



UNIVERSITE  
Abdelhamid Ibn Badis  
MOSTAGANEM

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

-----

Département de Génie Civil & Architecture



UNIVERSITE  
Abdelhamid Ibn Badis  
MOSTAGANEM

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  
de la wilaya de Rélizane.  
Tronçon de PK 10+400 au PK 14+500**

**Membre du jury :**

- **Président :** Mr. BOUHADJEB Kadda.
- **Examineur :** Mr. BELGUESMIA Nouredine.
- **Encadreur :** Mr. BOUHALOUFA Ahmed.
- **Invité d'honneur :** Mr. MOKHTARI Cherif.

**Présenté par :**

- **Mr: MAHI Mohamed El Amine.**
- **Mr: CHALAKH Samir Sofiane.**

**Promotion 2018/2019**

# LISTES DES TABLEAUX

## CHAPITRE II :ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

Tableau 1:coordonnées des sommets de l'axe de la route existante .....	10
Tableau2:gisement, distance de la route existante.....	10
Tableau 3:Tangentes aux cercles et rayons "route existante".....	11
Tableau 4:Dénivelée cumulée "route existante.....	17
Tableau 5:Type de topographie.....	17
Tableau 6:Sinuosité .....	18
Tableau 7:Environnement de la route existante.....	18
Tableau 8:Vitesse de référence .....	19
Tableau 9:Dévers .....	21
Tableau 10:Valeur du coefficient ft .....	21
Tableau 11:Valeur du coefficient "F".....	21
Tableau 12:Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques.....	21
Tableau 1:récapitulatif des rayons en plan.....	21
Tableau 2: les rayons en plan selon B40.....	22

## CHAPITRE II :ETUDE DU TRAFIC

Tableau 3:valeurs du coefficient P.....	28
Tableau 4:Valeurs de $K_1$ en fonction de l'environnement.....	29
Tableau 5:Valeurs de $K_2$ en fonction de l'environnement.....	29
Tableau 18:Valeurs de capacité théorique.....	29
Tableau 19:Données trafic.....	30
Tableau 6:Résultats de calcul trafic.....	30

## CHAPITRE IV :TRACE EN PLAN.

Tableau 7: coordonnées des sommets de la variante 1 .....	37
Tableau 8:Calcul des gisements, angles au centre et distances.....	37
Tableau 23:Tangentes aux cercles et rayons "variante 1".....	38
Tableau 9:calcul des dénivelés variante 1 .....	43
Tableau 10: coordonnées des sommets de la variante 2 .....	44
Tableau 11:Calcul des gisements, angles au centre et distances.....	44
Tableau 27:Tangentes aux cercles et rayons "variante 2".....	45
Tableau 12:calcul des dénivelés variante 2.....	52

## CHAPITRE V :LES RACCORDEMENT PROGRESSIFS

Tableau 29:paramètres de clothoide.....	59
Tableau 30:Devers en fonction de l'environnement.....	60

Tableau 31:Longueur de la clothoïde "L .....	62
Tableau 13: Les□□□de la clothoïde "L.....	63
Tableau 14:paramètres de clothoïde (APPLICATION SUR NOTRE PROJET) .....	63
Tableau 15:variation de devers pour le rayon 450m.....	64
Tableau 16:variation de devers pour le rayon 650m .....	65

## **CHAPITRE VI :PROFIL EN LONG**

Tableau 36:Valeur de déclivité maximale.....	69
Tableau 37:Rayons convexes (Cat2, V100).....	70
Tableau 38:Rayons concaves (Cat2, V100 .....	71

## **CHAPITRE VII :LES PARAMETRES CINEMATIQUES**

Tableau 39: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40 ...	75
Tableau 40:Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse.....	80
Tableau 41:Paramètres fondamentaux.....	80

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

Tableau 42: Matériaux utilisé .....	91
Tableau 43:classe de trafic.....	92
Tableau 44:classe de sol .....	93
Tableau 45:épaisseur du corps de chaussée.....	95
Tableau 46:Déblai et Remblai Variante 1.....	102
Tableau 47:Déblai et Remblai Variante 2.....	109

## **CHAPITRE :IXIMPLANTATION**

## **CHAPITRE X :ASSAINISSEMENT**

## **CHAPITRE XI :SIGNALISATION ET ECLAIRAGE**

# LISTES DES FIGURES

## CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

Figure 1 : Présentation de la wilaya.....	3
Figure 2 : Localisation du projet.....	4
Figure 3 : Localisation du projet.....	5

## CHAPITRE II ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

Figure 4 : détermination de l'angle au centre .....	9
---	---

## CHAPITRE IV TRACE EN PLAN

Figure 1:les éléments d'un tracé en plan.....	35
---	----

## CHAPITRE V LES RACCORDEMENT PROGRESSIFS

Figure 2:éléments d'un clothoïde.....	56
Figure 3: Clothoïde	56
Figure 4:condition de gauchissement .....	57
Figure 8:Distance d'arrêt et de freinage.....	76
Figure 9:distance de perception-.....	78
Figure 10:L'espace entre deux véhicules-.....	80

## CHAPITRE VIII :PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES

Figure 11 : Les éléments d'une route.....	84
Figure 15:les différentes catégories de chaussée.....	88
Figure 13:les démarches du catalogue.....	94
Figure 15:Surfaces de cubature.....	96
Figure 16: les étapes de calcul de cubature sous COVADIS .....	98

## CHAPITRE IX :IMPLANTATION

Figure 17: implantation sur la tangente.....	112
Figure 6:coordonnées polaires.....	113
Figure 19:méthode d'implantation .....	113

## CHAPITRE X :ASSAINISSEMENT

## CHAPITRE XI :SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

Figure 20: Les signalisations horizontales .....	122
Figure 21: Signalisation verticale type A .....	123
Figure 22: Signalisation verticale type B.....	124
Figure 23: Signalisation verticale type E .....	124

Figure 24: Eclairage d'un point singulier .....125

## **CHAPITRE XII :DEVIS QUANRITATIF ET ESTIMATIF**

## **Remercîments**

*Tout d'abord, nous remercions le bon Dieu, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*Et nous remercions nos familles pour les sacrifices qu'elles ont faits pour que nous puissions terminer nos études.*

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance à nos encadreurs Monsieur BOUHALOUFA AHMED, CHERIF Mourad, pour leurs conseils et orientations bénéfiques et indispensables.*

*Notre gratitude et notre remerciement sont adressés également à Mr BOUHADJEB Kadda, président du jury ainsi qu'à Mr BELGUESMIA NOUREDDINE examinateur au sein du jury pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Ainsi à tous nos amis trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères.*

*Nous remercions chaleureusement tous les enseignants et le personnel du département de génie civile et d'architecture et à tous les étudiants et étudiantes de génie civile Travaux Publics Voies et ouvrage d'art*

*Merci à tous les gens qui ont, de diverses façons, de près ou de loin contribué à l'élaboration de cet ouvrage ; à tous ceux que nous avons côtoyé et, que, hélas, nous n'avons pu citer.*

❖ MAHI Mohamed El Amine.

❖ CHALAKH Samir Sofiane.

**Merci**

## DÉDICACES

*Je remercie ALLAH tout puissant de m' avoir motivé  
à réaliser ce modeste travail*

*Je dédie Ce modeste travail à :  
Ma très chère mère et mon père pour  
leurs sacrifices, sans jamais oublier  
Mes très chers frères et sœurs.*

*Mes grands parents*

*Mes oncles et tantes*

*À tous mes amis d' enfance et du  
Long parcours scolaire et  
Universitaire*

*Tous ceux qui m' aiment et que j' aime*

L'étudiant : MAHI Mohamed El Amine.

---

## DÉDICACES

*Je remercie ALLAH tout puissant de m' avoir motivé  
à réaliser ce modeste travail*

*Je dédiee modeste travail à :*

*Ma très chère mère et mon père pour  
leurs sacrifices, sans jamais oublier*

*Mes très cher frères et sœurs.*

*À tous mes amis d' enfance et du*

*Long parcours scolaire et*

*Universitaire*

*Tous ceux qui m' aiment et que j' aime*

L'étudiant : CHALAKH Samir Sofiane.

# **CHAPITRE I**

## **PRESENTATION DU PROJET**

## **I.1. INTRODUCTION GENERALE**

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale.

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études de dédoublement.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la conception du dédoublement d'un tronçon routier reliant MESRA et la limite de la wilaya de RELIZANE comme il représente aussi une importance stratégique pour le réseau routier national.

Ce projet de dédoublement étant nécessaire, compte tenu de l'importance de la route existante qui doit supporter :

- L'intensité du trafic actuel.
- Des différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région.
- La demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe.

## I.2. PRESENTATION DU PROJET

### I.2.1. Présentation de la wilaya:

Mostaganem est la 27ème wilaya dans l'administration territoriale Algérienne. Elle se trouve au Nord-Ouest de l'Algérie sur la méditerranée (Afrique du Nord), à 350 Kms à l'Ouest d'Alger (La capitale) et à 80 Kms à l'Est d'Oran (2ème ville d'Algérie) et s'étend sur une superficie globale de 226.900 hectares soit 2269 km<sup>2</sup>.

La wilaya de Mostaganem compte plus de 800 000 habitants (statistiques de 2008) et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Daïras.

Les wilayas limitrophes de Mostaganem : A l'Est la Wilaya de Chlef, au Sud-est la Wilaya de Relizane, à l'Ouest la Wilaya d'Oran, au Sud-ouest la Wilaya de Mascara.

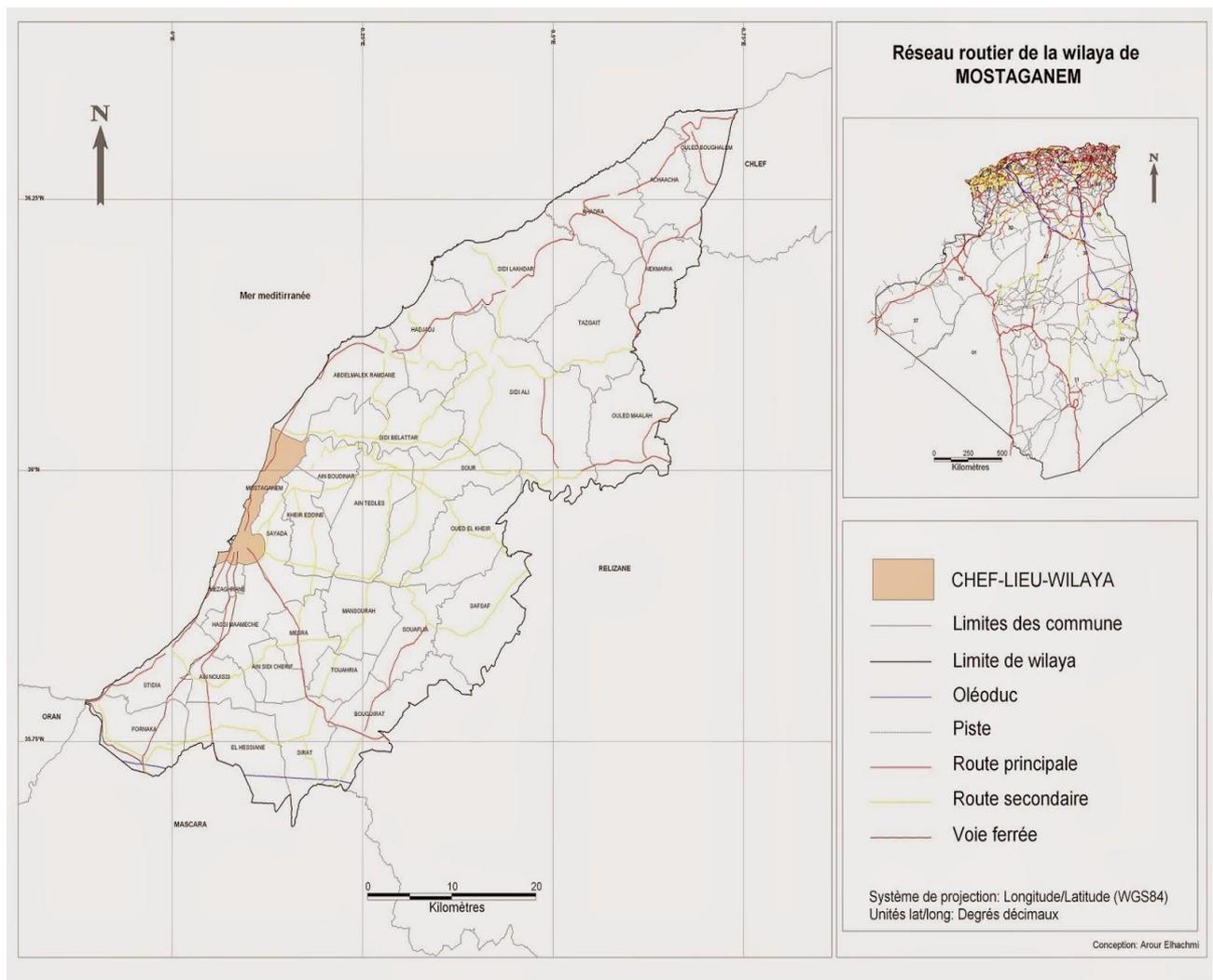


Figure 1 : Présentation de la wilaya

## I.2.2. Localisation :



Figure 2 : Localisation du projet

Notre projet fait partie du réseau des routes nationales, c'est le tronçon d'évitement de la commune de Mesra, ce projet est inscrit dans le cadre de la réalisation de l'étude du dédoublement de la RN23 entre MESRA et la limite de la wilaya de RELIZANE.



Figure 3 : Localisation du projet

### I.3. Objectif du projet :

Dans le cadre de la réalisation de l'étude du dédoublement de la RN23 entre MESRA et la limite de la wilaya de RELIZANE, ce projet répond à une demande de transport qui ne cesse d'augmenter, il permettra aux usagers de l'axe RN23, la facilité de la fluidité du trafic venant de la wilaya de RELIZANE.

- ✓ **La catégorie : Catégorie 2**
- ✓ **Le trafic :**
  - **TMJA : 6000 V/J**
  - **Pourcentage de poids lourds : 35%**
  - **Le taux d'accroissement :  $\tau = 7\%$**
  - **Durée d'étude et mise en service : 3 ans**
  - **Durée de vie : 15 ans**
- ✓ **Profil en travers type**

**Dédoublement :**

- Accotement 2 x 2.00m.
- Largeur de la route 2 x 7m.
- TPC 2m.

**L'indice CBR = 9**

# **CHAPITRE II**

## **ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE**

## II.1. Introduction :

La route existante est composée de dix virages successifs. Elle est d'une longueur d'environ 4121 m et d'une largeur de 7.00 m.

