

N° d'ordre : M..... /GCA/2019

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE  
MASTER ACADAEMIQUE**

**Filière :** Travaux Publics

**Spécialité :** Voies et ouvrages d'arts (VOA)

**Thème**

**Etude du dédoublement de la route Mesra - limite w.Rélizane  
.tronçon du PK... Au PK...**

**Membres du jury :**

- **Président :** Mr.Bouhadjeb Kadda
- **Examineur :** Mr.Keraouti Rabah
- **Encadreur :** Mme.Elmascri Seti
- **Co Encadreur :** Mr. Cherif Mourad
- **Invité d'honneur :** Mr. Mokhtari Cherif

**Présenté par :**

- **Melle :** Azreug Zineb

**Promotion juillet : 2019**

# *Remerciements*

*Toute notre parfaite gratitude, grâce et remerciement sont à Allah le plus puissant, clément et Miséricordieux qui nous a donné la force, le courage et la volonté d'élaborer ce travail.*

*C'est avec une profonde reconnaissance et une considération particulière que nous remercions notre promoteurs Mme EL MASCRI Setti et Mr.CHERIF Mourad pour nous avoir encadré et notamment sa disponibilité de tous les instants ainsi que ses conseils avisés qui ont rendu ce travail possible, et Mr MOKHTARI Charef pour nous avoir aidé dans les calculs.*

*Nos remerciements s'adressent également :*

*A tous nos enseignants durant toutes les étapes de notre parcours scolaire qui nous a enrichi nos connaissances et notre savoir.*

*Nous n'oublierons pas les membres du jury Mr.BOUHADJEB Kada et Mr. ZOUÏ Mohamed qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.*

*A tous ceux qui nous ont assistés de près ou de loin dans la réalisation de ce projet de fin d'étude.*

*AZREUG Zineb*

# *DEDICACE*

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur  
Qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime  
Et qu'on remercie en exprimant La gratitude  
Et la reconnaissance durant toute notre existence.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents, mes familles et mes proches surtout  
Toutes les personnes qui m'ont soutenues et crus  
En moi lors de mon parcours  
Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin,*

*Je le dédie aussi à :*

*Amina , Hadjer , Amine , Samir , Azzedine , Charef ,*

*Hayete Lazreug*

*Toute ma promotion 2019.*

*Zineb*



# **SOMMAIRE**

<b>INTRODUCTION</b> .....	01
---------------------------	----

## **CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET**

I.1- Présentation de la wilaya.....	02
I.2-Localisation du projet .....	03
I.3-Données de base .....	03
I.4-Objectif du projet .....	05
I.5-Dédoublement.....	05

## **CHAPITRE II : ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE**

II.1- Introduction .....	06
II.2- Détermination des coordonnées des sommets .....	06
II.3. Calcul de gisements et des angles au centre .....	07
II.4-Détermination des rayons en plan .....	09
II.4.1 - Calculs éléments de quatre raccords.....	09
II.5- longueur de tracé .....	10
II.6- Environnement de la route.....	10
II.6.1 Dénivelée cumulée moyenne.....	11
II.6.2- Sinuosité.....	16
II.7- Vitesse de référence.....	18
II.8- Courbes en plan.....	19
II.9- ETUDE DU TRAFIC .....	22
II.9.1- Introduction.....	22
II.9.2- Analyse du trafic .....	22
II.9.3-Différents types de trafics .....	23
II.9.4- Modèles de présentation de trafic.....	24
II.9.5- Calcul de la capacité .....	25
II.10-CONCLUSION.....	31

## CHAPITRE III : TRACE EN PLAN

III .1- Représentation graphique de notre projet .....	32
III .2- Introduction.....	32
III .3- Règles à respecter dans le tracé en plan.....	33
III .4- Les éléments de tracé en plan.....	34
III .5- Variante 01 .....	35
III .6- Variante 02 .....	43
III.7- Le choix de la variante .....	51
III.8- Courbe de raccordement .....	52
III.8.1- Type de courbe de raccordement .....	52
III.8.2- Raccordement progressif.....	53
III.8.2.1- Introduction .....	53
III.8.2.2- Clothoïde .....	54
III.9- Dévers .....	59
III.9.1- Dévers en alignement .....	60
III.9.2- Dévers vers l'intérieur des courbes.....	60
III.9.3- Détermination des dévers aux rayons en plan.....	61
III.9.4- Méthode de calcul des dévers en clothoïde.....	63

## CHAPITRE IV : PROFIL EN LONG

IV .1- Définition.....	68
IV .2- Ligne projet.....	68
IV .2.1- Éléments constituant la ligne rouge.....	69
IV .3- Coordination du tracé en plan et du profil en long .....	73

## **CHAPITRE V- : CINEMATIQUE**

V.1- Distance de freinage.....	76
V.2- Temps de réaction.....	77
V.3-Distance d'arrêt.....	78
V.4-Distance de perception.....	79
V.5- Distance de sécurité entre deux véhicules.....	80
V.6-Manœuvre de dépassement .....	82

## **CHAPITRE VI : PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES**

VI .1-Définitions .....	84
VI .2-Profil en travers type.....	84
VI .3- Les éléments constituant un profil en travers type.....	85
VI .4-Dimensionnement du corps de chaussée.....	87
VI .5-Principe de la constitution des chaussées.....	88
VI .5.1-La chaussée.....	89
VI .6-Les principales méthodes de dimensionnement.....	91
VI .6.1-Method C.B.R (California – Bearing – Ratio).....	91
VI .6.2-Détermination de la classe du sol.....	92
VI .7-CUBATURE.....	94
VI .7.1-Définition.....	94
VI .7.2-Méthode de calcul.....	94

## **CHAPITRE : VII ASSAINISSEMENT**

VII .1-Introduction .....	98
VII.2-Objectif de l'assainissement.....	99
VII .3-Définitions.....	99
VII.4-Application au projet .....	102

## **CHAPITRE : VIII-SIGNALISATION ET ECLAIRAGE**

VIII-1 SIGNALISATION.....	103
VIII.1.1- Définition.....	103
VIII.1.2-L'objet de la signalisation routière.....	103
VIII.1.3-Règles à respecter pour la signalisation.....	103
VIII.1.4-Catégories de signalisation.....	104
VIII.1.4.1-Signalisation verticale lumineuse et non lumineuse.....	104
VIII.1.4.2-Signalisation horizontale .....	106
VIII.2. ECLAIRAGE.....	108
VIII .2.1-Introduction.....	108
VIII.2.2-Catégories d'éclairage.....	108
VIII.2.3-Paramètres de l'implantation des luminaires.....	108

## **CHAPITRE IX : IMPLANTATION**

IX.1- Définition.....	110
IX .2-Implantation des sommets.....	110
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>112</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>113</b>

# LISTE DES TABLAUX

## CHAITRE II :

Tableau 01:coordonnées des sommets de l'axe de la route existante.....	08
Tableau 02:gisement, distance de la route existante.....	08
Tableau 03:Tangentes aux cercles et rayons "route existante".....	09
Tableau04:Dénivelée cumulée "route existante".....	11
Tableau 05:Type de topographie.....	16
Tableau 06:Sinuosité.....	17
Tableau 07:Environnement de la route existante.....	17
Tableau 08:Vitesse de référence.....	18
Tableau 09:Dévers.....	20
Tableau 10:Valeur du coefficient ft.....	20
Tableau 11:Valeur du coefficient "F".....	20
Tableau 12:Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques.....	21
Tableau13:récapitulatif des rayons en plan.....	21
Tableau14: les rayons en plan selon B40.....	21
Tableau15:valeurs du coefficient P.....	27
Tableau16:Valeurs de K1 en fonction de l'environnement.....	28
Tableau 17:Valeurs de K2 en fonction de l'environnement.....	28
Tableau18:Valeurs de capacité théorique.....	29
Tableau 19:Données trafic.....	30
Tableau 20:Résultats de calcul trafic.....	30

## CHAPITRE III :

Tableau 21: coordonnées des sommets (variante 01).....	36
Tableau 22:Calcul des gisements, angles au centre et distances.....	36
Tableau 23 : Tangentes aux cercles et rayons.....	37
Tableau 24:calcul des dénivelés (variante 01).....	37
Tableau 25: Coordonnées des sommets (variante 02).....	43
Tableau26:-calcul des gisements et angle au centre (variante 02).....	44

Tableau27: Tangentes aux cercles et rayons.....	44
Tableau 28:calcul des dénivelés (variante 02).....	45
Tableau 29: Comparaison entre les deux variantes.....	51
Tableau 30:Longueur de la clothoïde "L.....	57
Tableau 31:paramètres des raccordements circulaires .....	57
Tableau32:paramètres de clothoïde .....	58
Tableau 33:Devers en fonction de l'environnement.....	61

## **CHAPITRE IV**

Tableau34:Valeur de déclivité maximale.....	70
Tableau35:Rayons convexes (Cat1, V100).....	72
Tableau36:Rayons concaves (Cat1, V100).....	73
Tableau37 : Résultat de profil en long.....	75

## **CHAPITRE V**

Tableau38: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40.....	76
Tableau 39:Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse.....	82
Tableau40:Paramètres fondamentaux.....	83

## **CHAPITRE VI**

Tableau41:coefficient d'équivalence des matériaux.....	92
Tableau42:classe de sol.....	92
Tableau43:épaisseur du corps de chaussée.....	94

# LISTE DES FIGURES

## CHAPITRE I

Figure 01 : situation géographique de Mostaganem02

Figure 02: localisation du projet03

## CHAPITRE II

Figure 03 : détermination de l'angle au centre07

## CHAPITRE III

Figure 04 : tracé en plan32

Figure05:les éléments d'un tracé en plan34

Figure 06: variante 0135

Figure 07 : variante 0243

Figure08:éléments d'un clothoïde54

Figure09: Clothoïde54

Figure10:condition de gauchissement 55

Figure 11 : Clothoïde sans arc de cercle56

Figure 12: Clothoïde avec arc de cercle.56

Figure 13 : Clothoïde impossible56

## CHAPITRE IV

Figure 14 : calcul du raccordement parabolique

## CHAPITRE V

Figure 14:Distance d'arrêt et de freinage

Figure15 : distance de perception

Figure 16:L'espace entre deux véhicules

## CHAPITRE VI

Figure 17 Les éléments d'une route

Figure 18:les différentes catégories de chaussée

Figure 19:Corps de chaussée

Figure 20: les étapes de calcul de cubature sous COVADIS

## CHAPITRE VII

Figure 21:dimensions adopté du fossé

**CHAPITRE VIII**

## **INTRODUCTION**

La wilaya de Mostaganem a connu une forte croissance socio-économique d'où une demande croissante et rapide dans les déplacements ce qui induit un flux migratoire arrivant de toutes directions du pays.

Tout cela intervient largement dans l'augmentation rapide du parc automobile qui reste partiellement exploitable à cause du manque des infrastructures routières, ce qui engendre par conséquent beaucoup de problèmes liés à la circulation dont on citera :

1. Les embouteillages et phénomène d'encombrement matin et soir surtout durant les heures de pointes.
2. L'inconfort pour les usages.
3. Le taux élevé des accidents.
4. Les nuisances liées à l'environnement : bruit, pollution...etc.

Dans ce but, de nouvelles techniques de réalisation peuvent faciliter la circulation et amortir l'augmentation du trafic.

La direction politique de notre pays a inscrit plusieurs projets dans le domaine des infrastructures de transport dans le cadre du développement du réseau routier national. Notamment l'infrastructure routière portant sur l'aménagement des carrefours et des dédoublements des routes existantes et des contournements.

Nous essaierons de traiter dans la première partie de ce présent mémoire toutes les opérations effectuées sur terrain, après on entamera notre étude de dédoublement sur une longueur d'environ 3.4km.

L'assainissement, la signalisation routière, plan de piquetage, ainsi que l'estimation des coûts font aussi objet d'étude dans notre présent projet.

# **CHAPITRE I**

## **PRESENTATION DU PROJET**

## I.1- Présentation de la wilaya :

Mostaganem est une ville de l'Ouest d'Algérie.

La wilaya de Mostaganem est limitée :

- A l'Est par la wilaya de Chlef et Relizane.
- A l'Ouest par la wilaya d'Oran.
- Au Nord par la mer méditerranéenne.
- Au Sud par la wilaya de Mascara.

Le territoire de la commune de Mostaganem est situé à 363 km à l'Ouest d'Alger, à 89 km à l'est d'**Oran**, à 48 km d'**Arzew** et à 81 km au Nord de **Mascara**.  
Mostaganem est située à 104 mètre d'altitude (altitude moyenne)



Figure 01 : situation géographique de Mostaganem

## I.2-Localisation du projet :

Notre projet fait partie d'un réseau routier national RN23, c'est un tronçon d'évitement situé dans la wilaya de Mostaganem à la daïra de Bouguirat.

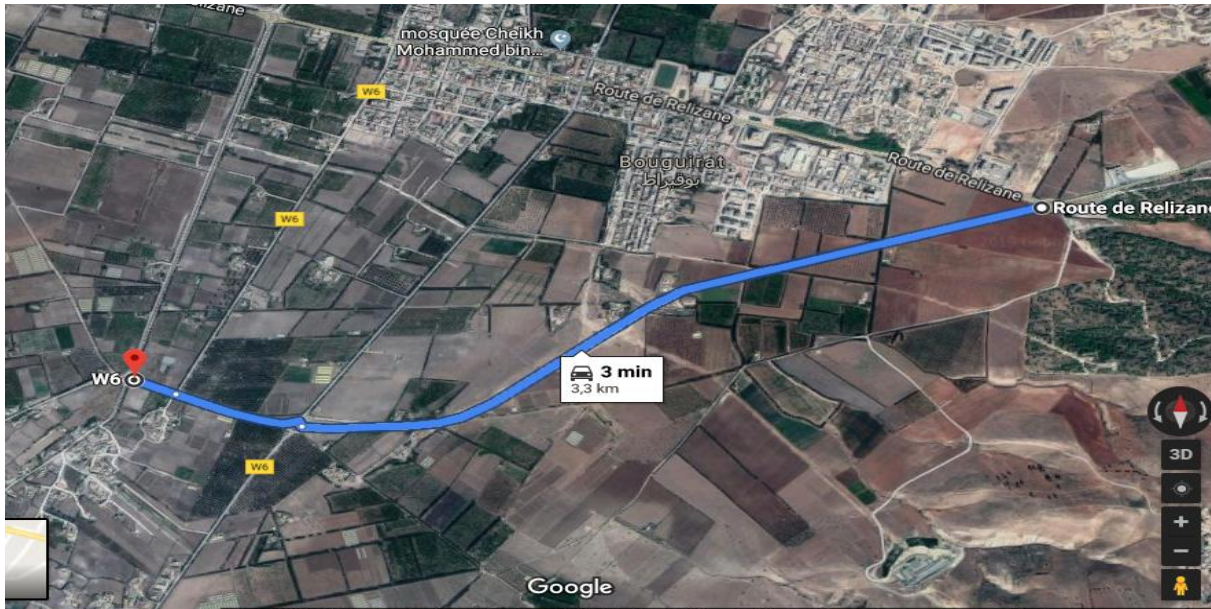


Figure 0102: localisation du projet

## I.3-Données de base :

### ✓ *Catégorie de la route*

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

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

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

- **Catégorie 2** : Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.
- **Catégorie 3** : Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2
- **Catégorie 4** : Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- **Catégorie 5** : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes
- **Le trafic**
  - **TMJA** : 6000 v/j
  - **Pourcentage de poids lourds** : 35%
  - **Le taux d'accroissement** :  $\tau = 7\%$
  - **Durée d'étude et mise en service** : 2 ans
  - **Durée de vie** : 15 ans
- **Profil en travers type**
  - Dédoublement** :
    - Accotement 2 x 2.00m
    - Largeur de la route 2 x 7.60m
    - Terre-plein central de 3.00m
  - La route bidirectionnelle**
    - Accotement de 2.00m
    - Largeur de la route 2 x 3.5 m
  - L'indice CBR** = 9

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

##### **A cause de :**

- Augmentation du trafic (nombre de véhicules).
- Augmentation de pourcentage de poids lourds.

##### **On va réaliser ce projet pour :**

- Diminuer le taux d'accidents. (Sécurité)
  - Améliorer la circulation.et le confort
- Désengorger les villes du flux.

#### **I.5-Dédoublement :**

L'approche d'étude de dédoublement est différente des études en site vierge et différente également des études de renforcement et réhabilitation pour cela l'approche suivante a été adoptée :

- le choix des rayons supérieurs ou égaux à RHm est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.
- Elargir autant que possible d'un seul côté si le terrain le permet

Cette démarche permet de réduire les coûts du projet, sauvegarder et préserver la chaussée existante, aussi pour l'assainissement, elle permet d'exécuter les travaux sans porter de gêne aux usagers (maintien de la circulation).

# **CHAPITRE II**

## **ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE**

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

La route existante est composée de quatre virages successifs

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'alignements droits et courbes
- ❖ L'environnement de la route
  - Dénivelée cumulée
  - Sinuosité
- ❖ Vitesse de référence  $V_r$
- ❖ Calcul des rayons en plan  $RH_m$ ,  $RH_N$ ,  $RH_d$  et  $RH_{nd}$
- ❖ Etude de trafic
- ❖ Conclusion

## **II.2-Détermination des coordonnées des sommets :**

Dans cette partie on a relevé à partir du tracé en plan, les coordonnées planimétriques définissant l'axe la route.

Une fois les coordonnées relevées, on calcule les gisements de tous les directions définissant les alignements droits, on détermine ensuite les angles au centre de chaque raccordement et enfin on procède à la mesure des longueurs des tangentes et ceci dans le but de calculer les rayons planimétriques des virages de la route existante.

### II.3. Calcul de gisements et des angles au centre :

#### a-Gisement

Le gisement d'une direction est l'angle dans le sens topographique (des aiguilles d'une montre) compris entre l'axe des Y et la direction

Exemple : Calcul du Gisement de la direction S1S2

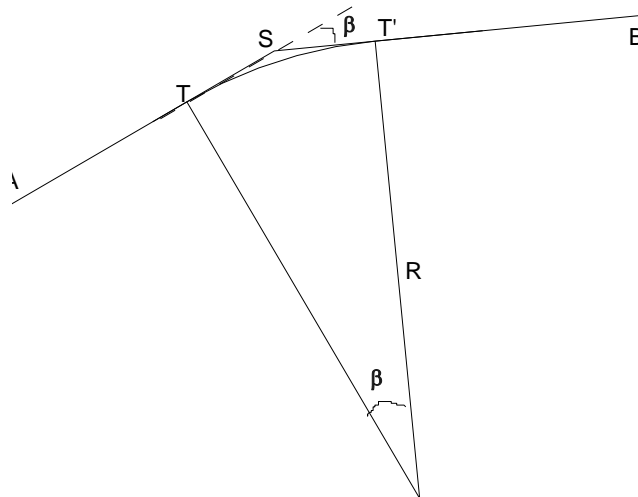
$$G_{S_1S_2} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_{S_2} - X_{S_1}}{Y_{S_2} - Y_{S_1}}$$

#### b-Distance

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S_1S_2 = \sqrt{(X_{S_2} - X_{S_1})^2 + (Y_{S_2} - Y_{S_1})^2}$$

#### c-L 'angle au centre



**Figure 03 : détermination de l'angle au centre**

D'après le cas de figure, l'angle au centre  $\beta$  est donné par :  $\beta = G_{SB} - G_{AS}$

### Coordonnées des points de sommet de la route existante

Sommet	X(m)	Y(m)
<b>1</b>	<b>249547,046</b>	<b>3958518,294</b>
<b>2</b>	<b>250071,885</b>	<b>3958245,329</b>
<b>3</b>	<b>250649,020</b>	<b>3958251,924</b>
<b>4</b>	<b>250959,872</b>	<b>3958469,321</b>
<b>5</b>	<b>251402,232</b>	<b>3958787,866</b>
<b>6</b>	<b>252672,211</b>	<b>3959084,503</b>

Tableau 01 : coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

### Valeurs des gisements et des distances

<u>Gisements (gr)</u>		<u>Angle au centre (gr)</u>		<u>Distances (m)</u>
<b>G<sub>1-2</sub></b>	<b>130.532</b>	$\beta_1 =$	<b>31.259</b>	<b>591.579</b>
<b>G<sub>2-3</sub></b>	<b>99.273</b>			<b>577.173</b>
<b>G<sub>3-4</sub></b>	<b>61.147</b>	$\beta_2 =$	<b>38.126</b>	<b>379.329</b>
<b>G<sub>4-5</sub></b>	<b>60.269</b>			<b>545.118</b>
<b>G<sub>5-6</sub></b>	<b>86.681</b>	$\beta_3 =$	<b>0.878</b>	<b>1298.288</b>
				<b>26.412</b>

Tableau 02 : gisement, distance de la route existante

## II.4-Détermination des rayons en plan :

Le tracé de la route existante est composé de quatre (4) virages.

