
<b>IX10</b>	Dimensionnement des fosses	
<b>IX11</b>	Conclusion	
<b>Chapitre X:</b>	<i>Signalisation et éclairage</i>	<b>102</b>
<b>X.1</b>	<b>Signalisation</b> : Introduction	
<b>X.2</b>	Critères à respecter pour les signalisations	
<b>X.3</b>	Catégories de signalisation	
<b>X.4</b>	Les types de signalisation	
<b>X.5</b>	Les critères de conception de la signalisation	
<b>X.6</b>	Application au projet	
<b>X.7</b>	<b>Eclairage</b> : Introduction	
<b>X.8</b>	Eclairage d'un point singulier	
<b>X.9</b>	Paramètre de l'implantation des luminaires	
<b>X.10</b>	Application au projet	
<b>X.11</b>	Conclusion	
<b>Chapitre XI:</b>	<i>Estimation du projet</i>	<b>110</b>
<b>XI1</b>	Introduction	
<b>XI2</b>	Devis quantitatif et estimatif	
<b>Conclusion générale</b>		<b>113</b>
<b>Bibliographie</b>		<b>115</b>
<b>Les annexes</b>		<b>116</b>

# Liste des abréviations et symboles

## Abréviations

B40	les normes algériennes routière
TJMA	le trafic journalier moyen annuel
Teff	trafic effectif
K1, K2	coefficients correcteur
Cth	capacité théorique
°C	Degré Celsius
UVP	Unités des véhicules particuliers
RN	Route nationale
E1	environnement (terrain plat)
E2	environnement (terrain vallonné)
E3	environnement (terrain montagneux)
CBR	Indice portant californien
cm	Centimètre
Kg	Kilogramme
g	Gramme
km	Kilomètre
Km/h	Kilomètre par heure
L	Litre
m	Mètre
mm	Millimètre
max	Maximum
Min	Minimum
s	Seconde
BB	Béton Bitumineux
GB	Grave Bitume
GNT	Grave non-traitée
e	épaisseur équivalente

## Symboles

°	Degré
=	Égal
$\mu$	Coefficient de frottement
>	Plus grand que
<	Moins grand que
%	Pourcentage
$\pm$	Plus ou moins
CBR	Indice CBR (sol support)
P	Charge
Log	logarithme décimal
C1, C2, C3	Coefficients d'équivalence
Q	Débit

# Liste des tableaux

## Partie 1 : Chapitre II : Topographie générale

Tableau II.1 : Classification de la sinuosité de la route selon la B40	22
Tableau II.2 : Classes du relief en fonction de la dénivelée selon la B40	22
Tableau II.3 : Classes d'environnement en fonction du relief et la sinuosité	22
Tableau II.4 : Valeurs des vitesses de référence	23

## Partie 2 : Chapitre I : Etude du trafic

Tableau I.1 : Valeur du coefficient d'équivalence pour le poids Lourds (p)	29
Tableau I.2 : Valeur du coefficient lié à l'environnement K1	30
Tableau I.3 : Valeur du coefficient de réduction de capacité K2	30
Tableau I.4 : Valeur de la capacité théorique Cth en (uvp/h)	30
Tableau I.5 : Récapitulatif des résultats du calcul.	33

## Partie 2 : Chapitre II : Tracé en plan

Tableau II.1 : Valeur de frottement transversal selon B40	38
Tableau II.2 Dévers selon B40	39
Tableau II.3 : Valeurs normalisées du coefficient de frottement longitudinal fe	41
Tableau II.4 : Paramètres fondamentaux B40	42

## Partie 2 : Chapitre III : Profil en long

Tableau III.1 : Valeurs de la déclivité maximale selon B40	49
Tableau III.2 : Rayon verticaux pour un angle saillant (Rayons convexes).	51
Tableau III.3 : Rayon verticaux pour un angle rentrant (Rayons concaves).	52

## Partie 2 : Chapitre VI : Sécurité et caractéristique géométrique.

Tableau VI.1 : Vitesses de référence VVL et VPL selon la catégorie de route et l'environnement (selon B40).	66
Tableau VI.2 Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40 .	68
Tableau VI.3 : Variations des « Ddmin » en Fonction de la Vitesse.	70
Tableau VI.4 : selon B40 les valeurs de « Dmd » en mètre en fonction de la vitesse.	71

## Partie 2 : Chapitre VII : Dimensionnement du corps de chaussée

Tableau VII.1 : Classement du trafic.	76
Tableau VII.2 : les zones climatiques de l'Algérie.	77
Tableau VII.3 : Classe du sol en fonction de la portance de sol.	77
Tableau VII.4 : classification du sol de fondation.	80
Tableau VII.5 : Coefficient d'équivalence et l'épaisseur minimale des matériaux.	80

Tableau VII6 : Vérification de dimensionnement.	80
Tableau VII7 : L'épaisseur des couches de chaussée.	81
<b>Partie 2 : Chapitre IX: Assainissement</b>	
Tableau IX1 : Coefficient de ruissellement « C ».	95
Tableau IX2 : Variable de Gauss « $\mu$ ».	96
Tableau IX3 : Coefficient de rugosité « Kst ».	98
Tableau IX4 : Intensité-durée-fréquence.	99
<b>Partie 2 : Chapitre X: Signalisation et éclairage</b>	
Tableau X.1 : Caractéristiques des lignes discontinues.	104
<b>Partie 2 : Chapitre XI: Estimation du projet</b>	
Tableau XI1 : Devis quantitatif et estimatif du projet	112

# Liste des figures

## Introduction Général

Figure 1.1 Réseau routier Algérien 10

Figure 1.2 les projets routiers (autoroutes et pénétrantes) et autres infrastructures de base en l'Algérie 11

## Partie 1 : Chapitre I : présentation

Figure I.1 carte de localisation de la wilaya de Tissemsilt. 15

Figure I.2 carte de situation de la wilaya de Tissemsilt. 16

Figure I.3 Réseau routier de Tissemsilt. 17

Figure I.4 localisation du projet. 17

Figure I.5 Situation de projet du PK2 +650 au PK7 +650. 19

## Partie 2 : Chapitre II : Tracé en plan

Figure II.1 : Schéma explicatif sur les éléments du tracé en plan 36

Figure II.2 : Distance de visibilité d'arrêt 40

Figure II.3 : Les éléments du clothoïde. 43

## Partie 2 : Chapitre III : Profil en long

Figure III.1 : Dessin explicatif des éléments géométrique d'un profil en long 48

Figure III.2 : Dessin explicatif de la pente et la déclivité 50

## Partie 2 : Chapitre IV : Profil en travers

Figure IV.1 : Le profil en travers type 55

## Partie 2 : Chapitre VI : Sécurité et caractéristique géométrique

Figure VI.1 : Distance de Freinage. 67

Figure VI.2 : Obstacle Immobile. 69

Figure VI.3 : Distance d'arrêt. 69

Figure VI.4 : Obstacle mobile. 70

Figure VI.5 : l'espacement et la distance de sécurité entre deux véhicules. 72

## Partie 2 : Chapitre VII : Dimensionnement du corps de chaussée

Figure VII.1 : Schéma de la structure d'une chaussée souple 75

## Partie 2 : Chapitre VIII : Cubature

Figure VIII.1 : Méthode de la moyenne des aires 84

## Partie 2 : Chapitre IX : Assainissement

Figure IX.1 : Schéma explicatif de bassin versant 86

Figure IX.1 : Nid de poule 87

Figure IX2 : Nid de poule	88
Figure IX3 : Glissement.	88
Figure IX4 : affouillement du pied de talus.	88
Figure IX5 : Erosion	89
Figure IX6 : Schéma explicatif de bassin versant.	91
Figure IX7 : les bassins versants du projet.	91
Figure IX8 : Schéma explicatif de regard.	93
Figure IX9 : Section transversale d'un ouvrage d'assainissements représente Sm et Pm.	98
Figure IX10 : Courbe Intensité-Durée-Fréquence.	99
Figure IX11 : Une coupe transversale de fossé.	100
Figure IX12 : ouvrage busée.	101
Figure IX13 : Fossé en béton.	102
<b>Partie 2 : Chapitre X : Signalisation et éclairage</b>	
Figure X.1 : Flèches de sélection	105
Figure X.2 : flèche de rabattement	106
Figure X.3 : Schéma de signalisation	106
Figure X.4 : Schémas de marquage par hachures (sur le nez d'îlot)	106
Figure X.5 : Exemples Des signalisations verticales	107
Figure X.6 : Paramètre de l'implantation du luminaire.	108

## INTRODUCTION GENERALE

Les infrastructures routières jouent un rôle crucial dans le développement économique et l'amélioration de la qualité de vie. Dans le cadre de ce mémoire, notre attention sera portée sur l'étude du dédoublement d'une partie de la Route Nationale 120 (RN 120) qui relie la wilaya de Tissemsilt à la wilaya de Djelfa. Notre étude se déroulera sur un tronçon de 5 kilomètres, du point kilométrique (PK) 2+650 au PK 7+650, situé dans la wilaya de Tissemsilt.

Le réseau routier algérien a connu une expansion significative depuis l'indépendance du pays. En 1967, il s'étendait sur 26 094 km, tandis qu'en janvier 2024, la longueur totale du réseau routier national est estimée à 141 500 km, comprenant 8 900 km d'autoroutes et de voies express. Parmi les infrastructures majeures, l'Autoroute Est-Ouest s'étend sur 1 216 km, reliant les frontières tunisienne et marocaine, avec un coût final estimé à environ 13 milliards de dollars.

Le réseau comprend également 29 280 km de routes nationales (RN), dont la Route Nationale 1 (RN1), la plus longue du pays avec 2 335 km, reliant Alger à In Guezzam, à la frontière avec le Niger. En ce qui concerne les chemins de wilaya (CW) avec une longueur totale de 21 000 km, le CW6 dans la wilaya de Djelfa est l'un des plus longs, couvrant environ 1 000 km et reliant plusieurs villes de l'intérieur du pays. Pour les chemins communaux (CC), la longueur est de 62 416 km. L'un des plus longs se trouve dans la wilaya de Tamanrasset, reliant plusieurs zones éloignées du sud algérien.

Le pays compte également 48 tunnels, dont le Tunnel de Kherrata, qui est composé de trois tunnels consécutifs d'une longueur totale de 7 km, facilitant la circulation dans une région montagneuse. En matière de ponts et viaducs, l'Algérie dispose de 11 500 ouvrages, parmi lesquels le Viaduc d'Oued Rekham, situé dans la commune d'Aïn El Turc, dans la wilaya de Bouira. Ce viaduc, d'une longueur de 745 mètres, supporte le trafic de l'Autoroute Est-Ouest, reliant Alger à Constantine.

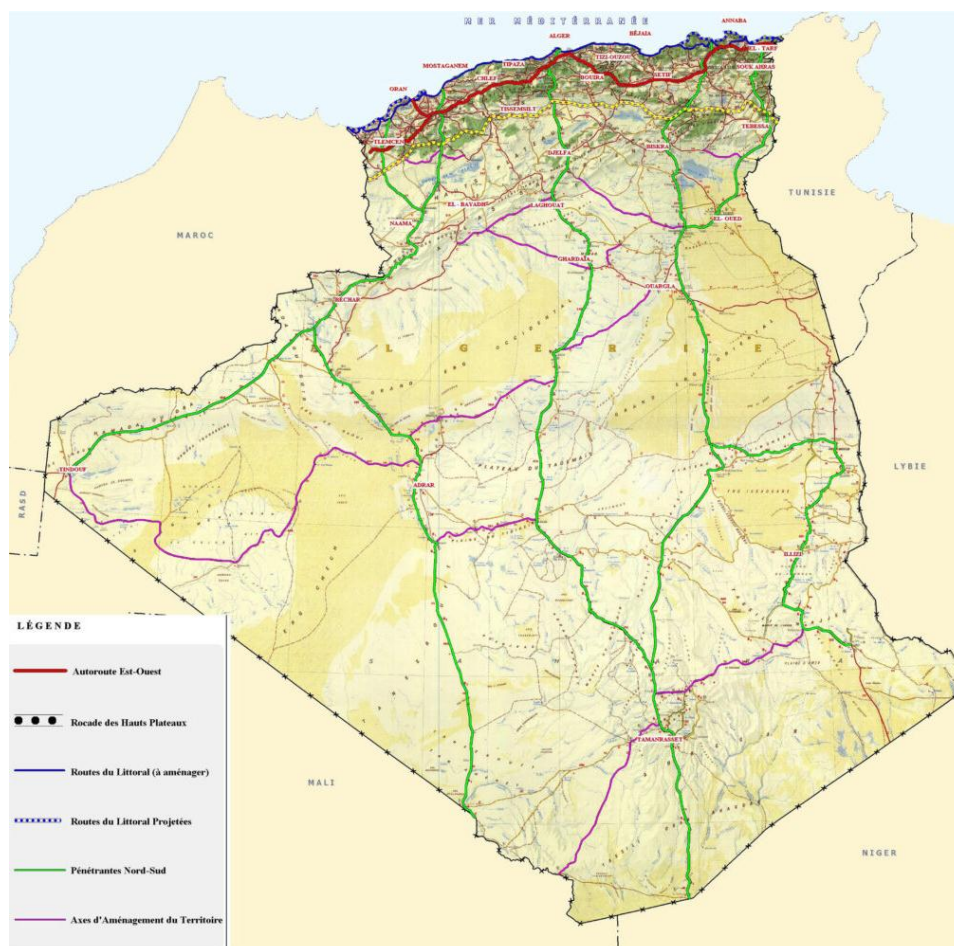
Ces infrastructures témoignent du développement continu du réseau routier algérien, essentiel pour renforcer la connectivité entre les régions et s'adapter à la croissance rapide du parc automobile national. En 1962, l'Algérie avait environ 86 000 véhicules, mais ce nombre a dépassé les 3 millions en 2002 et atteint maintenant près de 8 millions. Cette augmentation exponentielle a entraîné une congestion accrue des routes, une hausse des accidents et une pression considérable sur les infrastructures existantes. Pour garantir une circulation plus fluide et sécurisée, il est essentiel d'améliorer et d'étendre le réseau routier en mettant en place des projets de modernisation, de dédoublement et de sécurisation des axes principaux.

Ce qui concerne notre projet, la Route Nationale 120 (RN 120), qui relie la wilaya de Tissemsilt à celle de Djelfa, en passant par Layoune (Tissemsilt), Hassi Fedoul, Ksar Chellala et Zmalet Emir Abdelkader, constitue un axe stratégique pour la mobilité régionale. Néanmoins, en raison de

L'augmentation du trafic et de l'avancement socio-économique des zones qu'elle traverse, son dédoublement devient nécessaire.

En élargissant la RN 120, on pourrait améliorer la fluidité du trafic, réduire les temps de trajet et assurer plus de sécurité en se déplaçant entre les wilayas de Tissemsilt et Djelfa.

Ce projet fait partie d'une initiative nationale visant à moderniser les routes pour soutenir la croissance démographique et économique future du pays.



**Figure 1.1 Réseau routier Algérien**

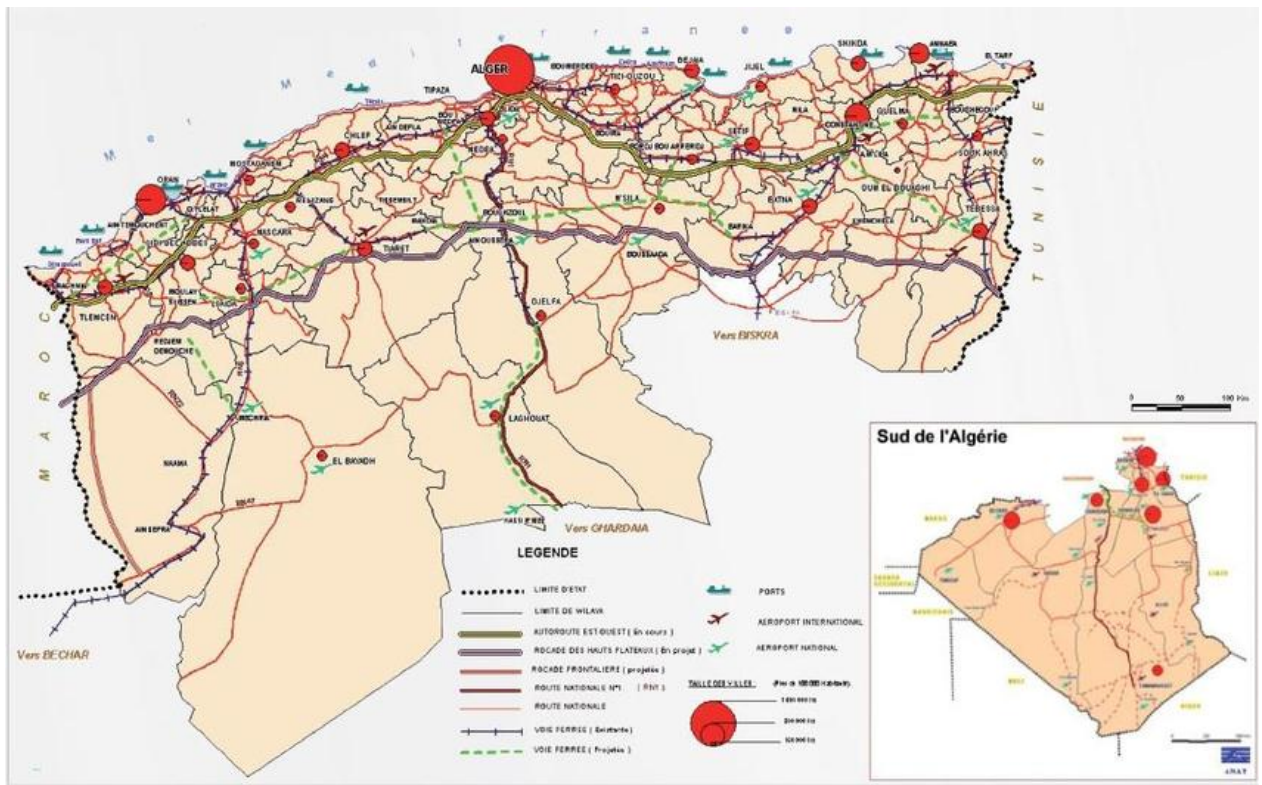


Figure 1.2 les projets routiers (autoroutes et pénétrantes) et autres infrastructures de base en l'Algérie

## Notions sur la route

La route est l'une des voies de communication la plus utilisée qui permet de relier tous les points d'un territoire. La route est également définie comme une vaste plateforme bien dégagée comportant deux à plusieurs voies, devant résister aux efforts statiques et dynamiques des véhicules (légers, lourds) et dont les caractéristiques géométriques correspondent à une réglementation et normes bien précises. Les routes peuvent être classées d'après plusieurs critères :

- Du point de vue administratif.
- Du point de vue technique.

Parmi la classification administrative, on distingue les chemins communaux, les chemins de wilaya, les routes nationales et les autoroutes. Ce dernier présente une catégorie spéciale dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Réservée à la circulation rapide.
- Accessible en des points spécialement aménagés.
- Ne comporte aucun carrefour à niveau.
- Comportant deux chaussées unidirectionnelles permettant une circulation à grande vitesse et sécuritaire.

### 1- L'intérêt de la route :

La route procure un intérêt important aux individus en particulier et à la société en l'organisation de l'espace et de l'aménagement du territoire. D'autre part elle a un impact d'ordre :

- Économique, aménagement du territoire et désenclavement des zones déshéritées, touristique, défense du territoire et sécurité civile intérieure.
- Couverture sanitaire et accès aux soins des populations antérieurement isolées.
- Amélioration du niveau socioculturel.

Pour cela Notre pays Algérie a tendance à améliorer et enrichir ces infrastructures et notamment le réseau routier.

### 2- L'étude de la route :

Une route, comme toute infrastructure linéaire répond à des objectifs et entraîne des coûts, ainsi que des conséquences environnementales que la loi demande dans la plupart des pays d'évaluer, C'est pourquoi tout projet routier est soumis à plusieurs étapes. L'étude de la route passe par 3 phases

- **Première partie** : l'étude préliminaire :

Cette étude doit fournir des informations quantitatives et qualitatives sur les acteurs déterminant la localisation de tracé de la route.

- **Deuxième partie** : l'étude de l'avant-projet sommaire :

La phase APS c'est l'étape qui vient directement après la phase préliminaire dans le cas où cette dernière est prévue. Elle consiste à étudier plus profondément les variantes retenus dans l'étude antérieure ou bien quand celle-ci n'est pas prévue, de procéder à l'étude à partir de plan d'état majeure, de carte topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation sociaux-géographique de chaque variante. Finalement une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD.

- **Troisième partie** : l'étude de l'avant-projet détaillé :

Les études d'avant-projet détaillé permettent le lancement des études de détail et des activités d'approvisionnement.

# **Partie I**

## *Présentation générale*

**Chapitre I : *Présentation***

Chapitre II : *la Topographie générale*

### I.1 Descriptif de la ville :

Notre projet se trouve entre deux villes de la Wilaya de Tissemsilt, LAYOUNE et SELMANA, Cette première est une wilaya algérienne, située au centre-ouest de l'Algérie dans la région des HAUTS PLATEAUX à 220 km d'Alger la capitale. S'étend sur 3 152 km<sup>2</sup>, elle comptait 320 276 habitants, soit une densité d'environ 102 habitants par km<sup>2</sup> Selon Les estimations de 2018.

La wilaya de Tissemsilt est délimitée par :

- Au nord : la wilaya de Chlef
- À l'est : la wilaya de Médéa
- Au sud-est : la wilaya de Djelfa
- Au sud-ouest : la wilaya de Tiaret
- À l'ouest : la wilaya de Relizane



Figure I.1 carte de localisation de la wilaya de Tissemsilt.

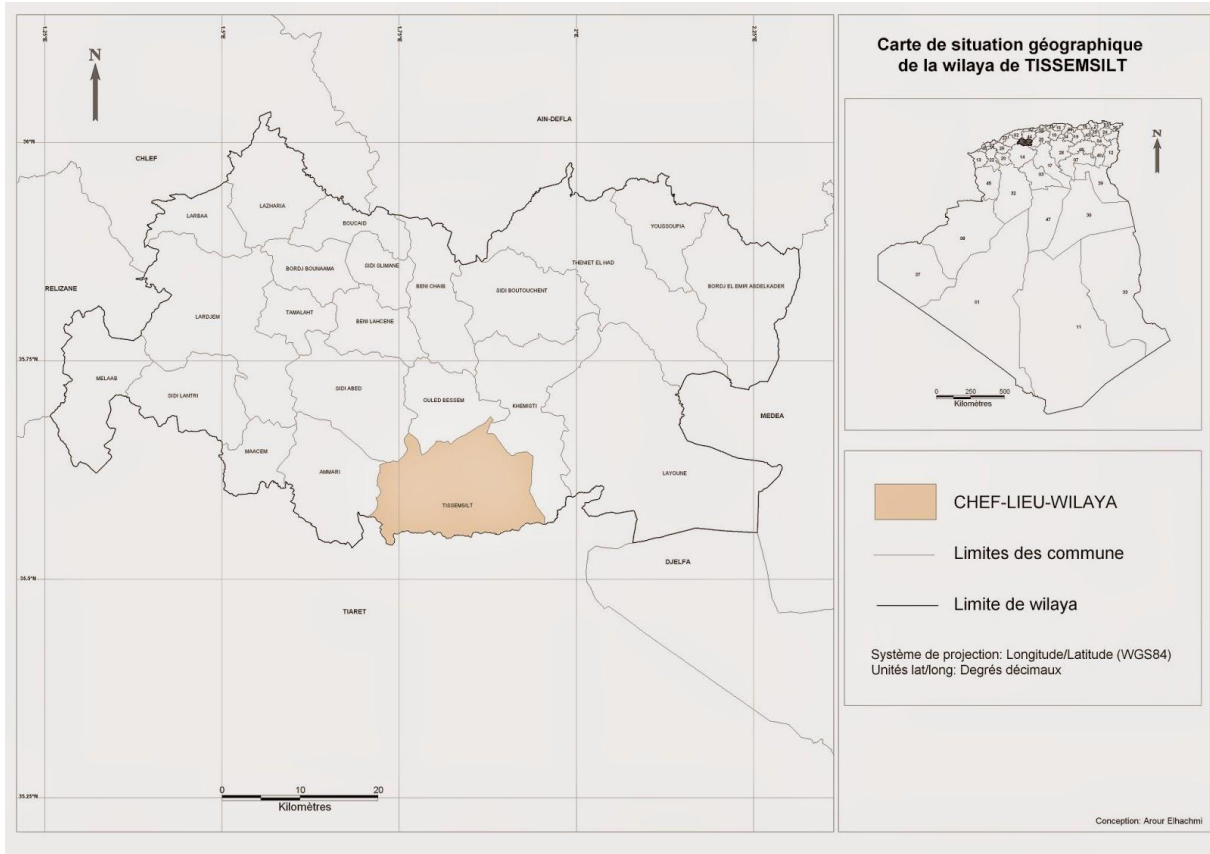


Figure I.2 carte de situation de la wilaya de Tissemsilt.

