



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
People's Democratic republic of Algeria  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministry of Higher Education and Scientific Research  
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم  
University Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculty of Sciences and Technology  
قسم الهندسة المدنية والمعمارية  
Civil engineering & architecture department



N° d'ordre : M ...../GCA/2022

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière : Travaux Publics**

**Spécialité : Voiries et ouvrages d'art**

*Thème*

**ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN 11  
Du PK 13+400 Au PK 17+400  
SIDI LAKHDER - KHADRA  
MOSTAGANEM**

**Présenté par :**

- Mr Hadjoudja Mohamed Alaa eddine
- Mr Cheraitia Mohamed El amine

***Soutenu le 26/06/ 2022 devant le jury composé de :***

**Président:** Mr Belguesmia Nouredine

**Examineur:** Mr Soltane Benallou Kadour

**Invité d'honneur:** Mr Cherif Mourad

**Encadrant :** Mr Keraouti Rabah

**Année Universitaire : 2021 / 2022**

# *Dédicaces*

Je dédis ce modeste travail, qui est le fruit récolté après tant d'années d'efforts :

A nos très chers parents qui nous ont soutenues et encouragés durant mes études, Eux qui nous ont toujours apporté leur soutien moral et matériel depuis nos premiers jours à l'université.

A nos très chers frères Aucune dédicace ne serait exprimer assez, nous vous diront tout simplement un grand merci.

A nos très chers amis en témoignage de l'amitié sincère qui nous ont liées et des bons moments passés ensemble.

# Remerciements

*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 aides matérielle et morale durant toute la période de notre formation.*

*Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à nos encadrants **MR KERAOUTI RABAH** et **MR CHERIF MOURAD** pour nous avoir guidés dans la réalisation de cette étude et le soutien scientifique et moral qu'il nous a apporté.*

*Nous tenons également à remercier les membres du jury*

- *Mr BELGUESMIA NOUREDDINE*
- *Mr SOLTANE BENALLOU KADOUR*

*Pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et qui nous feront le plaisir d'apprécier*

*Nos plus grands remerciements vont:*

- *Au D.T.P de Mostaganem.*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, trouvent ici notre profonde gratitude.*

# ***SOMMAIRE***

---

## **Chapitre I : Présentation du projet**

1.	INTRODUCTION .....	2
2.	PRESENTATION DE LA WILAYA.....	3
3.	Réseau routier .....	3
4.	Présentation du projet : .....	4
5.	Objectif de l'étude.....	5

## **Chapitre II : Etude de la route existante**

1.	INTRDUCTION .....	7
2.	Détermination de l'environnement de la route : .....	7
2.1	Dénivelée cumulée moyenne : .....	7
2.2	Sinuosité : .....	8
3.	Détermination des rayons en plan : .....	10
4.	Calculs éléments de quatre raccordements : .....	11
5.	vitesse de référence .....	13
6.	Application au projet : .....	13

## **Chapitre III : Etude de la variante**

1.	Les variantes : .....	22
2.	ETUDE DE LA VARIANTE : .....	22
3.	Calculs éléments de quatre raccordements : .....	23

4.	Application au projet : .....	25
5.	Courbes en plan : .....	33
5.1	Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) : .....	33
5.2	Le rayon minimal normal (RHN) : .....	33
5.3	Le rayon au devers minimal RHd : .....	33
5.4	Le rayon non déversé RHnd : .....	33
6.	Stabilité en courbe : .....	34
6.1	Détermination des dévers $d^{max}$ et $d^{min}$ : .....	34
6.2	Détermination du coefficient transversal $f_t$ : .....	34
6.3	Détermination des rayons en plan : .....	34
6.4	Paramètres fondamentaux : .....	35

## **Chapitre IV : Etude de trafic**

1.	INTRODUCTION .....	37
2.	L'analyse des trafics existants.....	37
3.	Les différents types de trafics .....	38
4.	Modèle de présentation de trafics .....	38
4.1	Prolongation de l'évolution passée.....	38
4.2	Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques : .....	39
4.3	Modèle gravitaire .....	39
4.4	Modèle de facteur croissance .....	39
5.	Calcul de la capacité : .....	40
5.1	Définition de la capacité : .....	40
5.2	Projection futur du trafic : .....	40
5.3	Calcul de trafic effectif.....	40
5.4	Débit de pointe horaire normale .....	41
5.5	Débit horaire admissible.....	41
5-6-	Déterminations du nombre des voies : .....	42
6.	APPLICATION DE PROJET : .....	43
6.1	Projection future de trafic : .....	43
6.2	Calcul du trafic effectif : .....	43
6.3	Débit de pointe horaire normal : .....	44

6.4	La capacité admissible :	44
6.5	Le nombre des voies :	44

## **Chapitre V : Les raccordements progressifs**

1.	INTRODUCTION :	46
2.	DEFINITION DE LA CLOTHOÏDE :	46
3.	Les éléments de la clothoïde :	46
4.	LES PROPRIETES DE LA CLOTHOÏDE :	47
5.	LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT :	48
5.1	Condition de confort optique :	48
5.2	Condition de confort dynamique :	48
5.3	Condition de gauchissement :	48
5.4	La Vérification de non chevauchement :	49
6.	Calcul de la longueur de Clothilde et la vérification de non chevauchement :	49
7.	Calcul des paramètres des deux clothoïde :	50

## **Chapitre VI : Paramètres cinématiques**

1.	DEFINITION :	53
1.1	DISTANCE DE FREINAGE :	53
2.	TEMPS DE PERCEPTION ET DE REACTION :	55
3.	DISTANCE D'ARRET :	55
4.	DISTANCE DE PERCEPTION :	57
5.	ESPACEMENT ENTRE DEUX VEHICULES :	58
6.	DISTANCE DE VISIBILITES DE DEPASSANT ET DE MANŒUVRE:	59

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

1.	INTRODUCTION :	62
2.	LA CHAUSSEE :	62
2.2	Différents types de chaussées:	63
2.2.1	Chaussée souple :	63
3.	Chaussée semi-rigide :	64

4. Chaussée rigide :	65
5. LES DIFFERENTS FACTEURS A PRENDRE EN COMPTE POUR LE DIMENSIONNEMENT:	65
5.1 Trafic :	66
5.2 Environnement :	66
5.3 Le Sol Support :	66
5.4 Détermination de la classe du sol:	67
7.5 Matériaux :	67
6. METHODES DE DIMENSIONNEMENT :	67
6.1 Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):	67
6.2 Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials):	69
6.3 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :	69
7. APPLICATION AU PROJET :	69
7.1 Données de l'étude :	69

## **Chapitre VIII : Profil en travers**

1. DEFINITION:	73
2. TYPES DE PROFIL EN TRAVERS	73
2.1 profil en travers type :	73
2.2 profil en travers courants :	73
3. Les éléments de composition du profil en travers:	73
4. Application au projet :	75

## **Chapitre IX : Cubatures et mouvements des terres**

1. INTRODUCTION:	77
2. CUBATURES TERRASSEMENTS :	77
3. Méthode utilisée :	77
3.1 Description de la Méthode:	77
4. MOUVEMENT DES TERRES :	79
4.1 Métré de terrassement :	79
4.2 Foisonnement :	79
4.3 Moment de transport :	79
4.4 Distance moyenne de transport :	79

4.5 Epure de LALANNE :	80
4.6 Principe de l'épure de LALANNE :	80
4.7 Etablissement de l'épure de LALANNE :	80
4.8 Ligne de répartition des sens de transport:	81
5. Calculs des cubatures :	81

## **Chapitre XI : Signalisation routière**

1. INTRODUCTION :	87
2. L'OBJECTIF DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :	87
3. REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :	87
4. TYPES DE SIGNALISATIONS :	87
5. CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES :	90
6. APPLICATION AU PROJET :	90
7. ECLAIRAGE:	91
7.1 INTRODUCTION :	91
7.2 CATEGORIES D'ECLAIRAGE:	91
7.3 PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES:	91
7.4 APPLICATION AU PROJET	92
8. CONCLUSION :	92

# Liste des tableaux

<b>Tableau 2.1</b> : classification de terrain d'après B40 .....	8
<b>Tableau 2.2</b> : sinuosité.....	8
<b>Tableau 2.3</b> : environnement de la route .....	9
<b>Tableau 2.4</b> : coordonnées des points de la route existante.....	9
<b>Tableau 2.5</b> : les rayons.....	9
<b>Tableau 2.6</b> : valeurs des gisements et des distances.....	10
<b>Tableau 2.7</b> : tangentes aux cercles et rayons « route existante » .....	11
<b>Tableau 2.8</b> : vitesse de référence.....	13
<b>Tableau 2.9</b> : dénivelée cumulée « route existante ».....	13
<b>Tableau 3.1</b> : coordonnées des sommets .....	22
<b>Tableau 3.2</b> : valeurs des gisements et des distances .....	23
<b>Tableau 3.3</b> : tangentes aux cercles et rayons « route existante ».....	24
<b>Tableau 3.4</b> : dénivelée cumulée « route combiné ».....	26
<b>Tableau 3.5</b> : devers en fonction de l'environnement.....	34
<b>Tableau 3.6</b> : valeur du coefficient ft .....	34
<b>Tableau 3.7</b> : valeur du coefficient « f ».....	34
<b>Tableau 4.1</b> : coefficient d'équivalence « P.L/UVP » .....	41
<b>Tableau 4.2</b> : valeur de k1.....	42
<b>Tableau 4.3</b> : valeur de k2.....	42
<b>Tableau 4.4</b> : valeur de Cth capacité du profil en régime stable.....	42
<b>Tableau 5.1</b> : longueur de la clothoïde .....	50
<b>Tableau 5.2</b> : paramètres de clothoïde.....	50
<b>Tableau 6.1</b> : coefficient de frottement longitudinal fl en fonction de la vitesse (B40)...	53
<b>Tableau 6.2</b> : les différentes distances selon les normes (B40).....	60
<b>Tableau 7.1</b> : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR.....	66

<b>Tableau 7.2</b> : les classes de portance des sols .....	67
<b>Tableau 7.3</b> : coefficient d'équivalence.....	68
<b>Tableau 7.4</b> : épaisseurs du corps de chaussée.....	71
<b>Tableau 9.1</b> : cubatures détaillées.....	81
<b>Tableau 10.1</b> : Caractéristiques des lignes discontinues.....	89

# LISTE DES FIGURES

<b>FIGURE 1.1</b> : carte géographique de la wilaya de Mostaganem.....	3
<b>FIGURE 1.2</b> : carte réseau routier de la wilaya de Mostaganem .....	4
<b>FIGURE 1.3</b> : route nationale 11.....	4
<b>FIGURE 5.1</b> : les éléments de la clothoïde.....	46
<b>FIGURE 5.2</b> : la propriété de clothoïde .....	47
<b>FIGURE 5.3</b> : la limitation de la pente.....	48
<b>FIGURE 6.1</b> : Distance de freinage.....	53
<b>FIGURE 6.2</b> : Temps de perception-réaction.....	56
<b>FIGURE 6.3</b> : Distance de perception.....	57
<b>FIGURE 6.4</b> : L'espace entre deux véhicules.....	59
<b>FIGURE 7.1</b> : Structure type d'une chaussée souple.....	64
<b>FIGURE 7.2</b> : Structure type d'une chaussée semi-rigide.....	65
<b>FIGURE 7.3</b> : Structure type d'une chaussée rigide.....	65
<b>FIGURE 8.1</b> : Les éléments constitutifs du profil en travers.....	74
<b>FIGURE 8.2</b> : Le profil en travers.....	75
<b>FIGURE 8.3</b> : Dimensions du fossé.....	75
<b>FIGURE 9.1</b> : Schéma représentant la surface entre profil.....	78
<b>FIGURE 9.2</b> :L'épure de LALANNE.....	80
<b>FIGURE 9.3</b> : Sens de transport.....	81
<b>FIGURE 10.1</b> : Types de modulation.....	89
<b>FIGURE 10.2</b> : Flèche de signalisation.....	90
<b>FIGURE 10.3</b> : signalisation verticale.....	91
<b>FIGURE 10.4</b> : Paramètres de l'implantation des luminaires.....	93

# ***RESUME***

---

Notre projet de fin d'étude fait partie d'un tracé de la RN11 consiste à étudier en avant-projet détaillée d'un dédoublement reliant Sidi lakhdar avec Khadra sur 4 Km et ceci dans le cadre des prévisions du schéma national d'aménagement du territoire du schéma directeur routier

Dans notre projet de bretelle autoroutière, nous avons introduit le long de tracé des courbes de raccordement, respectant les normes imposées par le B40 pour assurer le confort et la sécurité de l'utilisateur car toute négligence peut être fatale.

# ***ABSTRACT***

---

Our end-of-study project is part of a route of the RN11 consists of a detailed preliminary study of a duplication linking Sidi lakhdar with Khadra over 4 km and this within the framework of the forecasts of the national development plan of the territory of the road master plan

In our motorway ramp project, we have introduced connection curves along the route, respecting the standards imposed by the B40 to ensure the comfort and safety of the user because any negligence can be fatal.

## ملخص

---

مشروع نهاية الدراسة الخاص بنا هو جزء من مسار الطريق السريع RN11 ويتكون من دراسة أولية مفصلة للازدواجية التي تربط سيدي لاخضر مع الخضرة على مسافة تزيد عن 4 كيلومترات وذلك في إطار توقعات خطة التنمية الوطنية لإقليم خطة الطريق الرئيسية.

في مشروعنا منحدر الطريق السريع ، قمنا بإدخال منحنيات اتصال على طول الطريق ، مع احترام المعايير التي تفرضها B40 لضمان راحة وسلامة المستخدم لأن أي إهمال يمكن أن يكون قاتلاً.

# **CHAPITRE 1**

## **PRESENTATION DU PROJET**

## **1. INTRODUCTION**

La route est sans doute la meilleure voie de communication car elle permet de lier deux points (agglomérations ou autres) quel que soit leurs positions géographiques, elle ne nécessite pas d'ouvrages spéciaux sauf dans des cas particuliers.

La route est l'outil privilégié d'aménagements des territoires et de lutte contre les disparités entre les régions. Elle reste le facteur du développement par excellence, grâce aux échanges des biens et des personnes qu'elle permet, elle facilite l'exploitation et le développement des richesses.

Par exemple la ville de KHADRA a un rôle principal d'assurer la liaison entre les différentes communes de la ville et faciliter la circulation de poids lourds vers CHLEF.

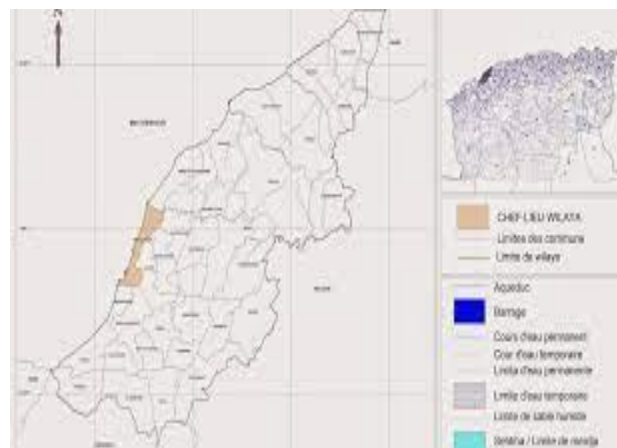
Cette ville à vocations principales agriculture et de pêche, ne cesse de se développer, surtout dans le domaine du tourisme. Elle constitue l'une des dernières villes limites entre les wilayas de Mostaganem et de Chlef.

L'objet de notre étude est la conception d'un dédoublement de la RN11 au niveau du tronçon entre SIDI LAKHDER et KHADRA, Car la route existante ne répond pas au flux croissant des véhicules surtout en été ( zone touristique) et en plus un taux d'accidents assez élevés (statistiques de la gendarmerie national et protection civile ).

## 2. PRESENTATION DE LA WILAYA

La wilaya de Mostaganem est située sur littoral Ouest du pays, elle dispose d'une façade maritime de 124 Km, Le chef lieu de la wilaya est située à 365 Km à l'Ouest de la capitale Alger. La wilaya de Mostaganem s'entend sur une superficie de 2269 km<sup>2</sup>.

C'est une ville qui se caractérise par un climat semi aride en hiver tempéré et un pluviomètre qui varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra. La route côtière a mis longtemps à être réalisée en entier, avant d'être promue au rang de route nationale 11 en 1910, plusieurs parties de sa composantes actuelle étaient classé chemin de grande communication numéro un plus ou moins jusqu'à Mostaganem, mais plusieurs parties n'ont été réalisé que quelque années avant qu'elle ne devienne une route national.



**Figure 1.1: carte géographique de la wilaya de Mostaganem.**

## 3. Réseau routier

La wilaya de Mostaganem comporte un réseau vaste de routes et de chemins réparti comme suit :

- Routes nationales 332 Kms.
- Chemins de wilaya 653,83 Kms
- Chemins communaux 1147,98 Kms



**Figure 1.2: carte réseau routier de la wilaya de Mostaganem.**

#### **4. Présentation du projet :**

Le projet de dédoublement de la RN 11 lie la localité de Benabdelmalek Ramdane a la limite de wilaya de Chlef. Il s'étend sur 62Km. Ce projet rentre dans le cadre du développement du secteur routier de la wilaya de Mostaganem.