### II.4.1 - Calculs éléments de quatre raccords

**Tangente :**

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

**Bissectrice**

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

**La développée**

$$D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R\beta^{\text{rd}}$$

**La flèche**

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

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

Tableau 03: Tangentes aux cercles et rayons "route existante"

Angle Au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Fleche (m)
$\beta_1 = 31.259$	1000	250.562	491.020	30.913	29.986
$\beta_2 = 38.126$	500	154.362	300.205	23.285	22.249
$\beta_3 = 0.878$	5000	34.480	68.979	0.119	0.119
$\beta_4 = 26.412$	550	115.757	217.046	12.049	11.79

## **II.5- longueur de tracé :**

La longueur totale de tracé mesurée

$$L_t = 3375.11 \text{ m}$$

La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$$L_C = 1077.25 \text{ m}$$

La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

- $LAD = L_T - L_C = 3375.11 - 1077.25$

$$L_{AD} = 2297.86 \text{ m}$$

Pourcentage d'alignement droit :

$$\% \text{ alignement Droit} = 68\%$$

Pourcentage courbe :

$$\% \text{ Courbe} = 32\%$$

Condition vérifié
-------------------

## **II.6-Environnement de la route :**

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

1. La dénivelée cumulée moyenne DC
2. La sinuosité  $\sigma$

### ***II.6.1 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)

N° Profil	C.T.N (m)	Dénivelé (m)	Distances (m)	Déclivités %
1	67,07		0,00	
2	67,04	-0,03	25,00	-0,11%
3	67,12	0,08	25,00	0,31%
4	66,36	-0,75	25,00	-3,02%
5	66,78	0,42	25,00	1,67%
6	66,52	-0,26	25,00	-1,05%
7	66,66	0,14	25,00	0,57%
8	66,62	-0,04	25,00	-0,17%
9	66,63	0,01	25,00	0,02%
10	66,67	0,04	25,00	0,16%
11	66,57	-0,09	25,00	-0,37%
12	66,83	0,26	25,00	1,04%
13	66,86	0,03	25,00	0,12%
14	66,71	-0,16	25,00	-0,63%
15	66,80	0,09	16,01	0,59%
16	66,83	0,03	8,99	0,33%
17	66,88	0,05	25,00	0,20%
18	66,91	0,03	25,00	0,14%
19	66,99	0,08	25,00	0,32%
20	67,08	0,09	25,00	0,35%
21	67,16	0,08	25,00	0,32%
22	67,31	0,14	25,00	0,58%
23	67,46	0,15	25,00	0,60%

24	67,43	-0,03	25,00	-0,12%
25	67,64	0,22	25,00	0,86%
26	67,53	-0,11	25,00	-0,43%
27	66,71	-0,82	25,00	-3,29%
28	67,45	0,74	25,00	2,95%
29	67,64	0,19	25,00	0,76%
30	67,69	0,05	25,00	0,18%
31	67,77	0,08	25,00	0,32%
32	67,89	0,13	25,00	0,50%
33	67,98	0,09	25,00	0,35%
34	68,07	0,09	25,00	0,36%
35	68,30	0,23	25,00	0,91%
36	68,37	0,08	7,04	1,09%
37	68,56	0,18	17,97	1,01%
38	68,45	-0,10	25,00	-0,42%
39	69,18	0,73	25,00	2,92%
40	68,84	-0,34	25,00	-1,36%
41	70,01	1,17	25,00	4,68%
42	70,35	0,34	25,00	1,37%
43	71,93	1,57	25,00	6,30%
44	71,99	0,06	4,29	1,47%
45	73,11	1,11	20,72	5,38%
46	74,07	0,96	25,00	3,84%
47	74,37	0,30	25,00	1,20%
48	75,88	1,52	25,00	6,08%
49	76,13	0,25	25,00	0,98%
50	76,90	0,77	25,00	3,09%
51	77,73	0,83	25,00	3,32%
52	78,54	0,81	25,00	3,23%
53	79,38	0,84	25,00	3,36%

54	80,72	1,34	25,00	5,37%
55	81,05	0,33	25,00	1,31%
56	81,94	0,89	25,00	3,57%
57	82,10	0,16	4,49	3,52%
58	82,80	0,70	20,51	3,42%
59	83,86	1,06	25,00	4,24%
60	84,49	0,63	25,00	2,53%
61	85,32	0,83	25,00	3,32%
62	86,40	1,08	25,00	4,31%
63	87,15	0,75	25,00	2,99%
64	87,64	0,49	25,00	1,96%
65	88,19	0,55	19,20	2,87%
66	88,33	0,14	5,80	2,45%
67	88,92	0,59	25,00	2,35%
68	89,44	0,52	25,00	2,09%
69	89,69	0,25	13,18	1,90%
70	89,91	0,22	11,82	1,84%
71	90,32	0,41	25,00	1,65%
72	90,90	0,58	25,00	2,32%
73	91,16	0,26	25,00	1,02%
74	91,29	0,14	25,00	0,54%
75	91,63	0,33	25,00	1,34%
76	91,72	0,09	25,00	0,35%
77	91,93	0,22	25,00	0,86%
78	92,13	0,20	25,00	0,81%
79	92,21	0,08	25,00	0,32%
80	92,22	0,01	25,00	0,04%
81	92,37	0,14	25,00	0,58%
82	92,77	0,40	25,00	1,59%
83	92,91	0,14	25,00	0,57%

84	93,10	0,19	25,00	0,74%
85	92,40	-0,69	25,00	-2,77%
86	91,11	-1,29	13,85	-9,31%
87	93,24	2,13	11,15	19,07%
88	93,40	0,16	25,00	0,65%
89	93,10	-0,31	25,00	-1,22%
90	93,33	0,24	25,00	0,95%
91	93,86	0,52	25,00	2,09%
92	94,23	0,37	25,00	1,49%
93	94,44	0,21	25,00	0,84%
94	94,13	-0,31	25,00	-1,22%
95	94,75	0,61	25,00	2,46%
96	94,80	0,05	5,90	0,86%
97	94,96	0,16	19,10	0,86%
98	94,88	-0,08	25,00	-0,33%
99	95,17	0,29	25,00	1,16%
100	95,38	0,21	25,00	0,84%
101	95,48	0,10	25,00	0,38%
102	95,55	0,08	25,00	0,31%
103	95,49	-0,06	25,00	-0,24%
104	95,88	0,39	25,00	1,55%
105	96,31	0,43	25,00	1,72%
106	96,43	0,12	25,00	0,48%
107	96,82	0,39	25,00	1,55%
108	97,11	0,29	25,00	1,14%
109	97,31	0,21	25,00	0,83%
110	97,64	0,32	25,00	1,29%
111	97,88	0,24	25,00	0,98%
112	98,38	0,50	25,00	1,98%
113	98,75	0,37	25,00	1,48%

114	99,09	0,34	25,00	1,37%
115	99,40	0,31	25,00	1,25%
116	99,83	0,43	25,00	1,70%
117	100,19	0,37	25,00	1,47%
118	100,58	0,39	25,00	1,54%
119	100,87	0,29	25,00	1,15%
120	100,01	-0,86	25,00	-3,43%
121	101,44	1,43	25,00	5,70%
122	102,10	0,66	25,00	2,65%
123	102,84	0,74	25,00	2,97%
124	103,30	0,46	25,00	1,84%
125	102,34	-0,97	25,00	-3,87%
126	104,42	2,08	25,00	8,32%
127	105,01	0,60	25,00	2,39%
128	105,63	0,61	25,00	2,45%
129	106,25	0,62	25,00	2,48%
130	106,86	0,61	25,00	2,44%
131	107,37	0,52	25,00	2,07%
132	108,07	0,70	25,00	2,79%
133	108,65	0,58	25,00	2,30%
134	109,19	0,54	25,00	2,17%
135	109,80	0,61	25,00	2,44%
136	110,44	0,64	25,00	2,58%
137	110,54	0,10	25,00	0,40%
138	111,41	0,87	25,00	3,48%
139	112,35	0,94	25,00	3,75%
140	112,93	0,58	25,00	2,32%
141	113,46	0,53	25,00	2,12%
142	113,98	0,52	25,00	2,08%
143	114,38	0,40	25,00	1,59%

144	115,27	0,89	25,00	3,58%
145	115,28	0,00	0,11	3,70%
		4820,80%	3375,11	
H/L		1,43%		

**Tableau04 : Dénivelée cumulée "route existante**

$$D_c = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i \ell_i + \sum_{P_i < 0} P_i \ell_i \right|}{L}$$

$$D_c = 0.0143$$

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

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	<b>Plat</b>	$D_c \leq 1.5\%$
2	Terrain Vallonné	$1.5\% < D_c \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

**Tableau 05 : Type de topographie**

$$D_c = 1.43\% < 1.5\%$$

Donc :Le terrain est : **Plat**

### **II.6.2-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 200 m.

## Calcul de la sinuosité

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

Avec :

- $L_s$  : la somme des développées des rayons inférieure ou égale à 200m
- $L$  : la longueur totale de la route
- $L_s = \sum D (R \leq 200 \text{ m})$

Il n'y a pas de rayons inférieurs à 200 donc  **$L_s = 0$**  et  **$\sigma = 0$**

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

N°	Classification	Sinuosité
1	<b>Sinuosité faible</b>	<b><math>\sigma \leq 0.10</math></b>
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

**Tableau 06: Sinuosité**

**Sinuosité : faible**

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

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	<b>E1</b>	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

**Tableau 07: Environnement de la route existante**

**Dans notre cas nous avons :**

Un terrain est: **Plat**

Et une Sinuosité : **Sinuosité faible**

**L'environnement de la route est : E1**

**II.7-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 :

1. La catégorie
2. L'environnement

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

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

**Tableau 08:Vitesse de référence**

**Vitesse Vr = 100 km/h**

## II.8-Courbes en plan

### **a- Le rayon minimal absolu RHm**

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

$$RHm = \frac{Vr(km/h)^2}{127(dmin + ft)}$$

### **b-Le rayon minimal normal RHN**

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

$$RHN = \frac{(Vr + 20)^2}{127(ft + d)}$$

### **c-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 %)

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

### d-Le rayon non déversé RHnd

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

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127(F'' - d_{min})}$$

### Détermination des dévers $d_{max}$ et $d_{min}$

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
$d_{min}$	<b>-2,50%</b>	-2,50%	-3%	-3%	-4%
$d_{max}$	<b>7%</b>	7%	8%	8%	9%

**Tableau 09: Dévers**

### Détermination du coefficient transversal $f_t$

$V_r$	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,22	0,16	0,13	<b>0,11</b>	0,1	0,1
CAT 3-4-5	0,22	0,18	0,15	0,125	0,11	/

**Tableau 10: Valeur du coefficient  $f_t$**

### Tableau des coefficients $F''$ en fonction de la catégorie

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
$F''$	<b>0,06</b>	0,06	0,07	0,075	0,075

**Tableau 11: Valeur du coefficient " $F''$ "**

## Tableau récapitulatif

<b>dmax =</b>	<b>7,00%</b>
<b>dmin =</b>	<b>2,50%</b>
<b>ft =</b>	<b>0,11</b>
<b>d =</b>	<b>0,05</b>
<b>F'' =</b>	<b>0,06</b>

Tableau 12: Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

## Application numérique

$$RHm = \frac{100(\text{km/h})^2}{127(0.025 + 0.11)}$$

$$RHN = \frac{(100 + 20)^2}{127(0.11 + 0.05)}$$

$$RHd = \frac{100^2}{127(2 \cdot 0.025)}$$

$$RHnd = \frac{100^2}{127(0.06 - 0.025)}$$

Le calcul des rayons en plan nous donnent les résultats suivants

<b>catégorie</b>	<b>RHM</b>	<b>RHN</b>	<b>RHD</b>	<b>RHND</b>
<b>1</b>	<b>437.44</b>	<b>708.66</b>	<b>1574.80</b>	<b>2249.72</b>

Tableau13:récapitulatif des rayons en plan

NB : En comparant les résultats ci dessus avec les valeurs de B40 on aura :

<b>RHM</b>	<b>RHN</b>	<b>RHD</b>	<b>RHND</b>
<b>450</b>	<b>650</b>	<b>1600</b>	<b>2200</b>

Tableau14: les rayons en plan selon B40

## **II.9-ETUDE DU TRAFIC :**

### **II.9.1-Introduction**

L'étude de la route existante constitue un moyen important de collecte de données de notre projet, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, pour partie stratégie, planification sur la prévision des trafics sur les réseaux routier, qui est nécessaire pour :

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

Le trafic à prendre en compte pour un projet constitue une des donné de base pour la définition des caractéristiques géométriques de la route ainsi que pour le dimensionnement de la chaussée.

Il décrit la méthodologie de l'enquête, les comptages du trafic, l'analyse des résultats et leurs projections.

### **II.9.2- Analyse du trafic**

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.

*Les enquêtes de type cordon* : elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.

*Les enquêtes qualitatives* : elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement...etc.

### **II.9.3-Différents types de trafics**

#### **a) Trafic normal**

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

#### **b) Trafic dévié**

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

#### **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 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.

## II.9.4- Modèles de présentation de trafic

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 humains.

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

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

### *II.9.4.1- 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

### *II.9.4.2-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

#### ***II.9.4.3- 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

#### ***II.9.4.4- Modèle de facteurs 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.

#### **Remarque :**

Pour notre cas, nous utilisons la première méthode, c'est à dire la méthode« prolongation de l'évolution passée » vu sa simplicité et son intégration de l'ensemble des variables économiques de la région.

## II.9.5- Calcul de la capacité

### II.9.5.1- Définition de la capacité

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons.

La capacité dépend:

- Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins en rase campagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible)
- Des conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route.
- 

### II.9.5.2- Détermination de nombre de voies

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant, soit par défaut, soit par insuffisance.

Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

A partir de là, l'ingénieur fait une comparaison entre le débit admissible et le débit prévisible pour obtenir le choix du nombre de voies pour un tronçon routier.

Donc il est nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la 15<sup>eme</sup> année d'exploitation.

### II.9.5.3- Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon

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

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

$T_0$ ,  $\tau$ ,  $n$  : sont définies précédemment

## Calcul des trafics effectifs

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particulières (U.V.P) en fonction du Type de route et de l'environnement (vallonnée, en plaine,...).

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).

Le trafic effectif est donné par la relation :

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

Avec :

**T<sub>eff</sub>** : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

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

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

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2,5	5	10
4 voies et +	2	4	8

**Tableau15:valeurs du coefficient P**

Ce tableau nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « **P** » pour le poids lourd en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

## Débit de point horaire normal

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

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

Avec  $(\frac{1}{n})$ : Coefficient de pointe prise égale 0.1

Q : est exprimé en UVP/h.

### Débit horaire admissible

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

$$Q_{adm} (uvp/h) = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$$

Avec :

**K<sub>1</sub>** : coefficient lié à l'environnement.

**K<sub>2</sub>** : coefficient de réduction de capacité.

**C<sub>th</sub>**: capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

#### *Valeurs de K<sub>1</sub>*

Coefficient <b>K<sub>1</sub></b>					
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
E1	<b>1,00</b>	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	0,96	0,96

Tableau16: Valeurs de **K<sub>1</sub>** en fonction de l'environnement

#### *Valeurs de K<sub>2</sub>*

Coefficient <b>K<sub>2</sub></b>			
Envir.	E1	E2	E3
<b>K<sub>2</sub></b>	<b>0,75</b>	0,85	0,90 à 0,95

Tableau 17: Valeurs de **K<sub>2</sub>** en fonction de l'environnement-

## Capacité théorique

**Valeurs de Cth** : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Route à 2 voies de 3,5 m	<b>1500 à 2000 uvp/h</b>
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

**Tableau18: Valeurs de capacité théorique**

### Calcul du nombre de voie

Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare  $Q$  à  $Q_{adm}$  et on prend le profil permettant d'avoir :  $Q_{adm} = Q$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport  $S \cdot Q / Q_{adm}$

Avec :  $S$  : coefficient dissymétrie en général =  $2/3$

$Q_{adm}$  : débit admissible par voie

## Application au projet

### Données

<b>TMJA</b>	<b>6000 V/J</b>
<input type="checkbox"/>	<b>7%</b>
<b>% Poids lourd</b>	<b>35%</b>
<b>Année de comptage</b>	<b>2015</b>
<b>Année de mise en service</b>	<b>2017</b>
<b>Durée de vie</b>	<b>15</b>
<b>Coefficient d'équivalence P</b>	<b>3,00</b>
<b>K<sub>1</sub></b>	<b>1,00</b>
<b>K<sub>2</sub></b>	<b>0,75</b>
<b>N</b>	<b>2</b>

Tableau 19:Données trafic

Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

<b>Trafic de l'année de mise en service T1</b>	<b>6870 V/J</b>
<b>Trafic de l'année horizon T<sub>15</sub></b>	<b>18953 UVP/J</b>
<b>Teff</b>	<b>32220 UVP/J</b>
<b>Débit horaire prévisible "Q"</b>	<b>3867 UVP/h</b>
<b>Cth</b>	<b>2000 UVP/h</b>
<b>Débit admissible "d"</b>	<b>1500 UVP/h</b>
<b>Nombre de voie</b>	<b>2</b>

Tableau 20:Résultats de calcul trafic

## II.10-CONCLUSION

L'étude de la route existante présente certaines caractéristiques ne répondant pas aux normes du B40.

On a relevé à partir de l'existant ce qui suit :

- **Les rayons**

Pour une route de catégorie donnée, *aucun rayon ne doit être inférieur* au rayon minimum absolu RHm. On doit utiliser, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

Les rayons de quatre (04) virages sont inférieurs au rayon minimal absolu RHm

- **Pourcentage en alignement droit et en courbe**

Le pourcentage d'alignement droit et de courbes reste hors normes.

- **Coordination tracé en plan- profil en long**

La coordination n'est pas respecté il y a présence d'une zone très dangereuse qui acausé de nombreux accident.

- **Largeur de la chaussée**

La largeur de la route existante ne répond pas au trafic actuel.

A cet effet pour assurer la sécurité, le confort, respecter les normes du B40 et donner à l'infrastructure la capacité à écouler le trafic actuel qu'elle doit supporter, le dédoublement est la solution à envisager.

La partie qui suit fait l'objet de l'étude du dédoublement en question.

# **CHAPITRE III**

## **TRACE EN PLAN**

### III .1- Représentation graphique de notre projet

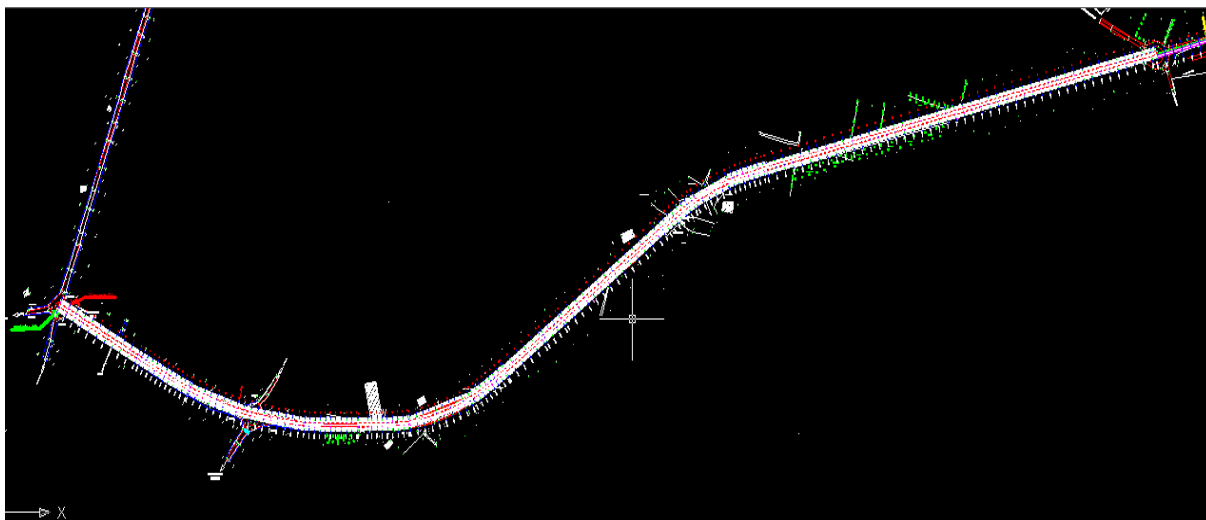


Figure 04 : tracé en plan

### III .2- Introduction :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain. En tenant compte des obligations suivantes:

- Une obligation de sécurité, liée au tracé, à la qualité des véhicules admis et à l'adhérence de de la surface de roulement.
- Une obligation de confort, pour diminuer la fatigue des usagers et la nuisance.
- Une obligation économie globale, en vue de réduire le coût social des accidents et d'exploitation.
- Il faudrait tenir en compte des variations considérables relatives aux caractéristiques des véhicules admis aux conditions de surface de la chaussée et aux conditions ambiantes (météologie, visibilité...etc.).