## I.2 Description des lieux :

La wilaya de Tissemsilt dispose d'un réseau routier totalisant environ **1 756 km**, répartis comme suit :

- Routes nationales : 218 km
- Chemins de wilaya : 500 km
- Chemins communaux : 1 038 km
- Nombre d'ouvrage d'art sur Route nationale : 23
- Nombre d'ouvrage d'art sur Chemin de Wilaya : 36
- Nombre d'ouvrage d'art sur Chemin communal : 04

Des projets récents ont renforcé ces infrastructures, y compris le Dédoublément de deux routes dont l'un représente le projet dont notre étude fait partie, qui est le Dédoublément de la Route Nationale 120 (RN 120), Achevé et mis en service en septembre 2024, ce projet couvre une distance de 22 km, reliant la commune de Layoune (Tissemsilt) à la wilaya de Djelfa. L'autre est le Dédoublément de la Route Nationale 14 (RN 14). Les travaux concernent un tronçon de 8 km reliant Tissemsilt à la wilaya de Tiaret, avec un taux d'avancement de plus de 84 % en septembre 2024.



Figure I.3 Réseau routier de Tissemsilt.

Concernant notre projet, et plus particulièrement le tronçon de 5 kilomètres de notre étude, du point kilométrique (PK) 2+650 au PK 7+650, celle-ci est située dans la commune d'Al-Ayoun, précisément à une distance de 2,7 km du centre de la commune.



Figure I.4 localisation du projet.

### I.2.1 Caractéristique naturelles et conditions climatiques :

#### Le relief :

Le territoire de la wilaya se compose de trois principales zones géographiques :

**Zone montagneuse :** Elle couvre environ 65 % de la superficie totale de la wilaya. Cette région est dominée par les monts de l'Ouarsenis, avec le point le plus haut situé à Sidi Amar atteignant une altitude de 1 983 mètres.

**Hautes plaines :** Ces plaines représentent environ 25 % de la superficie et ont des altitudes variantes entre 800 et 1 000 mètres, avec des pentes généralement inférieures à 3 %.

**Zone steppique :** Cette zone, qui représente environ 10 % du territoire, est principalement localisée au sud de la wilaya.

Le point le plus bas de la wilaya est enregistré à Koudiet El Yachine, au nord d'El Azharia, avec une altitude d'environ 389 mètres.

### I.2.2 Le climat :

Le climat de la wilaya de Tissemsilt est de type méditerranéen semi-aride, caractérisé par :

**Hivers :** Des conditions d'humidité et de froid intenses, avec des températures pouvant descendre en dessous de zéro, ce qui cause des gelées et du verglas sur les routes.

**Été :** Chaud et sec, avec des températures atteignant fréquemment 38 °C.

**Précipitations :** La moyenne annuelle de la pluie est de 400 à 500 mm, avec des précipitations plus abondantes dans le massif de l'Ouarsenis, pouvant atteindre 800 mm par an.

### I.3 Objectif du projet :

L'objectif principal de ce projet est de contribuer au développement des infrastructures routières dans la région.:

- Améliorer la connexion entre la wilaya de Tissemsilt et la wilaya de Djelfa en dédoublant la Route Nationale 120 (RN 120).
- Renforcer la sécurité routière sur ce tronçon stratégique en réduisant le nombre de conflits entre les flux de circulation.
- Améliorer la fluidité du trafic et limiter les temps de trajet pour les usagers, en particulier les véhicules légers et lourds.
- Augmenter la capacité de la route existante afin de répondre à une demande croissante.
- Encourager les échanges économiques et sociaux entre Tissemsilt, Djelfa et les régions avoisinantes.
- Fournir une infrastructure moderne qui respecte les normes de confort et de sécurité.

#### I.3.1 Justification du projet :

La Route Nationale 120 est un axe crucial reliant Tissemsilt à Djelfa. Le tronçon de notre projet est confronté à une augmentation du trafic, en particulier de véhicules agricoles et de poids lourds, ce qui accroît les risques d'accidents.

En 2023, l'Algérie a enregistré plus de 24 700 accidents, causant 3 628 morts, avec une hausse de 15 % par rapport à l'année précédente. La wilaya de Tissemsilt n'est pas épargnée, avec plusieurs accidents graves signalés.

Parallèlement, le parc automobile algérien a dépassé les 8 millions de véhicules, accentuant la pression sur les routes. Le dédoublement de ce tronçon vise à améliorer la sécurité, fluidifier la circulation et soutenir le développement économique régional, en assurant un axe moderne, sécurisé et capable d'absorber l'augmentation du trafic.

#### I.4 Description du projet :

Le projet porte sur le **dédoulement d'un tronçon de 5 kilomètres** de la Route Nationale 120, **situé entre le PK 2+650 et le PK 7+650**, dans la wilaya de Tissemsilt.

Ce tronçon présente des spécificités techniques et géographiques nécessitant des aménagements particuliers :

- **Création d'une deuxième chaussée parallèle**, respectant les normes de sécurité routière et les emprises disponibles.
- **Intégration d'ouvrages hydrauliques** pour la gestion des eaux pluviales et la préservation de l'environnement.
- **Respect des courbes de niveau et du relief local**, avec des solutions d'adaptation géotechnique et géométrique.

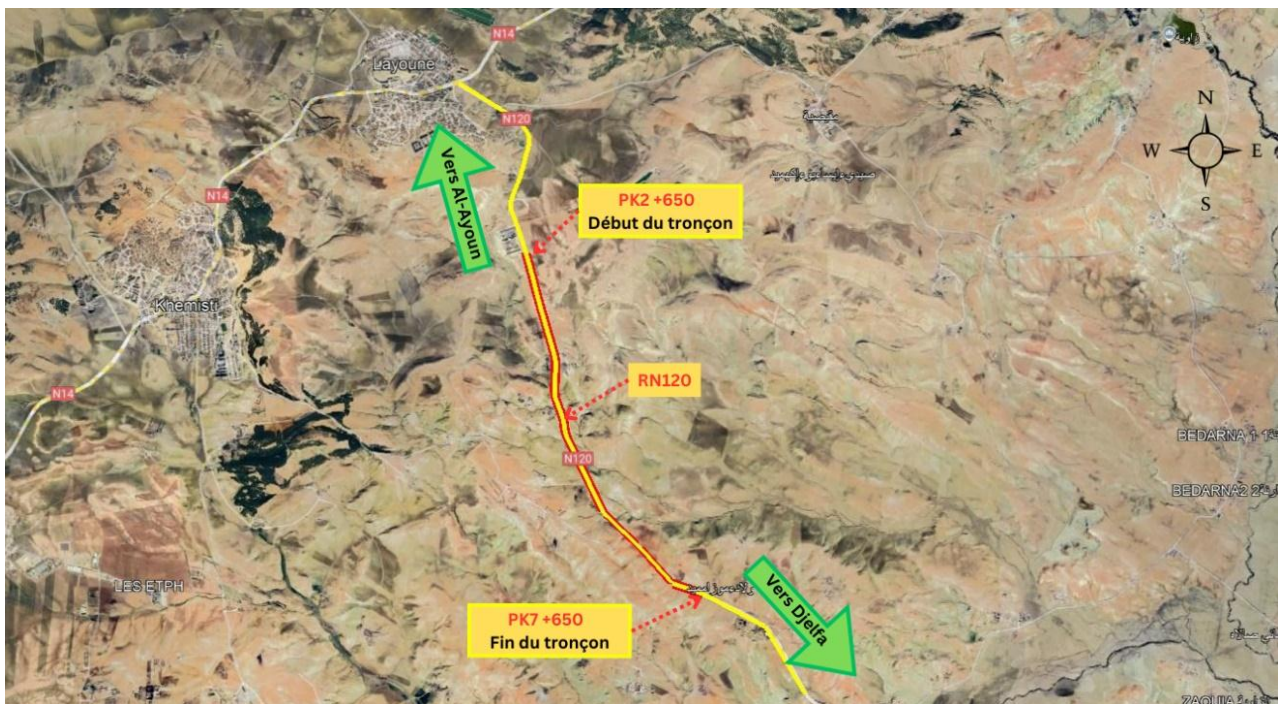


Figure I.5 Situation de projet du PK2 +650 au PK7 +650.

# **Partie I**

## *Présentation générale*

Chapitre I : *Présentation*

**Chapitre II : la Topographie générale**

**II.1 Introduction :**

Tous les projets de route nécessitent un document de base, qui est le plan topographique, Ce plan doit représenter fidèlement le terrain en question et Chaque plan de terrain doit être validé pour mener à bien un projet ,Dans cette partie nous essaierons de donner brièvement les méthodes qu'on peut utiliser pour la vérification d'un plan topographique.

**II.2 Vérification du plan topographique :**

- **Au bureau :**

Cette vérification consiste à contrôler les carnets d'observations et les calculs des coordonnées des sommets de la polygonale effectués par la brigade de topographique.

- **Sur le terrain :**

Cette phase consiste à faire une reconnaissance des lieux afin de connaître la nature du terrain et identifier les stations de la polygonale puis les contraintes existantes.

La vérification de la carte topographique comprend les parties suivantes :

**a. Vérification planimétrique :** Elle consiste à identifier et levé quelques détails à partir des stations de la polygonale ensuite comparer les mesures faites à la fois sur le terrain et sur le plan en chaînant des détails existants et en mesurant les distances entre deux stations.

**b. Vérification altimétrique :** Elle consiste à faire un cheminement de nivellement direct entre deux stations connues en altitude et établir un profil en long pour comparer la différence d'altitude entre deux stations.

**Remarque :**

Cette vérification n'a pas été réalisée à cause du facteur temps et le manque de moyens humain et matériel.

**II.3 Environnement de la route :**

La norme algérienne B40 a introduit la notion d'environnement qui prend en compte le relief et la courbe du parcours.

Tout itinéraire classé dans l'une des cinq catégories de routes peut être décomposé en tronçons se développant dans l'une des trois classes d'environnement E1, E2, E3 en fonction du relief et de la sinuosité de la route sur la base d'études, coûts d'aménagement et d'entretien.

Ces classes sont dites classes d'environnements facile E1, moyen E2 et difficile E3.

**II.3.1 La sinuosité :**

La sinuosité du chemin est égale au rapport de la longueur cumulée de la courbe dont le rayon plan est inférieure ou égal à 200m sur la longueur totale du chemin :

$$\sigma = \frac{\sum L_{si}}{L} \quad (R \leq 200m)$$

$$\sigma = \frac{208}{5000} = 0.04 < 0.1 \Rightarrow \text{Sinuosité faible}$$

LS : Somme des évolutions dont le rayon est inférieur ou égal à 200 m..

L : la longueur total de la route.

LS = ED (R<200m)

LS= 0 (Tous les rayons supérieurs à 200 m)

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

Tableau II.1 : classification de la sinuosité de la route selon la B40

### II.3.2 Dénivelée cumulée moyenne :

La dénivelée cumulée moyenne au kilomètre (h/L) est exprimée par la somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire, rapportée à la longueur total L de cet itinéraire et permet de mesurer la variation longitudinale du relief :

$$Dc = \frac{H}{L} = \frac{94.63}{5000} = 0.019$$

Donc  $Dc = 1.9\%$

N° de code	Classification	La dénivelée cumulée moyenne H/L
1	Terrain plat	$\frac{H}{L} \leq 1.5\%$
2	Terrain vallonné	$1.5\% < \frac{H}{L} \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$4\% < \frac{H}{L}$

Tableau II.2 : classes du relief en fonction de la dénivelée selon la B40

Donc le terrain est **vallonné**.

### II.3.3 Les classes d'environnement :

Elles sont définies en fonction des valeurs du relief et de la sinuosité comme le montre dans le tableau suivant

Sinuosité \ Relief	Faible	Moyenne	Forte
1	E1	E2	
2	E2	E2	E3
3		E3	E3

Tableau II.3 : classes d'environnement en fonction du relief et la sinuosité

### II.3.4 Vitesse de référence $V_r$ :

La vitesse est donc en fonction de :

- La catégorie.
- L'environnement.

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer la vitesse de référence.

Catégorie environnement	C1	C2	C3	C4	C5
<b>Facile</b>	80-120	80-120	80-120	60-100	40-80
<b>Moyen</b>	60-100	60-100	60-100	60-80	40-60
<b>difficile</b>	40-80	40-80	40-80	40-60	40

Tableau II.4 : Valeurs des vitesses de référence

**Remarque :**

En fonction du type de route, l'importance et genre de trafic, la topographie et les conditions économiques d'exécution et d'exploitation, la vitesse de référence choisie dans notre projet est :

**$V_r = 80 \text{ km/h}$ .**

**II.4 Conclusion :**

-la vérification de levé topographique n'a pas été réalisée à cause du facteur temps et le manque des moyens humains et matériels.

- les résultats obtenus d'après le levé topographique, la catégorie de la route et les calculs faits sont :

Le terrain est **vallonné** avec une **sinuosité faible** cela donne un environnement de type **E2**, et puisque notre route est de catégorie **C2** donc on a sélectionné la vitesse de référence **80 km/h**.

## **Partie II**

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

**Chapitre I : *Etude du trafic***

Chapitre II : *Tracé en plan*

Chapitre III : *Profil en long*

Chapitre IV : *Profil en travers*

Chapitre V : *Etude géotechnique*

Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.*

Chapitre VII : *Dimensionnement du corps de chaussée*

Chapitre VIII : *Cubature*

Chapitre IX : *Assainissement*

Chapitre X : *Signalisation et éclairage*

Chapitre XI : *Estimation du projet*

## **I.1 Introduction :**

L'étude du trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et au-delà les caractéristiques à lui donner, depuis le nombre de voie jusqu'aux épaisseurs des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable d'étude de transport et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose sur une partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers qui est nécessaires pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretiens.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

## **I.2 analyse du trafic existant :**

La recherche sur le trafic est une étape importante dans le développement de projets routiers, notamment la caractérisation des conditions de circulation des usagers de la route (nombre, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

### **I.2.1 La mesure du trafic :**

Cette mesure est réalisée par des différents procédés complémentaires :

Les comptages : qui permettent de quantifier le trafic.

Les enquêtes : qui permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

### **I.2.2 Les Comptages :**

C'est l'élément essentiel de l'étude du trafic, on distingue deux types de comptage :

Les comptages manuels et Les comptages automatiques.

### **I.2.3 Les comptages manuels :**

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage des poids lourds et les transports communs, (Le trafic est exprimé en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A)).

### **I.2.4 Le comptage automatique :**

Il est effectué à l'aide des appareils d'enregistrement comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu aux extrémités de la chaussée.

Il y a une différence entre permanent et temporaire :

### **I.2.5 Le comptage permanent :**

Il est réalisé en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et les chemins de Wilaya les plus circulés.

### **I.2.6 Les comptages temporaires :**

S'effectuent une fois par ans durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur le reste des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant. L'inconvénient de cette méthode est que tout le matériel utilisé l'heure de comptage ne détecte pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds.

### **I.2.7 Les Enquêtes Origine-Destination :**

Elle est plus souvent opportune pour compléter les informations recueillies à travers les comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin à diverses méthodes, lorsque l'enquête est effectuée surtout les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon. Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zone, en définissant leur origine et destination. Il existe plusieurs types d'enquêtes :

### **I.2.8 Les Enquêtes papillons ou distributions :**

Le principe consiste à délimiter la zone d'enquête et à définir les entrées et sorties. L'agent met un papillon sur le pare-brise de chaque voiture (ou nous distribuons une carte automobiliste), sachant que ces papillons sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

Les avantages de la méthode : la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

Les inconvénients de la méthode : l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la Destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

### **I.2.9 Relevé des plaques minéralogiques :**

En enregistrant sur un magnétophone, en différents points du réseau (sélectionnez soigneusement), le numéro d'immatriculation du véhicule ou au moins un (quatre chiffres ou ordre alphabétique), la comparaison de toutes les lectures donne une idée de flux.

Cette méthode permet d'obtenir des résultats sans gêner la circulation, par contre il y a un grand risque d'erreurs dans la lecture des chiffres.

### **I.2.10 Interview avec des conducteurs :**

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peine d'irriter l'usager) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées : (origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tel que le type de véhicule.

### **I.2.11 Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage :**

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'une interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long de

la route, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

### I.3 Différents types de trafic :

#### I.3.1 Trafic normal :

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

#### I.3.2 Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

#### I.3.3 Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte :

- 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.
- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

#### I.3.4 Trafic total :

C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

### I.4 Modèles de présentation de trafic :

Dans l'étude des projections des trafics, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constitue des ensembles homogènes, en matière d'évolution ou d'affectation.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

- Prolongation de l'évolution passée.
- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle de facteur de croissance.

#### I.4.1 Prolongation de l'évolution passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic  $T_n$  à l'année  $n$  sera :

$$T_n = T_0 \times (1 + \tau)^n$$

Avec :

$T_0$  : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

$\tau$  : est le taux de croissance.

**I.4.2 Corrélation entre trafic et des paramètres économique :**

Elle consiste à chercher dans le passé une corrélation entre le niveau trafic d'une part et certains indicateurs macro-économique :

- Produit national brute (PNB)
- Produit des carburants d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort de cadre de notre étude.

**I.4.3 Modèle gravitaire :**

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prête mal la projection.

**I.4.4 Modèle de facteur de croissance :**

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine-destination.

La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

- Les taux de motorisation des véhicules légers et utilisation
- Le nombre d'emploi
- La population de la zone

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone étudiée.

**I.5 Calcul de la capacité :****I.5.1 Définition De La Capacité :**

La capacité d'une route est le flux d'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 de circulation qui correspond durant une période bien déterminer.

La capacité dépend de :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

**I.5.2 Projection future du trafic :**

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

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

**Avec :**

$TMJA_h$  : Le trafic a l'année horizon.

$TMJA_0$  : Le trafic a l'année de référence.

**n** : Nombre d'année.

**τ** : Taux d'accroissement du trafic (%)

### I.5.3 Calcul du trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients à d'équivalence pour convertir les PL en (uvp).

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

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

Avec :

**T<sub>eff</sub>** : Trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

**z** : Pourcentage de poids lourd.

**p** : Coefficient d'équivalence pour le poids Lourds.

Routes	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

Tableau I.1 : Valeur du coefficient d'équivalence pour le poids Lourds (p)

### I.5.4 Débit De Pointe Horaire Normal :

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule :

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

Avec :

**Q** : débit de pointe horaire

**n** : nombre d'heure, (en général n=8heures)

**T<sub>eff</sub>** : trafic effectif

### I.5.5 Débit Horaire Admissible :

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

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

Avec :

$K_1$  : Coefficient lié à l'environnement.

$K_2$  : Coefficient de réduction de capacité.

$C_{th}$  : Capacité théorique par voie qu'un profil en travers en régime stable.

Environnement	$E_1$	$E_2$	$E_3$
$K_1$	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau I.2 : Valeur du coefficient lié à l'environnement  $K_1$

Environnement/ Catégorie de la route	1	2	3	4	5
$E_1$	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

Tableau I.3 : Valeur du coefficient de réduction de capacité  $K_2$

	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200
Route a chaussées séparées	1500 à 1800

Tableau I.4 : valeur de la capacité théorique  $C_{th}$  en (uvp/h)

### I.5.6 Détermination du Nombre Des Voies :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare  $Q$  avec  $Q_{adm}$  et on adopte le profil auquel correspond la valeur de  $Q_{adm}$  la plus proche à  $Q$ .

$$Q_{adm} \geq Q$$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport

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

Avec :

$Q_{adm}$  : Débit admissible par voie

$S$  : Coefficient de dissymétrie, en général égale à 2/3

**I.6 Application au projet :****I.6.1 Les données de trafic :**

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la direction de travaux publics (DTP) les données sont les suivants :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la DTP (Direction Travaux Public) de la Wilaya de TISSEMSILT sont les suivants :

Élément	Valeur
Route nationale	RN120
Localisation	Tissemsilt – Djelfa (PK 2+650 à PK 7+650)
Longueur du tronçon	5 km
Année de référence trafic	2023
TMJA 2023	9000 véhicules/jour
Taux d'accroissement annuel ( $\tau$ )	4 %
Pourcentage de poids lourds (Z)	29 %
Année de mise en service	2024
Durée de vie de la chaussée	20 ans
Catégorie de route	C2
Environnement	E2
Zone climatique	II (semi-aride/subhumide - Tissemsilt)
CBR sol support	5 (selon DTP Tissemsilt)

**I.6.2 Projection future de trafic : (L'année de mise en service (2019).)**

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

$$TMJA_{2024} = TMJA_{2023} \times (1 + \tau)^n$$

$$TMJA_{2024} = 9000 \times (1 + 0.04)^2$$

$$TMJA_{2024} = 9360 \text{ V/J}$$

Avec :

$TMJA_{2024}$  : Trafic à l'horizon

$TMJA_{2023}$  : Trafic à l'année zéro

**Trafic à l'année (2044) pour une durée de vie de 20 Ans.**

$$TMJA_{2044} = TMJA_{2024} \times (1 + \tau)^n$$

$$TMJA_{2044} = 9360 \times (1 + 0.04)^{20}$$

$$TMJA_{2044} = 20509 \text{ V/J}$$

**I.6.3 Calcul du trafic effectif :**

Pour l'année de mise en service 2024

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

$$T_{\text{eff}_{2024}} = [(1 - 0.29) + 6 \times 0.29] \times 9360$$

$$T_{\text{eff}_{2024}} = 22932 \text{ uvp/j}$$

Pour l'année d'horizon 2044

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

$$T_{\text{eff}_{2044}} = [(1 - 0.29) + 6 \times 0.29] \times 20509$$

$$T_{\text{eff}_{2044}} = 50247 \text{ uvp/j}$$

Avec :

**p** : Coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds pour une route a deux voies et un environnement E2 on a **P = 6**.

**z** : Pourcentage de poids lourds est égal a **29%**.

**I.6.1 Débit de pointe horaire normal :**

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

Année de mise en service 2024

$$Q_{2024} = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{\text{eff}_{2024}}$$

$$Q_{2024} = \left(\frac{1}{8}\right) \times 22932$$

$$Q_{2024} = 2867 \text{ uvp/h}$$

Année d'horizon 2044

$$Q_{2044} = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{\text{eff}_{2044}}$$

$$Q_{2044} = \left(\frac{1}{8}\right) \times 50247$$

$$Q_{2044} = 6281 \text{ uvp/h}$$

Avec :

**Q** : Débit de pointe horaire

**n** : Nombre d'heure, (en général n=8heures)

**Teff** : Trafic effectif

**I.6.4 Débit admissible**

Les valeurs de **K<sub>1</sub>** et **K<sub>2</sub>** sont les suivants :

Pour catégorie 3 (C2) et environnement 2 (E2) → **K<sub>1</sub> = 0.85 ; K<sub>2</sub> = 0.99**

$$Q_{2024} \leq Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th}$$

$$C_{th} = \frac{Q_{2024}}{K_1 \times K_2} = \frac{2867}{0.85 \times 0.99}$$

$$C_{th} = 3407 \text{ uvp/h}$$

Le débit qui supporte une section donnée :

$$Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th} = 0.85 \times 0.99 \times 3407$$

$$Q_{adm} = 2867 \text{ uvp/h}$$

Avec

$Q_{2024}$ : le débit de pointe horaire pour l'année de mise en service 2024

**I.6.5 Détermination du nombre de voies :**

$$N = \frac{S \times Q_{2044}}{Q_{adm}} = \frac{\frac{2}{3} \times 6281}{2867}$$

$$n = 1.5 \cong 2$$

Donc :

N=2 voie /sens (chaussée bidirectionnelle)

**I.6.6 Calcul de l'année de saturation :**

Calculé précédemment :  $Q_{adm} = 2867 \text{ uvp/h}$

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm} = 4 \times 2867$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{Q_{saturation}}{Q_{adm}}\right)}{\ln(1+\tau)} = \frac{\ln\left(\frac{11468}{2867}\right)}{\ln(1+0.04)} = 29 \text{ans}$$

$$Q_{saturation} = 11468 \text{ uvp/h}$$

D'où notre route sera saturée 29 ans après la mise en service, donc l'année de saturation est : 2053.