Le présent projet consiste à un dédoublement de la route nationale 11 et en particulier le tronçon entre SIDI LAKHDER et KHADRA sur une longueur de 4 Km à un profil d'une route express (2 x 2) voies de 3.50 m de largeur chacune, séparées par GBA.



**figure1.3: route nationale 11.**

### **5. Objectif de l'étude**

L'objectif de cette étude est la prise en charge des flux actuels et futurs, de fluidifier la circulation et notamment au niveau des carrefours ou des congestions sont signalées. Le travail est structuré à partir de ce plan :

- Présentation et Justification du projet.
- Etude de trafic.
- La géométrie de la route (tracer en plan, profil en long, profil en travers).
- Etude géotechnique et dimensionnement de corps de chaussé.
- Etude d'assainissement.
- Dispositifs de sécurité et de signalisation.
- Devis estimatif et quantitatif.

**La catégorie** : Catégorie 2

#### **Le trafic :**

- TMJA : 7500 V/J
- Pourcentage de poids lourds : 25%
- Le taux d'accroissement :  $\tau=7\%$
- Durée d'étude et mise en service : 3 ans
- Durée de vie : 15 ans

#### **Profil en travers type**

Dédoublement :

- Accotement 2 x 1.80 m.
- Largeur de la route ( 2 x 3.5m)\*2.

**L'indice CBR** = 9

## **CHAPITRE 2**

# **ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE**

## 1. INTRODUCTION

La route existante est composée de cinq virages successifs. Elle est d'une longueur d'environ 4000 m et d'une largeur de 7.00 m. L'étude de cette route est axée sur les différentes étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route.
- Mesure des longueurs des tangentes.
- Détermination des rayons des parties circulaires.
- Calcul du pourcentage d'alignement droit et courbe.
- L'environnement de la route :
  - Dénivelée cumulée.
  - Sinuosité.
- Vitesse de référence Vr.
- Calcul des rayons en plan RHm, RHN, RHd et RHnd.
- Etude de trafic

## 2. Détermination de l'environnement de la route :

Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne Dc
- La sinuosité

### 2.1 Dénivelée cumulée moyenne :

La somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportée à la longueur de cet itinéraire, permet de mesurer la variation longitudinale du relief. (B40)

$$\frac{H}{L} = \frac{|\sum_{pi>0} PiLi + \sum_{pi<0} PiLi|}{L}$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie

**Tableau 2.1: Classification de terrain d'après B40**

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$DC \leq 1,5\%$
2	terrain vallonné	$1,5\% < DC \leq 4\%$
3	terrain montagneux	$DC > 4\%$

**2.2 Sinuosité :**

La sinuosité  $\sigma$  d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse  $L_s$  sur la longueur totale de l'itinéraire. La longueur sinueuse  $L_s$  est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200m. Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité

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

**Tableau 2.2: Sinuosité**

N°	CLASSIFICATION	SINUOSITE
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.10$
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

**Tableau 2.3: Environnement de la route:**

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonnée	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

**Tableau 2.4: Coordonnées des points de sommet de la route existante :**

sommet	X(m)	Y(m)
S1	277125.511	4015080.652
S2	277875.534	4015138.343
S3	277105.534	4015440.831
S4	276988.658	4015543.540
S5	276621.073	4015727.356
S6	277188.159	4016206.346
S7	279145.644	4017028.483

**Tableau 2.5 : les rayons**

R1	125 m
R2	265 m
R3	300 m
R4	235 m
R5	250 m

Tableau 2.6: Valeurs des gisements et des distances

$\Delta X$ ET $\Delta Y$		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
$\Delta X1$	750.023	S1_S2	95.113	$\beta 1$	171.283	752.24
$\Delta Y1$	57.691					
$\Delta X2$	-770	S2_S3	323.830	$\beta 2$	22.068	827.28
$\Delta Y2$	302.488					
$\Delta X3$	-116.876	S3_S4	345.898	$\beta 3$	16.378	155.59
$\Delta Y3$	102.709					
$\Delta X4$	-367.585	S4_S5	329.520	$\beta 4$	125.780	410.98
$\Delta Y4$	183.816					
$\Delta X5$	567.086	S5_S6	55.348	$\beta 5$	19.338	742.31
$\Delta Y5$	478.99					
$\Delta X6$	1957.485	S6_S7	74.686			2123.12
$\Delta Y6$	822.137					

### 3. Détermination des rayons en plan :

Le tracé de la route existante est composé de cinq (5) virages. La valeur du rayon est déterminée par la relation suivante:

$$ST = ST' = R.Tg\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

$$R = \frac{ST}{Tg\left(\frac{\beta}{2}\right)}$$

4. Calculs éléments de quatre raccords :

Bissectrice

$$BISS = R. \left( \frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$$

La développée

$$D = \frac{\pi. \beta. R}{200}$$

La flèche

$$F = R. \left( \cos \frac{\beta}{2} \right)$$

Tableau 2.7 Tangentes aux cercles et rayons "route existante"

Tout les calculs de rayon de la route existante sont illustrés dans le tableau suivant :

Angle au centre(gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
$\beta_1 = 17.1283$	125	544.788	336.313	152.95	27.95
$\beta_2 = 22.068$	265	46.396	91.86	526.03	261.03
$\beta_3 = 16.378$	300	38.804	77.179	597.54	297.52
$\beta_4 = 125.78$	235	354.893	462.325	363.81	128.81
$\beta_5 = 19.338$	250	38.206	75.826	497.12	247.12

**La longueur totale de tracé mesurée:**

$$L_t = 4000.85 \text{ m}$$

**La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC**

$$\sum D = LC = 1043.503 \text{ m}$$

**La longueur totale des alignements droits mesurée**

$$AD_1 = AS_1 - T_1$$

$$AD_1 = 752.24 - 544.788 = 207.542 \text{ m}$$

$$\mathbf{LAD = L_t - L_c}$$

$$LAD = 4000.85 - 1043.503 = 2965.347 \text{ m}$$

Pourcentage d'alignement droit = 73.97 %

Pourcentage courbe = 26.03%

**Condition vérifiée**

**5. vitesse de référence**

La vitesse de référence est la vitesse de circulation des véhicules sur une route à circulation normale et au-dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement en dehors des pointes. Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de route et par les conditions géographiques. La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

Le tableau ci-dessous nous donner la vitesse de référence:

**Tableau 2.8:Vitesse de référence**

<b>Environnement Catégorie</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
CAT1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT2	120-100-80	100- <b>80</b> -60	80-60-40
CAT3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT4	100-80-60	80-60-40	60-40
CAT5	80-60-40	60-40	40

**Vitesse Vr = 80 Km/h**

**6. Application au projet :**

**Tableau 2.9 : Dénivelée cumulée « route existante »**

<b>Profil n°</b>	<b>Abscisse</b>	<b>Longueur d'application</b>	<b>Point d'axe</b>			<b>DH</b>
			<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	
P1	0,000	12,500	277125,917	4015075,630	69,837	0,000
P2	25,000	25,000	277150,840	4015077,584	68,609	-1,228
P3	50,000	25,000	277175,764	4015079,539	67,381	-1,228
P4	75,000	25,000	277200,687	4015081,494	66,152	-1,228
P5	100,000	25,000	277225,611	4015083,449	64,924	-1,228

P6	125,000	25,000	277250,534	4015085,403	63,696	-1,228
P7	150,000	25,000	277275,457	4015087,358	62,369	-1,327
P8	175,000	25,000	277300,381	4015089,313	60,646	-1,723
P9	200,000	17,608	277325,304	4015091,268	58,507	-2,140
P10	210,215	12,500	277335,488	4015092,066	57,512	-0,994
P11	225,000	19,892	277350,129	4015094,064	55,990	-1,522
P12	250,000	25,000	277374,050	4015101,196	54,211	-1,779
P13	275,000	25,000	277396,148	4015112,802	55,786	1,575
P14	300,000	25,000	277415,598	4015128,446	58,326	2,540
P15	325,000	25,000	277431,671	4015147,543	60,866	2,540
P16	350,000	25,000	277443,766	4015169,378	63,405	2,540
P17	375,000	25,000	277451,428	4015193,134	65,945	2,540
P18	400,000	25,000	277454,372	4015217,921	68,485	2,540
P19	425,000	25,000	277452,488	4015242,810	71,024	2,540
P20	450,000	25,000	277445,845	4015266,871	73,564	2,540
P21	475,000	25,000	277434,693	4015289,202	76,104	2,540
P22	500,000	25,000	277419,449	4015308,967	78,612	2,509
P23	525,000	25,000	277400,683	4015325,427	80,850	2,238
P24	550,000	15,612	277379,100	4015337,964	82,770	1,919
P25	556,224	12,500	277373,380	4015340,417	83,178	0,408
P26	575,000	21,888	277355,951	4015347,401	83,939	0,761
P27	600,000	25,000	277332,745	4015356,699	83,968	0,030
P28	625,000	25,000	277309,538	4015365,997	83,803	-0,165
P29	650,000	25,000	277286,331	4015375,295	83,997	0,194
P30	675,000	25,000	277263,125	4015384,593	84,691	0,694
P31	700,000	25,000	277239,918	4015393,892	85,885	1,194
P32	725,000	25,000	277216,712	4015403,190	87,579	1,694

P33	750,000	25,000	277193,505	4015412,488	89,773	2,194
P34	775,000	24,707	277170,299	4015421,786	92,237	2,464
P35	799,413	12,500	277147,637	4015430,866	94,644	2,407
P36	800,000	12,793	277147,092	4015431,085	94,702	0,058
P37	825,000	25,000	277124,392	4015441,535	97,166	2,465
P38	850,000	25,000	277102,799	4015454,116	99,566	2,400
P39	875,000	17,940	277082,515	4015468,712	101,590	2,024
P40	885,880	12,500	277074,143	4015475,660	102,341	0,751
P41	900,000	19,560	277063,468	4015484,903	103,198	0,857
P42	925,000	25,000	277044,569	4015501,268	104,388	1,191
P43	950,000	17,092	277025,670	4015517,633	105,162	0,774
P44	959,185	12,500	277018,726	4015523,645	105,342	0,180
P45	975,000	20,408	277006,503	4015533,678	105,520	0,178
P46	1000,000	25,000	276986,151	4015548,185	105,461	-0,059
P47	1025,000	12,882	276964,663	4015560,947	104,985	-0,476
P48	1025,763	8,417	276963,990	4015561,308	104,964	-0,020
P49	1041,834	12,118	276949,824	4015568,896	104,859	-0,106
P50	1050,000	16,583	276942,692	4015572,873	105,190	0,331
P51	1075,000	25,000	276921,760	4015586,522	107,497	2,307
P52	1100,000	25,000	276902,361	4015602,274	110,025	2,529
P53	1125,000	25,000	276884,705	4015619,957	112,325	2,300
P54	1150,000	25,000	276868,983	4015639,380	114,376	2,050
P55	1175,000	25,000	276855,366	4015660,333	116,176	1,800
P56	1200,000	25,000	276844,002	4015682,588	117,727	1,550
P57	1225,000	25,000	276835,013	4015705,904	119,027	1,300
P58	1250,000	25,000	276828,497	4015730,028	120,077	1,050
P59	1275,000	25,000	276824,525	4015754,699	120,878	0,800

P60	1300,000	25,000	276823,140	4015779,649	121,428	0,550
P61	1325,000	25,000	276824,357	4015804,608	121,729	0,300
P62	1350,000	25,000	276828,162	4015829,306	121,875	0,146
P63	1375,000	25,000	276834,514	4015853,473	122,019	0,144
P64	1400,000	25,000	276843,345	4015876,850	122,164	0,144
P65	1425,000	25,000	276854,559	4015899,181	122,308	0,144
P66	1450,000	25,000	276868,034	4015920,225	122,453	0,144
P67	1475,000	25,000	276883,624	4015939,754	122,597	0,144
P68	1500,000	17,486	276901,160	4015957,557	122,742	0,144
P69	1509,972	12,500	276908,656	4015964,132	122,799	0,058
P70	1525,000	20,014	276920,157	4015973,805	122,886	0,087
P71	1550,000	25,000	276939,289	4015989,897	123,031	0,144
P72	1575,000	25,000	276958,422	4016005,989	123,175	0,144
P73	1600,000	25,000	276977,554	4016022,081	123,319	0,144
P74	1625,000	25,000	276996,687	4016038,173	123,464	0,144
P75	1650,000	25,000	277015,819	4016054,265	123,608	0,144
P76	1675,000	25,000	277034,952	4016070,357	123,753	0,144
P77	1700,000	25,000	277054,084	4016086,449	123,897	0,144
P78	1725,000	25,000	277073,217	4016102,540	124,042	0,144
P79	1750,000	25,000	277092,349	4016118,632	124,186	0,144
P80	1775,000	25,000	277111,481	4016134,724	124,331	0,144
P81	1800,000	25,000	277130,614	4016150,816	124,475	0,144
P82	1825,000	20,537	277149,746	4016166,908	124,619	0,144
P83	1841,075	12,500	277162,048	4016177,255	124,712	0,093
P84	1850,000	16,963	277168,980	4016182,877	124,764	0,052
P85	1875,000	25,000	277189,411	4016197,266	124,908	0,144
P86	1900,000	20,713	277211,177	4016209,544	125,053	0,144

P87	1916,427	12,500	277226,100	4016216,401	125,148	0,095
P88	1925,000	16,787	277234,004	4016219,723	125,197	0,050
P89	1950,000	25,000	277257,051	4016229,410	125,342	0,144
P90	1975,000	25,000	277280,098	4016239,097	125,486	0,144
P91	2000,000	25,000	277303,145	4016248,783	125,631	0,144
P92	2025,000	25,000	277326,192	4016258,470	125,775	0,144
P93	2050,000	25,000	277349,239	4016268,157	125,919	0,144
P94	2075,000	25,000	277372,286	4016277,843	126,064	0,144
P95	2100,000	25,000	277395,333	4016287,530	126,208	0,144
P96	2125,000	25,000	277418,380	4016297,217	126,353	0,144
P97	2150,000	25,000	277441,427	4016306,903	126,497	0,144
P98	2175,000	25,000	277464,474	4016316,590	126,642	0,144
P99	2200,000	25,000	277487,522	4016326,277	126,786	0,144
P100	2225,000	25,000	277510,569	4016335,964	126,931	0,144
P101	2250,000	25,000	277533,616	4016345,650	127,075	0,144
P102	2275,000	25,000	277556,663	4016355,337	127,219	0,144
P103	2300,000	25,000	277579,710	4016365,024	127,364	0,144
P104	2325,000	25,000	277602,757	4016374,710	127,508	0,144
P105	2350,000	25,000	277625,804	4016384,397	127,653	0,144
P106	2375,000	25,000	277648,851	4016394,084	127,797	0,144
P107	2400,000	25,000	277671,898	4016403,771	127,942	0,144
P108	2425,000	25,000	277694,945	4016413,457	128,086	0,144
P109	2450,000	25,000	277717,992	4016423,144	128,231	0,144
P110	2475,000	25,000	277741,039	4016432,831	128,375	0,144
P111	2500,000	25,000	277764,086	4016442,517	128,519	0,144
P112	2525,000	25,000	277787,134	4016452,204	128,664	0,144
P113	2550,000	25,000	277810,181	4016461,891	128,808	0,144

P114	2575,000	25,000	277833,228	4016471,578	128,953	0,144
P115	2600,000	25,000	277856,275	4016481,264	129,097	0,144
P116	2625,000	25,000	277879,322	4016490,951	129,242	0,144
P117	2650,000	25,000	277902,369	4016500,638	129,386	0,144
P118	2675,000	25,000	277925,416	4016510,324	129,531	0,144
P119	2700,000	25,000	277948,463	4016520,011	129,675	0,144
P120	2725,000	25,000	277971,510	4016529,698	129,819	0,144
P121	2750,000	25,000	277994,557	4016539,385	129,964	0,144
P122	2775,000	25,000	278017,604	4016549,071	130,108	0,144
P123	2800,000	25,000	278040,651	4016558,758	130,253	0,144
P124	2825,000	25,000	278063,698	4016568,445	130,397	0,144
P125	2850,000	25,000	278086,746	4016578,131	130,542	0,144
P126	2875,000	25,000	278109,793	4016587,818	130,686	0,144
P127	2900,000	25,000	278132,840	4016597,505	130,831	0,144
P128	2925,000	25,000	278155,887	4016607,191	130,975	0,144
P129	2950,000	25,000	278178,934	4016616,878	131,119	0,144
P130	2975,000	25,000	278201,981	4016626,565	131,264	0,144
P131	3000,000	25,000	278225,028	4016636,252	131,408	0,144
P132	3025,000	25,000	278248,075	4016645,938	131,553	0,144
P133	3050,000	25,000	278271,122	4016655,625	131,697	0,144
P134	3075,000	25,000	278294,169	4016665,312	131,842	0,144
P135	3100,000	25,000	278317,216	4016674,998	131,986	0,144
P136	3125,000	25,000	278340,263	4016684,685	132,131	0,144
P137	3150,000	25,000	278363,310	4016694,372	132,275	0,144
P138	3175,000	25,000	278386,357	4016704,059	132,419	0,144
P139	3200,000	25,000	278409,405	4016713,745	132,564	0,144
P140	3225,000	25,000	278432,452	4016723,432	132,708	0,144