Les projets seront donc basés sur un certain nombre de paramètres physiques moyens choisis de telle sorte que le confort soit assuré dans des conditions normales d'utilisation.

### **III .3- Règles à respecter dans le tracé en plan**

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes.

- 1) L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- 2) Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant
- 3) Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières
- 4) Eviter au maximum les propriétés privées
- 5) Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- 6) Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur totale de tracé

#### **A- Pour les routes neuves**

Il convient en outre, pour les projets de routes neuves :

1. d'éviter les tracés en succession de grandes courbes (tracés de type autoroutier),

2. de recourir de préférence à des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et de zones de visibilité de dépassement

dans de bonnes conditions) alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal, et ne dépassant guère le rayon non déversé)

3. d'éviter, en extrémité d'alignements droits importants (plus de 1 km) et quelle que soit la catégorie, les courbes de rayon inférieur à 300 m, de même qu'en bas de longues descentes rapides, en extrémité d'alignements plus courts (0,5 à 1 km) éviter les courbes de rayon inférieur à 200 m,

4. de respecter, lorsque deux courbes se succèdent (même séparées par un alignement droit, quelle que soit sa longueur) la condition suivante concernant leurs rayons  $R_1$  et  $R_2$   $0,67 < R_1/R_2 < 1,5$ , sauf si  $R_1$  et  $R_2$  sont supérieurs à 500 m,
5. d'exclure les courbes en ove, en C, et à sommet

### **B- Pour l'aménagement des routes existantes**

Sous certaines conditions, des valeurs inférieures aux valeurs minimales peuvent être adoptées (2). Les recommandations 1 et 2 sont généralement sans objet mais les recommandations 3, 4 et 5, qui concernent directement la sécurité, sont à prendre en considération. Elles doivent être appréciées en tenant compte des résultats du diagnostic de sécurité (analyse des accidents notamment).

### **III .4-Les éléments de tracé en plan**

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous :

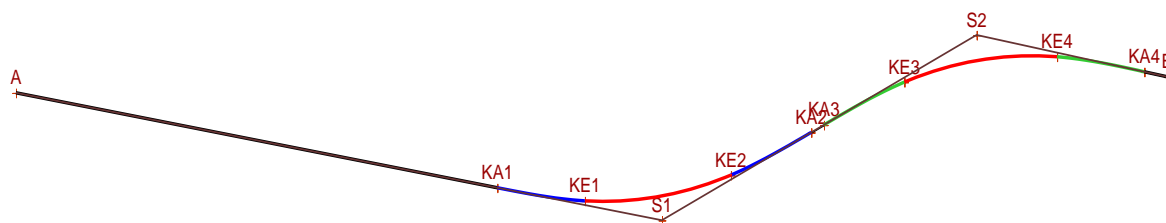


Figure05:les éléments d'un tracé en plan

### **Les alignements**

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

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

La longueur maximale  $L_{\max}$  est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

$$\text{Longueur minimum : } L_{\min} = t \cdot V_r$$

Avec

- $V_r$  en (m/s)
- $t = 3$  sec vitesse faible
- $t = 5$  sec vitesse forte

$$\text{Longueur maximum } L_{\max} = 60 V_r$$

### Règles pour l'utilisation des rayons en plan

Il n'y a aucun rayon inférieur à  $R_{Hm}$ , on utilise autant des valeurs de rayon supérieur ou égale à  $R_{HN}$  que possible.

### III .5-Variante 01 :

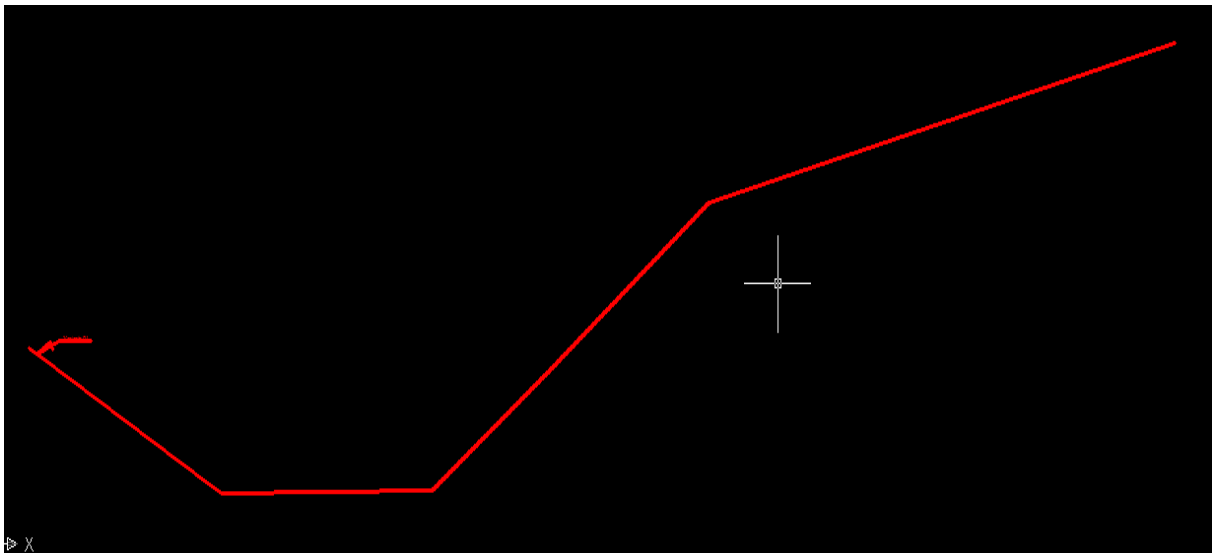


Figure 06: variante 01

Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante 01

<b>sommet</b>	<b>X(m)</b>	<b>Y(m)</b>
<b>1</b>	<b>249549.1232</b>	<b>3958522.2864</b>
<b>2</b>	<b>250072.9613</b>	<b>3958249.8412</b>
<b>3</b>	<b>250647.5802</b>	<b>3958256.4076</b>
<b>4</b>	<b>250957.2683</b>	<b>3958472.9909</b>
<b>5</b>	<b>251400.3330</b>	<b>3958792.0437</b>
<b>6</b>	<b>252671.1883</b>	<b>3959088.8855</b>

Tableau 21: coordonnées des sommets variante 1

Gisements, angles au centre et distance

<b><u>Gisements (gr)</u></b>		<b><u>Angle au centre (gr)</u></b>	<b><u>Distances(m)</u></b>
<b>G1-2</b>	<b>130.5319gr</b>		$\beta_1 = 31.2594$
<b>G2-3</b>	<b>99.2725 gr</b>	$\beta_2 = 38.1251$	<b>574.66 m</b>
<b>G3-4</b>	<b>61.1474 gr</b>	$\beta_3 = 0.8783$	<b>377.91 m</b>
<b>G4-5</b>	<b>60.2691 gr</b>	$B_4 = 25.1229$	<b>545.99 m</b>
<b>G5-6</b>	<b>85.3920 gr</b>		<b>1305.06m</b>

Tableau 22: Calcul des gisements, angles au centre et distances

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Fleche (m)
$\beta_1 = 31.259$	1000	250.562	491.020	30.913	29.986
$\beta_2 = 38.126$	500	154.362	299.435	23.285	22.249
$\beta_3 = 0.878$	5000	34.480	68.979	0.119	0.119
$\beta_4 = 25.123$	550	115.757	236.778	12.049	11.79

Tableau 23 : Tangentes aux cercles et rayons (la variante 01)

### Dénivelée cumulée

N°	Distance		Z (m)	DN
	Cumulée (m)	Partielle (m)		
1	0,0000	0,0000	67,4210	
2	25,0000	25,0000	67,0699	-0,3511
3	50,0000	25,0000	67,0716	0,0017
4	75,0000	25,0000	66,5068	-0,5648
5	100,0000	25,0000	66,8019	0,2951
6	125,0000	25,0000	66,4409	-0,3610
7	150,0000	25,0000	66,5936	0,1527
8	175,0000	25,0000	66,5945	0,0009
9	200,0000	25,0000	66,6006	0,0061
10	225,0000	25,0000	66,5926	-0,0080
11	250,0000	25,0000	66,7167	0,1241
12	275,0000	25,0000	66,9262	0,2095
13	300,0000	25,0000	66,4519	-0,4743
14	325,0000	25,0000	66,7212	0,2693
15	339,8865	14,8865	66,7241	0,0029
16	350,0000	10,1135	66,8311	0,1070
17	375,0000	25,0000	66,9747	0,1436

18	400,0000	25,0000	67,0389	0,0642
19	425,0000	25,0000	66,9393	-0,0996
20	450,0000	25,0000	67,1541	0,2148
21	475,0000	25,0000	67,2524	0,0983
22	500,0000	25,0000	67,2476	-0,0048
23	525,0000	25,0000	67,3998	0,1522
24	550,0000	25,0000	67,3699	-0,0299
25	575,0000	25,0000	67,6938	0,3239
26	600,0000	25,0000	67,7467	0,0529
27	625,0000	25,0000	66,7785	-0,9682
28	650,0000	25,0000	67,6569	0,8784
29	675,0000	25,0000	67,6283	-0,0286
30	700,0000	25,0000	67,7215	0,0932
31	725,0000	25,0000	67,5484	-0,1731
32	750,0000	25,0000	67,5207	-0,0277
33	775,0000	25,0000	67,7958	0,2751
34	800,0000	25,0000	68,0648	0,2690
35	825,0000	25,0000	68,0457	-0,0191
36	830,9069	5,9069	68,0107	-0,0350
37	850,0000	19,0931	68,3139	0,3032
38	875,0000	25,0000	68,5228	0,2089
39	900,0000	25,0000	68,9443	0,4215
40	925,0000	25,0000	68,8148	-0,1295
41	950,0000	25,0000	69,7908	0,9760
42	975,0000	25,0000	70,2073	0,4165
43	1000,0000	25,0000	71,6086	1,4013
44	1000,6401	0,6401	71,6179	0,0093
45	1025,0000	24,3599	72,4089	0,7910
46	1050,0000	25,0000	73,3617	0,9528
47	1075,0000	25,0000	74,2114	0,8497

48	1100,0000	25,0000	75,1578	0,9464
49	1125,0000	25,0000	75,9610	0,8032
50	1150,0000	25,0000	76,7858	0,8248
51	1175,0000	25,0000	77,6347	0,8489
52	1200,0000	25,0000	78,4437	0,8090
53	1225,0000	25,0000	79,1161	0,6724
54	1250,0000	25,0000	80,2336	1,1175
55	1275,0000	25,0000	81,0979	0,8643
56	1300,0000	25,0000	81,9718	0,8739
57	1300,0746	0,0746	81,9744	0,0026
58	1325,0000	24,9254	82,8640	0,8896
59	1350,0000	25,0000	83,7163	0,8523
60	1375,0000	25,0000	84,5028	0,7865
61	1400,0000	25,0000	85,3220	0,8192
62	1425,0000	25,0000	86,7343	1,4123
63	1450,0000	25,0000	87,5454	0,8111
64	1475,0000	25,0000	87,6645	0,1191
65	1489,1350	14,1350	88,0630	0,3985
66	1500,0000	10,8650	88,3320	0,2690
67	1525,0000	25,0000	88,9313	0,5993
68	1550,0000	25,0000	89,4241	0,4928
69	1558,1139	8,1139	89,5761	0,1520
70	1575,0000	16,8861	89,7982	0,2221
71	1600,0000	25,0000	90,0777	0,2795
72	1625,0000	25,0000	90,6293	0,5516
73	1650,0000	25,0000	90,8857	0,2564
74	1675,0000	25,0000	91,1729	0,2872
75	1700,0000	25,0000	91,5089	0,3360
76	1725,0000	25,0000	91,7304	0,2215
77	1750,0000	25,0000	92,0124	0,2820

78	1775,0000	25,0000	91,9744	-0,0380
79	1800,0000	25,0000	92,1831	0,2087
80	1825,0000	25,0000	92,1944	0,0113
81	1850,0000	25,0000	92,2051	0,0107
82	1875,0000	25,0000	93,1500	0,9449
83	1900,0000	25,0000	92,8398	-0,3102
84	1925,0000	25,0000	93,0474	0,2076
85	1949,6607	24,6607	91,9507	-1,0967
86	1950,0000	0,3393	91,9148	-0,0359
87	1975,0000	25,0000	93,5327	1,6179
88	2000,0000	25,0000	93,1630	-0,3697
89	2025,0000	25,0000	93,3070	0,1440
90	2050,0000	25,0000	93,3782	0,0712
91	2075,0000	25,0000	94,1689	0,7907
92	2100,0000	25,0000	94,3327	0,1638
93	2125,0000	25,0000	94,5326	0,1999
94	2150,0000	25,0000	94,2975	-0,2351
95	2175,0000	25,0000	94,7619	0,4644
96	2186,4383	11,4383	94,8182	0,0563
97	2200,0000	13,5617	94,8853	0,0671
98	2225,0000	25,0000	94,8210	-0,0643
99	2250,0000	25,0000	95,0789	0,2579
100	2275,0000	25,0000	95,3064	0,2275
101	2300,0000	25,0000	95,5367	0,2303
102	2325,0000	25,0000	95,7135	0,1768
103	2350,0000	25,0000	95,7206	0,0071
104	2375,0000	25,0000	96,0270	0,3064
105	2400,0000	25,0000	96,3259	0,2989
106	2425,0000	25,0000	96,5413	0,2154
107	2450,0000	25,0000	96,4293	-0,1120

108	2475,0000	25,0000	96,8733	0,4440
109	2500,0000	25,0000	97,3324	0,4591
110	2525,0000	25,0000	97,5800	0,2476
111	2550,0000	25,0000	97,9621	0,3821
112	2575,0000	25,0000	98,0486	0,0865
113	2600,0000	25,0000	98,1374	0,0888
114	2625,0000	25,0000	99,0654	0,9280
115	2650,0000	25,0000	99,4146	0,3492
116	2675,0000	25,0000	99,3990	-0,0156
117	2700,0000	25,0000	100,1162	0,7172
118	2725,0000	25,0000	100,5099	0,3937
119	2750,0000	25,0000	100,6523	0,1424
120	2775,0000	25,0000	100,2521	-0,4002
121	2800,0000	25,0000	101,3257	1,0736
122	2825,0000	25,0000	102,2269	0,9012
123	2850,0000	25,0000	102,3113	0,0844
124	2875,0000	25,0000	102,9884	0,6771
125	2900,0000	25,0000	102,4637	-0,5247
126	2925,0000	25,0000	104,3993	1,9356
127	2950,0000	25,0000	104,9310	0,5317
128	2975,0000	25,0000	105,5782	0,6472
129	3000,0000	25,0000	106,1923	0,6141
130	3025,0000	25,0000	106,7221	0,5298
131	3050,0000	25,0000	106,7121	-0,0100
132	3075,0000	25,0000	108,0426	1,3305
133	3100,0000	25,0000	108,5982	0,5556
134	3125,0000	25,0000	109,1486	0,5504
135	3150,0000	25,0000	109,6788	0,5302
136	3175,0000	25,0000	110,3789	0,7001
137	3200,0000	25,0000	110,3422	-0,0367

138	3225,0000	25,0000	111,2606	0,9184
139	3250,0000	25,0000	112,1072	0,8466
140	3275,0000	25,0000	112,8612	0,7540
141	3300,0000	25,0000	113,4274	0,5662
142	3325,0000	25,0000	113,9024	0,4750
143	3350,0000	25,0000	114,1662	0,2638
144	3371,5513	21,5513	115,1861	1,0199
			La somme	47,7651
			H/L %	1,42

Tableau 24:calcul des dénivelés de la variante 01

### Environnement

1- Dénivelée cumulée : **Dc = 1.42 %**

2- Sinuosité :  **$\sigma = 0$**

**Environnement : E1**

**Vitesse de référence : Vr = 100km/h**

**Lt=3371.55 m**

**LAD=2275.80 m**

**LC=1095.75 m**

**%LAD=67.5%**

<b>condition vérifiée</b>
---------------------------

**%LC=32.5%**

### III .6-Variante 02 :

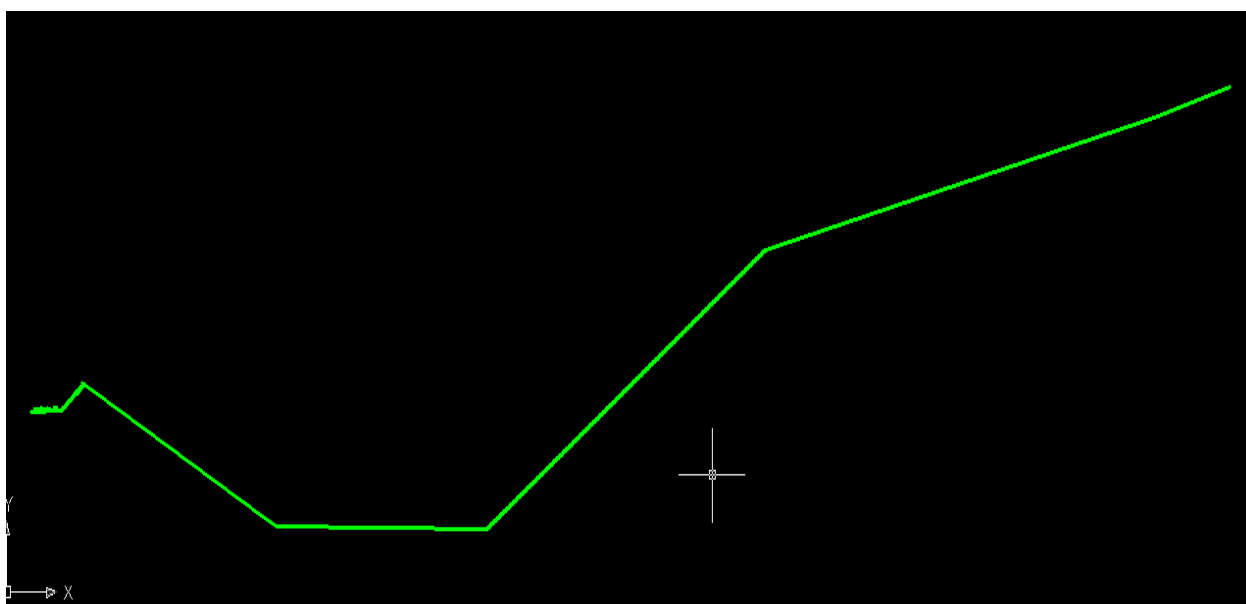


Figure 07 : variante 02

Les coordonnées planimétriques des sommets de l'axe 1

sommet	X (m)	Y (m)
1	249549.1232	3958522.2864
2	250077.7139	3958247.7303
3	250650.9651	3958242.5426
4	250963.3681	3958464.3332
5	251406.1519	3958776.2777
6	252671.1883	3959088.8855

Tableau 25: Coordonnées des sommets variante 2

Gisements, angles au centre et distance

<u>Direction</u>	<u>Valeurs de</u> <u><math>\Delta X</math> et <math>\Delta Y</math> (m)</u>	<u>Gisements</u> <u>(gr)</u>	<u>Angle au</u> <u>centre (gr)</u>	<u>Distances(m)</u>
	$\Delta X = 528.5907$ m	$G_1 = 130.4976$ gr	$\beta_1 = 29.9215$	595.642
	$\Delta Y = -274.5561$ m			
	$\Delta X = 573.2512$ m	$G_2 = 100.5761$ gr	$\beta_2 = 39.8793$	573.275
	$\Delta Y = -5.1877$ m			
	$\Delta X = 312.403$ m	$G_3 = 60.6968$ gr	$\beta_3 = 0.231$	383.128 m
	$\Delta Y = 221.7906$ m			
	$\Delta X = 442.7838$ m	$G_4 = 60.9278$ gr		541.634 m
	$\Delta Y = 311.9445$ m			
	$\Delta X = 1265.0364$ m	$G_5 = 84.5772$ gr	$B_4 = 23.6494$	1303.089 m
	$\Delta Y = 312.6078$ m			

Tableau26:-calcul des gisements et angle au centre axe 2

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Fleche (m)
$\beta_1 = 29.922$	1000	239.431	470.006	28.264	27.487
$\beta_2 = 39.879$	650	210.515	407.175	33.24	31.623
$\beta_3 = 0.231$	5000	9.071	18.14	0.008	0.008
$\beta_4 = 23.649$	650	122.138	246.383	11.376	11.18

Tableau27:Tangentes aux cercles et rayons (la variante 02)