TMJA <sub>2024</sub> (V/J)	TMJA <sub>2044</sub> (V/J)	T <sub>eff2024</sub> (uvp/j)	T <sub>eff2044</sub> (uvp/j)	N
9360	20509	22932	50247	2

**Tableau I.5 : Récapitulatif des résultats du calcul.**

**I.7 Conclusion :**

D'après le calcul de capacité de la route on constate que le profil en travers est de :

La capacité théorique de la chaussée est estimée à 1800 uvp/h. Sur la base des projections de trafic, une chaussée bidirectionnelle (2x2 voies) est justifiée avec une largeur de 7 m pour chaque chaussée, accompagnée d'accotements de 2 m de chaque côté.

## **Partie II**

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

Chapitre I : *Etude du trafic*

**Chapitre II : *Tracé en plan***

Chapitre III : *Profil en long*

Chapitre IV : *Profil en travers*

Chapitre V : *Etude géotechnique*

Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.*

Chapitre VII : *Dimensionnement du corps de chaussée*

Chapitre VIII : *Cubature*

Chapitre IX : *Assainissement*

Chapitre X : *Signalisation et éclairage*

Chapitre XI : *Estimation du projet*

**II.1 Introduction :****II.1.1 Étude APD :**

L'étude d'avant-projet détaillé consiste à faire une étude bien détaillée de la variante qu'on a retenue dans l'étude APS. Pour notre cas on va faire une étude approfondie sur une seule variante, dont les caractéristiques du tracé sont les suivantes :

- Suivre l'ancien tracé et faire l'élargissement de part et d'autre.
- l'élargissement de la chaussée se fera le plus souvent du côté des terrains vague et cela pour assurer les meilleures conditions d'exécution.
- Préserver les constructions et au maximum, les clôtures, les pistes d'accès.
- Minimiser le nombre d'arbre à abattre et les surfaces des terrains a exproprié.
- Éviter au maximum : les poteaux électriques, la conduite de GAZ, la conduite d'eau et le réseau PTT.

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de ma route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain.

De plus la surface de roulement d'une route est conception de l'espace, définie géométriquement par trois groupes d'élément qui sont :

- Tracé de son axe en situation ou en plan.
- Profil en long.
- Profil en travers.

**II.1.2 Tracé en plan :**

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

Le tracé en plan est une succession de droites reliées par des liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

**II.1.3 La vitesse de référence (de base)**

La vitesse de référence ( $V_b$ ) c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief, ... etc.).

**II.1.4 Choix de la vitesse de référence**

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- L'importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

**II.2 Règles à respecter dans le tracé en plan (cas général) :**

Pour obtenir un bon tracé dans les normes on essaie d'appliquer les normes de la B40 si possible. :

- De passer sur les terrains agricoles.
- Les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Respecter l'environnement.
- Adapter le tracé afin d'éviter les terrassements importants.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale de l'alignement droit si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.

### II.3 Les éléments de tracé en plan :

Un tracé en plan est constitué de trois éléments (comme il est schématisé ci-dessous) :

- Des droites (alignements).
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement progressives.

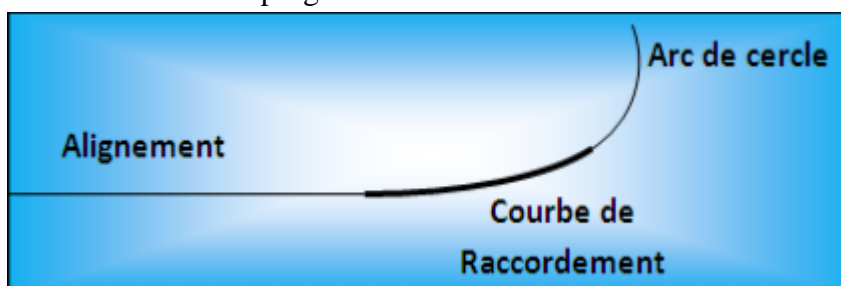


Figure II.1 : Schéma explicatif sur les éléments de tracé en plan

#### II.3.1 Des droites :

Il existe une longueur minimale d'alignement  $L_{\min}$  qui devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles.

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C ou Ove.

- **Longueur minimale :**

Celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps T d'adaptation

D'après la B40 :

$$L = T \times V$$

Avec :

V : Vitesse de véhicule en (km/h)

$V_B$  : Vitesse de base en (m/s)

T : Le temps en seconde qui égale à 5s.

$$L_{min} = 5 \times \frac{V}{3.6}$$

• **La longueur maximale :**

Pour réduire les effets de la monotonie et d'éblouissement, la longueur maximale  $L_{max}$  d'un alignement est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes à la vitesse.

D'après la **B40** :

$$L = T \times V$$

Avec :

V : Vitesse de véhicule en (km/h)

$V_B$  : Vitesse de base en (m/s)

T : Le temps en seconde qui égale à 60s.

$$L_{max} = 60 \times \frac{V}{3.6}$$

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

### II.3.2 Arcs de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité des véhicules en courbe.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Stabilité en courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules, en fait de fortes inclinaisons et augmenter le rayon. Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal. Les rayons en plans dépendant des facteurs suivant :

- Force centrifuge  $F_c$ .
- Poids de véhicule P.
- Accélération de la pesanteur G.
- Devers d.

#### II.3.2.1 Rayon horizontal minimal absolu ( $RH_{min}$ ) :

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal

$$RH_m = \frac{Vr^2}{127 \times (f_t + d_{max})}$$

Avec :

$f_t$  : coefficient de frottement transversal.

### II.3.2.2 Rayon horizontal minimal normal ( $RH_n$ ) :

Le rayon minimal normal ( $RH_n$ ) doit permettre à des véhicules dépassant  $V_B$  de 20km/h de rouler en sécurité.

$$RH_n = \frac{(Vr + 20)^2}{127 \times (f_t + d_{max})}$$

### II.3.2.3 Rayon horizontal au dévers minimal ( $RH_d$ ) :

C'est le rayon au dévers minimal au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse  $V_r$  serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit

$$RH_d = \frac{Vr^2}{127 \times (f_t + d_{min})}$$

### II.3.2.4 Rayon horizontal minimal non déversé ( $RH_{nd}$ ) :

C'est le rayon non déversé tel que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse  $V_B$  en courbe de dévers égal à  $d_{min}$  vers l'extérieur reste inférieur à la valeur limité

$$RH_{nd} = \frac{Vr^2}{127 \times (f_t - d_{min})}$$

$V_r$ (km/h)	40	60	80	100	120	140
$f_t$	0.17	0.15	0.14	0.13	0.11	0.10

Tableau II.1 : valeur de frottement transversal selon B40

### II.3.2.5 Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

Il n'y a aucun rayon inférieur à  $RH_m$ , on utilise autant des valeurs de rayon  $\geq$  à  $RH_n$  que possible.

Les rayons compris entre  $RH_m$  et  $RH_d$  sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près entre  $d_{max}$  et  $d$  ( $RH_m$ ).

Pour  $RH_m < R < RH_n$  le dévers est donné par la formule suivante :

$$d = [d_{max} - (d_{max} - 2)] \times \left[ \frac{\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_d}\right)}{\left(\frac{1}{RH_n} - \frac{1}{RH_d}\right)} \right] + d_{min}$$

catégorie	environnement			
	Facile	Moyenne	difficile	
Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%	Devers minimale en alignement droit
Cat 3-4 et 5	3.5%	3.5%	3.5%	
Cat 1 et 2	7%	7%	7%	Devers maximale en courbe
Cat 3-4	8%	8%	8%	
Cat 5	9%	9%	9%	

Tableau II.2 dévers selon B40

### II.3.3 Sur-largeur :

Un long véhicule à 2 essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

$$S = \frac{L^2}{2R}$$

Avec :

**L** : longueur du véhicule (valeur moyenne  $L = 10$  m)

### II.3.4 Distance de visibilité d'arrêt :

Dans un souci de sécurité mais également de confort, la conception géométrique des routes doit permettre d'assurer des conditions de visibilité satisfaisantes tant au droit des points singuliers qu'en section courante. La distance de visibilité d'arrêt est la distance requise pour pouvoir immobiliser son véhicule si un obstacle surgit devant soi, cet obstacle peut être un véhicule, un piéton, un virage, un dos âne et

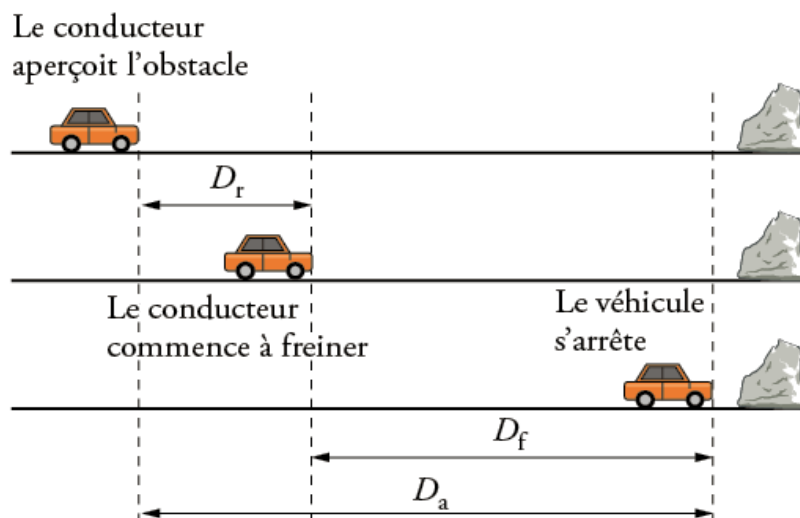


Figure II.2 : distance de visibilité d'arrêt

La distance d'arrêt  $d_l$  (dans notre figure c'est  $D_a$ ) est égale à la somme de :

- La distance parcourue pendant le temps de perception-réaction  $d_r$ .
- La distance de freinage  $d_o$  (dans notre figure c'est  $D_f$ )

### II.3.5 La distance parcourue pendant le temps de perception - réaction du conducteur :

Cette distance dépend du conducteur et le système de freinage du véhicule (Il y a des freins durs).

$$S = \frac{V}{3.6} \times t_p$$

Avec :

$V$  : la vitesse du véhicule en Km/h

$t_p$  : le temps de perception réaction en seconde

$S$  : la distance de perception-réaction en mètre.

### II.3.6 Temps de perception – réaction :

Le temps de perception et de réaction est défini comme étant le temps nécessaire pour la mise en œuvre du dispositif de freinage lors d'une situation imprévue exigeant un ralentissement, voire un arrêt complet du véhicule. Ce temps est constitué :

- Le temps physiologique de perception et de réaction du conducteur pour apercevoir, regarder, comprendre et agir.
- Le temps mort des organes mécaniques du véhicule : course de la pédale de freins et demi temps de mise en pression du dispositif de freinage.

$$t_p = 1.8s \quad \text{si } V > 80 \text{ km/h.}$$

$$t_p = 2.0s \quad \text{si } V < 80 \text{ km/h.}$$

### II.3.7 La distance de freinage $d_o$ :

C'est la distance parcourue par le véhicule pendant l'action du freinage ; elle dépend du véhicule, de la chaussée et de la vitesse de déplacement.

Elle est fonction :

- de la masse du véhicule **M**
- de sa vitesse de référence **V**
- du coefficient de frottement longitudinal des pneumatiques sur le revêtement de la chaussée.  
**f<sub>e</sub>**

Elle est calculée à partir des équations du mouvement uniformément variée s'exprime par la formule suivante :

$$d_0 = \frac{V^2}{254 \times f_e}$$

- **Plan incliné :**

Dans le cas d'un plan incliné, ayant une pente de *i*%, il y'a une contribution supplémentaire de la pesanteur dans l'opération de freinage et la formule précédente prend la forme suivante :

$$d_0 = \frac{V^2}{254 \times (f_e \pm \frac{i}{100})}$$

- **En courbe :**

Il convient de prendre en compte l'accroissement de la distance d'arrêt. En effet, le freinage doit être moins énergique en courbe et il est donc admis de majorer de 25% la distance de freinage pour les virages de rayon inférieur à 5V (Km/h)

$$d_0 = \frac{4V^2}{254 \times (f_e \pm \frac{i}{100})} \times 1.25$$

Avec :

**d<sub>0</sub>** : Distance de freinage en mètre.

**i** : Pente ou rompe en %.

**f<sub>e</sub>** : Coefficient de frottement longitudinal.

Le coefficient de frottement longitudinal *f<sub>e</sub>* varie avec l'état des pneus et l'état de la chaussée comme il peut varier avec la vitesse du véhicule.

V (km/h)	40	60	80	100	120	140
Cat 1-2	0.45	0.45	0.39	0.36	0.33	0.30
Cat 3-4 et 5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	-

**Tableau II.3 : valeurs normalisées du coefficient de frottement longitudinal *f<sub>e</sub>***

**II.4 Paramètres fondamentaux :** D'après le règlement des normes algériennes **B40**, pour un environnement **E1** et une catégorie **C2** et une vitesse de référence de **80km/h** on définit les paramètres suivantes

Paramètre	symbole	valeurs
Longueur minimale d'alignement (m)	$L_{\min}$	111
Longueur maximale d'alignement (m)	$L_{\max}$	1333
Vitesse de référence (km/h)	$V_r$	80
Dévers minimal %	$d_{\min}$	2.5
Dévers maximal %	$d_{\max}$	7
Frottement transversal	$f_t$	0.14
Frottement longitudinal	$F_l$	0.39
Distance de freinage en (m)	$d_0$	59
Distance d'arrêt (m)	$d_1$	99
Rayon horizontal minimal (m)	$RH_m$	230
Rayon horizontal normal (m)	$RH_n$	400
Rayon horizontal déversé (m)	$RH_d$	800
Rayon horizontal non-déversé (m)	$RH_{nd}$	1200

Tableau II.4 : Paramètres fondamentaux B40

### II.5 Des courbes de raccordement progressives.

Un tracé rationnel de route moderne comportera des alignements, des arcs de cercle et entre eux des tronçons de raccordement de courbure progressive, passant de la courbure ( $R = \text{Infini}$ ) à l'extrémité de l'alignement à la courbure  $1/R$  au début du cercle du virage.

#### II.5.1 Rôle et nécessité des courbes de raccordement :

L'emploi du CR se justifie par les quatre conditions suivantes :

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

#### II.5.1 Type de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désiré d'une variation continue de la courbure, on a retenu les trois courbes suivantes :

- a. **Parabole cubique** : Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (Utilisée dans les tracés de chemin de fer).
- b. **Lemniscate** : Courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.

- c. **Clothoïde** : La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul. La courbure de la clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc ; parcourue à vitesse constante. La clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

### c.1 Expression de la clothoïde :

La courbe est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc)

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

C'est-à-dire que pour le paramètre rayon R est constant.

A choisi, le produit de la longueur L et du

### c.2 Les éléments de clothoïde :

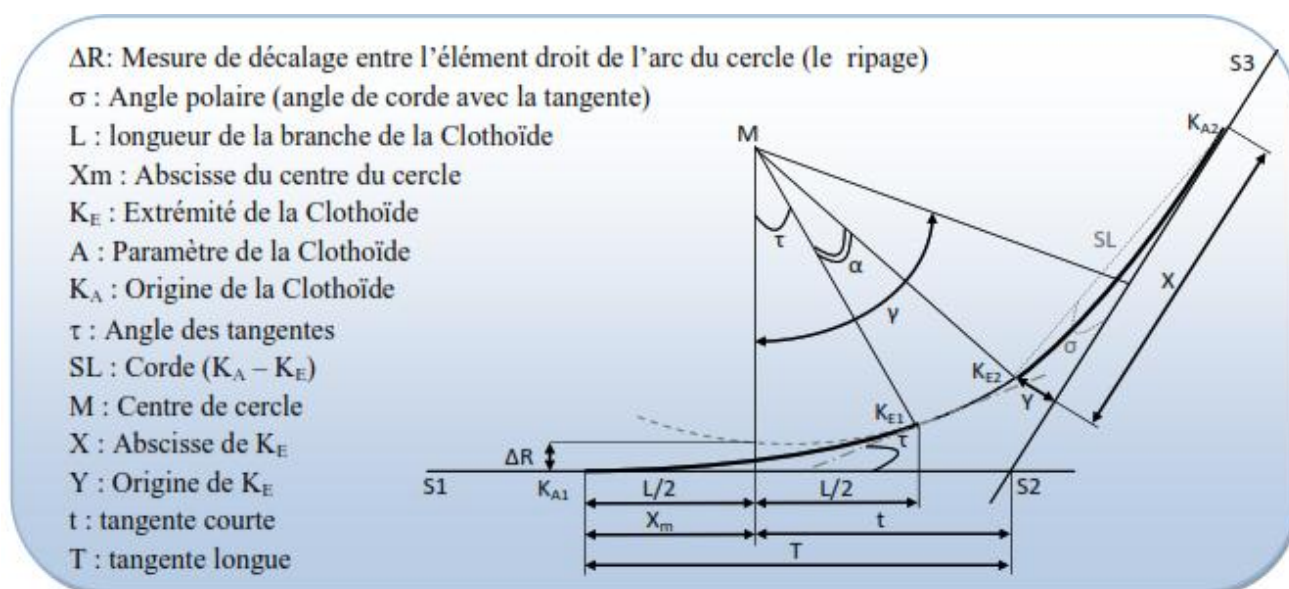


Figure II.3 : les éléments de la Clothoïde.

### c.3 Choix d'une clothoïde doit respecter les conditions suivantes

#### c.3.1 Condition optique

La Clothoïde doit aider à la lisibilité de la route on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être supérieure à  $3^\circ$  pour être perceptible à l'œil.

Règle générale (B40) :

- pour  $R \leq 1500\text{m}$  :  $\Delta R = 1\text{m}$

$$L = 24 \times R \times \Delta R$$

- pour  $1500 < R \leq 5000$  :  $\tau = 3^\circ$ , c'est-à-dire :

$$L \geq \frac{R}{9}$$

- pour  $R > 5000$  m :  $\Delta R$  limité à 2.5m soit :

$$L = 7.75 \times R$$

### c.3.2 Condition de confort dynamique

Cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, est imposé à une variation limitée.

Avec :

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

**R** : rayon en (m).

$\Delta d$  : variation de dévers.

### c.3.3 Condition de gauchissement

Les demies chaussées extérieures au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule .Le raccordement doit assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de tel sorte que  $\Delta p < (0,5/V_b)$

Avec :

$$L \geq I \times \Delta d \times V$$

**L** : longueur de raccordement.

**I** : largeur de la chaussée.

$\Delta d$  : variation de dévers.

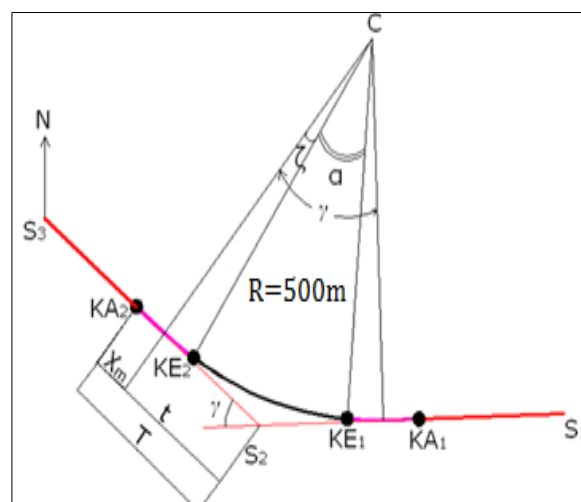
## II.6 Application au projet :

### Raccordement avec clothoïde

Rayon  $R = 350$  m  $< R_{hnd}$

Il doit suivre les étapes suivantes :

- Calcul de gisements.
- Calcul de l'angle  $\gamma$  entre alignements.
- Calcul de la tangente T.



- Calcul de la corde SL.
- Calcul de l'angle polaire  $\sigma$ .
- Vérification de non chevauchement.
- Calcul de l'arc de cercle.
- Calcul des coordonnées des points singuliers.

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suivis :

$V_B=80$ Km/h	X(m)	Y(m)	$R_1$ (m)
S1	773921.0969	3966315.9131	350
S2	773800,2565	3966462.3025	
S3	773833,6998	3966649,0761	

Avant de calcul les éléments de raccordement progressif on doit calculer  $L, A, \Delta R$  :

**Condition de confort optique :**

$$R \leq 1500m \Rightarrow \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

On prend :  $\Delta R = 1$  m

$$\text{Donc } L \geq \sqrt{24 \times 350 \times 1} = \mathbf{91.651 \text{ m}}$$

**Condition de confort dynamique :**

$$RHd \leq R \leq RHnd$$

$$\Delta d = d - (-3.0), \quad d = d_{\min} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) \frac{d_{\min} - d_{RHd}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHN}} = 3 + \left( \frac{1}{350} - \frac{1}{800} \right) \frac{3-8}{\frac{1}{800} - \frac{1}{400}} = 9.4 \%$$

$$\Delta d = 9.4 + 3.0 = 12.43\%$$

$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left( \frac{V_B^2}{127.R} - \Delta d \right) \rightarrow L \geq \frac{80^2}{18} \left( \frac{80^2}{127.500} - 0.0632 \right) = \mathbf{17.77 \text{ m}}$$

**Condition de gauchissement :**

$$L \geq I \times \Delta d \times V \rightarrow L \geq 7 \times 0.094 \times 80 = \mathbf{52.64 \text{ m}}$$

$L = \max$  de (1), (2) et (3) ; Donc on prend :  $L = \mathbf{91.651 \text{ m}}$

**Calcul du paramètre A :**

$$\text{On sait que : } A^2 = L.R \quad \Rightarrow \quad A = \sqrt{L.R} = \mathbf{179.44 \text{ m}}$$

Donc on prend :  $A = \mathbf{179}$

La condition  $R/3 \leq A \leq R$  elle est vérifiée, ( $116.67 \leq 179 \leq 350$ )

**Calcul de  $\Delta R$  :**

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{92^2}{24 \times 350} \Rightarrow \Delta R = \mathbf{1 \text{ m}}$$

**Calcul des Gisements et des distances :**

$$G_{S1}^{S2} = \arctg \left( \frac{|\Delta x|}{|\Delta y|} \right) = \arctg \left( \frac{|773800,2565 - 773921.0390|}{|3966462.3025 - 3966315.9131|} \right) = \mathbf{356.0681 \text{ gr}}$$

$$G_{S2}^{S3} = \arctg \left( \frac{|\Delta x|}{|\Delta y|} \right) = \arctg \left( \frac{|773833,7087 - 773800,2565|}{|3966649,0595 - 3966462.3025|} \right) = \mathbf{11.2796 \text{ gr}}$$

$$\overline{s1 \ s2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \mathbf{189.822 \text{ m}}$$

$$\overline{s2 \ s3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \mathbf{189.744 \text{ m}}$$

$$\text{Calcul de l'angle } \gamma : \gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}| = \mathbf{55.2116 \text{ gr}}$$

**Calcul de l'angle  $\tau$  :**

$$\tau = \frac{L}{2.R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{92}{2.350} \times \frac{200}{\pi} = \mathbf{8.3670 \text{ gr}}$$

**Vérification de non chevauchement :**

$$\tau = 8.3670 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = \frac{55.2116}{2} = \mathbf{27.6058 \text{ gr}} \text{ D'où : } \tau < \gamma/2 \Rightarrow \text{pas chevauchement}$$

**Calcul de l'abscisse du centre du cercle :**

$$X_m = \frac{A^2}{2.R} = \frac{L}{2} = \mathbf{46.000 \text{ m}}$$

**Abscisse et Origine de KE :**

$$\begin{cases} x = L \left( 1 - \frac{L^2}{40.R^2} \right) = \mathbf{91.841 \text{ m}} \\ y = \frac{L^2}{6.R} = \mathbf{4.030 \text{ m}} \end{cases}$$

**Calcul de la tangente :**

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg} \left( \frac{\gamma}{2} \right) = 91.841 + (350 + 1) \operatorname{tg}(27.6058) = \mathbf{254.362 \text{ m}}$$

**Calcul des Coordonnées SL :**

$$SL = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(91.841)^2 + (4.030)^2} = \mathbf{91.929 \text{ m.}}$$

**Calcul de  $\sigma$  :**

$$\sigma = \operatorname{arctg} \left( \frac{y}{x} \right) = \operatorname{arctg} \left( \frac{4.030}{91.841} \right) = \mathbf{2.7917 \text{ gr}}$$

**Calcul de l'arc :**

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 55.2116 - 2 \times 8.3670 = \mathbf{38.4776 \text{ gr}}$$

$$K_{E1}K_{E2} = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{200} = \frac{350 \times \pi \times 38.4776}{200} = \mathbf{211.542 \text{ m}}$$

**Calcul des coordonnées des points singuliers :**

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} + (\overline{s1 \ s2} - T) \sin(G_{S1}^{S2}) = \mathbf{773962.183 \text{ m}} \\ Y_{KA1} = Y_{S1} + (\overline{s1 \ s2} - T) \cos(G_{S1}^{S2}) = \mathbf{3966266.140 \text{ m}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} + T \sin(G_{S2}^{S3}) = \mathbf{773845.089 \text{ m}} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T \cos(G_{S2}^{S3}) = \mathbf{3966712.682 \text{ m.}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + SL \sin(G_{S1}^{S2} + \sigma) = \mathbf{773906.825 \text{ m.}} \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL \cos(G_{S1}^{S2} + \sigma) = \mathbf{3966339.533 \text{ m.}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - SL \sin(G_{S2}^{S3} - \sigma) = \mathbf{773832.869 \text{ m.}} \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - SL \cos(G_{S2}^{S3} - \sigma) = \mathbf{3966621.569 \text{ m.}} \end{cases}$$

**Remarque :**

Les calculs sont faits à l'aide du logiciel **AUTOCAD CIVIL 3D** et sont jointes à l'annexe.