P141	3250,000	25,000	278455,499	4016733,119	132,853	0,144
P142	3275,000	25,000	278478,546	4016742,805	132,997	0,144
P143	3300,000	25,000	278501,593	4016752,492	133,142	0,144
P144	3325,000	25,000	278524,640	4016762,179	133,286	0,144
P145	3350,000	25,000	278547,687	4016771,866	133,431	0,144
P146	3375,000	25,000	278570,734	4016781,552	133,575	0,144
P147	3400,000	25,000	278593,781	4016791,239	133,719	0,144
P148	3425,000	25,000	278616,828	4016800,926	133,864	0,144
P149	3450,000	25,000	278639,875	4016810,612	134,008	0,144
P150	3475,000	25,000	278662,922	4016820,299	134,153	0,144
P151	3500,000	25,000	278685,969	4016829,986	134,297	0,144
P152	3525,000	25,000	278709,017	4016839,672	134,442	0,144
P153	3550,000	25,000	278732,064	4016849,359	134,586	0,144
P154	3575,000	25,000	278755,111	4016859,046	134,731	0,144
P155	3600,000	25,000	278778,158	4016868,733	134,875	0,144
P156	3625,000	25,000	278801,205	4016878,419	135,019	0,144
P157	3650,000	25,000	278824,252	4016888,106	135,164	0,144
P158	3675,000	25,000	278847,299	4016897,793	135,308	0,144
P159	3700,000	25,000	278870,346	4016907,479	135,453	0,144
P160	3725,000	25,000	278893,393	4016917,166	135,597	0,144
P161	3750,000	25,000	278916,440	4016926,853	135,742	0,144
P162	3775,000	25,000	278939,487	4016936,540	135,886	0,144
P163	3800,000	25,000	278962,534	4016946,226	136,031	0,144
P164	3825,000	25,000	278985,581	4016955,913	136,175	0,144
P165	3850,000	25,000	279008,629	4016965,600	136,319	0,144
P166	3875,000	25,000	279031,676	4016975,286	136,464	0,144
P167	3900,000	25,000	279054,723	4016984,973	136,608	0,144

P168	3925,000	25,000	279077,770	4016994,660	136,753	0,144
P169	3950,000	25,000	279100,817	4017004,347	136,897	0,144
P170	3975,000	25,000	279123,864	4017014,033	137,042	0,144
P171	4000,000	12,894	279146,911	4017023,720	137,186	0,144
P172	4000,789	0,394	279147,638	4017024,026	137,191	0,005
<b>L Total=</b>	<b>4000,789</b>				<b>DH Total=</b>	<b>67,353</b>

$$DC\% = 1,68\%$$

**Dénivelée cumulée moyenne :**

$$DC = 1.68\%$$

$$1,5\% < DC \leq 4\%$$

**DONC:** Terrain Vallonné

**Sinuosité :**

$$\sigma = \frac{Ls}{L} = \frac{336.313}{4000.789} = 0.084$$

$$\sigma \leq 0.10$$

**Donc :** Sinuosité moyenne.

- terrain plat
- Sinuosité moyenne

**ALORS:**

Environnement E2

Vitesse de référence :  $V_r = 80 \text{ km/h}$

## **CHAPITRE 3**

# **PRESENTATION DU PROJET**

**1. Les variantes :**

Les variantes sont en première approximation composées d’alignements droits raccordés par des arcs de cercles. Notre présente étude s’effectue sur les étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées définissant l’axe de notre variante ainsi que les angles au centre des parties circulaires.
- L’environnement de la route.
- Dénivelée cumulée.
- Sinuosité.
- Vitesse de référence  $V_r$ .
- Les rayons en plan RHm, RHN, Rhd et RHnd.
- Choix des rayons.
- Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- Déclivités « profil en long ».
- Cubatures approchées.

**2. ETUDE DE LA VARIANTE :**

Les coordonnées planimétriques des sommets:

**Tableau 3.1 coordonnées des sommets**

SOMMET	COORDONNEES		RAYON(m)
	X(m)	Y(m)	
S1	277125,917	4015075,630	
S2	277885,545	4015135,208	130
S3	277107,131	4015447,096	260
S4	276993,456	4015545,526	300
S5	276637,579	4015736,135	240
S6	277191,102	4016201,692	250
S7	279147,638	4017024,026	

tableau 3.2: Valeurs des gisements et des distances

$\Delta X$ ET $\Delta Y$		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distance s (m)
$\Delta X1$	759.628	S1_S2	95.017	$\beta 1$	170.756	761.96
$\Delta Y1$	59.578					
$\Delta X2$	-778.414	S2_S3	324.261	$\beta 2$	21.172	838.57
$\Delta Y2$	311.888					
$\Delta X3$	-113.675	S3_S4	345.433	$\beta 3$	14.128	150.36
$\Delta Y3$	98.430					
$\Delta X4$	-355.877	S4_S5	331.305	$\beta 4$	124.176	403.71
$\Delta Y4$	190.609					
$\Delta X5$	553.523	S5_S6	55.481	$\beta 5$	19.188	723.27
$\Delta Y5$	465.557					
$\Delta X6$	1956.536	S6_S7	74.669			2122.32
$\Delta Y6$	822.334					

3. Calculs éléments de quatre raccords :

Bissectrice

$$BISS = R \cdot \left( \frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$$

La développée

$$D = \frac{\pi \cdot \beta \cdot R}{200}$$

La flèche

$$F = R. \left( \cos \frac{\beta}{2} \right)$$

**tableau 3.3: Tangentes aux cercles et rayons "route existante"**

Angle au centre(gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
$\beta_1 = 170.756$	130	551.73	346.01	159.37	29.369
$\beta_2 = 21.172$	260	43.630	86.46	516.42	256.414
$\beta_3 = 14.128$	300	33.420	66.57	598.16	298.155
$\beta_4 = 124.176$	240	354.200	468.13	374.66	134.652
$\beta_5 = 19.188$	250	37.960	75.35	524.17	247.166

**La longueur totale de tracé mesurée:**

$$L_t = 4000.83m$$

**La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC**

$$\sum D = LC = 1042.521m$$

**La longueur totale des alignements droits mesurée**

$$LAD = L_t - L_c$$

$$LAD = 4000.83 - 1042.521 = 2958.309$$

Pourcentage d'alignement droit = 73.94 %

Pourcentage courbe = 26.06 %

**Condition vérifiée**

#### 4. Application au projet

Tableau 3.4 : Dénivelée cumulée « route combiné »

rofil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			DH
			X(m)	Y(m)	Z(m)	
P1	0,000	12,500	277125,917	4015075,630	69,837	0,000
P2	25,000	25,000	277150,840	4015077,584	68,596	-1,241
P3	50,000	25,000	277175,764	4015079,539	67,355	-1,241
P4	75,000	25,000	277200,687	4015081,494	66,114	-1,241
P5	100,000	25,000	277225,611	4015083,449	64,873	-1,241
P6	125,000	25,000	277250,534	4015085,403	63,632	-1,241
P7	150,000	25,000	277275,457	4015087,358	62,390	-1,242
P8	175,000	25,000	277300,381	4015089,313	60,804	-1,586
P9	200,000	17,608	277325,304	4015091,268	58,592	-2,211
P10	210,215	12,500	277335,488	4015092,066	57,549	-1,044
P11	225,000	19,892	277350,129	4015094,064	56,366	-1,183
P12	250,000	25,000	277374,050	4015101,196	56,343	-0,023
P13	275,000	25,000	277396,148	4015112,802	57,635	1,292
P14	300,000	25,000	277415,598	4015128,446	58,985	1,350
P15	325,000	25,000	277431,671	4015147,543	60,705	1,720
P16	350,000	25,000	277443,766	4015169,378	62,842	2,137
P17	375,000	25,000	277451,428	4015193,134	65,395	2,553
P18	400,000	25,000	277454,372	4015217,921	68,365	2,970
P19	425,000	25,000	277452,488	4015242,810	71,752	3,387
P20	450,000	25,000	277445,845	4015266,871	74,960	3,208
P21	475,000	25,000	277434,693	4015289,202	76,826	1,866
P22	500,000	25,000	277419,449	4015308,967	77,654	0,829
P23	525,000	25,000	277400,683	4015325,427	78,425	0,771

P24	550,000	15,612	277379,100	4015337,964	79,226	0,801
P25	556,224	12,500	277373,380	4015340,417	79,445	0,219
P26	575,000	21,888	277355,951	4015347,401	80,159	0,713
P27	600,000	25,000	277332,745	4015356,699	81,230	1,071
P28	625,000	25,000	277309,538	4015365,997	82,440	1,210
P29	650,000	25,000	277286,331	4015375,295	83,789	1,349
P30	675,000	25,000	277263,125	4015384,593	85,276	1,488
P31	700,000	25,000	277239,918	4015393,892	86,903	1,627
P32	725,000	25,000	277216,712	4015403,190	88,669	1,766
P33	750,000	25,000	277193,505	4015412,488	90,573	1,904
P34	775,000	24,707	277170,299	4015421,786	92,617	2,043
P35	799,413	12,500	277147,637	4015430,866	94,746	2,129
P36	800,000	12,793	277147,092	4015431,085	94,799	0,053
P37	825,000	25,000	277124,392	4015441,535	97,120	2,321
P38	850,000	25,000	277102,799	4015454,116	99,559	2,439
P39	875,000	17,940	277082,515	4015468,712	101,996	2,436
P40	885,880	12,500	277074,143	4015475,660	102,940	0,944
P41	900,000	19,560	277063,468	4015484,903	103,989	1,049
P42	925,000	25,000	277044,569	4015501,268	105,356	1,368
P43	950,000	17,092	277025,670	4015517,633	106,099	0,743
P44	959,185	12,500	277018,726	4015523,645	106,215	0,116
P45	975,000	20,408	277006,503	4015533,678	106,217	0,002
P46	1000,000	25,000	276986,151	4015548,185	105,721	-0,497
P47	1025,000	12,882	276964,663	4015560,947	105,115	-0,606
P48	1025,763	8,417	276963,990	4015561,308	105,109	-0,006
P49	1041,834	12,118	276949,824	4015568,896	105,259	0,151
P50	1050,000	16,583	276942,692	4015572,873	105,534	0,274

P51	1075,000	25,000	276921,760	4015586,522	107,203	1,669
P52	1100,000	25,000	276902,361	4015602,274	109,526	2,323
P53	1125,000	25,000	276884,705	4015619,957	111,850	2,324
P54	1150,000	25,000	276868,983	4015639,380	114,089	2,239
P55	1175,000	25,000	276855,366	4015660,333	115,939	1,850
P56	1200,000	25,000	276844,002	4015682,588	117,372	1,433
P57	1225,000	25,000	276835,013	4015705,904	118,388	1,016
P58	1250,000	25,000	276828,497	4015730,028	118,988	0,600
P59	1275,000	25,000	276824,525	4015754,699	119,214	0,226
P60	1300,000	25,000	276823,140	4015779,649	119,379	0,165
P61	1325,000	25,000	276824,357	4015804,608	119,544	0,165
P62	1350,000	25,000	276828,162	4015829,306	119,709	0,165
P63	1375,000	25,000	276834,514	4015853,473	119,874	0,165
P64	1400,000	25,000	276843,345	4015876,850	120,039	0,165
P65	1425,000	25,000	276854,559	4015899,181	120,204	0,165
P66	1450,000	25,000	276868,034	4015920,225	120,369	0,165
P67	1475,000	25,000	276883,624	4015939,754	120,533	0,165
P68	1500,000	17,486	276901,160	4015957,557	120,698	0,165
P69	1509,972	12,500	276908,656	4015964,132	120,764	0,066
P70	1525,000	20,014	276920,157	4015973,805	120,863	0,099
P71	1550,000	25,000	276939,289	4015989,897	121,028	0,165
P72	1575,000	25,000	276958,422	4016005,989	121,193	0,165
P73	1600,000	25,000	276977,554	4016022,081	121,358	0,165
P74	1625,000	25,000	276996,687	4016038,173	121,523	0,165
P75	1650,000	25,000	277015,819	4016054,265	121,688	0,165
P76	1675,000	25,000	277034,952	4016070,357	121,852	0,165
P77	1700,000	25,000	277054,084	4016086,449	122,017	0,165
P78	1725,000	25,000	277073,217	4016102,540	122,182	0,165

P79	1750,000	25,000	277092,349	4016118,632	122,347	0,165
P80	1775,000	25,000	277111,481	4016134,724	122,512	0,165
P81	1800,000	25,000	277130,614	4016150,816	122,677	0,165
P82	1825,000	20,537	277149,746	4016166,908	122,842	0,165
P83	1841,075	12,500	277162,048	4016177,255	122,948	0,106
P84	1850,000	16,963	277168,980	4016182,877	123,007	0,059
P85	1875,000	25,000	277189,411	4016197,266	123,171	0,165
P86	1900,000	20,713	277211,177	4016209,544	123,336	0,165
P87	1916,427	12,500	277226,100	4016216,401	123,445	0,108
P88	1925,000	16,787	277234,004	4016219,723	123,501	0,057
P89	1950,000	25,000	277257,051	4016229,410	123,666	0,165
P90	1975,000	25,000	277280,098	4016239,097	123,831	0,165
P91	2000,000	25,000	277303,145	4016248,783	123,996	0,165
P92	2025,000	25,000	277326,192	4016258,470	124,161	0,165
P93	2050,000	25,000	277349,239	4016268,157	124,326	0,165
P94	2075,000	25,000	277372,286	4016277,843	124,490	0,165
P95	2100,000	25,000	277395,333	4016287,530	124,655	0,165
P96	2125,000	25,000	277418,380	4016297,217	124,820	0,165
P97	2150,000	25,000	277441,427	4016306,903	124,985	0,165
P98	2175,000	25,000	277464,474	4016316,590	125,150	0,165
P99	2200,000	25,000	277487,522	4016326,277	125,315	0,165
P100	2225,000	25,000	277510,569	4016335,964	125,480	0,165
P101	2250,000	25,000	277533,616	4016345,650	125,644	0,165
P102	2275,000	25,000	277556,663	4016355,337	125,809	0,165
P103	2300,000	25,000	277579,710	4016365,024	125,974	0,165
P104	2325,000	25,000	277602,757	4016374,710	126,139	0,165
P105	2350,000	25,000	277625,804	4016384,397	126,304	0,165
P106	2375,000	25,000	277648,851	4016394,084	126,469	0,165

P107	2400,000	25,000	277671,898	4016403,771	126,634	0,165
P108	2425,000	25,000	277694,945	4016413,457	126,799	0,165
P109	2450,000	25,000	277717,992	4016423,144	126,963	0,165
P110	2475,000	25,000	277741,039	4016432,831	127,128	0,165
P111	2500,000	25,000	277764,086	4016442,517	127,293	0,165
P112	2525,000	25,000	277787,134	4016452,204	127,458	0,165
P113	2550,000	25,000	277810,181	4016461,891	127,623	0,165
P114	2575,000	25,000	277833,228	4016471,578	127,788	0,165
P115	2600,000	25,000	277856,275	4016481,264	127,953	0,165
P116	2625,000	25,000	277879,322	4016490,951	128,118	0,165
P117	2650,000	25,000	277902,369	4016500,638	128,282	0,165
P118	2675,000	25,000	277925,416	4016510,324	128,447	0,165
P119	2700,000	25,000	277948,463	4016520,011	128,612	0,165
P120	2725,000	25,000	277971,510	4016529,698	128,777	0,165
P121	2750,000	25,000	277994,557	4016539,385	128,942	0,165
P122	2775,000	25,000	278017,604	4016549,071	129,107	0,165
P123	2800,000	25,000	278040,651	4016558,758	129,272	0,165
P124	2825,000	25,000	278063,698	4016568,445	129,437	0,165
P125	2850,000	25,000	278086,746	4016578,131	129,601	0,165
P126	2875,000	25,000	278109,793	4016587,818	129,766	0,165
P127	2900,000	25,000	278132,840	4016597,505	129,931	0,165
P128	2925,000	25,000	278155,887	4016607,191	130,096	0,165
P129	2950,000	25,000	278178,934	4016616,878	130,261	0,165
P130	2975,000	25,000	278201,981	4016626,565	130,426	0,165
P131	3000,000	25,000	278225,028	4016636,252	130,591	0,165
P132	3025,000	25,000	278248,075	4016645,938	130,756	0,165
P133	3050,000	25,000	278271,122	4016655,625	130,920	0,165
P134	3075,000	25,000	278294,169	4016665,312	131,085	0,165

