

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique Et Populaire  
Ministère De L'enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem



Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Civil & Architecture

## **MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**

Pour l'obtention du diplôme de Master en Travaux Publics

Option : Voies et Ouvrages d'Art

Filière : Travaux Publics

### **Thème**

ETUDE D'UN TRONCON ROUTIER DE 3.5 KM  
POUR L'EVITEMENT  
COMMUNE OULED BOUGHALEM

**Présenté par :**

Mr. Benosmane Oussama

Mr. Kenniche Said

**Membre du jury :**

President: Mr. SOLTANE BENALLOU KADDUR

Encadreur: Mr. BELGUESMIA NOUREDDINE

Examineur : BOUHALOUFA AHMED

Invité : Mr. CHERIF MOURAD

**Année universitaire : 2021/2022**

# Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la santé et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr. **BELGUESMIA NOUREDDINE** pour ses appréciations compétentes, ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt :

**Mr. SOLTANE BENALLOU KADOUR et  
Mr. CHERIF MOURAD**

Qu'ils ont porté à notre travail. Et de l'enrichir par leurs propositions

Nous remercions tous nos enseignants durant toute notre formation et tout le personnel administratif de l'université, sans oublier les responsables de la bibliothèque qui nous ont beaucoup facilité notre recherche bibliographique.

Nos remerciements vont également à tous ceux et celles qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

❖ **KENNICHE SAID**  
❖ **BENOSMANE OUSSAMA**

# *DEDICACE*

Tout d'abord je tiens à remercier le dieu Puissant de  
m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce  
stade afin de réaliser ce travail

Je dédie Ce modeste travail à :

Ma très chère mère et mon père qui m'ont soutenues et  
crus En moi lors de mon parcours

Mon binôme SAID

Mes amis, ma famille et mes proches surtout Toutes les  
personnes qui m'ont soutenues et crus En moi lors de  
mon parcours

Et a tous mes collègues de la promotion voie et ouvrage  
d'art et aussi génie civil.

**Oussama**

# **DEDICACE**

Tout d'abord je tiens à remercier le dieu Puissant de  
m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce  
stade afin de réaliser ce travail

Je dédie Ce modeste travail à :

Ma très chère mère et mon père qui m'ont soutenues et  
crus En moi lors de mon parcours

Mon binôme OUSSAMA

Mes amis, ma famille et mes proches surtout Toutes les  
personnes qui m'ont soutenues et crus En moi lors de  
mon parcours

Et a tous mes collègues de la promotion voie et ouvrage  
d'art et aussi génie civil.

**Said**

## **Résumé :**

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes.

Ce travail présente une étude détaillée du projet d'un tronçon autoroutier en phase d'avant-projet détaillé de l'évitement d'Ouled Boughalem d'un tronçon de 3.5 km

Les études menées dans ce mémoire comptent essentiellement : le calcul du trafic, l'assainissement routier et dimensionnement des ouvrages, une partie détaillée de la géométrie de notre projet avec le logiciel Covadis et Autopiste et l'utilisation de logiciel Autocad pour tracer l'axe de la route, ainsi Alize pour dimensionner le corps de chaussée.

A cet effet ce projet traite l'ensemble de la conception de cette route ainsi qu'il met le point sur les problèmes posés par cette route.

**Mots clés :** Autoroute, trafic, route, géométrie de la route, tracé en plan, échangeur.

# Sommaire

CHAPITRE I PRESENTATION DU PROJET .....	3
I.1. Présentation de la wilaya :.....	4
I.1.1. Réseau routier :.....	4
I.2. Présentation du projet :.....	5
I.3. Données de Base .....	5
I.3.1. Catégorie de la route .....	5
I.3.2. Le trafic .....	6
I.3.3. Dédoublement .....	6
I.4. Objectif du projet : .....	6
I.5. Le but de ce projet :.....	6
I.6. Dédoublement : .....	7
CHAPITRE II ETUDE AVANT PROJET SOMMAIRE (APS) .....	8
II.1. Introduction :.....	9
II.2. Tracé en plan : .....	9
II.2.1. Définition : .....	9
II.2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan : .....	9
II.2.3. Les éléments du tracé en plan :.....	10
II.2.4. Alignements droits : .....	10
II.2.5. Les arcs de cercle : .....	11
II.3. Présentation des variantes : .....	12
II.3.1. Les différentes étapes :.....	12
II.3.1.1. Calcul d'axe :.....	12
II.3.1.2. Calcul de gisement de distance et des angles au centre :.....	12
II.3.1.3. Dénivelée cumulée moyenne :.....	12
II.3.1.4. La sinuosité :.....	13
II.3.1.5. Environnement de la route :.....	14
II.3.1.6. Vitesse de référence :.....	14
II.3.1.7. Courbe en plan :.....	15
II.3.1.8. Les choix des rayons : .....	16
II.3.1.9. Détermination des éléments des raccordements :.....	16
II.3.1.10. Pourcentage alignement droit :.....	16
II.3.1.11. Déclivité-Profil en long : .....	16
II.3.1.12. Calcul des cubatures approchées :.....	17
II.4. Application au projet :.....	18

II.4.1.	Etude de la variante 1 : .....	18
II.4.2.	Etude de la variante 2 : .....	27
II.5.	Choix de la variante : .....	35
II.6.	Conclusion : .....	36
CHAPITRE III ETUDE DE TRAFIC .....		37
III.1.	Introduction .....	38
III.2.	Analyse du trafic .....	38
III.3.	Différents types de trafic : .....	39
III.4.	Modèle de présentation de trafic : .....	39
III.5.	Calcul de la capacité : .....	39
III.5.1.	Définition.....	39
III.5.2.	Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon : .....	40
III.5.3.	Calcul de trafic effectif .....	40
III.5.4.	Calcul du débit de point horaire normal : .....	41
III.5.5.	Débit horaire admissible : .....	41
III.5.6.	Déterminations du nombre des voies : .....	42
III.6.	Application au projet : .....	42
III.7.	Conclusion.....	44
CHAPITRE IV PROFILENLONG .....		45
IV.1.	Introduction .....	46
IV.2.	Règles à respecter dans le tracé du profil en long : .....	46
IV.3.	Les éléments de composition du profil en long .....	47
IV.4.	Coordination du tracé en Plan et Du profil en long : .....	47
IV.5.	Déclivités : .....	48
IV.5.1.	Déclivité minimum.....	48
IV.5.2.	Déclivité maximum .....	48
IV.6.	Raccordements en profil en long : .....	49
IV.6.1.	Raccordements convexes (angle saillant).....	49
IV.6.1.1.	Condition de confort .....	49
IV.6.1.2.	Condition de visibilité : .....	50
IV.6.2.	Raccordements concaves (angle rentrant) : .....	50
IV.6.2.1.	Rayon minimal absolu .....	51
IV.6.2.2.	Rayon minimal normal : .....	51
IV.7.	Détermination pratiques du profil en long : .....	51
IV.7.1.	Détermination de La position du point de rencontre (S) : .....	52
IV.7.2.	Calculs de La tangente : .....	52

IV.7.3.	Projection Horizontale De La Longueur De Raccordement :.....	53
IV.7.4.	Calcul De La Flèche : .....	53
IV.7.5.	Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un point courant M sur la courbe : .....	53
IV.8.	Application au projet .....	53
<b>CHAPITRE V PROFIL EN TRAVERS</b> .....		<b>55</b>
V.1.	Introduction : .....	56
V.2.	Classification du profil en travers.....	56
V.2.1.	Profil en travers type : .....	56
V.2.2.	Profil en travers courants : .....	56
V.3.	Les éléments de composition du profil en travers : .....	57
V.3.1.	La Chaussée : .....	57
V.3.2.	La largeur roulable: .....	57
V.3.3.	Plateforme: .....	57
V.3.4.	L'assiette: .....	57
V.3.5.	L'emprise: .....	58
V.3.6.	Les accotements: .....	58
V.3.7.	Le fossé .....	58
V.4.	Application au projet : .....	58
<b>CHAPITRE VI RACCORDEMENT PROGRESSIVE</b> .....		<b>59</b>
VI.1.	Introduction : .....	60
VI.2.	Définition de la Clothoïde : .....	60
VI.3.	Les éléments de la clothoïde.....	60
VI.4.	Propriétés de la Clothoïde : .....	61
VI.5.	Longueur de raccords : .....	61
VI.5.1.	Condition de confort optique : .....	61
VI.5.2.	Condition de confort dynamique : .....	61
VI.5.3.	Condition de gauchissement : .....	62
VI.5.4.	La Vérification de non chevauchement : .....	62
VI.6.	Notion de devers : .....	62
VI.6.1.	Devers en alignement : .....	63
VI.6.2.	Devers en courbe : .....	63
VI.6.3.	Rayon de courbure : .....	63
VI.6.4.	Calcul des devers : .....	63
VI.7.	Application au projet : .....	64
<b>CHAPITRE VII DIMENSIONNEMENT DES CORPS CHAUSSEE</b> .....		<b>71</b>
VII.1.	Introduction : .....	72

VII.2.	La chaussée.....	72
VII.2.1.	Définition : .....	72
VII.2.2.	Les différents types de chaussée : .....	72
VII.2.2.1.	Chaussée souple : .....	73
VII.2.2.2.	Chaussée semi –rigide :.....	75
VII.2.2.3.	Chaussée rigide :.....	75
VII.3.	Les Différents Facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement.....	76
VII.3.1.	Trafic : .....	76
VII.3.2.	Environnement : .....	76
VII.3.3.	Le sol Support : .....	77
VII.3.4.	Matériaux : .....	77
VII.4.	Les principales méthodes de dimensionnement .....	77
VII.4.1.	. Méthode C.B.R (Californian – Bearing – Ratio):.....	78
VII.5.	Application au Projet :.....	79
VII.6.	Conclusion :.....	81
CHAPITRE VIII CUBATURE .....		82
VIII.1.	Introduction : .....	83
VIII.2.	Cubatures des terrassements :.....	83
VIII.3.	Méthode utilisée : .....	83
VIII.4.	Description de la méthode : .....	83
VIII.5.	Application de projet :.....	85
CHAPITRE IX PARAMETRES CINEMATIQUES .....		87
IX.1.	Introduction : .....	88
IX.2.	Distance de freinage : .....	88
IX.3.	Temps de perception et de réaction :.....	89
IX.4.	Distance d’arrêt : .....	90
IX.5.	Distance de perception : .....	91
IX.6.	Espacement entre deux véhicules :.....	91
IX.7.	Distance de visibilité de dépassant et de manœuvre :.....	92
IX.8.	Application De Projet :.....	93
CHAPITRE X SIGNALISATION .....		98
X.1.	Introduction : .....	99
X.2.	L’objet de la signalisation routière : .....	99
X.3.	Règles à respecter pour la signalisation :.....	99
X.4.	Types de signalisation : .....	99
X.4.1.	Signalisation horizontale :.....	99

X.4.1.1.	Marquage longitudinal : .....	99
X.4.1.2	Marquage transversal : .....	101
X.4.2.	Signalisation verticale : .....	101
X.4.2.1.	Signaux de danger : .....	101
X.4.2.2.	Signaux comportant une prescription absolue :.....	101
X.4.2.3.	Signaux à simple indication : .....	101
X.4.2.4.	Signaux de position des dangers :.....	101
X.4.3.	Autres signalisations :.....	101
X.4.3.1.	Les Flèches De Rabattement : .....	101
X.4.3.2.	Les Flèches De Sélection : .....	102
X.5	Application au projet :.....	102
X.6.	Conclusion :.....	105
CONCLUSION GÉNÉRALE .....		106
BIBLIOGRAPHIE .....		107

## LISTE DES TABLAUX

### CHAITRE II :

Tableau 01 : Détermination le devers .....	11
Tableau 02 : Détermination la nature du terrain .....	13
Tableau 03 : Classification de la sinuosité .....	13
Tableau 04 : L'environnement de la route .....	14
Tableau 05 : Vitesse de référence .....	14
Tableau 06 : Coordonnées définissant l'axe de la (variante 01) .....	18
Tableau 07 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante01" .....	19
Tableau 08 : détermination dénivelée cumulée (Variante 01) .....	21
Tableau 09 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée (variante01) .....	21
Tableau 10 : détermination Vitesse de référence (variante 1) .....	22
Tableau 11 : détermination de Rayon en plan (variante 1) .....	23
Tableau 12 : détermination Eléments des raccordements (variante 01) .....	24
Tableau 13 : Cubatures approchées (variante 01) .....	26
Tableau14 : Coordonnées définissant l'axe de la (variante02).....	27
Tableau 15 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre (variante02) .....	27
Tableau 16 : détermination dénivelée cumulée (Variante 02).....	30
Tableau 17 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée (variante 02) .....	30
Tableau 18 : détermination Vitesse de référence (variante 2) .....	31
Tableau 19 : détermination de Rayon en plan (variante2).....	32
Tableau 20 : détermination Eléments des raccordements (variante 02).....	33
Tableau 21 : Cubatures approchées ( variante 02 ).....	35
Tableau 22 : Comparaison entre les deux variantes.....	36

### CHAPITRE III :

Tableau 23 : valeurs du coefficient d'équivalence(P).....	40
---	----

Tableau 24 : Valeurs de K1.....	41
Tableau 25 : Valeurs de K2.....	41
Tableau 26 : Valeurs de Cth .....	42
Tableau 27 : Récapitulatifs des résultats .....	44

#### **CHAPITRE IV**

Tableau 28 : Valeur de déclivité maximal.....	49
Tableau 29 : Rayons convexes.....	50
Tableau 30 : rayons en profil en long.....	53
Tableau 31 : les calculs des tangentes et les flèches.....	54

#### **CHAPITRE V**

Tableau 32 : vérification de non chevauchement .....	62
Tableau 33 : Devers en fonction de l'environnement .....	63
Tableau 34 : les dévers des rayons en plan de la variante choisie .....	64
Tableau 35 : les dévers associés aux rayons de la variante choisi.....	65

#### **CHAPITRE VI**

Tableau 36: Longueur de la clothoïde.....	67
Tableau 37 : les éléments de la clothoïde .....	68
Tableau 38 : Variation de devers pour le rayon 470 m .....	69
Tableau 39 : Variation de devers pour le rayon 450 m.....	70

#### **CHAPITRE VII**

Tableau 40 : La portance de sol en fonction de l'indice de CBR .....	77
Tableau 41 : Les classes de portance des sols Tableau.....	77
Tableau 42 : coefficients d'équivalence des matériaux.....	79
Tableau 43 : épaisseurs du corps de chaussée .....	81
Tableau 44 : Cubature .....	85

## CHAPITRE IX

Tableau 45 : coefficient de frottement longitudinal $f_l$ en fonction de la vitesse (B40).....	88
Tableau 46 : les différentes distances selon les normes B40.....	93
Tableau 47 : distance de freinage.....	94
Tableau 48 : distance d'arrêt en alignement.....	95
Tableau 49 : distance d'arrêt en courbe.....	95
Tableau 50 : distance de perception en alignement .....	96
Tableau 51: distance de perception en courbe .....	96
Tableau 52 : caractéristique des ligne discontinue.....	100

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Présentation de la wilaya.....	4
Figure 2 : le tronçon à étudier.....	5
Figure 03 : Les éléments de tracé en plan.....	10
Figure 04 : Dénivelée cumulée.....	13
Figure 05 : Calcul de cubature.....	17
Figure 06 : Cubature approchée "cas de déblai" .....	17
Figure 07 : Cubature approchée "cas de remblai" .....	18
Figure 08 : Éléments géométriques du profil en long.....	47
Figure 09 : Pratiques du profil en long.....	52
Figure 10 : Profil en travers type.....	57
Figure 11 : courbe de raccordement.....	60
Figure 12 : Les éléments de la clothoïde.....	60
Figure13 : Types De Chaussées.....	73
Figure 14 : schéma théorique de la structure du corps de chaussée.....	74
Figure 15 : structure type d'une chaussée semi-rigide.....	75
Figure 16 : structure type d'une chaussée rigide .....	75
Figure 17 : La structure de chaussée. ....	81
Figure 18 : Calcul Des Cubatures De Terrassement .....	84
Figure 19 : Distance de freinage .....	88
Figure 20 : Temps de perception-réaction .....	90
Figure 21 : Distance de perception. ....	91
Figure 22 : L'espace entre deux véhicules. ....	92
Figure 23 : Type de modulation .....	100
Figure 24 : Flèche de signalisation.....	102
Figure 25: Les lignes longitudinales (source S-H partie 1-7).....	102
Figure 26 : Lignes transversales (source S -H partie 1-7) .....	102

Figure 27 :Les lignes de délimitation de voies dans le tracé (source S -H partie 1-7).....	103
Figure 28 : Avec affectation de voies.....	103
Figure 29 : Sans affectation de voies.....	103
Figure 30 : Schéma de marquage avec hachures .....	104

# Introduction Général

## Introduction générale

La durabilité est une question importante à considérer par tous. Les activités humaines actuelles et futures. Il comprend tous les êtres humains et leurs sociétés. C'est le moyen de survivre et de prospérer sans épuiser les ressources de la planète et sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs besoins.

L'histoire des autoroutes est étroitement liée au niveau de développement technologique. La croissance économique des nations et des civilisations.

L'évolution démographique et la forte urbanisation en Algérie ont produit plusieurs mutations, et donc l'étude et le tracé linéaire des routes et autoroutes. Lancé à l'échelle nationale pour améliorer les infrastructures de transport.

Les infrastructures de transport, en particulier les routes, doivent fournir une efficacité économique et sociale. Les avantages et les coûts sociaux du développement. Ils sont le principal vecteur de communication et de communication entre des groupes de personnes, jouent un rôle important dans l'intégration de l'activité économique dans la vie locale.

Les enjeux des projets d'infrastructures routières sont souvent liés à des insuffisances des réseaux existants, soit en défaut, soit en saturation. Il faut alors, identifier clairement le problème, préciser ses contours, puis dessiner sa solution et quantifier précisément ses composants. Cela a conduit à des recherches copieuses.

Le but de ces mesures est d'assurer la sécurité et le confort de l'utilisateur au coût le plus bas possible, c'est pour cela que nous avons choisi notre projet qui s'intitule à l'étude d'un tronçon de 3.5 Km pour l'évitement d'Ouled Boughalem.

# CHAPITRE I

# PRESENTATION DU

# PROJET

## I.1. Présentation de la wilaya :

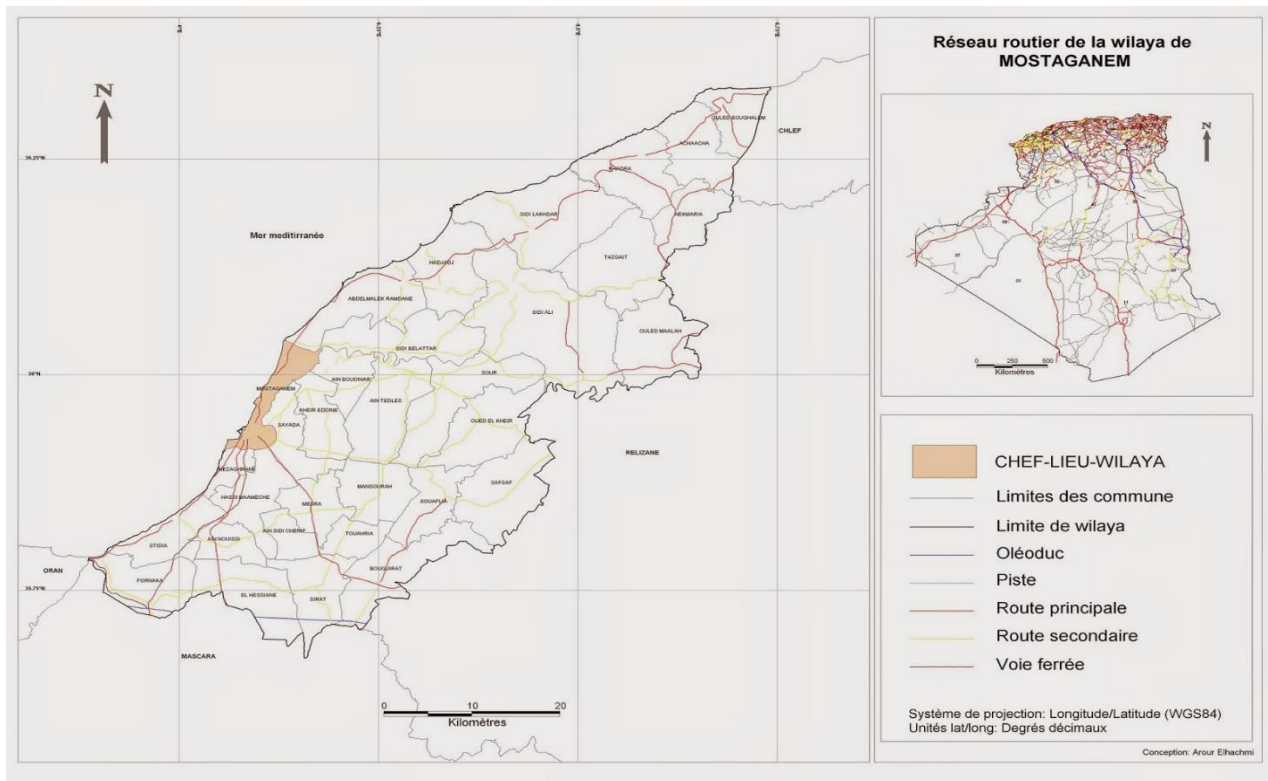


Figure 1 : Présentation de la wilaya

Mostaganem est la 27<sup>e</sup> province de l'administration territoriale algérienne. Elle est à La mer Méditerranée (Afrique du Nord) au nord-ouest de l'Algérie, à 350 km à l'ouest d'Alger (La capitale) et à 80 km à l'est d'Oran), avec une superficie totale de 2269 km<sup>2</sup>.

La wilaya de Mostaganem compte plus de 746 947 habitants (chiffres 2008) et est Composée de 32 communes réparties sur 10 Daïras (comtés),

Les wilayas limitrophes de Mostaganem : A l'est la Chlef, Wilaya de Relizane au sud-est, Wilaya d'Oran à l'ouest et Wilaya au sud-ouest mascara

### I.1.1. Réseau routier :

- Routes nationales (332,43 km)
- Chemin de wilaya (654,10 km)
- Chemin communaux et pistes (1147,98 km)

## I.2. Présentation du projet :

Notre projet consiste à étudier un tronçon autoroutier de 3.5 km

A Ouled Boughalem

Cette section à étudier s'étend sur une longueur de 3.5 Km, et véhicule un trafic Journalier moyen important estime de l'ordre de 8500 véh/h/ sens avec un pourcentage de 14 % en poids lourds.

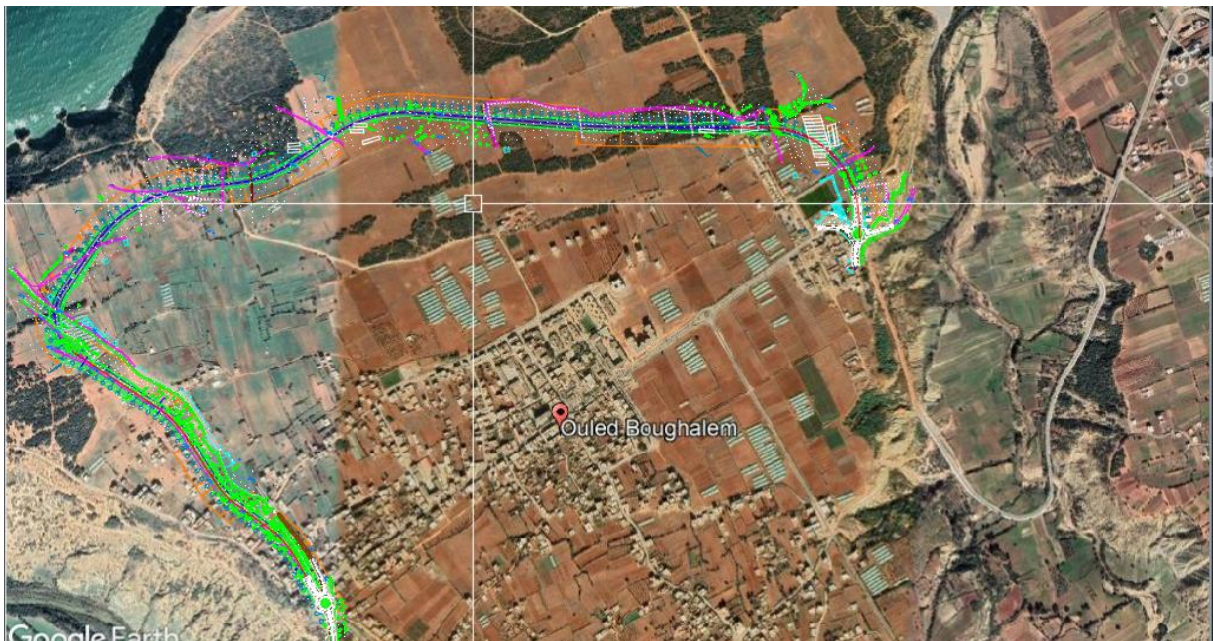


Figure 2 : le tronçon à étudier

## I.3. Données de Base

### I.3.1. Catégorie de la route :

La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio- « économiques et administrative situées sur les localités desservies par la route.