### Dénivelée cumulée

N°	Distance		Z	DN
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	67,42	
2	25,00	25,00	67,07	-0,35
3	50,00	25,00	67,07	0,00
4	75,00	25,00	66,51	-0,56
5	100,00	25,00	66,80	0,29
6	125,00	25,00	66,44	-0,36
7	150,00	25,00	66,59	0,15
8	175,00	25,00	66,59	0,00
9	200,00	25,00	66,60	0,01
10	225,00	25,00	66,59	-0,01
11	250,00	25,00	66,72	0,13
12	275,00	25,00	66,93	0,21
13	300,00	25,00	66,45	-0,48
14	325,00	25,00	66,72	0,28
15	350,00	25,00	66,83	0,11
16	356,21	6,21	66,89	0,06
17	375,00	18,79	66,97	0,08
18	400,00	25,00	67,03	0,06
19	425,00	25,00	66,97	-0,06
20	450,00	25,00	67,13	0,16
21	475,00	25,00	67,22	0,09
22	500,00	25,00	67,31	0,09
23	525,00	25,00	67,47	0,16
24	550,00	25,00	67,38	-0,09
25	575,00	25,00	67,66	0,28
26	600,00	25,00	67,60	-0,06

27	625,00	25,00	66,66	-0,93
28	650,00	25,00	67,46	0,80
29	675,00	25,00	67,67	0,20
30	700,00	25,00	67,71	0,04
31	725,00	25,00	67,78	0,08
32	750,00	25,00	67,88	0,10
33	775,00	25,00	67,96	0,08
34	800,00	25,00	68,05	0,09
35	825,00	25,00	68,07	0,02
36	826,22	1,22	68,08	0,02
37	850,00	23,78	68,45	0,36
38	875,00	25,00	68,27	-0,17
39	900,00	25,00	69,16	0,88
40	925,00	25,00	69,02	-0,13
41	949,55	24,55	70,10	1,08
42	950,00	0,45	70,11	0,01
43	975,00	25,00	70,78	0,66
44	1000,00	25,00	72,11	1,33
45	1025,00	25,00	73,68	1,58
46	1050,00	25,00	74,39	0,70
47	1075,00	25,00	74,39	0,00
48	1100,00	25,00	75,88	1,49
49	1125,00	25,00	76,11	0,23
50	1150,00	25,00	76,88	0,78
51	1175,00	25,00	77,72	0,84
52	1200,00	25,00	78,56	0,84
53	1225,00	25,00	79,43	0,87
54	1250,00	25,00	81,05	1,62
55	1275,00	25,00	80,84	-0,21
56	1300,00	25,00	82,13	1,29

57	1325,00	25,00	82,51	0,39
58	1350,00	25,00	83,82	1,31
59	1356,73	6,73	84,46	0,64
60	1375,00	18,27	85,24	0,78
61	1400,00	25,00	85,01	-0,23
62	1425,00	25,00	85,96	0,94
63	1450,00	25,00	86,72	0,77
64	1475,00	25,00	87,35	0,63
65	1500,00	25,00	88,38	1,03
66	1520,27	20,27	88,81	0,44
67	1525,00	4,73	88,86	0,05
68	1538,41	13,41	89,04	0,18
69	1550,00	11,59	89,27	0,23
70	1575,00	25,00	89,78	0,51
71	1600,00	25,00	90,19	0,41
72	1625,00	25,00	90,94	0,75
73	1650,00	25,00	91,68	0,73
74	1675,00	25,00	91,15	-0,53
75	1700,00	25,00	91,50	0,35
76	1725,00	25,00	91,47	-0,04
77	1750,00	25,00	91,86	0,39
78	1775,00	25,00	92,08	0,22
79	1800,00	25,00	92,37	0,30
80	1825,00	25,00	92,54	0,17
81	1850,00	25,00	92,84	0,30
82	1875,00	25,00	92,29	-0,55
83	1900,00	25,00	92,38	0,09
84	1925,00	25,00	92,53	0,15
85	1946,28	21,28	92,32	-0,21
86	1950,00	3,72	91,77	-0,55

87	1975,00	25,00	90,87	-0,90
88	2000,00	25,00	92,12	1,26
89	2025,00	25,00	92,39	0,27
90	2050,00	25,00	92,67	0,27
91	2075,00	25,00	93,18	0,51
92	2100,00	25,00	93,48	0,29
93	2125,00	25,00	93,07	-0,41
94	2150,00	25,00	93,11	0,04
95	2175,00	25,00	93,24	0,13
96	2192,67	17,67	93,45	0,21
97	2200,00	7,33	93,53	0,09
98	2225,00	25,00	93,73	0,20
99	2250,00	25,00	93,87	0,14
100	2275,00	25,00	93,85	-0,02
101	2300,00	25,00	94,20	0,36
102	2325,00	25,00	94,78	0,58
103	2350,00	25,00	95,25	0,46
104	2375,00	25,00	95,72	0,48
105	2400,00	25,00	95,78	0,05
106	2425,00	25,00	95,96	0,19
107	2450,00	25,00	96,33	0,37
108	2475,00	25,00	96,83	0,50
109	2500,00	25,00	96,86	0,03
110	2525,00	25,00	96,68	-0,19
111	2550,00	25,00	96,97	0,29
112	2575,00	25,00	97,18	0,21
113	2600,00	25,00	97,59	0,41
114	2625,00	25,00	98,03	0,45
115	2650,00	25,00	98,34	0,30
116	2675,00	25,00	98,66	0,33

117	2700,00	25,00	98,86	0,20
118	2725,00	25,00	99,37	0,51
119	2750,00	25,00	100,32	0,95
120	2775,00	25,00	100,50	0,18
121	2800,00	25,00	101,57	1,07
122	2825,00	25,00	101,74	0,17
123	2850,00	25,00	101,93	0,19
124	2875,00	25,00	102,94	1,01
125	2900,00	25,00	102,31	-0,63
126	2925,00	25,00	104,11	1,80
127	2950,00	25,00	103,79	-0,32
128	2975,00	25,00	105,12	1,33
129	3000,00	25,00	105,54	0,41
130	3025,00	25,00	106,39	0,86
131	3050,00	25,00	106,94	0,54
132	3075,00	25,00	107,47	0,53
133	3098,74	23,74	108,30	0,83
134	3100,00	1,26	108,35	0,04
135	3125,00	25,00	109,24	0,89
136	3150,00	25,00	109,87	0,63
137	3175,00	25,00	110,50	0,62
138	3200,00	25,00	110,90	0,40
139	3213,30	13,30	111,51	0,62
140	3225,00	11,70	111,63	0,12
141	3250,00	25,00	112,47	0,84
142	3275,00	25,00	113,02	0,55
143	3300,00	25,00	113,51	0,49
144	3325,00	25,00	114,00	0,49
145	3350,00	25,00	114,18	0,18
146	3371,24	21,24	115,19	1,00

la somme	47,77
H/L (%)	<b>1,417</b>

Tableau 1:calcul des dénivelés axe 2

### Environnement

- 1- Dénivelée cumulée : **Dc = 1.417 %** terrain montagneux
- 2- Sinuosité :  **$\sigma = 0$**  sinuosité faible **Environnement : E1**

**Vitesse de référence : Vr = 100km/h**

**Lt=3371.24 m**

**LAD=2275.80 m**

**LC=1095.75 m**

**%LAD=67.5%**

<b>condition vérifiée</b>
---------------------------

**%LC=32.5%**

### III.7-Le choix de la variante :

Pour le choix de la variante, on adresse un tableau comparatif des avantages et inconvénients des deux solutions étudiés. Ce tableau tient compte plusieurs paramètres fort importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux conditions du projet.

<i>Critères</i>	<i>unités</i>	<i>Variante N°1</i>	<i>Variante N°2</i>	<i>L'évolution</i>	
				<i>V1</i>	<i>V2</i>
<i>Longueur total de l'itinéraire</i>	<i>m</i>	<i>3371.55</i>	<i>3371.24</i>	<i>-</i>	<i>+</i>
<i>pourcentage alignements droits</i>	<i>%</i>	<i>67.5%</i>	<i>66.1%</i>	<i>+</i>	<i>-</i>
<i>pourcentage courbes</i>	<i>%</i>	<i>32.5%</i>	<i>33.9%</i>	<i>+</i>	<i>-</i>
<i>Nombre de virage en plan</i>	<i>/</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>+</i>	<i>+</i>
<i>Déclivité</i>	<i>%</i>	<i>P<sub>min</sub>=0.19%</i> <i>P<sub>max</sub>=3.81%</i>	<i>P<sub>min</sub>=-0.04%</i> <i>P<sub>max</sub>=3.79%</i>	<i>+</i>	<i>-</i>
<i>Q déblai</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>7957.14</i>	<i>9363.63</i>	<i>+</i>	<i>-</i>
<i>Q remblai</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>13075.14</i>	<i>21235.35</i>	<i>+</i>	<i>-</i>
<b>Tableau 29: Comparaison entre les deux variantes</b>				<b>6</b>	<b>2</b>

**Donc on choisit la variante 01**

### **III.8-Courbe de raccordement**

Le raccordement direct de deux alignements droits par un arc de cercle ne tient pas compte de la vitesse des véhicules qui l'empruntent.

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon  $R$ . Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon  $R$  passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif.

La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle

#### **Rôle et nécessité**

1. Stabilité transversale des véhicules.
2. Confort des passages en véhicules.
3. Transition de la forme de la chaussée.
4. Tracé élégant, souple fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

#### **III.8.1-Type de courbe de raccordement**

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont la condition désirée d'une variation continue de la courbe, on a trois types de courbes suivantes :

##### **a) parabole cubique**

L'emploi de cette courbe est limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemins de fer).

### **b) Lemniscate**

Courbe utilisée pour certains problèmes de tracé de route par exemple trèfle d'autoroute sa courbure est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur à partir du point d'inflexion ou centre de symétrie.

### **c) Clothoïde**

La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul la courbure de la clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

## **III.8.2-Raccordement progressif**

### **III.8.2.1-Introduction**

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif.

La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle

La courbe la plus utilisée est la clothoïde

### III.8.2.2-Clothoïde :

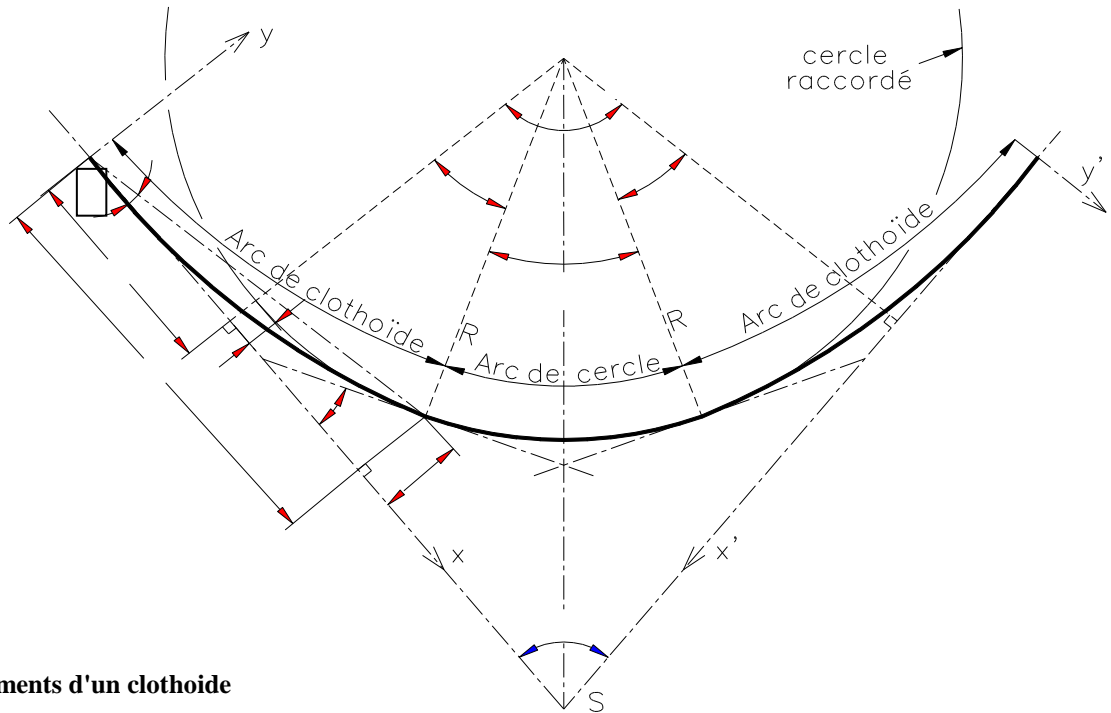


Figure08:éléments d'un clothoïde

#### A- la Clothoïde

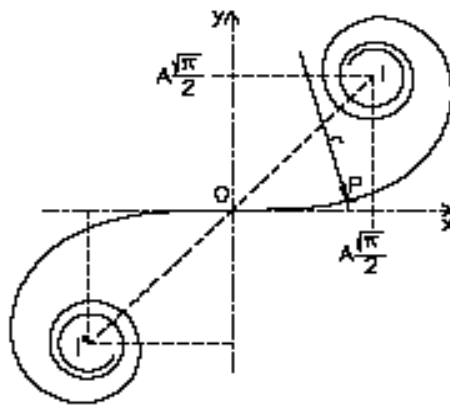


Figure09: Clothoïde

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.

## B- Longueur de raccords

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

### B.1- La condition de confort dynamique

Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon en particulier à respecter les conditions de stabilité et de « confort dynamique », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale des véhicules.

$$L_1 \geq \frac{V_r^2}{18} \left( \frac{V_r^2}{127 R} - \Delta d \right)$$

### B.2- La condition Optique

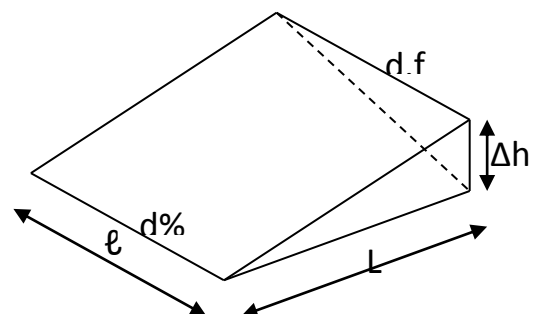
Cette condition a pour objet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels, et en particulier de rendre perceptible suffisamment à l'avance la courbure du tracé, de façon à obtenir la sécurité de conduite la plus grande possible.

$$L_2 \geq \sqrt{24 \cdot R \cdot \Delta R}$$

Figure10 : condition de gauchissement

### B.3-Condition de gauchissement :

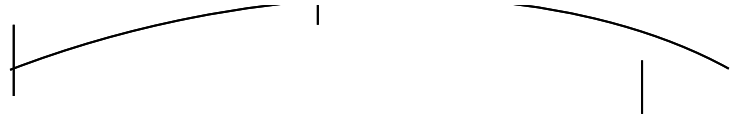
Cette condition a pour objet d'assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle se traduit par la limitation de pente relative du profil en long



$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr$$

Vérification de non chevauchement

1<sup>er</sup> cas :



Clothoïde sans arc de cercle  $\tau = \frac{\beta}{2}$  Figure 11 : Clothoïde sans arc de cercle

.

2<sup>ème</sup> cas :

$$\tau < \frac{\beta}{2}$$

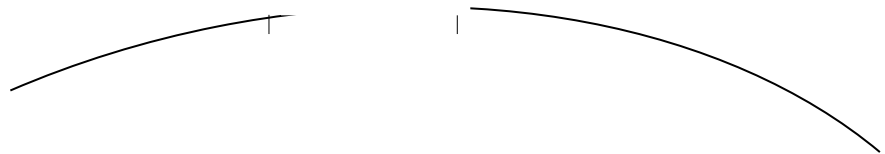


Figure 12: Clothoïde avec arc de cercle.

3<sup>ème</sup> cas :

$$\tau > \frac{\beta}{2}$$

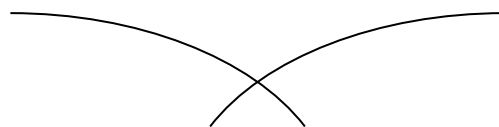


Figure 13 : Clothoïde impossible.

Application à notre projet :

$$R_1 = 1000 \text{ m} \quad \tau_1 = 4.93 \text{ gr} \quad \beta_1/2 = 15.6295 \text{ gr}$$

$$R_2 = 500 \text{ m} \quad \tau_2 = 9.014 \text{ gr} \quad \beta_2/2 = 19.063 \text{ gr}$$

$$R_3 = 5000 \text{ m} \quad \tau_3 = 3.48 \text{ gr} \quad \beta_3/2 = 0.439 \text{ gr}$$

$$R_4 = 550 \text{ m} \quad \tau_4 = 7.69 \text{ gr} \quad \beta_4/2 = 12.5615 \text{ gr}$$

$$\Delta d = 0.0635 + 0.025 = 0.0885 = 8.85\%$$

Condition	1er Virage	2ème Virage	3ème Virage	4ème Virage
confort dynamique	$L1 \geq 10.24\text{m}$	$L1 \geq 38.32 \text{ m}$	$L1 \geq 8.74 \text{ m}$	$L1 \geq 33.36\text{m}$
Optique	$L2 \geq 154.91\text{m}$	$L2 \geq 109.54\text{m}$	$L2 \geq 547.72\text{m}$	$L2 \geq 114.89\text{m}$
Gauchissement	$L3 \geq 96.48\text{m}$	$L3 \geq 141.6\text{m}$	$L3 \geq 0\text{m}$	$L3 \geq 132.96\text{m}$
Chevauchement	$\tau < \beta/2 \Rightarrow$ Pas de chevauchement	$\tau < \beta/2 \Rightarrow$ Pas de chevauchement	$\tau > \beta/2 \Rightarrow$ il y'a de chevauchement	$\tau < \beta/2 \Rightarrow$ Pas de chevauchement
L max	154.91 m	141.6 m	547.72 m	132.96 m

Tableau 30:Longueur de la clothoïde "L

### Calcul des paramètres des raccordements circulaires

Rayons	Angles	Tangentes	Bissectrices	Développées
$R_3 = 5000 \text{ m}$	0.878 gr	34.48 m	0.119 m	68.979 m

Tableau 31:paramètres des raccordements circulaires axe1

### Paramètres des clothoïdes

<b>Eléments de la clothoïde</b>		<b>1er Virage</b>	<b>2eme Virage</b>	<b>3eme Virage</b>
<b>R (m)</b>	<b>Rayon</b>	<b>1000</b>	<b>500</b>	<b>550</b>
<b>L (m)</b>	<b>Longueur de la clothoïde</b>	<b>154.91</b>	<b>141.6</b>	<b>132.96</b>
<b>A : <math>A = \sqrt{R \cdot L}</math> (m)</b>	<b>Paramètre de la clothoïde (m)</b>	<b>393.59</b>	<b>266.08</b>	<b>270.42</b>
<b><math>\alpha</math> (gr)</b>	<b>Angle des alignements droits</b>	<b>168.741</b>	<b>161.874</b>	<b>174.877</b>
<b><math>\beta</math>: <math>\beta = 200 - \alpha</math> (gr)</b>	<b>Angle au centre (Raccordement circulaire)</b>	<b>31.259</b>	<b>38.126</b>	<b>25.123</b>
<b><math>\tau</math>: <math>\tau = \frac{L}{2R}</math> (gr)</b>	<b>Angle des tangentes</b>	<b>4.93</b>	<b>9.015</b>	<b>7.695</b>
<b><math>-\sigma</math>: <math>\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}</math> (gr)</b>	<b>Angle Polaire</b>	<b>1.64</b>	<b>3.00</b>	<b>2.564</b>
<b><math>\gamma</math>: <math>\gamma = 200 - \alpha - 2\tau</math> (gr)</b>	<b>Angle au centre Partie circulaire</b>	<b>21.397</b>	<b>20.096</b>	<b>9.733</b>
<b>D cercle : <math>D = \frac{\pi R \gamma}{200}</math> (m)</b>	<b>Longueur de la partie circulaire</b>	<b>336.1</b>	<b>157.83</b>	<b>84.09</b>
<b>XKE : <math>X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}</math> (m)</b>	<b>Abscisse de l'extrémité de la clothoïde</b>	<b>154.82</b>	<b>141.32</b>	<b>132.77</b>
<b>YKE : <math>Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}</math> (m)</b>	<b>Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.</b>	<b>4</b>	<b>6.67</b>	<b>5.35</b>
<b>SL : <math>SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}</math> (m)</b>	<b>Longueur de la corde KA-KE</b>	<b>154.87</b>	<b>141.48</b>	<b>132.88</b>
<b>xo : <math>X_0 = X_{KE} - R \sin \tau</math> (m)</b>	<b>Abscisse du centre</b>	<b>77.44</b>	<b>70.75</b>	<b>66.45</b>
<b>yo : <math>Y_0 = Y_{KE} + R \cos \tau</math> (m)</b>	<b>Ordonnées du centre</b>	<b>1001</b>	<b>501.67</b>	<b>551.34</b>
<b>KA-O KOA = <math>\sqrt{X_0^2 + Y_0^2}</math> (m)</b>	<b>Distance KAO</b>	<b>1003.99</b>	<b>506.63</b>	<b>555.33</b>

$\Delta R : \Delta R = \frac{L^2}{24R} \text{ (m)}$	<b>Ripage</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>DT : DT = 2L+D<sub>cercle</sub> (m)</b>	<b>Développée totale</b>	<b>645.92</b>	<b>441.03</b>	<b>350.01</b>
$T : T = X_0 + (R + \Delta R) \cot g(\alpha/2)$ <b>(m)</b>	<b>Distance S-KA</b>	<b>328.25</b>	<b>225.73</b>	<b>176.60</b>
<b>TL : TL=XKE-(YKE/cos<math>\tau</math>) (m)</b>	<b>Tangente longue</b>	<b>150.81</b>	<b>134.58</b>	<b>127.38</b>
$TK : TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau} \text{ (m)}$	<b>Tangente courte</b>	<b>51.69</b>	<b>47.26</b>	<b>44.37</b>
<b>T : t= T-X0</b>	<b>Petite tangente</b>	<b>250.81</b>	<b>154.98</b>	<b>110.15</b>
<b>B (m)</b>	<b>Bissectrice</b>	<b>31.94</b>	<b>25.38</b>	<b>11.90</b>

Tableau32:paramètres de clothoide axel

### III.9- Dévers

Des études de cas montrent qu'un dévers inversé est un facteur accidentogène explicatif important. La reprise du dévers dans ces cas améliore la sécurité du site et change fortement les trajectoires des véhicules.