P135	3100,000	25,000	278317,216	4016674,998	131,250	0,165
P136	3125,000	25,000	278340,263	4016684,685	131,415	0,165
P137	3150,000	25,000	278363,310	4016694,372	131,580	0,165
P138	3175,000	25,000	278386,357	4016704,059	131,745	0,165
P139	3200,000	25,000	278409,405	4016713,745	131,910	0,165
P140	3225,000	25,000	278432,452	4016723,432	132,074	0,165
P141	3250,000	25,000	278455,499	4016733,119	132,239	0,165
P142	3275,000	25,000	278478,546	4016742,805	132,404	0,165
P143	3300,000	25,000	278501,593	4016752,492	132,569	0,165
P144	3325,000	25,000	278524,640	4016762,179	132,734	0,165
P145	3350,000	25,000	278547,687	4016771,866	132,899	0,165
P146	3375,000	25,000	278570,734	4016781,552	133,064	0,165
P147	3400,000	25,000	278593,781	4016791,239	133,229	0,165
P148	3425,000	25,000	278616,828	4016800,926	133,393	0,165
P149	3450,000	25,000	278639,875	4016810,612	133,558	0,165
P150	3475,000	25,000	278662,922	4016820,299	133,723	0,165
P151	3500,000	25,000	278685,969	4016829,986	133,888	0,165
P152	3525,000	25,000	278709,017	4016839,672	134,053	0,165
P153	3550,000	25,000	278732,064	4016849,359	134,218	0,165
P154	3575,000	25,000	278755,111	4016859,046	134,383	0,165
P155	3600,000	25,000	278778,158	4016868,733	134,548	0,165
P156	3625,000	25,000	278801,205	4016878,419	134,712	0,165
P157	3650,000	25,000	278824,252	4016888,106	134,877	0,165
P158	3675,000	25,000	278847,299	4016897,793	135,042	0,165
P159	3700,000	25,000	278870,346	4016907,479	135,207	0,165
P160	3725,000	25,000	278893,393	4016917,166	135,372	0,165
P161	3750,000	25,000	278916,440	4016926,853	135,537	0,165
P162	3775,000	25,000	278939,487	4016936,540	135,702	0,165

P163	3800,000	25,000	278962,534	4016946,226	135,867	0,165
P164	3825,000	25,000	278985,581	4016955,913	136,031	0,165
P165	3850,000	25,000	279008,629	4016965,600	136,196	0,165
P166	3875,000	25,000	279031,676	4016975,286	136,361	0,165
P167	3900,000	25,000	279054,723	4016984,973	136,526	0,165
P168	3925,000	25,000	279077,770	4016994,660	136,691	0,165
P169	3950,000	25,000	279100,817	4017004,347	136,856	0,165
P170	3975,000	25,000	279123,864	4017014,033	137,021	0,165
P171	4000,000	12,894	279146,911	4017023,720	137,186	0,165
P172	4000,789	0,394	279147,638	4017024,026	137,191	0,005
<b>L Total=</b>	<b>4000,789</b>				<b>DH Total=</b>	<b>67,353</b>

**Dénivelée cumulée moyenne :**

DC=1.68%

$$1,5\% < DC \leq 4\%$$

**DONC:** Terrain Vallonné

**Sinuosité :**

$$\sigma = \frac{Ls}{L} = \frac{129}{4000.83} = 0.032$$

$$\sigma \leq 0.10$$

**Donc :** Sinuosité moyenne.

- terrain plat
- Sinuosité moyenne

**ALORS:**

Environnement E2

Vitesse de référence : Vr = 80 km/h

#### 4. Courbes en plan :

Dans un virage, le véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à lui 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 exprimée par sa tangente.

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

##### 5.1 Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

C'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un devers maximal et parcourue par la vitesse de référence.

$$RHm = \frac{Vr(km/h)^2}{127(f_t + d_{max})}$$

##### 5.2 Le rayon minimal normal (RHN) :

Le rayon minimal normal (RHN) doit permettre à des véhicules dépassant Vr de 20km/h de rouler en sécurité

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

##### 5.3 Le rayon au devers minimal RHd :

RHd est le rayon au deçà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'effet centrifuge résiduel soit équivalent à celui subi par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit (devers : - d min %).

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2 - dmin)}$$

**Dmin** = 2.5% en catégorie 1 – 2

**Dmin** = 3% en catégorie 3– 4

##### 5.4 Le rayon non déversé RHnd :

C'est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle que peut parcourir un véhicule roulant à la vitesse  $V = Vr$  présente un devers vers l'extérieur.

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(F'' - dmin)}$$

5. Stabilité en courbe :

6.1 Détermination des dévers  $d_{max}$  et  $d_{min}$ :

Tableau 3.5 : Devers en fonction de l'environnement.

	Cat 1	<b>Cat 2</b>	Cat 3	Cat 4	Cat 5
$D_{min}(\%)$	-2.5	<b>-2.5</b>	-3	-3	-4
$D_{max}(\%)$	7	<b>7</b>	8	8	9

6.2 Détermination du coefficient transversal  $f_t$  :

Tableau 3.6: Valeur du coefficient  $f_t$ .

Vr	40	60	<b>80</b>	100	120	140
Cat 1-2	0.22	0.16	<b>0.13</b>	0.11	0.1	0.1
Cat 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	/

✓ Détermination du coefficient  $F''$  en fonction de la catégorie :

Tableau 3.7: Valeur du coefficient « F'' ».

Catégories	Cat1	<b>Cat 2</b>	Cat 3	Cat 4	Cat 5
$F''$	0.06	<b>0.06</b>	0.07	0.075	0.075

6.3 Détermination des rayons en plan :

❖ Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

$$RHm = \frac{80^2}{127 (0,13 + 0,07)} = 252 \text{ m}$$

❖ Le rayon minimal normal (RHN) :

$$RHN = \frac{(80+20)^2}{127 (0,13 + 0,07)} = 437.44\text{m}$$

❖ Le rayon au devers minimal RHd :

$$RHd = \frac{80^2}{127 \cdot 2 \cdot 0,025} = 1008 \text{ m}$$

❖ Le rayon non déversé RHnd :

$$RHnd = \frac{80^2}{127 (0,06 - 0,025)} = 1440 \text{ m}$$

#### 6.4 Paramètres fondamentaux :

D’après le règlement des normes d’aménagements routiers **B40**, pour un environnement E2 et une catégorie **C2** et une vitesse de base **VB = 80 km/h** on définit les paramètres dans le tableau suivants :

Paramètres	Symboles	Valeurs calculées	Valeur selon B-40
Rayon horizontale minimale (m)	RHm	252	250
Rayon horizontale normale (m)	RHn	437.44	450
Rayon horizontale déversé (m)	RHd	1008	1000
Rayon horizontale non déversé (m)	RHnd	1440	1400

# **CHAPITRE 4**

## **ETUDE DE TRAFIC**

## 1. INTRODUCTION

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic, son agressivité et aussi le type d'aménagement à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (TJMA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

Cette conception est basée sur des prévisions des trafics sur les réseaux routiers nécessaires:

- pour définir les caractéristiques techniques des différentes tranches de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues.
- pour estimer les coûts de fonctionnement des véhicules.
- pour estimer les coûts d'entretien du réseau routier, qui sont fonction du volume de circulation.
- apprécier la valeur économique des projets routiers.

## 2. L'analyse des trafics existants

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires à savoir :

- Comptages manuels
- Comptages automatiques

Ces deux types, permettent de mesurer le trafic sur un tronçon. En ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs ont maintenant la capacité de discriminer les véhicules légers et les poids lourds.

- a) **Les enquêtes de type cordon** : elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.
- b) **Les enquêtes qualitatives** : elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement...etc.

### 3. Les différents types de trafics

En général, on distingue quatre types de trafics:

- a) **Le trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le nouveau projet
- b) **Le trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant la dérivation de trafic. Ce n'est qu'un transfert vers un autre moyen pour atteindre la même destination.
- c) **Trafic induit** : C'est le trafic résultant des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations. Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier
- d) **Trafics total** : C'est le trafic total sur le nouveau aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

### 4. Modèle de présentation de trafics

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaine.

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

#### 4.1 Prolongation de l'évolution passée

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

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

Où :

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

$\tau$  : est le taux de croissance

## **4.2 Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques :**

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

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

## **4.3 Modèle gravitaire**

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

## **4.4 Modèle de facteur croissance**

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine – destination. La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

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

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

## 5. Calcul de la capacité:

### 5.1 Définition de la capacité:

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

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

### 5.2 Projection futur du trafic :

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

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

**Avec :**

**TJMA<sub>h</sub>** : le trafic à l'année horizon.

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

**n** : nombre d'année

**$\tau$**  : taux d'accroissement du trafic (%).

### 5.3 Calcul de trafic effectif

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

$$T_{\text{eff}} = [(1 - PL) + P \cdot PL] \cdot T_{JMA_h}$$

**Avec :**

$T_{\text{eff}}$ : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

$PL$  : pourcentage de poids lourd.

$P$  : coefficient d'équivalence pour le poids lourds qu'il dépend

**Tableau 4.1:** Coefficient d'équivalence «P.L/UVP »

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

### 5.4 Débit de pointe horaire normale

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

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

$Q$  : débit de pointe horaire

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

$T_{\text{eff}}$ : trafic effectif

### 5.5 Débit horaire admissible

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

$$Q_{\text{adm}} = K1 \cdot K2 \cdot C_{\text{th}}$$

Avec :

**Tableau 4.2** valeur de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

**Tableau 4.3** valeur de K2

Environnement	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.98	0.98

**Tableau 4.4 :** valeurs de **C<sub>th</sub>** capacité théorique du profil en travers en régime stable.

	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

**5-6- Déterminations du nombre des voies :**

Le nombre de voies de circulation est variable selon le volume de circulation projeté à terme et les niveaux de services attendus.

- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :**

On compare **Q** a **Q<sub>adm</sub>** en prend le profil permettant d'avoir :

$$Q \leq Q_{adm}$$

- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle :**

On nombre de voie par chaussée est le nombre entier le plus proche du rapport :

$$N = S \cdot Q / Q_{adm}$$

**Avec :**

**n:** le nombre de voie.

**Q<sub>adm</sub>:** Débit admissible par voie.

**S :** coefficient dissymétrie, en général=2/3.

## 6. APPLICATION DE PROJET :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la DTP de Mostaganem qui sont suivants :

- Le trafic à l'année de compactage 2019  $TJMA_{2019} = 7500$  v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 7\%$
- La vitesse de base sur le tracé  $V_b = 60$  km/h
- Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 25\%$
- L'année de mise en service sera en **2022**
- $n = 3$  ans (étude + réalisation)
- Environnement E2 – Catégorie **C2**
- La durée de vie estimée de **15 ans**
- Coefficient d'équivalence pour le poids lourd :  $p=3$

### 6.1 Projection future de trafic :

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

Avec :

$T_n$ : trafic à l'horizon (année de mise en service 2022)

$T_0$  : trafic à l'année zéro (origine 2019)

$$TMJA_{2019} = 7500 (1 + 0.07)^3 = 9188 \text{ v/j}$$

**Donc**

Trafic à l'année horizon (2038) pour une durée de vie de 15 Ans :

$$TMJA_{2037} = 9188 (1 + 0,07)^{15} = 25350 \text{ v/j}$$

### 6.2 Calcul du trafic effectif :

$$T_{\text{eff}} = [(1 - PL) + P \cdot PL] \cdot TJMA_h$$

Avec:

**P**: coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds. Pour une route à 2x2

Voies et un environnement E2 on a : **P = 3**

**PL**: le pourcentage de poids lourds est égal à : **25%**

$$T_{\text{eff}} = 25350 \times [(1 - 0.25) + 3 \times 0.25]$$

$$T_{\text{eff}} = 38025 \text{ uvp/h}$$

### 6.3 Débit de pointe horaire normal :

➤ Année de mise en service :

$$Q \text{ (uvp/h)} = 0,12 \times 38025 = 4563 \text{ uvp/j}$$

### 6.4 La capacité admissible :

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

Avec :

**K1** : coefficient correcteur pris égale à 0.85 pour E2

**K2** : coefficient correcteur pris égale à 0,99 pour E2 et Cat 2

**C<sub>th</sub>** : capacité théorique pris égale à 1800 uvp/h pour route à 2x2 voies de 3,5 m

$$Q_{\text{adm}} = 0,85 \times 0,99 \times 1800$$

**Donc :**

$$Q_{\text{adm}} = 1515 \text{ uvp/j}$$

### 6.5 Le nombre des voies :

$$N = (2/3) \times \left( \frac{Q}{Q_{\text{adm}}} \right)$$

$$N = \left( \frac{2}{3} \right) \times \left( \frac{4563}{1515} \right) = 2.007 \text{ on prend } \quad N = 2 \text{ voies /sens}$$

## **CHAPITRE 5**

# **LES RACCORDEMENTS PROGRESSIFS**

## 1. INTRODUCTION :

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et de sécurité.

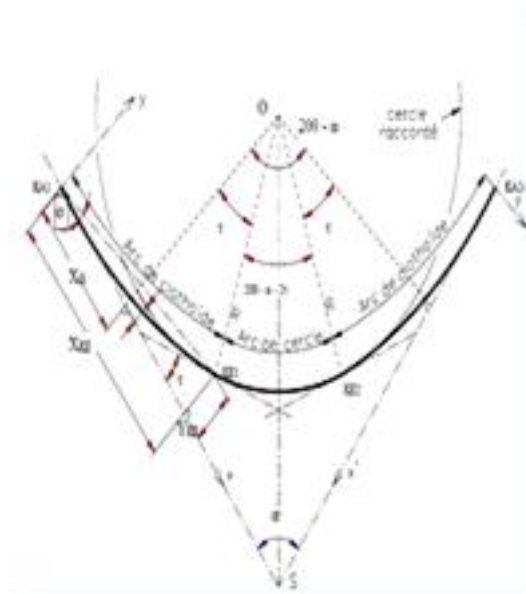
La courbe de raccordement la plus utilisée est la **Clothoïde** grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de devers et de la courbure de façon à respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique qui sont limitées par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

## 2. DEFINITION 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.

## 3. Les éléments de la clothoïde :



**Figure 5.1** : Les éléments de la clothoïde.

**A** : Paramètre de la clothoïde.

**M** : Centre de cercle.

**R** : Rayon de cercle.

**K<sub>A</sub>** : Origine de la clothoïde.

**K<sub>E</sub>** : Extrémité de la clothoïde.

**L** : longueur de la branche de la clothoïde.

**ΔR**: Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage).

**X<sub>m</sub>** : Abscisse du centre du cercle.

**τ** : Angle des tangentes.

**X** : Abscisse de K<sub>E</sub>.

**Y** : Origine de K<sub>E</sub>.

**T<sub>K</sub>**: tangente courte.

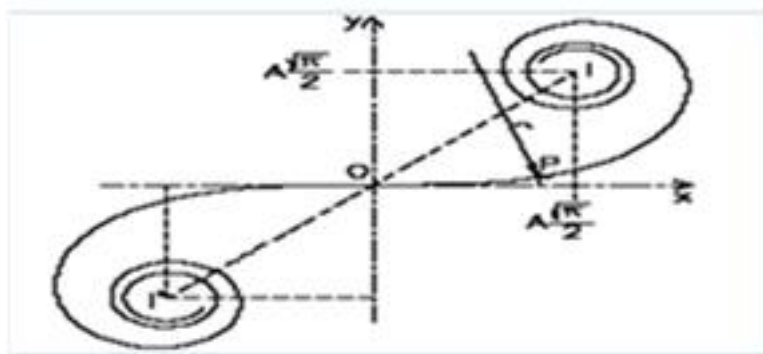
**T<sub>L</sub>**: tangente longue.

**S<sub>L</sub>** : Corde (K<sub>A</sub> – K<sub>E</sub>).

**σ** : Angle polaire.

**4. LES PROPRIETES DE LA CLOTHOÏDE :**

Le rayon de courbure d'une Clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie r, en un point donné P de la courbe.



**Figure 5.2** : La propriété de clothoïde.

Le rayon de courbure d'une clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues

diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r. L'équation caractéristique est donnée par :  $A^2 = R.L$

Le calcul des caractéristiques de ces raccords à courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usagers. Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules. Dans la pratique, ceci revient à fixer une limite à la variation d'accélération tolérée par seconde.

**5. LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT :**

**5.1 Condition de confort optique :**

Elle permet d'assurer à l'usager une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels et pour cela la rotation de la tangente doit être supérieure à 3°.

$\tau \geq 3^\circ$  soit  $\tau \geq 1/18$  rad.

$\tau = L/2R > 1/18$  rad  $\Rightarrow L \geq R/9$  soit  $A \geq R/3$ .

$R/3 \leq A \leq R$

- Pour  $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1m$  (éventuellement 0.5m) d'où  $L = (24.R.\Delta R)^{1/2}$
- Pour  $1500 < R \leq 5000m$ ,  $\tau = 3^\circ$  c'est-à-dire  $L = R/9$
- Pour  $R > 5000m \Rightarrow \Delta R$  limité à 2.5m soit  $L = 7,75 (R)^{1/2}$

**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.

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

$V_B$  : vitesse de base (Km/h).