Les routes Algérienne sont classées en cinq (5) catégories fonctionnelles et sont comme suit :

- Catégorie 1 : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourdes considérées deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.

- Catégorie 2 : Liaison des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaison de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.
- Catégorie 3 : Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2.
- Catégorie 4 : Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1, 2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- Catégorie 5 : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes

**Catégorie de notre projet : Catégorie 1**

### **I.3.2. Le trafic :**

- TMJA : 8500 v/j
- Pourcentage de poids lourds : 14%
- Le taux d'accroissement : 4%
- Durée d'étude et mise en service : 2 ans
- Durée de vie : 20 ans

### **I.3.3. Dédoublement :**

- Accotement 2 x 1.50m
- Largeur de la route 2 x 7.5m
- Terre-plein central de 2.00m

**L'indice CBR = 9**

### **I.4. Objectif du projet :**

A cause de : l'ancien route passe par un village fait une augmentation du trafic et aussi Augmentation de pourcentage de poids lourds.

### **I.5. Le but de ce projet :**

- Facilité de la fluidité du trafic.
- Diminuer le taux d'accidents.
- Promouvoir le tourisme de la région Ouled Boughalem.
- Augmenter le gain de temps pour les usagers.

## **I.6. Dédoublement :**

Les méthodes de recherche répétées sont différentes de la recherche de terrain vierge et L'approche est également différente des études de renforcement et de réhabilitation  
Passé ce qui suit :

- La sélection d'un rayon supérieur ou égal à RHm est conseillée tant que pour améliorer le confort et la commodité sans encourir de coûts supplémentaires importants Respectez les règles de visibilité.
- Si le terrain le permet, élargissez au maximum d'un côté Cette approche réduit les coûts du projet, économise et économise Chaussée existante, également utilisée pour la restauration, elle permet des travaux sans Gêne pour les usagers (trafic de maintenance)

CHAPITRE II  
ETUDE AVANT  
PROJET SOMMAIRE  
(APS)

## **II.1. Introduction :**

La phase APS est une étape après la phase préliminaire, si celle-ci Le dernier est prévu et il comprend une étude plus approfondie du corridor retenu dans une étude antérieure ou non prévu, Recherche à partir des principales cartes d'état, de la topographie, etc. géologie, permettant de mieux identifier les dangers, les limites et Avantages liés au statut sociogéographique de chaque corridor.

Il va falloir faire une étude multicritère sur le choix des corridors à conserver, Celle-ci sera basée sur un plan de comparaison basé sur tous les critères Suivant :

- Restrictions indiquées sur le site.
- Aspects économiques du projet.
- Difficultés à choisir un itinéraire (caractéristiques La technologie).
- Comparaison des impacts environnementaux.

Enfin, après cette analyse multicritère, il ne restera qu'un seul variant pour initier la phase APD.

## **II.2. Tracé en plan :**

### **II.2.1. Définition :**

Le tracé en plan se compose de lignes droites et de courbes. L'étude comprend Pour déterminer l'angle du sommet et la longueur de la tangente, on commence par Notre carte topographique détermine le rayon prévu.

Le plan d'étage est la projection de la route et de ses dépendances sur le plan horizontal. Cette Les plans d'étage horizontaux sont généralement des cartes topographiques ou de localisation. Il contient Généralement alignés par une série de lignes droites et courbes. Il dispose d'une vitesse de référence qui peut définir des caractéristiques La géométrie nécessaire à tout aménagement routier.

### **II.2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan :**

- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Adapter au maximum le terrain naturel.
- Appliquer les normes du B40 si possible.
- Utilisez des rayons plus grands si les conditions du sol le permettent

- 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 des alignements droits c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- S'inscrire dans le couloir choisi.

### II.2.3. Les éléments du tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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

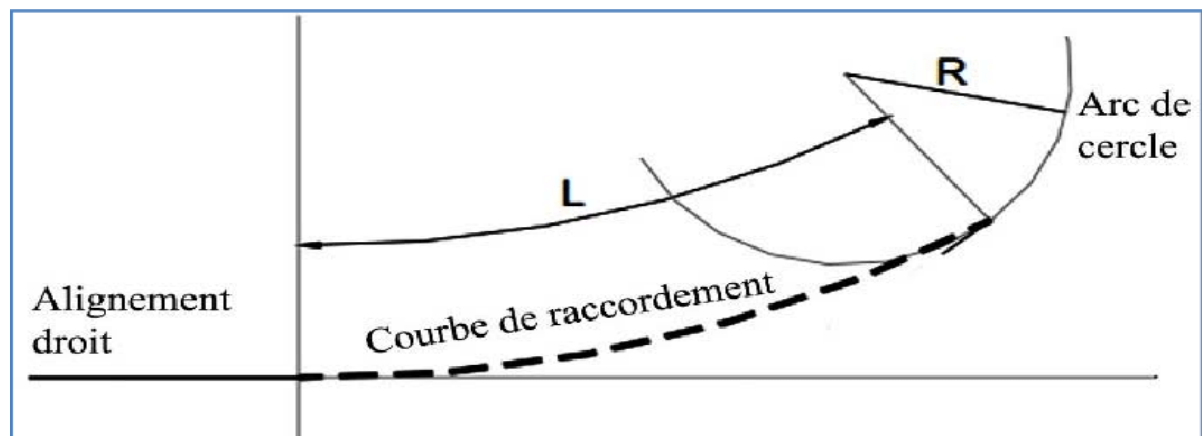


Figure 03 : Les éléments de tracé en plan.

### II.2.4. Alignements droits :

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

## II.2.5. Les arcs de cercle :

Trois problèmes se posent :

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

Dans un virage de rayon  $R$ , un véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers.

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, par une construction ou forêt. Pour assurer une bonne visibilité au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à dé terminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

### Remarques :

Le devers «  $d$  » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas)  $\pi$  Le devers «  $d$  » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux. Ceci nous conduit à la série de couples (Catégorie,  $d$ ).  $\pi$  Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu  $R_{Hm}$  avec

Environnement Devers	Facile	Moyen	Difficile
Devers Minimal - Cat 1-2	<b>2.5 %</b>	<b>2.5 %</b>	<b>2.5 %</b>
Devers Maximal - Cat 1-2	<b>7%</b>	<b>7%</b>	<b>7%</b>

**Tableau 1 : Détermination le devers**

## II.3. Présentation des variantes :

A ce stade, nous étudierons deux variantes afin de trouver la meilleure solution pour mettre en œuvre notre projet.

### II.3.1. Les différentes étapes :

#### II.3.1.1. Calcul d'axe :

Les calculs d'axes sont des opérations qui permettent de matérialiser un tracé de route en représentant les coordonnées x.y.z de tous les points caractéristiques du tracé, permettant ainsi d'établir le plan de piquetage nécessaire au tracé de terrain de tout tracé de route.

#### II.3.1.2. Calcul de gisement de distance et des angles au centre :

##### a. Calcul des Gisements

Gisement d'une direction est l'angle entre cette direction et le vrai nord Dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$\text{Gis} = \text{Arc tg} (\Delta X / \Delta Y)$$

##### b. Distance

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S1S2 = \sqrt{(Xs2 - Xs1)^2 + (Ys2 - Ys1)^2}$$

##### c. L'angle au centre

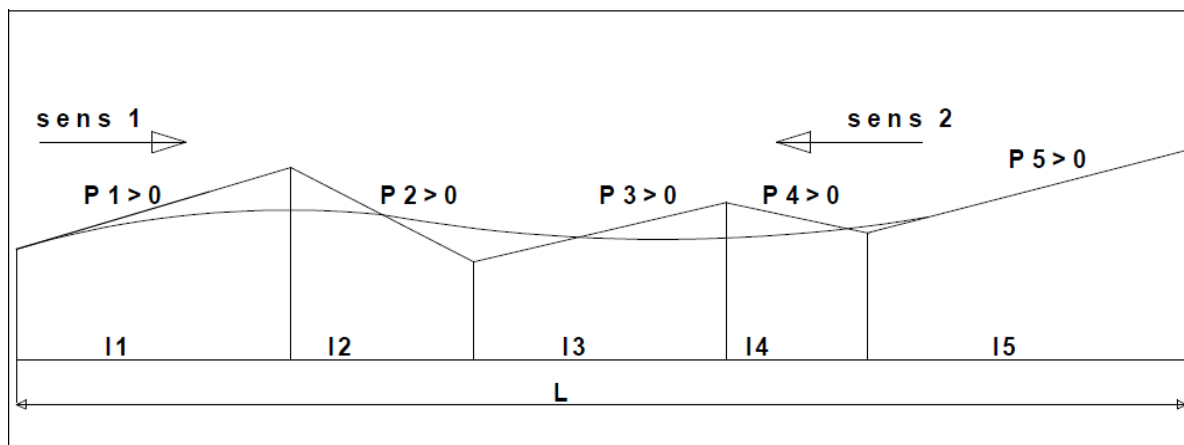
L'angle au centre  $\beta$  est donnée par :

$$\beta = \text{GSB} - \text{GAS}$$

#### II.3.1.3. Dénivelée cumulée moyenne :

Somme des dénivelée cumulées en fonction de la longueur le long des itinéraires existants Cet itinéraire, il est possible de mesurer la variation longitudinale du relief

$$Dc = \frac{|\sum_{p_i > 0} p_i l_i + \sum_{p_i < 0} p_i l_i|}{L}$$



**Figure 04 : Dénivelée cumulée**

N° de code	1	2a	2b	3
<b>Classification</b>	Plat	Plat mais	Vallonné	Montagneux
<b>H/L dénivelée cumulée moyenne</b>	H/L < 1,5 %	H/L = 1,5 %	1,5 % < H/L < 4%	H/L > 4%

**Tableau 2 : Détermination la nature du terrain**

### II.3.1.4. La sinuosité :

La sinuosité a d'un parcours est égale au rapport de la longueur sinuosité  $L_s$  à la longueur totale itinéraire.

$$\sigma = \frac{L_s}{L_T}$$

$$L_s = \sum L_i \quad (R < 200 \text{ m})$$

1° de code	1	2	3
<b>Classification</b>	Sinuosité faible	Sinuosité moyenne	Forte sinuosité
<b>Sinuosité moyenne</b>	$\sigma \leq 0,1$	$0,1 < \sigma \leq 0,3$	$\sigma > 0,3$

**Tableau 03 : Classification de la sinuosité**

### II.3.1.5. Environnement de la route :

L'étude d'environnement d'un projet routier concerne l'approche environnementale suivie à l'occasion d'un projet routier.

Les deux métriques utilisées pour caractériser chaque type d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

<b>Sinuosité Relief</b>	<b>Faible (T&lt;0.1)</b>	<b>Moyenne 0.1&lt;T&lt;0.3</b>	<b>Forte T&gt;0.3</b>
<b>Plat</b> (h/L<1.5%)	E1	E2	/
<b>Vallonné</b> (1.5%< h/L<4%)	E2	E2	E3
<b>Montagneux</b> (h/L>4%)	/	E3	E3

**Tableau 04 : L'environnement de la route**

### II.3.1.6. Vitesse de référence :

La vitesse de référence est la vitesse à laquelle un véhicule rapide peut rouler Généralement en dehors de l'invite. Déterminé par l'importance du lien Garanti par segment de route et par géographie, la vitesse est donc :

- La catégorie
- L'environnement

<b>Environnement Catégorie</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<b>Catégorie 1</b>	120-100-80	100-80-60	80-60-40
<b>Catégorie 2</b>	120-100-80	100-80-60	80-60-40
<b>Catégorie 3</b>	120-100-80	100-80-60	80-60-40
<b>Catégorie 4</b>	100-80-60	80-60-40	60-40
<b>Catégorie 5</b>	80-60-40	60-40	40

**Tableau 05 : Vitesse de référence**

### II.3.1.7. Courbe en plan :

#### a. Rayon minimal absolu $R_{hm}$ :

C'est le rayon minimum pour assurer la stabilité du véhicule, vous ne devez jamais sortir du véhicule en dessous de cette valeur, il est défini comme le rayon de devers maximum.

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

#### b. Rayon minimal normal :

Le rayon minimal normal (RHN) doit permettre au véhicule de dépasser  $V_b + 20$  (km/h)  
Une conduite sûre

$$R_{hn}(V_r) = R_{hm}(V_r + 20)$$

$$R_{hn} = \frac{(v_r + 20)^2}{127(f_t + d_{max})}$$

#### c. Rayon au dévers minimal :

C'est le rayon au dévers minimal au-delà duquel la route s'incline vers l'intérieur de la courbe et l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse  $V_b$  sera égale à l'accélération subie par le véhicule lorsqu'il est aligné en ligne droite à la même vitesse

$$R_{hd} = \frac{V_r^2(\text{Km/h})}{127 \times 2 \times d_{min}}$$

#### d. Rayon minimal non déversé :

Si le rayon est très grand, que la route conserve son profil de toit et que la pente est négative pour l'un des sens de circulation, le plus petit rayon autorisé pour cette disposition est le plus petit rayon à angle droit ( $R_{Hnd}$ ).

$$R_{nd} = \frac{V_r^2(\text{Km/h})}{127(f' - d_{min})}$$

### II.3.1.8. Les choix des rayons :

Pour une classe de routes donnée, aucun rayon n'est inférieur au rayon minimum absolu  $R_{hm}$  utilisera des valeurs de rayon supérieures ou égales au rayon minimum dans la mesure du possible  $R_{hn}$  normal.

### II.3.1.9. Détermination des éléments des raccordements :

- La tangente :  $ST=ST'= R.tg \frac{\beta}{2}$
- Bissectrice :  $Biss = R\left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1\right)$
- La développée :  $D = \frac{\pi R \beta}{200}$
- La flèche :  $F = R\left(1 - \cos \frac{\beta}{2}\right)$

### II.3.1.10. Pourcentage alignement droit :

L'itinéraire rectiligne a longtemps été considéré comme le meilleur car c'est le plus court, mais les inconvénients de cet itinéraire sont les grands itinéraires, l'éblouissement, la lenteur des conducteurs, la vitesse excessive et les difficultés esthétiques.

C'est pourquoi il est préférable de remplacer les longues lignes droites par des lignes courtes continues ou des courbes à grand rayon. Le facteur le plus important est le pourcentage de lignes droites pour le segment. Il est recommandé de limiter ce pourcentage entre 40% et 60%.

### II.3.1.11. Déclivité-Profil en long :

- Le profil en long est la coupe longitudinale du terrain selon un plan vertical passant par l'axe d'alignement.
- Le profil en long est constitué d'éléments rectilignes passant par sa déclivité (pente ou rampe), et Le rayon de la connexion parabolique.

**a. Les types de rayons :**

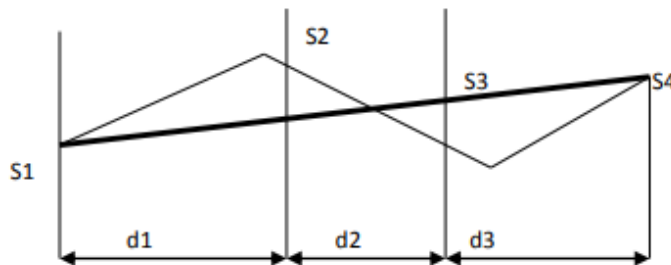
- Les rayons en angle rentrants (concaves).
- Les rayons en angle saillant (convexes).

**II.3.1.12. Calcul des cubatures approchées :**

**a. Méthode de calcul approximative :**

$$V = \left(\frac{S_1 + S_2}{2}\right) * d_1 + \left(\frac{S_2 + S_3}{2}\right) * d_2 + \dots + \left(\frac{S_{n-1} + S_N}{2}\right) d_n$$

Par conséquent :  $d_1/2, d_1 + d_2/2, d_2 + d_3 / 2 \dots$  etc. constitue les distances

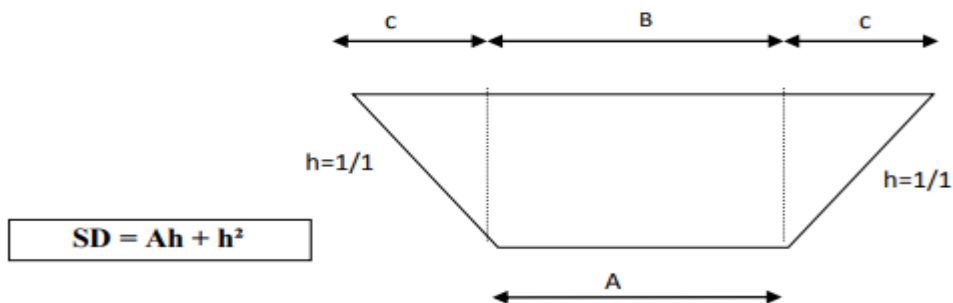


**Figure 05 : Calcul de cubature**

**b. Méthode de calcul des surfaces :**

**En déblai :**

- h : différence entre C.T.N et C.P.
- A : largeur de la chaussée + 2 accotements



**Figure 06 : Cubature approchée "cas de déblai"**

### En remblai :

- A : largeur de la chaussée+ les 2 accotements
- $Tg \alpha = P = 2/3 = h/c \rightarrow c = 3h / 2$
- h : différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel
- $B = A + 2c = A + 3h$

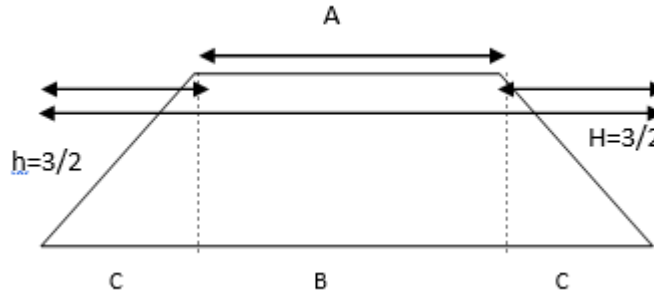


Figure 07 : Cubature approchée "cas de remblai"

## II.4. Application au projet :

### II.4.1. Etude de la variante 1 :

#### II.4.1.1. Les coordonnées des sommets :

Pts	X(m)	Y(m)
A	6045.411	18736.690
S1	7195,796	18213,192
S2	6791,630	17556,969
S3	6116,375	16853,820
B	5758.690	16957.902

Tableau 06 : Coordonnées définissant l'axe de la (variante 01)

### II.4.1.2. Calcul de gisements et des angles au centre :

Point	DX	DY	GIS	Distance	B
AS1	1550.385	-523.498	120.7306	1636.3813	/
S1S2	-440.166	-656.223	237.6133	790.1738	116.8827
S2S3	-675.255	-703.149	248.7118	974.8783	11.0985
S3B	-357.685	104.082	318.0270	372.5200	69.3152

Tableau 07 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante01"

### II.4.1.3. Dénivelée cumulée moyenne :

Cette dénivelée cumulée moyenne nous permet de connaître la nature du terrain le tableau ci-après nous donne la dénivelé moyen cumulé de chaque profil :

Profil n°	Abscisse	Longueur D'application	Point d'axe			DN
			Z	X	Y	
P01	0,000	25,000	61,830	6045,411	18736,690	-3,353
P02	50,000	50,000	58,477	6095,064	18730,807	-2,487
P03	100,000	50,000	55,990	6144,717	18724,925	-0,863
P04	150,000	50,000	55,127	6194,369	18719,042	-0,086
P05	200,000	50,000	55,040	6244,022	18713,160	1,010
P06	250,000	50,000	56,050	6293,697	18707,474	1,384
P07	300,000	50,000	57,435	6343,628	18706,617	1,372
P08	350,000	50,000	58,806	6393,396	18711,397	1,050
P09	400,000	50,000	59,857	6443,129	18716,564	0,595
P10	450,000	50,000	60,452	6493,011	18719,481	0,156
P11	500,000	50,000	60,608	6542,644	18713,961	0,034
P12	550,000	50,000	60,642	6591,684	18704,209	0,207
P13	600,000	50,000	60,849	6640,702	18694,350	0,854
P14	650,000	50,000	61,703	6689,724	18684,507	1,528
P15	700,000	50,000	63,231	6739,196	18677,561	2,199
P16	750,000	50,000	65,430	6789,137	18678,899	2,892
P17	800,000	50,000	68,323	6838,967	18683,022	2,539
P18	850,000	50,000	70,861	6888,796	18687,157	2,094

P19	900,000	50,000	72,956	6938,625	18691,292	1,680
P20	950,000	50,000	74,636	6988,453	18695,427	2,386
P21	1000,000	50,000	77,022	7038,282	18699,562	3,659
P22	1050,000	50,000	80,681	7088,162	18702,804	3,218
P23	1100,000	50,000	83,898	7136,975	18693,635	1,423
P24	1150,000	50,000	85,322	7177,971	18665,647	0,435
P25	1200,000	50,000	85,756	7204,132	18623,461	0,113
P26	1250,000	50,000	85,869	7213,677	18574,510	-0,744
P27	1300,000	50,000	85,125	7218,933	18524,787	-1,126
P28	1350,000	50,000	83,999	7224,188	18475,064	-1,238
P29	1400,000	50,000	82,761	7229,440	18425,341	-1,351
P30	1450,000	50,000	81,410	7232,977	18375,483	-1,441
P31	1500,000	50,000	79,969	7230,157	18325,606	-1,205
P32	1550,000	50,000	78,763	7220,264	18276,637	-0,842
P33	1600,000	50,000	77,921	7203,500	18229,577	-0,553
P34	1650,000	50,000	77,368	7180,375	18185,283	-0,529
P35	1700,000	50,000	76,839	7154,345	18142,593	-0,529
P36	1750,000	50,000	76,309	7128,222	18099,960	-0,530
P37	1800,000	50,000	75,780	7102,098	18057,328	-0,558
P38	1850,000	50,000	75,221	7075,974	18014,695	-0,605
P39	1900,000	50,000	74,616	7049,850	17972,062	-0,652
P40	1950,000	50,000	73,964	7023,727	17929,429	-0,699
P41	2000,000	50,000	73,264	6997,603	17886,797	-0,746
P42	2050,000	50,000	72,518	6971,479	17844,164	-0,793
P43	2100,000	50,000	71,725	6945,356	17801,531	-0,840
P44	2150,000	50,000	70,885	6919,232	17758,899	-0,887
P45	2200,000	50,000	69,999	6893,108	17716,266	-0,934
P46	2250,000	50,000	69,065	6866,984	17673,633	-0,981
P47	2300,000	50,000	68,084	6840,861	17631,000	-1,028
P48	2350,000	50,000	67,057	6814,579	17588,466	-1,071
P49	2400,000	50,000	65,986	6784,416	17548,663	-1,025
P50	2450,000	50,000	64,960	6750,013	17512,385	-0,940
P51	2500,000	50,000	64,021	6715,346	17476,354	-0,854
P52	2550,000	50,000	63,167	6680,679	17440,323	-0,768
P53	2600,000	50,000	62,398	6646,013	17404,292	-0,683
P54	2650,000	50,000	61,715	6611,346	17368,262	-0,597
P55	2700,000	50,000	61,118	6576,679	17332,231	-0,541
P56	2750,000	50,000	60,577	6542,013	17296,200	-0,540