## **Partie II**

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

Chapitre I : *Etude du trafic*

Chapitre II : *Tracé en plan*

**Chapitre III : Profil en long**

Chapitre IV : *Profil en travers*

Chapitre V : *Etude géotechnique*

Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.*

Chapitre VII : *Dimensionnement du corps de chaussée*

Chapitre VIII : *Cubature*

Chapitre IX : *Assainissement*

Chapitre X : *Signalisation et éclairage*

Chapitre XI : *Estimation du projet*

### III.1 Introduction

Le profil en long est une succession de segments de droites (pentes et rampes dites déclivités) et d'arcs de cercles (appelés aussi raccordement parabolique) qui sont tangents de part et d'autre.

Le profil en long est caractérisé par la valeur très faible des déclivités qu'on peut donner à la route pour assurer des vitesses de circulation donnée  $V_B$  et par les exigences de visibilité nécessaire à une conduite en toute sécurité.

Le pourcentage de déclivité dans les rampes et pente est choisi de manière à :

- Assurer une circulation sans gêne due au trafic de poids lourds en limitant les valeurs des rampes si possible aux valeurs des normes, ou en créant des voies supplémentaires pour les poids lourds.
- Assurer l'évacuation des eaux de la plateforme dans les sections longues en déblais ou dans les zones de devers nul par la création des pentes longitudinales.

Le passage d'une déclivité à une déclivité suivante est adouci par l'aménagement de raccordement circulaire dont on distingue :

- a. Rayon en angle saillant (ou convexe).
- b. Rayon en angle rentrant (ou concave).

Pour le calcul des deux raccordements on tient compte du problème de visibilité pour le premier et le problème de confort pour le deuxième

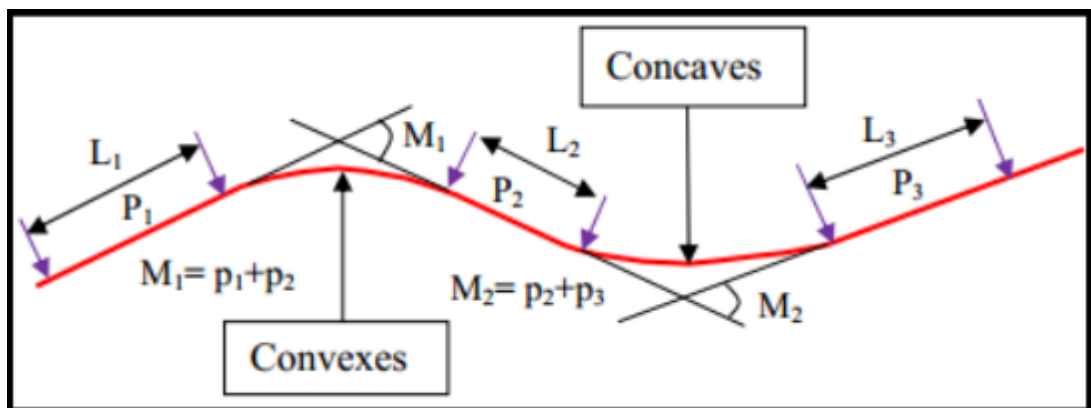


Figure III.1 : dessin explicatif des éléments géométriques d'un profil en long

### III.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire, mais elle doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Parmi ces conditions il y a lieu :

D'adapter au terrain naturel pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux.

- De rechercher l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais.
- De ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les règlements.
- D'éviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
- D'éviter les hauteurs excessives de remblais.
- Prévoir le raccordement avec les réseaux existants.
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- D'assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.

### III.3 Coordination entre le tracé en plan et le profil en long

Il faut signaler toute fois et dès maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan. On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Pour assurer ces objectifs on respecte les conditions suivantes :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales puis respecter la condition :  $R_{\text{vertical}} > 6 \times R_{\text{horizontal}}$  pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses,

#### III.3.1 En angle saillant :

Il ne faut pas coïncider le sommet de la parabole (PL) avec l'origine de la courbe en TP. Pour éviter que le virage soit masqué par le sommet de la parabole

### III.4 Déclivité

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (Puissance des véhicules en rampe). Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait la ligne rouge du profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

#### III.4.1 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 encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

#### III.4.2 Déclivité maximum

Du point de vue technique, la déclivité maximale dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée (ce phénomène concerne tous les véhicules), ainsi de la réduction des vitesses qu'elle provoque ou les camions (poids lourds) sont déterminants car la plupart des véhicules légers ont une grande puissance. Donc Il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 7%.

Il est recommandable d'éviter la déclivité maximum qui dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique.

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à  $i_{\text{max}}$  dans le franchissement de la côtières.

<b>V<sub>r</sub> (km/h)</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>i<sub>max</sub> (%)</b>	8	7	6	5	4	4

**Tableau III.1 : Valeurs de la déclivité maximale selon B40**

## Un rappel des définitions utiles pour caractériser l'inclinaison d'une route

### III.4.3 Pente et déclivité

$d$  = distance parcourue (mesurée sur la route)

$y$  = dénivellation

$x$  = distance horizontale =  $\sqrt{d^2 - y^2}$

pente =  $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{y}{\sqrt{d^2 - y^2}}$

déclivité =  $\sin \alpha = \frac{y}{d}$

Pour des petites valeurs de  $\alpha$  ( $\leq 10^\circ$ ), la pente et la déclivité coïncident (si on arrondit à la première décimale (i.e. en pourmille).

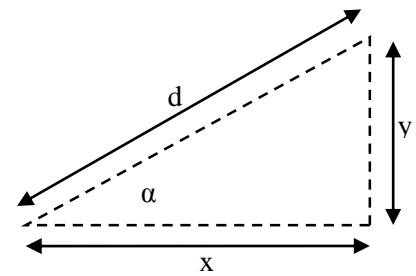


Figure III.2 : dessin explicatif de la pente et déclivité

### III.5 Les raccordements en profil en long

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long. Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort. On distingue deux types de raccordements :

#### III.5.1 Raccordements convexes

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

##### III.5.1.1 Condition de confort

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à «  $g/40$  (cat 1-2) et  $g/30$  (Cat 3-4-5) », Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$(v^2 / R_v) \leq (g / 40)$$

Avec :

$$g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)} \text{ et } v = V/3.6$$

D'où :

$\begin{aligned} R_v &\geq 0,30 V^2 && \text{(cat 1-2)} \\ R_v &\geq 0,23 V^2 && \text{(cat 3-4-5)} \end{aligned}$
--

Tel que :

$R_v$  : c'est le rayon vertical (m)

$V$  : vitesse de référence (km/h).

Pour notre cas le vertical minimal correspondant a une vitesse de base ( $V_B = 80\text{km/h}$ ) est de :

$$R_v \geq 0,23 V^2$$

$$R_v = 0,23 \times 80^2 \Rightarrow R_v \geq 1472 \text{ m}$$

### III.5.1.2 Condition de visibilité

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de la condition de confort.

Il faut deux véhicules circule en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2.(h_0 + h_1 + 2.\sqrt{h_0 \cdot h_1})} \approx 0,27 D^2$$

Avec :

**d** : Distance d'arrêt (m).

**h<sub>0</sub>** : Hauteur de l'œil (m).

**h<sub>1</sub>** : Hauteur de l'obstacle (m).

Les rayons assurant ces deux conditions sont données par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix bidirectionnelle et pour une vitesse de base **V<sub>r</sub>=80 (Km/h)** de catégorie **C2** et environnement **E2** on a :

caractéristique	unité	valeurs
catégorie	-	C2
environnement	-	E2
Vitesse de base	Km/h	80
Déclivité maximal I <sub>max</sub>	%	6
Rayon minimal absolue R <sub>v</sub>	mètre	1500
Rayon minimal normal R <sub>v</sub>	mètre	3000
Rayon de dépassement R <sub>v</sub>	mètre	6500

Tableau III.2 : Rayon verticaux pour un angle saillant (Rayons convexes).

### III.5.2 Raccordements concaves

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité diurne n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R'_v = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0,035 \times d_1)}$$

#### III.5.2.1 Condition d'ordre esthétique :

Une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à procurer à l'utilisateur une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et ( $b > 50$ ) pour des dévers  $d < 10\%$  'spécial échangeur'

$$R'_{v\min} = \frac{100 \times 50}{\Delta d \%}$$

Avec :

**R<sub>v</sub>** : rayon vertical minimum

$\Delta d\%$  : Changement de dévers

Pour une vitesse  $V_r = 80 \text{ km/h}$  de catégorie **C2** et environnement **E2** on a le tableau suivant :

caractéristique	unité	valeurs
catégorie	-	C2
environnement	-	E2
Vitesse de base	Km/h	80
Déclivité maximal $I_{\max}$	%	6
Rayon minimal absolue $R_{vm}$	mètre	1500
Rayon minimal normal $R_{vn}$	mètre	2200
Rayon de dépassement $R_{vd}$	mètre	6500

**Tableau III3 : Rayon verticaux pour un angle rentrant (Rayons concaves).**

### III6 Détermination pratique du profil en long

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$X^2 + Y^2 - 2 R Y = 0$$

À l'équation de la parabole  $X^2 - 2 R Y = 0 \rightarrow Y = \frac{X^2}{2R}$

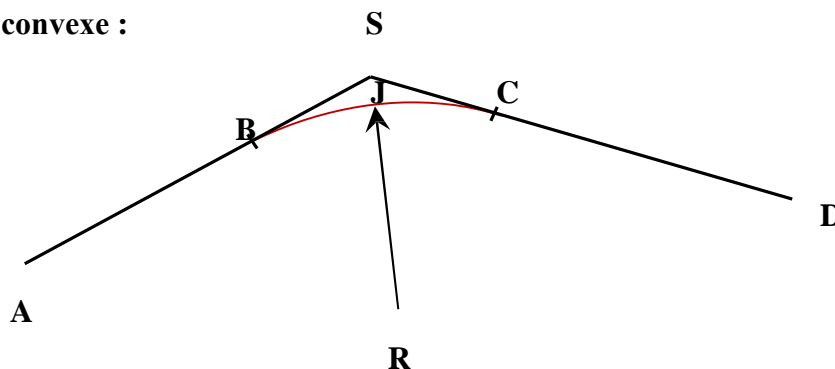
Pratiquement, le calcul des raccords se fait de la façon suivante :

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) des points A et D.
- Donnée La pente P1 de la droite (AS).
- Donnée la pente P2 de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.

### III7 Application au projet :

#### Exemple de calcul de profil en long

Cas d'un rayon convexe :



**On a :**

Rayon de 1800 m ( $R = 1800 \text{ m}$ )

$$A: \begin{cases} X = 1000 \text{ m} \\ Z = 55.00 \text{ m} \end{cases} \quad S: \begin{cases} X = 1500 \text{ m} \\ Z = 70.00 \text{ m} \end{cases} \quad D: \begin{cases} X = 2000 \text{ m} \\ Z = 55.00 \text{ m} \end{cases}$$

$$P1 = (Z_S - Z_A) / (X_S - X_A) = 3.00 \%$$

$$P2 = (Z_D - Z_S) / (X_D - X_S) = -3.00 \%$$

**Calcul des tangentes :**

$$T = \frac{R}{2} \times (P1 - P2) = 54.00 \text{ m}$$

**Calcul de la bissectrice :**

$$H = \frac{T^2}{(2 \times R)} = \mathbf{0.81m}$$

**Calcul des coordonnées des points de tangentes**

$$B: \begin{cases} X_B = X_S - T = 1446\text{m} \\ Z_B = Z_S - T \times |P1| = 68.38 \text{ m} \end{cases}$$

$$C: \begin{cases} X_C = X_S + T = 1554\text{m} \\ Z_C = Z_S - T \times |P2| = 68.38 \text{ m} \end{cases}$$

**Calcul de longueur de raccordement**

$$L = 2 \times T = \mathbf{108.00m}$$

**Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J)**

$$X_{j/A} = R \times P1 = \mathbf{54m} \quad Y_{j/A} = X_{j/A} \times P1 - \frac{\left(\frac{X_{j/A}^2}{A}\right)}{2 \times R} = \mathbf{-1.62m}$$

**Donc :**

$X_j = X_B + X_{j/A} = \mathbf{1500m}$ $Y_{j/A} = Z_B + X_{j/A} = \mathbf{66.76m}$
--

**Remarque :**

Les calculs sont faits à l'aide du logiciel **AUTOCAD CIVIL 3D**, sont jointes à l'annexe.

## **Partie II**

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

Chapitre I : *Etude du trafic*

Chapitre II : *Tracé en plan*

Chapitre III : *Profil en long*

**Chapitre IV : Profil en travers**

Chapitre V : *Etude géotechnique*

Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.*

Chapitre VII : *Dimensionnement du corps de chaussée*

Chapitre VIII : *Cubature*

Chapitre IX : *Assainissement*

Chapitre X : *Signalisation et éclairage*

Chapitre XI : *Estimation du projet*

### IV.1 Introduction :

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé «profil en travers type» contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

### IV.2 Les éléments du profil en travers

Le profil en travers se constitue des éléments suivants :

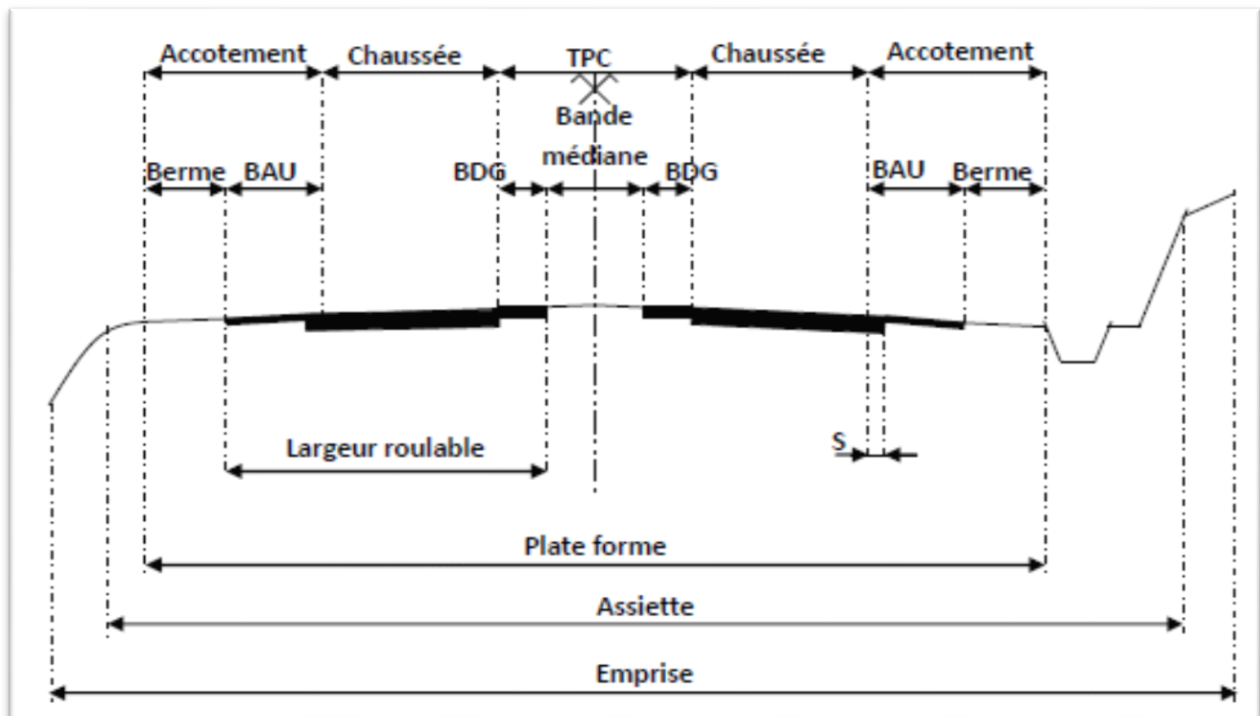


Figure IV.1 : Le profil en travers type

#### IV.2.1 La chaussée :

Le terme "Chaussée" désigne la partie de la voie publique aménagée pour la circulation des véhicules en général. La largeur maximale des véhicules étant de 2,50 m, cette largeur constitue un minimum pour celle des voies.

**IV.2.2 La largeur roulable :** Elle comprend les sur-largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.

**IV.2.3 Plateforme :** C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

**IV.2.4 L'assiette :** C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

**IV.2.5 L'emprise :** C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, Chemins de désenclavement, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.

**IV.2.6 Les accotements :** En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent Généralement les éléments suivants :

**IV.2.7 Bande d'arrêt d'urgence :** Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

**IV.2.8 la berme :** Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

**IV.2.9 Terre-plein central (T.P.C) :** Il assure la séparation matérielles des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

**IV.2.10 Bande dérasée de gauche (B.D.G) :** Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est dégagée de tous obstacles, revêtus et se raccorde à la chaussée.

**IV.2.11 Bande médiane :** Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation,.. etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.

**IV.2.12 Le fossé :** C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et des talus et les eaux de pluie.

**IV.2.13 Banquette :** Parapet de terre établi le long d'une route.

**IV.2.14 Caniveau :** Bordure extérieure de la chaussée aménagée pour l'écoulement de l'eau.

### IV.3 Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil en travers :

1. Profil en travers type.
2. Profil en travers courant.

#### IV.3.1 Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais ou mixte).

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

#### IV.3.2 Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance de 25 m.

### IV.4 Application du projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour le projet sera composé des éléments comme suite :

**Plateforme :** 20.00 m

**Largeur de chaussée :** 2 x 7.0m

**Largeur de l'accotement :** 2 x 2.00m

**Largeur de TPC :** 2 x 2.00m

**Pente des talus déblais :** 1/1 selon la nature du relief et l'étude géotechnique.

**Pente des talus remblais :** 1/1.5.

## **Partie II**

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

Chapitre I : *Etude du trafic*

Chapitre II : *Tracé en plan*

Chapitre III : *Profil en long*

Chapitre IV : *Profil en travers*

**Chapitre V : *Etude géotechnique***

Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.*

Chapitre VII : *Dimensionnement du corps de chaussée*

Chapitre VIII : *Cubature*

Chapitre IX : *Assainissement*

Chapitre X : *Signalisation et éclairage*

Chapitre XI : *Estimation du projet*

## V.1 Introduction

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques, mécaniques et hydrauliques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée. La géotechnique est une science empirique qui se fait en partie sur les données recueillies lors des essais au laboratoire et sur terrain.

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance des terrains traversés, à ce niveau se concrétise le rôle de l'étude géotechnique soit :

- Pour le dimensionnement du corps de chaussée et éventuellement les fondations des ouvrages d'arts prévues dans la phase d'étude.
- Pour prévoir les matériaux et les méthodes adéquates aux travaux de terrassement dans la phase d'exécution.

### V.1.2 Objectifs

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de son gisement.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.

## V.2 Les moyens de reconnaissance

Les moyens de la reconnaissance d'un tracé routier sont essentiellement :

- L'étude des archives et documents existants.
- Les visites de site et les essais « **in-situ** ».
- Les essais de laboratoire.

### V.2.1 L'étude des archives et documents existants

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés. Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques des formations existantes.

### V.2.2 Les visites sur site et les essais « IN-SITU »

Les visites sur site permettent de vérifier et de préciser les informations déjà recueillies sur les documents précédemment cités. Cependant, la connaissance précise des caractéristiques des sols en présence nécessite des investigations « in-situ » permettant :

- Soit la mesure de certaines caractéristiques en place.
- Soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de laboratoire.

### V.2.3 La reconnaissance « IN-SITU »

La première reconnaissance visuelle, permet d'arrêter un premier programme de reconnaissance « in-situ » en fonction des sols rencontrés et des problèmes géotechniques pressentis. Le programme peut comprendre une gamme assez variée d'investigation que l'on présentera succinctement dans ce qui suit :

- **Les essais de plaque**

Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge. On déduira ensuite un module de sol  $E$  en interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de Bossinesq qui relie  $Z$ , le déplacement, la pression  $q_0$  le rayon de charge  $a$  et les caractéristiques du massif  $E_2, V_2$ .

- **Essai pressiométrique :**

Il s'agit d'un essai de chargement statique du terrain en place, effectué grâce à une sonde cylindrique dilatable radialement introduite dans un forage.

L'essai permet d'obtenir une courbe de variation des déformations volumétriques du sol en fonction de la contrainte appliquée, et de définir une relation contrainte déformation du sol en place dans l'hypothèse d'une déformation plane.

On détermine trois paramètres : un module de déformation du sol, une pression dite de fluage et une pression dite limite.

#### V.2.4 Les méthodes géophysique

- **La prospection sismique :**

Le principe consiste à mesurer la vitesse de propagation des ondes primaires ou ondes **P** (les plus rapides) et en déduire la nature du sol traversé.

Ces méthodes permettent de déterminer de façon approximative l'épaisseur des différentes couches et leur nature, elles ne s'appliquent pas dans le cas de fortes teneurs en eau.

- **La prospection électrique :**

Cette méthode est basée sur la mesure de la résistance électrique d'un volume de sol entre deux électrodes placées en surface, elle permet de connaître les différentes couches de sols et leurs épaisseurs, et en général de contrôler l'homogénéité des terrains.

La méthode est bien adaptée pour les sols à fortes teneurs en eau.

- **Les essais pénétration**

Le principe consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni d'une pointe ou d'une trousse coupante à son extrémité et de mesure de la résistance du sol à l'effort de pénétration. Les types de pénétromètres utilisés sont :

- **Pénétrromètre statique :**

Ces essais réalisés par fonçage dans le sol, à une vitesse lente et constante

2 cm/s, à l'aide d'un vérin, des tiges terminent par un point conique.

Les résultats de cet essai sont présentés sur un diagramme (**pénétrogramme**).

- **Pénétrromètre dynamique :**

L'essai consiste à faire pénétrer dans le sol par battage des tiges métalliques avec une pointe à l'extrémité à l'aide d'un mouton tombant une chute libre d'une altitude donnée.

- **Le standard pénétromètre test ou SPT :**

C'est un pénétromètre dynamique normalisé qui consiste à battre un carottier à l'aide d'un mouton, tombent d'une hauteur de chute de 76.2 cm.

### V.2.5 Les différents essais en laboratoire

Les essais réalisés en laboratoire sont :

- Les essais d'identification.
- Les essais mécaniques.

#### a- Les essais d'identification :

- Teneur en eaux et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterberg.
- Equivalent de sable.
- Essai au bleu de méthylène (ou à la tache).

#### b- Les essais mécaniques :

- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Essai Micro Deval.