L'étude de cette route est axée sur les différentes étapes suivantes :

- ❖ Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route.
- ❖ Mesure des longueurs des tangentes.
- ❖ Détermination des rayons des parties circulaires.
- ❖ Calcul du pourcentage d'alignement droit et courbe.
- ❖ L'environnement de la route :
  - Dénivelée cumulée.
  - Sinuosité.
- ❖ Vitesse de référence  $V_r$ .
- ❖ Calcul des rayons en plan RHm, RHN, RHd et RHnd.
- ❖ 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 centres de chaque raccordements et enfin on procède à la mesure des longueurs des tangentes et ceci dans le but de calculer les rayons planimétrique 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

$$G_{S1S2} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_{S2} - X_{S1}}{Y_{S2} - Y_{S1}}$$

b-Distance

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S_1S_2 = \sqrt{(X_{S2} - X_{S1})^2 + (Y_{S2} - Y_{S1})^2}$$

c-L'angle au centre

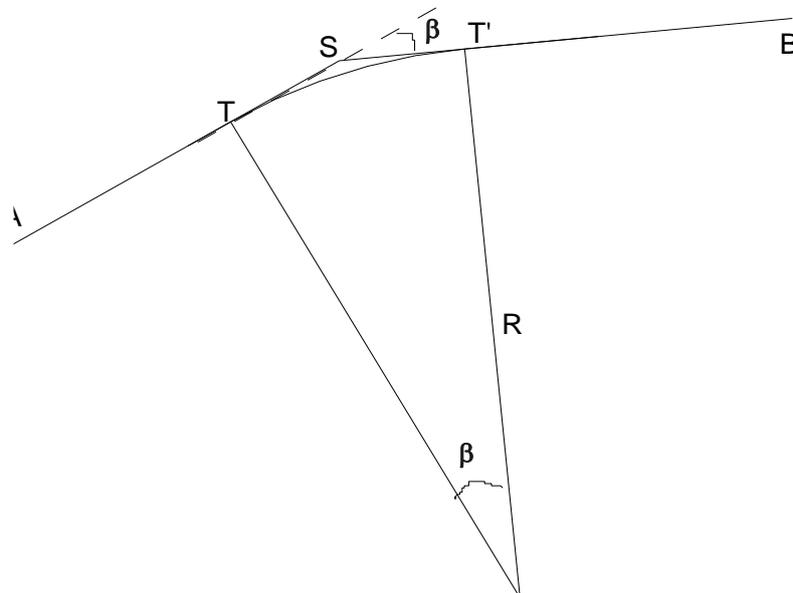


Figure 4 : détermination de l'angle au centre

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 :**

Pts	X (m)	Y (m)
1	244121.6506	3971444.0008
2	243941.5251	3971282.6017
3	243943.0275	3970865.6231
4	243526.3252	3970527.8559
5	243427.7284	3970468.0851
6	243164.8346	3970375.7229
7	243032.9471	3970219.4284
8	242805.1846	3970006.6557
9	242881.3895	3969241.5061
10	243462.6741	3969037.7667

11	243663.0320	3968873.4084
12	244140,5075	3968815,6213

Tableau 1: coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

**Valeurs des gisements et des distances :**

Valeurs de $\Delta X$ et $\Delta Y$ (m)		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
$\Delta X =$	180,1255	G1.2	253,4872	$\beta 1 =$	-53,7165	241,8571
$\Delta Y =$	161,3991					416,9813
$\Delta X =$	-1,5024	G2-3	199,7706	$\beta 2 =$	56,8658	536,4023
$\Delta Y =$	416,9786					115,2990
$\Delta X =$	416,7023	G3-4	256,6364	$\beta 3 =$	8,6693	115,2990
$\Delta Y =$	337,7672					278,6465
$\Delta X =$	98,5968	G04-5	265,3057	$\beta 4 =$	13,1855	278,6465
$\Delta Y =$	59,7708					204,5049
$\Delta X =$	262,8938	G5-6	278,4912	$\beta 5 =$	33,8701	204,5049
$\Delta Y =$	92,3622					311,6857
$\Delta X =$	131,8875	G6-7	244,6211	$\beta 6 =$	7,5443	311,6857
$\Delta Y =$	156,2945					768,9350
$\Delta X =$	227,7625	G7-8	252,1654	$\beta 7 =$	-58,4849	768,9350
$\Delta Y =$	212,7727					615,9557
$\Delta X =$	-76,2049	G8-9	193,6804	$\beta 8 =$	72,2187	615,9557
$\Delta Y =$	765,1496					259,1465
$\Delta X =$	-581,2846	G9-10	121,4616	$\beta 9 =$	22,2748	259,1465
$\Delta Y =$	203,7394					480,9596
$\Delta X =$	-200,3579	G10-11	143,7364	$\beta 10 =$	36,0689	480,9596
$\Delta Y =$	164,3583					107,6674
$\Delta X =$	477,4755	G11-12	107,6674	$\beta 10 =$	36,0689	107,6674
$\Delta Y =$	-57,7867					107,6674

Tableau 2: gisement, distance de la route existante

**II.4. Détermination des rayons en plan :**

Le tracé de la route existante est composé de douze(12) virages.

La valeur du rayon est déterminée par la relation suivante:

$$ST = ST' = R \cdot \text{tg} \frac{\beta}{2} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{ST}{\text{tg} \frac{\beta}{2}}$$

## II.4.1. Calculs éléments de quatre raccordements :

### Bissectrice

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

### 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 :

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	tangente (m)	Développée (m)	La flèche (m)	Bissectrice (m)
$\beta_1 = -53,7165$	350,00	157,072	295,322	37,765	42,33
$\beta_2 = 56,8658$	300,00	143,666	267,974	36,21	41,18
$\beta_3 = 8,6693$	300,00	20,45	40,853	0,87	0,9027
$\beta_4 = 13,1855$	100,00	10,654	21,23	0,7	0,7049
$\beta_5 = 33,8701$	300,00	81.7418	159.60	13,29	13,906
$\beta_6 = 7,5443$	500,00	29,659	59,252	1,1	1,1024
$\beta_7 = -58,4849$	250,00	123.6565	230,965	32,225	36,99
$\beta_8 = -72,2187$	360,00	229.3312	408.3871	68,544	84,8840
$\beta_9 = 22,2748$	500,00	88.3763	174.941	7,95	8,1300
$\beta_{10} = -36,0689$	450,00	131.0011	254.956	20,025	20,9576

Tableau 3:Tangentes aux cercles et rayons "route existante"

## II.5. Les longueurs de tracé :

La longueur totale de tracé mesurée

$$L_t = 4121,73 \text{ m}$$

La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$$\sum D = L_C = 1913,4801 \text{ m}$$

La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = L_T - L_c = 4121,73 - 1913,4801$$

$$L_{AD} = 2208.2499 \text{ m}$$

Pourcentage d'alignement droit :

$$\% \text{ alignement Droit} = 53.57\%$$

Pourcentage courbe :

$$\% \text{ Courbe} = 46.42\%$$

$$40\% > L_{AD} = 53.57\% > 60\%$$

$$20\% > L_c = 46.42\% > 60\%$$

Condition vérifié  $\checkmark$

## 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 de profile	Cote TN	Dénivelée	D partielle	Déclivité
1	182,41		0,00	
2	181,96	-0,44	25,00	-1,77%
3	181,44	-0,52	25,00	-2,09%
4	181,18	-0,26	25,00	-1,04%
5	180,99	-0,20	9,76	-2,01%
6	180,72	-0,27	15,24	-1,79%

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

7	180,17	-0,54	25,00	-2,18%
8	179,69	-0,48	25,00	-1,94%
9	179,26	-0,43	25,00	-1,72%
10	178,36	-0,90	25,00	-3,61%
11	177,61	-0,74	25,00	-2,96%
12	176,94	-0,67	25,00	-2,69%
13	174,79	-2,15	25,00	-8,60%
14	174,21	-0,58	25,00	-2,32%
15	174,23	0,02	25,00	0,08%
16	173,26	-0,97	25,00	-3,89%
17	173,16	-0,09	25,00	-0,38%
18	172,88	-0,28	5,09	-5,57%
19	171,77	-1,11	19,92	-5,56%
20	170,39	-1,38	25,00	-5,51%
21	168,95	-1,44	25,00	-5,78%
22	167,36	-1,60	25,00	-6,38%
23	166,49	-0,87	21,30	-4,07%
24	166,34	-0,15	3,70	-4,06%
25	165,52	-0,82	25,00	-3,28%
26	164,80	-0,72	25,00	-2,87%
27	163,28	-1,52	25,00	-6,09%
28	161,73	-1,55	25,00	-6,19%
29	162,86	1,13	25,00	4,52%
30	159,65	-3,21	25,00	-12,84%
31	151,28	-8,37	25,00	-33,48%
32	160,61	9,33	25,00	37,30%
33	160,76	0,15	25,00	0,59%
34	160,12	-0,64	25,00	-2,55%
35	159,60	-0,51	14,28	-3,60%
36	159,16	-0,45	10,72	-4,16%
37	158,38	-0,78	25,00	-3,13%
38	158,22	-0,16	25,00	-0,64%
39	158,09	-0,13	25,00	-0,52%
40	157,27	-0,82	25,00	-3,26%
41	154,19	-3,08	25,00	-12,30%
42	153,02	-1,18	25,00	-4,71%
43	151,72	-1,30	25,00	-5,18%
44	150,43	-1,29	25,00	-5,16%
45	149,18	-1,26	25,00	-5,02%
46	148,10	-1,07	25,00	-4,30%
47	147,18	-0,92	25,00	-3,67%
48	146,57	-0,62	25,00	-2,47%
49	146,00	-0,57	25,00	-2,27%

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

50	145,29	-0,71	25,00	-2,84%
51	144,97	-0,32	11,55	-2,79%
52	144,79	-0,17	13,45	-1,29%
53	144,24	-0,55	25,00	-2,19%
54	144,16	-0,09	2,41	-3,70%
55	143,31	-0,85	22,59	-3,74%
56	142,37	-0,94	25,00	-3,74%
57	141,46	-0,92	25,00	-3,68%
58	140,78	-0,68	18,45	-3,67%
59	140,53	-0,25	6,56	-3,77%
60	139,85	-0,68	14,68	-4,63%
61	139,26	-0,59	10,32	-5,75%
62	137,84	-1,41	25,00	-5,66%
63	136,38	-1,47	25,00	-5,87%
64	134,94	-1,44	25,00	-5,76%
65	133,46	-1,48	25,00	-5,91%
66	132,32	-1,13	25,00	-4,54%
67	130,93	-1,40	25,00	-5,59%
68	129,61	-1,32	18,39	-7,18%
69	129,20	-0,41	6,62	-6,20%
70	128,17	-1,02	25,00	-4,08%
71	126,73	-1,44	25,00	-5,76%
72	125,23	-1,50	25,00	-6,00%
73	123,74	-1,50	25,00	-5,99%
74	122,66	-1,08	25,00	-4,30%
75	121,43	-1,24	25,00	-4,94%
76	121,18	-0,25	4,55	-5,49%
77	120,04	-1,13	20,45	-5,54%
78	118,62	-1,43	25,00	-5,70%
79	117,15	-1,47	25,00	-5,88%
80	115,83	-1,32	21,82	-6,06%
81	115,69	-0,13	3,18	-4,21%
82	114,39	-1,30	25,00	-5,21%
83	113,82	-0,57	25,00	-2,30%
84	113,45	-0,37	6,07	-6,11%
85	112,29	-1,15	18,93	-6,09%
86	110,67	-1,62	25,00	-6,48%
87	108,94	-1,73	25,00	-6,93%
88	107,50	-1,44	25,00	-5,75%
89	106,34	-1,16	25,00	-4,64%
90	104,71	-1,63	25,00	-6,53%
91	102,98	-1,73	17,60	-9,80%
92	102,23	-0,76	7,40	-10,22%

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

93	102,25	0,03	25,00	0,10%
94	101,15	-1,10	25,00	-4,41%
95	99,83	-1,32	25,00	-5,26%
96	98,67	-1,16	25,00	-4,64%
97	96,60	-2,07	25,00	-8,28%
98	97,28	0,68	25,00	2,72%
99	96,63	-0,65	25,00	-2,62%
100	93,71	-2,92	25,00	-11,66%
101	93,30	-0,42	23,57	-1,77%
102	93,27	-0,03	1,43	-1,74%
103	92,88	-0,39	25,00	-1,56%
104	91,14	-1,74	25,00	-6,96%
105	89,35	-1,79	25,00	-7,15%
106	87,91	-1,45	25,00	-5,78%
107	88,52	0,61	25,00	2,44%
108	87,17	-1,35	25,00	-5,40%
109	85,51	-1,66	25,00	-6,64%
110	84,72	-0,79	25,00	-3,16%
111	83,33	-1,40	25,00	-5,58%
112	82,30	-1,03	25,00	-4,10%
113	81,21	-1,09	25,00	-4,38%
114	80,19	-1,01	25,00	-4,06%
115	79,59	-0,60	25,00	-2,39%
116	79,48	-0,12	25,00	-0,47%
117	78,48	-1,00	25,00	-4,00%
118	77,52	-0,96	25,00	-3,83%
119	77,04	-0,48	13,00	-3,66%
120	76,64	-0,41	12,00	-3,39%
121	75,80	-0,84	25,00	-3,35%
122	75,06	-0,74	25,00	-2,96%
123	74,28	-0,78	25,00	-3,11%
124	73,53	-0,75	25,00	-3,02%
125	72,98	-0,54	25,00	-2,18%
126	72,47	-0,51	25,00	-2,04%
127	72,27	-0,20	25,00	-0,81%
128	72,18	-0,09	25,00	-0,35%
129	72,17	-0,01	25,00	-0,04%
130	72,32	0,14	25,00	0,58%
131	72,30	-0,02	25,00	-0,09%
132	72,31	0,02	25,00	0,06%
133	72,02	-0,29	25,00	-1,18%
134	72,30	0,29	25,00	1,15%
135	72,21	-0,10	25,00	-0,39%

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

136	72,43	0,22	19,40	1,16%
137	72,45	0,02	5,60	0,27%
138	72,39	-0,06	25,00	-0,23%
139	72,40	0,02	25,00	0,06%
140	72,41	0,01	25,00	0,04%
141	72,44	0,03	25,00	0,11%
142	72,42	-0,02	25,00	-0,09%
143	72,18	-0,24	25,00	-0,97%
144	72,48	0,31	25,00	1,23%
145	72,31	-0,18	25,00	-0,71%
146	72,48	0,17	25,00	0,68%
147	72,55	0,07	25,00	0,30%
148	72,45	-0,10	25,00	-0,42%
149	72,51	0,07	17,98	0,36%
150	72,51	0,00	7,02	0,00%
151	72,46	-0,05	25,00	-0,22%
152	72,74	0,28	25,00	1,12%
153	72,60	-0,14	25,00	-0,56%
154	72,62	0,02	25,00	0,10%
155	72,74	0,12	25,00	0,47%
156	72,36	-0,38	25,00	-1,53%
157	72,38	0,02	3,70	0,68%
158	72,70	0,32	21,30	1,48%
159	72,52	-0,18	25,00	-0,71%
160	72,27	-0,25	22,63	-1,12%
161	72,24	-0,03	2,37	-1,10%
162	71,98	-0,26	25,00	-1,06%
163	72,38	0,40	25,00	1,62%
164	72,66	0,28	25,00	1,12%
165	72,98	0,33	25,00	1,30%
166	73,04	0,05	25,00	0,22%
167	73,40	0,36	25,00	1,45%
168	73,87	0,47	25,00	1,89%
169	74,24	0,36	25,00	1,46%
170	74,87	0,63	25,00	2,52%
171	75,09	0,22	14,93	1,48%
172	75,31	0,22	10,07	2,19%
173	76,24	0,93	25,00	3,72%
174	76,75	0,51	25,00	2,04%
175	77,42	0,67	25,00	2,68%
176	78,07	0,65	25,00	2,62%
177	78,66	0,59	25,00	2,34%
178	79,40	0,74	25,00	2,95%