$R$  : le rayon (m).

$\Delta d$  : la variation de divers ( $\Delta d = d_{final} - d_{init}$ )

**5.3 Condition de gauchissement :**

Elle se traduit par la limitation de la pente relative en profil en long du bord de la chaussée déversée.

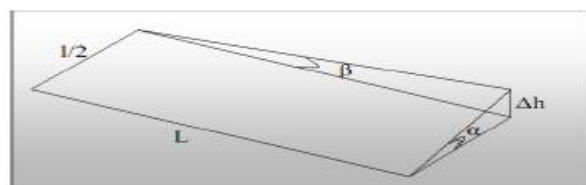


Figure 5.3 la limitation de la pente

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

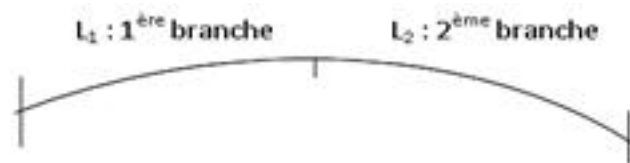
L : Longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

$\Delta d$  : variation de dévers.

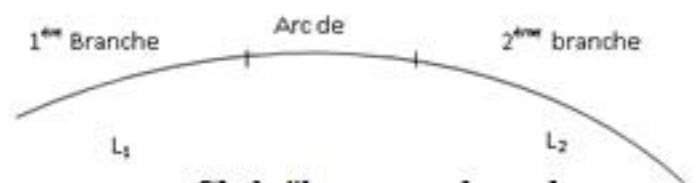
5.4 La Vérification de non chevauchement :

1<sup>er</sup> cas :  $\tau = \frac{\beta}{2}$



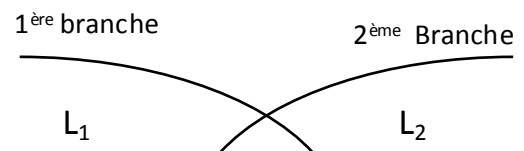
Clothoïde sans arc de cercle.

2<sup>ème</sup> cas :  $\tau < \frac{\beta}{2}$



Clothoïde avec arc de cercle.

3<sup>ème</sup> cas :  $\tau > \frac{\beta}{2}$



Clothoïde impossible.

6. Calcul de la longueur de Clothilde et la vérification de non chevauchement :

Exemple pour R1=130 m :

Condition d'optique :

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \text{ Comme } R = 130 \text{ m} \leq 1500\text{m} \quad \Delta R = 0.5\text{m}$$

$$L \geq \sqrt{24 \times 130 \times 0.5} \quad L_1 \geq 39.5\text{m}$$

**Condition de gauchissement :**

$$L2 \geq L \cdot \Delta d \cdot V_r \text{ Avec : } \Delta d = df - di \Delta d = 7 - (-2,5) \Delta d = 9.5 \%$$

- $L = 7 \text{ m}$
- $V_r = 80 \text{ Km/ h}$

$$L2 \geq 7 \times 0.095 \times 80 \quad L2 \geq 53.2m$$

**Condition dynamique :**

$$L3 \geq \frac{80^2}{18} \left( \frac{80^2}{2.730} - 0.095 \right) \quad L3 \geq 103.11m$$

$$L = \text{Max} (L1, L2, L3) = 103.11m.$$

**Tableau 5.1 :** Longueur de la clothoïde.

N° Virages	Optique	gauchissement	dynamique	Non Chevauchement		Lmax (m)
	L1	L2	L3	$\tau$ (g)	$\beta/2$ (gr)	
1	39.5	53.2	103.11	24.0	85.375	103.11
2	55.85	53.2	35.136	6.78	10.585	55.85
3	60	53.2	25.94	6.345	7.065	60
4	53.66	53.2	40.87	6.97	62.08	53.66
5	54.77	53.2	37.89	6.97	9.59	54.77

**7. Calcul des paramètres des deux clothoïde :**

**Tableau 5.2:** Paramètres de clothoïde.

Paramètre de la clothoïde		V1	V2	V3	V4	V5
<b>R</b>	Rayon (m)	130	260	300	240	250
<b>L</b>	Longueur de la clothoïde (m)	103.11	55.85	60	53.66	54.77
<b>A = √R.L</b>	Paramètre de la clothoïde (m)	115.77	120.5	134.16	113.48	117.01

$\alpha = 200 - \beta$	Angle au sommet (gr)	29.244	178.83	185.87	75.32	180.81
$\beta = 200 - \alpha$	Angle au centre (gr)	170.75	21.17	14.13	124.18	19.19
$\tau = L/2.R$	Angle des tangentes (gr)	0.39	0.11	0.1	0.11	0.11
$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	Angle au centre Partie circulaire (gr)	169.97	20.95	1.43	123.96	18.97
$X_{KE} = L - (L^3/40.R^2)$	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde.	101.48	55.78	59.94	53.59	54.7
$Y_{KE} = L^2/6.R$	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	13.63	1.99	2	1.99	1.99
$\theta = \arctg(Y_{KE}/X_{KE})$	Angle Polaire (gr)	8.49	2.27	2.12	2.56	2.37
$L_{cercle} = \pi.R.\theta/200$	Long, de la partie circulaire (m)	17.33	9.27	9.99	8.89	9.07
$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	Longueur de la corde KA-KE (m)	102.39	55.81	59.97	53.62	54.77
$X_o = X_{KE} - R.\sin \tau$	Abscisse du centre (m)	53.56	28.06	30.07	27.62	27.65
$Y_o = Y_{KE} + R.c\ o\ \tau$	Ordonnées du centre (m)	134.48	314.29	300.5	240.58	250.52
$\Delta R = L^2/24.R$	Ripage (m)	3.4	0.49	0.5	0.49	0.49
$D_{cercle} = \pi R \gamma / 200$	Développée de cercle	348.17	34.59	6.74	467.32	74.49
$DT = 2L + D_{cercle}$	Développée totale (m)	554.39	146.29	126.74	574.55	182.03
$TK = Y_{KE} / \sin \tau$	Tangente longue (m)	36.98	18.66	20.08	18.39	18.39
$TL = X_{KE} - (Y_{KE} / \cos \tau)$	Tangente courte (m)	68.81	53.78	39.85	51.38	53.7

## **CHAPITRE 6**

# **PARAMETRES CINEMATIQUES**

**1. DEFINITION :**

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

**1.1 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 du 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.

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(fr_1 \pm i)}$$

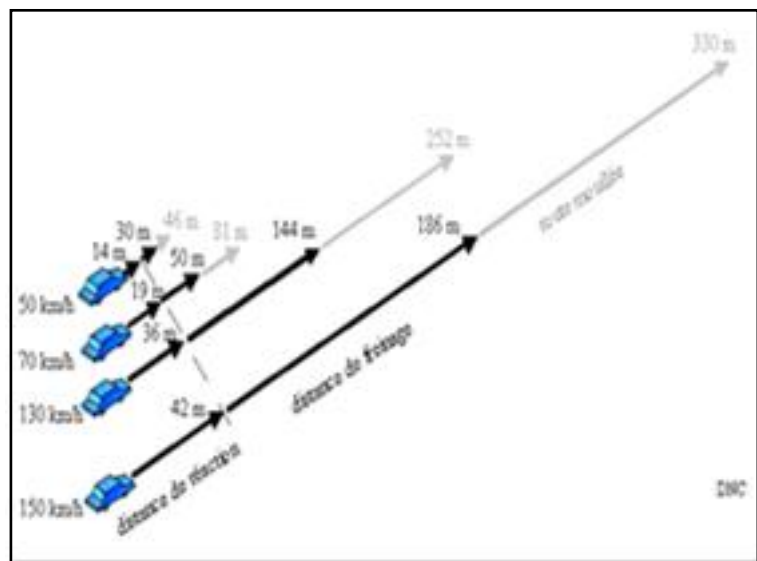
Avec :

$V_r$  : vitesse de référence

$V_r=80 \text{ Km/h}$ .

$i$ : déclivité.

$f_{r1}$ : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse  $V_r$ .



**Figure 6.1** Distance de freinage.

**Tableau 6.1 :** coefficient de frottement longitudinal  $f_l$  en fonction de la vitesse (B40).

	V(Km/h)	40	60	80	100	120	140
<b>CAT 1-2</b>	$f_l$	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	$d_0$	14	34	65	111	175	269
<b>CAT 3-4-5</b>	$f_{l2}$	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/
	$d_0$	13	31	59	100	160	/

Pour notre projet on a :

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Catégorie 2} \\ V_r=80 \text{ km/} \end{array} \right. \quad fl=0,39$$

❖ En alignement droit :

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

❖ En rampe :

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

❖ En pente :

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

**Application numérique**

❖ En alignement droit :  $i = 0$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,39)} \quad d_0=66\text{m}$$

❖ En Pente avec:  $i= -4.96\%$

$$d_0 = 0,04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{80^2}{10(0,39 - 0,0496)} \quad d_0=75\text{m}$$

❖ En Rampe avec :  $i = 5.17\%$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)} = 0.04 \times \frac{80^2}{10(0.39 + 0,0517)} \quad d_0=58\text{m}$$

## 2. TEMPS DE PERCEPTION ET DE REACTION :

Souvent l'obstacle est imprévisible et le conducteur a besoin d'un temps pour réaliser la nature de l'obstacle ou du danger qui lui apparait.

Ce temps est en général appelé temps de perception du conducteur, il diffère d'une personne à une autre et varie en fonction de l'état psychique et 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 :

- $t = 1.2 \text{ s}$  pour un obstacle imprévisible.
- $t = 0.6 \text{ s}$  pour un obstacle prévisible.

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

- $t = 1.8 \text{ s}$  pour des vitesses  $> 80 \text{ Km/h}$ .
- $t = 2 \text{ s}$  pour des vitesses  $\leq 80 \text{ Km/h}$ .

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

$$d_1 = v \times t$$

Avec  $V = 80 \text{ Km/h}$

$$t = 2 \text{ s}$$

## 3. DISTANCE D'ARRET :

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**

(d) :  $d = d_1 + d_0$

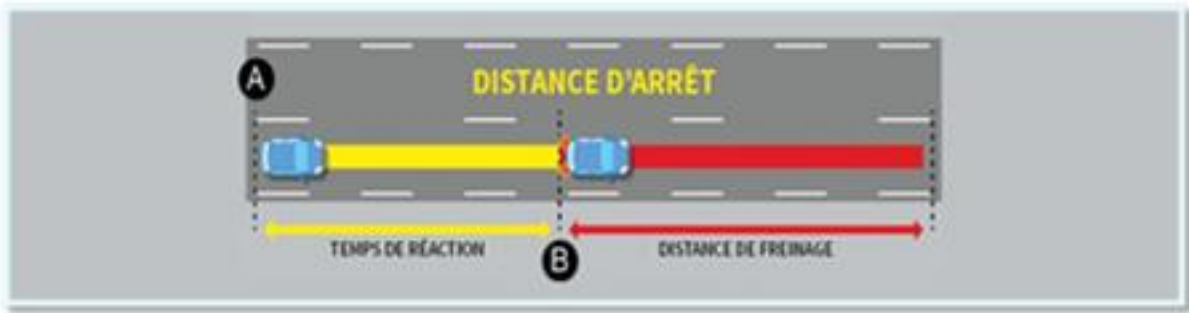


Figure 6.2: Temps de perception-réaction.

a- En alignement droit :

$$\text{Si } \begin{cases} t = 1.8 \text{ s} : & d = d_0 + 0.50 \times Vr \\ t = 2 \text{ s} : & d = d_0 + 0.55 \times Vr \end{cases}$$

b- En courbe :

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

$$\text{Si } \begin{cases} t = 1.8 \text{ s} : & d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times Vr \\ t = 2 \text{ s} : & d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times Vr \end{cases}$$

a-En alignement droit :

$$Vr = 80 \text{ Km/h} \quad t = 2 \text{ s} \Rightarrow d = d_0 + 0.55 Vr$$

❖ En palier avec :  $i = 0$

$$d = 66 + (0.55 \times 80) = 110 \text{ m}$$

❖ En pente avec :  $i = - 4.96 \%$  :

$$d = 75 + (0.55 \times 80) = 119 \text{ m}$$

❖ En Rampe avec :  $i = 5.17 \%$  :

$$d = 58 + (0.55 \times 80) = 102 \text{ m}$$

**b- En courbe:**

$$V_r = 80 \text{ Km/h} \quad t = 2 \text{ s} \Rightarrow d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$$

❖ **En palier :  $i = 0$  :**

$$d = (1.25 \times 66) + (0.55 \times 80) = 127 \text{ m}$$

❖ **En pente avec  $i = - 4.96\%$  :**

$$d = (1.25 \times 75) + (0.55 \times 80) = 138 \text{ m}$$

❖ **En rampe avec :  $i = 5.17\%$  :**

$$d = (1.25 \times 58) + (0.55 \times 80) = 117 \text{ m}$$

#### 4. 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.

On appelle distance de perception  $d_p$ , la somme de la distance d'arrêt  $d$  et la distance parcourue en 6s.

$$d_p = d + \frac{6}{3.6} V_r \quad V_r \text{ est en Km/h}$$

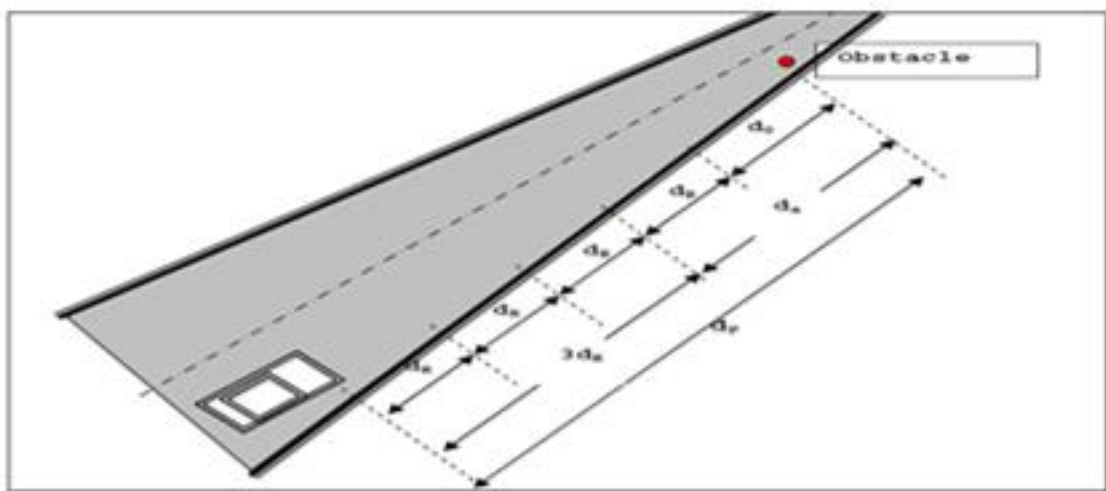


Figure 6.3 : Distance de perception.

**a- En alignement droit :**

**En palier:**  $d_p = 110 + (6/3,6) \times 80 = 243 \text{ m}$

**En pente:**  $d_p = 119 + (6/3,6) \times 80 = 252 \text{ m}$

**En rampe:**  $dp = 102 + (6/3,6) \times 80 = 235 \text{ m}$

**b- En courbe :**

**En palier i=0:**  $dp = 127 + (6/3,6) \times 80 = 260 \text{ m}$

**En pente i=-3,433:**  $dp = 138 + (6/3,6) \times 80 = 271 \text{ m}$

**En rampe i=18,153:**  $dp = 117 + (6/3,6) \times 80 = 250 \text{ m}$

	<b>dp: En alignement droit</b>	<b>dp: En courbe</b>
<b>En palier :</b>	243	260
<b>En pente avec : i= - 4.96%</b>	252	271
<b>En Rampe avec : i = 5.17%</b>	235	250

**5. ESPACEMENT ENTRE DEUX VEHICULES :**

Supposons que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse. Et Nus recherchons l’espacement entre les deux véhicules se telle Facon que si le premier véhicule est obligé d’amorcer un freinage au maximum pour éviter un obstacle quelconque, cet espacement doit permettre au second véhicule de s’arrêter sans risque de collision.