#### a. Les essais d'identifications

- **Masse volumique et teneur en eau :**

**Teneur en eau :** exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit

$$\omega = W_w/W_s$$

**Masse volumique :** ( $\gamma$ ) est la masse d'un volume unité de sol :

$$\gamma = W/V.$$

On calcule aussi la masse volumique sèche :

$$\gamma_d = W_s/V$$

#### Domaine d'utilisation :

Cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

- **Analyses granulométriques**

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique. Cette analyse se fait en générale par un tamisage.

#### Principe d'essai :

L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoirs reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes.

#### But de l'essai :

C'est un essai qui a pour objet de la détermination le poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).

#### Domaine d'utilisation

La granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée.

- **Limites d'Atterberg**

#### Limite de plasticité ( $W_p$ )

Caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité. Elle varie de **0%** à **100%**, mais elle demeure généralement inférieure à **40%**.

### Limite de liquidité (WL)

Caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide, elle peut atteindre **100%** dans le cas d'un certaines argiles, mais dans la plupart des cas elle ne dépasse pas **100%**.

### L'indice de plasticité(I<sub>p</sub>)

$$I_p = W_L - W_P$$

Il permet d'établir la plasticité d'un sol donné.

### L'indice de liquidité :(I<sub>l</sub>)

Permet de savoir rapidement si un sol est à l'état liquide, plastique, semi-solide.

$$I_l = \frac{W - W_p}{I_p}$$

### Principe de l'essai :

La détermination de **W<sub>L</sub>** et **W<sub>P</sub>** donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permette de le classé grâce à l'abaque de plasticité de **Casa grande**.

**But de l'essai :** cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement.

### Domaine d'application

L'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme).

- **Equivalent de sable**

Lorsque les sols contiennent très peu particules fines, les limites D'ATTERBERG ne sont pas mesurables, pour décaler la présence en quantité plus ou moins importante de limon et d'argile, on réalise un essai appelé « **équivalent de sable** ».

**Principe de l'essai :** L'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de 5mm ; en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments plus fins (argileux par exemple).

### But de l'essai :

Cet essai permet de mettre en victoire la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles.

### Domaine d'application

Cette détermination trouve son application dans de nombreux domaines notamment les domaines de classification, étude, choix et contrôle des sols et sables.

- **Essai au bleu de méthylène (ou à la tache)**

Les molécules de bleu de méthylène ont pour propriété de se fixer sur les surfaces externes et internes des feuillets d'argile, la quantité de bleu adsorbée par **100gramme** de sol s'appelle « **Valeur Au Bleu** » du sol et est notée **VBs**, la **VBs** reflète globalement :

- La teneur en argile (associée à la surface externe des particules).
- L'activité de l'argile (associée à la surface interne).

L'essai consiste à mettre en suspension une fraction de sol (**0/d**) avec **d≤10mm** et à ajouter à cette suspension des doses successives **de 5 ml** d'une solution de bleu de méthylène jusqu'à apparition d'une auréole bleue autour de la tâche constituée par le sol, l'auréole bleue indique l'excès de cette solution dans les particules d'argile.

La valeur **VBs** est alors calculée à l'aide de la relation : **VBs = VBs (0/d) x C (0/d)/100C (0/d)** étant le pourcentage de la fraction **0/d** du sol étudié.

## b. Les essais mécaniques

### • Essai PROCTOR

L'essai Proctor est un essai routier conviennent à la plupart des sols, y a deux essais de Proctor normal et modifié.

#### Principe de l'essai

l'essai consiste à mesurer le masse volumique sèche d'un sol disposer en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couches étant compacter avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage. Les grains passants par le tamis de **5 mm** sont compactés dans le moule Proctor.

#### But de l'essai

L'essai **Proctor** consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (la réduction de son volume par réduction des vides d'air) et une teneur en eau c'est-à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini.

#### Domaine d'utilisation

Cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de

### • Essai C.B.R (California Bearing Ratio)

On réalise en général trois essais : « **CBR standard** », « **CBR immédiat** », « **CBR imbibé** ».

#### Principe de l'essai :

On compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (**Proctor modifié**) avec trois (**3**) énergies de compactage **25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c** et imbibé pendant quatre **4jours**.

Les passants sur le tamis inférieur à **20 mm** dans le moule **CBR**.

#### But de l'essai :

L'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.

**Domaine d'utilisation :** cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.

- **Essai Los Angeles :**

L'essai **LA** est un essai très fiable est de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau.

**Principe de l'essai :** l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1,6 mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine **Los Angles**.

**But de l'essai :** l'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.

**Domaine d'application**

L'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement).

- **Essai Micro Deval :**

Il est en général effectué deux essais, pour avoir deux coefficients (**Deval sec**) et (**Deval humide**). On s'intéresse actuellement au **MDE** (DEVAL humide) qui est de plus en plus pratiquée.

**Principe de l'essai :**

L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6 mm** (Tamis de **1.6 mm**) produits dans la machine **Deval** par les frottements réciproques.

**But de l'essai**

L'essai **Micro-Deval** humide permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.

**Domaine d'application :**

Choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.

**V.3 Condition d'utilisation des sols en remblais**

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Un remblai de bonne qualité doit être incompressible, pour ce faire il faut que sa densité soit maximum.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension > **80mm**.
- Matériaux plastique IP> **20%** ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront donc :

- réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés surtout si l'épaisseur est très importante.
- Les matériaux des remblais seront choisi selon les conditions locales et de sujétions d'exécution de chantier ; les matériaux idéal (sablo-graveleux) présentant un courbe

- granulométrique continue, le remblai doit être homogène d'une faible teneur en eau et d'une portance uniforme et suffisante.
- Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente, le remblai est répandu par couche de 25-30 cm d'épaisseur tassé mécaniquement par le passage d'un rouleau automoteur parcourant la surface de sol d'une manière régulière, l'efficacité du compactage se mesure par l'essai de Proctor.

**V.4 Conclusion :**

Pour le cas de notre terrain on a pris le ICBR égale à 5 ceci veut dire que la classe de sol est de type **S3**.

## Partie II

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

Chapitre I : *Etude du trafic*

Chapitre II : *Tracé en plan*

Chapitre III : *Profil en long*

Chapitre IV : *Profil en travers*

Chapitre V : *Etude géotechnique*

**Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.***

Chapitre VII : *Dimensionnement du corps de chaussée*

Chapitre VIII : *Cubature*

Chapitre IX : *Assainissement*

Chapitre X : *Signalisation et éclairage*

Chapitre XI : *Estimation du projet*

### VI1 Paramètres de base pour les études de tracé

En dehors de la nécessité de répondre à la demande de trafic et de s'adapter à l'évolution des caractéristiques géométriques, il est essentiel de bien connaître les vitesses réellement pratiquées sur le tracé envisagé. En effet, ces vitesses jouent un rôle déterminant dans la conception de la route.

### VI2 Vitesse de référence des véhicules légers (VVL) et des poids lourds (VPL)

La **vitesse de référence des véhicules légers (VVL)** correspond à la vitesse minimale prise en compte lors de l'aménagement d'une section de route. Elle sert de base pour définir les caractéristiques géométriques minimales à respecter, notamment dans les zones délicates comme les courbes ou les carrefours.

Respecter cette vitesse minimale est indispensable pour garantir l'homogénéité et la sécurité de la circulation.

Quant à la **vitesse de référence des poids lourds (VPL)**, elle sert principalement à fixer les limites des rampes et à orienter le choix des vitesses adaptées à ces véhicules, souvent plus lents et sensibles aux déclivités.

Le choix des vitesses de référence dépend de plusieurs éléments :

- Le **type de route** (nationale, régionale, etc.)
- L'**importance et la nature du trafic**
- La **topographie du terrain** et les **conditions économiques d'exécution et d'exploitation**

Catégorie		Environnement	E.1	E.2	E.3
			(Plaine)	(Ondulé)	(Montagneux)
Caté.1	VVL	120	100	80	
	VPL	40	35	30	
Caté.2	VVL	120	100	80	
	VPL	40	35	30	
Caté.3	VVL	120	100	80	
	VPL	35	30	25	
Caté.4	VVL	100	80	60	
	VPL	30	25	20	
Caté.5	VVL	80	60	40	
	VPL	-	-	-	

**Tableau VI1 : Vitesses de référence VVL et VPL selon la catégorie de route et l'environnement (selon B40)**

### VI3 Introduction :

L'étude cinématique, sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules sur la route, ces paramètres déterminent les caractéristiques nécessaires au tracé du projet. Elle a pour but de déterminer les paramètres cinématiques nécessaire à l'évaluation de la visibilité qui conditionne le comportement de l'utilisateur sur la route.

### VI4 Paramètres Cinématique :

La distance minimale de freinage, désignée par « Dmf », constitue un critère fondamental pour définir les distances de visibilité à prévoir dans les courbes en plan et en profil longitudinal. Elle représente la longueur nécessaire pour qu'un véhicule puisse s'arrêter complètement en cas de freinage d'urgence.

Dans des conditions standards (chaussée mouillée et route en palier), cette distance est donnée par la formule :

$$\frac{1}{2} mv^2 = p * f * d0 \Rightarrow d0 = \frac{v^2}{2gf} = \frac{v^2}{254f}$$

où :

- V est la vitesse en km/h,
- F est le coefficient de frottement longitudinal.

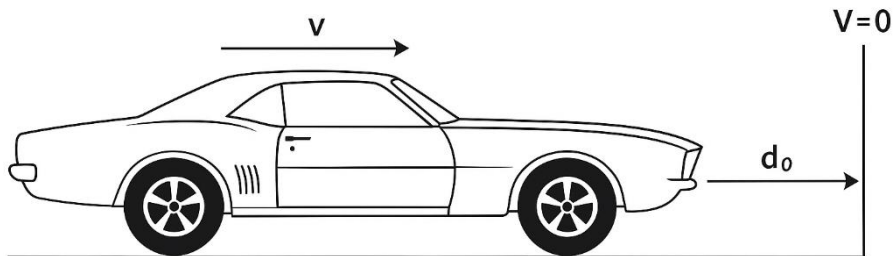


Figure. VI1: Distance de Freinage.

Lorsque la route présente une déclivité (rampe ou pente), la formule se modifie pour prendre en compte l'inclinaison :

$$d0 = \frac{v^2}{254(f \pm i)}$$

Avec :

- i représentant la déclivité de la chaussée en %, positive pour une rampe et négative pour une pente.

En palier (i=0) on aura

$$d0 = \frac{v^2}{254 * f}$$

En rampe (montée)

$$d0 = \frac{v^2}{254(f+i)}$$

En pente (descente)

$$d_0 = \frac{v^2}{254(f-i)}$$

Ce paramètre est indispensable pour garantir la sécurité dans toutes les configurations routières, en anticipant les distances d'arrêt nécessaires selon le profil de la voie.

Le coefficient de frottement longitudinal  $f$  varie avec l'état des pneus et l'état de la chaussée comme il peut varier avec la vitesse du véhicule.

Vitesse (Km/h)		40	60	80	100	120	140
f <sub>rl</sub>	Catégorie 1-2	0.45	0.42	0.39	<b>0.36</b>	0.33	0.30
	Catégorie 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/

**Tableau VI2 Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40**

D'après les valeurs du tableau des normes B40 et en ce qui concerne notre projet On a  $f_l = 0.36$

#### VI5 Temps de perception-réaction :

Avant le freinage à l'apparition d'un obstacle, il s'écoule un certain temps  $t_p$  pendant lequel le conducteur :

- Perçoit l'existence de l'obstacle c'est à dire, il prend conscience de cette apparition, et de la nécessité de freiner au maximum.
- Réagit en actionnant ses freins (porte ses pieds sur la pédale de frein).

Ce temps  $t_p$  est appelé le temps de perception-réaction. La norme divise ce temps en deux parties :

- Le temps physiologique moyen c'est-à-dire le temps au cours duquel l'œil transmet les informations au cerveau et à son tour donne l'ordre d'agir qui est de 1.5 à 1.3s.
- Le temps mort mécanique c'est-à-dire celui qui permet l'entrer en action des freins qui est de 0,5 s.

On aura en fin de compte un temps de perception-réaction égale à :

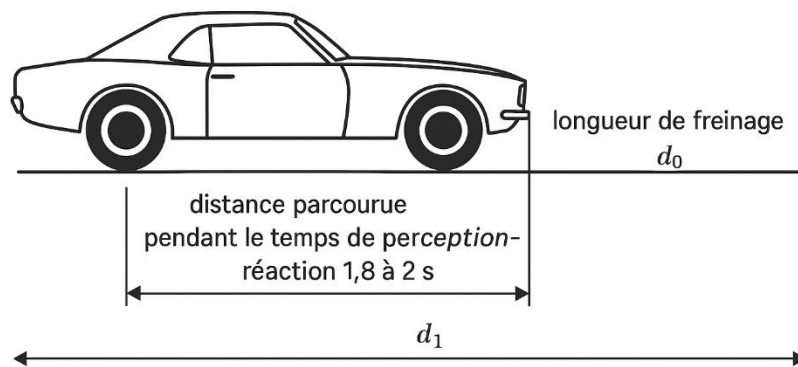
❖  $t_p = 1.8s$  si  $V \geq 100$  km/h.

❖  $t_p = 2s$  si  $V < 100$  km/h.

#### VI6 Distance d'arrêt en alignement droit :

La distance de visibilité d'arrêt est la distance nécessaire à l'arrêt d'un véhicule à l'approche d'un obstacle éventuel. Cette distance est la somme de deux distances.

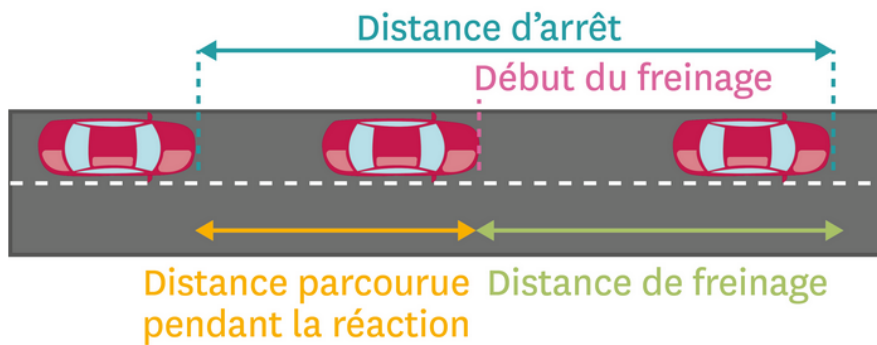
**OBSTACLE IMMOBILE :**



**Figure. VI2 : Obstacle Immobile.**

La distance d'arrêt d1 est égale à la somme de :

- La distance de freinage do déterminée précédemment.
- La distance parcourue pendant le temps de perception-réaction



**Figure VI3 Distance d'arrêt.**

$$d1 = d0 + \frac{v}{3.6} * tp$$

Avec :

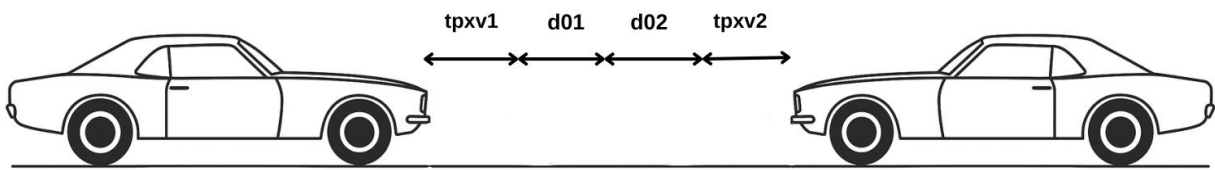
- tp : temps de perception –réaction.
- do : distance de freinage.
- v : vitesse de référence.

Donc on aura :

$$d1 = \frac{v^2}{254(f\pm i)} + 0.50 * V \quad \text{Pour } V \geq 100\text{Km/h}$$

$$d1 = \frac{v^2}{254(f\pm i)} + 0.55 * V \quad \text{Pour } V < 100\text{Km/h}$$

**OBSTACLE MOBILE :**



**Figure. VI4 : Obstacle mobile.**

$$\begin{cases} d2 = \frac{v^2_1}{254 * (f \pm i)} + 0.50 * V1 + \frac{v^2_2}{254(f \pm i)} + 0.50 * V2 & Si \quad V \geq 100\text{Km/h} \\ d2 = \frac{v^2_1}{254 * (f \pm i)} + 0.55 * V1 + \frac{v^2_2}{254(f \pm i)} + 0.55 * V2 & Si \quad V < 100\text{Km/h} \end{cases}$$

Si  $V1=V2=V$                       On' a :

$$\begin{cases} d2 = \frac{v^2}{127 * (f \pm i)} + V & Si \quad V \geq 100\text{Km/h} \\ d2 = \frac{v^2}{127 * (f \pm i)} + 1.1V & Si \quad V < 100\text{Km/h} \end{cases}$$

Avec :

- V : vitesse de référence (km/h)
- f : coefficient de frottement longitudinal
- i : devers.

**VI7 Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre :**

**dvdm :** Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

**dvDN :** Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

**dmd :** Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement

**VI8 Distance de visibilité de dépassement minimal « dadmin » :**

La distance de visibilité de dépassement est égale au double de la distance parcourue par un véhicule rapide pendant la durée de dépassement. Selon B40.

Les différentes valeurs de « Ddmin » sont données dans le tableau suivant.

<b>Vitesse (Km/h)</b>	40	60	80	100	120
<b>Ddmin(m)</b>	150	250	325	<b>425</b>	550

**Tableau VI3 : Variations des « Ddmin » en Fonction de la Vitesse.**

**VI9 distance de visibilité de manœuvre de dépassement :**

La distance de manœuvre de dépassement sert à calculer le rayon minimal de courbure du profil en long au sommet.

<b>Vitesse (Km/h)</b>	40	60	80	100	120
<b>Dmd (m)</b>	70	120	200	<b>300</b>	425

**Tableau VI4 : selon B40 les valeurs de « Dmd » en mètre en fonction de la vitesse**

**VI10 Espacement et Distance de Sécurité entre Deux Véhicules**

L'espacement entre deux véhicules représente la distance minimale que tout conducteur doit maintenir avec le véhicule qui le précède afin de garantir la sécurité en circulation.

Cette distance dépend directement de la vitesse du véhicule et correspond généralement à celle parcourue pendant un délai de deux secondes. Cette durée est volontairement supérieure au temps de perception-réaction estimé entre 1,5 et 2 secondes, de sorte que si les deux véhicules possèdent des capacités de freinage similaires, le risque de collision est évité. L'espacement peut être estimé empiriquement par la formule :

$$E = 8 + 0,2V + 0,003V^2$$

où V est la vitesse en km/h.

En parallèle, on parle également de distance de sécurité (Ds), qui désigne l'espace requis entre deux véhicules circulant dans le même sens, sur la même voie et à la même vitesse, de manière à prévenir tout accident si le véhicule en tête freine brutalement. Cette distance de sécurité prend en compte le temps de perception-réaction (tp) du conducteur, la vitesse V (km/h), et la longueur moyenne d'un véhicule (L ≈ 8 m). Elle se traduit par la formule :

$$Ds = \left(\frac{V}{3,6} tp\right) + L$$

- Ds est la distance de sécurité (m),
- V est la vitesse en km/h,
- tp est le temps de perception-réaction (souvent pris entre 1,8 et 2 s),
- L est la longueur moyenne du véhicule (environ 8 m).

Le respect de ces distances est essentiel pour assurer la sécurité des usagers, particulièrement en conditions de circulation dense ou à grande vitesse.



## **Partie II**

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

Chapitre I : *Etude du trafic*

Chapitre II : *Tracé en plan*

Chapitre III : *Profil en long*

Chapitre IV : *Profil en travers*

Chapitre V : *Etude géotechnique*

Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.*

**Chapitre VII** *Dimensionnement du corps de chaussée*

Chapitre VIII *Cubature*

Chapitre IX : *Assainissement*

Chapitre X : *Signalisation et éclairage*

Chapitre XI *Estimation du projet*

### **VI1 Introduction :**

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car la qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisée, la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation: action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,... Etc.

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques structurelles lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

### **VI2 La chaussée :**

#### **VI2.1 Définition :**

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- De la charge des véhicules.
- Des chocs.
- Des intempéries.
- Des efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.

#### **VI2.2 Constitution et construction des couches de chaussées :**

Généralement le corps de la chaussée se compose des couches et sous couches constitué des matériaux différents, des épaisseurs bien déterminées et ayant chacune un rôle bien spécifique. On distingue :

#### **VI2.3 Les couches :**

**VI2.3.1 Couche de surface :** c'est la chape de protection de corps de la chaussée par sa dureté et son perméabilité. Elle est à généralement une structure bicouche :

**VI2.3.2 Couche de roulement :** c'est la couche supérieure sur laquelle s'appliquent directement les actions du trafic et de climat.

**VI2.3.3 Couche de liaison :** son rôle est de lier entre la couche de base et la couche de roulement.

**VI2.3.4 Couche d'assise :** est généralement constituée de deux couches, la couche de fondation surmontée de la couche de base.

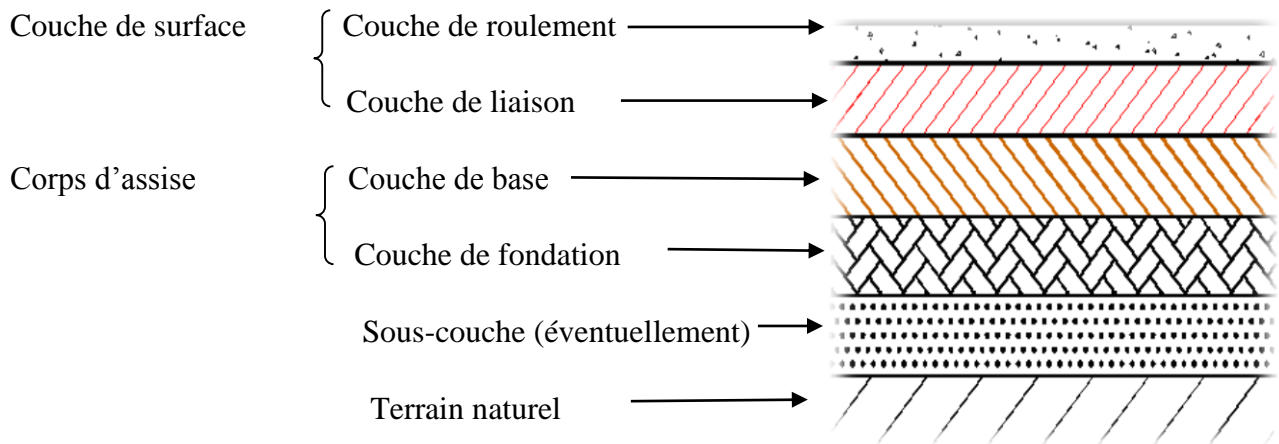
**VI2.3.5 Couche de fondation :** son rôle est de transmettre et de répartir les charges verticales, apportées par la couche de base, sur le terrain naturel.

**VI2.3.5 Couche de base :** Supportant l'action des véhicules puis elle va la transmettre à la couche de fondation.

**VI2.3.6 Couche de forme :** Ne fait pas partie de la chaussée proprement dit. Elle utilise pendant les travaux en contribuant au nivellement et assure la circulation des engins de chantier

**VI2.3.7 Sous couche :** S'oppose à la stagnation des eaux il a remonté sous terrain du terme argileux. On distingue pour la chaussée souple :

- Sous couche drainant (anticapillaire) : pour drainer et éviter la remontée d'eau.
- Sous couche anti- contaminant : pour éviter le gonflement et tassement de l'argile.
- Sous couche antigel : pour éviter les fissurations.



**Fig.VII1 : Schéma de la structure d'une chaussée souple**

#### VI2.4 Le différent type de corps de chaussée :

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

1. Chaussée souple.
2. Chaussée semi - rigide.
3. Chaussée rigide.

##### VI2.4.1 Chaussée souple :

Elles constituent l'immense majorité des routes actuelles. Elles sont composées d'une fondation constituée d'un matériau non traité mais stabilisé mécaniquement (compact), d'une couverture bitumineuse mince (couche de roulement) moins de 15 cm.

##### VI2.4.2 Chaussée semi-rigide :

On distingue : Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulats,..). La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 mm.