Un changement de dévers dans la partie circulaire de la courbe est un facteur d'accident entraînant :

- Une mauvaise trajectoire des véhicules
- Une accumulation d'eau sur chaussée dans la courbe

### III.9.1-Devers en alignement

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

L'épaisseur du film d'eau est conditionnée par deux types de paramètres :

- paramètres indépendants de la route : intensité et durée de la pluie
- paramètre liés à la route : nature et état du revêtement de surface

Les valeurs suivantes sont adoptées en Algérie

Devers minimal :  $d_{min} = 2.5 \%$

Ce devers ne sera prévu que si la chaussée doit être exécutée dans de bonnes conditions (couche de base réalisée au finisher et guidée sur fil). Il sera réservé essentiellement aux routes de catégorie 1 et 2.

### III.9.2- Devers vers l'intérieur des courbes

En courbe, le devers permet de :

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

Le devers minimal : nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

Le devers maximal : admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologiques exceptionnelles.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Devers	Environnement		
	Facile	moyen	Difficile
<b>Devers Minimal</b>			
Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%
Cat 3-4-5	3%	3%	3%
<b>Devers Maximal</b>			
Cat 1-2	7%	7%	7%
Cat 3-4	8%	8%	7%
Cat 5	9%	9%	9%

Tableau 33: Devers en fonction de l'environnement

### III.9.3-Détermination des dévers aux rayons en plan

Application à notre projet :

#### 1<sup>er</sup> cas :

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

#### 2<sup>ème</sup> cas :

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

#### 3<sup>ème</sup> cas :

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

$$\frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{HN}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

#### 4ème cas :

Si  $RH_m < R < RH_N$ , la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en  $1/R$ .

$$\frac{d(R) - d(RH_N)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_N}} = \frac{d(RH_m) - d(RH_N)}{\frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_N}}$$

*Calcul des dévers associés aux rayons :*

#### Les valeurs de B40

$$RH_m = 450 \text{ m} \quad \rightarrow \quad d_{(RH_m)} = 7\%$$

$$RH_N = 650 \text{ m} \quad \rightarrow \quad d_{(RH_N)} = 5\%$$

$$RH_d = 1600 \text{ m} \quad \rightarrow d_{(RH_d)} = 2.5\%$$

#### Les résultats :

$$R_1 = 1000 \text{ m} \quad \rightarrow d_{(R)} = 5.2\%$$

$$R_2 = 500 \text{ m} \rightarrow d_{(R)} = 6,35\%$$

$$R_3 = 5000 \text{ m} \quad \rightarrow \quad \text{alignement droit}$$

$$R_4 = 550 \text{ m} \quad \rightarrow d_{(R)} = 5.81\%$$

#### *Variation du dévers dans la clothoïde*

Selon la variation du dévers et la longueur de la clothoïde on peut déterminer le dévers relatif à un point quelconque de la clothoïde

### **III.9.4-Méthode de calcul des dévers en clothoïde**

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

**Clothoïde( partie dédoublement axe 1)**

**\*\* R1 = 1000 m   L = 154.91 m   d(R) = 3.53 %   d<sub>min</sub> = 2,50%   Δd = 6.03%**

*1<sup>ère</sup> branche de clothoïde*

Devers du bord extérieur

L'équation élémentaire de la droite Y = ax + b

Y = b = d<sub>min</sub> = 2,5%

Devers extérieur

$$d_{ext} = \left( \frac{\Delta d}{L} \times x \right) - 2,5 = ?$$

$$P - x = 0 \longrightarrow d_{ext} = \left( \frac{8,85}{109,54} \times 0 \right) - 2,5 = -2,5$$

$$P - x = 10 \text{ m} \longrightarrow d_{ext} = \left( \frac{8,85}{109,54} \times 10 \right) - 2,5 = -1,69\%$$

Le calcul des devers extérieurs de chaque profil tous les 10m se trouve dans le tableau suivant :

Devers du bord intérieur

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

Ww

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 109,54}{6,35 + 2,5} = 74,26m$$

Donc à partir de cette distance 74,26 m  $\longrightarrow$   $d_{int} = d_{ext}$

### Calcul des devers extérieures

$$x = 0.00m \longrightarrow d_{ext} = - 2,5\%$$

$$x = 15.00m \longrightarrow d_{ext} = -1,92\%$$

$$x = 30.00m \longrightarrow d_{ext} = - 1.33\%$$

$$x = 45.00m \longrightarrow d_{ext} = -0.74\%$$

$$x = 60.00m \longrightarrow d_{ext} = -0.16\%$$

$$x = 75.00m \longrightarrow d_{ext} = 0.42\%$$

$$x = 90.00m \longrightarrow d_{ext} = 1.00\%$$

$$x = 105.00m \longrightarrow d_{ext} = 1.59\%$$

$$x = 120.00m \longrightarrow d_{ext} = 2.17\%$$

$$x = 135.00m \longrightarrow d_{ext} = 2.76\%$$

$$x = 150.00m \longrightarrow d_{ext} = 3.34\%$$

$$x = 154.91m \longrightarrow d_{ext} = 3.53\%$$

### Calcul des devers intérieurs

$$x = 0.00m \longrightarrow d_{int} = - 2,5\%$$

$$x = 15.00m \longrightarrow d_{int} = -2,5\%$$

$$x = 30.00m \longrightarrow d_{int} = - 2,5\%$$

$$x = 45.00m \longrightarrow d_{int} = -2,5\%$$

$x = 60.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$   
 $x = 75.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$   
 $x = 90.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$   
 $x = 105.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$   
 $x = 120.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$   
 $x = 135.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$   
 $x = 150.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$   
 $x = 154.91\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -3,53\%$

**\*\* R2=500 L2=141.6 d(r) = 6.35% dmin =-2.5% Δd=8.85%**

### Calcul des devers extérieures

$x = 0.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = -2,5\%$   
 $x = 15.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = -1,56\%$   
 $x = 30.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = -0,63\%$   
 $x = 45.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 0,31\%$   
 $x = 60.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 1,25\%$   
 $x = 75.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 2,19\%$   
 $x = 90.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 3,13\%$   
 $x = 105.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 4,06\%$   
 $x = 120.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 5\%$   
 $x = 135.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 5,93\%$   
 $x = 141.6\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 6,35\%$

### Calcul des devers intérieurs

x = 0.00m	→	d <sub>int</sub> = - 2,5%
x = 15.00m	→	d <sub>int</sub> = -2,5%
x = 30.00m	→	d <sub>int</sub> = - 2,5%
x = 45.00m	→	d <sub>int</sub> = -2,5%
x = 60.00m	→	d <sub>int</sub> = - 2,5%
x = 75.00m	→	d <sub>int</sub> = -2,5%
x = 90.00m	→	d <sub>int</sub> = - 2,5%
x = 105.00m	→	d <sub>int</sub> = -4.06%
x = 120.00m	→	d <sub>int</sub> = - 5%
x = 135.00m	→	d <sub>int</sub> = -5.93%
x = 150.00m	→	d <sub>int</sub> = - 6.35%

**\*\* R4=550    L3=141.6    d(r) = 5.81%    d<sub>min</sub> =-2.5%    Δd=8.31%**

### Calcul des devers extérieures

x = 0.00m	→	d <sub>ext</sub> = - 2,5%
x = 15.00m	→	d <sub>ext</sub> = -1,56%
x = 30.00m	→	d <sub>ext</sub> = - 0.63%
x = 45.00m	→	d <sub>ext</sub> = 0.31%
x = 60.00m	→	d <sub>ext</sub> = 1.25%
x = 75.00m	→	d <sub>ext</sub> = 2.19%

$$x = 90.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 3.13\%$$

$$x = 105.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 4.06\%$$

$$x = 120.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 5\%$$

$$x = 132.96\text{m} \longrightarrow d_{\text{ext}} = 5.81\%$$

### **Calcul des devers intérieurs**

$$x = 0.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$$

$$x = 15.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$$

$$x = 30.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$$

$$x = 45.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$$

$$x = 60.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$$

$$x = 75.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$$

$$x = 90.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -2,5\%$$

$$x = 105.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -4.06\%$$

$$x = 120.00\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -5\%$$

$$x = 132.96\text{m} \longrightarrow d_{\text{int}} = -5.81\%$$

# **CHAPITRE IV**

## **PROFIL EN LONG**

## **IV .1-Définition**

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain, il représente la surface de la chaussée avec un plan vertical passant par l'axe de la route. Le trait d'intersection donne le profil en long.

Il est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements circulaires (ou paraboliques) caractérisés par leur rayon.

Les profils en long ont été exécutés à l'échelle 1/1000 et 1/100 comme celle du levé topographique

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du trace et une bonne perception des points singuliers.

## **IV .2- Ligne projet**

Le tracé de la ligne rouge qui représente la surface de roulement du nouvel aménagement retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre plus particulièrement aux exigences suivantes :

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais ;
- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes.
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage
- D'adapter le terrain pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux
- De rechercher un équilibre entre le volume des déblais et le volume des remblais
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais

- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long ;
- Opter pour une déclivité minimale de 0.5% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

#### **IV .2.1-Eléments constituant la ligne rouge**

Sur le profil en long terrain naturel qui est constitué par des fichiers de commande du logiciel Covadis en utilisant la coordonnée z comme étant la cote projet de la route, on a conçu la ligne rouge de notre dédoublement qui est lui-même constituée de :

##### ***A- Les alignements***

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

##### ***B- Déclivité***

On appelle déclivité d'une route, la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

##### **B.1-Déclivité minimale**

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuer longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5% et de préférence 1%.(0.14% appliquée a notre projet)

##### **B.2-Déclivité maximale**

La déclivité maximale est de 5% voir tableau (3.81% pour notre projet)

Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tous les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourds

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

Et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

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

Tableau34: Valeur de déclivité maximale

Remarque : l'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

- Effort de traction est considérable.
- Consommation excessive de carburant
- Faibles vitesses.
- Gène des véhicules.

#### Application au projet

La vitesse de base qu'on a retenue dans notre projet est 100Km/h, donc la déclivité maximale est de 5%.

### **C- Raccordement en profil en long**

#### **C.1- Raccordements verticaux**

Les changements de déclivités constituent des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement parabolique où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement :

## **C.2- Raccordement convexe (angle saillant)**

Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

### Condition de confort

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe, le véhicule subit une accélération verticale importante, qui modifie sa stabilité et gêne les usagers.

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{(h_0 + h_1)})}$$

$D_1$  : la distance d'arrêt

$h_0$  : hauteur de l'œil

$h_1$  : hauteur de l'obstacle

Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 1.10m de hauteur, la visibilité derrière l'angle saillant de l'obstacle éventuel de 0.15m cat 1-2 ou 0.20 m cat 3-4-5 à la distance d'arrêt  $d_{(vr)}$

$$R_{vm} = a \cdot d^2$$

$a = 0.24$  pour les catégories 1 et 2

$a = 0.22$  pour les catégories 3, 4 et 5

$d$  : la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 100 Km/h

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base de 100 km/h est de :

$$RVM_1 = 0.24d_1^2 = 6229.54m$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenues par application de même relations pour la vitesse  $V = V_r + 20$

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B<sub>40</sub>) sont récapitulées dans le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	RVm	6000
Min normale	RVn	12000

Tableau35:Rayons convexes (Cat1, V100)

### Raccordement concave (angle rentrant)

Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminantes mais par contre lorsque la route n'est pas éclairée, la visibilité de nuit doit être prise en compte.

Les rayons minimaux des raccordements paraboliques en angle rentrant doivent satisfaire la condition de confort suivant :

Le véhicule abordant un angle rentrant doit avoir une limitation de l'accélération aux sets suivants :

Soit :  $\frac{g}{40}$  pour la CAT 1-2.

### Rayon minimal absolu

$$\frac{Vr^2}{RVM'} = \frac{g}{40} \Rightarrow RVM' = 0.30Vr^2.$$

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

$$Rvm_{(Vr)} = 0.3Vr^2 = 0.3 \times 100^2 = 3000m$$

### Rayon minimal normal

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

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

$$Rvn = 0.3(Vr+20)^2$$

$$Rvn = 0.3 \times 120^2 = 4320 \text{ m}$$

Les valeurs retenues pour les rayons absolus sont récapitulées dans le tableau suivant :

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	R'Vm	<b>3000</b>
Min normale	R'VN	<b>4200</b>

**Tableau36:Rayons concaves (Cat1, V100)-**

#### **IV .3-Coordination du tracé en plan et du profil en long**

Le profil en long et le tracé en plan sont coordonnés de telle manière que la route

Apparaisse à l'usager sans discontinuité gênante de tracé, lui permette de prévoir son

Évolution et de distinguer clairement les dispositions des points singuliers, notamment les carrefours, les entrées et les sorties dans les échangeurs.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long sont fondées sur des paramètres conventionnels de technique de la circulation (temps de perception réaction, coefficients de frottement, hauteur d'obstacle, etc.) Pour la majorité des usagers. Les valeurs limites recommandées des paramètres du tracé en plan et du profil en long.

Dans les zones où les distances de visibilité ne peuvent pas être assurées (de façon permanente ou temporaire), un marquage et une signalisation appropriée doivent interdire le dépassement de façon claire et perceptible par les usagers.

Il est nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long (en tenant compte également de l'implantation des points d'échanges) afin d'assurer de bonnes conditions générales de visibilité et, pour les routes neuves, d'assurer si possible un certain confort visuel en évitant de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu, cela conduit en général à chercher à faire coïncider les courbes du tracé en plan et les courbes du profil en long et à prévoir des rayons de profil en long importants relativement à ceux du tracé en plan

Cependant, pour des raisons de sécurité, le début des courbes (surtout lorsqu'elles ont des rayons inférieurs à 300 m) ne devraient pas coïncider avec un point haut du profil en long (ou se situer à proximité immédiate), ceci étant susceptible de dégrader fortement la perception du virage

Les carrefours ou accès riverains ne doivent pas coïncider avec des courbes du tracé en plan ni avec des zones à visibilité réduite.

Sous réserve de la vérification des conditions de visibilité, on peut cependant admettre dans certains cas l'implantation d'un carrefour giratoire ou exceptionnellement d'un carrefour en T ou d'un accès (à condition que la route secondaire ou l'accès se raccorde à la route principale du côté externe de la courbe) dans une courbe de rayon supérieur au rayon non déversé.

Sur les routes existantes, certains accès ou carrefours sont situés dans des courbes ou autres situations défavorables. Une démarche de type "diagnostic de sécurité" doit alors permettre de prendre les dispositions éventuellement nécessaires pour les modifier ou les déplacer.

### **Avantages de la coordination du tracé en plan et du profil en long**

- Assurer de bonnes conditions générales de visibilité.
- Eviter de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu.

**Calcul du raccordement parabolique:**

L'équation de la parabole est:

$$Y = \frac{X^2}{2R}$$

$$\cos\alpha_1 = \frac{T}{AS} \Rightarrow T = AS \cdot \cos\alpha_1$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right) = \frac{AS}{R} \Rightarrow AS = R \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)$$

D'ou  $\alpha_1, \alpha_2 = 0 = p \cdot \cos\alpha_1$

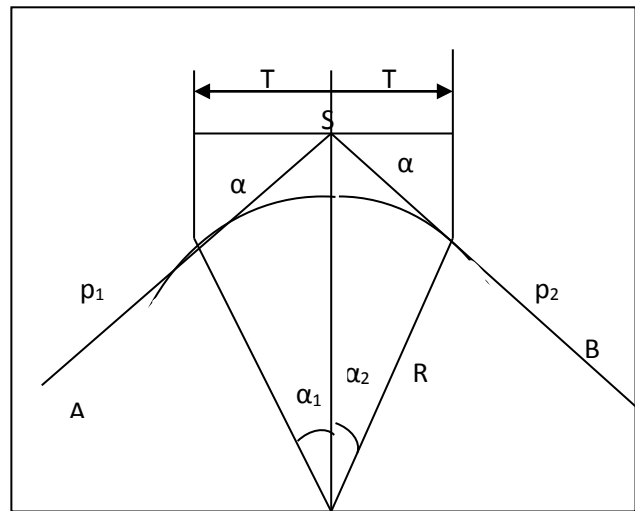
$$T = R \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)$$

$$\operatorname{tg}\alpha_1 \quad \alpha_1 = p_1, \quad \operatorname{tg}\alpha_2 \quad \alpha_2 = p_2$$

$$T = R \cdot \left(\frac{p_1 + p_2}{2}\right)$$

finalement :  $T = R \cdot \frac{|\Delta p|}{2}$

**Figure 14: calcul du raccordement parabolique**



**La flèche:  $F = T_2 / 2R$**

Remarque : on a utilisé directement les résultats donnés par le logiciel COVADIS

declivités	Rayons(m)	Tangente(m)	Fleche(m)
0.19%	10000	200	2
3.81%			
3.81%	15000	342	3.9
0.75%			
0.75%	30000	502.5	4.2
2.6%			

**Tableau37 : Résultat de profil en long**

# **CHAPITRE V**

# **CINEMATIQUE**

## V.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

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)}$$

**Avec :**

$V_r$  : vitesse de référence en Km/h.

$e$  : déclivité.

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

$V_r$ (Km/h)		40	60	80	100	120	140
$f_{rl}$	Catégorie 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	Catégorie 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/

**Tableau38: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40**

Pour notre projet on a  $f_{rl} = 0.36$

### Application :

**En alignement droit :**  $e = 0$  (cas purement théorique)

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{0.36} = 111,111m$$

**En rampe :**  $e = + 0.0381$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 + 0.0381)} = 100.5m .$$

**En pente :**  $e = - 0.0381$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 - 0.0381)} = 124..26m$$

## V.2- Temps de réaction

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 apparaît. 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.