La distance de freinage ne change pas et reste  $d_0$ , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de second véhicule un feux arrières 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  $t' = 0.75 \text{ s}$

En pratique, on prend  $t = 3 \text{ s}$

Distance de sécurité sera donc :

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

Soit  $E$  l’espacement supplémentaire de sécurité :

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

Sachons que  $V = \frac{v \text{ (km/h)}}{3.6}$  et  $t' = 0.75 \text{ s}$   $\Rightarrow Es = \frac{V}{5} + 1$

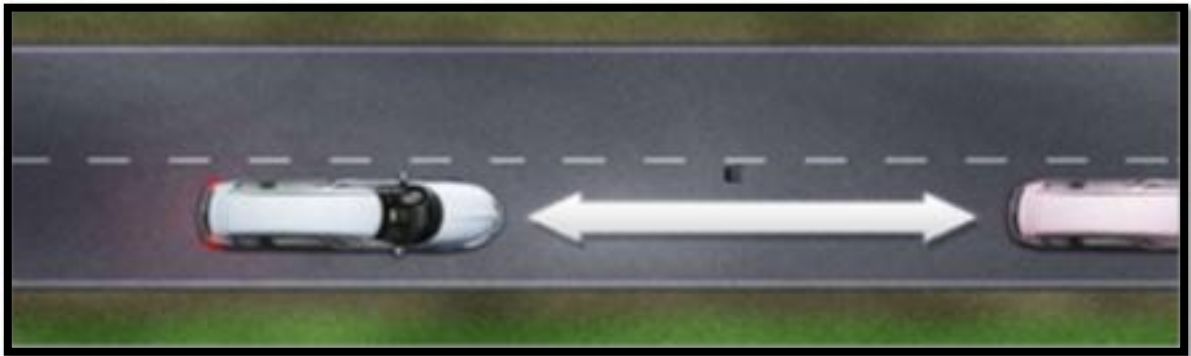
**Avec :**

**V :** la vitesse en km/h

**L :** la longueur de véhicule on prend généralement 5m.

Pour plus de sécurité on est souvent amené à augmenter la distance « Es », en prenant un créneau temps de sécurité entre deux véhicules Ts égale à 1,2 secondes.

$$Es = 1,2.v \text{ ou } Es = \frac{V}{3}$$



**Figure 6.4 :** L'espace entre deux véhicules.

**Exemple :** si deux véhicules se suivent à une vitesse de  $V = 80 \text{ Km/h}$  .La distance de sécurité sera

➤ **1<sup>er</sup> Cas :**  $Es = \frac{V}{5} + 1 = \frac{80}{5} + 1 = 17\text{m}$

➤ **2<sup>ème</sup> Cas :**  $Es = \frac{V}{3} = \frac{80}{3} = 26,67 \text{ m}$

## 6. DISTANCE DE VISIBILITES DE DEPASSANT ET DE MANŒUVRE:

Cette dernière représente la distance nécessaire telle que si un véhicule rapide apparait 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.

Le tableau suivant résume selon les normes B40 les distances de visibilité de la manœuvre et de dépassement et d'arrêt :

- **dvdm :** Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne.
- **dvdn :** Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale.
- **dmd :** Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement.

Tableau 6.2 : les différentes distances selon les normes B40

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

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de **dvd<sub>m</sub>**, **dvd<sub>N</sub>** et **dmd** en fonction de la vitesse.

**Application :**  $V_r = 80 \text{ Km/h}$

**dvd<sub>m</sub>** = 320m

**dvd<sub>N</sub>** = 480 m

**dmd** = 200m

## **CHAPITRE 7**

# **DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE**

## 1. INTRODUCTION :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment 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 vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée.

Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

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

## 2. LA CHAUSSEE :

### 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.

## 2.2 Différents types de chaussées:

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

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

### 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.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

#### **a)- 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.

#### **b)- 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.

**c)- 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.

**d)- 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.



**Figure7.1** : Structure type d'une chaussée souple.

**3. Chaussée semi-rigide :**

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,..).
- La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 mm.
- Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

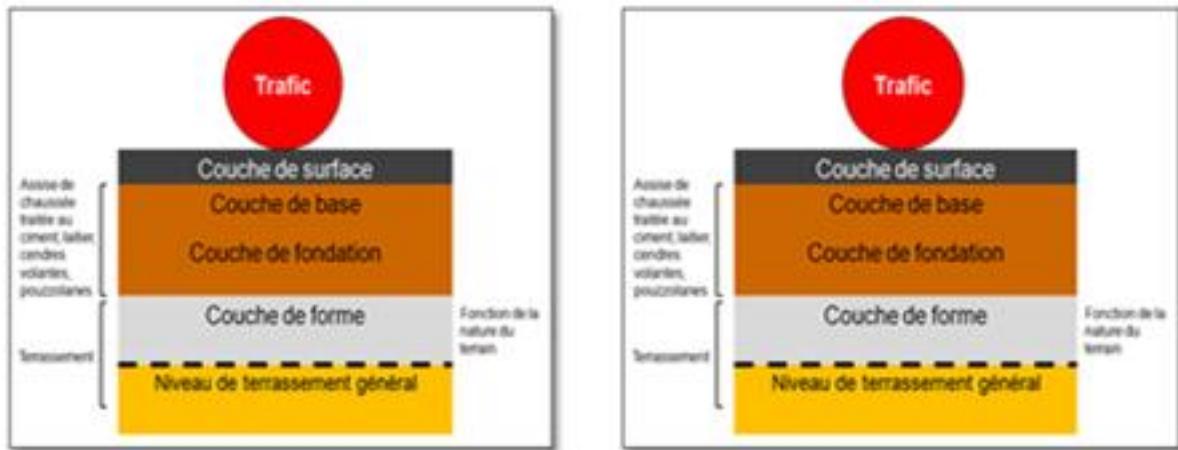


Figure 7.2 : Structure type d'une chaussée semi-rigide.

#### 4. Chaussée rigide :

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

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautiques).



Figure 7.3 : Structure type d'une chaussée rigide.

#### 5. LES DIFFERENTS FACTEURS A 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 :

### 5.1 Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur a 3.5 tonnes) .il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

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.

### 5.2 Environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi :

La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support. Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

### 5.3 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.

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de l'indice CBR.

**Tableau 7. 1 :** la portance de sol en fonction de l'indice de CBR.

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

### 5.4 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:

**Tableau 7. 2 :** Les classes de portance des sols.

Portance (Si)	CBR
S4	5>
<b>S3</b>	<b>5-10</b>
S2	10-25
S1	25-40
S0	40>

### 7.5 Matériaux :

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

## 6. METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

Nous avons deux grandes familles de méthodes :

- Celle qui utilise la structure de la chaussée à travers un modèle mécanique pour la détermination des contraintes et déformations, cette méthode est dite rationnelle.
- L'autre qui consiste à observer le comportement sous trafic des chaussées (réelles ou expérimentales) et d'en déduire les règles pratiques du dimensionnement, et c'est la méthode empirique.

Cette dernière contient elle-même les méthodes suivantes :

### 6.1 Méthode C.B.R (California - 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 sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

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:

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

**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: c1, c2, c3 :** coefficients d'équivalence.

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

**Coefficient d'équivalence :**

**Tableau 7.3:** Coefficient d'équivalence.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
<b>Béton bitumineux ou enrobe dense</b>	2.0
<b>Grave ciment – grave laitier</b>	1.50.
<b>Grave bitume</b>	1.20 à 1.70
<b>Grave concassée ou gravier</b>	1.00
<b>Grave roulée – grave sableuse T.V.O</b>	0.75
<b>Sable ciment</b>	1.00 à 1.20
<b>Sable</b>	0.50
<b>Tuf</b>	0.5 à 0.75

## 6.2 Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials):

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales.

Chaque section reçoit environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs :

- L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- L'influence des charges et de leur répétition.

## 6.3 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

Le dimensionnement par la méthode du catalogue de dimensionnement (méthode rationnelle) passe par la détermination des contraintes et déformations admissibles des matériaux sous l'effet du trafic considéré et la durée de vie escomptée.

Les sollicitations subies par les matériaux sous l'effet du trafic seront ensuite calculées et comparées aux sollicitations admissibles. Le développement de l'outil informatique a fait que les méthodes de dimensionnement rationnelles sont devenues plus accessibles. Avec la facilité de résolution des équations multiples à dérivées partielles, des logiciels comme Alizé.

C'est un logiciel qui modélise les structures multicouches et calcule les contraintes transversales et radiales ainsi que les déformations à travers les couches de chaussées. Pour cela, il faut :

- Le type de poids lourd et la charge standard.
- Le nombre de couches composant la chaussée, leur épaisseur et le mode de liaison entre ces différentes couches.
- Les caractéristiques pour chaque matériau composant la chaussée : le module de Young E et le coefficient de Poisson.

## 7. APPLICATION AU PROJET :

### 7.1 Données de l'étude :

Chaussée unidirectionnelle à trois voies,

- Le trafic à l'année 2019 :  $TJMA_{2019} = 7500 \text{ v/j}$ .
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 7 \%$

- Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 25 \%$
- La durée de vie estimée de 15 ans
- ICBR = 9 (ce sol appartient à la classe (S3))

**Répartition de trafic :**

- Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :

$$TPL_{2019} = TMJA_{2019} \times \% PL$$

$$TPL_{2019} = 7500 \times 0.25 = 1875 \text{ V/j}$$

- Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :

$$TPL_{2022} = TPL \times (1 + \tau)^3$$

$$TPL_{2022} = 1875 \times (1 + 0.07)^3$$

$$TPL_{2022} = 2297 \text{ VPL/j}$$

- Calcul du trafic du VPL après 15 ans :

$$TPL_{2037} = TPL_{2022} \times (1 + \tau)^{15}$$

$$TPL_{2037} = 2297 (1+0.07)^{15} = 6337 \text{ VPL/J}$$

**Calcul d'épaisseur:**

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{6337}{10})}{10 + 5}$$

$$e = 46.00 \text{ cm}$$

**Epaisseur équivalente :**

$$e \text{ équivalente} = a1 \times e1 + a2 \times e2 + a3 \times e3 + a4 \times e4$$

- e1: épaisseur réelle de la couche de surface.
- e2: épaisseur réelle de la couche de base.
- e3: épaisseur réelle de la couche de fondation
- e4: épaisseur réelle de la couche d'assise (support)

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche :

- ✓ **Couche de roulement en béton bitumineux à module élevé (BB) :**

$$a_1 \times e_1 = 2 \times 6 = 12 \text{ cm}$$

- ✓ **Couche de base en Grave bitumineux (GB) :**

$$a_2 \times e_2 = 15 \times 1,5 = 22.5 \text{ cm}$$

- ✓ **Couche de fondation en TUF:**

$$a_3 \times e_3 = 25 \times 0,75 = 18.75 \text{ cm}$$

Après la vérification, la structure proposée est comme suit :

**Tableau 7.4:** épaisseurs du corps de chaussée

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
Couche de roulement	BB	6	12
Couche de base	GB	15	22.5
Couche de fondation	TUF	25	18.75
	Somme	46	53.25

Notre structure comporte : **6 BB + 15 GB + 25 TUF**

La figure suivante récapitule les résultats de la méthode CBR que nous avons utilisée :

<b>Couche de roulement</b>	<b>6 BB</b>
<b>Couche de roulement</b>	<b>15GB</b>
<b>Couche de fondation</b>	<b>25 TUF</b>

**Figure 7.4 :** La structure de chaussée

# **CHAPITRE 8**

## **PROFIL EN TRAVERS**

**1. DEFINITION:**

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

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

**2. TYPES DE PROFIL EN TRAVERS**

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers :

**2.1 profil en travers type :**

Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations(en remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

**2.2 profil en travers courants :**

Se sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (Accidenté ou plat).

**3. Les éléments de composition du profil en travers:**

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants:

**a) - La chaussée :**

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

**b) - La largeur roulable:**

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

**c) - La plate forme :**

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

## d) - Assiette :

Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

## e) - L'emprise :

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances elle coïncidant généralement avec le domaine public.

## f) - Les accotements :

Les accotements sont les zones latérales de la plate forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

Ils comportent généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

## g) - Le terre-plein central :

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend : Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage). Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

## h) - Le fossé :

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie.

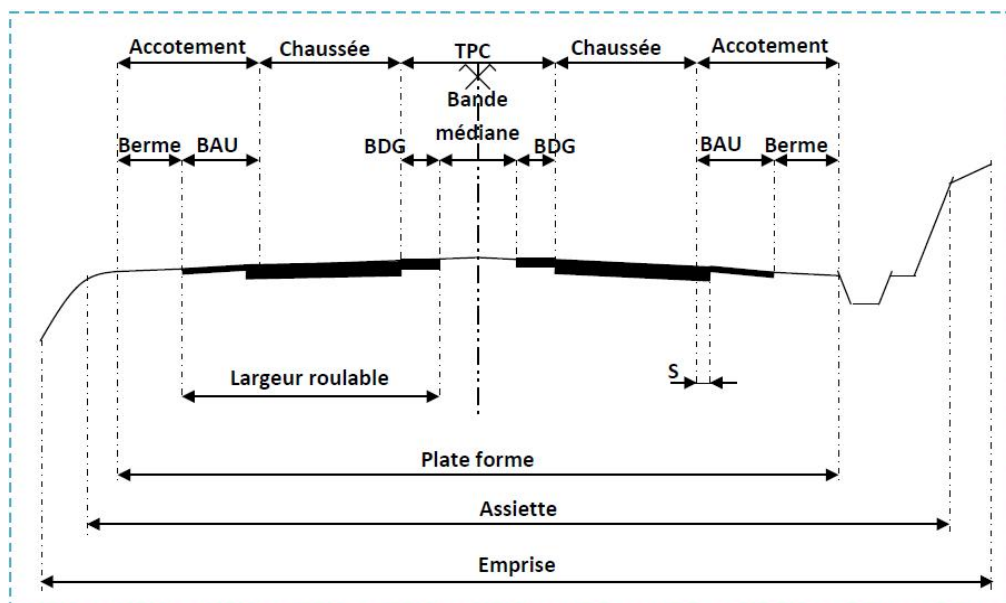


Figure 8.1: Les éléments constitutifs du profil en travers.

## 4. Application au projet :

Après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé de Deux Chaussée unidirectionnelle à trois voies.

- Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- **Chaussée** :  $7 \times 2 = 14$  m
- **Terre-plein central** : 1.80 m
- **BAU** :  $2 \times 2 = 4$  m
- **Accotement** :  $1.5 \times 2 = 3$  m.
- **Plate-forme** : 22.80 m.

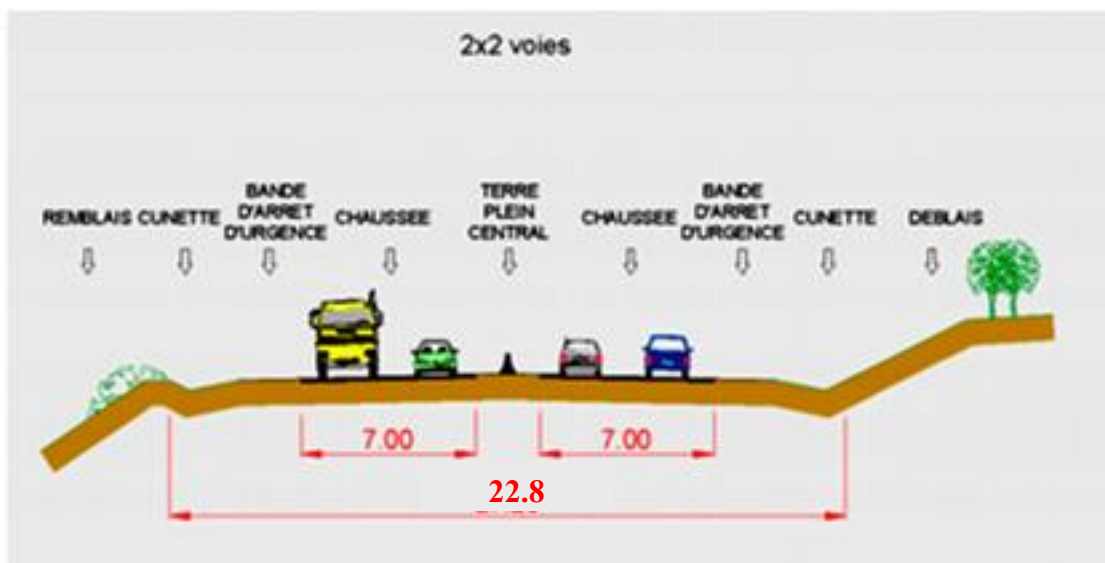


Figure 8.2: Le profil en travers.

Fossés bétonnés sur toute la longueur. La figure suivante montre le fossé avec les dimensions:

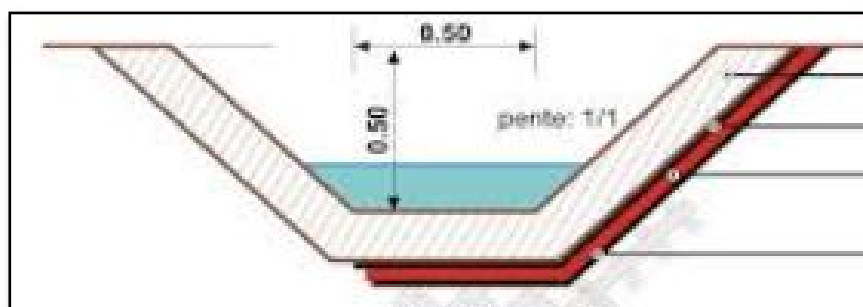


Figure 8.3 : Dimensions du fossé.