179	80,05	0,66	25,00	2,63%
180	80,62	0,57	25,00	2,28%
181	81,42	0,80	25,00	3,18%
182	81,92	0,50	25,00	2,00%
183	82,69	0,77	25,00	3,09%
184	83,35	0,66	25,00	2,64%
185	84,11	0,76	25,00	3,05%
186	85,40	1,29	21,73	5,92%
		-97,01	4121,73	
		H/L	<b>-2,35%</b>	

Tableau 4:Dénivelée cumulée "route existante

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

$$Dc = -2,35\%$$

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	Plat	$Dc \leq 1.5\%$
2	<b>Terrain Vallonné</b>	$1.5\% < Dc \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$Dc > 4\%$

Tableau 5:Type de topographie

$$Dc = 1.5\% < -2,35\% \leq 4\%$$

Donc : **Le terrain est : Vallonné**

### 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 inférieur ou égale à 200m
- $L$  : la longueur total de la route
- $L_s = \Sigma D (R \leq 200 \text{ m})$

$L_s = 21,23\text{m}$  (un seul rayon inférieur a 200m)

$L = 4121,73 \text{ m}$

$$\sigma = \frac{L_s}{L} = \frac{21.23}{4121.73} = 0.005 < 0.1$$

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

N°	Classification	Sinuosité
1	<b>Sinuosité faible</b>	$\sigma \leq 0.1$
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

Tableau 6: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	E1	E2	/
Vallonné	<b>E2</b>	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

Tableau 7:Environnement de la route existante

Dans notre cas nous avons :

Un terrain est: **Vallonné**

Et une Sinuosité : **Sinuosité faible**

**L'environnement de la route est : E2**

## 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	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 2	120-100-80	<b>100</b> -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 8: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
$d_{min}$	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
$d_{max}$	7%	7%	8%	8%	9%

**Tableau 9: Dévers**

Détermination du coefficient transversal  $f_t$

$V_r$	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,22	0,16	0,13	0,11	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
$F''$	0,06	0,06	0,07	0,075	0,075

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

**Tableau récapitulatif**

$d_{max} =$	7,00%
$d_{min} =$	2,50%
$f_t =$	0,11
$d =$	0,05
$F'' =$	0,06

**Tableau 12: Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques**

Le calcul des rayons en plan nous donnent les résultats suivants

catégorie	RHM (m)	RHN (m)	RHD (m)	RHND (m)
2	437.44	708.66	1574.80	2249.72

**Tableau 17: récapitulatif des rayons en plan**

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

RHM (m)	RHN (m)	RHD (m)	RHND (m)
450	650	1600	2200

**Tableau 18: les rayons en plan selon B40**

# **CHAPITRE III**

## **ETUDE DU TRAFIC**

### **III.1. Introduction :**

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

L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des flux transitoires :

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération a nature des flux, pour déterminer les points d'échange
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les Investissements
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

### **III.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'usager par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement...etc.

### **III. 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 transfère 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 dévie.

### **III.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.

### III.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

### III. 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

### III 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

### III 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.

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

#### **III 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.

#### **III 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 20<sup>eme</sup> année d'exploitation.

#### **III 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 (vallonée, 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 :

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

Avec :

$T_{eff}$  : 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

**Tableau 19: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 :

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

Avec :

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

$Q$  : est exprimé en UVP/h.

### Débit horaire admissible

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

$$Q_{adm} (uvp/h) = K_1.K_2. Cth$$

Avec :

$K_1$  : coefficient lié à l'environnement.

$K_2$  : coefficient de réduction de capacité.

$Cth$  : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

#### *Valeurs de $K_1$ :*

Coefficient $K_1$					
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,99	<b>0,99</b>	0,99	0,98	0,98
E3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Tableau 20: Valeurs de  $K_1$  en fonction de l'environnement

#### *Valeurs de $K_2$ :*

Coefficient $K_2$			
Envir.	E1	E2	E3
$K_2$	0,75	<b>0,85</b>	0,90 à 0,95

Tableau 21: Valeurs de  $K_2$  en fonction de l'environnement-

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

### Capacité théorique

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

Tableau 18: Valeurs de capacité théorique

**Calcul du nombre de voie**

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare Q à Q<sub>adm</sub> et en prend le profil permettant d'avoir : Q<sub>adm</sub> = Q

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport S. Q / Q<sub>adm</sub>

Avec :

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3

Q<sub>adm</sub> : débit admissible par voie

**APPLICATION DU PROJET :**

Les données de trafic :

TMJA	6000 V/J
τ	7%
% Poids lourd	35%
Année de comptage	2015
Année de mise en service	2017
Durée de vie	15
Coefficient d'équivalence P	6,00
K <sub>1</sub>	0,99
K <sub>2</sub>	0,85
n	2

**Tableau 19:Données trafic**

Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Trafic de l'année de mise en service T1	6869 V/J
Trafic de l'année horizon T <sub>15</sub>	18953 UVP/J
T <sub>eff</sub>	52120 UVP/J
Débit horaire prévisible "Q"	6254 UVP/h
C <sub>th</sub>	2000 UVP/h
Débit admissible " Q <sub>adm</sub> "	1683 UVP/h
Nombre de voie	2

**Tableau 22:Résultats de calcul trafic**

### III 6 -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.

Dans notre projet, on a 7 rayons inférieur à RHm.

- **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 IV**

## **TRACE EN PLAN**

## **IV .1. Introduction**

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 :

- L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à  $R_{Hnd}$  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 coté

Cette démarche permet de réduire les coûts de 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).

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent d'une part à assurer des conditions de confort relativement homogènes le long d'un axe routier, et adaptées à chaque catégorie de route, en fixant notamment des caractéristiques minimales. Elles visent d'autre part à garantir de bonnes conditions de sécurité, au moyen notamment de principes d'enchaînement des différents éléments du tracé et de principes relatifs à la visibilité

## **IV .2. Définition du tracé en plan :**

Le tracé en plan est une projection de la route sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée, il est constitué d'une succession de droites, raccordés par arcs de cercle .Il doit permettre d'assurer les bonnes conditions de sécurité et de confort.

L'inconfort de l'utilisateur est d'autant plus important que le rayon des courbes est plus faible, que l'on suppose la courbe parcourue à la vitesse maximale réglementaire ou à la vitesse effectivement adoptée par les usagers (plus faible pour les petits rayons). Cela conduit, en fonction de la catégorie de route, à fixer des, rayons minimaux

Cependant l'utilisation fréquente ou systématique de grands rayons de courbure peut se révéler néfaste en aboutissant à une limitation des possibilités de dépassement sûr, et en encourageant les usagers à pratiquer une vitesse continûment élevée.

D'autre part, dans certaines conditions (liées notamment au tracé situé en amont), les courbes de faible rayon peuvent créer des problèmes de sécurité, ce qui conduit à ne les utiliser qu'en respectant certaines contraintes relatives à l'enchaînement des éléments du tracé en plan.

#### **IV .3. Règles à respecter dans le trace 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 a 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).

#### IV .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 :

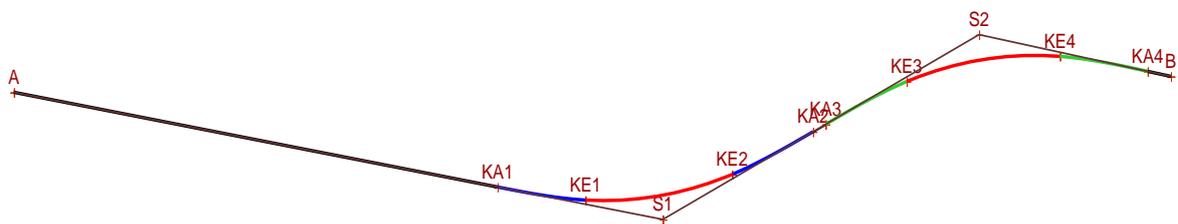


Figure 7:les éléments d'un tracé en plan

#### 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.

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

Avec

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

*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.

## Etude de la variante 1 :

*Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante 1 :*

Pts	X (m)	Y (m)
1	244117,091	3971449,090
2	243934,681	3971285,644
3	243937,614	3970832,932
4	243450,612	3970481,693
5	243160,826	3970381,567
6	243027,986	3970224,145
7	242795,132	3970006,615
8	242875,886	3969236,276
9	243452,240	3969034,051
10	243669,621	3968865,728
11	244148,968	3968807,715

Tableau 23: coordonnées des sommets de la variante 1

*Gisements, angles au centre et distance*

Valeurs de $\Delta X$ et $\Delta Y$ (m)		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
$\Delta X =$	182,4095	G1.2	253,4872	$\beta_1 =$	-53,7165	244,9239
$\Delta Y =$	163,4457					452,7213
$\Delta X =$	2,9327	G2-3	199,5875	$\beta_2 =$	60,6344	600,4499
$\Delta Y =$	452,7119					306,5962
$\Delta X =$	487,0023	G3-4	260,2220	$\beta_3 =$	18,5991	205,9805
$\Delta Y =$	-351,2391					318,6544
$\Delta X =$	289,7862	G4-5	278,8212	$\beta_4 =$	-34,2001	774,5600
$\Delta Y =$	100,126					610,8014
$\Delta X =$	-132,8391	G5-6	244,6211	$\beta_5 =$	7,5442	274,9307
$\Delta Y =$	157,4222					482,8450
$\Delta X =$	-232,8549	G6-7	252,1653	$\beta_6 =$	-58,8147	
$\Delta Y =$	217,5299					
$\Delta X =$	80,7548	G7-8	193,3505	$\beta_7 =$	-71,8679	
$\Delta Y =$	770,3388					
$\Delta X =$	-576,3537	G8-9	121,4826	$\beta_8 =$	20,4634	
$\Delta Y =$	-202,2246					
$\Delta X =$	217,3805	G9-10	141,9460	$\beta_9 =$	-34,2786	
$\Delta Y =$	-168,323					
$\Delta X =$	-479,3473	G10-11	107,6674			
$\Delta Y =$	-58,0132					

Tableau 24: Calcul des gisements, angles au centre et distances

#### IV.4.1 - Calculs éléments de quatre raccordements

##### Bissectrice

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

##### 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 :

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	tangente (m)	Développée (m)	La flèche (m)	Bissectrice (m)
$\beta_1 = -53,8995983$	450	202,755	380,994	39,721	43,5683
$\beta_2 = 60,6344544$	450	232,0982	428,6	50,0699	56,33
$\beta_3 = 18,5991789$	450	66,205	131,47	4,792	4,8442
$\beta_4 = -34,2001198$	450	123,866	241,746	16,1363	16,736
$\beta_5 = 7,54424378$	450	26,694	53,327	0,789	0,791
$\beta_6 = -58,8147698$	450	224,031	415,737	47,161	52,682
$\beta_7 = -71,8679348$	450	284,919	508,005	69,800	82,617
$\beta_8 = 20,4634467$	450	105,374	144,623	7,2	7,3
$\beta_9 = -34,2786721$	450	124,162	242,302	16,210	16,815

Tableau 23: Tangentes aux cercles et rayons "variante 1"

#### II.5- Les longueurs de tracé

La longueur totale de tracé mesurée

$$L_t = 4103,29 \text{ m}$$

La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$$\sum D = L_C = 2546,804 \text{ m}$$

La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = L_T - L_c = 4103,29 - 2546,804$$

$$L_{AD} = 1556.486 \text{ m}$$

Pourcentage d'alignement droit :

$$\% \text{ alignement Droit} = 38.00\%$$

Pourcentage courbe :

$$\% \text{ Courbe} = 62.00\%$$

Condition non vérifié

Dénivelée cumulée :

N°	Distance		Z	Déclivité
	Cumulée	Partielle		
1	0.0000	0.0000	182.6498	
2	25.0000	25.0000	181.9806	-0,67
3	42.1681	17.1681	181.5835	-0,40
4	50.0000	7.8319	181.4634	-0,12
5	75.0000	25.0000	181.2022	-0,26
6	100.0000	25.0000	180.7972	-0,41
7	125.0000	25.0000	180.2123	-0,58
8	150.0000	25.0000	179.7019	-0,51
9	175.0000	25.0000	179.3152	-0,39
10	200.0000	25.0000	178.2593	-1,06
11	225.0000	25.0000	177.6449	-0,61
12	250.0000	25.0000	176.8258	-0,82
13	275.0000	25.0000	175.0858	-1,74
14	300.0000	25.0000	174.3195	-0,77
15	325.0000	25.0000	174.2284	-0,09
16	350.0000	25.0000	173.2754	-0,95
17	375.0000	25.0000	172.9300	-0,35
18	400.0000	25.0000	171.6831	-1,25
19	423.1620	23.1620	170.4877	-1,20
20	425.0000	1.8380	170.4142	-0,07
21	441.0095	16.0095	169.4713	-0,94
22	450.0000	8.9905	168.5603	-0,91
23	475.0000	25.0000	166.9138	-1,65

24	500.0000	25.0000	166.4082	-0,51
25	525.0000	25.0000	165.5270	-0,88
26	550.0000	25.0000	164.2442	-1,28
27	575.0000	25.0000	162.2144	-2,03
28	600.0000	25.0000	159.8741	-2,34
29	625.0000	25.0000	159.0916	-0,78
30	650.0000	25.0000	156.4980	-2,59
31	675.0000	25.0000	160.7262	4,23
32	700.0000	25.0000	160.4688	-0,26
33	725.0000	25.0000	160.5217	0,05
34	750.0000	25.0000	159.9051	-0,62
35	775.0000	25.0000	158.7445	-1,16
36	800.0000	25.0000	158.0234	-0,72
37	825.0000	25.0000	158.7207	0,70
38	850.0000	25.0000	158.9576	0,24
39	869.6092	19.6092	158.0283	-0,93
40	875.0000	5.3908	155.2100	-2,82
41	900.0000	25.0000	153.4341	-1,78
42	925.0000	25.0000	152.9175	-0,52
43	950.0000	25.0000	151.1907	-1,73
44	975.0000	25.0000	149.9712	-1,22
45	1000.0000	25.0000	148.7990	-1,17
46	1025.0000	25.0000	147.8189	-0,98
47	1050.0000	25.0000	146.9954	-0,82
48	1075.0000	25.0000	146.3030	-0,69
49	1100.0000	25.0000	145.6115	-0,69
50	1125.0000	25.0000	145.0855	-0,53
51	1150.0000	25.0000	144.5739	-0,51
52	1171.7344	21.7344	143.9891	-0,58
53	1175.0000	3.2656	143.8908	-0,10
54	1200.0000	25.0000	142.9715	-0,92
55	1225.0000	25.0000	141.7272	-1,24
56	1250.0000	25.0000	140.6812	-1,05
57	1275.0000	25.0000	139.7326	-0,95
58	1300.0000	25.0000	138.4677	-1,26
59	1303.2043	3.2043	138.2385	-0,23
60	1325.0000	21.7957	136.7920	-1,45
61	1350.0000	25.0000	135.4899	-1,30
62	1375.0000	25.0000	133.6731	-1,82
63	1400.0000	25.0000	132.9455	-0,73
64	1419.7275	19.7275	132.0536	-0,89