P57	2800,000	50,000	60,037	6507,346	17260,169	-0,540
P58	2850,000	50,000	59,496	6472,679	17224,138	-0,538
P59	2900,000	50,000	58,958	6438,012	17188,108	-0,521
P60	2950,000	50,000	58,436	6403,346	17152,077	-0,500
P61	3000,000	50,000	57,936	6368,679	17116,046	-0,480
P62	3050,000	50,000	57,456	6334,012	17080,015	-0,459
P63	3100,000	50,000	56,998	6299,346	17043,984	-0,438
P64	3150,000	50,000	56,560	6264,679	17007,953	-0,417
P65	3200,000	50,000	56,143	6230,012	16971,923	-0,396
P66	3250,000	50,000	55,748	6195,345	16935,892	-0,375
P67	3300,000	50,000	55,373	6160,679	16899,861	-0,355
P68	3350,000	50,000	55,018	6126,012	16863,830	-0,244
P69	3400,000	50,000	54,774	6090,185	16829,004	-0,043
P70	3450,000	50,000	54,731	6046,089	16806,197	0,143
P71	3500,000	50,000	54,874	5996,544	16803,153	0,330
P72	3550,000	50,000	55,204	5949,934	16820,297	0,517
P73	3600,000	50,000	55,721	5908,919	16848,865	0,634
P74	3650,000	50,000	56,354	5868,454	16878,235	0,039
P75	3700,000	50,000	56,393	5827,989	16907,604	-0,681
P76	3750,000	42,814	55,712	5787,524	16936,974	-0,584
P77	3785,628	17,814	55,128	5758,690	16957,902	$\Sigma=-6,702$

**Tableau 08 : détermination dénivelée cumulée (Variante 01)**

$$\sum DH = 6.702 \text{ m}$$

$$\sum \text{Dist} = 3785.63 \text{ m} = \text{LT}$$

$$Dc = \left| \frac{6.702}{3785.63} \right| = 0.0017$$

$$Dc = 0.17\% < 1,5 \%$$

- La nature du terrain en fonction de la dénivelée cumulée : **Terrain est Plat**

N° de code	1	2	2	3
Classification	Plat	Plat mais	Vallonné	Montagneux
H/L dénivelée cumulée moyenne	0.15% < 1,5 % H/L < 1,5 %	H/L = 1,5 %	1,5 % < H/L < 4%	H/L > 4%

**Tableau 09 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée (variante 01)**

#### II.4.1.4. Sinuosité :

La sinuosité est La longueur du chemin est égale au rapport de la longueur de sinueuse (Ls) sur la longueur totale du chemin Dans notre tracé, nous éviterons de choisir un rayon inférieur ou égal à 200 m

$$\sigma = Ls/Lt$$

$$Ls = 5.368+25.507+20.319+135.796+179.265+4.089+121.903 =492.247m$$

$$Lt = 3785.63 m$$

$$\sigma = \frac{492.247}{3785.63} = 0.13$$

- Donc la variante est de sinuosité d'après le tableau : **sinuosité moyenne**

#### II.4.1.5. Environnement de la route :

Ces trois types d'environnements résultent de l'intersection des deux premiers arguments. Dans notre cas nous avons : terrain plat et sinuosité moyenne

- Donc la variante est d'environnement : **E2**

#### II.4.1.6. Vitesse de référence :

La vitesse de référence choisie en fonction de la catégorie et l'environnement

La catégorie : **Catégorie 1**

Environnement : **E2**

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

Tableau 10 : détermination Vitesse de référence (variante 1)

- La vitesse de référence choisie d'après tableau : **Vr = 80Km/h**

### II.4.1.7. Courbe en plan :

En fonction catégorie 1 et vitesse de référence 80 km/h

- Détermination des dévers  $d$  max et  $d$ min :

$$D_{\max} = 7 \%$$

$$D_{\min} = -2.5\%$$

- Détermination du coefficient transversal  $f_t$  :

$$F_t = 0.13$$

- Détermination du coefficient  $F''$

$$F'' = 0.06$$

- Détermination des rayons en plan :

- Le rayon horizontal minimal absolu ( $R_{hm}$ ) :

$$R_{hm} = 251.96 \text{ m}$$

- Le rayon minimal normal ( $R_{hn}$ ) :

$$R_{hn} = 492.12 \text{ m}$$

- Le rayon au devers minimal  $R_{hd}$  :

$$R_{hd} = 1007.87 \text{ m}$$

- Le rayon non déversé  $R_{hnd}$  :

$$R_{hnd} = 1439.82 \text{ m}$$

	Calcule	B-40	Symboles
<b>R<sub>hm</sub></b>	<b>251.96</b>	<b>250</b>	<b>7%</b>
<b>R<sub>hn</sub></b>	<b>492.12</b>	<b>450</b>	<b>5%</b>
<b>R<sub>hd</sub></b>	<b>1007.87</b>	<b>1000</b>	<b>2.5%</b>
<b>R<sub>hnd</sub></b>	<b>1439.82</b>	<b>1400</b>	<b>-2.5%</b>

Tableau 11 : détermination de Rayon en plan (variante 1)

#### II.4.1.8. Choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu  $R_{hm}$ .

On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal  $R_{hN}$ .

- $R1 = 500$  m
- $R2 = 720$  m
- $R3 = 370$  m

#### II.4.1.9. Détermination des éléments des Raccordements :

R (m)	Tangente (m)	Bissectrice (m)	Développée (m)	Flèche (m)
<b>R1=1400</b>	<b>653.90</b>	<b>323.16</b>	<b>917.99</b>	<b>196.29</b>
<b>R2=700</b>	<b>65.54</b>	<b>2.74</b>	<b>125.52</b>	<b>2.94</b>
<b>R3=1100</b>	<b>224.00</b>	<b>62.52</b>	<b>402.85</b>	<b>53.1622</b>

Tableau 12 : détermination Eléments des raccordements (variante 01)

#### II.4.1.10. Pourcentage alignement droit :

- Longueur totale du tronçon :  $L_t$

$$L_t = 3785.628 \text{ m}$$

- Longueur totale des arcs de cercles :  $L_c$

$$L_c = D1 + D2 + D3$$

$$L_c = 917.99 + 125.52 + 402.85 = 1446.36 \text{ m}$$

- Longueur totale des alignements droits :  $L_{ad}$

$$L_{ad} = L_t - L_c$$

$$L_{ad} = 3785.628 - 1446.36 = 2339.236 \text{ m}$$

- Pourcentage Alignement droit = 62%
- Pourcentage Courbe = 38 %

## II.4.1.11. Cubatures :

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P01	0,000	25,000	0,08	15,50	15,58	389,546	389,546	7,31	0,00	7,31	182,741	182,741
P02	50,000	50,000	0,24	24,90	25,14	1256,824	1646,370	4,70	0,22	4,91	245,608	428,348
P03	100,000	50,000	0,00	12,97	12,97	648,496	2294,866	6,54	0,21	6,75	337,597	765,946
P04	150,000	50,000	0,34	12,44	12,79	639,451	2934,317	3,63	0,02	3,65	182,699	948,644
P05	200,000	50,000	0,00	19,94	19,94	996,940	3931,257	12,72	0,22	12,94	646,943	1595,587
P06	250,000	50,000	1,21	16,16	17,37	877,562	4808,819	3,59	0,00	3,59	176,905	1772,493
P07	300,000	50,000	1,36	16,14	17,50	886,307	5695,126	3,73	0,00	3,73	182,693	1955,185
P08	350,000	50,000	0,00	12,52	12,52	626,182	6321,308	18,39	0,91	19,30	964,741	2919,926
P09	400,000	50,000	0,00	25,11	25,11	1249,754	7571,062	11,61	0,08	11,69	587,140	3507,066
P10	450,000	50,000	7,49	34,42	41,92	2064,017	9635,079	3,14	0,00	3,14	161,843	3668,909
P11	500,000	50,000	0,49	15,13	15,62	772,850	10407,929	8,08	0,16	8,24	417,103	4086,012
P12	550,000	50,000	0,72	18,82	19,54	977,131	11385,059	6,56	0,15	6,72	335,797	4421,809
P13	600,000	50,000	0,00	12,11	12,11	605,707	11990,767	12,27	0,67	12,94	646,987	5068,796
P14	650,000	50,000	0,00	6,57	6,57	330,932	12321,699	14,17	0,78	14,96	743,487	5812,283
P15	700,000	50,000	0,00	7,58	7,58	388,405	12710,103	18,67	1,44	20,10	986,619	6798,902
P16	750,000	50,000	0,30	17,84	18,15	912,205	13622,309	7,88	0,00	7,88	391,083	7189,985
P17	800,000	50,000	6,04	36,34	42,38	2119,044	15741,353	2,37	0,00	2,37	118,577	7308,562
P18	850,000	50,000	1,64	33,99	35,63	1781,507	17522,860	7,05	0,00	7,05	352,483	7661,044
P19	900,000	50,000	1,15	32,33	33,47	1673,668	19196,528	10,26	0,00	10,26	512,753	8173,797
P20	950,000	50,000	0,31	28,79	29,10	1455,217	20651,745	13,05	0,00	13,05	652,566	8826,363
P21	1000,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	20651,745	49,06	27,08	76,14	3807,430	12633,793
P22	1050,000	50,000	0,00	0,07	0,07	3,240	20654,985	75,37	22,53	97,90	4978,280	17612,072
P23	1100,000	50,000	25,39	37,53	62,92	3105,704	23760,690	0,00	0,00	0,00	0,000	17612,072
P24	1150,000	50,000	26,42	24,46	50,88	2544,308	26304,998	0,00	0,00	0,00	0,000	17612,072
P25	1200,000	50,000	12,98	14,46	27,44	1366,568	27671,566	0,00	0,00	0,00	0,000	17612,072
P26	1250,000	50,000	11,20	6,48	17,68	885,885	28557,452	0,00	0,00	0,00	0,000	17612,072
P27	1300,000	50,000	14,17	8,36	22,52	1126,222	29683,674	0,00	0,00	0,00	0,000	17612,072
P28	1350,000	50,000	12,37	9,12	21,49	1074,509	30758,183	0,00	0,00	0,00	0,000	17612,072
P29	1400,000	50,000	7,56	4,16	11,72	586,696	31344,879	0,00	0,00	0,00	0,000	17612,072
P30	1450,000	50,000	6,85	5,54	12,39	620,192	31965,071	0,00	0,00	0,00	0,000	17612,072
P31	1500,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,171	31965,242	2,08	1,94	4,02	200,995	17813,067
P32	1550,000	50,000	2,17	2,99	5,16	257,077	32222,319	0,34	0,31	0,65	32,611	17845,679
P33	1600,000	50,000	0,00	1,41	1,41	69,518	32291,837	1,70	0,61	2,30	116,267	17961,946
P34	1650,000	50,000	1,82	3,26	5,07	253,071	32544,909	0,49	0,33	0,82	41,161	18003,107
P35	1700,000	50,000	4,62	4,26	8,89	444,393	32989,302	0,10	0,10	0,20	10,062	18013,169
P36	1750,000	50,000	10,39	11,39	21,79	1089,259	34078,561	0,00	0,00	0,00	0,000	18013,169
P37	1800,000	50,000	9,85	11,51	21,36	1067,852	35146,414	0,00	0,00	0,00	0,000	18013,169
P38	1850,000	50,000	6,26	9,61	15,88	793,766	35940,180	0,00	0,00	0,00	0,000	18013,169
P39	1900,000	50,000	4,27	4,63	8,91	445,380	36385,559	0,15	0,15	0,31	15,335	18028,503
P40	1950,000	50,000	9,55	9,43	18,99	949,252	37334,812	0,00	0,00	0,00	0,000	18028,503
P41	2000,000	50,000	12,25	12,66	24,91	1245,344	38580,155	0,00	0,00	0,00	0,000	18028,503
P42	2050,000	50,000	11,33	12,54	23,87	1193,708	39773,863	0,00	0,00	0,00	0,000	18028,503
P43	2100,000	50,000	10,90	13,84	24,74	1237,088	41010,951	0,00	0,00	0,00	0,000	18028,503

P44	2150,000	50,000	5,15	7,17	12,32	616,017	41626,968	0,00	0,00	0,00	0,000	18028,503
P45	2200,000	50,000	3,90	3,13	7,04	351,756	41978,724	0,21	0,22	0,42	21,169	18049,672
P46	2250,000	50,000	0,00	0,16	0,16	7,928	41986,652	2,11	1,51	3,63	181,323	18230,995
P47	2300,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	41986,652	3,27	3,20	6,46	323,068	18554,063
P48	2350,000	50,000	0,00	0,01	0,01	0,398	41987,050	2,66	2,20	4,86	243,199	18797,262
P49	2400,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	41987,050	4,46	3,03	7,49	375,389	19172,651
P50	2450,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,016	41987,066	3,48	2,27	5,76	287,810	19460,461
P51	2500,000	50,000	0,06	1,25	1,31	65,540	42052,607	1,14	0,60	1,74	87,012	19547,473
P52	2550,000	50,000	1,94	2,15	4,09	204,431	42257,038	0,42	0,42	0,84	41,912	19589,384
P53	2600,000	50,000	4,23	4,61	8,85	442,340	42699,378	0,10	0,10	0,20	9,868	19599,253
P54	2650,000	50,000	13,09	13,14	26,23	1311,619	44010,996	0,00	0,00	0,00	0,000	19599,253
P55	2700,000	50,000	16,93	18,35	35,28	1764,112	45775,108	0,00	0,00	0,00	0,000	19599,253
P56	2750,000	50,000	16,96	17,37	34,33	1716,355	47491,463	0,00	0,00	0,00	0,000	19599,253
P57	2800,000	50,000	11,59	10,76	22,35	1117,738	48609,202	0,00	0,00	0,00	0,000	19599,253
P58	2850,000	50,000	8,17	7,31	15,49	774,379	49383,581	0,00	0,00	0,00	0,000	19599,253
P59	2900,000	50,000	3,64	3,09	6,73	336,366	49719,947	0,22	0,22	0,45	22,260	19621,513
P60	2950,000	50,000	2,49	1,77	4,25	212,716	49932,663	0,37	0,43	0,80	39,989	19661,501
P61	3000,000	50,000	2,99	2,34	5,33	266,408	50199,071	0,34	0,34	0,68	33,954	19695,455
P62	3050,000	50,000	3,16	2,03	5,19	259,366	50458,437	0,32	0,36	0,68	33,896	19729,351
P63	3100,000	50,000	2,92	2,62	5,54	277,010	50735,447	0,39	0,37	0,75	37,706	19767,057
P64	3150,000	50,000	7,35	5,64	12,99	649,380	51384,826	0,00	0,00	0,00	0,000	19767,057
P65	3200,000	50,000	19,03	15,23	34,26	1712,978	53097,804	0,00	0,00	0,00	0,000	19767,057
P66	3250,000	50,000	10,14	8,84	18,98	948,758	54046,562	0,00	0,00	0,00	0,000	19767,057
P67	3300,000	50,000	4,90	5,26	10,16	508,102	54554,664	0,04	0,03	0,07	3,386	19770,443
P68	3350,000	50,000	5,29	6,45	11,74	586,996	55141,660	0,00	0,00	0,00	0,000	19770,443
P69	3400,000	50,000	0,74	0,10	0,84	43,049	55184,709	0,82	1,27	2,09	103,543	19873,986
P70	3450,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	55184,709	10,27	9,39	19,66	983,473	20857,459
P71	3500,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	55184,709	12,85	10,22	23,07	1158,086	22015,545
P72	3550,000	50,000	0,00	0,01	0,01	0,263	55184,972	4,50	2,43	6,94	349,967	22365,512
P73	3600,000	50,000	3,99	4,97	8,96	447,871	55632,843	0,07	0,07	0,14	7,159	22372,671
P74	3650,000	50,000	6,32	7,76	14,08	704,038	56336,881	0,00	0,00	0,00	0,000	22372,671
P75	3700,000	50,000	14,91	17,71	32,62	1631,154	57968,035	0,00	0,00	0,00	0,000	22372,671
P76	3750,000	42,814	23,73	24,73	48,46	2074,696	60042,731	0,00	0,00	0,00	0,000	22372,671
P77	3785,628	17,814	9,48	5,07	14,55	259,136	60301,866	0,00	0,06	0,06	1,000	22373,671

**Tableau 13 : Cubatures approchées ( variante 01 )**

• Volume cumulé déblais (m <sup>3</sup> )	60301,866
• Volume cumulé remblais (m <sup>3</sup> )	22373,671

## II.4.2. Etude de la variante 2 :

### II.4.2.1. Les coordonnées des sommets :

<b>Pts</b>	<b>X(m)</b>	<b>Y(m)</b>
<b>A</b>	6051,866	18730,355
<b>S1</b>	6434,906	18713,594
<b>S2</b>	7161,204	18634,250
<b>B</b>	5756,403	16959,065

Tableau 14 : Coordonnées définissant l'axe de la (variante 02)

### II.4.2.2. Calcul de gisements et des angles au centre :

<b>Point</b>	<b>DX</b>	<b>DY</b>	<b>GIS</b>	<b>Distance</b>	<b>B</b>
<b>AS1</b>	383.040	-16.761	102.7839	383.406	/
<b>S1S2</b>	726.298	-79.344	106.9272	730.619	4.1433
<b>S2B</b>	-1404.801	-1675.185	244.4255	2186.254	137.4983

Tableau 15 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre (variante02)

### II.4.2.3. Dénivelée cumulée moyenne :

Cette dénivelée cumulée moyenne nous permet de connaître la nature du terrain le tableau ci-après nous donne la dénivelé moyen cumulé de chaque profil :

Profil n°	Abscisse	Longueur D'application	Z	Point d'axe		DN
		Total		X	Y	
P01	Pr =0.00m	25,000	62,742	6051,866	18730,355	-3,625
P02	Pr =50.00m	50,000	59,117	6101,818	18728,169	-2,923
P03	Pr =100.00m	50,000	56,195	6151,771	18725,983	-2,101
P04	Pr =150.00m	50,000	54,093	6201,723	18723,797	-0,858
P05	Pr =200.00m	50,000	53,235	6251,675	18721,612	-0,127
P06	Pr =250.00m	50,000	53,109	6301,627	18719,426	1,812
P07	Pr =300.00m	50,000	54,920	6351,579	18717,240	2,977
P08	Pr =350.00m	50,000	57,897	6401,532	18715,054	3,000
P09	Pr =400.00m	50,000	60,897	6451,484	18712,868	0,665
P10	Pr =450.00m	50,000	61,562	6501,436	18710,682	-1,036
P11	Pr =500.00m	50,000	60,526	6551,388	18708,496	-1,038
P12	Pr =550.00m	50,000	59,488	6601,340	18706,311	-1,095
P13	Pr =600.00m	50,000	58,393	6651,293	18704,125	-0,168
P14	Pr =650.00m	50,000	58,225	6701,245	18701,939	1,678
P15	Pr =700.00m	50,000	59,903	6751,197	18699,753	3,032
P16	Pr =750.00m	50,000	62,935	6801,149	18697,567	3,100
P17	Pr =800.00m	50,000	66,034	6851,101	18695,381	3,100
P18	Pr =850.00m	50,000	69,134	6901,054	18693,195	3,225
P19	Pr =900.00m	50,000	72,359	6951,006	18691,010	3,931
P20	Pr =950.00m	50,000	76,291	7000,958	18688,824	4,057
P21	Pr =1000.00m	50,000	80,348	7050,910	18686,626	4,057
P22	Pr =1050.00m	50,000	84,405	7100,204	18679,246	1,878
P23	Pr =1100.00m	50,000	86,283	7143,219	18654,472	0,366
P24	Pr =1150.00m	50,000	86,649	7172,527	18614,409	-0,508
P25	Pr =1200.00m	50,000	86,142	7183,187	18565,915	-0,874
P26	Pr =1250.00m	50,000	85,268	7180,178	18516,031	-0,874
P27	Pr =1300.00m	50,000	84,394	7175,857	18466,218	-0,874
P28	Pr =1350.00m	50,000	83,520	7171,536	18416,405	-0,874
P29	Pr =1400.00m	50,000	82,647	7167,215	18366,592	-0,874
P30	Pr =1450.00m	50,000	81,773	7162,894	18316,779	-0,874
P31	Pr =1500.00m	50,000	80,899	7158,573	18266,966	-0,874

P32	Pr =1550.00m	50,000	80,026	7154,252	18217,154	-0,874
P33	Pr =1600.00m	50,000	79,152	7149,931	18167,341	-0,874
P34	Pr =1650.00m	50,000	78,278	7145,595	18117,529	-0,874
P35	Pr =1700.00m	50,000	77,404	7139,081	18067,978	-0,874
P36	Pr =1750.00m	50,000	76,531	7126,097	18019,737	-0,874
P37	Pr =1800.00m	50,000	75,657	7106,378	17973,836	-0,874
P38	Pr =1850.00m	50,000	74,783	7080,324	17931,211	-0,874
P39	Pr =1900.00m	50,000	73,909	7048,740	17892,484	-0,874
P40	Pr =1950.00m	50,000	73,036	7015,134	17855,463	-0,874
P41	Pr =2000.00m	50,000	72,162	6981,496	17818,469	-0,874
P42	Pr =2050.00m	50,000	71,288	6947,859	17781,476	-0,874
P43	Pr =2100.00m	50,000	70,414	6914,222	17744,482	-0,874
P44	Pr =2150.00m	50,000	69,541	6880,585	17707,488	-0,874
P45	Pr =2200.00m	50,000	68,667	6846,948	17670,494	-0,874
P46	Pr =2250.00m	50,000	67,793	6813,310	17633,501	-0,874
P47	Pr =2300.00m	50,000	66,920	6779,673	17596,507	-0,867
P48	Pr =2350.00m	50,000	66,052	6746,036	17559,513	-0,831
P49	Pr =2400.00m	50,000	65,221	6712,399	17522,519	-0,792
P50	Pr =2450.00m	50,000	64,429	6678,761	17485,526	-0,752
P51	Pr =2500.00m	50,000	63,677	6645,124	17448,532	-0,713
P52	Pr =2550.00m	50,000	62,964	6611,487	17411,538	-0,673
P53	Pr =2600.00m	50,000	62,290	6577,850	17374,544	-0,634
P54	Pr =2650.00m	50,000	61,656	6544,213	17337,550	-0,595
P55	Pr =2700.00m	50,000	61,062	6510,575	17300,557	-0,555
P56	Pr =2750.00m	50,000	60,507	6476,938	17263,563	-0,524
P57	Pr =2800.00m	50,000	59,983	6443,301	17226,569	-0,522
P58	Pr =2850.00m	50,000	59,461	6409,664	17189,575	-0,522
P59	Pr =2900.00m	50,000	58,939	6376,027	17152,582	-0,522

P60	Pr =2950.00m	50,000	58,418	6342,389	17115,588	-0,522
P61	Pr =3000.00m	50,000	57,896	6308,752	17078,594	-0,522
P62	Pr =3050.00m	50,000	57,374	6275,115	17041,600	-0,522
P63	Pr =3100.00m	50,000	56,853	6241,478	17004,607	-0,522
P64	Pr =3150.00m	50,000	56,331	6207,841	16967,613	-0,522
P65	Pr =3200.00m	50,000	55,809	6174,129	16930,688	-0,514
P66	Pr =3250.00m	50,000	55,295	6137,480	16896,764	-0,459
P67	Pr =3300.00m	50,000	54,837	6095,036	16870,492	-0,419
P68	Pr =3350.00m	50,000	54,417	6048,218	16853,177	-0,027
P69	Pr =3400.00m	50,000	54,390	5998,894	16845,508	0,442
P70	Pr =3450.00m	50,000	54,832	5949,030	16847,791	0,451
P71	Pr =3500.00m	50,000	55,283	5900,613	16859,934	0,173
P72	Pr =3550.00m	50,000	55,457	5855,574	16881,455	-0,105
P73	Pr =3600.00m	50,000	55,352	5815,181	16910,853	-0,383
P74	Pr =3650.00m	38,010	54,969	5776,519	16942,559	-0,285
P75	Pr =3676.02m	13,010	54,684	5756,403	16959,065	$\Sigma = -8.058$

**Tableau 16 : détermination dénivelée cumulée (Variante 02)**

$$\Sigma DH = 8.058 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{Dist} = 3676.02 \text{ m} = \text{LT}$$

$$Dc = \left| \frac{8.058}{3676.02} \right| = 0.0021$$

$$Dc = 0.21\% < 1,5 \%$$

- La nature du terrain en fonction de la dénivelée cumulée : **Terrain est Plat**

N° de code	1	2	2	3
<b>Classification</b>	<b>Plat</b>	<b>Plat mais</b>	<b>Vallonné</b>	<b>Montagneux</b>
<b>H/L dénivelée cumulée moyenne</b>	0.15% < 1,5 % <b>H/L &lt; 1,5 %</b>	H/L = 1,5 %	1,5 % < H/L < 4%	H/L > 4%

**Tableau 17 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée (variante 02)**

### II.4.2.3. Sinuosité :

La sinuosité est La longueur du chemin est égale au rapport de la longueur de sinueuse (Ls) sur la longueur totale du chemin Dans notre tracé, nous éviterons de choisir un rayon inférieur ou égal à 200 m

Rayon	143.631	177.984	330,010
-------	---------	---------	---------

$$\sigma = Ls/Lt$$

$$Ls = 143.631 + 177.984 = 321.615 \text{ m}$$

$$Lt = 3676.02 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{321.615}{3676.02} = 0.087$$

- Donc la variante est de sinuosité d'après le tableau : **sinuosité faible**

### II.4.2.4. Environnement de la route :

Ces trois types d'environnements résultent de l'intersection des deux premiers arguments. Dans notre cas nous avons : terrain plat et sinuosité moyenne

- Donc la variante est d'environnement : **E1**

### II.4.2.5. Vitesse de référence :

La vitesse de référence choisie en fonction de la catégorie et l'environnement

La catégorie : **C1**

Environnement : **E1**

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

Tableau 18 : détermination Vitesse de référence (variante 2)

- La vitesse de référence choisie d'après tableau : **Vr =100Km/h**

### II.4.2.6. Courbe en plan :

En fonction catégorie 1 et vitesse de référence 100 km/h

- Détermination des dévers  $d$  max et  $d$ min :

$$D_{\max} = 7 \%$$

$$D_{\min} = -2.5 \%$$

- Détermination du coefficient transversal  $f_t$  :

$$F_t = 0.11$$

- Détermination du coefficient  $F''$

$$F'' = 0.06$$

- Détermination des rayons en plan :

- Le rayon horizontal minimal absolu ( $R_{hm}$ ) :

$$R_{hm} = 437.44 \text{ m}$$

- Le rayon minimal normal ( $R_{hn}$ ) :

$$R_{hn} = 708.66 \text{ m}$$

- Le rayon au devers minimal  $R_{hd}$  :

$$R_{hd} = 1574.80 \text{ m}$$

- Le rayon non déversé  $R_{hnd}$  :

$$R_{hnd} = 2249.71 \text{ m}$$

	Calcule	B-40	Symboles
<b>R<sub>hm</sub></b>	<b>437.44</b>	<b>450</b>	<b>7%</b>
<b>R<sub>hn</sub></b>	<b>708.66</b>	<b>650</b>	<b>5%</b>
<b>R<sub>hd</sub></b>	<b>1574.80</b>	<b>1200</b>	<b>2.5%</b>
<b>R<sub>hnd</sub></b>	<b>2249.71</b>	<b>2200</b>	<b>-2.5%</b>

Tableau 19 : détermination de Rayon en plan (variante 2)

### II.4.2.7. Choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu Rhm.

On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RhN.