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*

$t = 1.2 s$  pour un obstacle imprévisible

$t = 0.6 s$  pour un obstacle prévisible

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

$t = 2 s$  pour des vitesses <100 Km/h

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

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

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

### V.3-Distance d'arrêt

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

**distance d'arrêt ( $d$ )** :  $d = d_1 + d_0$

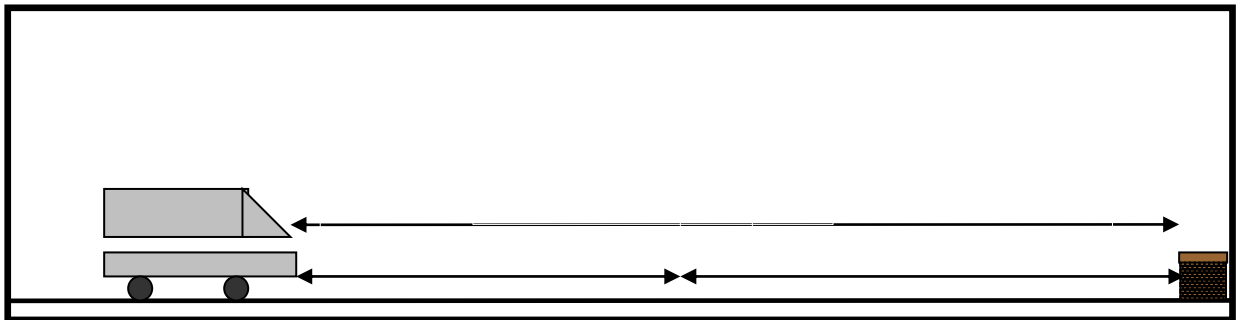


Figure 15:Distance d'arrêt et de freinage

#### En alignement droit

Pour  $V_r < 100$  Km/h et quand  $t = 2$  s :  $d = d_0 + 0.55 \times V_r$

Pour  $V_r \geq 100$  Km/h et quand  $t = 1.8$  s :  $d = d_0 + 0.50 \times V_r$

Application :  $V_r = 100$  Km/h  $t = 1.8$  s  $\Rightarrow d = d_0 + 0.50V_r$

*En palier* :  $d = 111.11 + 0.5 \times 100 = 161.11m$

*En rampe* :  $d = 100.5 + 0.5 \times 100 = 150.5m$

*En pente* :  $d = 124.6 + 0.5 \times 100 = 174.26m$

#### En courbe

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

Pour  $V_r \leq 100$  Km/h et quand  $t = 2$  s :  $d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$

Pour  $V_r > 100$  Km/h et quand  $t = 1.8$  s :  $d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$

**Application :**  $V_r = 100$  Km/h  $t = 2$  s  $\Rightarrow d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$

*En palier :*  $d = 1.25 \times 111.11 + 0.55 \times 100 = 193.88$  m

*En rampe :*  $d = 1.25 \times 100.5 + 0.55 \times 100 = 180.63$  m

*En pente :*  $d = 1.25 \times 124.26 + 0.55 \times 100 = 210.33$  m

#### V.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.

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

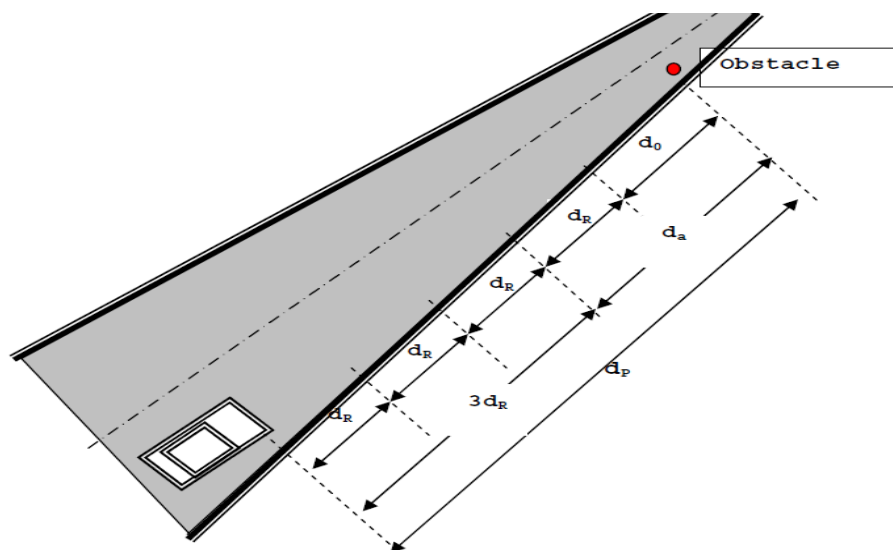


Figure16:distance de perception-

### **Application :**

#### **En alignement droit :**

$$*En palier* :  $dp = 161.11 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 327.77m$$$

$$*En rampe* :  $dp = 150.5 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 317.17m$$$

$$*En pente* :  $dp = 174.26 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 340.93m$$$

#### **En courbe :**

$$*En palier* :  $dp = 193.88 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 360.54m$$$

$$*En rampe* :  $dp = 180.63 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 347.29m$$$

$$*En pente* :  $dp = 210.33 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 376.99m$$$

## **V.5- Distance de sécurité entre deux véhicules**

Supposons que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse. Et nous recherchons l'espacement entre les deux véhicules de telle façon 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 augmente

d'une durée  $(t + t')$ , avec  $t'$  temps de perception et de réaction de second véhicule aux feux arrières de stop de premier véhicule.

L'espace sera donc théoriquement :  $d'_2 = d_2 + v \times t' + l$

$d_2$  : distance parcourue pendant temps de perception et de réaction du premier véhicule

$l$  : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend  $t' = 0.75$  s

En pratique, on prend  $t = 3$  s

Distance de sécurité sera donc :  $d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l$  (t en s et v en m/s)

Soit E l'espace supplémentaire de sécurité :  $E = v \times t' + l$

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

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  $T_s$  égale à 1,2 secondes.

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

Exemple : si deux véhicules se suivent à une vitesse de  $V = 100$  Km/h .La distance de sécurité sera

**1er Cas :**  $Es = \frac{V}{5} + l = \frac{100}{5} + 5 = 25$  m

**2ème Cas :** 
$$Es = \frac{V}{3} = \frac{100}{3} = 33.33 \text{ m}$$

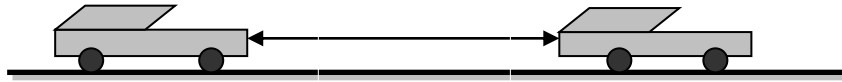


Figure 17:L'espace entre deux véhicules-

### V.6-Manœuvre de dépassement :

*dvd<sub>m</sub>* : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

*dvd<sub>N</sub>* : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

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

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

Tableau 39: Valeur de *dvd* et *dmd* en fonction de la vitesse

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

$$dvdm = 240 \text{ m} \quad dvdn = 620 \text{ m} \quad dmd = 300 \text{ m}$$

### Tableau récapitulatif des paramètres fondamentaux

Paramètres	Symbole	Valeur
Longueur minimale (m)	$L_{\min}$	139
Longueur maximale (m)	$L_{\max}$	6000
Devers minimal (%)	$d_{\min}$	2.5
Devers maximal (%)	$d_{\max}$	7
Temps de perception réaction (s)	$t_1$	2
Frottement longitudinal	$f_L$	0.36
Frottement transversal	$f_t$	0.11
Distance de freinage en alignement droit (m)	$d_0$	111.11
Distance d'arrêt (m)	$d_1$	109
Distance de freinage en courbe (m)	$d'_1$	194
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	$dvdm$	240
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	$dvdn$	620
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	$dmd$	300
RHm (m) (dévers associé %)	RHm	450 (7%)
RHN (m) (dévers associé %)	RHN	650 (5%)
RHd (m) (dévers associé %)	RHd	1600 (2, 5%)
RHnd (m) (dévers associé %)	RHnd	2200 (-2, 5%)

Tableau40: Paramètres fondamentaux

**CHAPITRE VI**  
**PROFIL EN TRAVER ET**  
**CUBATURES**

## VI.1-Définitions

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 type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

On distingue deux types de profils :

*\*Le profil en travers courant :* Le profil en travers courant c'est une pièce de base dessinée dans les projets à des distances régulières, qui servent à calculer les cubatures.

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

## VI.2-Profil en travers type

C'est une pièce dessinée de base des projets de route nouvelle, il représente une section transversale dans le corps de la chaussée. Étant composé en trois couches (couche de roulement, couche de base, couche de fondation)

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet lue sur le profil en long, permet l'avant métré des terrassements

On a pris 6 profils en travers avec l'épaisseur du corps de chaussée

- Un profil en alignement droit en déblai
- Un profil en alignement droit en remblai
- Un profil en alignement droit mixte
- Un profil déversé en remblai
- Un profil déversé en déblai
- Un profil mixte déversé

### VI .3- Les éléments constituant un profil en travers type

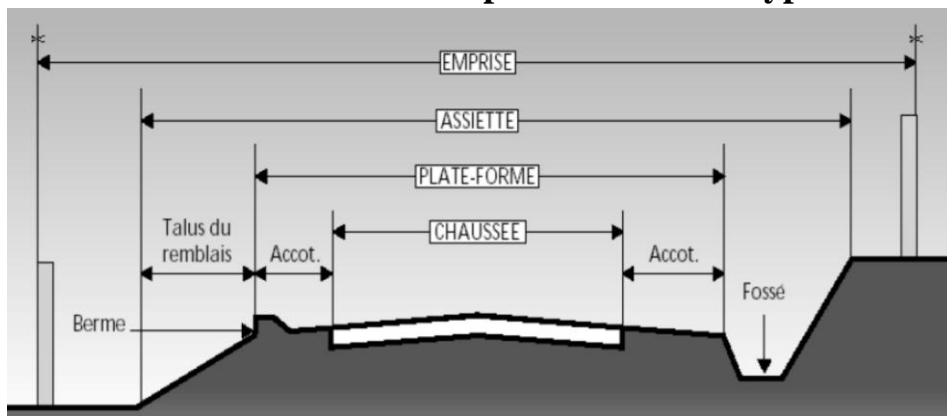


Figure 18 Les éléments d'une route

#### La chaussée:

C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.

#### 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.

#### 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.

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

### **L'emprise**

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc...), elle coïncide généralement avec le domaine public.

### **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.

### **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.

### **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.

### **Profil en travers type de notre projet**

Notre tronçon comportera un profil en travers type, qui contient les éléments suivants :

- deux chaussées de deux voies de 3.50m chacune :  $(2 \times 3.5) \times 2 = 14.00$  m
- Séparateur de 2 m : 2.00m
- un accotement de 2.00m pour de part et d'autre. :  $2 \times 2.00 = 4.00$  m

### **VI .4-Dimensionnement du corps de chaussée**

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

## **VI .5-Principe de la constitution des chaussées**

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

### **De la charge des véhicules**

La charge maximale autorisée sur un jumelage isolé est de 65 KN (6.5 tonnes) soit un essieu standard de 130 KN (13 T).

Il arrive également que cette charge maximale dépassée à cause de phénomène de surcharge.

### **Des intempéries**

Les variations de température peuvent engendrer dans les solides élastiques des champs de contrainte et engendrer aussi : les effets du gel, les efforts de l'ensoleillement sur la déformation des mélanges bitumineux, et sur le vieillissement du bitume.

### **Des efforts tangentiels**

Lorsqu'un véhicule est en mouvement apparaissent des efforts horizontaux du fait :

- De la transmission de l'effort moteur ou du freinage.
- De la mise en rotation des roues non motrice.
- De la résistance aux efforts transversaux.

Toutes ces actions tangentielles s'accompagnent de frottement dans lesquels se dissipent de l'énergie et qui usent les pneumatiques et les chaussées.

## **VI .5.1-La chaussée**

### **a- Définition**

- **Au sens géométrique** : c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel** : c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges :

### **Couche de surface**

Elle composée de la couches de roulement et la couche de liaison et elle est en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure. Son rôle est:

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et le confort (bruit et uni.)
- Assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

### **Couche de base**

Elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

### **Couche de fondation**

Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

### **Couche de forme**

Elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol support :

- Sur un sol rocheux : elle joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.
- Sur un sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée) : Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

Actuellement, on tient de plus en plus compte du rôle de portance à long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l'optimisation des structures de chaussées.

**b- Les différentes catégories de chaussée**

Il existe deux catégories de chaussées:

- Les chaussées classiques (souples et rigides)
- Les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides)

Structures de chaussée.

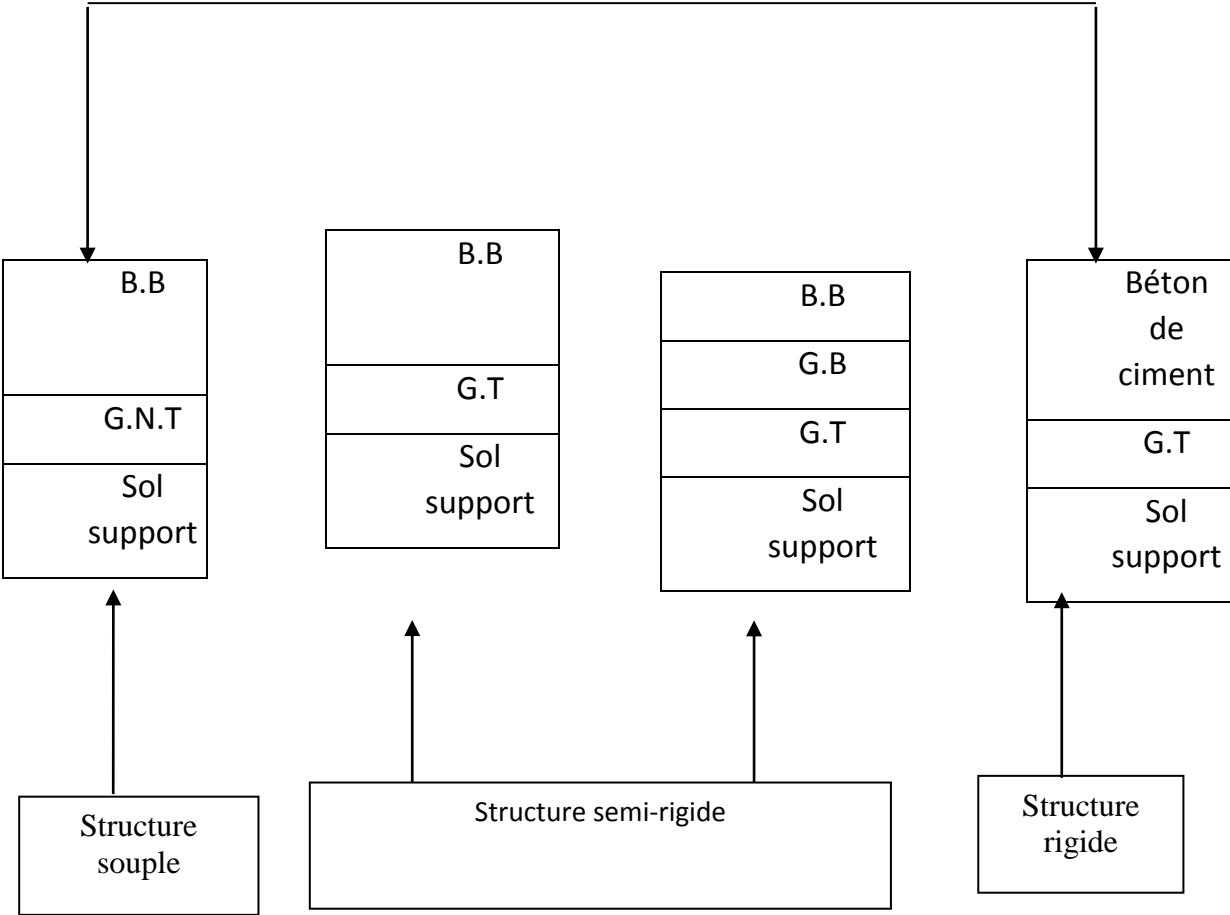


Figure 19:les différentes catégories de chaussée

BB : béton bitumineux

GB : grave bitume

GT : grave traité

G.N.T : grave non trait.

## **VI .6-La méthode de dimensionnement :**

### ***VI .6.1-Methode 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:

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

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:  $e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$

$a_1 \times e_1$  : couche de roulement

$a_2 \times e_2$  : couche de base

$a_3 \times e_3$  : couche de fondation

Où:  $c_1, c_2, c_3$  : coefficients d'équivalence.

$e_1, e_2, e_3$  : épaisseurs réelles des couches.

### Coefficient d'équivalence

**Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :**

<b>Matériaux utilisés</b>	<b>Coefficient d'équivalence</b>
<b>Béton bitumineux ou enrobe dense</b>	<b>2.00</b>
<b>Grave ciment – grave laitier</b>	<b>1.50</b>
<b>Grave bitume</b>	<b>1.20 à 1.70</b>
<b>Grave concassée ou gravier</b>	<b>1.00</b>
<b>Grave roulée – grave sableuse T.V.O</b>	<b>0.75</b>
<b>Sable ciment</b>	<b>1.00 à 1.20</b>
<b>Sable</b>	<b>0.50</b>
<b>Tuf</b>	<b>0.60 à 0.75</b>

**Tableau41:coefficient d'équivalence des matériaux**

- $T_{PL}$  : trafic poids lourds à l'année de mise en service
- $n$  : durée de vie ( $n = 15$  ans)

### **VI .6.2-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:

<b>Classe de sol</b>	<b>Indice C.B.R</b>
<b>S1</b>	<b>25-40</b>
<b>S2</b>	<b>10-25</b>
<b>S3</b>	<b>05-10</b>
<b>S4</b>	<b>&lt;05</b>

**Tableau42:classe de sol**

### Application au projet

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on a utilisé: la méthode CBR.

$$TJMA_{2010} = 6000 \text{ v/j} \quad \% \text{ poids lourd} = 35\%$$

$$T_0 = (TJMA_{2010} \times \% \text{ pl})$$

$$T_0 = (6000 \times 0.35) = \mathbf{2100} \text{ pl/j/sens.}$$

$$T_1 = (1+\tau)^2 \times T_0$$

$$T_1 = (1+0.07)^2 \times 2100 = \mathbf{2404} \text{ pl/j/sens}$$

$$T_n_{2015} = (1+\tau)^n \times T_1$$

$$T_n_{2015} = (1+0.07)^{15} \times 2404 = \mathbf{6633} \text{ pl/j/sens}$$

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

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log \frac{6633}{10})}{9 + 5} \approx \mathbf{47cm}$$

$$\mathbf{E_{eq} = 47.00cm}$$

On a :  $E_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
<b>BB</b>	<b>06</b>	<b>02</b>	<b>12</b>
<b>GC</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>17</b>
<b>TUF</b>	<b>24</b>	<b>0.75</b>	<b>18</b>
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>		<b>47</b>

Tableau43:épaisseur du corps de chaussée

Notre structure comporte : **6BB + 17GC + 24TUF**

6 cm **BB** (Béton Bitumineux)  
 17cm **GC** (Graves Concassées)  
 24cm **TUF**



Figure 20:Corps de chaussée

## VI .7-CUBATURE

### VI .7.1-Définition

Les cubatures de terrassement est la détermination des volumes de remblais et déblais nécessaire à la réalisation du projet, cela nécessite la connaissance :

- Des profils en long.
- Des profils en travers.
- Des distances entre ces profils.

### VI .7.2-Méthode de calcul

La méthode que nous allons utiliser est celle de la moyenne des aires, c'est une méthode simple mais elle présente un inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreurs, pour être en sécurité on prévoit une majoration des résultats.

## Description de la méthode

Le principe de la méthode de la moyenne des aires et de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivant :

$$V = \frac{h}{6} \cdot (S_1 + S_2 + 4S_0)$$

H : hauteur entre deux profils.

$S_0$  : surface limitée à mi- distances des profils.

$S_1, S_2$  : surface des deux profils.

## Application

La figure ci-dessous représente le profil en long d'un tracé donné.

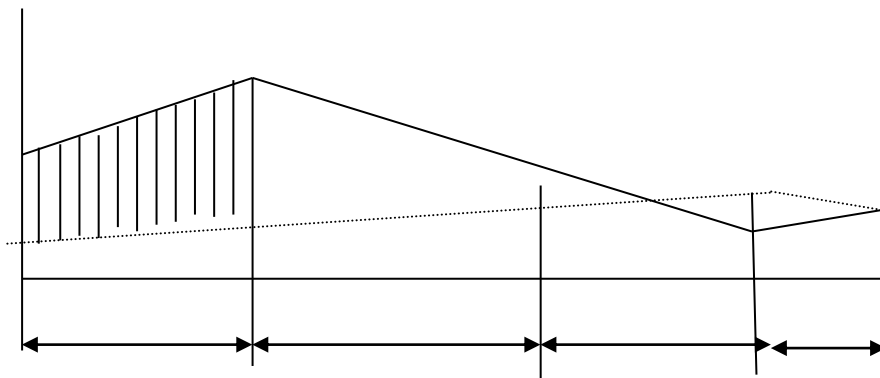


Figure 21 : profile en long

Le volume compris entre les deux profils en travers  $P_1$  et  $P_2$  de section  $S_1, S_2$  sera égale à :

$$V_1 = \frac{L_1}{6} \cdot (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

Pour un calcul plus simple on à considérer que :  $S_{moy} = \frac{(S_1 + S_2)}{2}$

D'ou :

$$V_1 = L_1 \cdot \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 \Rightarrow V_1 = L_1 \cdot \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

$$\text{Entre } P_2 \text{ et } P_F \Rightarrow V_2 = L_2 \cdot \frac{(S_2 + 0)}{2}$$

$$\text{Entre } P_F \text{ et } P_3 \Rightarrow V_3 = L_3 \cdot \frac{(0 + S_3)}{2}$$

Le volume total V:

$$V = \left(\frac{L_1}{2}\right) \cdot S_1 + \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) \cdot S_2 + \left(\frac{L_2 + L_3}{2}\right) \cdot 0 + \left(\frac{L_3 + L_4}{2}\right) \cdot S_3 + \left(\frac{L_4}{2}\right) \cdot S_4$$

Pour le calcul des cubatures, on a utilisé le logiciel COVADIS.