65	1425.0000	5.2725	131.7864	-0,27
66	1450.0000	25.0000	130.4696	-1,32
67	1475.0000	25.0000	129.1946	-1,28
68	1500.0000	25.0000	127.7468	-1,45
69	1525.0000	25.0000	126.2740	-1,47
70	1550.0000	25.0000	124.9321	-1,34
71	1575.0000	25.0000	123.5239	-1,41
72	1600.0000	25.0000	122.4993	-1,02
73	1625.0000	25.0000	121.0803	-1,42
74	1650.0000	25.0000	120.6957	-0,38
75	1661.4738	11.4738	119.5698	-1,13
76	1675.0000	13.5262	117.9733	-1,60
77	1700.0000	25.0000	116.8453	-1,13
78	1716.8929	16.8929	116.0176	-0,83
79	1725.0000	8.1071	115.4827	-0,53
80	1750.0000	25.0000	115.2001	-0,28
81	1770.2200	20.2200	113.9466	-1,25
82	1775.0000	4.7800	113.6556	-0,29
83	1800.0000	25.0000	112.1337	-1,52
84	1825.0000	25.0000	110.5461	-1,59
85	1838.1450	13.1450	109.2854	-1,26
86	1850.0000	11.8550	108.5372	-0,75
87	1875.0000	25.0000	107.0652	-1,47
88	1900.0000	25.0000	106.1846	-0,88
89	1925.0000	25.0000	103.5133	-2,67
90	1950.0000	25.0000	102.1959	-1,32
91	1975.0000	25.0000	101.2288	-0,97
92	2000.0000	25.0000	100.0814	-1,15
93	2025.0000	25.0000	98.6907	-1,39
94	2050.0000	25.0000	97.4451	-1,25
95	2075.0000	25.0000	96.6250	-0,82
96	2100.0000	25.0000	96.2532	-0,37
97	2125.0000	25.0000	93.9664	-2,29
98	2150.0000	25.0000	93.4738	-0,49
99	2175.0000	25.0000	92.9920	-0,48
100	2200.0000	25.0000	92.5777	-0,41
101	2225.0000	25.0000	89.6920	-2,89
102	2250.0000	25.0000	87.7420	-1,95
103	2253.8821	3.8821	87.9366	0,19
104	2275.0000	21.1179	88.8546	0,92
105	2300.0000	25.0000	87.4794	-1,38

106	2325.0000	25.0000	85.1643	-2,32
107	2350.0000	25.0000	84.5007	-0,66
108	2375.0000	25.0000	83.0730	-1,43
109	2400.0000	25.0000	82.2197	-0,85
110	2425.0000	25.0000	81.4222	-0,80
111	2450.0000	25.0000	80.1992	-1,22
112	2475.0000	25.0000	79.7409	-0,46
113	2500.0000	25.0000	79.4505	-0,29
114	2519.4830	19.4830	79.1290	-0,32
115	2525.0000	5.5170	78.9110	-0,22
116	2550.0000	25.0000	77.4720	-1,44
117	2575.0000	25.0000	77.0169	-0,46
118	2600.0000	25.0000	76.0970	-0,92
119	2625.0000	25.0000	75.2631	-0,83
120	2650.0000	25.0000	74.3422	-0,92
121	2675.0000	25.0000	73.3825	-0,96
122	2700.0000	25.0000	72.4092	-0,97
123	2725.0000	25.0000	71.8108	-0,60
124	2750.0000	25.0000	72.2143	0,40
125	2775.0000	25.0000	71.7362	-0,48
126	2800.0000	25.0000	71.8452	0,11
127	2825.0000	25.0000	71.6494	-0,20
128	2850.0000	25.0000	71.4761	-0,17
129	2875.0000	25.0000	72.0060	0,53
130	2900.0000	25.0000	72.0732	0,07
131	2925.0000	25.0000	72.2919	0,22
132	2950.0000	25.0000	72.1231	-0,17
133	2975.0000	25.0000	72.5088	0,39
134	3000.0000	25.0000	72.4702	-0,04
135	3025.0000	25.0000	72.4290	-0,04
136	3027.4875	2.4875	72.4276	0,00
137	3050.0000	22.5125	72.4237	0,00
138	3075.0000	25.0000	72.2037	-0,22
139	3100.0000	25.0000	71.9031	-0,30
140	3125.0000	25.0000	72.3900	0,49
141	3150.0000	25.0000	72.0235	-0,37
142	3175.0000	25.0000	72.3339	0,31
143	3200.0000	25.0000	72.3877	0,05
144	3225.0000	25.0000	72.4045	0,02
145	3247.9881	22.9881	72.4562	0,05
146	3250.0000	2.0119	72.4726	0,02

147	3275.0000	25.0000	72.4303	-0,04
148	3300.0000	25.0000	72.3689	-0,06
149	3325.0000	25.0000	72.4466	0,08
150	3350.0000	25.0000	72.5940	0,15
151	3375.0000	25.0000	72.6231	0,03
152	3400.0000	25.0000	72.6666	0,04
153	3425.0000	25.0000	72.1010	-0,57
154	3450.0000	25.0000	72.2543	0,15
155	3456.9233	6.9233	72.3309	0,08
156	3475.0000	18.0767	72.4367	0,11
157	3500.0000	25.0000	72.1572	-0,28
158	3502.3123	2.3123	72.1313	-0,03
159	3525.0000	22.6877	71.8963	-0,23
160	3550.0000	25.0000	71.6588	-0,24
161	3575.0000	25.0000	72.8169	1,16
162	3600.0000	25.0000	72.8665	0,05
163	3625.0000	25.0000	73.0907	0,22
164	3650.0000	25.0000	73.2681	0,18
165	3675.0000	25.0000	73.3294	0,06
166	3700.0000	25.0000	74.8788	1,55
167	3725.0000	25.0000	75.0471	0,17
168	3744.6139	19.6139	75.0420	-0,01
169	3750.0000	5.3861	75.1548	0,11
170	3775.0000	25.0000	75.4738	0,32
171	3800.0000	25.0000	76.8525	1,38
172	3825.0000	25.0000	77.0794	0,23
173	3850.0000	25.0000	78.0414	0,96
174	3875.0000	25.0000	78.4256	0,38
175	3900.0000	25.0000	78.8265	0,40
176	3925.0000	25.0000	79.8223	1,00
177	3950.0000	25.0000	80.4183	0,60
178	3975.0000	25.0000	81.1561	0,74
179	4000.0000	25.0000	81.8398	0,68
180	4025.0000	25.0000	82.1115	0,27
181	4050.0000	25.0000	83.2087	1,10
182	4075.0000	25.0000	83.8652	0,66
183	4100.0000	25.0000	85.3838	1,52
184	4103,29	3.2936	85.4104	0,03
	-97,24	4103,29		
	<b>H/L=</b> -0,0237			

Tableau 25:calcul des dénivelés variante 1

**Environnement**

1- Dénivelée cumulée :  $Dc = 2.37 \%$  Terrain vallonné

2- Sinuosité :  $\sigma = 0$  sinuosité faible

**Environnement : E2**

**Vitesse de référence :**  $Vr = 100\text{km/h}$

**Etude de la variante 2:**

*Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante 2 :*

Pts	X	Y (m)
1	244117,091	3971449,090
2	243934,681	3971285,644
3	243937,614	3970832,932
4	243450,612	3970481,693
5	243206,079	3970397,203
6	242796,731	3969991,357
7	242874,571	3969248,823
8	243772,073	3968867,299
9	244157,594	3968820,641

Tableau 26: coordonnées des sommets de la variante 2

*Gisements, angles au centre et distance*

Valeurs de $\Delta X$ et $\Delta Y$ (m)		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
$\Delta X =$	-182,4095	G1.2	253,4871	$\beta_1 =$	-53,8995	244,9239
$\Delta Y =$	-163,4457					452,7213
$\Delta X =$	2,9327	G2-3	199,5875	$\beta_2 =$	60,6344	600,4499
$\Delta Y =$	-452,7119					258,7174
$\Delta X =$	487,0023	G3-4	260,222	$\beta_3 =$	-28,5476	576,4344
$\Delta Y =$	-351,2391					746,6033
$\Delta X =$	-244,5325	G4-5	278,8212	$\beta_4 =$	18,5991	975,2277
$\Delta Y =$	-84,4902					388,3343
$\Delta X =$	-409,3483	G5-6	250,2735	$\beta_5 =$	-56,9229	107,6674
$\Delta Y =$	-405,8456					
$\Delta X =$	77,8401	G6-7	193,3505	$\beta_6 =$	-67,7615	
$\Delta Y =$	-742,5345					
$\Delta X =$	897,5015	G7-8	125,5890	$\beta_7 =$	-17,9215	
$\Delta Y =$	-381,5236					
$\Delta X =$	385,5212	G8-9	107,6674			
$\Delta Y =$	-46,6579					

Tableau 27: Calcul des gisements, angles au centre et distances

#### IV.4.1 - Calculs éléments de quatre raccordements

##### Bissectrice

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

##### 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 :

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	tangente (m)	Développée (m)	La flèche (m)	Bissectrice (m)
$\beta_1 = -53,8995$	450	202,755	380,994	48,868	55,0505
$\beta_2 = 60,6344$	450	232,116	428,6	61,540	71,4368
$\beta_3 = -28,5476$	650	148,230	131,47	20,0664	20,7946
$\beta_4 = 18,5991$	450	66,2062	241,746	5,9143	6,3894
$\beta_5 = -56,9229$	450	215,751	53,327	54,387	61,9453
$\beta_6 = -67,7615$	450	264,992	415,737	76,410	92,168
$\beta_7 = -17,9215$	450	63,7614	508,005	5,4921	5,927

Tableau 27: Tangentes aux cercles et rayons "variante 2"

#### II.5- Les longueurs de tracé

La longueur totale de tracé mesurée

$$L_t = 4097.4548 \text{ m}$$

La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$$\sum D = L_C = 2159,879 \text{ m}$$

La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = L_T - L_C = 4097.4548 - 2159,879 = 1937, 5758 \text{ m}$$

$L_{AD} = 1937, 5758 \text{ m}$

**Pourcentage d'alignement droit :**

**% alignement Droit = 47.29%**

**Pourcentage courbe :**

**% Courbe = 52.71%**

**Condition vérifié**

**Dénivelée cumulée**

N°	Distance		Point d'axe Z	Déclivité
	Cumulée	Partielle		
1	0.0000	0.0000	182.6498	
2	25.0000	25.0000	181,98	-0,67
3	42.1681	17.1681	181.5835	-0,40
4	50.0000	7.8319	181.4634	-0,12
5	75.0000	25.0000	181.2022	-0,26
6	100.0000	25.0000	180.7972	-0,41
7	125.0000	25.0000	180.2123	-0,58
8	150.0000	25.0000	179.7019	-0,51
9	175.0000	25.0000	179.3152	-0,39
10	200.0000	25.0000	178.2593	-1,06
11	225.0000	25.0000	177.6449	-0,61
12	250.0000	25.0000	176.8258	-0,82
13	275.0000	25.0000	175.0858	-1,74
14	300.0000	25.0000	174.3195	-0,77
15	325.0000	25.0000	174.2284	-0,09
16	350.0000	25.0000	173.2754	-0,95
17	375.0000	25.0000	172.9300	-0,35
18	400.0000	25.0000	171.6831	-1,25
19	423.1620	23.1620	170.4877	-1,20
20	425.0000	1.8380	170.4142	-0,07

21	441.0095	16.0095	169.4713	-0,94
22	450.0000	8.9905	168.5603	-0,91
23	475.0000	25.0000	166.9138	-1,65
24	500.0000	25.0000	166.4082	-0,51
25	525.0000	25.0000	165.5270	-0,88
26	550.0000	25.0000	164.2442	-1,28
27	575.0000	25.0000	162.2144	-2,03
28	600.0000	25.0000	159.8741	-2,34
29	625.0000	25.0000	159.0916	-0,78
30	650.0000	25.0000	156.4980	-2,59
31	675.0000	25.0000	160.7262	4,23
32	700.0000	25.0000	160.4688	-0,26
33	725.0000	25.0000	160.5217	0,05
34	750.0000	25.0000	159.9051	-0,62
35	775.0000	25.0000	158.7445	-1,16
36	800.0000	25.0000	158.0234	-0,72
37	825.0000	25.0000	158.7207	0,70
38	850.0000	25.0000	158.9576	0,24
39	869.6092	19.6092	158.0283	-0,93
40	875.0000	5.3908	155.2100	-2,82
41	900.0000	25.0000	153.4341	-1,78
42	925.0000	25.0000	152.9175	-0,52
43	950.0000	25.0000	151.1907	-1,73
44	975.0000	25.0000	149.9712	-1,22
45	1000.0000	25.0000	148.7990	-1,17
46	1025.0000	25.0000	147.8189	-0,98
47	1050.0000	25.0000	146.9954	-0,82
48	1075.0000	25.0000	146.3030	-0,69
49	1100.0000	25.0000	145.6115	-0,69
50	1125.0000	25.0000	145.0855	-0,53
51	1142.3093	17.3093	144.7214	-0,36

52	1150.0000	7.6907	144.5714	-0,15
53	1175.0000	25.0000	143.8646	-0,71
54	1200.0000	25.0000	143.0595	-0,81
55	1225.0000	25.0000	142.0204	-1,04
56	1250.0000	25.0000	140.9754	-1,04
57	1275.0000	25.0000	139.9564	-1,02
58	1300.0000	25.0000	138.4413	-1,52
59	1325.0000	25.0000	136.7702	-1,67
60	1332.2103	7.2103	136.3946	-0,38
61	1350.0000	17.7897	135.4680	-0,93
62	1375.0000	25.0000	133.6534	-1,81
63	1392.6748	17.6748	133.1179	-0,54
64	1400.0000	7.3252	132.9375	-0,18
65	1425.0000	25.0000	131.7486	-1,19
66	1450.0000	25.0000	130.3691	-1,38
67	1475.0000	25.0000	128.7993	-1,57
68	1500.0000	25.0000	127.5032	-1,30
69	1525.0000	25.0000	125.9818	-1,52
70	1550.0000	25.0000	124.5540	-1,43
71	1575.0000	25.0000	122.9929	-1,56
72	1594.4666	19.4666	121.7673	-1,23
73	1600.0000	5.5334	121.4178	-0,35
74	1625.0000	25.0000	120.4792	-0,94
75	1650.0000	25.0000	119.2594	-1,22
76	1675.0000	25.0000	118.1167	-1,14
77	1700.0000	25.0000	116.3235	-1,79
78	1725.0000	25.0000	115.2428	-1,08
79	1750.0000	25.0000	114.8364	-0,41
80	1775.0000	25.0000	113.2775	-1,56
81	1800.0000	25.0000	111.7186	-1,56
82	1825.0000	25.0000	109.5991	-2,12