- R1 = 470 m
- R2 = 450m

### II.4.2.8. Détermination des éléments des Raccordements :

R (m)	Tangente (m)	Bissectrice (m)	Développée (m)	Flèche (m)
R1=470	15.29	0.24	30.58	0.25
R2=450	841.8637	504.58	971.91	237.87

Tableau 20 : détermination Eléments des raccordements ( variante 02 )

### II.4.2.9. Pourcentage alignement droit :

- Longueur totale du tronçon : Lt

$$Lt = 3676.02 \text{ m}$$

- Longueur totale des arcs de cercles : Lc

$$Lc = D1 + D2$$

$$Lc = 30.58 + 971.91 = 1002.49$$

- Longueur totale des alignements droits : Lad

$$Lad = Lt - Lc$$

$$Lad = 3676.02 - 1002.49 = 2673.53$$

- Pourcentage Alignement droit = 73%
- Pourcentage Courbe = 27 %

## II.4.2.10. Cubatures :

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P01	0,000	25,000	0,09	12,90	12,98	324,620	324,620	10,56	0,00	10,56	264,070	264,070
P02	50,000	50,000	0,00	10,87	10,87	543,504	868,125	17,30	1,54	18,84	941,899	1205,969
P03	100,000	50,000	0,00	2,34	2,34	116,858	984,983	17,50	3,13	20,64	1031,906	2237,875
P04	150,000	50,000	0,00	6,75	6,75	337,323	1322,306	6,91	0,51	7,42	371,174	2609,049
P05	200,000	50,000	0,00	11,67	11,67	583,375	1905,681	20,21	1,24	21,45	1072,675	3681,724
P06	250,000	50,000	0,29	14,04	14,33	716,727	2622,408	6,93	0,01	6,95	347,382	4029,106
P07	300,000	50,000	1,74	21,34	23,07	1153,664	3776,071	3,67	0,00	3,67	183,366	4212,471
P08	350,000	50,000	0,00	11,75	11,75	587,579	4363,650	16,80	1,14	17,94	896,859	5109,330
P09	400,000	50,000	4,96	36,85	41,81	2090,674	6454,324	5,40	0,00	5,40	270,121	5379,451
P10	450,000	50,000	22,57	58,54	81,11	4055,366	10509,690	0,00	0,00	0,00	0,000	5379,451
P11	500,000	50,000	4,42	29,83	34,26	1712,817	12222,506	1,29	0,00	1,29	64,397	5443,849
P12	550,000	50,000	0,74	15,88	16,62	831,162	13053,669	7,94	0,00	7,94	396,959	5840,808
P13	600,000	50,000	0,00	1,90	1,90	94,811	13148,480	39,07	7,21	46,28	2314,165	8154,973
P14	650,000	50,000	0,00	0,69	0,69	34,319	13182,799	40,10	7,24	47,34	2367,042	10522,015
P15	700,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	13182,799	55,97	28,68	84,64	4232,087	14754,103
P16	750,000	50,000	0,00	3,72	3,72	186,243	13369,042	21,80	1,61	23,41	1170,490	15924,593
P17	800,000	50,000	0,13	23,04	23,16	1158,165	14527,207	11,51	0,00	11,51	575,497	16500,090
P18	850,000	50,000	2,21	31,61	33,82	1691,015	16218,222	7,62	0,00	7,62	381,031	16881,121
P19	900,000	50,000	10,62	46,54	57,15	2857,691	19075,913	1,59	0,00	1,59	79,283	16960,404
P20	950,000	50,000	11,82	52,46	64,28	3214,209	22290,122	2,04	0,00	2,04	102,157	17062,561
P21	1000,000	50,000	0,00	32,65	32,65	1613,512	23903,634	42,84	0,26	43,10	2178,121	19240,682
P22	1050,000	50,000	51,16	61,65	112,81	5604,959	29508,593	0,00	0,00	0,00	0,000	19240,682
P23	1100,000	50,000	42,52	42,00	84,53	4220,011	33728,604	0,00	0,00	0,00	0,000	19240,682
P24	1150,000	50,000	19,91	19,85	39,76	1984,543	35713,147	0,00	0,00	0,00	0,000	19240,682
P25	1200,000	50,000	7,10	8,58	15,68	780,314	36493,461	0,00	0,00	0,00	0,000	19240,682
P26	1250,000	50,000	5,17	7,51	12,69	634,123	37127,584	0,00	0,00	0,00	0,000	19240,682
P27	1300,000	50,000	3,15	4,54	7,69	384,633	37512,217	0,26	0,15	0,40	20,192	19260,874
P28	1350,000	50,000	0,00	0,34	0,34	17,088	37529,305	3,67	1,60	5,27	263,453	19524,327
P29	1400,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	8,95	8,03	16,98	848,953	20373,280
P30	1450,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	12,16	9,52	21,68	1083,964	21457,243
P31	1500,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	16,43	15,32	31,76	1587,951	23045,194
P32	1550,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	17,13	15,95	33,08	1653,977	24699,172
P33	1600,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	15,77	14,88	30,65	1532,376	26231,548
P34	1650,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	6,93	7,24	14,17	708,600	26940,147
P35	1700,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	10,34	7,23	17,57	881,145	27821,292
P36	1750,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	14,45	14,07	28,52	1425,982	29247,274
P37	1800,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	13,44	10,49	23,93	1198,888	30446,162
P38	1850,000	50,000	0,00	0,01	0,01	0,358	37529,664	4,98	2,73	7,71	387,600	30833,763
P39	1900,000	50,000	4,41	6,45	10,85	542,026	38071,689	0,00	0,00	0,00	0,000	30833,763
P40	1950,000	50,000	6,54	7,72	14,26	713,196	38784,886	0,00	0,00	0,00	0,000	30833,763
P41	2000,000	50,000	9,00	10,93	19,93	996,587	39781,473	0,00	0,00	0,00	0,000	30833,763
P42	2050,000	50,000	8,73	10,43	19,16	958,081	40739,554	0,00	0,00	0,00	0,000	30833,763
P43	2100,000	50,000	3,58	5,29	8,87	443,496	41183,050	0,15	0,08	0,23	11,504	30845,266
P44	2150,000	50,000	3,37	4,14	7,50	375,197	41558,247	0,19	0,16	0,35	17,649	30862,916
P45	2200,000	50,000	1,26	2,55	3,81	190,655	41748,902	1,02	0,44	1,47	73,252	30936,167

P46	2250,000	50,000	1,21	3,03	4,24	211,783	41960,685	1,02	0,39	1,41	70,452	31006,620
P47	2300,000	50,000	3,28	8,56	11,83	591,705	42552,390	0,39	0,00	0,39	19,655	31026,275
P48	2350,000	50,000	1,73	7,00	8,72	436,193	42988,583	0,87	0,15	1,02	50,868	31077,143
P49	2400,000	50,000	1,13	5,20	6,33	316,325	43304,907	1,05	0,27	1,32	66,047	31143,190
P50	2450,000	50,000	0,71	2,04	2,76	137,876	43442,783	1,11	0,54	1,65	82,384	31225,574
P51	2500,000	50,000	0,00	1,37	1,37	68,509	43511,292	1,91	0,82	2,73	136,713	31362,288
P52	2550,000	50,000	1,07	3,17	4,24	212,200	43723,492	1,04	0,36	1,40	69,930	31432,217
P53	2600,000	50,000	6,55	6,37	12,92	645,844	44369,335	0,00	0,00	0,00	0,000	31432,217
P54	2650,000	50,000	11,12	9,87	20,99	1049,327	45418,663	0,00	0,00	0,00	0,000	31432,217
P55	2700,000	50,000	9,22	9,54	18,76	938,084	46356,747	0,00	0,00	0,00	0,000	31432,217
P56	2750,000	50,000	2,51	2,66	5,17	258,358	46615,105	0,48	0,40	0,89	44,300	31476,517
P57	2800,000	50,000	0,01	0,16	0,18	8,827	46623,932	2,13	1,80	3,93	196,304	31672,820
P58	2850,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	46623,932	4,86	5,19	10,05	502,457	32175,277
P59	2900,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	46623,932	5,80	5,38	11,18	559,022	32734,300
P60	2950,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	46623,932	4,96	4,63	9,59	479,269	33213,568
P61	3000,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	46623,932	3,71	3,98	7,69	384,350	33597,918
P62	3050,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,172	46624,105	3,07	2,31	5,38	268,851	33866,770
P63	3100,000	50,000	3,31	1,91	5,23	261,363	46885,467	0,33	0,57	0,89	44,730	33911,500
P64	3150,000	50,000	6,65	6,90	13,55	677,703	47563,170	0,00	0,00	0,00	0,000	33911,500
P65	3200,000	50,000	5,42	6,64	12,06	602,203	48165,372	0,00	0,00	0,00	0,000	33911,500
P66	3250,000	50,000	4,79	5,29	10,08	503,164	48668,536	0,00	0,00	0,00	0,000	33911,500
P67	3300,000	50,000	1,41	1,66	3,06	152,755	48821,291	0,89	0,79	1,68	84,060	33995,560
P68	3350,000	50,000	0,00	0,07	0,07	3,523	48824,814	3,41	1,96	5,37	269,896	34265,456
P69	3400,000	50,000	0,00	0,76	0,76	36,909	48861,724	4,11	1,34	5,45	275,585	34541,040
P70	3450,000	50,000	7,67	12,54	20,21	1003,928	49865,652	0,00	0,00	0,00	0,000	34541,040
P71	3500,000	50,000	8,66	9,84	18,50	923,364	50789,015	0,00	0,00	0,00	0,000	34541,040
P72	3550,000	50,000	17,24	17,94	35,17	1757,014	52546,029	0,00	0,00	0,00	0,000	34541,040
P73	3600,000	50,000	25,51	26,15	51,67	2583,017	55129,047	0,00	0,00	0,00	0,000	34541,040
P74	3650,000	38,010	28,17	29,63	57,80	2196,996	57326,042	0,00	0,00	0,00	0,000	34541,040
P75	3676,021	13,010	9,40	6,47	15,87	206,452	57532,494	0,00	0,05	0,05	0,608	34541,648

**Tableau 21 : Cubatures approchées ( variante 02 )**

<b>Volume cumulé déblais (m<sup>3</sup>)</b>	<b>57532,494</b>
<b>Volume cumulé remblais (m<sup>3</sup>)</b>	<b>34541,648</b>

## II.5. Choix de la variante :

Pour la sélection des variantes, un tableau comparatif des deux solutions étudiées a été élaboré.

Le tableau prend en compte plusieurs paramètres importants pour faciliter la sélection Variantes conformes aux normes.

<b>Désignations</b>		<b>Variante 1</b>	<b>Variante 2</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>
Longueur totale	(m)	<b>3785.62</b>	<b>3676.02</b>	-	+
Pourcentage Alignement droit	(%)	<b>62</b>	<b>73</b>	+	-
Pourcentage de courbe	(%)	<b>38</b>	<b>27</b>	-	+
Nombre de courbes		<b>3</b>	<b>2</b>	-	+
Quantité de déblai	(m3)	<b>60301.86</b>	<b>57532.49</b>	-	+
Quantité de remblai	(m3)	<b>22373.67</b>	<b>34541.64</b>	+	-
Déblai – Remblai	(m3)	<b>37928.19</b>	<b>22990.846</b>	-	+
				<b>2</b>	<b>5</b>

**Tableau 22: Comparaison entre les deux variantes**

## **II.6. Conclusion :**

Après la comparaison entre les désignations des deux variantes, on a opté pour la variante 2 plus avantageuse qui est la variante 1

# CHAPITRE III

## ETUDE DE TRAFIC

### III.1. Introduction

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit précéder tout projet de construction ou d'aménagement d'infrastructures de transport, il peut déterminer le type d'aménagement approprié, en plus des caractéristiques qui le confèrent, du nombre de voies à l'épaisseur des couches de différents matériaux qui composent la surface de la route. La recherche sur le trafic est un moyen important de saisir le flux principal à travers un pays ou une région, elle représente une part importante de la recherche sur le trafic et constitue une méthode importante de conception du réseau routier. La conception s'appuie sur la partie "Stratégie, Planification" de la prévision de trafic du réseau routier, qui est nécessaire pour :

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

### III.2. Analyse du trafic

Pour déterminer le volume et la nature du trafic à un instant donné, il est Un décompte qui nécessite une logistique et une organisation adéquates doit être fait. Pour obtenir du trafic, différents processus peuvent être utilisés, ces processus sont :

- **Comptages manuels :**

Compteur-enregistreur, un petit appareil conçu pour être tenu à la main, composé d'un appareil qui affiche des nombres entiers et d'un déclencheur actionnable par l'utilisateur Augmentez ce nombre. Il est également livré avec une clé de réinitialisation et parfois une deuxième gâchette pour réduire. Il est parfois attaché au corps par des sangles pour ne pas Ne le perdez pas.

- **Comptages automatiques :**

Il comprend le comptage du nombre de véhicules sur les axes routiers à sens unique ou à double sens. Les résultats de ces comptages sont fournis par direction, par catégorie de véhicule, et échantillonnés toutes les heures (ou à d'autres moments).

Les résultats de ces comptages reflètent la classification du véhicule

- **Les enquêtes de type cordon :**

Ils peuvent faire la différence entre le transit et le trafic local, ainsi que l'origine de destination de chacun.

- **Les enquêtes qualitatives :**

Permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau.

### **III.3. Différents types de trafic :**

- **Trafic normal :** c'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le nouveau projet.
- **Trafic induit :** c'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement vers d'autre déviation.
- **Trafic dévié :** c'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée qui n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.
- **Trafic total :** c'est le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme de trafic induit et le trafic dévié. Le choix de nombre de voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande C.à.d. : Le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.

### **III.4. Modèle de présentation de trafic :**

Dans une étude de prévision de trafic, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constituent un ensemble homogène en termes d'évolution ou de répartition. Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

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

### **III.5. Calcul de la capacité :**

#### **III.5.1. Définition**

La capacité d'une route est définie par le nombre maximum de véhicules pouvant circuler un segment de voie donné avec des caractéristiques géométriques et de trafic

circulait raisonnablement dans une direction (ou les deux) pendant une période de temps bien définie, avec une capacité exprimée en débit horaire.

### III.5.2. Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon :

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

$$TJMA_n = TJMA_0 (1+\tau)^n$$

**TJMA<sub>n</sub>** : Le trafic à l'année horizon.

**TJMA<sub>0</sub>** : Le trafic à l'année de référence.

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

**n** : Année horizon

### III.5.3. Calcul de trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (u.v.p), en fonction de type de route et de l'environnement.

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les pl. en (u.v.p).

Le trafic effectif donné par la relation :

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ]. TMJAn$$

**T<sub>eff</sub>** : trafic effectif à l'horizon en (u.v.p)

**Z** : pourcentage de poids lourds (%).

**P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite	3-6	6-12	16-24

Tableau 23 : valeurs du coefficient d'équivalence (P)

### III.5.4. Calcul du débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par :

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

$\left(\frac{1}{n}\right)$  : Coefficient de pointe prise égale 0.12

$Q$  : est exprimé en uvp/h.

### III.5.5. Débit horaire admissible :

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

$$Q_{\text{adm}} \text{ (uvm/h)} = K1.K2. C_{\text{th}}$$

**K1** : coefficient lié à l'environnement.

**K2** : coefficient de réduction de capacité.

$C_{\text{th}}$  : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

- Valeurs de K1 :

Environnement	E1	E2	E3
<b>K1</b>	0.75	0.85	0.90 a 0.95

Tableau 24 : Valeurs de K1

- Valeurs de K2 :

Cat \ Env	C1	C2	C3	C4	C5
<b>E1</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
<b>E2</b>	<b>0.99</b>	<b>0.99</b>	<b>0.99</b>	<b>0.98</b>	<b>0.98</b>
<b>E3</b>	<b>0.91</b>	<b>0.95</b>	<b>0.97</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>

Tableau 25 : Valeurs de K2

- Valeurs de Cth

Type de route	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau 26 : Valeurs de Cth

### III.5.6. Déterminations du nombre des voies :

- **Chausse bidirectionnelle :**

On compare Q à  $Q_{adm}$  pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir :

$$Q \leq Q_{adm}$$

- **Chausse unidirectionnelle :**

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec :

$$N = SxQ/Q_{adm}$$

S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.

$Q_{adm}$  : débit admissible par voie.

### III.6. Application au projet :

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par le service

- Le trafic de l'année TJMA2016 = 8500 (v/j).
- Le taux d'accroissement annuel du trafic  $\tau=4\%$ .
- La vitesse de bas sur le tracé VB = 100 km/h.
- Le pourcentage de poids lourd Z = 14%.
- L'année de mise en service : 2020
- La durée de vie de projet : 20 ans.
- Le coefficient d'équivalence : P = 3
- Catégorie C1.
- L'environnement E1

### III.6.1. Projection future de trafic :

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

- L'année de mise en service (2020)

**TMJA<sub>h</sub>** : trafic à l'horizon (année de mise en service 2020)

**TMJA<sub>0</sub>** : trafic à l'année zéro (origine 2016)

$$TMJA_{2020} = 8500 (1+0.04)^4 = 9944 \text{ v/j}$$

$$TMJA_{2020} = 9944 \text{ v/j}$$

- Trafic a l'année (2040) pour une durée de vie 20 ans

$$TMJA_{2040} = 9944 (1+0.04)^{20} = 21789 \text{ v/j}$$

$$TMJA_{2040} = 21789 \text{ v/j}$$

### III.6.2. Calcul du trafic effectif :

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ]. TMJA_n$$

**P** : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourd pour une route à deux voies et un environnement E1 on a P=3.

**Z** : le pourcentage de poids lourds est égal à 14 %.

$$T_{\text{eff}} = [(1-0.14) + (3 \times 0.14)] \times 21789 = 27890 \text{ uvp/j}$$

### III.6.3. Débit De Pointe Horaire Normal :

$$Q_{2020} = 0,12 \times T_{\text{eff}2020}$$

$$Q_{2020} = 0,12 \times 27890 = 3347 \text{ uvp/h}$$

### III.6.4. Calcul du débit horaire admissible :

$$Q_{adm} = K1 \times K2 \times C_{th}$$

**K1** : coefficient correcteur pris égale à 0.75 pour E1.

**K2** : coefficient correcteur pris égale à 1.00 pour E1.

**C<sub>th</sub>** : capacité théorique pris égale à 1700 uvp/h pour route à 2 voies de 3,5 m

$$Q_{adm} = 0,75 \times 1 \times 1700$$

$$Q_{adm} = 1275 \text{ v/j}$$

### III.6.5. Le nombre des voies :

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

$$S = \frac{2}{3}$$

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{3347}{1275} = 1.75$$

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

- Les résultats des calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

<b>TMJA<sub>2016</sub></b> (v/j)	<b>TMJA<sub>2020</sub></b> (v/j)	<b>TMJA<sub>2040</sub></b> (v/j)	<b>T<sub>eff</sub> 2020</b> (uvp/j)	<b>Q<sub>2020</sub></b> (uvp/h)	<b>N</b>
<b>8500</b>	<b>9944</b>	<b>21789</b>	<b>27890</b>	<b>3347</b>	<b>2</b>

Tableau 27 : Récapitulatifs des résultats

### III.7. Conclusion

Le calcul de la capacité de la route nous donne le profil en travers suivant :

Notre route sera bidirectionnelle et de 02 voies de circulation de 3.5m de largeur chacune et d'un accotement d'une largeur de 1.5m de chaque coté

# CHAPITRE IV

## PROFIL EN LONG

## IV.1. Introduction

Le profil en long de la route est une ligne continue obtenue en réalisant un tronçon longitudinal fictif, il représente donc le changement de hauteur de l'axe routier, selon l'abscisse de la courbe.

Le but principal de la section longitudinale est d'assurer la continuité du conducteur dans l'espace. Les routes lui permettent de prévoir l'évolution du parcours et d'avoir un bon sens de la singularité.

Les profils sont toujours composés d'éléments linéaires connectés paraboliquement.

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

- Respecter les règles du B40 (déclivités Max et Min).
- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Éviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente de 0.5% du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Éviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

### IV.3. Les éléments de composition du profil en long

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet

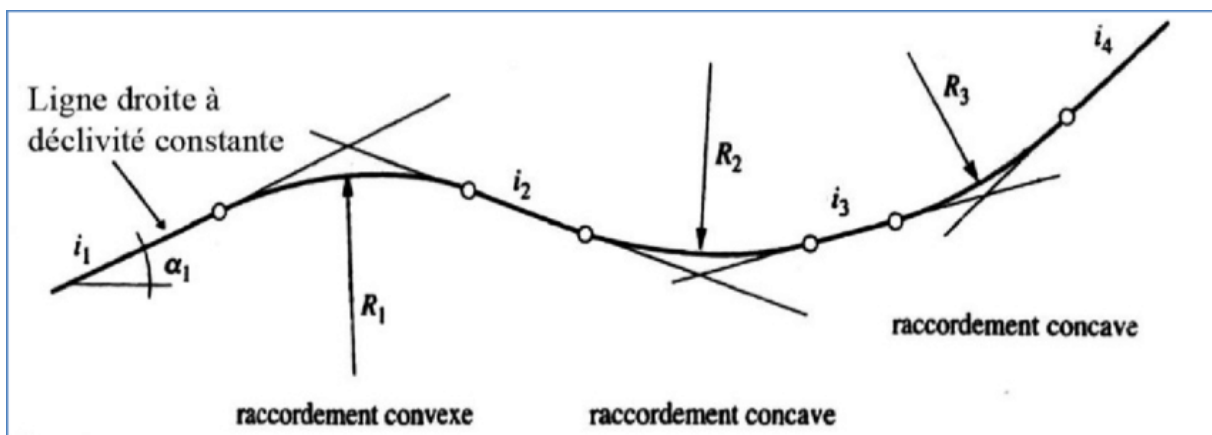


Figure 08 : Éléments géométriques du profil en long

### IV.4. Coordination du tracé en Plan et Du profil en long :

Il est très important d'assurer une bonne coordination du tracé en plan avec la coupe longitudinale, en tenant compte de l'emplacement des points de transfert pour assurer :

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultants d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :

- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- D'amorce la courbe en plan avant un point haut.
- Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe. De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 5 fois au moins le rayon en plan).