## **CHAPITRE 9**

# **CURBATURES ET MOUVEMENTS DES TERRES**

### 1. INTRODUCTION:

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

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

### 2. CUBATURES 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.

### 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.

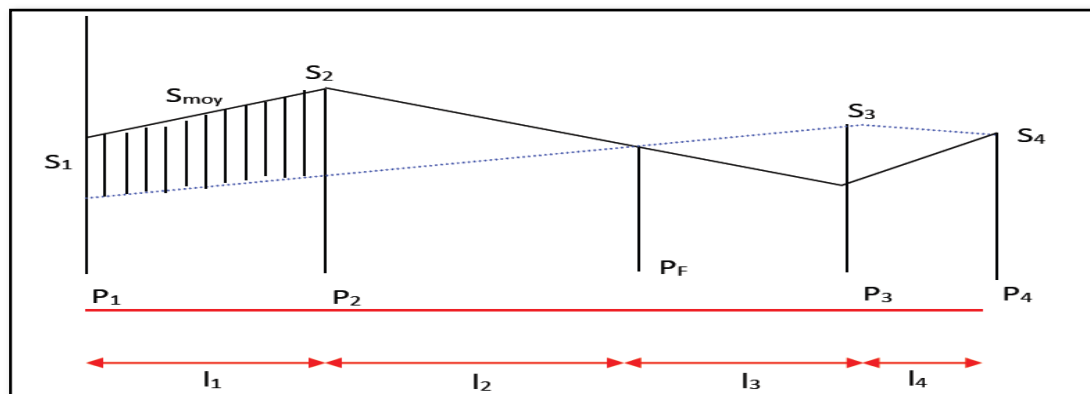
#### 3.1 Description de la Méthode:

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

Où  $h$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_0$  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 9.1:** Schéma représentant la surface entre profil.

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

$$\text{égale à : } V = \frac{L_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{\text{moy}})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions **Smoy** et  $\frac{S_1 + S_2}{2}$

$$\text{Ceci donne : } V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

Donc les volumes seront :

$$\text{❖ Entre P1 et P2} \quad V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

$$\text{❖ Entre P2 et PF} \quad V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$$

$$\text{❖ Entre PF et P3} \quad V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$$

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

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

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.

### 4. MOUVEMENT DES TERRES :

#### 4.1 Métré de terrassement :

C'est une méthode quantitative qui consiste à évaluer les cubes du déblai et du remblai existant dans un projet, l'opération qui consiste à transporter les terres de déblais ou d'emprunt en remblai ou en dépôt dite mouvement des terres.

A cette opération deux facteurs interviennent :

- Les cubes des terres à transporter.
- Distance de transport.

A cet effet, on cherche toujours la distance minimale de transport :

- En évacuant l'excès de déblai aux dépôts les plus proches.
- En ramenant les terres des emprunts les plus proches.

#### 4.2 Foisonnement :

On appelle la propriété que présente les sols d'augmenter le volume lorsqu'on les manipule, il se produit à ce moment par suite de la décompression de matériaux de vides partiels, entre les particules plus ou moins grosses et les cailloux.

Lorsqu'on remet en place les sols remaniés, ils ne représentent pas le volume qu'ils occupaient précédemment dans la majorité des cas.

Le foisonnement des matériaux est très variable. Suivant la nature du sol, on a pris le coefficient de foisonnement pour les terres qui seront transportées égale à 20%.

#### 4.3 Moment de transport :

C'est le produit du volume transporté par la distance de transport  $M = v \times d$

**Avec :**

**v** : volume transporté

**d** : distance de transport

Le but de l'étude des mouvements des terres est de trouver la distance moyenne minimale de transport pour minimiser le prix de ce dernier.

#### 4.4 Distance moyenne de transport :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n v_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

### 4.5 Epure de LALANNE :

Elle consiste à rechercher les transports des terres des plus économiques entre les déblais réutilisables, les dépôts, le remblai et les emprunts.

Dans le cas de profil mixtes (remblai et déblai), on ne prendra en compte que la cube de terre restant après compensation dans les profils.

Le but de l'épure consiste à obtenir la somme minimum des moments de transports qui dépend de la ligne horizontale dite de répartition choisie.

### 4.6 Principe de l'épure de LALANNE :

Il s'agit maintenant de déterminer le détail des transports des terres d'un profil à un autre et d'un ou plusieurs lieux d'emprunts à des profils ou depuis des profil vers des emprunts dans le cas d'un excès de remblai.

C'est pour cela qu'on établit l'épure de LALANNE.

### 4.7 Etablissement de l'épure de LALANNE :

L'épure de LALANNE est un moyen de représentation graphique des terrassements effectués, et s'établit de la façon suivante :

- On représente les volumes par des lignes verticales dont la longueur est proportionnelle aux cubes représentés
- On trace une ligne horizontale initiale appelé ligne des terres sur laquelle on porte l'échelle choisie l'emplacement des profile en travers.
- On porte les déblais de bas en haut et les remblais de haut en bas sautant d'un profil à un autre par un échelon horizontal en cumulant les cubes à chaque profil et comptant les déblais comme positif et les remblais comme négatif.

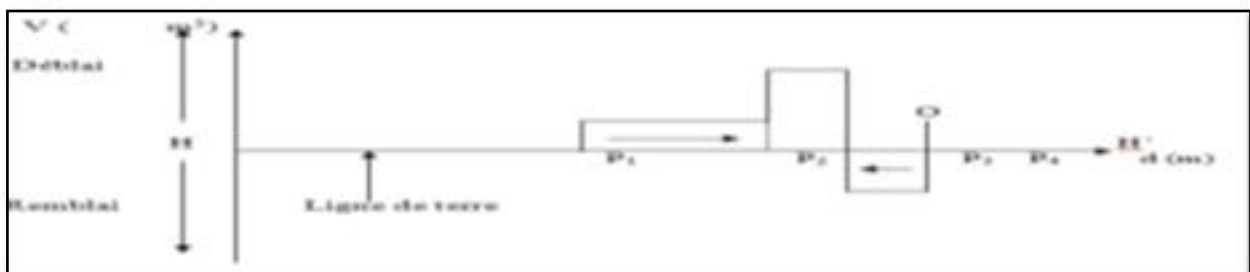


Figure 9.2 :L'épure de LALANNE.

## 4.8 Ligne de répartition des sens de transport:

On cherche à partager cette épure dans sa hauteur par une ligne horizontale qui pourra être différente ou non de l'horizontal (H, H'), et qui suivra la ligne de répartition, (LR) de la direction des transports ; ce ci devra se faire de gauche à droite pour les volumes situés au-dessus de cette ligne et de droite à gauche pour les volumes situés au-dessous de cette ligne.

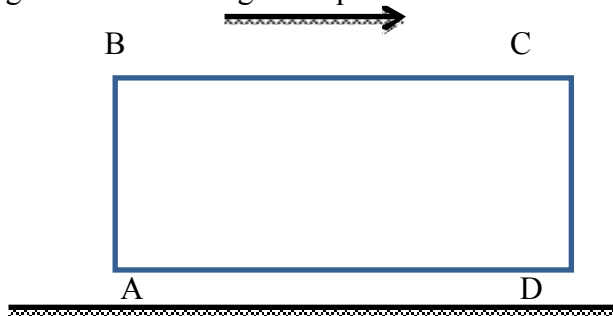


Figure IX.3 : Sens de transport.

La flèche indique qu'il conviendra de transporter le déblai AB pour combler le remblai CD, situé à la distance AD, le rectangle ABCD a pour surface le produit AB par la distance AD ; cette surface est appelée moment de transport.

## 5. Calculs des cubatures :

Le tableau ci-après représente le calcul des cubatures détaillées :

Tableau 9.1: cubatures détaillées

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> )
P1	0,000	12,500	11,61	4,55	16,16	201,962	201,962	0,00	0,03	0,03	0,402	0,402
P2	25,000	25,000	11,02	3,99	15,01	375,327	577,289	0,03	0,09	0,12	2,933	3,335
P3	50,000	25,000	10,47	3,44	13,90	347,523	924,812	0,08	0,15	0,23	5,853	9,188
P4	75,000	25,000	9,91	2,88	12,79	319,725	1244,537	0,14	0,21	0,35	8,779	17,967
P5	100,000	25,000	9,35	2,32	11,68	291,927	1536,464	0,20	0,27	0,47	11,705	29,672
P6	125,000	25,000	11,97	4,83	16,80	420,023	1956,487	0,00	0,00	0,00	0,079	29,751
P7	150,000	25,000	13,03	4,94	17,97	449,321	2405,808	0,00	0,00	0,00	0,000	29,751
P8	175,000	25,000	16,63	3,46	20,08	502,059	2907,867	0,00	0,43	0,43	10,784	40,535
P9	200,000	17,608	15,47	0,76	16,23	285,725	3193,592	0,05	2,67	2,72	47,957	88,493
P10	210,215	12,500	14,97	0,59	15,56	194,523	3388,115	0,10	3,06	3,15	39,425	127,918
P11	225,000	19,892	13,05	0,05	13,10	260,520	3648,635	0,36	5,65	6,01	119,498	247,416
P12	250,000	25,000	7,25	0,04	7,28	182,081	3830,716	0,54	2,77	3,30	82,623	330,039
P13	275,000	25,000	3,09	0,00	3,09	77,136	3907,852	1,12	5,27	6,39	159,821	489,860
P14	300,000	25,000	1,94	0,00	1,94	48,504	3956,357	1,50	7,19	8,69	217,155	707,015
P15	325,000	25,000	0,73	0,00	0,73	18,216	3974,573	2,33	7,87	10,20	254,954	961,969
P16	350,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	3974,573	5,21	9,92	15,14	378,385	1340,354

## CHAPITRE 9

## CURBATURES ET MOUVEMENTS DES TERRES

P17	375,000	25,000	2,86	0,00	2,86	71,618	4046,190	0,84	3,57	4,41	110,132	1450,486
P18	400,000	25,000	19,00	12,53	31,53	788,318	4834,509	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P19	425,000	25,000	25,44	34,11	59,56	1488,889	6323,398	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P20	450,000	25,000	11,64	23,64	35,28	882,069	7205,466	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P21	475,000	25,000	11,82	29,17	40,99	1024,810	8230,276	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P22	500,000	25,000	28,76	47,25	76,02	1900,420	10130,696	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P23	525,000	25,000	34,20	53,76	87,96	2198,919	12329,615	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P24	550,000	15,612	36,14	59,26	95,40	1489,365	13818,980	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P25	556,224	12,500	34,54	59,52	94,06	1175,774	14994,754	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P26	575,000	21,888	36,51	65,83	102,34	2239,969	17234,723	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P27	600,000	25,000	28,46	56,48	84,94	2123,546	19358,269	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P28	625,000	25,000	16,86	40,40	57,26	1431,452	20789,720	0,00	0,00	0,00	0,000	1450,486
P29	650,000	25,000	0,00	11,48	11,48	287,089	21076,809	5,81	0,76	6,57	164,294	1614,780
P30	675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	21076,809	19,72	10,32	30,04	751,030	2365,810
P31	700,000	25,000	8,43	32,68	41,12	1027,978	22104,787	0,07	0,00	0,07	1,665	2367,475
P32	725,000	25,000	33,74	73,48	107,22	2680,578	24785,365	0,00	0,00	0,00	0,000	2367,475
P33	750,000	25,000	39,99	81,93	121,92	3048,113	27833,478	0,00	0,00	0,00	0,000	2367,475
P34	775,000	24,707	10,17	61,28	71,45	1765,179	29598,658	6,85	0,00	6,85	169,214	2536,689
P35	799,413	12,500	0,00	15,86	15,86	198,199	29796,857	22,18	6,33	28,51	356,356	2893,045
P36	800,000	12,793	0,00	14,71	14,71	188,138	29984,995	22,02	6,74	28,76	367,969	3261,015
P37	825,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	29984,995	15,62	12,54	28,16	704,038	3965,053
P38	850,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	29984,995	9,75	7,91	17,66	441,465	4406,518
P39	875,000	17,940	0,00	0,00	0,00	0,000	29984,995	3,41	2,83	6,25	112,051	4518,569
P40	885,880	12,500	1,33	1,36	2,69	33,625	30018,620	0,71	0,71	1,41	17,679	4536,248
P41	900,000	19,560	7,43	7,46	14,88	291,145	30309,765	0,07	0,07	0,13	2,553	4538,801
P42	925,000	25,000	24,43	24,46	48,89	1222,190	31531,956	0,00	0,00	0,00	0,000	4538,801
P43	950,000	17,092	17,52	21,68	39,20	670,021	32201,976	0,00	0,00	0,00	0,000	4538,801
P44	959,185	12,500	13,93	18,09	32,02	400,261	32602,237	0,00	0,00	0,00	0,000	4538,801
P45	975,000	20,408	9,74	13,75	23,48	479,261	33081,498	0,00	0,00	0,00	0,000	4538,801
P46	1000,000	25,000	7,72	11,48	19,20	479,997	33561,495	0,00	0,00	0,00	0,000	4538,801
P47	1025,000	12,882	6,16	9,60	15,76	203,058	33764,553	0,03	0,01	0,04	0,524	4539,325
P48	1025,763	8,417	5,99	9,41	15,40	129,631	33894,184	0,05	0,02	0,08	0,641	4539,966
P49	1041,834	12,118	0,00	3,05	3,05	37,013	33931,197	1,10	0,69	1,79	21,685	4561,651
P50	1050,000	16,583	2,43	2,15	4,58	75,955	34007,152	0,61	0,61	1,22	20,154	4581,805
P51	1075,000	25,000	12,13	10,66	22,79	569,659	34576,812	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P52	1100,000	25,000	12,31	13,80	26,11	652,874	35229,685	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P53	1125,000	25,000	12,54	11,26	23,80	595,111	35824,796	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P54	1150,000	25,000	13,34	11,01	24,35	608,827	36433,623	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P55	1175,000	25,000	17,63	14,29	31,92	798,085	37231,708	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P56	1200,000	25,000	0,00	17,24	17,24	431,052	37662,760	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P57	1225,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37662,760	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P58	1250,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37662,760	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P59	1275,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37662,760	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P60	1300,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37662,760	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P61	1325,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	37662,760	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P62	1350,000	25,000	0,00	14,38	14,38	359,402	38022,163	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P63	1375,000	25,000	18,21	22,28	40,49	1012,330	39034,492	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P64	1400,000	25,000	24,25	25,44	49,69	1242,164	40276,656	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P65	1425,000	25,000	19,29	20,70	39,99	999,809	41276,465	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P66	1450,000	25,000	17,26	17,86	35,12	877,982	42154,447	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P67	1475,000	25,000	13,53	15,35	28,89	722,192	42876,639	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805

## CHAPITRE 9

## CURBATURES ET MOUVEMENTS DES TERRES

P68	1500,000	17,486	12,51	15,18	27,69	484,177	43360,817	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P69	1509,972	12,500	12,69	15,16	27,85	348,118	43708,935	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P70	1525,000	20,014	12,81	15,13	27,94	559,203	44268,137	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P71	1550,000	25,000	12,78	15,09	27,87	696,780	44964,917	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P72	1575,000	25,000	12,43	15,00	27,43	685,831	45650,748	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P73	1600,000	25,000	12,26	13,80	26,05	651,310	46302,057	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P74	1625,000	25,000	10,50	12,28	22,79	569,629	46871,686	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P75	1650,000	25,000	8,18	10,66	18,84	471,015	47342,701	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P76	1675,000	25,000	7,07	9,04	16,12	402,916	47745,617	0,00	0,00	0,00	0,000	4581,805
P77	1700,000	25,000	6,91	7,51	14,41	360,306	48105,923	0,08	0,08	0,16	4,037	4585,842
P78	1725,000	25,000	2,12	6,04	8,16	204,104	48310,027	0,27	0,23	0,50	12,603	4598,445
P79	1750,000	25,000	1,26	4,58	5,84	145,974	48456,001	0,67	0,39	1,06	26,446	4624,891
P80	1775,000	25,000	2,70	1,25	3,95	98,813	48554,814	0,54	1,43	1,97	49,336	4674,226
P81	1800,000	25,000	1,24	0,35	1,59	39,798	48594,611	0,70	1,69	2,39	59,677	4733,904
P82	1825,000	20,537	0,14	0,00	0,14	2,884	48597,495	1,21	2,45	3,67	75,351	4809,254
P83	1841,075	12,500	0,00	0,06	0,06	0,754	48598,249	2,11	1,75	3,86	48,265	4857,520
P84	1850,000	16,963	0,00	0,00	0,00	0,006	48598,255	2,68	2,26	4,94	83,824	4941,344
P85	1875,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	4,21	3,79	8,00	199,999	5141,343
P86	1900,000	20,713	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	5,63	5,23	10,86	224,981	5366,325
P87	1916,427	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	6,51	6,12	12,64	157,968	5524,293
P88	1925,000	16,787	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	6,97	6,58	13,54	227,342	5751,634
P89	1950,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	0,00	0,00	0,00	0,000	5751,634
P90	1975,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	0,00	0,04	0,04	0,987	5752,622
P91	2000,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	0,00	0,71	0,71	17,636	5770,258
P92	2025,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	0,00	1,63	1,63	40,864	5811,122
P93	2050,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	2,85	2,79	5,65	141,191	5952,313
P94	2075,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	11,82	9,82	21,64	540,924	6493,237
P95	2100,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	10,89	7,88	18,77	469,372	6962,610
P96	2125,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	9,96	9,42	19,38	484,538	7447,148
P97	2150,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	9,18	9,28	18,46	461,404	7908,552
P98	2175,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	8,46	9,78	18,24	456,111	8364,663
P99	2200,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	6,49	9,25	15,75	393,671	8758,335
P100	2225,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	6,47	8,59	15,06	376,561	9134,896
P101	2250,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	6,24	7,78	14,02	350,469	9485,365
P102	2275,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	4,15	7,12	11,28	281,947	9767,312
P103	2300,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	4,65	6,25	10,90	272,590	10039,902
P104	2325,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	4,84	5,39	10,22	255,566	10295,468
P105	2350,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	4,72	4,52	9,24	230,877	10526,345
P106	2375,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	4,18	3,65	7,83	195,688	10722,033
P107	2400,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48598,255	3,32	2,78	6,09	152,374	10874,408
P108	2425,000	25,000	0,00	0,03	0,03	0,797	48599,052	3,62	2,05	5,67	141,743	11016,151
P109	2450,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	48599,052	3,53	2,86	6,39	159,661	11175,812
P110	2475,000	25,000	0,00	0,09	0,09	2,139	48601,191	2,88	1,89	4,77	119,176	11294,988
P111	2500,000	25,000	0,00	0,43	0,43	10,743	48611,934	1,87	1,23	3,10	77,597	11372,585
P112	2525,000	25,000	0,09	1,21	1,30	32,570	48644,503	0,86	0,75	1,62	40,415	11413,000
P113	2550,000	25,000	0,41	2,92	3,33	83,309	48727,812	0,64	0,60	1,24	30,970	11443,970
P114	2575,000	25,000	0,00	0,07	0,07	1,653	48729,465	3,80	1,61	5,41	135,167	11579,137
P115	2600,000	25,000	0,00	0,64	0,64	15,934	48745,399	3,59	0,97	4,56	113,893	11693,030
P116	2625,000	25,000	0,00	1,06	1,06	26,556	48771,955	4,27	1,55	5,82	145,589	11838,619
P117	2650,000	25,000	0,00	0,34	0,34	8,606	48780,561	2,40	1,76	4,16	103,900	11942,519
P118	2675,000	25,000	0,46	1,11	1,57	39,284	48819,845	0,83	0,78	1,62	40,389	11982,907