Les étapes à respecter pour réaliser cette opération sont :

### **Méthode 1 (commande Covadis)**

1. Mntchargement (pour mnt)
2. Genpl(pour dessiner le profil en long)
3. Plpro (pour dessiner la ligne rouge du profil en long)
4. Racci(pour le raccordement circulaire du profil en long)
5. Rempl(pour le remplissage des cartouches)
6. Genty (pour créer des profils en travers types)
7. Cfgpt(pour affecter les profils types)
8. Simul(pour le calcul de cubature)

9. Genpt(pour dessiner les profils en travers courants)

## **Méthode 2 : (utilisation du Menu Covadis)**

Utilisation des fenêtres « menu » du logiciel COVADIS

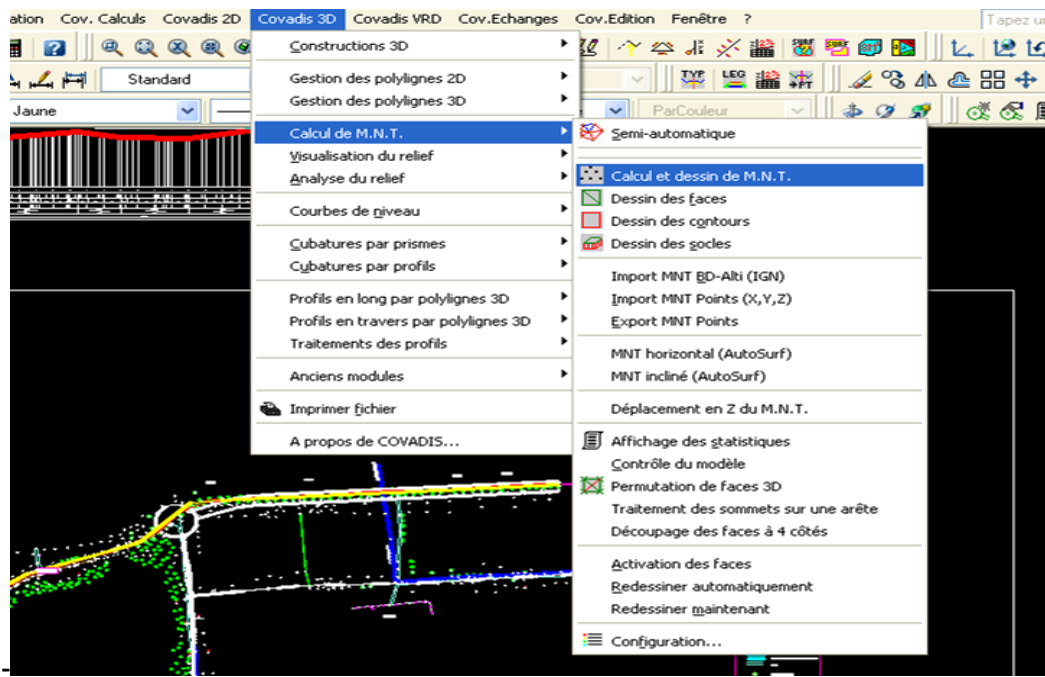


Figure 22: les étapes de calcul de cubature sous COVADIS

**Remarque:**Les résultats du calcul sont illustrés dans le tableau suivant :

# **CHAPITRE VII**

# **ASSAINISSEMENT**

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

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

L'eau est le premier ennemi de la route car il pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissade, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation .Les types de dégradation provoquer par les eaux sont engendrés comme suit :

### **Pour les chaussées :**

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- Dés enrobage.
- Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).
- Décollement des bords (affouillement des flancs).

### **Pour les talus :**

- Glissement.
- Érosion.
- Affouillements du pied de talus.

Les études hydrauliques inventorier l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

## VII.2-Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plateforme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

## VII .3-Définitions

### Assainissement de la chaussée

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot)

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec le moindre coût.

### **Fossé de pied du talus de déblai**

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

### **Fossé de crête de déblai**

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate -forme.

### **Réseau de crête de talus de remblai**

Il a pour rôle d'éviter l'érosion du talus lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur .le risque d'érosion augmente avec la hauteur et la pente des talus, il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence ou de l'état de végétation.

En principe, on prévoit un tel réseau des que la hauteur du talus dépasse 2m dans les régions ou les pluies ont une forte intensité, ou 4m dans les autre cas

### **Fossé de pied de talus de remblai**

Ce type de réseau peut avoir les deux fonctions suivantes:

1. Canaliser les eaux issues de la plate-forme jusqu'à exutoire lorsque les débits sont trop importants pour être évacués librement sans dommages ou préjudices pour les riverains

2. Collecter et canaliser vers un ouvrage de traversée les eaux de ruisselant sur le terrain naturel vers le remblai.

Dans les deux cas, et pour les consécutions d'entretien, le fossé est réalisé à une distance minimale de 1m du pied de talus .pour des remblais de faible hauteur, sans glissière, il est recommandé d'adoucir le profil du fossé pour améliorer le comportement d'un véhicule qui quitterait la plate-forme. Dans certain cas la pente du talus peut également être adoucie pour améliorer la sécurité.

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement).ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate- forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

### **Descentes d'eau**

Dans les sections de route en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m

$$Q_a = Q_s = K_{st} \cdot i^{1/2} \cdot h \cdot (b + n \cdot h) \left( \frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right)^{2/3}$$

#### VII.4-Application au projet :

Application : on a pris  $h = 0.50 \text{ m}$

Donc le fossé est dimensionné pour  $b = 50 \text{ cm}$

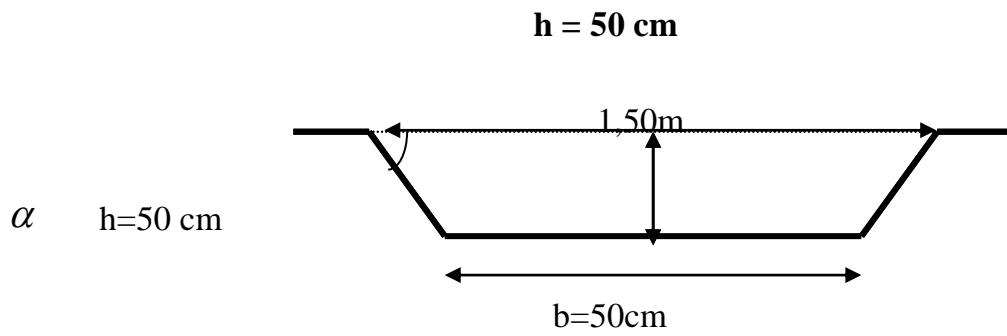


Figure 23:dimensions adopté du fossé

**CHAPITRE VIII**  
**SIGNALISATION ET**  
**ECLAIRAGE**

## **VIII-1 SIGNALISATION :**

### **VIII.1.1- Définition :**

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.

### **VIII.1.2-L'objet de la signalisation routière :**

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.

### **VIII.1.3-Règles à respecter pour la signalisation :**

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

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

- **VIII.1.4-Catégories de signalisation :**

- La signalisation routière se divise en deux catégories de signalisation verticale et horizontale.

- ***VIII.1.4.1-Signalisation verticale lumineuse et non lumineuse***

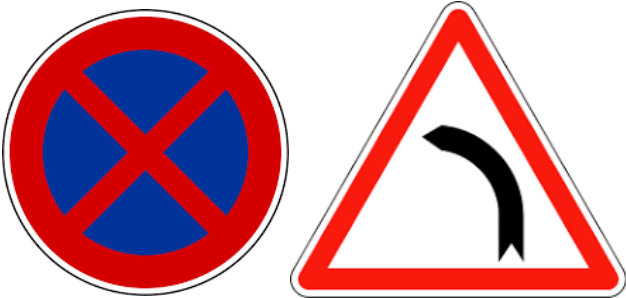
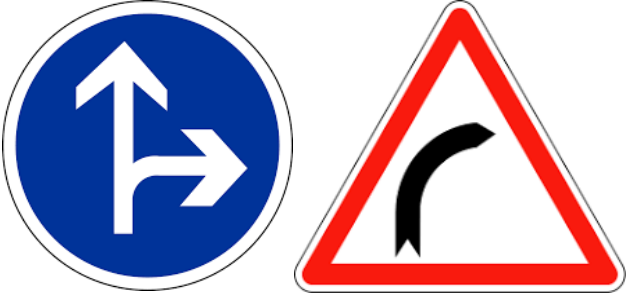
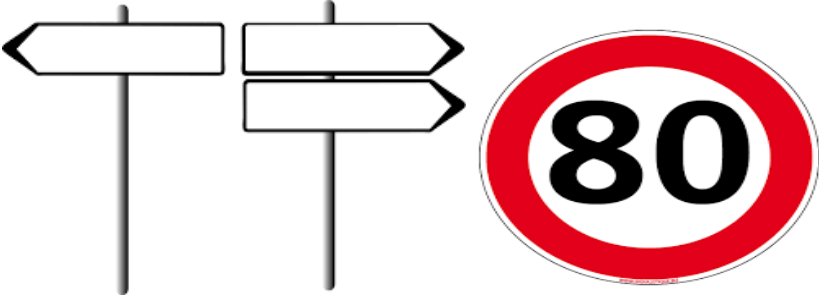
a-Signaux de danger

b-Signaux comportant une prescription absolue

c-Signalisation de direction

d-Signalisation lumineuse

Application au projet :



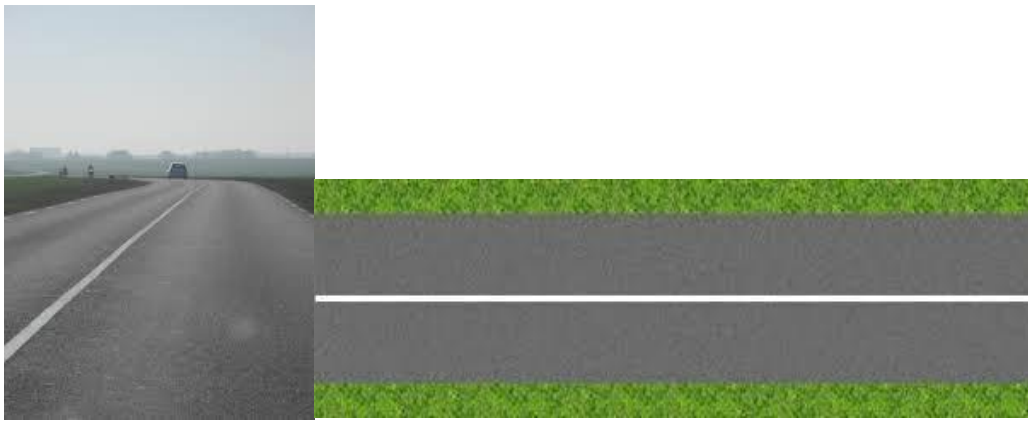
### ***VIII.1.4.2-Signalisation horizontale :***

La signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route et qui indique aux usagers quel comportement adopter à ces endroits.

On distingue plusieurs types de marquage :

#### **Ligne continue :**

Infranchissable, dépassement et changement de voie interdit. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).



#### **Ligne discontinue :**

Dépassement et changement de voie autoriser



### **Ligne d'avertissement :**

Annonce une ligne continue, des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.



### **Flèches de rabattement :**

Indiquer la voie dans laquelle il faut se rabattre.



### **Ligne de rive trait :**

Sépare la chaussée et l'accotement, peut être franchi pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens unique, la ligne de rive à gauche est continue.



### **Flèche directionnelles :**

Elles imposent aux automobilistes de suivre la ou l'une des directions indiquées.



## **VIII.2. ECLAIRAGE**

### **VIII .2.1-Introduction**

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

### **VIII.2.2-Catégories d'éclairage**

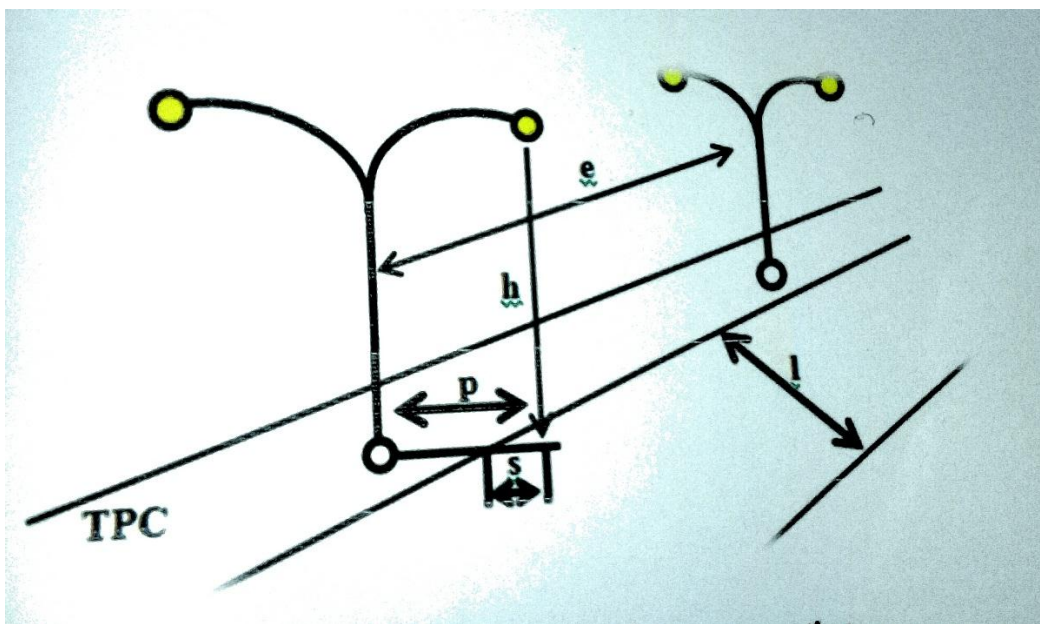
On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

### **VIII.2.3-Paramètres 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.



# **CHAPITRE IX**

# **IMPLANTATION**

## IX.1- Définition

On sait que le trace d'une route comme toute les autres voies de communication se composent d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires ou progressives en tenant compte des points de passage obligés de relief du terrain des obstacles rencontrés pour implanter un alignement droit, deux points principaux suffisent

Entre lequel il est facile de mettre en place des points intermédiaires, par contre implanter une courbes on a besoin d'un certain nombre de pont et il existe plusieurs méthode d'implantation

- Implantation par abscisses et ordonnées sur la tangente
- Implantation par abscisses et ordonnées sur la corde
- Implantation par rayonnement classique
- Implantation par coordonnées polaires

À partir des coordonnées rectangulaires déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de base qui a servi au levé du terrain. Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction

## IX .2-Implantation des sommets

Méthode : coordonnées polaires

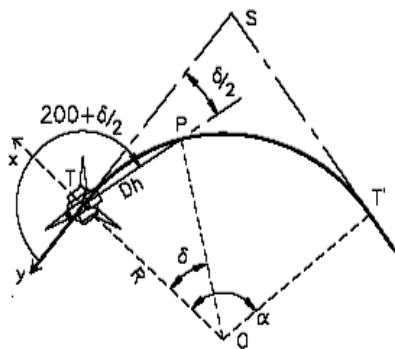


Figure27:coordonnées polaires

### Implantation par abscisse et ordonnées sur la tangente

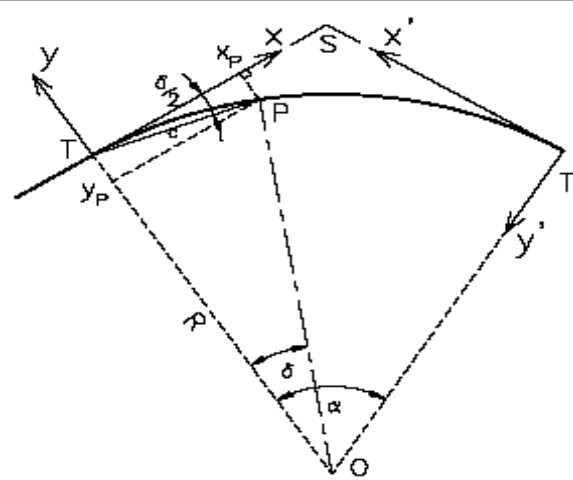


Figure28:implantation sur la tangente.

Pour l'implantation de notre projet on utilise l'instrument Leica qui permet d'implanter directement les points connus en coordonnées planimétriques et altimétriques

Les coordonnées sont illustrées dans les tableaux suivants

# **DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF**

### Devis estimatif et quantitatif

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Quantité.	Prix U (Da)	Montant (Da)
	décapage de la terre végétale	<b>m3</b>	<b>7414</b>	<b>100.00</b>	<b>741400.00</b>
1.01	Déblais mise en dépôt	<b>m3</b>	<b>21078.72</b>	<b>500.00</b>	<b>10539360.00</b>
1.02	Remblai mis-en d'emprunt	<b>m3</b>	<b>16357.44</b>	<b>700.00</b>	<b>11450208.00</b>
2.01	Couche de fondation en tuf <b>24 cm</b> , y/c le transport la manutention l'étalage le compactage, l'arrosage essais de compacité et toutes sujétions comprises	<b>m3</b>	<b>8896.8</b>	<b>1000.00</b>	<b>8896800.00</b>
2.02	Couche de base en grave concassée <b>17 cm</b> ,y/c le transport la manutention l'étalage le compactage, l'arrosage essai de compacité et toutes sujétions comprises	<b>m3</b>	<b>6301.9</b>	<b>1600.00</b>	<b>10083040.00</b>
2.03	Couche d'imprégnation en cut back <b>0,1</b>	<b>m2</b>	<b>53920</b>	<b>100.00</b>	<b>5392000.00</b>
2.04	Couche de roulement en béton bitumineux <b>6cm</b>	<b>T</b>	<b>7764.48</b>	<b>6000.00</b>	<b>46586880.00</b>
3.01	Rechargement des accotements sur une épaisseur de <b>23 cm</b> y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises	<b>m3</b>	<b>3100.4</b>	<b>1000.00</b>	<b>3100400.00</b>
3.03	Panneaux de signalisation verticale	<b>U</b>	<b>16</b>	<b>5000.00</b>	<b>80000.00</b>

3.04	Peinture de signalisation horizontale Continue discontinue	ml	12962	70.00	907340.00	
3.05	Réalisation d'un de fossé bétonné	ml	6740	3000.00	10110000.00	
3.06	Fraisage	m2	23590	200	4718000.00	
3.07	Eclairage	U	113	200000	22600000.00	
3.08	Séparateur bétonnier	ml	3370	6500	21905000.00	
					<b>PRIX HT</b>	<b>157110428.00</b>
					<b>TVA 19%</b>	<b>29850981.32</b>
					<b>PRIX TTC</b>	<b>186961409.32</b>

**Tableau 45: Devis estimatif et quantitatif**

# CONCLUSION GENERALE

## **CONCLUSION GENERALE**

Ce projet a été une opportunité pour nous de concrétiser nos connaissances théoriques et techniques acquises durant notre cycle de formation.

Ce projet nous a permis aussi d'être en face de problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier. C' était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement et les étapes d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier et par conséquent l'utilisation du logiciel COVADIS ainsi que la maîtrise de nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics (utilisation d'appareils topographiques telles LEICA).

En fin l'élaboration de ce travail a été bénéfique pour nous et elle nous ouvre les portes du monde professionnel.