## **IV.5. Déclivités :**

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.

### **IV.5.1. 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.

### **IV.5.2. 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 de puissance. Donc Il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 8%.

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m

Pour les raisons suivantes :

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).

- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

Donc La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de poids lourd.
- Condition économique.

<b>Vr (Km/h)</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>Déclivité max (%)</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

**Tableau 28 : Valeur de déclivité maximal.**

Pour notre cas la vitesse  $V_r = 100\text{km/h}$  donc la pente maximale  $I_{\text{max}} = 5\%$ .

## **IV.6. Raccordements en profil en long :**

Les changements de déclivité constituent des points particuliers dans le profil en long, ce changement est assuré par l'introduction de raccordement circulaire qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité. Il y a deux types de raccordements :

### **IV.6.1. Raccordements convexes (angle saillant)**

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.

#### **IV.6.1.1. 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 :

$$v^2 / R_v < g / 40 \quad \text{avec } g = 10 \text{ (m /s}^2 \text{ ) et } v = V/3.6$$

$$R_{v_{\text{min}}} \geq 0,30 V^2 \text{ (cat 1-2).}$$

$$R_{v_{\text{min}}} \geq 0,23 V^2 \text{ (cat 3-4-5).}$$

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

**$V$**  : vitesse de référence (km /h).

#### IV.6.1.2. Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de condition de confort. Il faut deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum. Le rayon de raccordement est donné par la formule Suivante :

$$R_V \geq \frac{d^2}{2.(h_0+h_1+2.\sqrt{h_0 \times h_1})} \approx 0.27D^2.$$

**D** : Distance d'arrêt (m).

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

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

Dans le cas d'une route unidirectionnelle :

$$h_0 = 1.1 \text{ m} \quad h_1 = 0.15 \text{ m}$$

On trouve :  $Rv = a. d_1^2$

a = 0.24 pour cat 1-2

$$Rv = 0.24 d_1^2$$

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base  $Vb=100$  (Km/h) et pour la catégorie 1-2 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	RVm1	6000
Min- normal	RVN1	12000
Dépassement	RVD	20000

Tableau29 : Rayons convexes

#### IV.6.2. Raccordements concaves (angle rentrant) :

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 :

$$Rv' = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

Avec :

**Rv'** : rayon minimum du cercle de raccordement.

**d<sub>1</sub>** : distance d'arrêt.

$\frac{g}{40}$  Pour la CAT 1-2.

#### IV.6.2.1. Rayon minimal absolu :

$$Rvm = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

$$Rvm (Vr) = 0.3Vr^2 = 0.3 \times 100^2 = 3000m$$

#### IV.6.2.2. Rayon minimal normal :

Les rayons verticaux minimaux normaux en angle rentrant sont obtenus par application de la formule suivante :

$$RVN' = RVM'(vr + 20).$$

$$Rvn = Rvm(vr+20)$$

$$Rvn = 0.3 \times 120^2 = 4320m$$

### IV.7. Détermination pratiques du profil en long :

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

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

À l'équation de la parabole :

$$X^2 - 2RY = 0$$

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

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

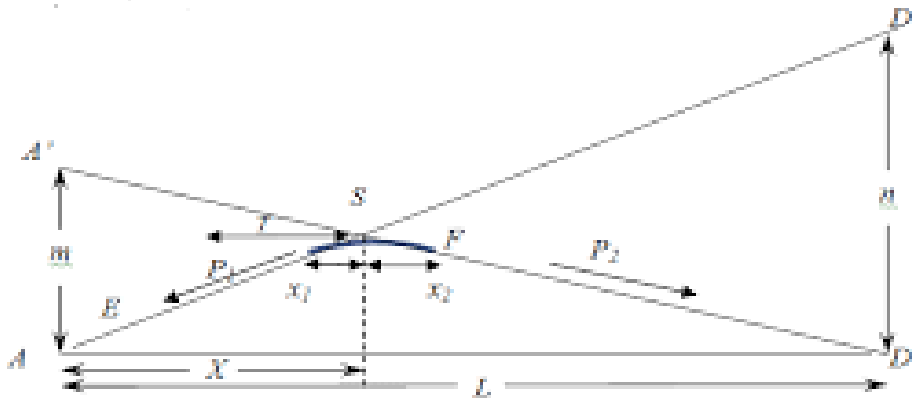


Figure 09 : Pratiques du profil en long.

#### IV.7.1. Détermination de La position du point de rencontre (S) :

On a:

$$Z_{D'} = Z_A + L \cdot P_2 \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_{A'} = Z_D + L \cdot P_1 \quad n = Z_{D'} - Z_D$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc :

$$m/n = x/(L-x) \Rightarrow x = m \cdot L / (n+m)$$

$$S \begin{cases} X_S = X + X_A \\ Z_S = p_1 \cdot X + Z_A \end{cases}$$

#### IV.7.2. Calculs de La tangente :

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2|$$

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires, on prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes E et F.

$$E \begin{cases} X_E = X_S - T \\ Z_E = Z_S - T \cdot P_1 \end{cases}$$

$$F \begin{cases} X_F = X_S - T \\ Z_F = Z_S - T \cdot P_2 \end{cases}$$

#### IV.7.3. Projection Horizontale De La Longueur De Raccordement :

$$LR=2T$$

#### IV.7.4. Calcul De La Flèche :

$$H=T^2 / 2R$$

#### IV.7.5. Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$M \begin{cases} H_X = X^2 / 2R \\ Z_M = Z_B + X_{P1} - X^2 / 2R \end{cases}$$

### IV.8. Application au projet

<b>Catégorie</b>		<b>C1</b>
<b>Environnement</b>		<b>E1</b>
<b>Vitesse (km/h)</b>		<b>100</b>
<b>Rayon en angle saillant RV</b>	<b>Route unidirectionnelle</b>	<b>(2×2)</b>
	<b>RVm1 (minimal absolu) en m</b>	<b>6000</b>
	<b>RVn1 (minimal normal) en m</b>	<b>12000</b>
<b>Rayon en angle rentrant RV</b>	<b>Route unidirectionnelle</b>	<b>(2×2)</b>
	<b>RVm1 (minimal absolu) en m</b>	<b>3000</b>
	<b>RVn1 (minimal normal) en m</b>	<b>4200</b>
<b>Déclivité maximale Imax (%)</b>		<b>5</b>

Tableau 30 : rayons en profil en long

- Calcul de la tangente :

$$T = (R(p1+p2)) / 2$$

Pour R = 3042.90

T = 13.23 m

- Calcul de la flèche :

$$F = \frac{T^2}{2 \times R}$$

Pour R = 3042.90

F = 0.03

		P % P' %	Rayon (m)	Types de Rayon	Sens des pentes	Tangent (m)	Flèche (m)
s1	p1	-5,40	3042,90	Rentrant	Mem sens	13.23	0.03
	p2	-4,53					
s2	p2	-4,53	522,68	Rentrant	Mem sens	9.59	0.08
	p3	-0,86					
s3	p3	-0,86	2665,61	Rentrant	Diff sens	7.86	0.011
	p4	0,27					
s4	p4	0,27	729,37	Rentrant	Mm sens	19.88	0.27
	p5	5.72					
s5	p5	5,72	628,12	Saillant	Diff sens	12.27	0.11
	p6	-1,81					
s6	P6	-1,81	1354,86	Rentrant	Diff sens	21.61	0.17
	P7	5,00					
s7	P7	5,00	2741,07	Rentrant	Mm sens	1.37	0.0034
	P8	5,01					
s8	P8	5,01	156,29	Rentrant	Mm sens	0.79	0.0019
	P9	4,00					
s9	P9	4,00	2401,95	Saillant	Diff sens	27.02	0.15
	P10	-1,75					
s10	P10	-1,75	6342,11	Rentrant	Mm sens	22.51	0.03
	P11	-1,04					
s11	P11	-1,04	5257,33	Rentrant	Diff sens	5.25	0.0026
	P12	1,24					
s12	P12	1,24	8995,44	Saillant	Diff sens	6.29	0.0021
	P13	-1,10					

Tableau 31 : les calculs des tangentes et les flèches.

# CHAPITRE V

## PROFIL EN TRAVERS

## V.1. Introduction :

Le profil en travers une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route Un ensemble de points qui définissent sa surface dans un plan vertical.

L'ingénierie routière consiste à tracer un grand nombre de profils en travers pour éviter d'en signaler toutes les dimensions, nous construisons d'abord un profil unique appelée "section", avec toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeur des voies, voies et autres bandes, pente des surfaces et talus, etc.).

## V.2. Classification du profil en travers

Ilya deux types de profil en travers :

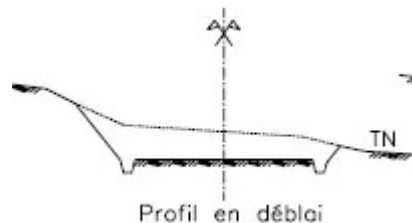
### V.2.1. Profil en travers type :

Il Ya trois types de profils en travers : Les profils en remblai, en déblai ou les profils mixtes.

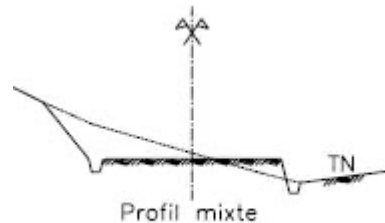
- **Profil en remblai :**



- **Profil en déblai :**



- **Profil en mixte :**



### V.2.2. Profil en travers courants :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances régulières (10, 15, 20, 25m...).

Qui servent à calculer les cubatures.

Il se rapporte aux points bien particuliers telle que :

- Altitude de forme de terrain.
- Altitude de l'axe du devers.
- Points de changement de pentes
- Points au sont prévus les ouvrages de protection.
- Largeur des talus.

### V.3. Les éléments de composition du profil en travers :

Le profil en travers se constitue des éléments suivants

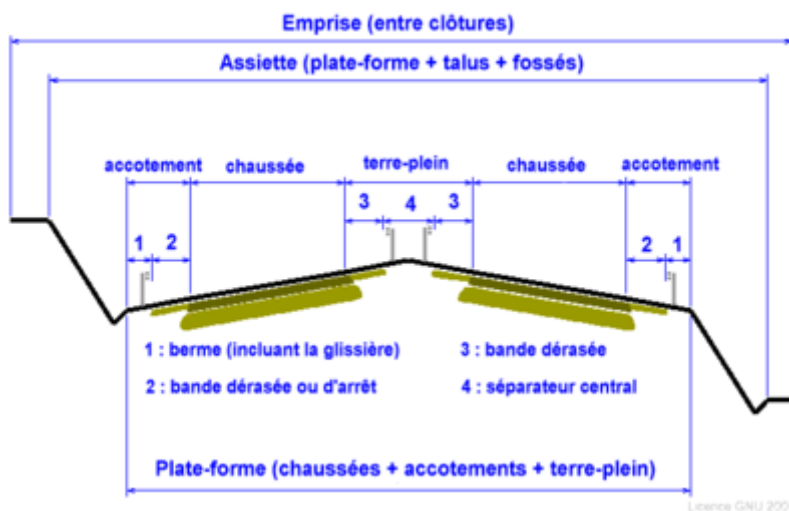


Figure 10 : Profil en travers type.

#### V.3.1. La Chaussée :

Désigne la portion de voies publiques généralement utilisée pour la circulation des véhicules. La largeur maximale du véhicule est de 2,50 m, ce qui constitue itinéraire.

#### V.3.2. La largeur roulable :

Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.

#### V.3.3. Plateforme :

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprend la chaussée, les accotements, éventuellement le terre-plein central et les bandes d'arrêts.

**V.3.4. L'assiette :** C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

**V.3.5. 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.

**V.3.6. Les accotements :** En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent généralement dans notre projet :

- **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.

**V.3.7. 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.

## **V.4. Application au projet :**

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu sera composé d'une route de 2 voies.

Les éléments du profil en travers type du projet seront comme suit :

La largeur de la chaussée :  $7.50 \times 2 = 15$  m.

L'accotement :  $1.5 \times 2 = 3$  m.

Terre-plein central : 2 m.

La largeur de la plateforme est de 20 m.

**CHAPITRE VI**  
**RACCORDEMENT**  
**PROGRISSE**

## VI.1. Introduction :

Le raccordement d'un alignement à la courbe circulaire doit passer par La courbure progressive permet l'introduction de conditions maigres et confortables et Sécurité. En raison de sa particularité, la courbe de raccordement la plus couramment utilisée est Clothoïde, C'est-à-dire que sa courbure augmente linéairement.

Il donne un aspect à la piste Surtout dans les zones où les changements d'inclinaison (condition de gauchissement) sont satisfaisants Et assurez-vous d'introduire l'inclinaison et la courbure d'une manière qui respecte les conditions suivantes la stabilité et le confort dynamique pour les changements par unité de temps sont limités le véhicule est chargé latéralement.

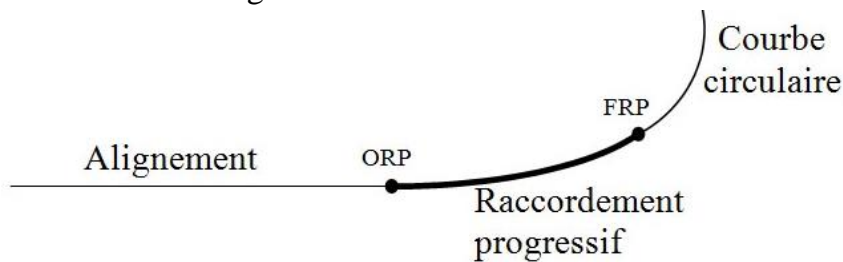


Figure 11 : courbe de raccordement

## VI.2. Définition de la Clothoïde :

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbe décroît d'une façon continue de 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.

## VI.3. Les éléments de la clothoïde

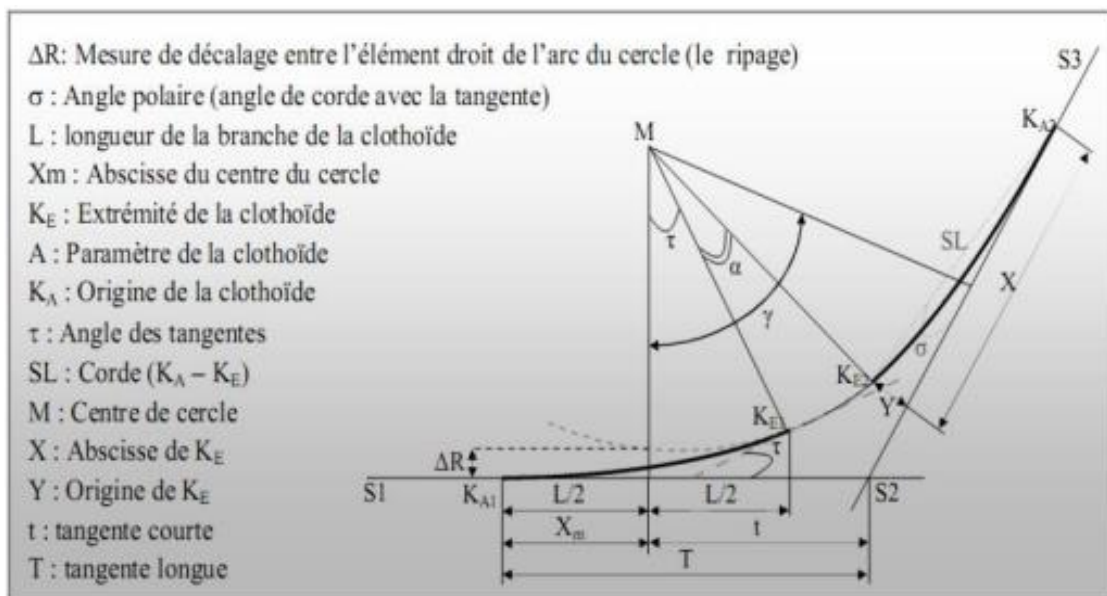


Figure 12 : Les éléments de la clothoïde.

## VI.4. Propriétés de la Clothoïde :

Le rayon de courbure de la Clothoïde évolue progressivement à partir d'une valeur infinie en O, Le point de tangente à l'alignement Ox, à une valeur finie r, en un point donné P de la courbe. Véhicule conduisant cette courbe Alors vois le rayon de braquage de ses roues diminue progressivement Une valeur entre l'infini et r.

L'équation caractéristique est donnée par :  $A^2 = R.L$

La propriété de calculer ces raccordements à courbure progressive permet de respecter Conditions de stabilité du véhicule et de confort dynamique de l'utilisateur. Ces conditions sont souvent Limiter les variations des contraintes latérales du véhicule. En pratique, cela équivaut à fixer un Limite le changement d'accélération autorisé par seconde.

## VI.5. Longueur de raccordements :

La longueur des raccordements progressifs est une combinaison de plusieurs conditions de natures différentes ; parmi ces conditions les trois principales sont :

### VI.5.1. Condition de confort optique :

Elle permet d'assurer à l'usager une vision satisfaisante de la route et de ses obstacles. Eventuellement, la rotation de cette tangente doit être supérieure à  $3^\circ$

$$R/3 \leq A \leq R$$

- Pour  $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1m$

$$L1 \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

- Pour  $1500 < R \leq 5000m$

$$L = R/9$$

- Pour  $R > 5000m$

$$L = 7,75\sqrt{R}$$

### VI.5.2. Condition de confort dynamique :

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

$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left( \frac{V_B^2}{127 \times R} - \Delta d \right)$$

**Avec :**

**V<sub>r</sub>** : vitesse de référence en (km/h).

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

**Δd** : variation de dévers.

### VI.5.3. Condition de gauchissement :

Limite la pente relative des profils de long. de la chaussée déversée

$$L \geq (l \times \Delta d \times V_r)$$

**Avec :**

**L** : Longueur de raccordement.

**l** : Largeur de la chaussée.

**Δd** : variation de dévers.

### VI.5.3. La Vérification de non chevauchement :

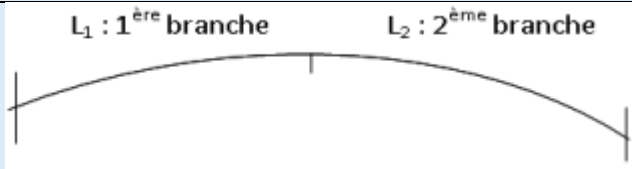
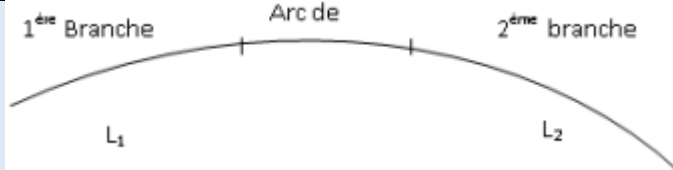

Les Cas		Clothoïde
$\tau = \frac{\beta}{2}$		Sans arc de cercle
$\tau < \frac{\beta}{2}$		Avec arc de cercle
$\tau > \frac{\beta}{2}$		Impossible

Tableau 32 : vérification de non chevauchement

### VI.6. Notion de devers :

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe. La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de

l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

### VI.6.1. Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée.

Il est égal à:  $d_{min} = 2.5 \%$

### VI.6.2. Devers en courbe :

En courbe permet de :

- Assurer un bon écoulement des eaux superficielles.
- Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules.
- Améliorer le guidage optique.

### VI.6.3. Rayon de courbure :

Afin d'assurer la stabilité du véhicule et de réduire l'influence de la force centrifuge, nous devons incliner la route latéralement vers l'intérieur de la pente dite devers, représenté par sa tangente, d'où le rayon de courbure.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Environnement \ Devers	Facile	Moyen	Difficile
Dmin	2.5%	2.5%	2.5%
Cat 1-2	3%	3%	3%
Cat 3-4-5			
Dmax	7%	7%	7%
Cat 1-2	8%	8%	7%
Cat 3-4-5	9%	9%	9%

**Tableau 33 : Devers en fonction de l'environnement**

### VI.6.4. Calcul des devers :

- **1er cas :**

Le rayon choisi :  $R \geq R_{hd} \rightarrow$  Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit.

- **2ème cas :**

Le rayon choisi :  $R_{hd} \leq R \leq R_{hnd}$  Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

- **3ème cas :**

$R_{hn} \leq R \leq R_{hd}$ , le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à  $R_{hn}$  et celui associé à  $R_{hd}$ .

$$\frac{d(R) - d(R_{hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{hd}}} = \frac{d(R_{hn}) - d(R_{hd})}{\frac{1}{R_{hn}} - \frac{1}{R_{hd}}}$$

- **4ème cas :**

Le rayon choisi :  $R_{hm} < R < R_{hn}$  la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en  $1/R$ .

$$\frac{d(R) - d(R_{hn})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{hn}}} = \frac{d(R_{hm}) - d(R_{hn})}{\frac{1}{R_{hm}} - \frac{1}{R_{hn}}}$$

## VI.7. Application au projet :

### VI.7.1. Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisi :

	Calcule	B-40	Symboles
<b>R<sub>hm</sub></b>	<b>437.44</b>	<b>450</b>	<b>7%</b>
<b>R<sub>hn</sub></b>	<b>708.66</b>	<b>650</b>	<b>5%</b>
<b>R<sub>hd</sub></b>	<b>1574.80</b>	<b>1200</b>	<b>2.5%</b>
<b>R<sub>hnd</sub></b>	<b>2249.71</b>	<b>2200</b>	<b>-2.5%</b>

**Tableau 34 : les dévers des rayons en plan de la variante choisie**

- Pour : Rayon1 = 470 m

Avec:  $R_{hm} < R < R_{hn}$

$$d = \frac{d(R_{hm}) - d(R_{hn})}{\frac{1}{R_{hm}} - \frac{1}{R_{hn}}} \times \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R_{hn}} \right) + d(R_{hn})$$

$d(470) = 6.64\%$

- Pour Rayon2 = 450m

Avec:  $R_{hm} < R < R_{hn}$

$d(450) = 6.85 \%$

Rayon	d (R)	$\Delta d = d(R) - d_{min}$
470 (m)	6.64 %	9.14 %
450 (m)	6.85 %	9.35 %

Tableau 35 : les dévers associés aux rayons de la variante choisi

**VI.7.2. Calcul de la longueur de Clothilde et la vérification de non chevauchement :**

- Condition d'optique :

Pour : Rayon = 470 m

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

Comme :  $R = 470m \leq 1500m$        $\Delta R = 1 m$

$$L \geq \sqrt{24 \times 470 \times 1}$$

$$L_1 \geq 106.21 m$$

Pour : Rayon = 450

$$L_1 \geq 103.92 m$$

- **Condition de confort dynamique :**

**Pour : Rayon = 470 m**

$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left( \frac{V_B^2}{127 \times R} - \Delta d \right)$$

**Comme :  $\Delta d = 6.64 - (-2,5) \Delta d = 9.14 \%$**

$$L \geq \frac{100^2}{18} \left( \frac{100^2}{127 \times 470} - 0.0914 \right)$$

**$L_2 \geq 42.30$  m**

**Pour : Rayon = 450 m**

**Comme :  $\Delta d = 6.85 - (-2,5) \Delta d = 9.35 \%$**

**$L_2 \geq 45.26$  m**

- **Condition de gauchissement :**

**Pour : Rayon = 470 m**

$$L \geq (l \times \Delta d \times V_r)$$

$$L \geq (15 \times 0.0914 \times 100)$$

**$L_3 \geq 137.10$  m**

**Pour : Rayon = 450 m**

**$L_3 \geq 140.25$  m**

**Pour : Rayon = 470 m**

$$L = \max (L_1, L_2, L_3) = 137.10 \text{ m}$$

**Pour : Rayon = 450 m**

$$L = \max (L_1, L_2, L_3) = 140.25 \text{ m}$$

Conditions		Virages 1	Virages 2
Optique		106.21	103.92
Confort dynamique		42.30	45.26
Gauchissement		137.10	140.25
Non Chevauchement	$\tau$ (g)	9.2851	9.9206
	$\beta/2$ (gr)	2.0716	68.7491
L max		137.10	140.25
L choisie		137	140
Remarques		Clothoïde impossible	Pas de chevauchement

Tableau 36 : Longueur de la clothoïde.