83	1850.0000	25.0000	108.2876	-1,31
84	1852.5278	2.5278	108.1445	-0,14
85	1875.0000	22.4722	106.7717	-1,37
86	1900.0000	25.0000	105.2177	-1,55
87	1925.0000	25.0000	101.6467	-3,57
88	1950.0000	25.0000	102.1949	0,55
89	1975.0000	25.0000	100.8217	-1,37
90	2000.0000	25.0000	99.8500	-0,97
91	2025.0000	25.0000	98.4301	-1,42
92	2050.0000	25.0000	97.2410	-1,19
93	2075.0000	25.0000	96.6393	-0,60
94	2100.0000	25.0000	95.8001	-0,84
95	2125.0000	25.0000	93.8651	-1,94
96	2150.0000	25.0000	93.3721	-0,49
97	2175.0000	25.0000	92.9131	-0,46
98	2200.0000	25.0000	91.9997	-0,91
99	2225.0000	25.0000	89.4837	-2,52
100	2250.0000	25.0000	88.0932	-1,39
101	2254.8924	4.8924	88.4521	0,36
102	2275.0000	20.1076	88.5219	0,07
103	2300.0000	25.0000	87.1467	-1,38
104	2325.0000	25.0000	84.9652	-2,18
105	2350.0000	25.0000	84.2638	-0,70
106	2375.0000	25.0000	82.9577	-1,31
107	2400.0000	25.0000	82.0268	-0,93
108	2425.0000	25.0000	81.2331	-0,79
109	2450.0000	25.0000	80.1005	-1,13
110	2475.0000	25.0000	79.5482	-0,55
111	2500.0000	25.0000	79.4677	-0,08
112	2520.7507	20.7507	78.5909	-0,88
113	2525.0000	4.2493	78.4026	-0,19

114	2550.0000	25.0000	77.6891	-0,71
115	2575.0000	25.0000	76.8047	-0,88
116	2600.0000	25.0000	75.9791	-0,83
117	2625.0000	25.0000	75.1491	-0,83
118	2650.0000	25.0000	74.2694	-0,88
119	2675.0000	25.0000	73.2596	-1,01
120	2700.0000	25.0000	72.6689	-0,59
121	2725.0000	25.0000	72.3027	-0,37
122	2750.0000	25.0000	72.2066	-0,10
123	2775.0000	25.0000	71.9551	-0,25
124	2800.0000	25.0000	71.8453	-0,11
125	2825.0000	25.0000	72.0865	0,24
126	2850.0000	25.0000	72.2308	0,14
127	2875.0000	25.0000	72.2429	0,01
128	2900.0000	25.0000	71.9071	-0,34
129	2925.0000	25.0000	72.2670	0,36
130	2950.0000	25.0000	72.3776	0,11
131	2975.0000	25.0000	72.3234	-0,05
132	2999.7291	24.7291	71.1372	-1,19
133	3000.0000	0.2709	71.1221	-0,02
134	3025.0000	25.0000	70.4348	-0,69
135	3050.0000	25.0000	70.5038	0,07
136	3075.0000	25.0000	70.6256	0,12
137	3100.0000	25.0000	70.7327	0,11
138	3125.0000	25.0000	70.8037	0,07
139	3150.0000	25.0000	71.5349	0,73
140	3175.0000	25.0000	71.7521	0,22
141	3200.0000	25.0000	71.7149	-0,04
142	3225.0000	25.0000	70.2891	-1,43
143	3250.0000	25.0000	71.7087	1,42
144	3275.0000	25.0000	71.7713	0,06

145	3300.0000	25.0000	71.7651	-0,01
146	3325.0000	25.0000	72.0960	0,33
147	3350.0000	25.0000	72.6056	0,51
148	3375.0000	25.0000	72.6287	0,02
149	3400.0000	25.0000	72.5562	-0,07
150	3425.0000	25.0000	72.1172	-0,44
151	3450.0000	25.0000	72.2334	0,12
152	3475.0000	25.0000	72.4591	0,23
153	3500.0000	25.0000	72.2934	-0,17
154	3525.0000	25.0000	72.1082	-0,19
155	3550.0000	25.0000	72.0063	-0,10
156	3575.0000	25.0000	72.0025	0,00
157	3600.0000	25.0000	72.4537	0,45
158	3625.0000	25.0000	72.7289	0,28
159	3646.2020	21.2020	72.9504	0,22
160	3650.0000	3.7980	72.9903	0,04
161	3675.0000	25.0000	74.4271	1,44
162	3700.0000	25.0000	74.7636	0,34
163	3725.0000	25.0000	74.7714	0,01
164	3750.0000	25.0000	75.2890	0,52
165	3772.8822	22.8822	76.3219	1,03
166	3775.0000	2.1178	76.2777	-0,04
167	3800.0000	25.0000	76.7701	0,49
168	3825.0000	25.0000	77.7067	0,94
169	3850.0000	25.0000	78.0940	0,39
170	3875.0000	25.0000	78.9360	0,84
171	3900.0000	25.0000	79.5628	0,63
172	3925.0000	25.0000	80.2854	0,72
173	3950.0000	25.0000	80.8528	0,57
174	3975.0000	25.0000	81.5236	0,67
175	4000.0000	25.0000	81.8535	0,33



**CHAPITRE V**  
**LES RACCORDEMENT**  
**PROGRESSIFS**

### **V.1. 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.

### **V.2. 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 utilisé 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.

## **V.3. Raccordement progressif :**

### **IV.3.1. 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.

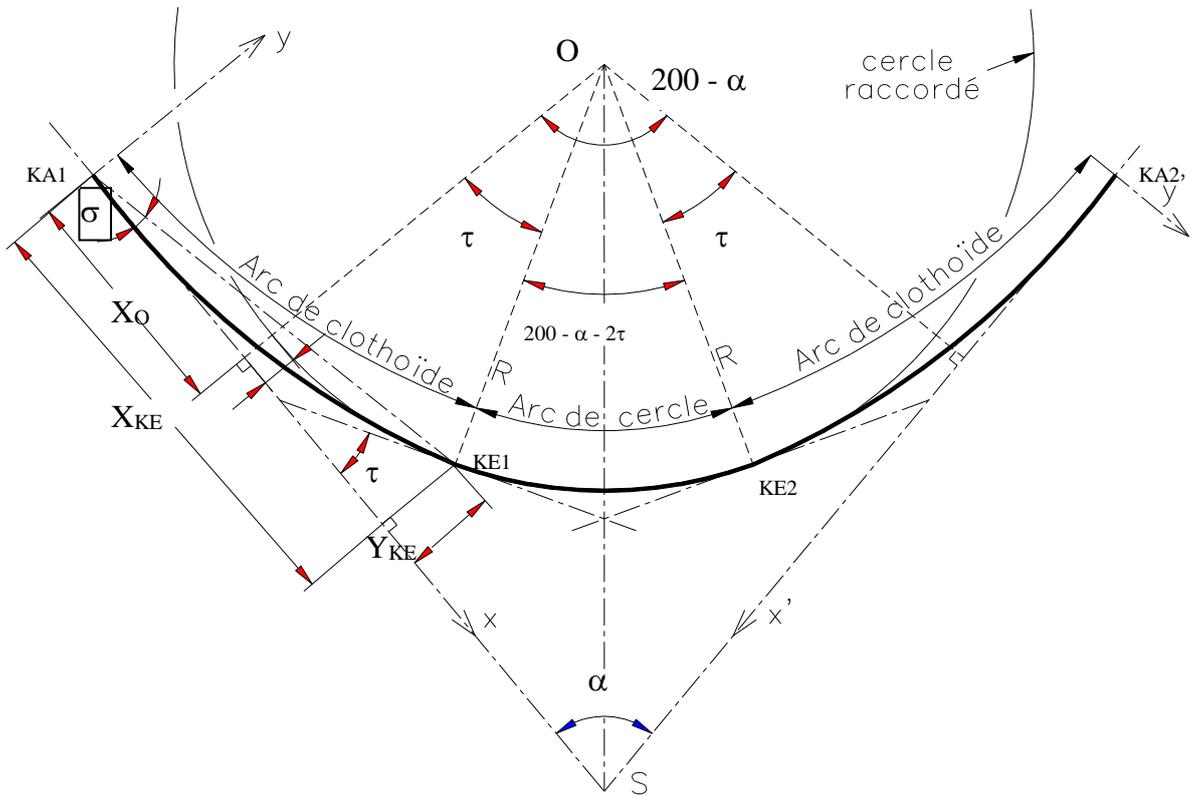


Figure 8: éléments d'un clothoïde

### A- la Clothoïde

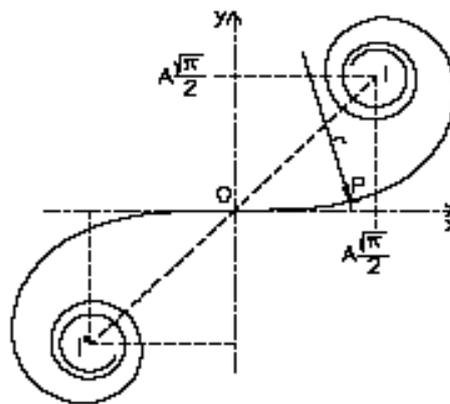


Figure 9: Clothoïde

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 raccordements 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 raccordements**

La longueur des raccordements 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.

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

### **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.

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

**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

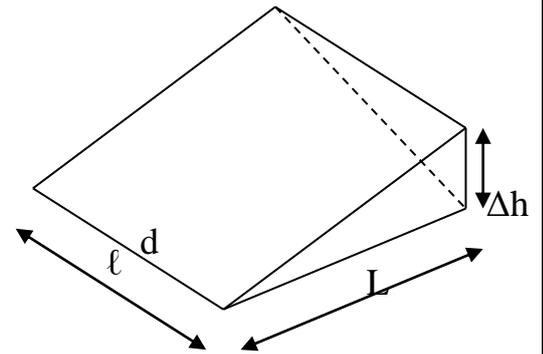


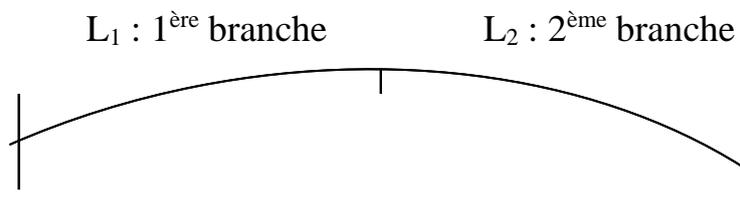
Figure 10:condition de gauchissement

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

**Vérification de non chevauchement**

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

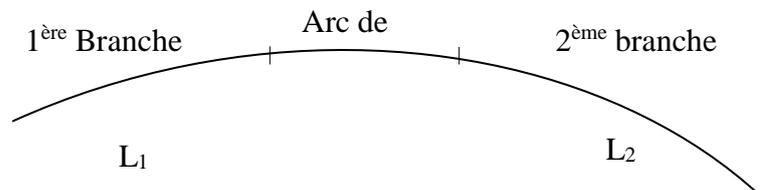
$$\tau = \frac{\beta}{2}$$



**Clothoïde sans arc de cercle.**

**2<sup>ème</sup> cas :**

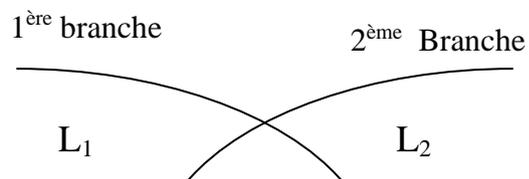
$$\tau < \frac{\beta}{2}$$



**Clothoïde avec arc de cercle.**

**3<sup>ème</sup> cas :**

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



**Clothoïde impossible.**

**Paramètres de la clothoïde:**

Eléments de le la clothoïde	
R	Rayon

<b>L</b>	Longueur de la clothoïde
<b>A</b> : $A = \sqrt{R \cdot L}$	Paramètre de la clothoïde (m)
$\alpha = 200 - \beta$	Angle des alignements droits
$\beta$	Angle au centre (Raccordement circulaire)
$\tau$ : $\tau = \frac{L}{2R}$	Angle des tangentes
$\sigma$ : $\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	Angle Polaire
$\gamma$ : $\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	Angle au centre Partie circulaire
<b>D cercle</b> : $D = \frac{\pi R \gamma}{200}$	Longueur de la partie circulaire
<b>XKE</b> : $X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde
<b>YKE</b> : $Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.
<b>SL</b> : $SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	Longueur de la corde KA-KE
<b>Xo</b> : $X_O = X_{KE} - R \sin \tau$	Abscisse du centre
<b>Yo</b> : $Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$	Ordonnées du centre
<b>KA- O KOA</b> : $KOA = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2}$	Distance KAO
<b>ΔR</b> : $\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	Ripage
<b>DT</b> : $DT = 2L + D_{cercle}$	Développée totale
<b>T</b> : $T = X_O + (R + \Delta R) \cotg(\alpha/2)$	Distance S-KA
<b>TL</b> : $TL = X_{KE} - \left( \frac{Y_{KE}}{\cos \tau} \right)$	Tangente longue
<b>TK</b> : $TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	Tangente courte
<b>T</b>	Petite tangente
<b>B</b>	Bissectrice

Tableau 29: paramètres de clothoïde

#### V.4. 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

#### **V.4.1. 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
- paramètres 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.