##### VI2.4.3 Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

### VI3 Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de chaussée :

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont :

1. Le trafic
2. L'environnement de la route (le climat essentiellement)
3. Le sol support
4. Matériaux

#### VI3.1 Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic ( $T_{PLi}$ ) est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule sur 20 ans
<b>T1</b>	$T < 7.3 \times 10^5$
<b>T2</b>	$3.7 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
<b>T3</b>	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
<b>T4</b>	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
<b>T5</b>	$T > 4 \times 10^7$

**Tableau VII1 : Classement du trafic.**

On commence par la détermination du trafic poids lourds cumulé sur 20 ans et définir à partir du tableau ci-dessus la classe de trafic correspondant. Le trafic cumulé est donné par la formule ci-après :

$$T_C = T_{PL} \left[ 1 + \frac{(1+\tau)^{n+1} - (1+\tau)}{(1+\tau) - 1} \right] \times 365$$

**Avec :**

$T_{PL}$  : trafic poids lourds à l'année de mise en service (Pl/j/sens).

$n$  : durée de vie ( $n = 20$  ans).

$T$  : taux de croissance du trafic.

**Remarque :**

**On a :**

On a :  $\tau = 4\%$ ;  $TJMA_{2024} = 9360$  (v /j)

**Donc :**  $T_C = 9360 \left[ 1 + \frac{(1+0.04)^{20+1} - (1+0.04)}{(1+0.04) - 1} \right] \times 365 = 10 \times 10^7$  Pl/j/sens

**Remarque :**

la classe de trafic de notre route est de classe **T5**.

### VI3.2 L'environnement de la route :

Les zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant (B40) :

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Teq	Région
<b>I</b>	> 600	Très humide	20	Nord
<b>II</b>	350 à 600	Humide	20	Nord, hauts plateaux
<b>III</b>	100 à 350	Semi-humide	25	Haut plateaux
<b>IV</b>	< 100	Aride	30	sud

**Tableau VII2 : les zones climatiques de l'Algérie.**

#### Remarque :

Puisque notre projet situé dans la région de nord donc la zone climatique est « I »

### VI3.3 Détermination de la classe du sol :

Le sol doit être classé selon la valeur du CBR du sol support. Les différentes catégories de sol sont données par le tableau suivant :

Classe du sol	Indice CBR
<b>S1</b>	25 à 40
<b>S2</b>	10 à 25
<b>S3</b>	5 à 10
<b>S4</b>	<5

**Tableau VII3 : Classe du sol en fonction de la portance de sol.**

#### VI3.3.1 Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic PL.

Quelques matériaux utilisés pour le corps de chaussée.

#### Béton Bitumineux (BB) :

- Définition :** les bétons bitumineux sont des matériaux enrobés à chaud dont le squelette minéral est, en général, une grave concassée 0/10 ou 0/14 et, le liant, du bitume pur 40/50.
- Domaine d'utilisation :** Ce type de matériau est bien adapté aux couches de surface des chaussées à forts trafics en raison de ses bonnes caractéristiques mécaniques. Il est aussi bien utilisé pour les chaussées neuves qu'en renforcement.
- Constituants :**
  - Granulats :** la granularité du squelette minéral est de classe 0/10 ou 0/14 pour des épaisseurs moyennes de couche de roulement de respectivement, 6 et 8 cm.
  - Teneur en fines :** la fraction sableuse (passant à 0.080 mm) doit être comprise entre 6 et 10 %. Lorsque cette valeur est insuffisante pour une bonne composition du matériau, il nécessaire d'adjoindre à la grave 0/D des fines d'apport. Celles-ci doivent avoir plus de 80 % d'éléments passant au tamis 0.080 mm et 100 % de passant à celui de 0.2 mm.

- **Bitume** : le bitume utilisé est, normalement, de classe 40/50. Dans certains cas (trafic modéré, route en altitude, etc.), il est possible d'utiliser un bitume moins dur tel que le 60/70 ou 80/100 si le risque d'orniérage n'est pas trop à craindre.

**Grave Bitume (GB) :**

1. **Définition** : les graves bitume 0/20 sont des enrobés bitumineux à chaud (mélange à chaud de granulats séchés et de bitume pur).
2. **Domaine d'utilisation** : la technique des graves bitumes est destinée à la réalisation des assises de chaussée (couche de base et couche de fondation), Réseau RP1 : Classes de trafic TPL3 à TPL7.
3. **Constituants** :
  - **Granulats** : les classes granulaires utilisées pour la fabrication des graves bitumes 0/20 sont les suivantes coupures granulométriques : 0/3, 3/8, 8/14, 14/20, (Indice de concassage  $I_c = 100\%$ ).
  - **Bitume** : classe du bitume : 40/50 (pour le RP1).

**Grave Non Traitée (GNT) :**

1. **Définition** : les GNT sont définies comme étant des graves 0/D, ne comportant pas de liant. On distingue deux types de GNT suivant leur mode d'élaboration :  
Les GNT de type « **A** » sont obtenus en une seule fraction.  
Les GNT de type « **B** » sont des matériaux provenant du mélange d'au moins deux fractions granulométriques, malaxées et humidifiées en centrale.
2. **Domaine d'utilisation** :  
Couches d'assises de chaussées (couche de base et couche de fondation) pour le réseau RP2.  
Couche de fondation pour le réseau RP1.
3. **Constituants** :
  - **Granulats** : la granularité du GNT est de classe 0/20 et 0/31.5, Indice de concassage  $I_c = 100\%$ .

**VI4 Les principales méthodes de dimensionnement**

Il existe plusieurs méthodes pour dimensionner la chaussée, parmi ces méthodes deux sont les plus utilisées en Algérie :

- Méthode CBR.
- Méthodes des épaisseurs équivalentes

- **Méthode C.B.R (California -Bearing – Ration)**

C'est une méthode (Semi-Empirique) qui est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90-100) % de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau de moins de 15 (cm). Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivant la théorie de BOUSSINESQ, soit inférieure à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$e = \frac{100 + 150 \sqrt{P}}{I_{\text{CBR}} + 5}$$

En tenant compte de l'influence du trafic, la formule suivant :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{P})(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{\text{CBR}} + 5}$$

$$N = T_H \times Z\%$$

$$T_H = \frac{T_0}{2} (1 + \tau)^2$$

Avec :

**e** : épaisseur équivalente.

**I** : indice CBR (sol support)

**N** : désigne le nombre journalier de camion de plus 1500kg à vide

**T<sub>H</sub>** : Trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans

**T<sub>0</sub>** : Trafic actuel (v/j)

**τ** : Le taux d'accroissement en %

**Z** : le pourcentage de poids lourds en %

**P**: charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).

**Log** : logarithme décimal.

• **Méthode des épaisseurs équivalentes :**

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches, et l'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient « **a** » appelé coefficient d'équivalence. L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des équivalents des couches :

$$E_{\text{eq}} = \sum e_i (\text{réel}) \times a_i$$

Avec :

**e<sub>1</sub>** : épaisseur réelle de la couche de roulement.

**e<sub>2</sub>** : épaisseur réelle de la couche de base.

**e<sub>3</sub>** : épaisseur réelle de la couche de fondation.

**a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>** : sont Les coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches **e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>3</sub>**.

Classe	Sols
S1	Marne ou argile, Sable argileux assez plastique
S2	Sable argileux peu plastique, Sable limoneux, Grave argileux, Grave limoneuse assez plastique
S3	Grave limoneuse plastique
S4	Grave propre

Tableau VII4 : classification du sol de fondation.

Matériaux	Coefficient d'équivalence $a_i$	Épaisseur minimale après le compactage $e_i$
Sable	0.5	8
Tout venant	0.8	15
Grave naturel	1.0	15
Grave ciment	1.3	12
Sable laitier	1.4	12
Grave laitier	1.5	12
Sable bitume	1.6	6
Grave bitume	2	8
TUF	0.8	25
Béton bitumineux	2.2	3

Tableau VII5 : Coefficient d'équivalence et l'épaisseur minimale des matériaux.

Valeur de $E(\text{cm})$	$E > 50$	$50 > E > 40$	$40 > E > 30$	$30 > E > 20$	$20 > E$				
S1									
S2						Bon	Inacceptable		
S3						Surdimensionnée	Bon		
S4								Bon	

Tableau VII6 : Vérification de dimensionnement

**Remarque :** Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe  $e_1$  et  $e_2$  et on calcul  $e_3$ , généralement les épaisseurs adoptées sont : **BB : 5-8cm**      **GB : 10-20cm**      **GC : 15-30cm**

### VI5 Application au projet

#### Donnée de projet :

On a :  $Z = 29\%$  ;  $I_{CBR} = 5$  ;  $P = 6.5 \text{ t}$  ;  $TJMA_{2024} = 9360 \text{ (v /j)}$  ;  $TJMA_{2044} = 20509 \text{ (v /j)}$

$N_{pl2044} = Z\% \times 0.5 \times TJMA_{2044} = 0.29 \times 0.5 \times 20509 \rightarrow N_{pl2044} = 2974 \text{ PL/j/sens}$

Donc

- **Méthode C.B.R :**

$$e = \frac{100 + (\sqrt{P})(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5}$$

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times \left[ 75 + 50 \log \left( \frac{2974}{10} \right) \right]}{(5 + 5)} = 48.23 \text{ (cm)} \Rightarrow e = 48 \text{ (cm)}.$$

- **Méthode des épaisseurs équivalentes :**

Couche	Matériaux	$a_i$	$e_i$	$E_{\text{equi}}$	$E_{\text{adopté}}$
Fondation	Grave naturel	1.0	15	15	25
Base	Grave bitume	2.0	8.0	16	16
Roulement	Béton bitumineux	2.2	3	6.6	7
<b>Total</b>					<b>48</b>

**Tableau VII7 : L'épaisseur des couches de chaussée.**

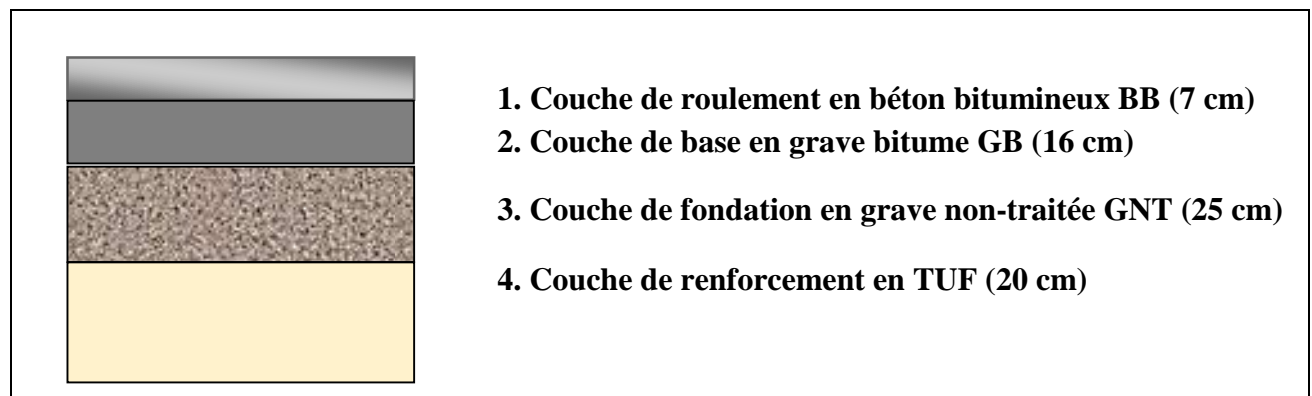
#### VI6 Conclusion :

Pour améliorer la portance du sol support on ajoute une couche de forme de 20cm de TUF

Donc la structure proposée sera composé de :

**7 cm (BB) + 16 cm (GB) + 25 cm (GNT) + 20 cm (TUF) = 68 cm**

La structure proposée est **bonne** puisque le sol est de classification **S3** d'après le tableau de vérification de dimensionnement Comme indique la figure suivante :



## **Partie II**

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

Chapitre I : *Etude du trafic*

Chapitre II : *Tracé en plan*

Chapitre III : *Profil en long*

Chapitre IV : *Profil en travers*

Chapitre V : *Etude géotechnique*

Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.*

Chapitre VII : *Dimensionnement du corps de chaussée*

**Chapitre VIII : *Cubature***

Chapitre IX : *Assainissement*

Chapitre X : *Signalisation et éclairage*

Chapitre XI : *Estimation du projet*

**VII1 Introduction**

La réalisation d'un ouvrage en génie civil nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté.

Pour les voies de circulations ceci est très visible sur les profils en long et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par rapport à la terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai, soit par l'excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre qui se trouve entre le tracé du projet et celui du terrain naturel.

**VII2 Définition :**

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous-jacente à la ligne de projet :

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- les profils en long
- les profils en travers
- les distances entre les profils.

Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

**VII3 Cubatures Des Terrassements**

On entend par cubature le calcul des volumes déblais remblais à déplacer pour respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

Comme notre terrain est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais remblais. Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

**VII4 Méthode de calcul des cubatures**

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi lesquelles nous citerons :

- Méthode de la moyenne des aires (méthode par excès).
- Méthode de l'air moyenne (méthode par défaut).
- Méthode de la longueur applicable.
- Méthode approchée.

Pour calculer un volume, nous utilisons la méthode de la moyenne des aires, qui est une méthode très simple mais elle présente l'inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par un coefficient de 10% et ceci dans le but d'être en sécurité.

**VII4.1 Description de la méthode**

En utilisant la formule qui calcule le volume compris entre deux profils successifs on a :

$$V = \frac{h}{6} (S1 + S2 + 4S)$$

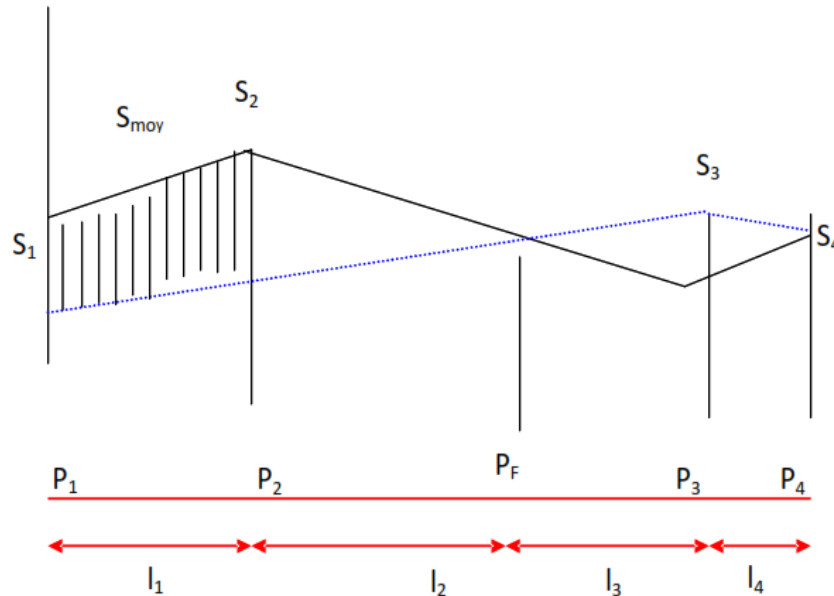
Avec :

**h** : distance entre deux profils.

**S1 ; S2** : les surfaces verticales des profils en travers P1 et P2.

**S** : Surface limitée à mi-distances des profils.

A la figure ci-dessous, on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.



**Figure VIII 1 : Méthode de la moyenne des aires.**

Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1 et S2 sera égale a :

$$V = \frac{h}{6} (S1 + S2 + 4S_{moy})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions  $S_{moy}$  et  $(\frac{S1+S2}{2})$

ceci donne :  $V = \frac{l_1}{2} (S1 + S2)$

donc les volumes seront :

- Entre P0 et P1 :  $V = \frac{l_1}{2} (S1 + S2)$
- Entre P1 et P2 :  $V = \frac{l_2}{2} (S1 + 0)$
- Entre P2 et P3 :  $V = \frac{l_3}{2} (0 + S3)$

En additionnant membre a ces expressions, on al e volume total des terrassements :

$$V = \frac{l_1}{2} (S1) + \frac{l_1 + l_2}{2} (S2) + \frac{l_2 + l_3}{2} (0) + \frac{l_3 + l_4}{2} (S3) + \frac{l_4}{2} (S4)$$

**Remarque :**

On voit l'utilité de placer les profils P2 puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

**VII5 Conclusion :**

Dans le calcul des cubatures on a utilisé la méthode de la moyenne des aires dont on a obtenu les résultats suivants :

- Le volume total de déblai :  $V_d = 25\,400\text{ m}^3$
- Le volume total de remblai :  $V_r = 21\,500\text{ m}^3$

## **Partie II**

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

Chapitre I : *Etude du trafic*

Chapitre II : *Tracé en plan*

Chapitre III : *Profil en long*

Chapitre IV : *Profil en travers*

Chapitre V : *Etude géotechnique*

Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.*

Chapitre VII : *Dimensionnement du corps de chaussée*

Chapitre VIII : *Cubature*

**Chapitre IX : *Assainissement***

Chapitre X : *Signalisation et éclairage*

Chapitre XI : *Estimation du projet*

### IX.1 Introduction

Les écoulements naturels et les eaux superficielles se font par des ouvrages busés ou maçonnés, les écoulements franchissant la route proviennent des bassins versants et des eaux de pluie reçues sur la plate-forme de la route.

L'assainissement de la plate-forme est assuré par des fossés bétonnés trapézoïdaux selon les pentes des profils en long. La présente étude d'assainissement consiste principalement à :

- Assurer l'assainissement existant au niveau de la route (ouvrage busés, ouvrage en maçonnerie, fossés en terre ou fossés bétonnés).
- Calcul des débits d'apport (naturels) et dimensionnement des ouvrages de franchissement.
- Assainissement de la plate-forme de la route.
- Solutions retenues.

### IX2 Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

### IX3 Type des dégradations

Les ruissellements des eaux en surfaces de la route engendrent de graves dégâts à cause de mauvais drainage et entretien. Ces dégradations présentent sous forme de :

**Pour les chaussées :**

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- Décollement des bords (affouillement des flancs).
- Désenrobage.
- Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic)



Figure IX1 : Nid de poule



Figure IX2 : Nid de poule

**Pour le talus :**

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillements du pied de talus.



Figure IX3: Glissement.



Figure IX4: affouillement du pied de talus.



**Figure IX5: Erosion**

#### **IX4 Type des canalisations**

L'évacuation des eaux hors ouvrage s'effectue par le biais de dispositifs adéquats appelés «canalisations », son réseau est partagé en deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cunettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur).

#### **IX5 Assainissement de la chaussée :**

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire. Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot)

- Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec le moindre coût.

**a) Fossé de pied du talus de déblai :**

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

**b) Fossé de crête de déblai**

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate -forme.

**c) Réseau de crête de talus de remblai**

Il a pour rôle d'éviter l'érosion du talus lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur .le risque d'érosion augmente avec la hauteur et la pente des talus, il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence ou de l'état de végétation.

En principe, on prévoit un tel réseau des que la hauteur du talus dépasse 2m dans les régions ou les pluies ont une forte intensité, ou 4m dans les autres cas.

**d) Fossé de pied de talus de remblai**

Ce type de réseau peut avoir les deux fonctions suivantes :

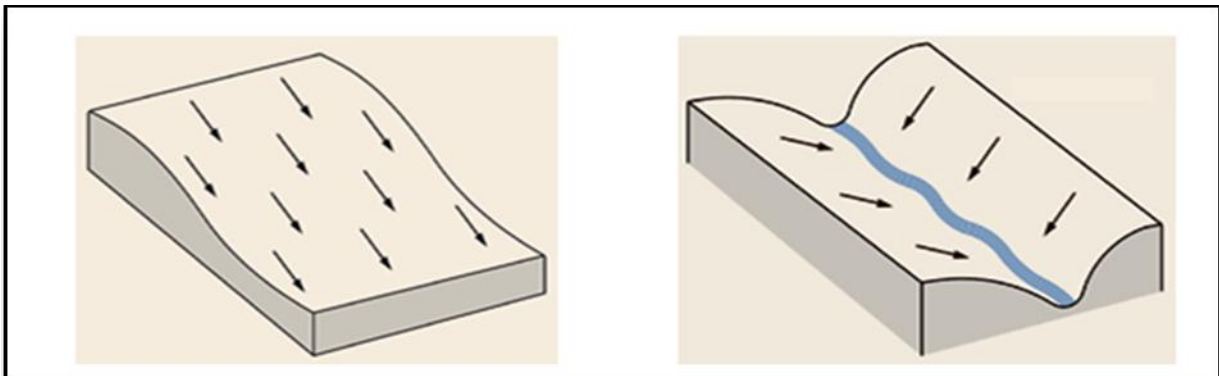
1. Canaliser les eaux issues de la plate-forme jusqu'à exutoire lorsque les débits sont trop importants pour être évacués librement sans dommages ou préjudices pour les riverains
2. Collecter et canaliser vers un ouvrage de traversée les eaux de ruisselant sur le terrain naturel vers le remblai.

Dans les deux cas, et pour les consécutions d'entretien, le fossé est réalisé à une distance minimale de 1m du pied de talus .pour des remblais de faible hauteur, sans glissière, il est recommandé d'adoucir le profil du fossé pour améliorer le comportement d'un véhicule qui quitterait la plate-forme. Dans certain cas la pente du talus peut également être adoucie pour améliorer la sécurité.

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement).ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate- forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'ea

**IX6 DEFINITION DES TERMES HYDROLOGIQUE :**

**IX6.1- Bassin Versant :** C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

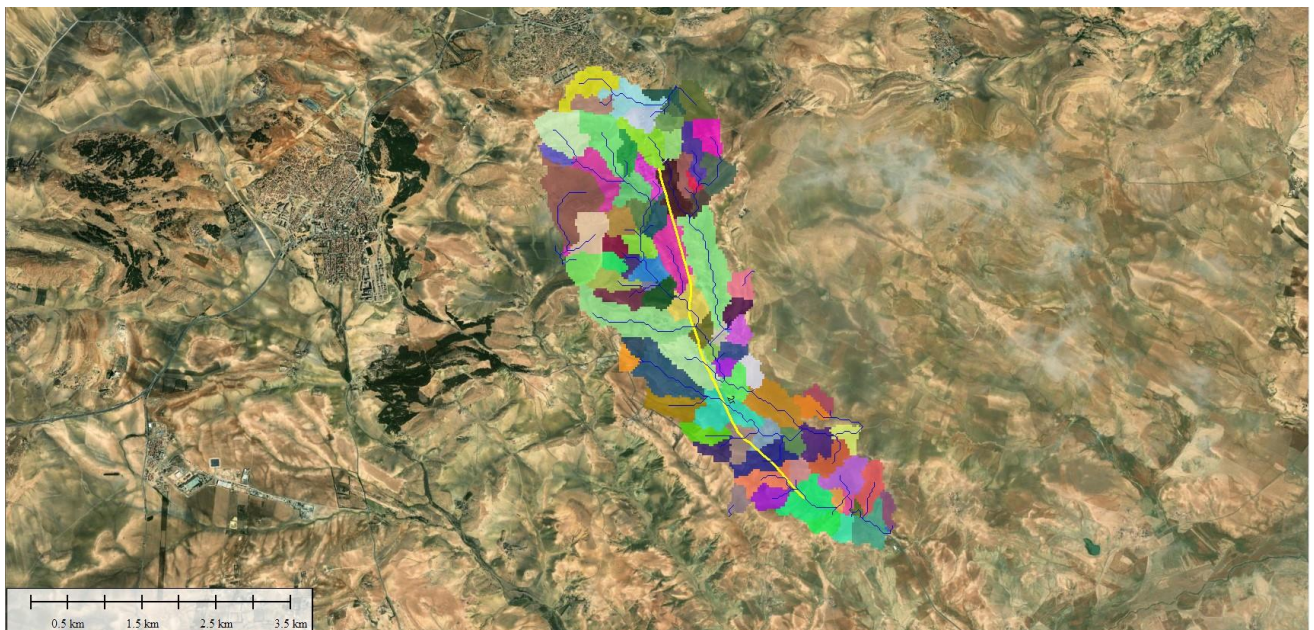


**Figure IX6 : Schéma explicatif de bassin versant.**

**IX6.1.1 Caractérisation des bassins versants :**

Le tracé du projet traverse une série des bassins versants caractérisés par leur topographie. Ces bassins sont définis d'une part par le type de terrains (argile, sols calcaires, avec une quantité limitée de calcaire et de sable, etc.) et la couverture végétale (terres cultivées de végétations vertes et denses, et de végétations sèches de moindre densité), et d'autre part par les différences significatives de leurs superficies.

Chacun des bassins versants est délimité par un logiciel qui s'appelle Global Mapper. Cette approche informatique permet alors l'obtention de l'information pertinente associée aux caractéristiques d'un bassin de drainage.