### VI.7.3. Les paramètres Du clothoïde

Les éléments de la clothoïde		Virage 1	Virage 2
<b>R</b>	Rayon	470	450
<b>L</b>	Longueur de la clothoïde (m)	137	140
$A = \sqrt{R \times L}$	Paramètre de la clothoïde (m)	253.75	251.22
$\alpha = 200 - \beta$	Angle au sommet (gr)	195.85	62.50
$\beta$	Angle au centre (gr)	4.1433	137.4983
$\tau = L/2.R$	Angle des tangentes (gr)	9.2851	9.9206
$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	Angle au centre Partie circulaire (gr)	3.8304	117.65
$X_{KE} = L - (L^3 / 40.R^2)$	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde.	137	140
$Y_{KE} = L^2 / 6.R$	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	6.6556	7.2592
$\sigma = \arctg(Y_{KE}/X_{KE})$	Angle Polaire (gr)	3.0903	3.2980
$L_{cercle} = \pi.R. \gamma / 200$	Long, de la partie circulaire (m)	28.2789	831.6188
$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	Longueur de la corde KA-KE (m)	137.16	140.19

$X_0 = X_{KE} - R \cdot \sin \tau$	Abscisse du centre (m)	<b>61.17</b>	<b>62.47</b>
$Y_0 = Y_{KE} + R \cdot \cos \tau$	Ordonnées du centre (m)	<b>470.49</b>	<b>450.53</b>
$\Delta R = L^2 / 24 \cdot R$	Ripage (m)	<b>1.6639</b>	<b>1.8148</b>
$DT = 2L + L_{\text{cercle}}$	Développée totale (m)	<b>302.28</b>	<b>1111.62</b>
$TK = Y_{KE} / \sin \tau$	Tangente longue (m)	<b>40.2502</b>	<b>42.1353</b>
$TL = X_{KE} - (Y_{KE} / \cos \tau)$	Tangente courte (m)	<b>130.26</b>	<b>132.63</b>
<b>Bissectrice</b>	Bissectrice (m)	<b>0.24</b>	<b>504.58</b>

Tableau 37 : les éléments de la clothoïde

#### VI.7.4. Variation du dévers dans la clothoïde :

Cette méthode consiste à déterminer la distance (X) entre le début de la clothoïde et le profil en travers et déterminer son dévers.

**Bord extérieur :**

$$d_{ext} = \left( \frac{\Delta d}{L} \cdot x_i \right) - d_{min}$$

**Bord intérieur :**

$$d_{int} = \begin{cases} d_{min} & \text{si } x_i < \frac{6L}{\Delta d} \\ d_{ext} & \text{si } x_i > \frac{6L}{\Delta d} \end{cases}$$

Les calculs des devers extérieurs et intérieurs de chaque profil tous les 10 m se récapitule dans les tableaux suivants :

- **Clothoïde 01 :**

$$R = 470 \text{ m} \quad L = 137 \text{ m} \quad d(R) = 6.35\% \quad d_{min} = 2.50\% \quad \Delta d = 9.14\%$$

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 137}{9.14} = 90 \text{ m}$$

**Tableau 38 : Variation de devers pour le rayon 470 m**

<b>L = 133 m</b>		<b>Xi = 90 m</b>	
<b>N° Profil</b>	<b>xi</b>	<b>dext</b>	<b>dint</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-2.5</b>	<b>-2.5</b>
<b>2</b>	<b>10</b>	<b>-1.83</b>	<b>-2.5</b>
<b>3</b>	<b>20</b>	<b>-1.17</b>	<b>-2.5</b>
<b>4</b>	<b>30</b>	<b>-0.50</b>	<b>-2.5</b>
<b>5</b>	<b>40</b>	<b>0.17</b>	<b>-2.5</b>
<b>6</b>	<b>50</b>	<b>0.84</b>	<b>-2.5</b>
<b>7</b>	<b>60</b>	<b>1.50</b>	<b>-2.5</b>
<b>8</b>	<b>70</b>	<b>2.17</b>	<b>-2.5</b>
<b>9</b>	<b>80</b>	<b>2.84</b>	<b>-2.5</b>
<b>10</b>	<b>90</b>	<b>3.50</b>	<b>-2.5</b>
<b>11</b>	<b>100</b>	<b>4.17</b>	<b>-2.5</b>
<b>12</b>	<b>110</b>	<b>4.84</b>	<b>-2.5</b>
<b>13</b>	<b>120</b>	<b>5.51</b>	<b>-2.5</b>
<b>14</b>	<b>130</b>	<b>6.17</b>	<b>-2.5</b>
<b>Ke</b>	<b>137</b>	<b>6.64</b>	<b>-2.5</b>

- **Clothoïde 02 :**

**R = 40 m    L = 140m    d(R) = 6.85%    dmin = 2.50%    Δd = 9.35%**

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 140}{9.35} = 89 \text{ m}$$

**Tableau 39 : Variation de devers pour le rayon 450 m**

<b>L = 140 m</b>		<b>Xi = 89 m</b>	
<b>N° Profil</b>	<b>xi</b>	<b>dext</b>	<b>dint</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-2.5</b>	<b>-2.5</b>
<b>2</b>	<b>10</b>	<b>-1.83</b>	<b>-2.5</b>
<b>3</b>	<b>20</b>	<b>-1.16</b>	<b>-2.5</b>
<b>4</b>	<b>30</b>	<b>-0.49</b>	<b>-2.5</b>
<b>5</b>	<b>40</b>	<b>0.17</b>	<b>-2.5</b>
<b>6</b>	<b>50</b>	<b>0.83</b>	<b>-2.5</b>
<b>7</b>	<b>60</b>	<b>1.50</b>	<b>-2.5</b>
<b>8</b>	<b>70</b>	<b>2.17</b>	<b>-2.5</b>
<b>9</b>	<b>80</b>	<b>2.84</b>	<b>-2.5</b>
<b>10</b>	<b>90</b>	<b>3.51</b>	<b>-2.5</b>
<b>11</b>	<b>100</b>	<b>4.17</b>	<b>-2.5</b>
<b>12</b>	<b>110</b>	<b>4.84</b>	<b>-2.5</b>
<b>13</b>	<b>120</b>	<b>5.51</b>	<b>-2.5</b>
<b>14</b>	<b>130</b>	<b>6.18</b>	<b>-2.5</b>
<b>Ke</b>	<b>140</b>	<b>6.85</b>	<b>-2.5</b>

CHAPITRE VII  
DIMENSIONNEMENT  
DES CORPS  
CHAUSSEE

## **VII.1. Introduction :**

La qualité des travaux routiers ne se limite pas à obtenir un bon tracé et A un bon profil longitudinal. En effet, une fois construite, la route devra résister Externes et surcharges d'exploitation : le rôle des essieux et surtout les poids lourds.

Et aussi 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 mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vide

Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

- Le trafic.
- L'environnement de la route (le climat essentiellement).
- Le sol support.

## **VII.2. La chaussée**

### **VII.2.1. Définition :**

D'après l'exécution des terrassements, y'compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet.

A la suite, la chaussée est appelée à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature.
- Reporter le poids sur le terrain de fondation.

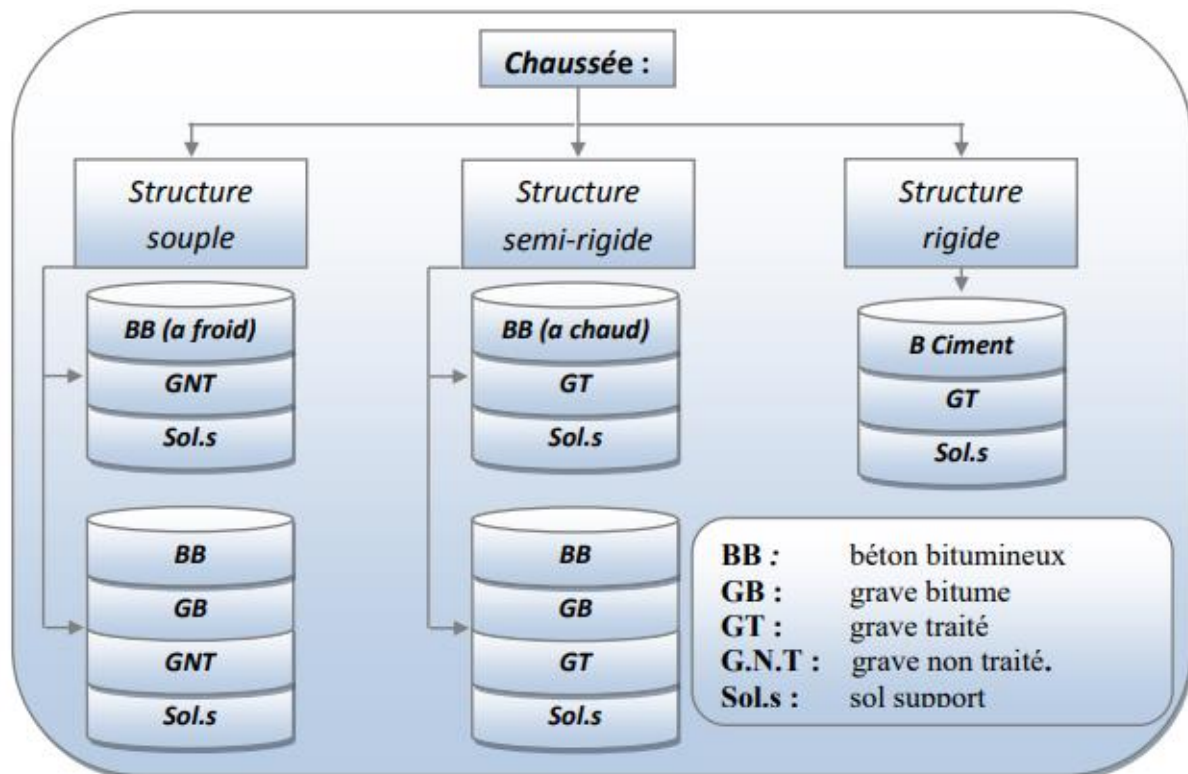
Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel, la chaussée est définie comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

### **VII.2.2. Les différents types de chaussée :**

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

- Chaussée souple.
- Chaussée semi-rigide.
- Chaussée rigide



**Figure13 : Types De Chaussées**

### VII.2.2.1. Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures.

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

- **Couche de roulement (surface) :**

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés.

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

- **Couche de base :**

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm

- **Couche de fondation :**

Complètement en matériaux non traités (en Algérie), elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, elle a le même rôle que celui de la couche de base

- **Couche de forme :**

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm

- **Sur un sol rocheux :** Elle joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.

- **Sur un sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée) :** Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement

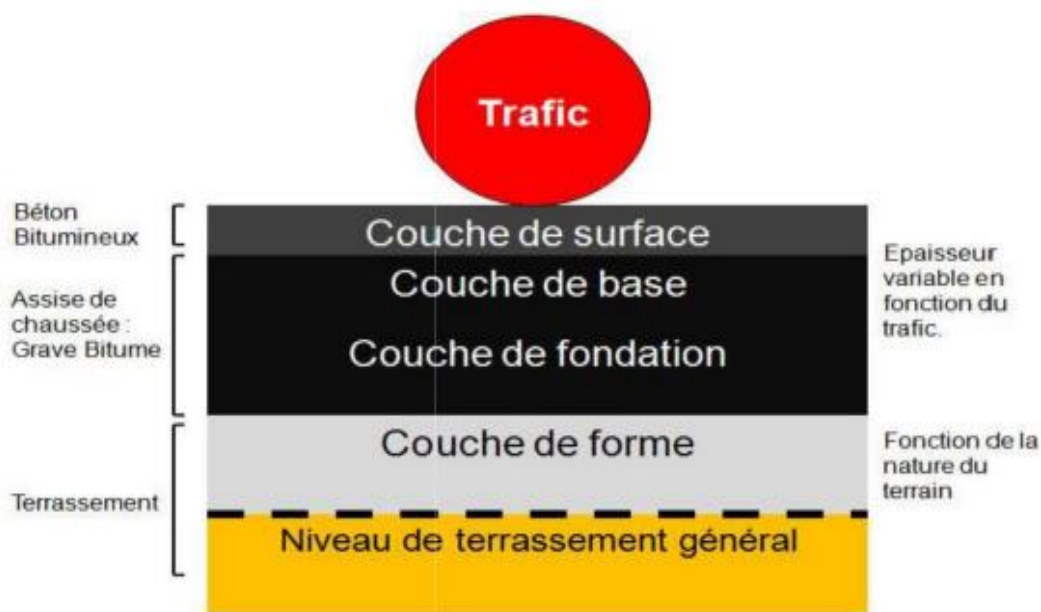


Figure 14 : schéma théorique de la structure du corps de chaussée

### VII.2.2.2. Chaussée semi –rigide :

Chaussée contenant une couche de base (parfois une couche fondation) traités aux liants hydrauliques (ciment, granulats, etc.).

Couche Les roulements sont recouverts d'hydrocarbures et traversent parfois La teneur de la couche de liant dans le bitume doit également être strictement minimale 15 cm.

Ce type de chaussée n'existe actuellement qu'à titre expérimental Algérie.

Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

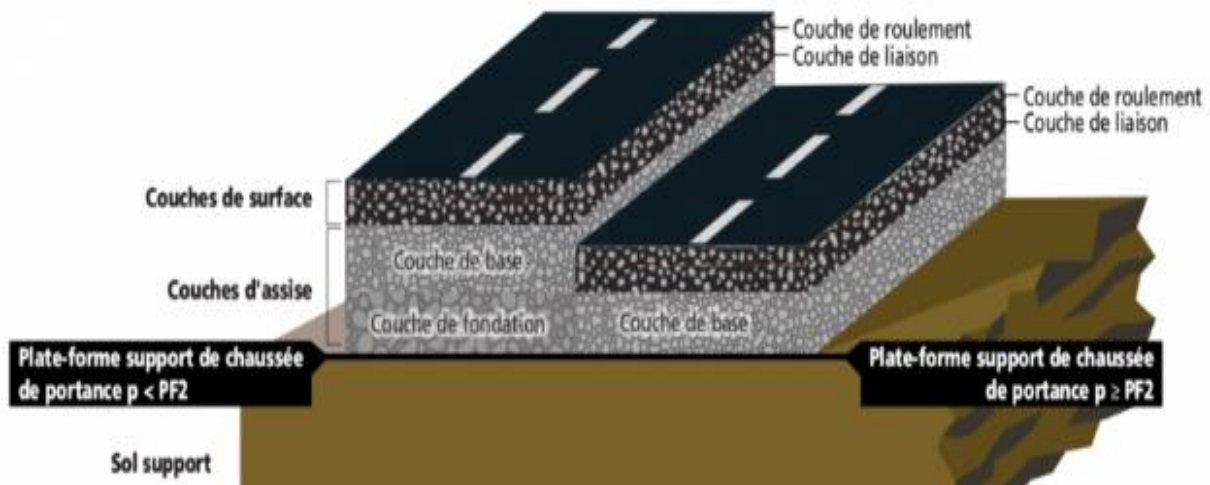


Figure 15 : structure type d'une chaussée semi-rigide

### VII.2.2.3. Chaussée rigide :

Il est constitué de dalles de béton en ciment Portland, posées directement sur la couche de ciment. Socle ou plate-forme. La dalle de béton a un double rôle : elle est à la fois une surface de roulement et une couche de base. Il répartit les forces de surface dues aux charges de cisaillement sur une grande surface pour éviter la déformation de la couche de base ou de l'infrastructure. Ce type de chaussée n'existe pratiquement pas en Algérie.

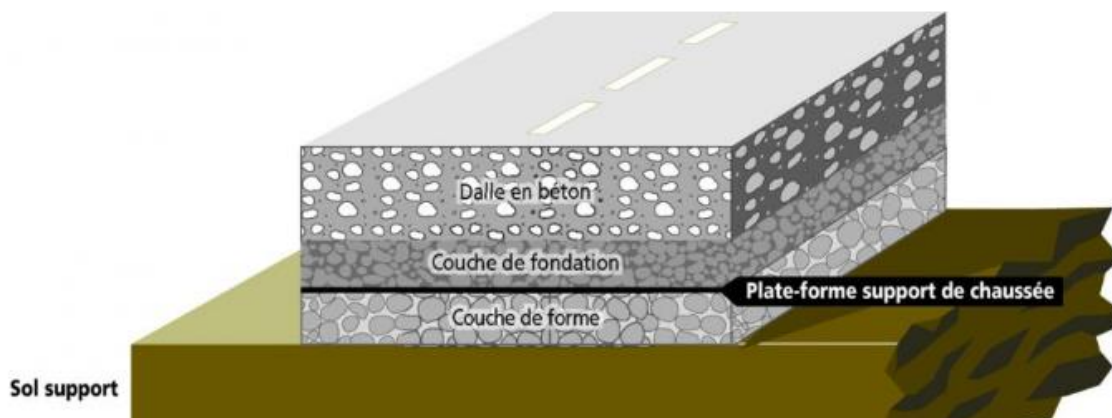


Figure 16 : structure type d'une chaussée rigide

### **VII.3. Les Différents Facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement**

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

#### **VII.3.1. Trafic :**

Le trafic principalement le poids lourd est l'un des paramètres prépondérants dans la conception des structures, il intervient en fait d'abord dans le choix des matériaux puis dans le dimensionnement proprement dit de façon plus détaillée, le trafic gouverne les choix suivants :

- Choix d'un niveau de service qui se traduira notamment par le choix de la couche de surface.
- Choix de l'épaisseur des structures qui implique la fixation d'un niveau de risque. Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes.

De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T.A.C$$

Comme :

**N** : trafic cumulé.

**A** : facteur d'agressivité globale du trafic.

**C** : facteur de cumul.

$$C = [(1 + \tau)^p - 1] / \tau.$$

**$\tau$**  : Taux de croissance du trafic.

**p** : Nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

#### **VII.3.2. Environnement :**

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres cruciaux lors du dimensionnement, la teneur en eau du sol détermine leurs propriétés, et la température a un effet significatif sur les propriétés du matériau bitumineux et détermine la fissuration du matériau traité par des liants hydrauliques.

### VII.3.3. Le sol Support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constitué du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates-formes sont définies à partir :

- De la nature et de l'état du sol.
- De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme

Portance	1	2	3	4
CBR	<3	3 a 6	6 a 10	10 a 20

**Tableau 40 : La portance de sol en fonction de l'indice de CBR**

- **Détermination de la classe du sol :**

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants :

Classe de sol	CBR
S4	<5
S3	5 a 10
S2	10 a 25
S1	25 a 40
S0	>40

**Tableau 41 : Les classes de portance des sols**

### VII.3.4. Matériaux :

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois (le passage répété des véhicules lourd).

## VII.4. Les principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux familles de méthodes :

Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.

Les méthodes rationnelles, basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées

- Méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio)
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves
- Méthode du catalogue des structures
- Méthode de I.G (l'indice de groupe)

Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées

#### **VII.4.1. Méthode C.B.R (Californian – Bearing – Ratio):**

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié. La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci-après :

$$e_{eq} = \frac{100 + 5\sqrt{p} \times \left(75 + 50 \log \frac{N}{10}\right)}{I_{CBR} + 5}$$

**Avec:**

**e:** épaisseur équivalente

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

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

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

**Log:** logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$e_{eq} = a1 \times e1 + a2 \times e2 + a3 \times e3$$

**a1×e1** : couche de roulement

**a2×e2** : couche de base

**a3× e3** : couche de fondation

Où:

**a1, a2, a3** : coefficients d'équivalence.

**e1, e2, e3** : épaisseurs réelles des couches.

- **Le coefficient d'équivalence :**

<b>Matériaux utilisés</b>	<b>Coefficient d'équivalence</b>
<b>Béton bitumineux ou enrobe dense</b>	<b>2.00</b>
<b>Grave ciment – grave laitier</b>	<b>1.50</b>
<b>Grave bitume</b>	<b>1.00</b>
<b>Grave concassée ou gravier</b>	<b>1.20 a 1.70</b>
<b>Grave roulée – grave sableuse T.V.O</b>	<b>0.75</b>
<b>Sable ciment</b>	<b>1.00 a 1.20</b>
<b>Sable</b>	<b>0.50</b>
<b>Tuf</b>	<b>0.50 a 0.75</b>

**Tableau 42 : coefficients d'équivalence des matériaux**

## **VII.5. Application au Projet :**

- **Données de l'étude :**

$V_r = 100 \text{ Km /h}$

$TMJA_{2020} = 9944 \text{ v/j}$

$TMJA_{2040} = 21789 \text{ v/j}$

Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 4\%$

$Z = 14\%$

$CBR = 09$

Durée de vie = 20ans

Méthodes de dimensionnement : **Méthode CBR**

- Portance de sol

Pour : CBR = 9

Portance de sol = 3

- Détermination de la classe du sol :

Classe de sol = S3

- Répartition de trafic :

$TPL_{2020} = TMJA * \% PL$

$TPL_{2020} = 9944 \times 0.14 = 1392 \text{ PL/j}$

$TPL_{2040} = TPL_{2020} \times (1 + \tau)^{20}$

$TPL_{2040} = 1392 \times (1 + 0.04)^{20}$

$TPL_{2040} = 3050 \text{ PL/j}$

- Calcul d'épaisseur :

$$e_{eq} = \frac{100 + 5\sqrt{6.5} \times \left(75 + 50 \log \frac{3050}{10}\right)}{9 + 5}$$

$e = 50 \text{ cm}$

- Epaisseur équivalente :

$$e_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :

$$65 = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche :

Couche de roulement en béton bitumineux **(BB)** :  $a_1 \times e_1 = 2 \times 6 = 12 \text{ cm}$

Couche de base en Grave concassée **(GNT)** :  $a_2 \times e_2 = 15 \times 1 = 15 \text{ cm}$

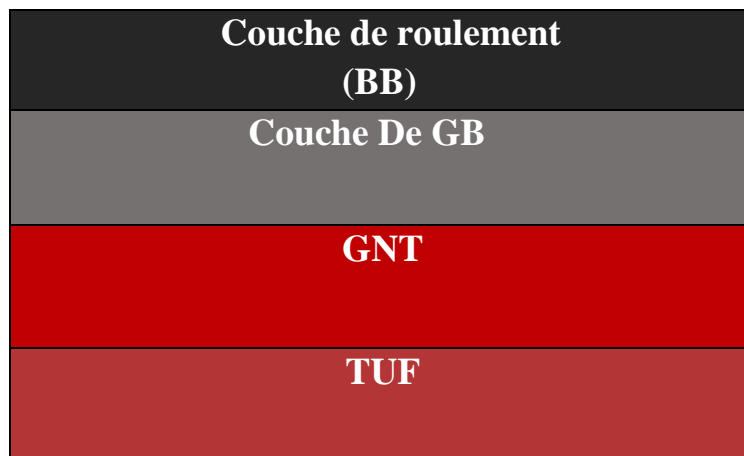
Couche de grave bitume GB = **08 cm**

Couche de fondation en TUF:  $a_3 \times e_3 = 27 \times 0,6 = 16.2 \text{ cm}$

Couche	Epaisseur réel (cm)	Les couches	Epaisseur D'équivalente (cm)
<b>BB</b>	<b>6</b>	<b>Couche de roulement</b>	<b>12</b>
<b>GB</b>	<b>8</b>	<b>GRAVE BITUME</b>	<b>8</b>
<b>GNT</b>	<b>15</b>	<b>Grave non traité</b>	<b>15</b>
<b>TUF</b>	<b>27</b>	<b>Couche de fondation</b>	<b>16.2</b>
<b>Somme</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>51.2</b>

Tableau 43 : épaisseurs du corps de chaussée

**Notre structure comporte : 6 BB +GB 8+ 15 GC + 27 TUF**



**Figure 17 : La structure de chaussée.**

## **VII.6. Conclusion :**

Voir des résultats différents après avoir déterminé l'épaisseur de notre chaussée Nous avons constaté qu'il n'y a pas beaucoup de différence entre les trois méthodes, nous avons L'épaisseur obtenue par la méthode CBR a été choisie pour des raisons économiques.

# CHAPITRE VIII

## CUBATURE

### **VIII.1. Introduction :**

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

Ces profils doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour La ligne relie le moins possible les points à partir de la ligne du terrain qu'elle représente.