#### **V.4.2. 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%	<b>2.5%</b>	2.5%
Cat 3-4-5	3%	3%	3%
<b>Devers Maximal</b>			
Cat 1-2	7%	<b>7%</b>	7%
Cat 3-4	8%	8%	7%
Cat 5	9%	9%	9%

Tableau 30: Devers en fonction de l'environnement

### V.4.3. 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  $R_{Hd}$ .

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

#### 4<sup>ème</sup> cas :

Si  $R_{Hm} < R < R_{HN}$ , la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en  $1/R$ .

$$\frac{d(R) - d(RHN)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHN}} = \frac{d(RHm) - d(RHN)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

**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

**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.

**Application à notre projet :**

Les valeurs de B40

RHm = 450 m → d<sub>(RHm)</sub> = 7%

$\Delta d = 0.07 + 0.025 = 0.095 = 9.5 \% (R=450m)$

Condition	Virage 1,2,4,6,7,9	Virage 3,5,8
confort dynamique	L1 ≥ 44.43m	L1 ≥ 44.43m
Optique	L2 ≥ 103.92m	L2 ≥ 103.92m
gauchissement	L3 ≥ 152 m	L3 ≥ 152 m
Chevauchement	$\tau < \beta/2 \Rightarrow$ Pas de chevauchement	$\tau > \beta/2 \Rightarrow$ Clothoïde impossible
L max	152 m	152 m

Tableau 31:Longueur de la clothoïde "L"

	<u>Virage</u>	<u>Virage</u>	<u>Virage</u>	<u>Virage</u>	<u>Virage</u>	<u>Virage</u>
--	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>4</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>9</u>
Rayon	450	450	450	450	450	450
$\beta/2$	-26,949	30,317	-17,1	-29,407	-35,933	-17,139
$\tau$	10.75	10.75	10.75	10.75	10.75	10.75

Tableau 29: Les  $\tau$  de la clothoïde "L"

**Paramètres de la clothoïde :**

	<u>Virage 1</u>	<u>Virage 2</u>	<u>Virage 4</u>	<u>Virage 6</u>	<u>Virage 7</u>	<u>Virage 9</u>
<b>R (m)</b>	450	450	450	450	450	450
<b>L (m)</b>	152	152	152	152	152	152
<b>A</b>	261,534	261,534	261,534	261,534	261,534	261,534
<b><math>\beta</math> (gr)</b>	53,899	60,634	34,200	58,814	71,867	34,278
<b><math>\alpha=200-\beta</math></b>	146.101	139.365	165.8	141.186	128.133	165.722
<b><math>\gamma</math> (gr)</b>	32,399	39,134	12,7	37,314	50,367	12,778
<b><math>\tau</math> (gr)</b>	10.75	10.75	10.75	10.75	10.75	10.75
<b><math>\sigma</math> (gr)</b>	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580
<b>D cercle (gr)</b>	229,015	276,621	89,771	263,757	356.023	90.322
<b>XKE(m)</b>	151.57	151.57	151.57	151.57	151.57	151.57
<b>YKE(m)</b>	8.557	8.557	8.557	8.557	8.557	8.557
<b>SL (m)</b>	151.810	151.810	151.810	151.810	151.810	151.810
<b>Xo (m)</b>	76.373	76.373	76.373	76.373	76.373	76.373
<b>Yo (m)</b>	452.14	452.14	452.14	452.14	452.14	452.14
<b>KAO</b>	458.47	458.47	458.47	458.47	458.47	458.47

(m)						
$\Delta R$ (m)	2	2	2	2	2	2
DT(m)	533.015	580.621	393.771	567.757	660.023	394.322
t (m)	279.58	233.15	124.42	225.03	286.19	124.71
TL (m)	142.91	139.779	139.779	139.779	139.779	139.779
TK (m)	50.81	49.544	49.544	49.544	49.544	49.544
T (m)	142.91	309.08	200.35	300.96	362.12	200.64

Tableau 30: paramètres de clothoïde (APPLICATION SUR NOTRE PROJET)

**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.

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

**Bord extérieur :**

$$d_{ext} = \left(\frac{\Delta d}{L} \cdot xi\right) - d_{min} \quad d_{int} = \begin{cases} d_{min} & \text{si } xi < \frac{6L}{\Delta d} \\ d_{ext} & \text{si } xi > \frac{6L}{\Delta d} \end{cases}$$

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

*Clothoïde N° 01 :*

R = 450 m    L = 152 m    d(R) = 7 %    dmin = 2.50%    Δd = 9.50%

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 152}{9.5} = 96m$$

L = 152,00 m		X = 96,00 m	
N° Profil	xi	Dext	Dint
KA	0	-2,50 %	-2,50%
P1	15	-1,56 %	-2,50%
P2	30	-0,625%	-2,50%
P3	45	0,31%	-2,50%
P4	60	1,25%	-2,50%
P5	75	2,18%	-2,50%
P6	90	3,125%	-2,50%
P7	105	4,06%	4,06%
P8	120	5%	5%
P9	135	5,93%	5,93%
P10	150	6,87%	6,87%

KE	152	7%	7%
----	-----	----	----

Tableau 31:variation de devers pour le rayon 450m

Remarque

Avec un rayon  $R= 900$  on doit faire un calcul de clothoide parce que la condition de non chevauchement est vérifiée, mais vue l'implantation de carrefour giratoire on ne peut pas

Si non pour éviter d'introduire une clothoide on doit prendre un rayon de 450 m <900 m et dans le cas pratique il est préférable d'ajouter des rayons supérieur que  $R_{Hm}$ .

## CHAPITRE VI

# PROFIL EN LONG

## **VI .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.

## **VI.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.

## **VI .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%.

### B.2-Déclivité maximale

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

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

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

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

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

Tableau 35: 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 raccordements 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  $d_{(v_r)}$

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

$a = 0.24$  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

Tableau 36: Rayons convexes (Cat2, 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 raccords 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

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

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

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

### Rayon minimal normal

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

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

$$R_{vn} = R_{vm}(V_r+20)$$

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

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

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	R'Vm	3000
Min normale	R'VN	4200

Tableau 37: Rayons concaves (Cat2, V100)-

### VI .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.

# **CHAPITRE VII**

## **LES PARAMETRES CINEMATIQUES**

### VII.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	/

Tableau 38: 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)

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{0.36} = 111.111m$$

**En rampe :**  $e = + 0.05$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 + 0.032)} = 102.04m$$

**En pente :**  $e = - 0.05$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 - 0.049)} = 128.617m$$

## VII.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 :

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

## VII.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

$$\textit{distance d'arrêt (d)} : \quad d = d_1 + d_0$$

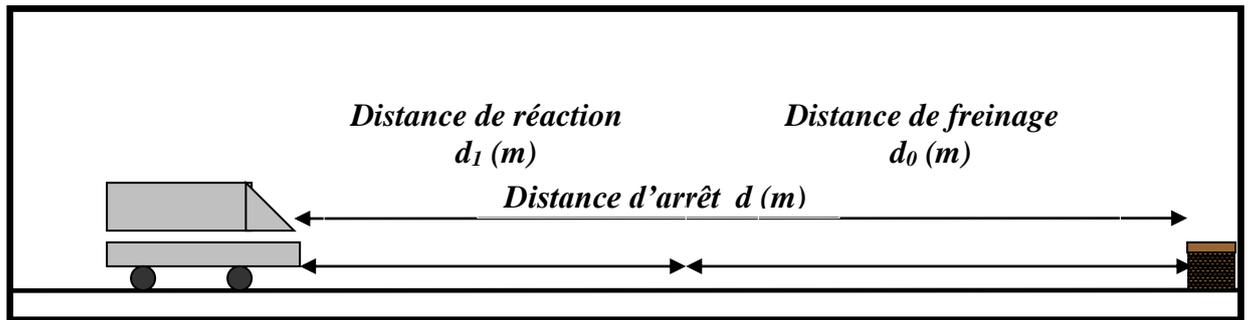


Figure 8:Distance d'arret et de freinage

### En alignement droit

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

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

**Application :**  $V_r = 100 \text{ Km/h} \quad t = 1.8 \text{ s} \quad \Rightarrow d = d_0 + 0.50V_r$

$$\textit{En palier} : \quad d = 111.11 + 0.5 \times 100 = 161,111m$$

$$\textit{En rampe} : \quad d = 102.04 + 0.5 \times 100 = 152,04m$$

$$\textit{En pente} : \quad d = 128.617 + 0.5 \times 100 = 178,617m$$

### En courbe

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

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

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

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

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

*En rampe :*  $d = 1.25 \times 102.04 + 0.55 \times 100 = 182.55 \text{ m}$

*En pente :*  $d = 1.25 \times 128.617 + 0.55 \times 100 = 215.77 \text{ m}$

### VII.4-Distance de perception

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

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

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

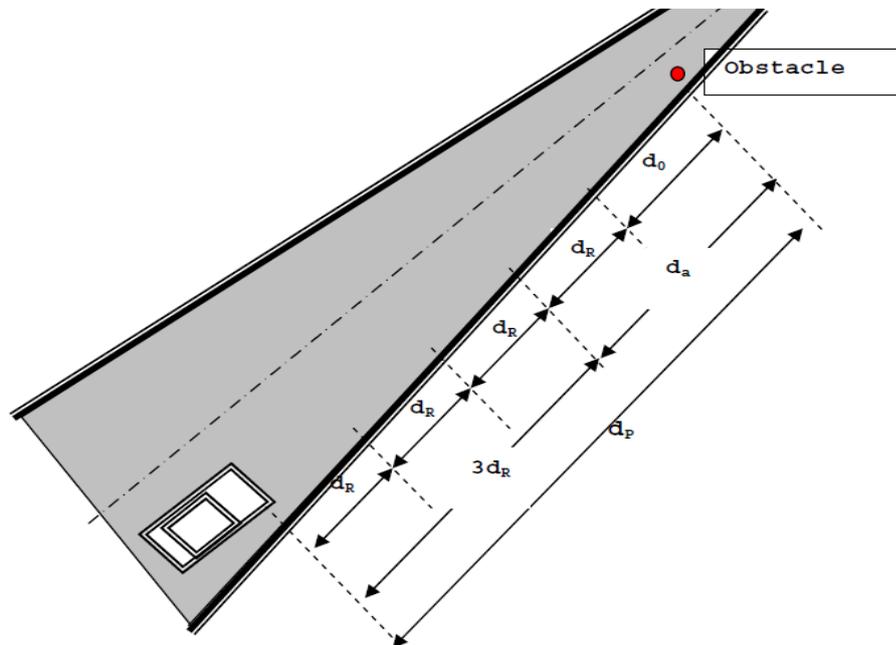


Figure 9:distance de perception-

#### Application :

##### En alignement droit :

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

*En rampe :*  $d_p = 152,04 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 318.70m$

**En pente :**  $dp = 178,617 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 345.28m$

**En courbe :**

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

**En rampe :**  $dp = 182.55 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 349.21m$

**En pente :**  $dp = 215.77 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 382.43m$

## VII.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'espacement sera donc théoriquement :  $d'_2 = d_2 + v \times t' + l$

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

$l$  : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend  $t' = 0.75$  s

En pratique, on prend  $t = 3$  s

Distance de sécurité sera donc :  $d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l$  (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  $\Rightarrow Es = \frac{V}{5} + 1$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

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

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

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

**1er Cas :**

$$Es = \frac{V}{5} + 1 = \frac{100}{5} + 5 = 25 \text{ m}$$

**2ème Cas :**

$$Es = \frac{V}{3} = \frac{100}{3} = 33.33 \text{ m}$$

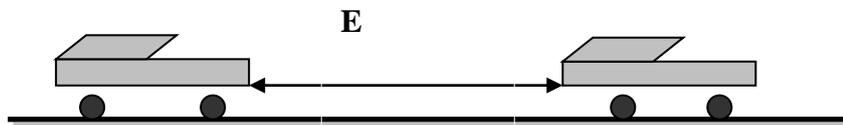


Figure 10:L'espace entre deux véhicules-

### V.6-Manœuvre de dépassement :

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

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

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

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

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 :**

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

$dvd_m = 240 \text{ m}$

$dvd_N = 620 \text{ m}$

$dmd = 300 \text{ m}$

**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)	dvd <sub>m</sub>	240
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dvd <sub>n</sub>	620
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dmd	300

RHm (m) (dévers associe %)	RHm	450 (7%)
RHN (m) (dévers associe %)	RHN	650 (5%)
RHd (m) (dévers associe %)	RHd	1600 (2, 5%)
RHnd (m) (dévers associe %)	RHnd	2200 (-2, 5%)

**Tableau 40: Paramètres fondamentaux**

## **CHAPITRE VIII**

# **PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES**

## **VIII- PROFIL EN TRAVER**

### **VIII .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....).

### **VIII .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

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

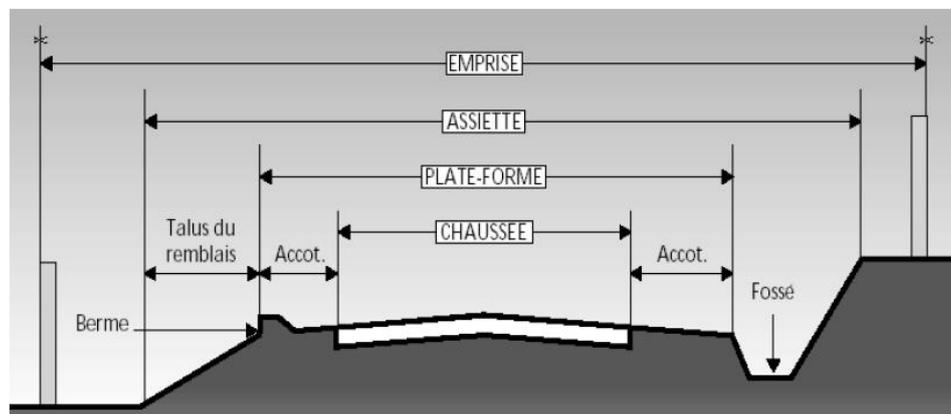


Figure 11 : Les éléments d'une route

#### La largeur roulable

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

Surlargeur 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 surlargeurs 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 3.80m chacune :  $(2 \times 3.5) \times 2 = 14 \text{ m}$
- un terre-plein central de 3 m : 2.00m
- un accotement de 2.00m pour de part et d'autre. :  $2 \times 2.00 = 4.00 \text{ m}$
- VIII .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

### **VIII .4-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 roulement 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 des de température peuvent engendre dans les solides élastiques des champs de contrainte et engendre 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.

## **VIII .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 repartit 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.

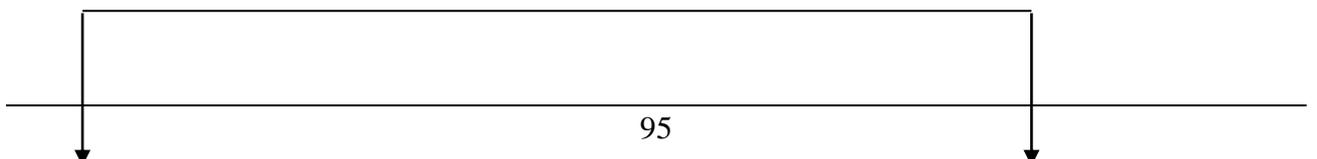
Actuellement, on tient de plus en plus compte du rôle de portance à long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l'optimisation des structures de chaussées.

### **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.



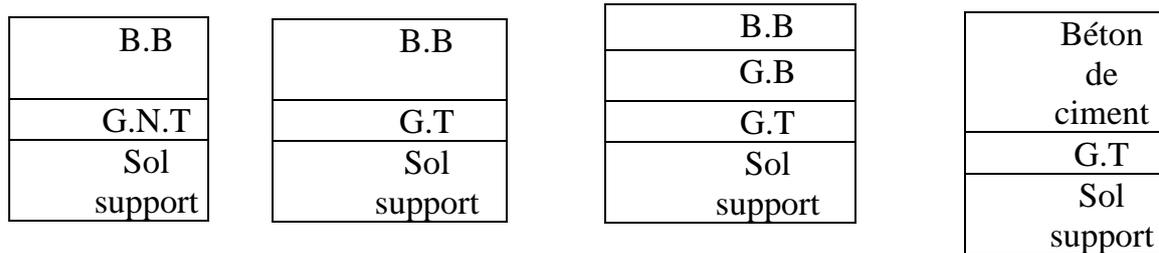


Figure 111:les différentes catégories de chaussée

BB : béton bitumineux

GB : grave bitume

GT : grave traité

G.N.T : grave non trait.

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

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

La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

Enfin, on examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet.