**Figure IX7 : les bassins versants du projet .**

**b- Collecteur principal (canalisation) :**

C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

**c- Chambre De Visite (Cheminée) :** C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent. Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

**d- Sacs :** C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés, par les eaux superficielles.

**e- Fossés de crêtes :**

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penché vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate-forme

**f- Fossés de crêtes :**

C'est un outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

**g- Décante d'Eau :** Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

**h- Les regards :**

Ils sont constitués d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux eaux poussées des terres.

**i- Les ouvrages d'écoulement des eaux :**

En général, les ouvrages d'évacuation des eaux superficielles ou situées sous la chaussée sont nombreux. Parmi ceux rencontrés sur notre itinéraire, on peut citer :

- Les passages submersibles
- Les fossés
- Les dalots
- Les buses

**j- Passages submersibles :**

Les passages submersibles sont des ouvrages destinés à protéger la chaussée contre les dégradations provoquées par les eaux. Ils permettent également l'écoulement en surface des eaux lorsque leur volume devient important.

**k- Fossés :**

Les fossés sont des tranchées longitudinales creusées dans le sol. Ils servent soit à délimiter les terrains, soit à assurer l'évacuation des eaux de ruissellement.

**l- Dalots :**

Les dalots ont une fonction similaire à celle des buses. Ils permettent l'évacuation des eaux sous la chaussée. Leurs dimensions varient en fonction de la profondeur du bassin versant. Ils sont généralement de forme rectangulaire ou carrée.

**m- Buses :**

Les buses sont des conduites circulaires, souvent en béton, en acier ou en PVC, qui permettent le passage des eaux sous la chaussée. Elles sont utilisées pour canaliser les eaux dans les zones de faible à moyenne importance hydrologique, et leur dimension dépend également du débit à évacuer. Dans le cas de notre projet on a projeté des passages busés.

**n- Le regard :**

Il est constitué d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux Poussées des terres.

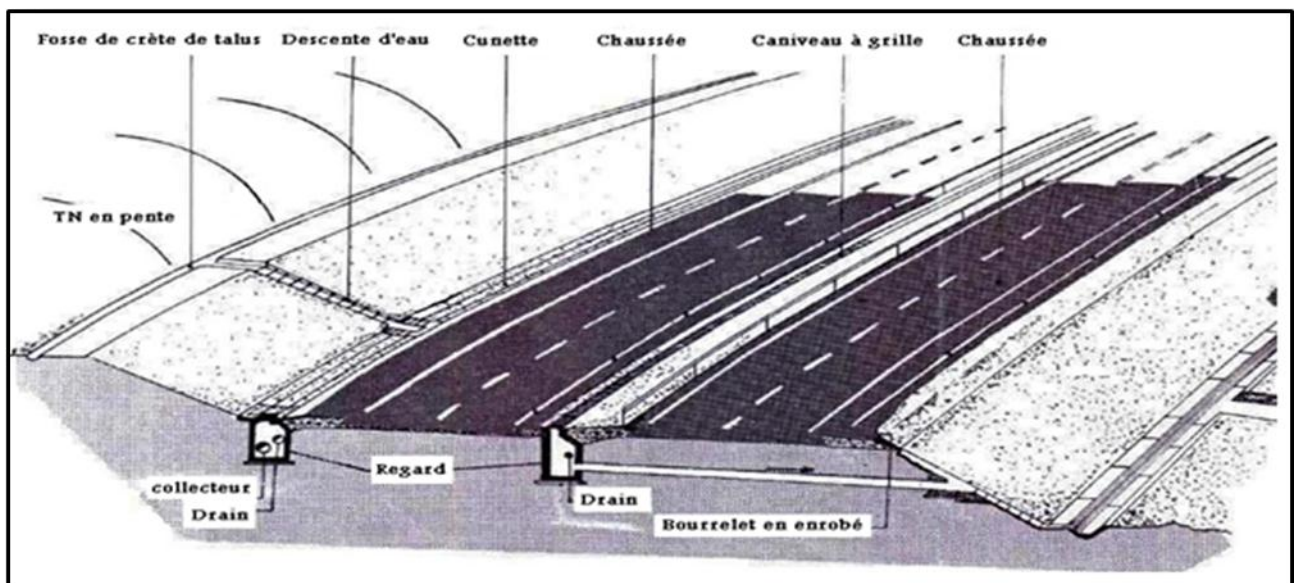


Figure IX8 : Schéma explicatif de regard.

**IX7 Drainage des eaux souterraines****IX7.1 Nécessité du drainage des eaux souterraines**

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol. Il faut donc veiller à éviter :

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

**IX7.1.2 Protection contre la nappe phréatique**

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation. Si la portance du sol est faible, on pourra :

- Soit dimensionner la chaussée en conséquence.

- augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces solutions dépend

- des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- d'importance des problèmes de gel
- De leurs coûts respectifs

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements

### **IX8 Dimensionnement des ouvrages du réseau d'assainissement**

Le réseau d'assainissement doit collecter les eaux de ruissellement provenant des bassins versants routiers et des talus pour les évacuer vers la mer. Son architecture se développe principalement tout le long de l'infrastructure suivant une logique hydraulique gravitaire (entre un point haut et un point bas) par assemblage d'ouvrages élémentaires (linéaires ou ponctuel, enterrés ou superficiels)

#### **IX8.1 choix des ouvrages d'assainissement**

Il n'existe a priori aucune solution toute faite et reproductible à tous les projets routiers.

Toutefois, le choix d'un ouvrage d'assainissement doit principalement reposer sur les critères suivants :

- Sa capacité hydraulique.
- Son insertion dans le profil en long et le profil en travers du projet routier, donc sa géométrie qui prend en compte l'aspect sécurité de l'utilisateur également
- Son niveau de protection au regard de la vulnérabilité des eaux
- Sa facilité d'entretien et d'exploitation des ouvrages.

Le dimensionnement de différents types d'ouvrage d'assainissement résulte de la comparaison du débit d'apport et le débit de saturation de chaque type d'ouvrage.  $Q_a = Q_s$

#### **IX8.2 le débit d'apport :**

Le débit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivante :

$$Q_a = K \times C \times I \times A$$

**Avec :**

$Q_a$  : Débit d'apport en provenance du bassin versant (m<sup>3</sup>/s).

K : coefficients de rugosité  $K= 0.2778$ .

C : coefficient de ruissellement sans dimension.

A : l'aire du bassin versant (ha ou Km<sup>2</sup>).

I : l'intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

#### **IX8.3 Coefficient de ruissellement « C »**

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des paramètres suivants :

La pente et la couverture végétale du bassin versant, l'intensité de pluie et la perméabilité du terrain.

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau reçu sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après :

Type de chaussée	Coefficient « C »	Valeurs prise
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 à 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.35
Talus, sol perméable	0.10 à 0.30	0.25
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

**Tableau IX1 : Coefficient de ruissellement « C ».**

**IX8.4 l'intensité de la pluie I**

$$I = i \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^\beta$$

Avec :

$$\beta = b - 1$$

**i** : intensité horaire (mm/h).

**t<sub>c</sub>** : Temps de concentration (heure)

**L'intensité horaire « i »**

$$i = \left(\frac{p_j(\%)}{t}\right)$$

Avec :

$$t = 24h.$$

**Temps de concentration t<sub>c</sub> :**

La durée t de l'avers qui produite le débit maximum Q prise égale au temps de concentration.

Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après **VENTURA**, **GIADOTTI** et **PASSINI** comme suit :

- Si A < 5 km<sup>2</sup>, selon **VENTURA** :

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}$$

-

- Si 5 km<sup>2</sup> ≤ A < 25 km<sup>2</sup>, selon **GIADOTTI** :

$$t_c = 0.108 \times \sqrt{\frac{A \times L}{P}}$$

- Si  $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$ , selon **PASSINI** :

$$t_c = \frac{(4 \times \sqrt{A}) + (1.5 \times L)}{(0.8 \times \sqrt{H})}$$

**Avec :**

**A** : aire du bassin versant ( $\text{km}^2$ ).

**P** : Pente moyenne du bassin versant (m/m).

**L** : Longueur de bassin versant (km).

**H** : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

La pluie de fréquence pour le calcul du dimensionnement des ouvrages hydrauliques correspond à une durée de pluie 15minute = 0.25 heures ( $t_0 = 0.25 \text{ h}$ ).

### IX9.5 Pluie journalière maximal annuelle $P_j$

$P_j$  est donné par la formule de GALTON :

$$P_j \% = \left[ \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \right] \times \left[ e^{\left( \mu \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)} \right)} \right]$$

**Avec :**

$P_{jmoy}$  : Pluie journalière moyenne (mm).

$C_v$  : Coefficient de variation climatique.

$\ln$  : Log Népérien.

$\mu$  : Variable de Gauss. (Fonction de la période de retour) dont les valeurs sont données par le tableau suivant :

<b>Fréquence au dépassement(%)</b>	50	20	10	5	2	1
<b>Période de retour (années)</b>	2	5	10	20	50	100
<b>Variable de GAUSS(<math>\mu</math>)</b>	0	0.84	1.28	1.64	2.05	2.3

**Tableau IX2 : Variable de Gauss «  $\mu$  ».**

**Remarque :**

- Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.
- Les dalots seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- Les ponts dimensionnés pour une période de retour 100 ans.

### IX8.6 Le débit de saturation

Le débit de saturation ou le débit est calculé par le biais de la formule de Manning Strickler sur un écoulement en régime uniforme.

La relation est donnée comme suit :

$$Q_s = S_m \times K_{st} \times R_h^{2/3} \times \sqrt{J}$$

Avec :

$Q_s$  : Le débit de saturation

$St$  : Section totale de l'ouvrage.

$Sm$  : surface mouillée en (m<sup>2</sup>)

$Kst$  : Coefficient de rugosité.

$J$  : Pente moyenne de l'ouvrage.

$Rh$  : Rayon hydraulique e (m).  $R_h = \frac{S_m}{P_m}$

Cas d'une section circulaire on a :

$$S_m = \frac{\pi R^2}{2} ; P_m = \pi R$$

Donc

$$R_h = \frac{R}{2}$$

Matériaux constituant la buse	Coefficient de rugosité $K_{st}$
En terre	30
En métal	40
En maçonnerie	50
En béton ordinaire (dalots)	70
En béton préfabriqué (Buses)	80

Tableau IX3 : Coefficient de rugosité «  $K_{st}$  ».

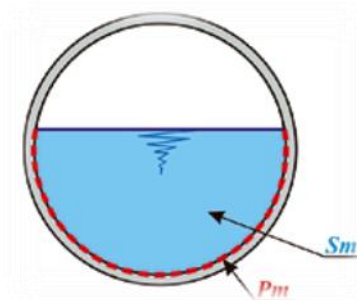


Figure IX9 : Section transversale d'un ouvrage d'assainissements représente  $S_m$  et  $P_m$ .

### IX9 Dimensionnement des buses

Le dimensionnement d'une buse résulte de la comparaison entre le débit d'apport et le débit de saturation de cette buse, c'est-à-dire il faut que  $Q_a =$

Donc le principe consiste à chercher le rayon de la buse qui vérifie cette condition.

$$Q_s = S_m \times K_{st} \times R_h^{2/3} \times \sqrt{J} = Q_a = K \times C \times I \times A$$

Avec :

**K<sub>st</sub> = 80** (Béton préfabriqué)

**J** : la pente de pose (2.5%)

$$Q_s = Q_a \rightarrow R = \left[ \frac{Q_a \times 2\sqrt{2}}{\pi \times K_{st} \times \sqrt{J}} \right]^{3/8}$$

Une fois le rayon R est déterminé on prend le diamètre de la buse  $\phi = 2R$ .

Pour le dimensionnement des buses on prend un temps de concentration égale à 15min alors  $t_c=0.25h$  et une période de retour de 10 ans.

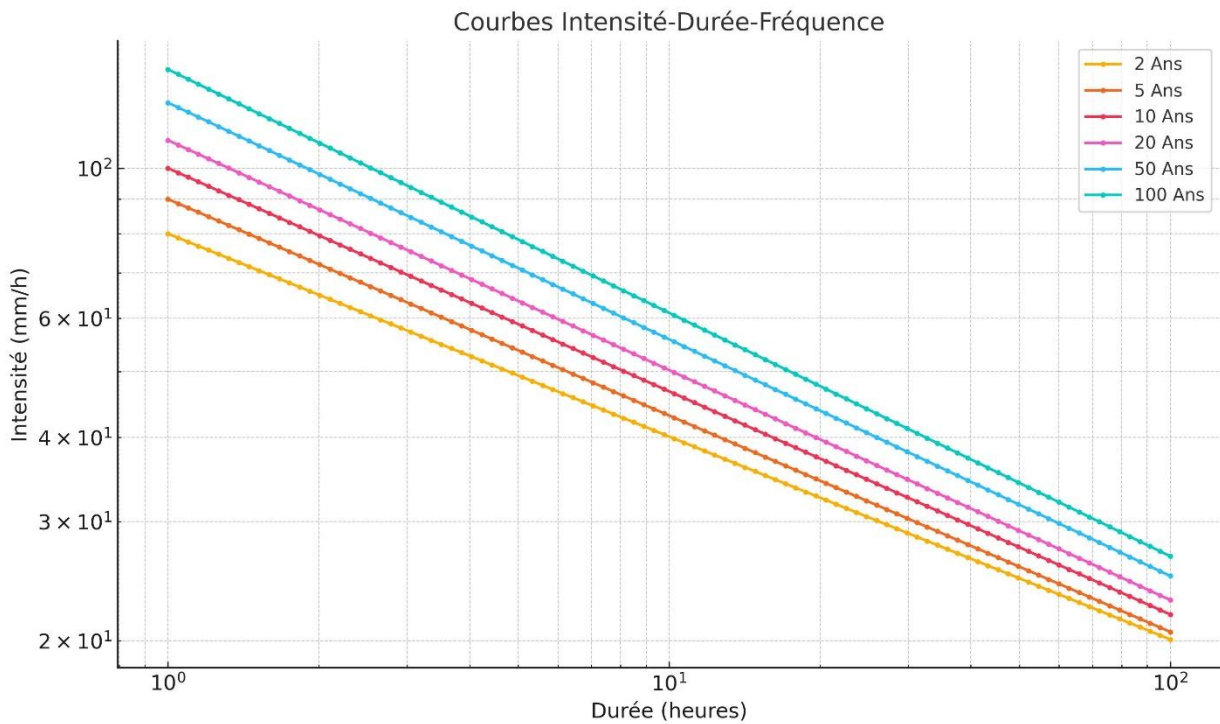


Figure IX10 : Courbe Intensité-Durée-Fréquence.

Période	15min	30min	1H	2H	3H	6H	12H	24H
5ans	38.29	27.20	19.33	13.73	11.24	7.99	5.67	4.03
10ans	54.81	31.83	22.62	16.07	13.16	9.35	6.64	4.72
50ans	61.06	36.28	25.77	18.31	14.99	10.65	7.57	5.38
100ans	75.22	46.33	32.92	23.39	19.15	13.60	9.66	6.87

Tableau IX4 : Intensité-durée-fréquence.

### IX10 Dimensionnement des fosses

Les fosses sont des ouvrages longitudinaux destinés à collecter les eaux superficielles qui ruissellent sur la chaussée, sur les accotements, les talus et sur les terrains avoisinants.

Le débit à évacuer est celui du secteur du bassin versant drainé par le fossé.

Nous prévoyons des fossés doivent être en béton légèrement armé en treillis soudé afin d'éviter d'éventuels érosions. Le profil en travers hypothétique de fossé est donné comme dans la figure ci-dessous.

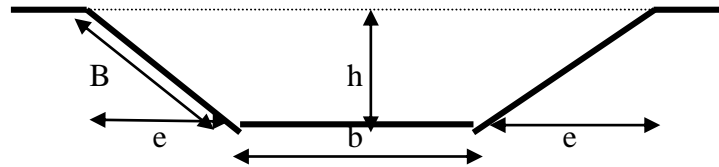


Figure IX11 : Une coupe transversale de fossé.

#### IX10.1 Calcul de la surface mouillée :

$$S_m = (b \times h) + 2 \times \left( \frac{e \times h}{2} \right)$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \text{ D'ou : } e = n \times h$$

Donc

$$S_m = (b \times h) + (n \times h^2) = h \times [b + (n \times h)]$$

#### IX10.2 Calcul du périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2 \times B$$

Avec :

$$B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + (h^2 \times n^2)} = h \times \sqrt{1 + n^2}$$

Donc

$$P_m = b + 2h \times \sqrt{1 + n^2}$$

#### IX10.3 Calcul de rayon hydraulique

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + 2h \times \sqrt{1 + n^2}}$$

Pour le dimensionnement, le calcul se fera par itération, on fixe le paramètre n et on fait varier b et h. on calcul à chaque fois le débit de saturation qui doit être supérieur ou égal au débit d'apport

$$Q_s \geq Q_a \Rightarrow S_m \times K_{st} \times R_h^{2/3} \times \sqrt{J} \geq K \times C \times I \times A$$

D'où :

$$Q_a = K_{st} \times h \times [b + (n \times h)] \times \left[ \frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + 2h \times \sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \times \sqrt{J}$$

**Remarque :**

On propose un diamètre de buse en béton préfabriqué de  $\varnothing = 1000 \text{ mm}$  pour l'accès et les travaux de curage des buses.

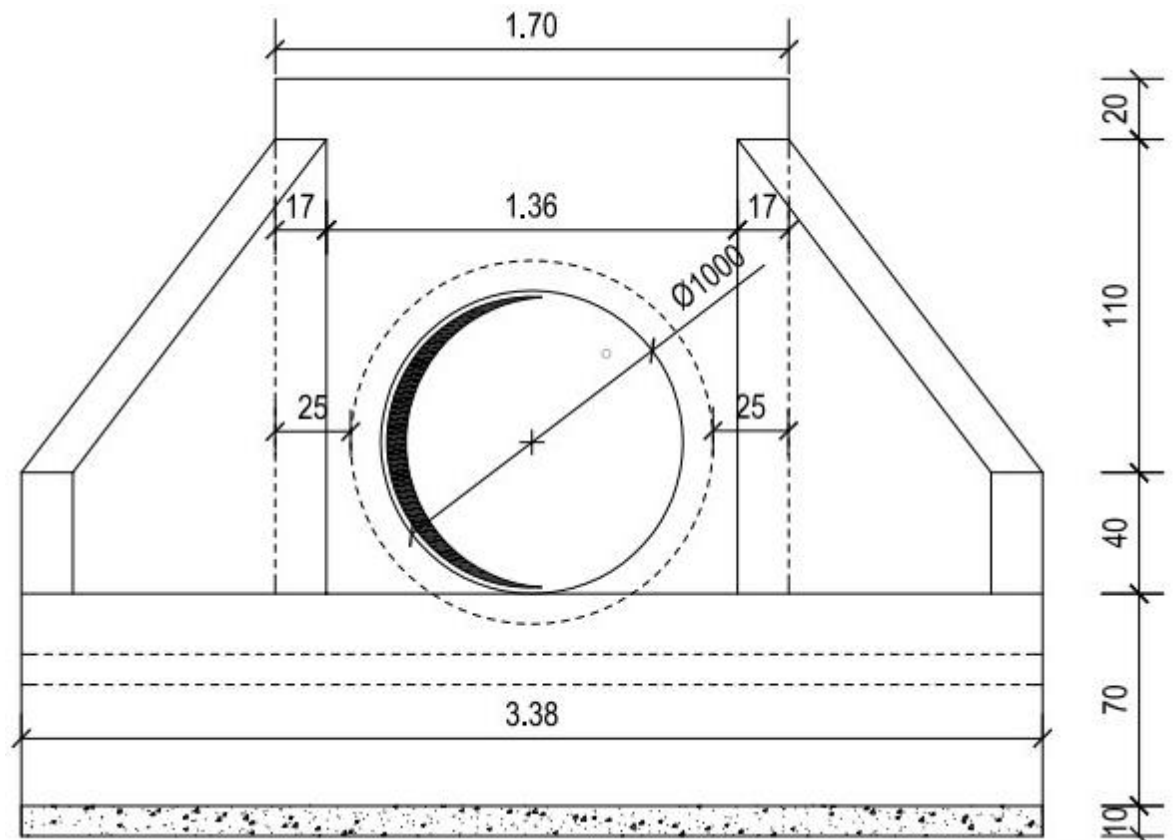


Figure IX.12 : ouvrage busé.

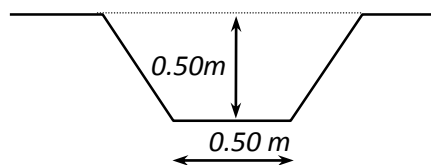


Figure IX.13 : Fossé en béton.

**IX.11 Conclusion**

**Vu la non disponibilité des données hydrauliques, le calcul d'application pour notre projet n'a pu être mené donc on propose sur notre projet comme suit :**

Les ouvrages d'écoulement longitudinaux des eaux de ruissellement sont constitués de fossés trapézoïdaux en béton ou en terre de **0.50 m** de largeur et **0.50 m** de profondeur dans les zones de déblais ainsi que des buses en béton préfabriqué de diamètre  $\varnothing = 1000 \text{ mm}$  pour l'accès et les travaux de curage des buses.

Dans les zones en remblai la réalisation des fossés se fera uniquement lorsque la pente du terrain naturel converge vers le pied des talus en plus des pentes transversales et longitudinales permettant l'évacuation des eaux, il a été prévu des ouvrages busés.

## **Partie III**

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

Chapitre I : *Etude du trafic*

Chapitre II : *Tracé en plan*

Chapitre III : *Profil en long*

Chapitre IV : *Profil en travers*

Chapitre V : *Etude géotechnique*

Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.*

Chapitre VII : *Dimensionnement du corps de chaussée*

Chapitre VIII : *Cubature*

Chapitre IX : *Assainissement*

**Chapitre X : *Signalisation et éclairage***

Chapitre XI : *Estimation du projet*

## X.1 Introduction

Plus les caractéristiques géométriques de la route s'améliorent plus la vitesse de base augmente et le risque d'accident devient inévitable, d'où s'impose à l'ingénieur routier de prévoir des signalisations impeccables, et homogènes afin de prévenir le conducteur des risques ou difficultés inopinés qu'il peut rencontrer sur son chemin, Cette signalisation doit être rapidement visible et compréhensible, suffisante et non surabondante et elle doit être établie aussi sérieusement.

### X.1.1 L'objet de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

## X.2 Critères à respecter pour les signalisations

Il est indispensable avant d'entamer la conception de la signalisation de respecter certains critères, afin que celle-ci soit bien vue, lue, et comprise :

- Cohérence avec les règles de signalisations.
- Respecter les règles d'implantation et de pose.
- Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- Eviter la multiplication des signaux et des super signaux, car la surabondance détruit l'efficacité.

## X.3 Catégories de signalisation

On distingue :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage. La signalisation par bornage.

## X.4 Les types de signalisation

On distingue deux types

1. signalisation horizontale.
2. signalisation verticale.

### X.4.1 La signalisation routière horizontale

La signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route et qui indiquent aux usagers quel comportement adopter à ces endroits. Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, la signalisation horizontale se divise en quatre types :

- **Ligne continue** : Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement.
- **Ligne discontinue** : trait 3m, intervalle 10m. Dépassement et changement de voie autorisés.
- **Ligne de rive** :

- trait 3m, intervalle 3,50m Sépare la chaussée de l'accotement, peut être franchie pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.
- trait de 20 m, intervalle 6 m Annonce l'approche d'une intersection. Ligne de rive : trait de 38 m, intervalle 14 m Sur autoroute elle délimite la bande d'arrêt d'urgence (BAU), circulation, arrêt, stationnement interdits sauf panne ou incident

- **Flèches directionnelles**

#### X.4.2 Modulation des lignes discontinues

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
<b>T1</b>	3.00	10.00	Environ 1/3
<b>T'1</b>	1.50	5.00	
<b>T2</b>	3.00	3.50	Environ 1
<b>T'2</b>	0.50	0.50	
<b>T3</b>	3.00	1.33	Environ 3
<b>T'3</b>	20.00	6.00	

**Tableau X.1 : Caractéristiques des lignes discontinues.**

#### X.4.3 Marques verticales :

- **Ligne STOP** : C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.

#### X.4.4 Autres signalisation :

- **Les flèches de rabattement** : Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.
- **Les flèches de sélection** : Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.
- **Largeur des lignes** : La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité «U» différente suivant le type de route :

U = 7.5cm sur autoroutes est voies rapides urbaines.