### **VIII.2. 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 est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais remblais. Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

### **VIII.3. Méthode utilisée :**

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

### **VIII.4. Description de la méthode :**

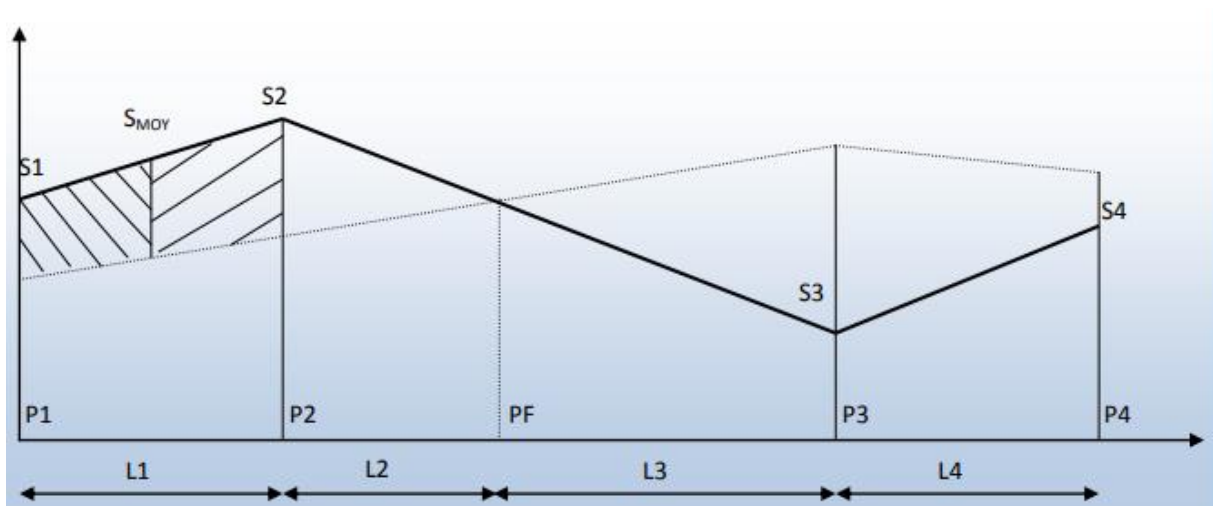
En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs.

$$V = \frac{h}{6} \times (S1 + S2 + 4 \times S_{moy})$$

Où h, S1, S2 et S0 désignant respectivement :

- Hauteur entre deux profils.
- Hauteur des deux profils.
- Surface limitée à mi-distances des profils.

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



**Figure 18 : Calcul Des Cubatures De Terrassement**

**PF** : profil fictive, surface nulle

**Si** : surface de profil en travers Pi

**Li** : distance entre ces deux profils

**SMOY** : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li) Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très

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

$$V = \frac{Li}{6} \times (S1 + S2 + 4 \times S_{moy})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions **Smoy** et  $\frac{S1+S2}{2}$

Ceci donne :

$$Vi = \frac{Li}{2} \times (S1 + S2)$$

Donc les volumes seront :

$$V1 = \frac{L1}{2} \times (S1 + S2) \text{ Entre P1 et P2}$$

$$V2 = \frac{L2}{2} \times (S1 + 0) \text{ Entre P2 et PF}$$

$$V3 = \frac{L3}{2} \times (0 + S3) \text{ Entre PF et P3}$$

$$V4 = \frac{L4}{2} \times (S3 + S4) \text{ Entre P3 et P4}$$

En additionnant membre à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

$$V = \frac{L1}{2} S1 + \frac{L1 + L2}{2} S2 + \frac{L2 + L3}{2} 0 + \frac{L3 + L4}{2} S3 + \frac{L4}{2} S4$$

On voit l'utilité de placer les profils PF puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

### VIII.5. Application de projet :

Volume de déblai total : **57532.494 m<sup>3</sup>**

Volume de remblai : **34541.648 m<sup>3</sup>**

Excès de déblai : **22990.846 m<sup>3</sup>**

**Tableau 44 : Cubature**

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m <sup>2</sup> )	Surf. D (m <sup>2</sup> )	Surf. Tot (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Cumul Vol. (m <sup>3</sup> )	Surf. G (m <sup>2</sup> )	Surf. D (m <sup>2</sup> )	Surf. Tot (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Cumul Vol. (m <sup>3</sup> )
P01	0,000	25,000	0,09	12,90	12,98	324,620	324,620	10,56	0,00	10,56	264,070	264,070
P02	50,000	50,000	0,00	10,87	10,87	543,504	868,125	17,30	1,54	18,84	941,899	1205,969
P03	100,000	50,000	0,00	2,34	2,34	116,858	984,983	17,50	3,13	20,64	1031,906	2237,875
P04	150,000	50,000	0,00	6,75	6,75	337,323	1322,306	6,91	0,51	7,42	371,174	2609,049
P05	200,000	50,000	0,00	11,67	11,67	583,375	1905,681	20,21	1,24	21,45	1072,675	3681,724
P06	250,000	50,000	0,29	14,04	14,33	716,727	2622,408	6,93	0,01	6,95	347,382	4029,106
P07	300,000	50,000	1,74	21,34	23,07	1153,664	3776,071	3,67	0,00	3,67	183,366	4212,471
P08	350,000	50,000	0,00	11,75	11,75	587,579	4363,650	16,80	1,14	17,94	896,859	5109,330
P09	400,000	50,000	4,96	36,85	41,81	2090,674	6454,324	5,40	0,00	5,40	270,121	5379,451
P10	450,000	50,000	22,57	58,54	81,11	4055,366	10509,690	0,00	0,00	0,00	0,000	5379,451
P11	500,000	50,000	4,42	29,83	34,26	1712,817	12222,506	1,29	0,00	1,29	64,397	5443,849
P12	550,000	50,000	0,74	15,88	16,62	831,162	13053,669	7,94	0,00	7,94	396,959	5840,808
P13	600,000	50,000	0,00	1,90	1,90	94,811	13148,480	39,07	7,21	46,28	2314,165	8154,973
P14	650,000	50,000	0,00	0,69	0,69	34,319	13182,799	40,10	7,24	47,34	2367,042	10522,015
P15	700,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	13182,799	55,97	28,68	84,64	4232,087	14754,103
P16	750,000	50,000	0,00	3,72	3,72	186,243	13369,042	21,80	1,61	23,41	1170,490	15924,593
P17	800,000	50,000	0,13	23,04	23,16	1158,165	14527,207	11,51	0,00	11,51	575,497	16500,090
P18	850,000	50,000	2,21	31,61	33,82	1691,015	16218,222	7,62	0,00	7,62	381,031	16881,121
P19	900,000	50,000	10,62	46,54	57,15	2857,691	19075,913	1,59	0,00	1,59	79,283	16960,404
P20	950,000	50,000	11,82	52,46	64,28	3214,209	22290,122	2,04	0,00	2,04	102,157	17062,561
P21	1000,000	50,000	0,00	32,65	32,65	1613,512	23903,634	42,84	0,26	43,10	2178,121	19240,682

P22	1050,000	50,000	51,16	61,65	112,81	5604,959	29508,593	0,00	0,00	0,00	0,000	19240,682
P23	1100,000	50,000	42,52	42,00	84,53	4220,011	33728,604	0,00	0,00	0,00	0,000	19240,682
P24	1150,000	50,000	19,91	19,85	39,76	1984,543	35713,147	0,00	0,00	0,00	0,000	19240,682
P25	1200,000	50,000	7,10	8,58	15,68	780,314	36493,461	0,00	0,00	0,00	0,000	19240,682
P26	1250,000	50,000	5,17	7,51	12,69	634,123	37127,584	0,00	0,00	0,00	0,000	19240,682
P27	1300,000	50,000	3,15	4,54	7,69	384,633	37512,217	0,26	0,15	0,40	20,192	19260,874
P28	1350,000	50,000	0,00	0,34	0,34	17,088	37529,305	3,67	1,60	5,27	263,453	19524,327
P29	1400,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	8,95	8,03	16,98	848,953	20373,280
P30	1450,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	12,16	9,52	21,68	1083,964	21457,243
P31	1500,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	16,43	15,32	31,76	1587,951	23045,194
P32	1550,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	17,13	15,95	33,08	1653,977	24699,172
P33	1600,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	15,77	14,88	30,65	1532,376	26231,548
P34	1650,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	6,93	7,24	14,17	708,600	26940,147
P35	1700,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	10,34	7,23	17,57	881,145	27821,292
P36	1750,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	14,45	14,07	28,52	1425,982	29247,274
P37	1800,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37529,305	13,44	10,49	23,93	1198,888	30446,162
P38	1850,000	50,000	0,00	0,01	0,01	0,358	37529,664	4,98	2,73	7,71	387,600	30833,763
P39	1900,000	50,000	4,41	6,45	10,85	542,026	38071,689	0,00	0,00	0,00	0,000	30833,763
P40	1950,000	50,000	6,54	7,72	14,26	713,196	38784,886	0,00	0,00	0,00	0,000	30833,763
P41	2000,000	50,000	9,00	10,93	19,93	996,587	39781,473	0,00	0,00	0,00	0,000	30833,763
P42	2050,000	50,000	8,73	10,43	19,16	958,081	40739,554	0,00	0,00	0,00	0,000	30833,763
P43	2100,000	50,000	3,58	5,29	8,87	443,496	41183,050	0,15	0,08	0,23	11,504	30845,266
P44	2150,000	50,000	3,37	4,14	7,50	375,197	41558,247	0,19	0,16	0,35	17,649	30862,916
P45	2200,000	50,000	1,26	2,55	3,81	190,655	41748,902	1,02	0,44	1,47	73,252	30936,167
P46	2250,000	50,000	1,21	3,03	4,24	211,783	41960,685	1,02	0,39	1,41	70,452	31006,620
P47	2300,000	50,000	3,28	8,56	11,83	591,705	42552,390	0,39	0,00	0,39	19,655	31026,275
P48	2350,000	50,000	1,73	7,00	8,72	436,193	42988,583	0,87	0,15	1,02	50,868	31077,143
P49	2400,000	50,000	1,13	5,20	6,33	316,325	43304,907	1,05	0,27	1,32	66,047	31143,190
P50	2450,000	50,000	0,71	2,04	2,76	137,876	43442,783	1,11	0,54	1,65	82,384	31225,574
P51	2500,000	50,000	0,00	1,37	1,37	68,509	43511,292	1,91	0,82	2,73	136,713	31362,288
P52	2550,000	50,000	1,07	3,17	4,24	212,200	43723,492	1,04	0,36	1,40	69,930	31432,217
P53	2600,000	50,000	6,55	6,37	12,92	645,844	44369,335	0,00	0,00	0,00	0,000	31432,217
P54	2650,000	50,000	11,12	9,87	20,99	1049,327	45418,663	0,00	0,00	0,00	0,000	31432,217
P55	2700,000	50,000	9,22	9,54	18,76	938,084	46356,747	0,00	0,00	0,00	0,000	31432,217
P56	2750,000	50,000	2,51	2,66	5,17	258,358	46615,105	0,48	0,40	0,89	44,300	31476,517
P57	2800,000	50,000	0,01	0,16	0,18	8,827	46623,932	2,13	1,80	3,93	196,304	31672,820
P58	2850,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	46623,932	4,86	5,19	10,05	502,457	32175,277
P59	2900,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	46623,932	5,80	5,38	11,18	559,022	32734,300
P60	2950,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	46623,932	4,96	4,63	9,59	479,269	33213,568
P61	3000,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,000	46623,932	3,71	3,98	7,69	384,350	33597,918
P62	3050,000	50,000	0,00	0,00	0,00	0,172	46624,105	3,07	2,31	5,38	268,851	33866,770
P63	3100,000	50,000	3,31	1,91	5,23	261,363	46885,467	0,33	0,57	0,89	44,730	33911,500
P64	3150,000	50,000	6,65	6,90	13,55	677,703	47563,170	0,00	0,00	0,00	0,000	33911,500
P65	3200,000	50,000	5,42	6,64	12,06	602,203	48165,372	0,00	0,00	0,00	0,000	33911,500
P66	3250,000	50,000	4,79	5,29	10,08	503,164	48668,536	0,00	0,00	0,00	0,000	33911,500
P67	3300,000	50,000	1,41	1,66	3,06	152,755	48821,291	0,89	0,79	1,68	84,060	33995,560
P68	3350,000	50,000	0,00	0,07	0,07	3,523	48824,814	3,41	1,96	5,37	269,896	34265,456
P69	3400,000	50,000	0,00	0,76	0,76	36,909	48861,724	4,11	1,34	5,45	275,585	34541,040
P70	3450,000	50,000	7,67	12,54	20,21	1003,928	49865,652	0,00	0,00	0,00	0,000	34541,040
P71	3500,000	50,000	8,66	9,84	18,50	923,364	50789,015	0,00	0,00	0,00	0,000	34541,040
P72	3550,000	50,000	17,24	17,94	35,17	1757,014	52546,029	0,00	0,00	0,00	0,000	34541,040
P73	3600,000	50,000	25,51	26,15	51,67	2583,017	55129,047	0,00	0,00	0,00	0,000	34541,040
P74	3650,000	38,010	28,17	29,63	57,80	2196,996	57326,042	0,00	0,00	0,00	0,000	34541,040
P75	3676,021	13,010	9,40	6,47	15,87	206,452	57532,494	0,00	0,05	0,05	0,608	34541,648

# CHAPITRE IX

# PARAMETRES

# CINEMATIQUES

## IX.1. Introduction :

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules dans le projet de construction de la route. Ces paramètres sont :

## IX.2. Distance de freinage :

Les possibilités de freinage sont limitées, du fait du jeu de l'adhérence, il existe une distance minimum pour obtenir l'arrêt complet véhicule. La distance de freinage  $d_0$  est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans la condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée.

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)}$$

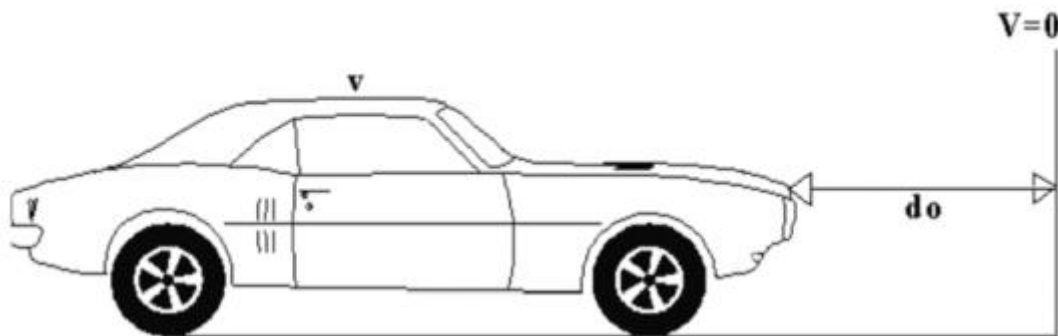


Figure 19 : Distance de freinage

Avec :

$V_r$  : vitesse de référence

$i$ : déclivité.

$fl$  : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse  $V_r$

Vitesse (km/h)	40	60	80	100	120
Catégorie 1.2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33
Catégorie 3.4.5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36

Tableau 45 : coefficient de frottement longitudinal  $fl$  en fonction de la vitesse (B40).

**En alignement droit :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{Vr^2}{g \times fl}$$

**En rampe :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{Vr^2}{g(fl + i)}$$

**En pente :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{Vr^2}{g(fl - i)}$$

### **IX.3. Temps de perception et de réaction :**

Souvent, les obstacles sont imprévisibles et les conducteurs mettent du temps à se rendre compte la nature de l'obstacle ou du danger qui se présente à lui. Ce temps est souvent appelé le temps perçu la situation du conducteur varie d'une personne à l'autre et son état psychique varie d'une personne à l'autre physiologique.

Sa durée conditionnée par des caractéristiques de conducteur et le véhicule. Il intervient pour :

- Le freinage
- Le dépassement
- L'observation de signalisation

De nombreuses études faites sur le comportement des conducteurs, ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne :

Dans une attention concentrée

**t = 2s** pour un obstacle imprévisible

**t = 0.6s** pour un obstacle prévisible

En moyenne on peut prendre 0.9s, mais en pratique on prend toujours :

$t = 2s$  pour des vitesses  $< 100 \text{ Km/h}$

$t = 1.8s$  pour des vitesses  $\geq 100 \text{ Km/h}$

Dans la distance parcourue pendant le temps de réaction et de perception est :

$$d_1 = v \times t \quad \text{Avec} \quad V : \text{m/s} \quad t : \text{s}$$

#### IX.4. Distance d'arrêt :

La distance parcourue par le conducteur entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est désigné sous le nom de distance d'arrêt

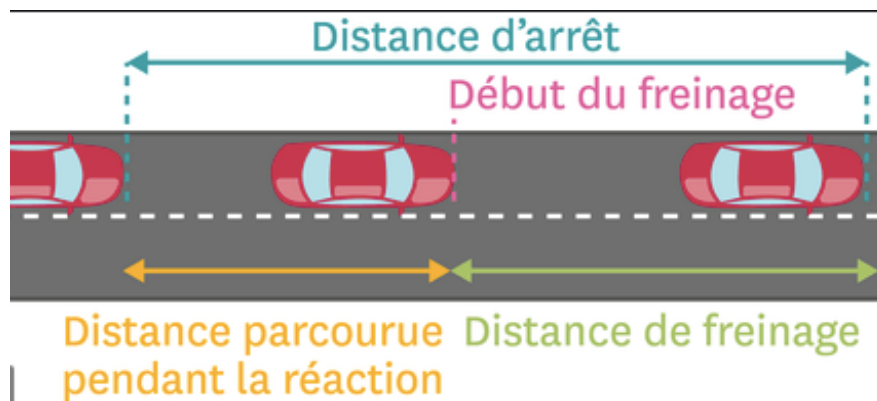


Figure 20 : Temps de perception-réaction

- **En alignement droit :**

$$Vr < 100 \text{ Km/h et quand } t = 2s \quad d = d_0 + 0.55 \times Vr$$

$$Vr \geq 100 \text{ Km/h et quand } t = 1.8s \quad d = d_0 + 0.50 \times Vr$$

- **En courbe :**

On doit majorer la distance de freinage de 25% car le freinage est moins énergétique afin de ne pas perdre le contrôle du véhicule.

$$Vr > 100 \text{ Km/h et quand } t = 1.8s \quad d = 1.25 \times d0 + 0.50 \times Vr$$

$$Vr \leq 100 \text{ Km/h et quand } t = 2 \text{ s} : \quad d = 1.25 \times d0 + 0.55 \times Vr$$

### IX.5. Distance de perception :

Le temps nécessaire pour effectuer une manœuvre d'arrêt, une manœuvre de changement de file ou une manœuvre d'insertion est de 6 s.

$$dp = d + \frac{6}{3.6} \times Vr$$

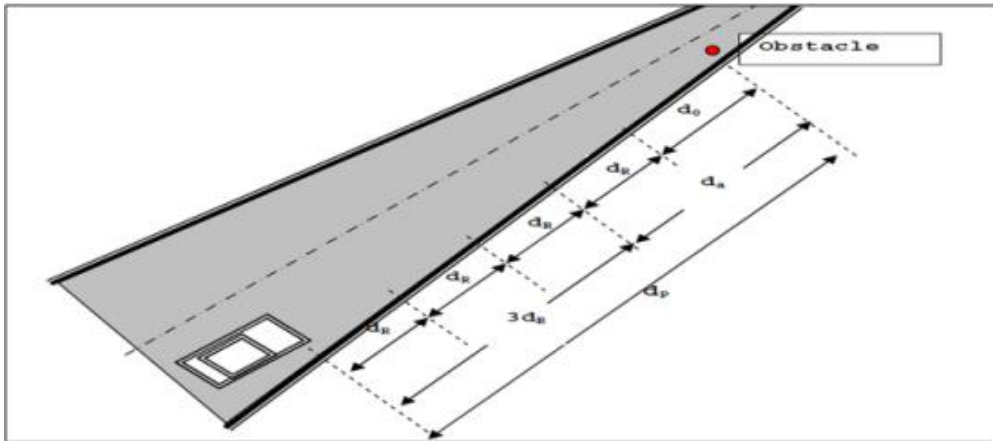


Figure 21 : Distance de perception.

### IX.6. Espacement entre deux véhicules :

Supposons que deux voitures circulent dans la même voie à la même vitesse et dans le même sens, et on cherche l'espacement entre les deux voitures pour que si la première voiture est obligée d'engager un freinage maximum pour éviter tout obstacle, cet espacement doit être le deuxième véhicule est autorisé à s'arrêter sans risque de collision.

La distance de freinage ne change pas et reste  $d0$ , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de second véhicule un feu arrière de stop de premier véhicule.

L'espacement sera donc théoriquement :

$$d'_2 = d_2 + v \times t' + l$$

- $d_2$  : distance parcourue pendant temps de perception et de réaction du premier véhicule
- $L$  : longueur moyenne d'un véhicule
- En général, on prend  $t' = 0.75$  s
- En pratique, on prend  $t = 3$  s

Distance de sécurité sera donc :

$$d'_2 = d_2 + v \times (t' + t) + l \quad t : \text{en s} \quad v : m/s$$

Soit (E) l'espace supplémentaire de sécurité :

$$E = v \times t' + l$$

Sachons que :  $V = \frac{v}{3.6}$  et  $t' = 0.75$  s  $E = \frac{v}{5} + l$

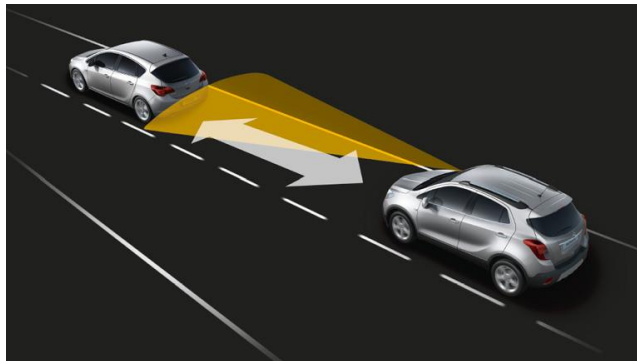


Figure 22 : L'espace entre deux véhicules.

## IX.7. Distance de visibilité de dépassant et de manœuvre :

Cette dernière représente la distance nécessaire telle que si un véhicule rapide apparaît en sens inverse du véhicule effectuant le dépassement à l'instant où celui-ci amorce sa manœuvre il ne croise le véhicule inverse qu'après l'exécution de la manœuvre.