## VIII .6-Les principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux familles des méthodes :

- les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
- Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

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

### VIII .6.1-Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci après:

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

$a_1 \times e_1$  : 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 :

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

Tableau 41: Matériaux utilisé

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

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

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

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

### VIII .6.3-Méthode d'ASPHALT INSTITUTE

Elle basée sur les résultats obtenus des essais «AASHO », on prend en considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches.

L'épaisseur sera déterminée en utilisant l'abaque de l'asphalte institue.

### VIII .6.4-Méthode du catalogue des structures

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par «SETRA »

Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB).

Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 Véh/J.

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.

Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

Trafic cumulé de poids lourds à la 15<sup>ème</sup> année Tj.

Les caractéristiques de sol (Sj).

#### VIII .6.4.1-Détermination de la classe de trafic

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant:

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T <sub>1</sub>	$T < 7.3 \cdot 10^5$
T <sub>2</sub>	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^6$
T <sub>3</sub>	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
T <sub>4</sub>	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
T <sub>5</sub>	$T > 4 \cdot 10^7$

Tableau 42:classe de trafic

Le trafic cumulé est donné par la formule:

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

- $T_{PL}$  : trafic poids lourds à l'année de mise en service
- $n$  : durée de vie ( $n = 20$  ans)

#### VIII .6.4.2-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:

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

Tableau 43:classe de sol

#### VIII .6.5-La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression :

$$T_{eq} = [ TJMA . a [(1+Z)^n - 1] x 0.75 x P x 365 ] / [(1+z) - 1] .$$

$T_{eq}$  = trafic équivalent par essieu de 13t.

TJMA = trafic à la mise en service de la route.

$a$  = coefficient qui dépend du nombre de voies.

$Z$  = taux d'accroissement annuel.

$n$  = durée de vie de la route.

$p$  = pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente  $e$  (en fonction de  $T_{\text{eq}}$ ,  $I_{\text{CBR}}$ ) à partir de l'abaque L.C.P.C.

L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

### VIII .6.6-Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- Approche théorique.
- Approche empirique.

#### VIII .6.6.1-La démarche du catalogue :

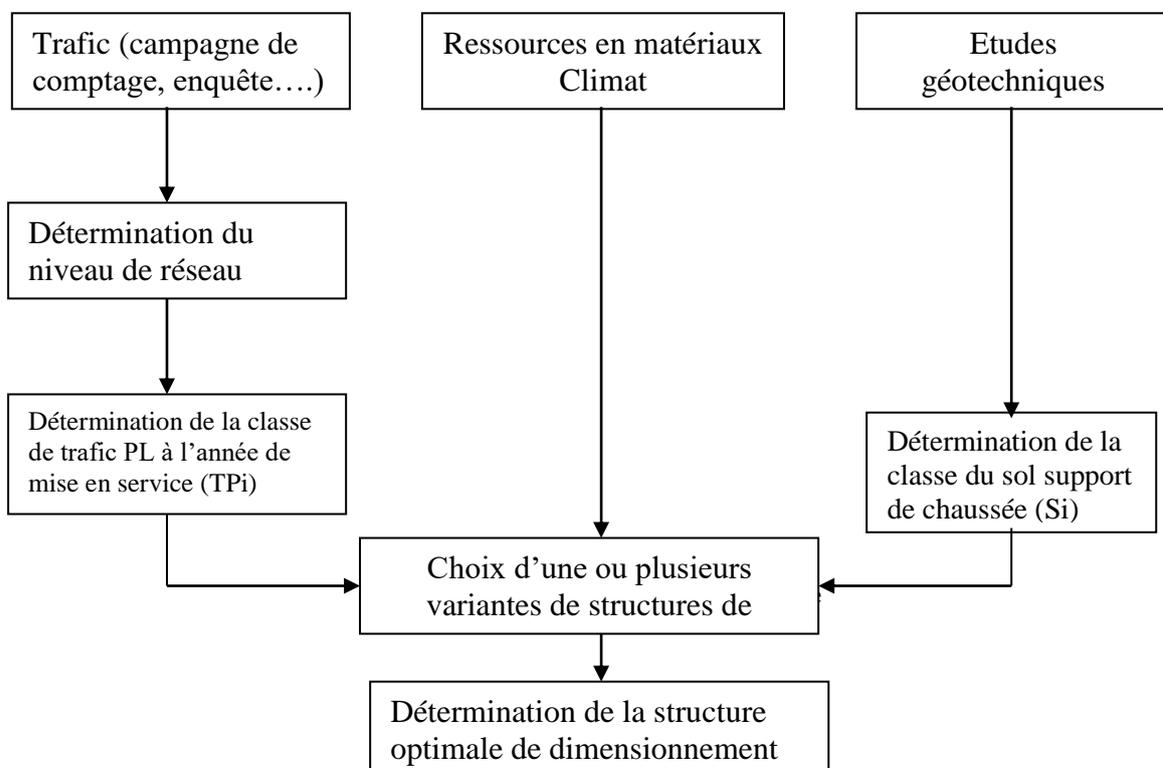


Figure 13:les démarches du catalogue

**Application au projet**

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

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

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

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

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

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

$T_n = (1+\tau)^n \times T_1$

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

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

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log \frac{6633}{10})}{9 + 5} \approx 46.49 \text{ cm}$$

**$E_{eq} = 47.00 \text{ cm}$**

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)
BB	06	02	12
GC	14	1	14
TUF	27	0.75	20.25
TOTAL	47		46.25

Tableau 44:épaisseur du corps de chaussée

Notre structure comporte : **6BB + 14GC +27TUF**

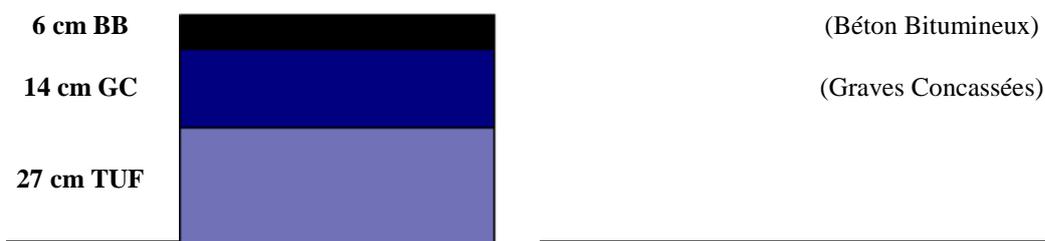


Figure 14: Corps de chaussée

## VIII .7-Cubatures

### VIII .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.

### VIII .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 :

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

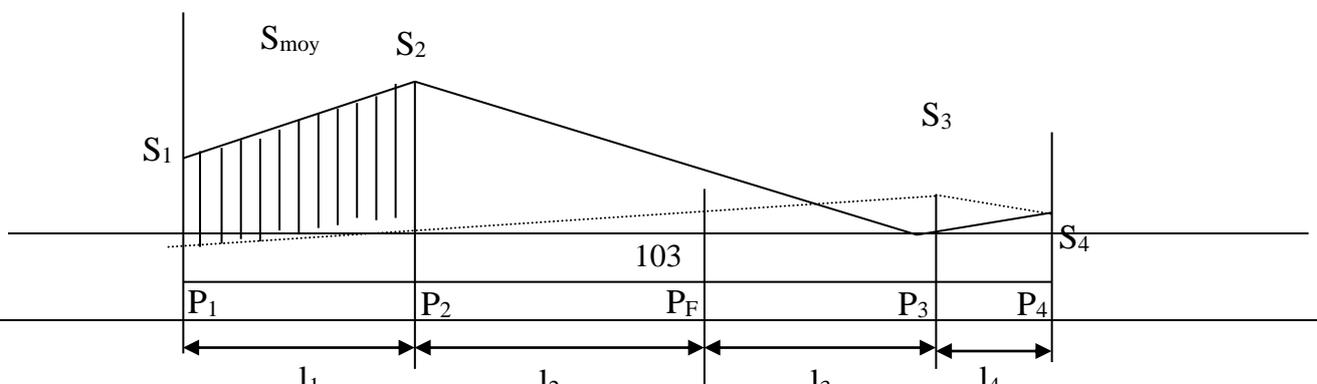
H : hauteur entre deux profils.

$S_0$  : 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 15:Surfaces de cubature**

Le volume compris entre les deux profils en travers P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> de section S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> 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-

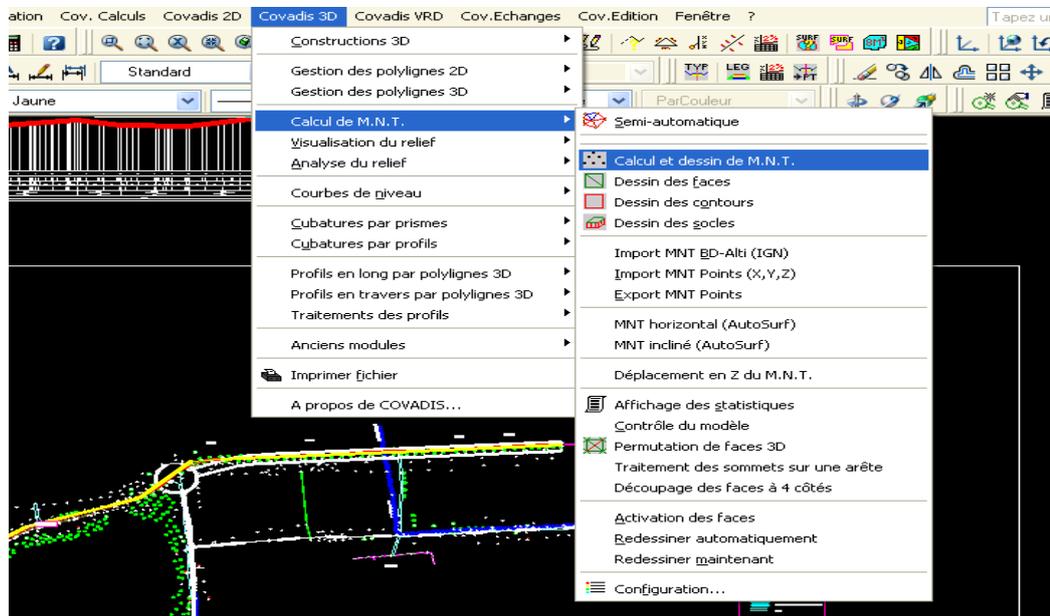


Figure 16: les étapes de calcul de cubature sous COVADIS

**Tableau de cubature VARIANTE 1 :**

Profil n°	Abscisse	Longueur d'app	Altitudes			remblai deblai	Surface		Volume	
			TN	Projet	H		SR	SD	VR	VD
P1	0.00	12.50	182.650	182.650	0.000	R				
P2	25.00	21.08	181.981	181.984	0.004	R	0.08		1.59	0.00
P3	42.17	12.50	181.583	181.527	0.056	D		1.19		14.81
P4	50.00	16.42	181.463	181.319	0.145	D		3.06		50.23
P5	75.00	25.00	181.202	180.653	0.549	D		11.83		295.83
P6	100.00	25.00	180.795	179.988	0.808	D		17.61		440.26
P7	125.00	25.00	180.212	179.322	0.889	D		19.47		486.76
P8	150.00	25.00	179.710	178.657	1.053	D		23.22		580.60
P9	175.00	25.00	179.321	177.991	1.330	D		29.70		742.55
P10	200.00	25.00	178.259	177.326	0.934	D		20.48		512.01
P11	225.00	25.00	177.645	176.660	0.985	D		21.65		541.21
P12	250.00	25.00	176.825	175.994	0.831	D		18.15		453.70
P13	275.00	25.00	175.092	175.318	0.226	R	4.82		120.39	0.00
P14	300.00	25.00	174.322	174.629	0.307	R	6.59		164.65	0.00
P15	325.00	25.00	174.228	173.928	0.301	D		6.41		160.14
P16	350.00	25.00	173.275	173.214	0.061	D		1.29		32.29
P17	375.00	25.00	172.932	172.488	0.444	D		9.53		238.30

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P18	400.00	24.08	171.690	171.749	0.059	R	1.24		29.75	
P19	423.16	12.50	170.488	171.053	0.566	R	12.36		154.51	
P20	425.00	8.92	170.414	170.998	0.584	R	12.77		113.92	
P21	441.01	12.50	169.471	170.510	1.039	R	23.43		292.93	
P22	450.00	17.00	168.558	170.234	1.676	R	39.40		669.67	
P23	475.00	25.00	166.980	169.458	2.478	R	61.25		1531.26	
P24	500.00	25.00	166.444	168.669	2.225	R	54.15		1353.86	
P25	525.00	25.00	165.527	167.868	2.341	R	57.39		1434.68	
P26	550.00	25.00	164.244	167.054	2.810	R	70.87		1771.63	
P27	575.00	25.00	162.207	166.228	4.021	R	108.69		2717.34	
P28	600.00	25.00	159.874	165.389	5.516	R	161.46		4036.61	
P29	625.00	25.00	159.038	164.538	5.501	R	160.90		4022.39	
P30	650.00	25.00	156.844	163.674	6.830	R	213.42		5335.45	
P31	675.00	25.00	160.719	162.798	2.080	R	50.16		1254.01	
P32	700.00	25.00	160.466	161.910	1.443	R	33.43		835.73	
P33	725.00	25.00	160.521	161.008	0.487	R	10.59		264.73	
P34	750.00	25.00	159.905	160.095	0.189	R	4.03		100.67	
P35	775.00	25.00	158.747	159.168	0.421	R	9.11		227.75	
P36	800.00	25.00	158.041	158.230	0.188	R	4.01		100.21	
P37	825.00	25.00	158.748	157.279	1.469	D		33.02	0.00	825.45
P38	850.00	22.30	158.933	156.315	2.618	D		61.83	0.00	1379.08
P39	869.61	12.50	158.028	155.550	2.478	D		58.18	0.00	727.26
P40	875.00	15.20	155.210	155.339	0.129	R	2.72		41.41	
P41	900.00	25.00	153.434	154.350	0.916	R	20.49		512.24	
P42	925.00	25.00	152.918	153.349	0.431	R	9.33		233.34	
P43	950.00	25.00	151.191	152.335	1.144	R	25.99		649.87	
P44	975.00	25.00	149.971	151.309	1.338	R	30.77		769.31	
P45	1000.00	25.00	148.799	150.270	1.471	R	34.14		853.46	
P46	1025.00	25.00	147.819	149.219	1.400	R	32.34		808.50	
P47	1050.00	25.00	146.995	148.155	1.160	R	26.37		659.31	
P48	1075.00	25.00	146.303	147.079	0.776	R	17.20		429.96	
P49	1100.00	25.00	145.611	145.990	0.379	R	8.17		204.25	
P50	1125.00	25.00	145.086	144.889	0.196	D		4.16		104.11
P51	1150.00	23.37	144.574	143.775	0.799	D		17.41		406.73
P52	1171.73	12.50	143.989	142.797	1.192	D		26.46		330.71
P53	1175.00	14.13	143.889	142.649	1.239	D		27.56		389.55
P54	1200.00	25.00	143.040	141.510	1.530	D		34.47		861.65
P55	1225.00	25.00	141.953	140.359	1.593	D		36.00		900.04
P56	1250.00	25.00	140.865	139.196	1.670	D		37.85		946.24
P57	1275.00	25.00	139.750	138.019	1.730	D		39.33		983.35
P58	1300.00	14.10	138.468	136.831	1.637	D		37.06		522.61
P59	1303.20	12.50	138.239	136.677	1.561	D		35.22		440.27
P60	1325.00	23.40	136.792	135.629	1.163	D		25.77		602.87
P61	1350.00	25.00	135.490	134.416	1.074	D		23.71		592.78