## CHAPITRE 9

## CURBATURES ET MOUVEMENTS DES TERRES

P119	2700,000	25,000	2,24	3,40	5,64	141,006	48960,850	0,57	0,56	1,13	28,160	12011,068
P120	2725,000	25,000	5,98	7,33	13,31	332,828	49293,678	0,15	0,14	0,29	7,366	12018,434
P121	2750,000	25,000	8,70	10,54	19,24	481,020	49774,698	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P122	2775,000	25,000	10,23	12,97	23,20	580,079	50354,777	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P123	2800,000	25,000	10,89	15,15	26,04	650,935	51005,711	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P124	2825,000	25,000	11,27	14,83	26,09	652,332	51658,043	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P125	2850,000	25,000	10,46	13,88	24,34	608,531	52266,575	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P126	2875,000	25,000	9,39	12,93	22,32	557,992	52824,567	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P127	2900,000	25,000	11,16	12,67	23,83	595,797	53420,364	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P128	2925,000	25,000	13,25	14,60	27,85	696,270	54116,634	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P129	2950,000	25,000	16,26	17,16	33,42	835,614	54952,249	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P130	2975,000	25,000	17,05	17,72	34,77	869,271	55821,519	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P131	3000,000	25,000	17,65	18,10	35,75	893,754	56715,273	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P132	3025,000	25,000	17,93	18,83	36,75	918,840	57634,113	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P133	3050,000	25,000	18,34	19,41	37,75	943,684	58577,796	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P134	3075,000	25,000	19,12	19,05	38,17	954,305	59532,102	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P135	3100,000	25,000	19,71	19,76	39,47	986,788	60518,889	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P136	3125,000	25,000	20,65	21,92	42,57	1064,271	61583,160	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P137	3150,000	25,000	24,51	26,61	51,12	1278,058	62861,218	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P138	3175,000	25,000	26,61	28,94	55,55	1388,859	64250,077	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P139	3200,000	25,000	27,89	29,27	57,16	1428,962	65679,039	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P140	3225,000	25,000	27,73	30,13	57,86	1446,560	67125,599	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P141	3250,000	25,000	27,47	30,46	57,92	1448,113	68573,711	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P142	3275,000	25,000	26,03	29,28	55,31	1382,826	69956,538	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P143	3300,000	25,000	23,76	27,23	50,99	1274,835	71231,372	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P144	3325,000	25,000	19,91	24,96	44,87	1121,752	72353,125	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P145	3350,000	25,000	19,43	21,80	41,23	1030,789	73383,914	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P146	3375,000	25,000	21,15	24,73	45,87	1146,837	74530,750	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P147	3400,000	25,000	21,23	23,15	44,38	1109,560	75640,311	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P148	3425,000	25,000	23,57	26,11	49,68	1242,080	76882,390	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P149	3450,000	25,000	28,50	30,44	58,94	1473,459	78355,849	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P150	3475,000	25,000	28,61	30,88	59,49	1487,188	79843,038	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P151	3500,000	25,000	28,13	30,06	58,19	1454,759	81297,796	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P152	3525,000	25,000	27,11	28,28	55,39	1384,791	82682,587	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P153	3550,000	25,000	25,80	26,86	52,66	1316,433	83999,020	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P154	3575,000	25,000	25,87	26,45	52,32	1307,948	85306,968	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P155	3600,000	25,000	27,03	27,12	54,15	1353,790	86660,758	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P156	3625,000	25,000	25,86	25,64	51,51	1287,667	87948,425	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P157	3650,000	25,000	22,70	21,49	44,19	1104,713	89053,138	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P158	3675,000	25,000	19,75	20,34	40,08	1002,122	90055,260	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P159	3700,000	25,000	21,59	21,34	42,92	1073,069	91128,328	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P160	3725,000	25,000	18,51	17,60	36,11	902,871	92031,200	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P161	3750,000	25,000	15,46	14,62	30,08	751,957	92783,156	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P162	3775,000	25,000	14,21	12,80	27,01	675,179	93458,335	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P163	3800,000	25,000	12,16	9,74	21,90	547,541	94005,876	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P164	3825,000	25,000	13,13	12,16	25,29	632,160	94638,036	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P165	3850,000	25,000	12,31	11,05	23,37	584,159	95222,195	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P166	3875,000	25,000	14,77	15,22	29,99	749,689	95971,885	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P167	3900,000	25,000	14,20	16,94	31,14	778,473	96750,358	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P168	3925,000	25,000	13,93	15,59	29,52	738,119	97488,477	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P169	3950,000	25,000	13,02	14,91	27,93	698,236	98186,713	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434

## CHAPITRE 9 CURBATURES ET MOUVEMENTS DES TERRES

P170	3975,000	25,000	10,65	10,48	21,14	528,460	98715,172	0,00	0,00	0,00	0,000	12018,434
P171	4000,000	12,894	8,46	7,61	16,07	207,228	98922,400	0,00	0,01	0,01	0,093	12018,527
P172	4000,789	0,394	8,45	7,67	16,12	6,356	98928,756	0,00	0,00	0,00	0,001	12018,528

**Volume de déblai total : 98928.756m<sup>3</sup>**

**Volume de remblai : 12018.528m<sup>3</sup>**

**Excès de déblai : 86910.228m<sup>3</sup>**

## **CHAPITRE 10**

# **SIGNALISATION ROUTIERE**

## **1. INTRODUCTION :**

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements. Elle comprend deux grands ensembles :

La signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, et la signalisation routière horizontale, constituée des marquages.

## **2. L'OBJECTIF DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :**

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.

## **3. REGLES A 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 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.

## **4. TYPES DE SIGNALISATIONS :**

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

### **a- Signalisation Verticale :**

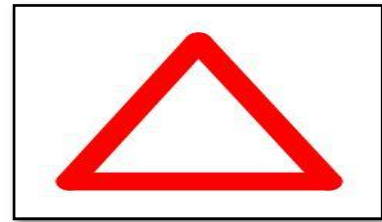
Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

- Signalisation avancée.
- Signalisation de position.
- Signalisation de direction.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

### ❖ Signaux de danger :

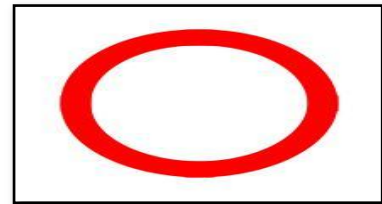
Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).



### ❖ Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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



### ❖ 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.

### ❖ Signaux de position des dangers :

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

## b- Signalisation Horizontale :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

### ➤ Marquage longitudinal :

#### • Lignes continue :

Les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.

#### • Lignes discontinue :

Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

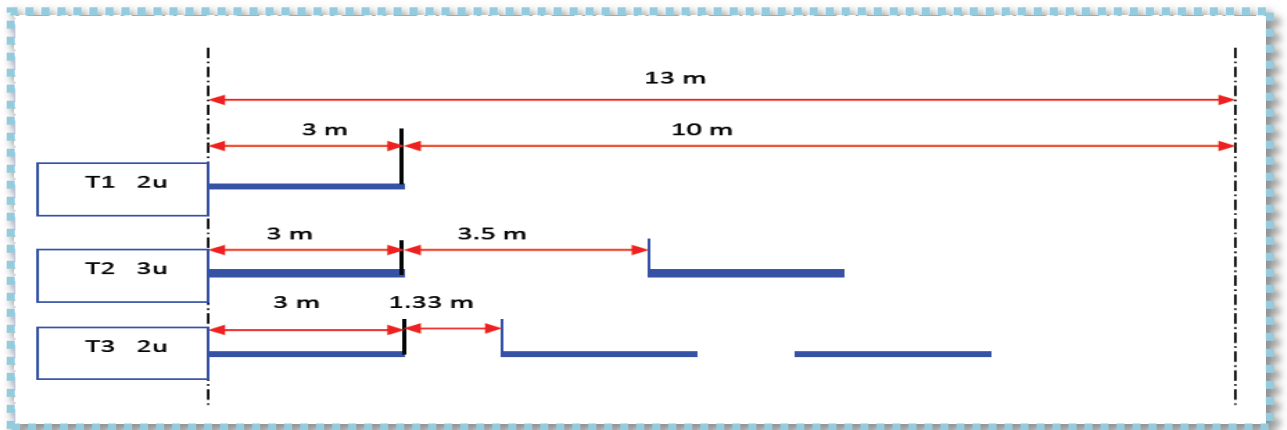
Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour les quelles la longueur des trait est environ égale ou tiers de leur intervalles.

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

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

• **Modulation des lignes discontinues :**

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



**Figure 10.1 :** Types de modulation.

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :

**Tableau 10.1 :** Caractéristiques des lignes discontinues.

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T <sub>1</sub>	3.00	10.00	~ 1/3
T <sub>2</sub>	3.00	3.5	~1
T <sub>3</sub>	3.00	1.33	~3

➤ **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 devaient céder le passage aux intersections.

➤ **Autre mmarquage :**

- **Flèche de rabattement :** Une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.
- **Flèches de sélection :** Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.



**Figure 10.2 :** Flèche de signalisation.

## 5. CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES :

- Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route, à savoir :

U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6cm sur les routes et voies urbaines.

U = 5cm pour les autres routes.

## 6. APPLICATION AU PROJET :

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

➤ **Signalisation Verticale :**














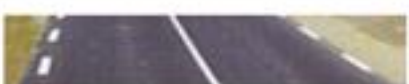

			
<b>A1b</b> Virage à gauche	<b>A1a</b> Virage à droite	<b>A83a</b> Céder le passage à l'intersection. Signal de position	
			
<b>AB6</b> Indication du caractère prioritaire d'une route	Passage piéton	<b>AB25</b> Carrefour à sens giratoire	<b>B6d</b> Arrêt et stationnement interdits

Tableau 10.3 : signalisation verticale.

➤ Signalisation horizontale :

	<b>Ligne continue :</b> Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).
	<b>Ligne discontinue :</b> Dépassement et changement de voie autorisés.
	<b>Ligne de dissuasion :</b> Sur des routes étroites ou sinueuses, la ligne de dissuasion remplace une ligne continue, seul le dépassement de véhicules roulant très lentement est autorisé (tracteur agricole, voiturette, cycle...).

	<p><b>Ligne d'avertissement :</b>                  Annonce une ligne continue. Des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.</p>
	<p><b>Flèches de rabattement :</b>                  Indiquent la voie dans laquelle il faut se rabattre.</p>
	<p><b>Ligne mixte :</b>                  Peut être franchie par le conducteur situé du côté de la ligne discontinue.</p>
	<p><b>Ligne de rive trait :</b>                  Sépare la chaussée et l'accotement, peut être franchi pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.</p>
	<p><b>Hachurage :</b>                  Sur le nez d'îlot.</p>

**7. ECLAIRAGE:**

**7.1 INTRODUCTION :**

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

**7.2 CATEGORIES D'ECLAIRAGE:**

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

**7.3 PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES:**

- L'espacement (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.

- Le porte-à-faux ( $p$ ) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb ( $s$ ) par rapport au bord de la chaussée.

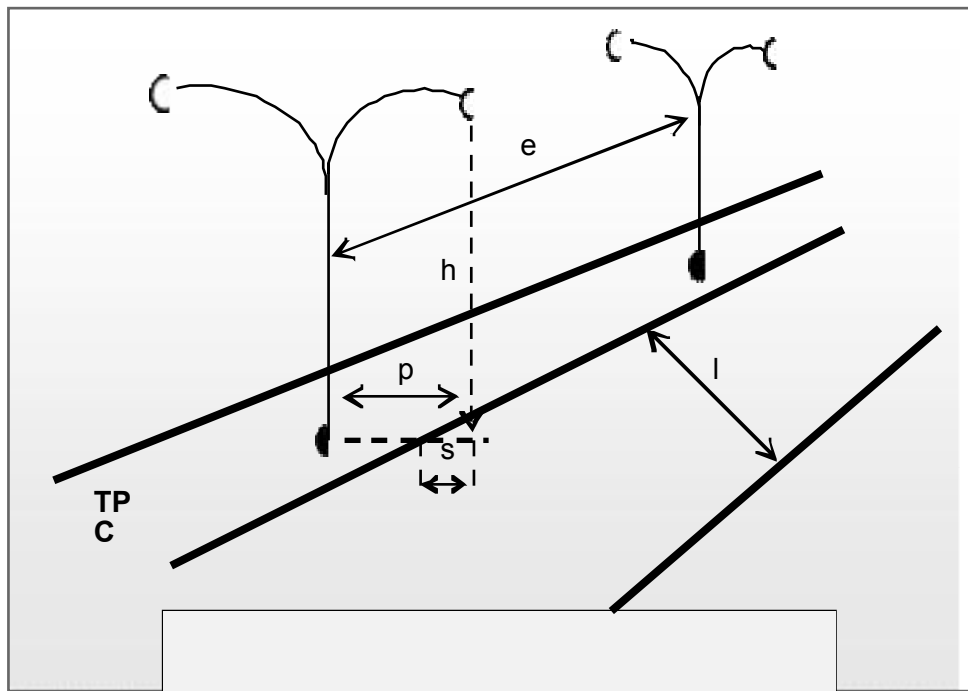


Figure 10.4 : Paramètres de l'implantation des luminaires

#### 7.4 APPLICATION AU PROJET:

Eclairage de la voie (le long de la Pénétrante) :

La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux on place. Ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairage se raccordent sans discontinuité. La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré.

#### 8. CONCLUSION :

La signalisation routière acquiert une grande importance dans un notre projet suivant tous le long de l'itinéraire qui rend la circulation plus faciles sure aux usagers.

L'éclairage serve à garantir aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible car la situation de projet

## CONCLUSION GENERALE :

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter tous les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement. Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation afin de pouvoir diminuer la congestion que subit la RN11. Cette étude d'APD nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier dans les agglomérations comme la wilaya de Mostaganem où nous a été confié un tronçon routier.

Il était pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

Sur le base du tronçon déjà réalisé ( Mostaganem – Ben abdelmalek ramdane ) , on peut constaté les avantages de dédoublement dont on peut cite :

- Stabiliser le flux des véhicules même en été (période de pic).
- Diminution de taux d'accidents par rapport aux années précédentes (statistiques cellule de communication de la protection civile -50%).
- L'utilisateur de ce dédoublement vu l'apport de confort ressenti.

# Bibliographie

- Cours de routes de 3<sup>ème</sup> année et 1<sup>er</sup> année master .
- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes).
- B60 et B61 (Catalogue des structures, types des chaussées neuves).
- La signalisation routière.
- Assainissement (Recommandation).
- Les anciens mémoires.
- Livre EYROLLES (topographie )