<b>Vr (Km/h)</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>Dvdf (m)</b>	<b>4V</b>	<b>4V</b>	<b>4V</b>	<b>4.2V</b>	<b>4.6V</b>	<b>5V</b>
	<b>160</b>	<b>240</b>	<b>320</b>	<b>420</b>	<b>550</b>	<b>700</b>
<b>DvdN (m)</b>	<b>6V</b>	<b>6V</b>	<b>6V</b>	<b>6.2V</b>	<b>6.6V</b>	<b>7V</b>
	<b>240</b>	<b>360</b>	<b>480</b>	<b>620</b>	<b>790</b>	<b>980</b>
<b>Dmd (m)</b>	<b>70</b>	<b>120</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>425</b>	<b>/</b>

**Tableau 46 : les différentes distances selon les normes B40**

- **Dvd f** : distance de visibilité et de dépassement court ou forcé
- **Dvd N** : distance de visibilité et de dépassement normale
- **Dmd** : distance de manœuvre et de dépassement

## **IX.8. Application De Projet :**

On a **catégorie 1**, vitesse de référence = **100 Km/ h**

**f<sub>l</sub> = 0,36**

### **IX.8.1. Distance de freinage**

- **En rampe :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v_r^2}{g(fl+i)}$$

- **En pente :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v_r^2}{g(fl-i)}$$

- En alignement droit :  $i = 0$  ;

$$d_0 = 0.04 \times \frac{100^2}{10(0.36)} = 111.11 \text{ m}$$

<b>i (%)</b>	<b>d<sub>0</sub> (m)</b>
<b>-5.40 p</b>	<b>96.62</b>
<b>-4.53 p</b>	<b>98.69</b>
<b>-0,86 p</b>	<b>108.52</b>
<b>0.27 R</b>	<b>110.28</b>
<b>5.72 R</b>	<b>95.88</b>
<b>-1.81 P</b>	<b>105.79</b>
<b>5.01 R</b>	<b>97.54</b>
<b>4.00 R</b>	<b>100.00</b>
<b>-1,75 p</b>	<b>105.96</b>
<b>-1,04 p</b>	<b>107.99</b>
<b>1.24 R</b>	<b>107.41</b>
<b>-1.10 P</b>	<b>107.82</b>

Tableau 47 : distance de freinage

### IX.8.2. Distance d'arrêt :

Pour  $V_r \geq 100 \text{ Km/h}$  et quand  $t = 1.8\text{s}$

$$d_1 = d_0 + 0.50 \times V_r$$

- En alignement droit :  $i = 0 \%$

$$d_1(\text{m}) = d_0 + 0,50 \times V_r = 111.11 + 0,50 \times 100$$

$$d_1(\text{m}) = 161.11\text{m}$$

<b>d<sub>0</sub> (m)</b>	<b>d<sub>1</sub> (m)</b>
<b>96.62</b>	<b>146.62</b>
<b>98.69</b>	<b>148.69</b>
<b>108.52</b>	<b>158.52</b>
<b>110.28</b>	<b>160.28</b>
<b>95.88</b>	<b>145.88</b>
<b>105.79</b>	<b>155.79</b>
<b>97.54</b>	<b>147.54</b>

<b>100.00</b>	<b>150</b>
<b>105.96</b>	<b>155.96</b>
<b>107.99</b>	<b>157.99</b>
<b>107.41</b>	<b>157.41</b>
<b>107.82</b>	<b>157.82</b>

**Tableau 48 : distance d'arrêt en alignement**

- **En courbe :**

$$d_1(m) = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$$

<b>d<sub>0</sub> (m)</b>	<b>d<sub>1</sub> (m)</b>
<b>96.62</b>	<b>170.78</b>
<b>98.69</b>	<b>173.36</b>
<b>108.52</b>	<b>185.65</b>
<b>110.28</b>	<b>187.85</b>
<b>95.88</b>	<b>169.85</b>
<b>105.79</b>	<b>182.24</b>
<b>97.54</b>	<b>171.93</b>
<b>100.00</b>	<b>175</b>
<b>105.96</b>	<b>182.45</b>
<b>107.99</b>	<b>184.99</b>
<b>107.41</b>	<b>184.26</b>
<b>107.82</b>	<b>184.78</b>

**Tableau 49 : distance d'arrêt en courbe**

### **IX.8.3. Distance de perception :**

Pour  $V_r \geq 100$  Km/h

$$dp = d + \frac{6}{3.6} \times V_r$$

- **En alignement droit : i = 0 %**

$$dp = 161.11 + \frac{6}{3.6} \times 100$$

$$dp (m) = 327.78$$

<b>d1 (m)</b>	<b>Dp (m)</b>
<b>146.62</b>	<b>313.29</b>
<b>148.69</b>	<b>315.36</b>
<b>158.52</b>	<b>325.19</b>
<b>160.28</b>	<b>326.95</b>
<b>145.88</b>	<b>312.55</b>
<b>155.79</b>	<b>322.46</b>
<b>147.54</b>	<b>314.21</b>
<b>150</b>	<b>316.67</b>
<b>155.96</b>	<b>322.62</b>
<b>157.99</b>	<b>324.66</b>
<b>157.41</b>	<b>324.08</b>
<b>157.82</b>	<b>324.49</b>

**Tableau 50 : distance de perception en alignement**

- **En courbe**

<b>d1 (m)</b>	<b>dp (m)</b>
<b>170.78</b>	<b>337.45</b>
<b>173.36</b>	<b>340.03</b>
<b>185.65</b>	<b>352.32</b>
<b>187.85</b>	<b>354.51</b>
<b>169.85</b>	<b>336.52</b>
<b>182.24</b>	<b>348.90</b>
<b>171.93</b>	<b>338.60</b>
<b>175</b>	<b>371.67</b>
<b>182.45</b>	<b>349.12</b>
<b>184.99</b>	<b>351.66</b>
<b>184.26</b>	<b>350.93</b>
<b>184.78</b>	<b>351.45</b>

**Tableau 51 : distance de perception en courbe**

#### **IX.8.4. Espacement entre deux véhicules :**

Pour  $Vr \geq 100$  Km/h

$$E = \frac{Vr}{5} + 1$$

$$E = \frac{100}{5} + 1 = 21 \text{ m}$$

#### **IX.8.5. Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre :**

Pour  $Vr \geq 100$  Km/h

D'après le tableau

- **Pour un dépassement court ou en force :**  $Dvdf = 420 \text{ m}$
- **Pour un dépassement normal :**  $DvdN = 620 \text{ m}$
- **Distance de manœuvre :**  $Dmd = 300 \text{ m}$

# CHAPITRE X

# SIGNALISATION

## **X.1. Introduction :**

Les La signalisation routiers désignent à le secteur routier, qui vise à assurer la sécurité des usagers de la route, que ce soit par Informer des dangers liés à la circulation et des prescriptions et des éléments utiles dans la prise de décision, soit en indiquant les repères et les équipements qui leur sont utiles déplacement. Il comprend deux suites principales :

Signalisation routière verticale, y compris panneaux et signalisation Route horizontale, constituée de marquages.

## **X.2. 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.3. Règles à respecter pour la signalisation :**

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

## **X.4. Types de signalisation :**

On a deux familles de signalisation :

### **X.4.1. Signalisation horizontale :**

Elles comportent uniquement les marques sur chaussée ; Elle se divise en deux types :

#### **X.4.1.1. Marquage longitudinal :**

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve :

- **Les Lignes Continues :**

Sont utilisés pour indiquer des sections de la route ou pour dépasser Interdit, notamment à cause de la mauvaise visibilité.

- **Les Lignes Discontinues :**

Sont conçues pour guider et faciliter la libre circulation, elles peuvent se croiser, et elles diffèrent par leur module, le rapport de la longueur de la ligne à la longueur de son intervalle.

-Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leurs intervalles.

-Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.

-Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont le largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

**Modulation des lignes discontinues :**

Elles sont basées sur une longueur paradique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

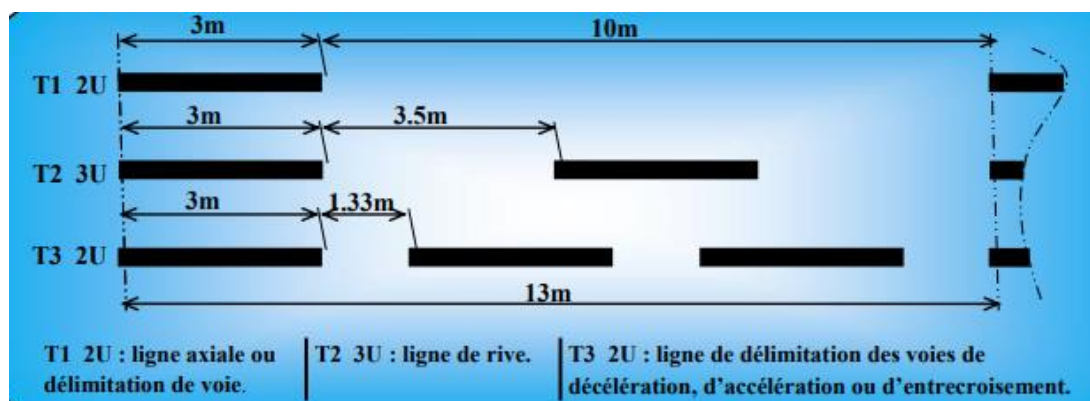


Figure 23 : Type de modulation

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T1	3.00	10.00	Environ 1/3
T2	3.00	3.5	Environ 1
T3	3.00	1.33	Environ 3

Tableau 52 : Caractéristiques des lignes discontinues

#### **X.4.1.2 Marquage transversal :**

- **Lignes transversales continue** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- **Lignes transversales discontinue** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient céder le passage aux intersections

#### **X.4.2. Signalisation verticale :**

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

##### **X.4.2.1. Signaux de danger :**

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

##### **X.4.2.2. Signaux comportant une prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.

##### **X.4.2.3. Signaux à simple indication :**

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Aux divers

##### **X.4.2.4. Signaux de position des dangers :**

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

#### **X.4.3. Autres signalisations :**

##### **X.4.3.1. Les Flèches De Rabattement :**

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent Emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

### X.4.3.2. Les Flèches De Sélection :

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.

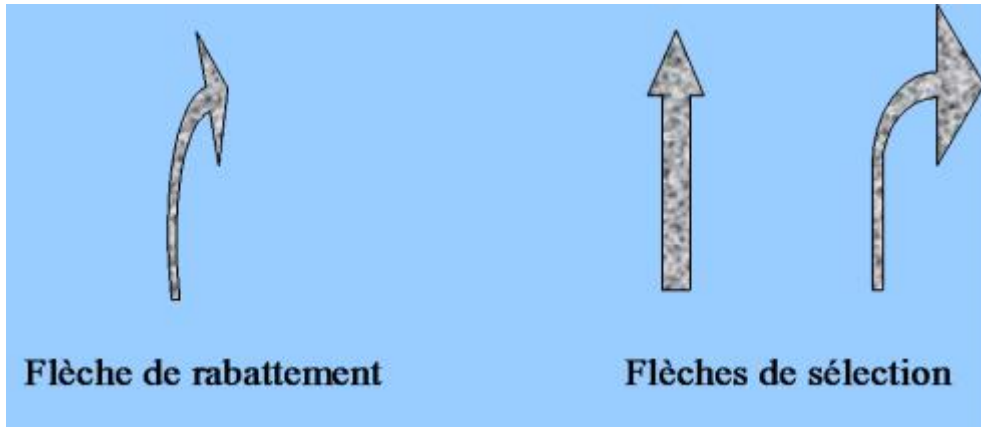


Figure 24 : Flèche de signalisation.

### X.5. Application au projet :

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).

#### X.5.1. Signalisation horizontale :

- Marquage du tracé

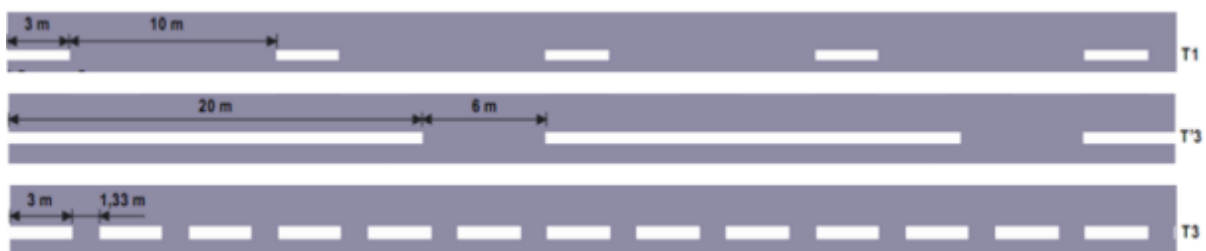


Figure 25 : Les lignes longitudinales (source S-H partie 1-7)



Figure 26 : Lignes transversales (source S -H partie 1-7)

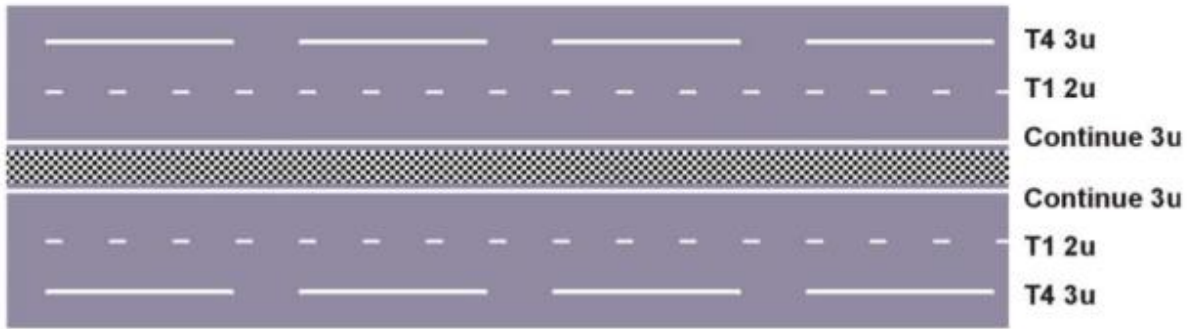


Figure 27 : Les lignes de délimitation de voies dans le tracé (source S -H partie 1-7)

- Voies d'insertion, de décélération

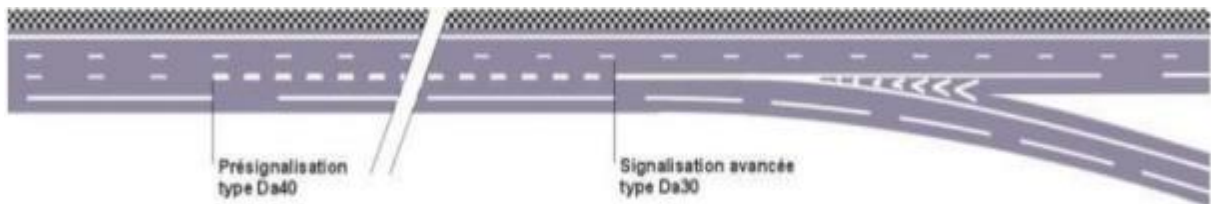


Figure 28 : Avec affectation de voies

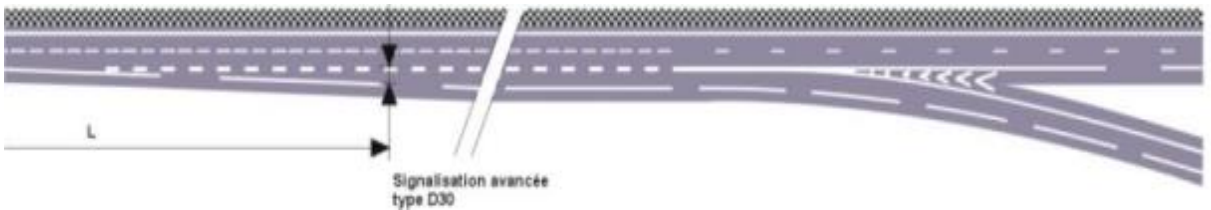
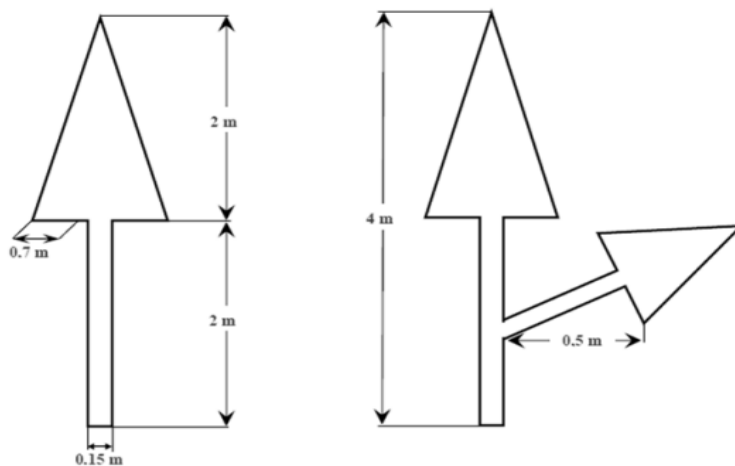
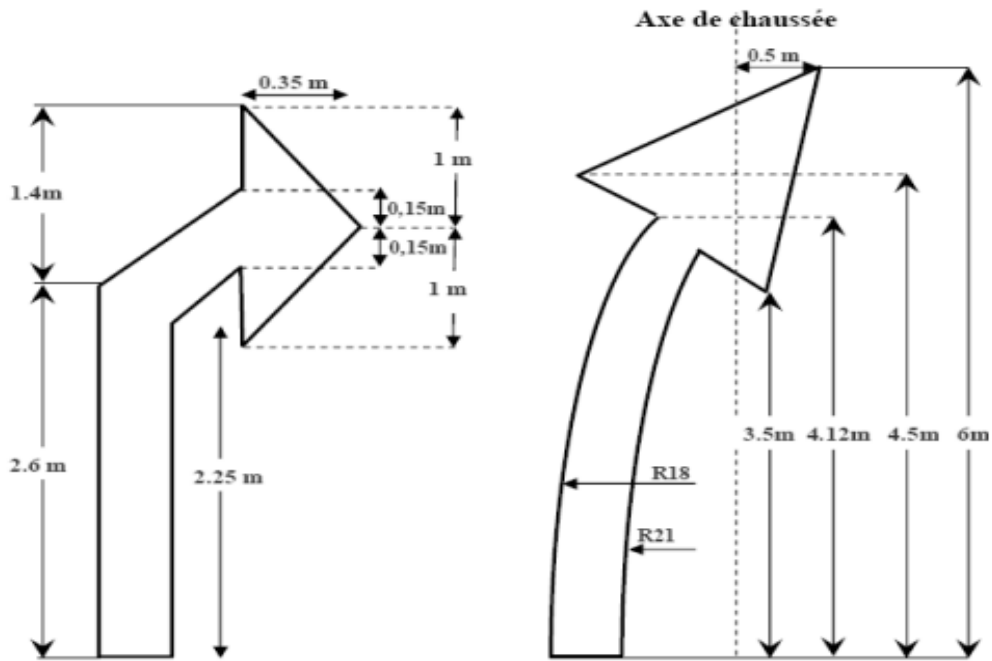


Figure 29 : Sans affectation de voies

- Fleche de sélection





- **Autres marques**

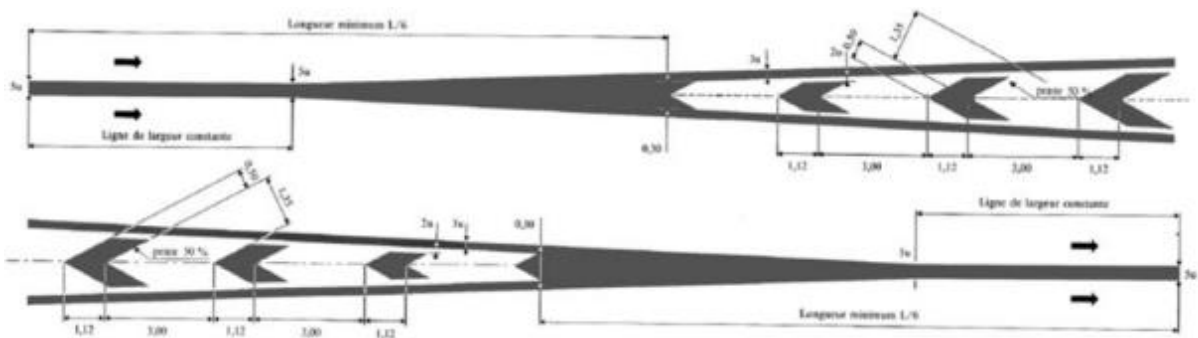


Figure 30 : Schéma de marquage avec hachures

### X.5.2. Signalisation verticale

- **Type A :**



A1a

Virage A Droite



A1b

Virage A Gauche :

- Type B :



Stop

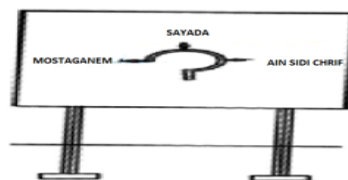
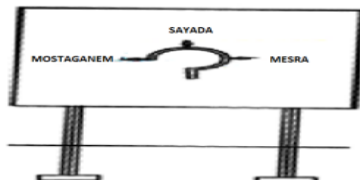
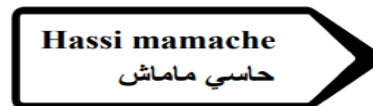
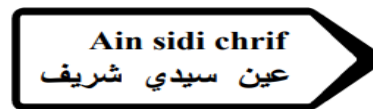


Céder passage

- Type C :



- Type D



## X.6. Conclusion :

Les signaux routiers nocturnes jouent un rôle Indéniable en matière de sécurité. Ils sont conçus pour permettre aux usagers de la route de circuler la nuit Soyez aussi sûr et confortable que possible.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Ce projet de fin d'étude est l'occasion de mettre en pratique les connaissances théoriques et techniques que nous avons acquises au cours du cycle d'études Formé à l'Université Abdelhamid IBN BADIS de Mostaganem.

Le projet nous permet également de faire face aux problématiques techniques et de gestion qui peuvent survenir dans les projets routiers. C'est aussi une belle opportunité de s'informer sur l'avancement des chantiers de travaux publics, notamment routiers, et donc d'appréhender l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin, notamment COVADIS et AUTOCAD, ainsi que de maîtriser les nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics.

Dans nos études, nous appliquons rigoureusement toutes les normes que nous avons apprises et nous nous alignons sur les normes, directives et Conseils liés à la Direction des Routes pour faire face aux contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, les principales préoccupations qui guident nos travaux sur la modération sont d'une part de considérer le confort et la sécurité des usagers de la route, et d'autre part les aspects économiques et environnementaux liés à l'impact de la construction de cette route.

Ce projet nous a permis de faire un grand pas en avant dans nos carrières

# **BIBLIOGRAPHIE**

- **B40 (Normes Techniques D'aménagement Des Routes Et Trafic Et Capacité Des Routes 1972).**
- **Rapport d'activités techniques, DTP Mostaganem**
- **Fascicule 3 Du Catalogue Algérien Réf 2002.**
- **Les Signaux Routiers Réglementaires - Edition Juin 2009**
- **Sites INTERNET: WWW. Google Earth.Com.**
- **Rapport De La METEO, Météorologique De La Wilaya De Mostaganem 2020.**
- **Catalogue De Dimensionnement Des Chaussées Neuves (C.T.T.P) Fascicule 1 .2 .3. Novembre 2001.**
- **Conception Géométrique Route (Collection Les Rapports Setra) Janvier 2006.**
- **Cours De Construction Routière Préparé**
- **Dimensionnements Verticale Des Routes**
- **Coure Route Module Département GC**

## Résumé :

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes.

Ce travail présente une étude détaillée du projet d'un tronçon autoroutier en phase d'avant-projet détaillé de l'évitement d'OULED BOUGHALEM un tronçon de 3.5 km

Les études menées dans ce mémoire comptent essentiellement : le calcul du trafic, l'assainissement routier et dimensionnement des ouvrages, une partie détaillée de la géométrie de notre projet avec le logiciel Covadis et Autopiste et l'utilisation de logiciel Autocad pour tracer l'axe de la route, ainsi Alize pour dimensionner le corps de chaussée.

A cet effet ce projet traite l'ensemble de la conception de cette route ainsi qu'il met le point sur les problèmes posés par cette route. Mots clés : Autoroute, trafic, route, géométrie de la route, tracé, en plan, échangeur.

**Mots clés :** Autoroute, trafic, route, géométrie de la route, tracé, en plan, échangeur.

DEVIS QUANTITATIF & ESTIMATIF					
N°	Désignation Des Travaux	U	Quantité	P/Unitaire	Montant
<b>VOIRIE</b>					
A/01	Terrassement en grande masse effectué à l'aide d'engin mécanique sur terrain toutes nature et de toutes consistances chaussé existant détérioré d'une ép variable y compris remblaiement éventuelle évacuations des déblais excédentaires avec chargement, transport à la décharge public, nettoyage de l'assiette & toutes sujétions de mise en oeuvres.	M3	93 000,00	50,00	4 650 000,00
A/02	Exécution couche de fondation en tuf de carrière sélectionné sur une ép. 20cm y compris transport, nettoyage de l'assiette étalage, arrosage et compactage, assai de compacité et toutes sujétions de mise en œuvre et remblaiement propre nécessaire pour rattrapage de niveau	M <sup>3</sup>	15 450,00	900,00	13 905 000,00
A/03	Exécution couche de base au grave concasse 0/40 sélectionné sur une ép.15cm pour la chaussé et 10cm pour le trottoir y compris transport, étalage, arrosage et compactage, essai de compacité toutes sujétion de mise en œuvre et de bonne exécution	M <sup>3</sup>	10 300,00	1 200,00	12 360 000,00
	Exécution d'une couche <b>GB</b> épaisseur variable avec minimum de <b>08cm</b> avec rattrapage éventuelle de niveau de la chaussée fini y compris couche d'imprégnation en cut-back 0/1 et divers émulsion nécessaire toutes sujétions de mise en œuvre et de bonne exécution tout en respectant les règles de l'art		760,00	7 000,00	5 320 000,00
A/04	Exécution d'une couche d'enrobé a chaud avec une épaisseur variable avec minimum de <b>06cm</b>	T	570,00	7 500,00	4 275 000,00
				Total en HT 01	40 510 000,00
				TVA 19%	7 696 900,00
				Total en TTC	48 206 900,00
<b>Arrêter le présent devis a la somme en T.T.C:</b>					
<u>Délai :</u> .....			Fait à Mostaganem le :		