U= 6 cm sur les routes et voies urbaines.

U = 5 cm sur les autres routes

#### X.5 Les critères de conception de la signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale. Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur.

## X.6 Application au projet

Dans le cadre de notre étude, tout en respectant les critères énoncés précédemment ainsi que la réglementation routière Algérienne «Signalisation routière 15/07/74 », on mentionne sur le plan de signalisation que la codification des panneaux et l'unité de largeur des lignes de marquage.

Les différents types de panneaux de signalisation sont :

### Signalisation verticale

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de pré signalisation (A1, E1).
- Panneaux de signalisation type (E4).
- Panneaux donnant les indications utiles pour les conduites de véhicules (E14, E15).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

### Signalisation horizontale

En ce qui concerne l'unité de largeur des lignes de signalisation horizontale, elle est de :

- Pour la RN17  $U=6\text{cm}$
- Pour l'évitement  $U = 6\text{cm}$ .

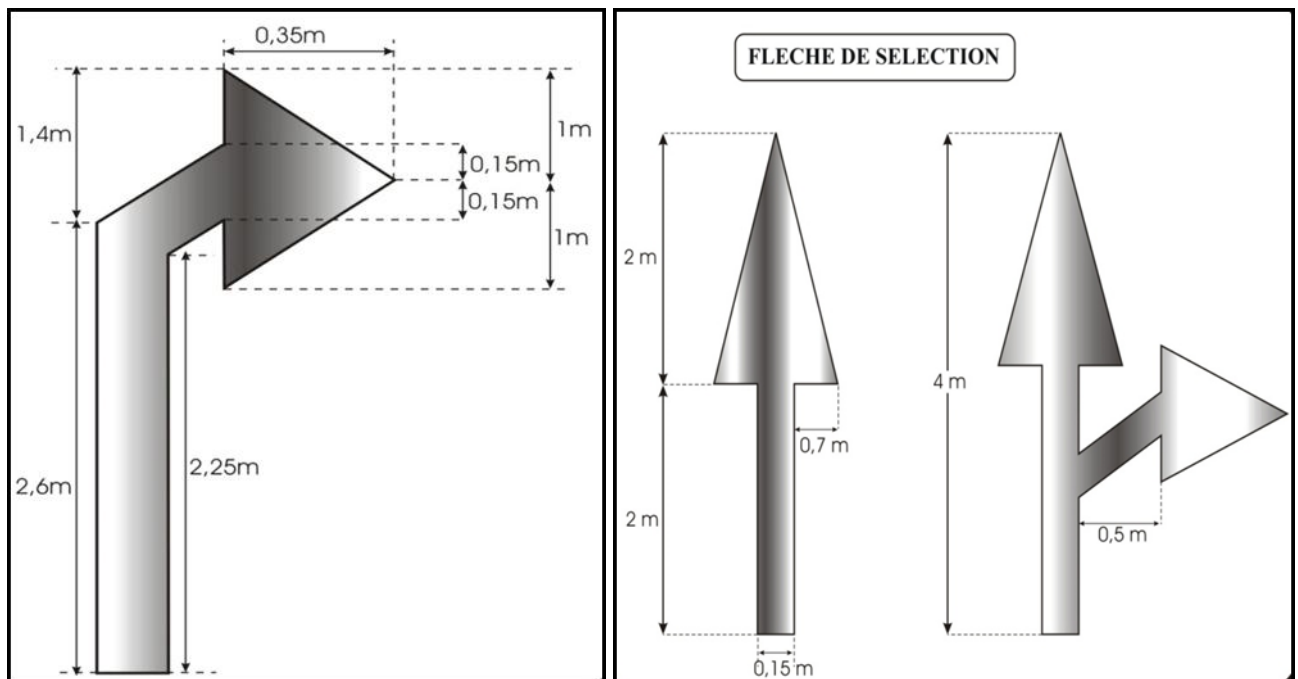


Figure X.1 : Flèches de sélection

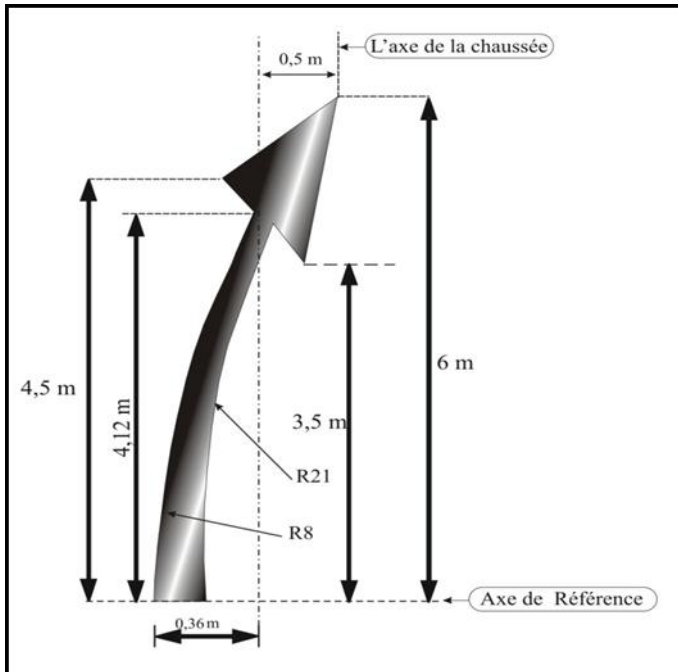


Figure X.2 : flèche de rabattement

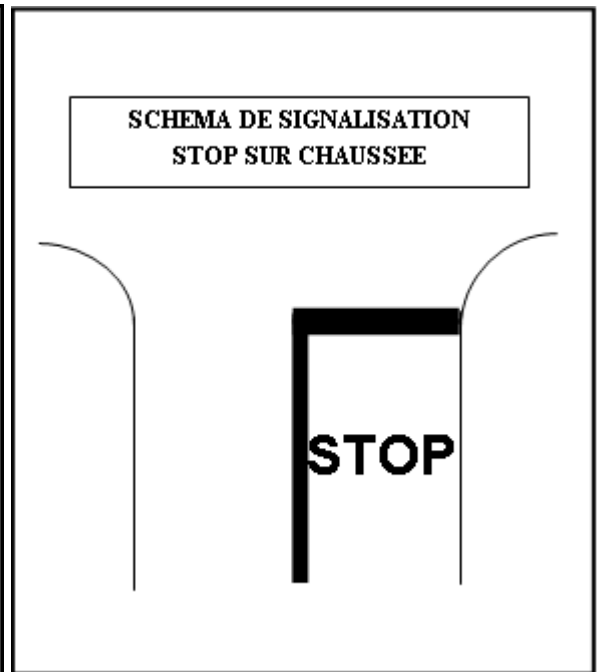


Figure X.3 : schéma de signalisation

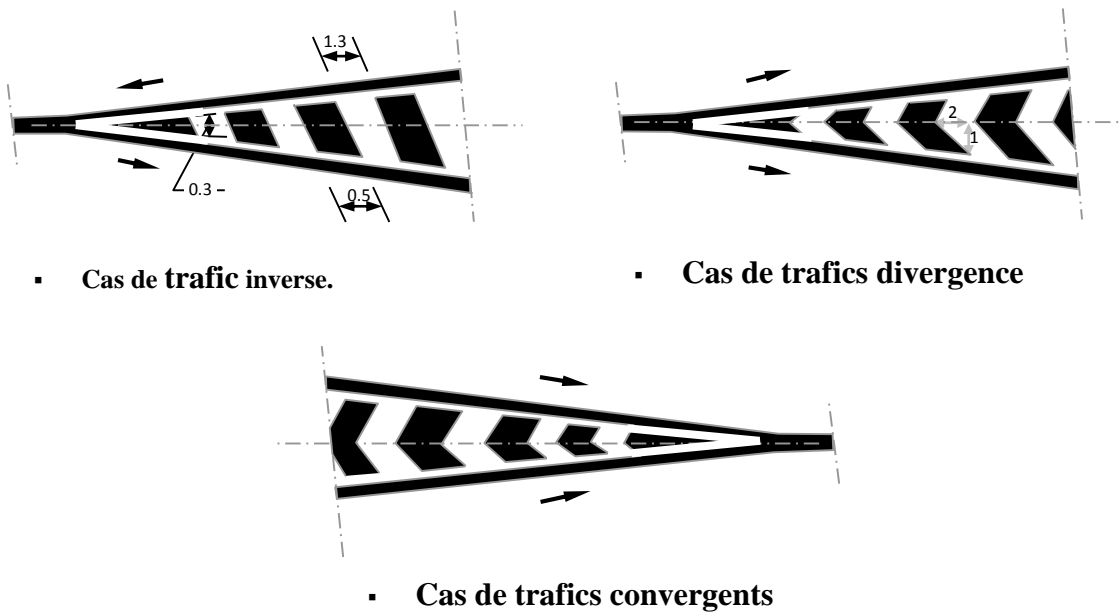


Figure X.4 : Schémas de marquage par hachures (sur le nez d'îlot)

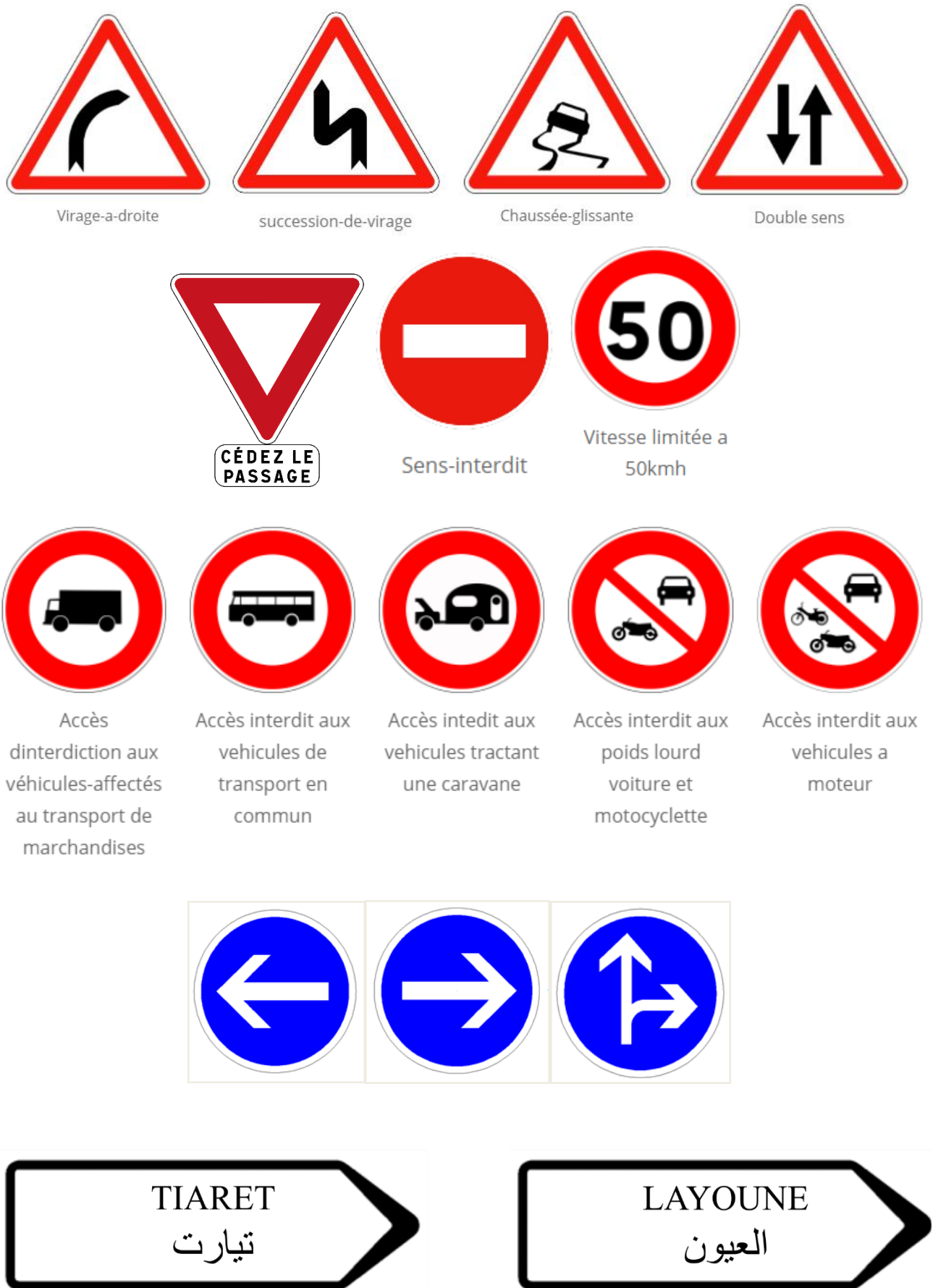


Figure X.5 : Exemples Des signalisations verticales

### X.7 Introduction

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible, c'est-à-dire voir tous ce qu'il pourra exister comme obstacle sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours ..... etc.)

Une bonne visibilité des bordures de trottoir des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

- Classe A : éclairage général d'une route ou autoroute.
- Classe B : éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).
- Classe C : éclairage des voies dessertes.
- Classe D : éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...).

### X.8 Eclairage d'un point singulier

IV. Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes

- A longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste
- A distance moyenne 300 à 500, idée de la configuration du point singulier A faible distance, singulier sans ambiguïté les obstacles.
- A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

### X.9 paramètre de l'implantation des luminaires

- L'espacement ( $e$ ) entre luminaire qui varie en fonction de type des voies.
- La hauteur ( $h$ ) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées. La largeur ( $L$ ) de la chaussée.
- L'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb ( $s$ ) par rapport au bord de la chaussée.

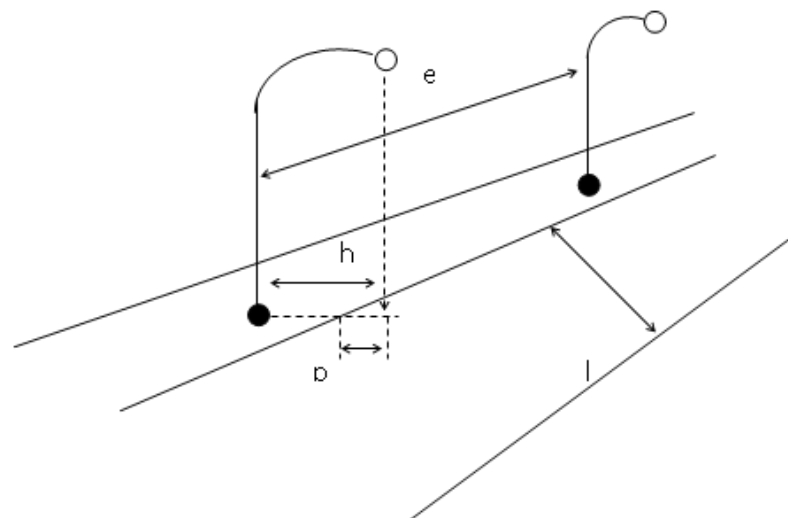


Figure X.6 : Paramètre de l'implantation du luminaire.

### **X.10 Application au projet :**

#### **Eclairage de notre route :**

Des lampadaires d'hauteur de 10 à 12 m sont implantés sur l'accotement le long de la section étudiée éclairant la chaussée, espace de 20 m.

### **X.11 Conclusion**

La signalisation routière acquiert une grande importance dans un notre projet suivant tous le long de l'itinéraire qui rend la circulation plus faciles sûre aux usagers. L'éclairage serve à garantir aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

## **Partie III**

### *Etude de l'avant-projet détaillé*

Chapitre I : *Etude du trafic*

Chapitre II : *Tracé en plan*

Chapitre III : *Profil en long*

Chapitre IV : *Profil en travers*

Chapitre V : *Etude géotechnique*

Chapitre VI : *Sécurité et caractéristique géométrique.*

Chapitre VII : *Dimensionnement du corps de chaussée*

Chapitre VIII : *Cubature*

Chapitre IX : *Assainissement*

Chapitre X : *Signalisation et éclairage*

**Chapitre XI : *Estimation du projet***

## **XI.1 Introduction**

Sur la base des résultats techniques obtenus dans les chapitres précédents, une estimation du projet est proposée ci-dessous. Cette estimation englobera toutes les parties de la construction de la chaussée ses équipent.

### **XI.1.1 Devis quantitatif**

Le devis quantitatif est aussi une pièce technique élaboré à partir des plans du projet d'exécution et des plans détaillés ainsi que du devis descriptif.

Le devis quantitatif est une base lors de l'établissement des métrés et métrés contradictoires et aussi des situations de travaux dans le cadre du marché.

C'est le classement rationnel et respectif des quantités de travaux de même nature et de qualité définit dans le cahier des prescriptions spécial (CPS), lors du choix des matériaux qui devront être en œuvre.

Les phases passe par un avant métré avant d'établir le métré définitif à la base des métrés contradictoires.

### **XI.1.2 Devis estimatif**

Le devis estimatif est basé sur le devis quantitatif qui sera élaboré dans le cadre des volumes de matériaux mis en place ou déplacés.

Le devis estimatif fournit une prévision des dépenses qui devront être engagés pour la réalisation du projet.

Le devis est considéré comme une pièce contractante figurant dans le marché sur lequel sera basé l'élaboration de l'estimation du cout du projet, comme on tient aussi compte de ces estimations lors de l'analyse des offres.

Le devis estimatif est une pièce technique nécessaire qui doit être conforme et reflétée le cout réel des travaux, les prévisions élaborées dans le cadre du devis estimatif reste de l'ordre de plus ou moins 20 % du cout total après le décompte générale le décompte général définitif (DGD).

## **XI.2 Devis quantitatif et estimatif :**

RÉF	DÉSIGNATIONS	UNITÉ	QTÉ	P.U H.T	MONTANT (DA)
A	<b>DÉGAGEMENT DES EMPRISES ET TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX</b>				
A-1	Décapage des terres végétales	M2	55000	100,00 DA	5 500 000,00 DA
A-2	Déblais mise en dépôt.	M3	25400	300,00 DA	7 620 000,00 DA
A-3	Remblais d'empreint	M3	21500	500,00 DA	10 750 000,00 DA
B	<b>CONSTRUCTION DU CORPS DE CHAUSSEE</b>				
B-1	Fourniture et pose d'une couche de fondation en TUF sur 20 cm d'épaisseur y compris compactage, arrosage et toutes sujétions de bonne exécution	M3	22400	1 200,00 DA	26 880 000,00 DA
B-2	Fourniture et pose d'une couche de base en grave concassée 0/40 sur 25 cm d'épaisseur y compris compactage, arrosage et toutes sujétions de bonne exécution	M3	5600	1 500,00 DA	8 400 000,00 DA
B-3	Fourniture et pose d'une couche grave bitume sur 16 cm y compris toutes sujétions de bonnes exécutions	T	13200	8 900,00 DA	117 480 000,00 DA
B-4	Imprégnation en cut-back 0/1 dosé à 1 Kg/m2 y compris toutes sujétions de bonne exécution	M2	35000	500,00 DA	17 500 000,00 DA
B-5	Fourniture et pose d'une couche d'accrochage en émulsion cationique dosée à 0,3 kg/m2, y compris toutes sujétions de bonne exécution	M2	70000	500,00 DA	35 000 000,00 DA
B-6	Fourniture et pose d'une couche de roulement en béton bitumineux sur 7 cm y compris toutes sujétions de bonne exécution	T	11500	8 400,00 DA	96 600 000,00 DA
B-7	Fourniture et pose d'acotement en TUF sur 20 cm d'épaisseur et sur une largeur de 2 m y compris compactage, arrosage et toutes sujétions de bonne exécution	ML	5000	1 200,00 DA	6 000 000,00 DA
B-8	Fourniture et pose de glissière en béton armé (GBA) type séparateur central de chaussée, y compris fabrication, transport, manutention, mise en œuvre,	ML	5000	2 800,00 DA	14 000 000,00 DA
C	<b>ASSAINISSEMENT</b>				
C-1	Fossé trapézoïdal en béton armé	ML	5000	2 800,00 DA	14 000 000,00 DA
C-2	Buses $\Phi = 1000\text{mm}$	ML	80	18 000,00 DA	1 440 000,00 DA
<b>MONTANT</b>				<b>361 170 000,00 DA</b>	
E	INSTALLATION DE CHANTIER.		1%	3 611 700,00 DA	
F	ETUDE COMPLEMENTAIRE		10%	36 117 000,00 DA	
G	SIGNALISATION ET ECLAIRAGE		5%	18 058 500,00 DA	
H	IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT		2%	7 223 400,00 DA	
			TOTAL H.T	426 180 600,00 DA	
			T.V.A. 19 %	80 974 314,00 DA	
			<b>TOTAL T.T.C</b>	<b>507 154 914,00 DA</b>	

**Tableau XI1 : devis quantitatif et estimatif du projet**

**Le montant global du projet est estimé à :**

**Montant TTC : 507 154 914,00 DA**

**Cinq cent sept millions cent cinquante-quatre mille neuf cent quatorze dinars et zéro centimes.**

## **CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

Le transport routier occupe une part de marché importante en termes économiques car il a un impact important sur les autres modes de transport. Nous nous intéressons à l'amélioration et au développement des infrastructures afin de fournir aux utilisateurs les meilleurs services et de répondre aux besoins de transport.

L'ensemble du processus consiste à trouver un compromis entre l'itinéraire idéal et l'itinéraire en tenant compte des contraintes liées au terrain, aux ondulations du terrain et à la nature du terrain pour assurer le maximum de confort et de sécurité de l'utilisateur.

Cette recherche est l'occasion de concrétiser les connaissances théoriques et techniques que nous avons acquises au cours du cycle de formation et de bénéficier de l'expérience des personnes dans ce domaine. D'autre part, nous pouvons apprendre des méthodes raisonnables pour développer des projets.

Il ressort de ces travaux que la réalisation du projet routier n'est pas une tâche facile. C'est à travers la documentation très riche que les gens devraient se positionner dans la réflexion et en même temps recourir aux connaissances théoriques.

Encore une fois, cet humble travail nous a permis de mieux appréhender les outils informatiques, en l'occurrence le logiciel CIVIL 3D, en raison de leur rapidité de traitement et de la précision des résultats.

Enfin, ce projet était très bénéfique pour nous et il va nous amener à construire notre pays et à contribuer à son développement.

## **Bibliographie**

**Aide-Mémoire**

1. B40. Normes technique d'aménagement des routes en Algérie : ministre des travaux public, 1977
2. Institut national des sciences appliquées(INSA) Toulouse cours de géotechnique Département de Génie Civil
3. SETRA. Guide technique, Conception et dimensionnement des structures de chaussées, Paris : Bagnaux, 1977.
4. LCPC - SETRA. Réalisation des remblais et des couches de forme ; Guide technique
5. fascicule 1et2. 2ème édition. Paris: Bagnaux, juillet 2000
6. CTPP. Catalogue des structures types de chaussées neuves Paris
7. SETRA. Réalisation des remblais et des couches de forme, guide technique Fascicule 1et2, édition 1994,
8. Dimensionnement des chaussées G Jeffry, R, Sautery, édition 1991.
9. L'équipement Des transports et du logement Edition 1998.
10. SETRA. Manuel de conception de chaussées neuves à faible trafic, Paris : Bagnaux ,1981.
11. SETRA. Guide technique assainissement routier, distribution et collecte des eaux : François, Brière, 2eme édition 2000.
12. SETRA. Guide technique signalisation temporaire Paris : ministres de L'équipement Des transports et du logement édition 2000.
13. Documentation de travaux publics DTP Mostaganem
14. J.C.DOUBRERE. Aménagement et exploitation des routes ; Edition paris eyrolles
15. COQUAND, Roger. Route circulation tracé et construction. Livre1. Paris: eyrolles,
16. Thèses D'anciens Etudiants.
17. Cahier du cours géotechnique routier 4ème année et 5ème année « Mr. A.Mendas »
18. SETRA Les signaux routiers

**Source internet**

- <http://Map.Google.fr/map>.consulté le 12/04/2021
- <http://www.u-s-y.com/>
- <https://www.annabac.com/annales-bac/distance-d-arret-et-distance-de-securite-d-un-vehicule>
- <http://www.cours-genie-civil.com/>

**Logiciels utilisés :**

**CIVIL 3D** : Pour les dessins et la conception.

**PREZI** : Pour la présentation.

## **Annexes**