# **CONCLUSION GENERALE**

**COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Description**

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	66.679	249549.123, 3958522.286	67.421
Rampe = 0.144 %	742.021	742.022				
			742.021	67.746	250235.175, 3958256.622	67.571
Arc de cercle	366.661	366.753				
Rayon = 10000.0000						
			1108.682	74.998	250600.712, 3958268.663	75.357
Rampe = 3.813 %	168.576	168.699				
			1277.258	81.426	250755.459, 3958333.538	81.176
Arc de cercle	459.201	459.338				
Rayon = - 15000.0000						

			1736.459	91.898	251130.830, 3958597.973	91.871
Rampe = 0.749 %	759.655	759.677				
			2496.115	97.588	251819.810, 3958890.024	97.301
Arc de cercle	555.401	555.487				
Rayon = 30000.0000						
			3051.516	106.891	252360.653, 3959016.352	106.786
Rampe = 2.601 %	318.894	319.002				
			3370.410	115.186	252671.188, 3959088.885	115.186
Longueur totale	3370.410					

### RECAPITULATIF DES CUBATURES DEBLAI-REMBLAI PAR PROFIL - Nouveau Projet 2

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	12,50	4,26	5,84	10,10	126,23	126,23	0,07	0,06	0,13	1,65	1,65
P2	25,00	25,00	5,09	7,26	12,35	308,82	435,05	0,04	0,05	0,09	2,24	3,88
P3	50,00	25,00	3,61	7,02	10,63	265,81	700,86	1,02	0,04	1,06	26,61	30,49
P4	75,00	25,00	0,92	0,00	0,92	22,92	723,78	0,27	1,97	2,25	56,14	86,63
P5	100,00	25,00	1,12	1,43	2,55	63,72	787,49	1,11	0,04	1,15	28,70	115,33
P6	125,00	25,00	0,00	0,10	0,10	2,44	789,93	2,54	0,92	3,46	86,56	201,89
P7	150,00	25,00	0,00	0,24	0,24	6,03	795,97	1,15	0,39	1,54	38,46	240,36
P8	175,00	25,00	0,00	0,12	0,12	3,09	799,05	0,93	0,64	1,57	39,29	279,64
P9	200,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	799,05	2,76	1,90	4,66	116,53	396,17
P10	225,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	799,05	1,87	1,47	3,34	83,49	479,66
P11	250,00	18,59	0,04	0,00	0,04	0,70	799,75	0,66	2,38	3,04	56,54	536,20
P12	262,18	13,59	0,16	0,00	0,16	2,21	801,96	0,27	1,31	1,58	21,44	557,64
P13	277,18	15,00	0,01	0,01	0,02	0,25	802,21	4,73	0,97	5,70	85,52	643,15
P14	292,18	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	7,15	1,22	8,37	125,55	768,70
P15	307,18	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	4,69	2,05	6,74	101,10	869,80
P16	322,18	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	3,19	4,37	7,56	113,42	983,21
P17	337,18	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	2,56	4,64	7,20	108,00	1091,21
P18	352,18	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	2,71	4,47	7,18	107,77	1198,99
P19	367,18	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	1,31	4,39	5,70	85,48	1284,47
P20	382,18	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	2,68	3,98	6,66	99,87	1384,34
P21	397,18	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	3,68	3,67	7,34	110,16	1494,50
P22	412,18	9,97	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	4,05	3,51	7,56	75,36	1569,87
P23	417,12	12,47	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	5,59	3,32	8,90	110,99	1680,85
P24	437,12	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	802,21	4,19	3,43	7,62	152,43	1833,29
P25	457,12	20,00	0,17	0,02	0,19	3,71	805,92	0,50	2,61	3,11	62,23	1895,52
P26	477,12	20,00	0,42	0,11	0,53	10,62	816,54	2,00	2,30	4,30	85,94	1981,46

P27	497,12	20,00	0,01	0,14	0,15	3,04	819,58	2,25	1,60	3,85	76,98	2058,44
P28	517,12	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	819,58	3,27	2,26	5,54	110,72	2169,16
P29	537,12	20,00	1,89	1,47	3,36	67,15	886,73	2,00	0,95	2,94	58,86	2228,02
P30	557,12	20,00	2,46	1,81	4,27	85,44	972,17	1,05	0,27	1,31	26,29	2254,31
P31	577,12	20,00	4,22	1,77	5,99	119,87	1092,04	0,08	0,04	0,13	2,53	2256,84
P32	597,12	20,00	3,16	0,72	3,88	77,58	1169,62	0,05	0,91	0,95	19,07	2275,91
P33	617,12	20,00	0,39	0,00	0,39	7,82	1177,44	0,24	2,86	3,10	62,07	2337,98
P34	637,12	20,00	2,75	1,19	3,94	78,87	1256,31	0,11	0,04	0,15	3,02	2341,00
P35	657,12	20,00	2,81	0,36	3,17	63,38	1319,69	0,07	1,48	1,56	31,17	2372,17
P36	677,12	20,00	0,42	0,73	1,15	22,97	1342,65	2,26	0,36	2,62	52,39	2424,56
P37	697,12	20,00	0,85	0,67	1,52	30,43	1373,09	0,09	2,10	2,19	43,76	2468,32
P38	717,12	20,00	0,02	0,49	0,51	10,22	1383,31	0,73	1,12	1,85	36,95	2505,28
P39	737,12	18,04	0,00	0,27	0,27	4,90	1388,20	0,67	0,11	0,78	14,12	2519,40
P40	753,20	15,54	0,00	0,65	0,65	10,05	1398,26	0,53	0,45	0,98	15,26	2534,66
P41	768,20	15,00	0,00	1,35	1,35	20,31	1418,57	2,25	0,09	2,34	35,06	2569,72
P42	783,20	15,00	0,02	1,83	1,85	27,75	1446,32	4,16	0,03	4,19	62,85	2632,57
P43	798,20	15,00	0,17	1,85	2,02	30,25	1476,57	5,60	0,02	5,62	84,37	2716,95
P44	813,20	15,00	0,27	1,54	1,81	27,17	1503,73	5,77	0,03	5,80	86,98	2803,93
P45	828,20	15,00	0,00	1,09	1,09	16,35	1520,09	5,31	0,39	5,70	85,43	2889,35
P46	843,20	15,00	0,00	1,72	1,72	25,81	1545,90	6,04	0,11	6,15	92,31	2981,66
P47	858,20	15,00	0,00	2,08	2,08	31,23	1577,12	6,06	0,03	6,08	91,22	3072,88
P48	873,20	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1577,12	8,02	2,25	10,27	154,08	3226,96
P49	888,20	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1577,12	5,48	3,79	9,27	139,12	3366,08
P50	903,20	9,97	0,02	1,78	1,80	17,95	1595,08	12,23	0,10	12,32	122,84	3488,92
P51	908,14	14,97	0,00	0,00	0,00	0,00	1595,08	10,84	2,00	12,84	192,22	3681,14
P52	933,14	18,48	0,00	0,24	0,24	4,39	1599,47	9,11	1,38	10,49	193,80	3874,94
P53	945,10	13,48	0,00	2,10	2,10	28,28	1627,75	8,84	0,15	8,99	121,14	3996,08
P54	960,10	15,00	0,00	0,01	0,01	0,11	1627,85	8,81	3,00	11,81	177,19	4173,27
P55	975,10	15,00	0,00	1,39	1,39	20,89	1648,75	8,20	0,93	9,13	136,94	4310,21
P56	990,10	15,00	2,01	7,52	9,53	142,93	1791,67	0,01	0,05	0,07	0,99	4311,20
P57	1005,10	15,00	0,39	6,80	7,19	107,81	1899,48	0,57	0,05	0,62	9,35	4320,55
P58	1020,10	15,00	9,28	9,89	19,17	287,52	2187,00	0,05	0,04	0,10	1,43	4321,98
P59	1035,10	15,00	10,02	16,16	26,18	392,77	2579,78	0,03	0,06	0,09	1,32	4323,30
P60	1050,10	9,78	8,74	13,87	22,61	221,25	2801,03	0,05	0,05	0,09	0,90	4324,20
P61	1054,67	12,28	8,83	7,20	16,03	196,90	2997,93	0,05	0,04	0,09	1,10	4325,30
P62	1074,67	20,00	11,94	8,71	20,65	412,98	3410,91	0,05	0,06	0,11	2,18	4327,48
P63	1094,67	20,00	16,82	16,25	33,07	661,38	4072,29	0,04	0,05	0,09	1,79	4329,27
P64	1114,67	20,00	18,54	13,21	31,75	635,08	4707,37	0,04	0,05	0,09	1,76	4331,03
P65	1134,67	20,00	17,46	7,09	24,54	490,86	5198,23	0,10	0,06	0,15	3,09	4334,13
P66	1154,67	20,00	18,52	3,78	22,29	445,82	5644,05	0,21	0,05	0,26	5,13	4339,26
P67	1174,67	20,00	17,55	2,85	20,40	408,03	6052,08	0,24	0,06	0,30	5,96	4345,22
P68	1194,67	20,00	16,76	2,33	19,09	381,79	6433,87	0,27	0,05	0,32	6,33	4351,55
P69	1214,67	20,00	15,69	1,66	17,35	346,99	6780,86	0,40	0,09	0,49	9,73	4361,28
P70	1234,67	14,93	14,66	5,82	20,48	305,86	7086,72	0,07	0,05	0,12	1,80	4363,08
P71	1244,53	12,43	13,30	5,70	19,00	236,22	7322,94	0,28	0,05	0,34	4,17	4367,25
P72	1259,53	15,00	11,81	3,27	15,08	226,13	7549,07	1,08	0,08	1,17	17,50	4384,74
P73	1274,53	15,00	10,20	0,00	10,20	153,07	7702,14	1,53	1,81	3,34	50,12	4434,86
P74	1289,53	15,00	8,52	0,00	8,52	127,76	7829,89	1,68	0,96	2,64	39,66	4474,52
P75	1304,53	15,00	7,98	0,00	7,98	119,69	7949,59	1,62	0,57	2,19	32,88	4507,40
P76	1319,53	15,00	8,25	0,04	8,30	124,44	8074,03	1,40	0,39	1,79	26,87	4534,27
P77	1334,53	15,00	9,00	0,29	9,29	139,36	8213,38	1,12	0,33	1,45	21,68	4555,95
P78	1349,53	9,78	8,60	4,49	13,09	128,08	8341,47	1,30	0,20	1,50	14,64	4570,59
P79	1354,10	14,78	8,53	4,87	13,39	198,03	8539,50	1,32	0,20	1,53	22,55	4593,15
P80	1379,10	25,00	8,41	0,74	9,15	228,85	8768,34	0,94	0,20	1,14	28,47	4621,61
P81	1404,10	25,00	8,76	1,68	10,44	260,97	9029,31	0,58	0,14	0,71	17,79	4639,41
P82	1429,10	25,00	12,24	5,31	17,55	438,70	9468,02	0,04	0,05	0,09	2,22	4641,62
P83	1454,10	25,00	0,24	3,37	3,61	90,22	9558,24	0,87	0,04	0,91	22,75	4664,37
P84	1479,10	16,99	4,51	4,21	8,72	148,21	9706,44	0,24	0,04	0,28	4,77	4669,15
P85	1488,09	14,49	6,35	4,72	11,07	160,39	9866,83	0,19	0,04	0,23	3,32	4672,47
P86	1508,09	20,00	8,60	5,39	13,99	279,83	10146,66	0,04	0,04	0,09	1,74	4674,22

P87	1528,09	20,00	9,66	5,24	14,90	297,98	10444,64	0,04	0,04	0,09	1,74	4675,96
P88	1548,09	14,49	8,60	5,01	13,61	197,18	10641,82	0,20	0,05	0,25	3,56	4679,52
P89	1557,07	16,99	9,12	4,98	14,10	239,52	10881,34	0,21	0,04	0,25	4,25	4683,77
P90	1582,07	25,00	11,15	4,44	15,59	389,75	11271,09	0,04	0,05	0,10	2,48	4686,25
P91	1607,07	25,00	13,95	4,83	18,78	469,51	11740,60	0,04	0,04	0,08	2,12	4688,37
P92	1632,07	25,00	10,62	7,68	18,29	457,30	12197,90	0,04	0,05	0,09	2,24	4690,61
P93	1657,07	25,00	6,94	4,28	11,22	280,47	12478,37	0,31	0,04	0,35	8,84	4699,45
P94	1682,07	25,00	6,81	3,67	10,47	261,86	12740,23	0,04	0,04	0,09	2,18	4701,63
P95	1707,07	25,00	8,90	1,85	10,75	268,76	13009,00	0,04	0,02	0,06	1,61	4703,24
P96	1732,07	25,00	13,80	2,32	16,12	403,09	13412,09	0,04	0,05	0,10	2,48	4705,72
P97	1757,07	25,00	9,92	3,51	13,43	335,71	13747,80	0,27	0,04	0,31	7,78	4713,50
P98	1782,07	25,00	6,21	2,30	8,51	212,66	13960,46	0,04	0,05	0,09	2,36	4715,86
P99	1807,07	25,00	4,00	1,06	5,06	126,47	14086,93	0,11	0,20	0,31	7,67	4723,53
P100	1832,07	25,00	1,66	0,96	2,62	65,52	14152,44	0,67	1,04	1,71	42,70	4766,22
P101	1857,07	25,00	15,47	1,80	17,26	431,58	14584,02	0,49	0,36	0,85	21,29	4787,51
P102	1882,07	21,95	15,45	1,03	16,47	361,64	14945,66	0,05	0,11	0,15	3,36	4790,87
P103	1900,98	16,95	10,06	0,90	10,96	185,83	15131,49	0,56	0,12	0,69	11,66	4802,53
P104	1915,98	15,00	0,00	0,57	0,57	8,57	15140,06	7,36	0,20	7,56	113,34	4915,87
P105	1930,98	15,00	0,00	0,22	0,22	3,33	15143,39	18,03	0,21	18,24	273,53	5189,40
P106	1945,98	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15143,39	22,54	11,76	34,30	514,55	5703,95
P107	1960,98	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15143,39	22,16	23,34	45,50	682,55	6386,50
P108	1975,98	15,00	0,00	0,27	0,27	3,98	15147,37	7,86	1,63	9,48	142,23	6528,73
P109	1990,98	15,00	0,00	0,96	0,96	14,33	15161,70	12,86	1,80	14,66	219,93	6748,66
P110	2005,98	12,46	0,00	1,20	1,20	14,98	15176,68	7,59	0,21	7,80	97,22	6845,88
P111	2015,89	14,96	0,00	0,00	0,00	0,00	15176,68	7,90	6,63	14,53	217,39	7063,27
P112	2035,89	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15176,68	8,92	7,59	16,51	330,18	7393,45
P113	2055,89	20,00	0,02	0,43	0,45	9,06	15185,74	2,67	0,27	2,93	58,68	7452,13
P114	2075,89	20,00	0,00	0,01	0,01	0,19	15185,94	2,68	2,44	5,13	102,51	7554,63
P115	2095,89	20,00	0,00	0,49	0,49	9,71	15195,65	4,86	0,36	5,22	104,35	7658,98
P116	2115,89	11,07	0,00	0,56	0,56	6,23	15201,87	6,19	0,27	6,47	71,59	7730,57
P117	2118,02	8,57	0,00	0,51	0,51	4,39	15206,27	6,46	0,28	6,74	57,74	7788,31
P118	2133,02	15,00	0,00	0,16	0,16	2,42	15208,69	9,10	0,41	9,51	142,71	7931,02
P119	2148,02	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	12,32	4,40	16,72	250,78	8181,80
P120	2163,02	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	10,64	3,07	13,71	205,63	8387,42
P121	2178,02	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	10,48	1,90	12,38	185,66	8573,08
P122	2193,02	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	11,18	2,12	13,30	199,48	8772,57
P123	2208,02	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	13,15	3,19	16,34	245,12	9017,68
P124	2223,02	12,46	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	13,09	5,78	18,88	235,15	9252,83
P125	2232,94	17,46	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	13,03	5,87	18,90	329,99	9582,83
P126	2257,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	12,35	3,64	15,99	399,83	9982,65
P127	2282,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	12,18	3,29	15,47	386,79	10369,44
P128	2307,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	5,14	7,34	12,48	312,06	10681,50
P129	2332,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	5,74	3,73	9,47	236,78	10918,28
P130	2357,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	4,95	7,50	12,45	311,27	11229,54
P131	2382,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	1,71	4,73	6,44	160,94	11390,49
P132	2407,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	7,96	3,51	11,47	286,64	11677,13
P133	2432,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	11,13	2,10	13,23	330,76	12007,88
P134	2457,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15208,69	10,79	1,86	12,66	316,49	12324,37
P135	2482,94	25,00	0,00	0,05	0,05	1,30	15210,00	8,60	0,66	9,26	231,50	12555,87
P136	2507,94	25,00	0,00	0,63	0,63	15,76	15225,75	7,42	0,10	7,52	188,10	12743,97
P137	2532,94	25,00	0,01	1,18	1,18	29,53	15255,28	6,18	0,12	6,30	157,40	12901,37
P138	2557,94	25,00	0,25	2,99	3,23	80,79	15336,08	6,55	0,04	6,59	164,87	13066,24
P139	2582,94	25,00	0,00	3,76	3,76	93,98	15430,05	8,19	0,18	8,37	209,30	13275,54
P140	2607,94	25,00	0,00	4,54	4,54	113,52	15543,57	10,77	0,27	11,04	275,90	13551,44
P141	2632,94	25,00	0,80	6,41	7,20	180,05	15723,63	7,82	0,03	7,86	196,43	13747,87
P142	2657,94	25,00	0,05	6,64	6,69	167,20	15890,82	7,48	0,03	7,52	187,89	13935,76
P143	2682,94	25,00	0,28	6,34	6,62	165,59	16056,42	7,12	0,10	7,21	180,33	14116,08
P144	2707,94	25,00	0,99	7,49	8,48	212,03	16268,44	6,96	0,03	6,99	174,67	14290,75
P145	2732,94	25,00	1,12	7,91	9,03	225,83	16494,27	4,78	0,03	4,81	120,35	14411,10
P146	2757,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16494,27	4,87	3,48	8,35	208,86	14619,96

P147	2782,94	25,00	0,00	2,43	2,43	60,76	16555,03	6,06	0,57	6,62	165,59	14785,55
P148	2807,94	25,00	0,59	6,49	7,08	177,00	16732,03	0,46	0,03	0,49	12,18	14797,73
P149	2832,94	25,00	0,39	7,67	8,06	201,50	16933,53	3,57	0,04	3,62	90,41	14888,14
P150	2857,94	25,00	1,09	8,33	9,42	235,47	17169,00	2,72	0,03	2,75	68,87	14957,01
P151	2882,94	25,00	0,00	1,17	1,17	29,23	17198,22	5,34	2,91	8,25	206,33	15163,34
P152	2907,94	25,00	0,00	0,01	0,01	0,13	17198,36	5,77	5,58	11,36	283,92	15447,27
P153	2932,94	25,00	1,41	7,38	8,79	219,83	17418,18	2,85	0,04	2,90	72,41	15519,67
P154	2957,94	25,00	2,12	6,94	9,07	226,71	17644,89	2,00	0,18	2,18	54,51	15574,18
P155	2982,94	25,00	1,66	10,26	11,92	297,99	17942,88	2,00	0,04	2,05	51,16	15625,34
P156	3007,94	25,00	2,03	11,34	13,36	334,07	18276,95	2,35	0,03	2,38	59,54	15684,87
P157	3032,94	25,00	0,01	10,09	10,10	252,40	18529,35	2,88	0,03	2,91	72,76	15757,64
P158	3057,94	25,00	0,03	7,59	7,62	190,59	18719,94	2,25	0,04	2,30	57,41	15815,05
P159	3082,94	25,00	6,36	8,79	15,15	378,84	19098,78	0,04	0,04	0,08	2,09	15817,14
P160	3107,94	25,00	5,33	8,96	14,28	357,12	19455,90	0,04	0,04	0,09	2,13	15819,26
P161	3132,94	25,00	0,86	8,25	9,11	227,74	19683,63	1,49	0,03	1,52	37,99	15857,25
P162	3157,94	25,00	1,18	7,99	9,17	229,29	19912,92	1,41	0,03	1,44	36,12	15893,37
P163	3182,94	25,00	0,00	6,12	6,12	153,10	20066,03	3,20	0,07	3,27	81,69	15975,06
P164	3207,94	25,00	0,55	7,18	7,74	193,42	20259,45	3,62	0,03	3,65	91,32	16066,38
P165	3232,94	25,00	0,00	4,87	4,87	121,85	20381,30	3,18	0,04	3,22	80,46	16146,84
P166	3257,94	25,00	0,86	7,49	8,36	208,94	20590,25	1,52	0,04	1,56	38,98	16185,82
P167	3282,94	25,00	0,77	6,94	7,72	192,89	20783,14	0,40	0,04	0,45	11,14	16196,97
P168	3307,94	25,00	0,73	3,91	4,64	116,11	20899,25	4,86	0,05	4,91	122,63	16319,59
P169	3332,94	25,00	0,00	3,06	3,06	76,48	20975,73	1,06	0,05	1,11	27,63	16347,23
P170	3357,94	18,74	0,55	3,29	3,84	72,01	21047,74	0,29	0,05	0,33	6,21	16353,44
P171	3370,41	6,24	0,47	4,50	4,97	30,98	21078,72	0,60	0,05	0,64	4,00	16357,44

# BIBLIOGRAPHIE

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Les normes B40
- Aménagement des routes principales (setra)
- Ictaal 1985- 1990 -2000
- ICTAAL - Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison Circulation
- Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines ICTAVRU (certu)
- Projet et construction des routes (setra)
- Amélioration de la sécurité des virages des routes principales en rase campagne (setra)
- Aménagement des carrefours interurbains (setra)
- Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes (setra)
- conception géométrique de route (setra)

- Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales carrefours plans (setra)
- l'équipement des routes interurbaines volume1 (setra)
- Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaine (Cetur)
- Projet et construction de routes par Jean BERTHIER Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées
- Mémoires ENTP promotion 2008-2009