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P62	1375.00	25.00	133.673	133.190	0.484	D		10.39		259.71
P63	1400.00	22.36	132.945	131.951	0.994	D		21.87		489.08
P64	1419.73	12.50	132.054	130.971	1.083	D		23.91		298.81
P65	1425.00	15.14	131.786	130.709	1.077	D		23.78		359.92
P66	1450.00	25.00	130.469	129.467	1.002	D		22.05		551.37
P67	1475.00	25.00	129.194	128.225	0.968	D		21.28		531.91
P68	1500.00	25.00	127.749	126.983	0.766	D		16.67		416.66
P69	1525.00	25.00	126.260	125.741	0.519	D		11.18		279.47
P70	1550.00	25.00	124.932	124.499	0.433	D		9.28		232.08
P71	1575.00	25.00	123.523	123.257	0.266	D		5.65		141.37
P72	1600.00	25.00	122.491	122.015	0.476	D		10.23		255.81
P73	1625.00	25.00	121.050	120.773	0.277	D		5.89		147.33
P74	1650.00	18.24	120.691	119.531	1.161	D		25.72		469.05
P75	1661.47	12.50	119.570	118.961	0.609	D		13.16		164.52
P76	1675.00	19.26	117.973	118.289	0.315	R	6.77		130.48	
P77	1700.00	20.95	116.845	117.047	0.201	R	4.29		89.88	
P78	1716.89	12.50	116.018	116.207	0.190	R	4.04		50.51	
P79	1725.00	16.55	115.481	115.805	0.324	R	6.96		115.29	
P80	1750.00	22.61	115.202	114.563	0.639	D		13.83	0.00	312.75
P81	1770.22	12.50	113.947	113.558	0.389	D		8.31	0.00	103.89
P82	1775.00	14.89	113.656	113.321	0.335	D		7.15	0.00	106.44
P83	1800.00	25.00	112.134	112.079	0.055	D		1.16	0.00	29.05
P84	1825.00	19.07	110.546	110.837	0.290	R	6.22		118.72	
P85	1838.15	12.50	109.285	110.183	0.898	R	20.07		250.85	
P86	1850.00	18.43	108.529	109.594	1.065	R	24.08		443.67	
P87	1875.00	25.00	107.065	108.352	1.287	R	29.52		737.93	
P88	1900.00	25.00	106.184	107.110	0.927	R	20.75		518.75	
P89	1925.00	25.00	103.481	105.868	2.387	R	58.68		1467.04	
P90	1950.00	25.00	102.193	104.626	2.433	R	59.97		1499.28	
P91	1975.00	25.00	101.229	103.384	2.155	R	52.23		1305.68	
P92	2000.00	25.00	100.082	102.142	2.060	R	49.63		1240.77	
P93	2025.00	25.00	98.693	100.900	2.207	R	53.67		1341.67	
P94	2050.00	25.00	97.446	99.658	2.212	R	53.79		1344.76	
P95	2075.00	25.00	96.625	98.416	1.791	R	42.43		1060.76	
P96	2100.00	25.00	96.252	97.174	0.922	R	20.63		515.83	
P97	2125.00	25.00	93.967	95.932	1.965	R	47.07		1176.66	
P98	2150.00	25.00	93.482	94.690	1.208	R	27.55		688.73	
P99	2175.00	25.00	92.998	93.448	0.450	R	9.75		243.85	
P100	2200.00	25.00	92.580	92.206	0.374	D		8.00		200.09
P101	2225.00	25.00	89.708	90.964	1.256	R	28.75		718.67	
P102	2250.00	14.44	87.742	89.730	1.988	R	47.66		688.30	
P103	2253.88	12.50	87.937	89.541	1.605	R	37.56		469.52	
P104	2275.00	23.06	88.855	88.534	0.321	D		6.83	0.00	157.58
P105	2300.00	25.00	87.479	87.380	0.099	D		2.09	0.00	52.37

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P106	2325.00	25.00	85.164	86.268	1.103	R	25.00		624.99	
P107	2350.00	25.00	84.501	85.197	0.696	R	15.35		383.81	
P108	2375.00	25.00	83.073	84.168	1.095	R	24.80		619.95	
P109	2400.00	25.00	82.220	83.181	0.961	R	21.57		539.26	
P110	2425.00	25.00	81.422	82.235	0.813	R	18.07		451.66	
P111	2450.00	25.00	80.199	81.331	1.132	R	25.70		642.40	
P112	2475.00	25.00	79.741	80.469	0.728	R	16.09		402.14	
P113	2500.00	22.24	79.450	79.648	0.198	R	4.21		93.72	
P114	2519.48	12.50	79.129	79.038	0.091	D		1.93		24.06
P115	2525.00	15.26	78.911	78.869	0.042	D		0.88		13.35
P116	2550.00	25.00	77.472	78.132	0.660	R	14.51		362.71	
P117	2575.00	25.00	77.016	77.436	0.420	R	9.09		227.35	
P118	2600.00	25.00	76.095	76.782	0.687	R	15.14		378.61	
P119	2625.00	25.00	75.242	76.170	0.928	R	20.79		519.66	
P120	2650.00	25.00	74.342	75.599	1.258	R	28.79		719.65	
P121	2675.00	25.00	73.366	75.071	1.704	R	40.15		1003.80	
P122	2700.00	25.00	72.401	74.583	2.182	R	52.97		1324.31	
P123	2725.00	25.00	71.811	74.138	2.327	R	56.98		1424.42	
P124	2750.00	25.00	72.214	73.734	1.520	R	35.39		884.71	
P125	2775.00	25.00	71.736	73.371	1.635	R	38.34		958.60	
P126	2800.00	25.00	71.846	73.051	1.205	R	27.47		686.84	
P127	2825.00	25.00	71.672	72.772	1.099	R	24.90		622.49	
P128	2850.00	25.00	71.475	72.534	1.059	R	23.93		598.15	
P129	2875.00	25.00	72.004	72.339	0.335	R	7.21		180.22	
P130	2900.00	25.00	72.072	72.185	0.113	R	2.38		59.58	
P131	2925.00	25.00	72.291	72.072	0.219	D		4.64		115.98
P132	2950.00	25.00	72.123	72.002	0.121	D		2.56		64.01
P133	2975.00	25.00	72.509	71.973	0.536	D		11.54		288.56
P134	3000.00	25.00	72.470	71.986	0.484	D		10.40		259.99
P135	3025.00	13.74	72.429	72.018	0.410	D		8.78		120.68
P136	3027.49	12.50	72.428	72.022	0.406	D		8.69		108.60
P137	3050.00	23.76	72.424	72.051	0.372	D		7.96		189.08
P138	3075.00	25.00	72.204	72.084	0.120	D		2.53		63.14
P139	3100.00	25.00	71.903	72.117	0.214	R	4.56		113.99	
P140	3125.00	25.00	72.390	72.150	0.240	D		5.10		127.53
P141	3150.00	25.00	72.023	72.183	0.159	R	3.38		84.55	
P142	3175.00	25.00	72.334	72.216	0.118	D		2.50		62.49
P143	3200.00	25.00	72.388	72.248	0.139	D		2.95		73.63
P144	3225.00	23.99	72.405	72.281	0.123	D		2.60		62.47
P145	3247.99	12.50	72.456	72.311	0.145	D		3.06		38.26
P146	3250.00	13.51	72.473	72.314	0.158	D		3.35		45.27
P147	3275.00	25.00	72.425	72.347	0.078	D		1.63		40.84
P148	3300.00	25.00	72.362	72.380	0.018	R	0.37		9.29	
P149	3325.00	25.00	72.446	72.413	0.033	D		0.70		17.61

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P150	3350.00	25.00	72.594	72.446	0.148	D		3.14		78.49
P151	3375.00	25.00	72.623	72.478	0.145	D		3.06		76.48
P152	3400.00	25.00	72.667	72.511	0.155	D		3.28		82.10
P153	3425.00	25.00	72.101	72.552	0.452	R	9.79		244.70	
P154	3450.00	15.96	72.252	72.624	0.371	R	8.00		127.77	
P155	3456.92	12.50	72.331	72.649	0.318	R	6.83		85.38	
P156	3475.00	21.54	72.437	72.726	0.290	R	6.21		133.67	
P157	3500.00	13.66	72.157	72.860	0.703	R	15.50		211.66	
P158	3502.31	12.50	72.131	72.874	0.743	R	16.42		205.27	
P159	3525.00	23.84	71.907	73.025	1.118	R	25.35		604.47	
P160	3550.00	25.00	71.661	73.221	1.560	R	36.41		910.32	
P161	3575.00	25.00	72.829	73.449	0.620	R	13.59		339.82	
P162	3600.00	25.00	72.868	73.707	0.839	R	18.68		466.97	
P163	3625.00	25.00	73.099	73.997	0.898	R	20.07		501.80	
P164	3650.00	25.00	73.272	74.319	1.047	R	23.62		590.52	
P165	3675.00	25.00	73.330	74.671	1.341	R	30.87		771.76	
P166	3700.00	25.00	74.830	75.055	0.225	R	4.80		120.03	
P167	3725.00	22.31	75.052	75.470	0.418	R	9.04		201.66	
P168	3744.61	12.50	75.042	75.817	0.775	R	17.19		214.84	
P169	3750.00	15.19	75.155	75.916	0.761	R	16.86		256.17	
P170	3775.00	25.00	75.474	76.394	0.920	R	20.59		514.68	
P171	3800.00	25.00	76.852	76.903	0.050	R	1.05		26.36	
P172	3825.00	25.00	77.079	77.443	0.363	R	7.82		195.58	
P173	3850.00	25.00	78.041	78.014	0.028	D	0.58	0.58	14.53	14.52
P174	3875.00	25.00	78.426	78.616	0.191	R	4.06		101.45	
P175	3900.00	25.00	78.827	79.250	0.424	R	9.16		229.06	
P176	3925.00	25.00	79.822	79.915	0.093	R	1.96		49.02	
P177	3950.00	25.00	80.418	80.611	0.193	R	4.11		102.70	
P178	3975.00	25.00	81.156	81.339	0.183	R	3.89		97.18	
P179	4000.00	25.00	81.840	82.098	0.258	R	5.51		137.82	
P180	4025.00	25.00	82.112	82.888	0.776	R	17.20		429.97	
P181	4050.00	25.00	83.209	83.693	0.484	R	10.52		263.11	
P182	4075.00	25.00	83.865	84.499	0.633	R	13.90		347.62	
P183	4100.00	14.15	85.384	85.304	0.080	D		1.68		23.71
P184	4103.29	1.65	85.410	85.410	0.000					

<b>total</b>	<b>70325.75</b>	<b>22111.57</b>
--------------	-----------------	-----------------

**Tableau 45: Déblai et Remblai Variante 1**

**Tableau de cubature VARIANTE 2 :**

Profil n°	Partielle	Longueur d'application	Altitudes			remblai déblai	Surface		Volume	
			TN	Projet	H		SR	SD	VR	VD
P1	0.00	12.50	182.65	182.65						

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P2	25.00	21.08	181.9 8	181.8 1	0.17 1	D		3.61		76.15
P3	17.17	12.50	181.5 8	181.2 4	0.34 3	D		7.33		91.64
P4	7.83	16.42	181.4 6	180.9 8	0.48 3	D		10.39		170.48
P5	25.00	25.00	181.2 0	180.1 5	1.05 2	D		23.20		580.08
P6	25.00	25.00	180.8 0	179.3 1	1.48 7	D		33.44		836.07
P7	25.00	25.00	180.2 1	178.4 8	1.73 2	D		39.38		984.48
P8	25.00	25.00	179.7 0	177.6 4	2.06 2	D		47.55		1188.78
P9	25.00	25.00	179.3 2	176.8 1	2.50 5	D		58.89		1472.13
P10	25.00	25.00	178.2 6	175.9 7	2.28 9	D		53.32		1332.90
P11	25.00	25.00	177.6 4	175.1 4	2.50 5	D		58.88		1471.94
P12	25.00	25.00	176.8 3	174.3	2.52 6	D		59.42		1485.54
P13	25.00	25.00	175.0 9	173.4 7	1.61 6	D		36.54		913.57
P14	25.00	25.00	174.3 2	172.6 3	1.69 0	D		38.33		958.35
P15	25.00	25.00	174.2 3	171.8	2.42 8	D		56.89		1422.34
P16	25.00	25.00	173.2 8	170.9 6	2.31 5	D		53.98		1349.61
P17	25.00	25.00	172.9 3	170.1 3	2.80 0	D		66.64		1666.00
P18	25.00	24.08	171.6 8	169.2 9	2.39 3	D		55.98		1348.10
P19	23.16	12.50	170.4 9	168.5 2	1.96 8	D		45.19		564.92
P20	1.84	8.92	170.4 1	168.4 6	1.95 4	D		44.86		400.29
P21	16.01	12.50	169.4 7	167.9 2	1.55 1	D		34.98		437.30
P22	8.99	17.00	168.5 6	167.6 2	0.94 0	D		20.63		350.62
P23	25.00	25.00	166.9 1	166.7 9	0.12 4	D		2.62		65.38
P24	25.00	25.00	166.4 1	165.9 5	0.45 8	D		9.83		245.80
P25	25.00	25.00	165.5 3	165.1 2	0.40 7	D		8.71		217.82
P26	25.00	25.00	164.2 4	164.2 8	0.03 6	R	0.75		18.84	
P27	25.00	25.00	162.2	163.4	1.23	R	28.24		705.94	

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

			1	5	6					
P28	25.00	25.00	159.8 7	162.6 1	2.73 6	R	68.68		1717.04	
P29	25.00	25.00	159.0 9	161.7 8	2.68 8	R	67.30		1682.44	
P30	25.00	25.00	156.5 0	160.9 4	4.44 2	R	122.8 8		3071.98	
P31	25.00	25.00	160.7 3	160.1 1	0.61 6	D		13.32		333.00
P32	25.00	25.00	160.4 7	159.2 7	1.19 9	D		26.61		665.30
P33	25.00	25.00	160.5 2	158.4 4	2.08 2	D		48.05		1201.23
P34	25.00	25.00	159.9 1	157.6	2.30 5	D		53.72		1343.01
P35	25.00	25.00	158.7 4	156.7 7	1.97 4	D		45.36		1134.08
P36	25.00	25.00	158.0 2	155.9 3	2.09 3	D		48.34		1208.59
P37	25.00	25.00	158.7 2	155.1	3.62 1	D		89.14		2228.60
P38	25.00	22.30	158.9 6	154.2 7	4.68 8	D		120.4 1		2685.77
P39	19.61	12.50	158.0 3	153.6 1	4.41 8	D		112.3 1		1403.82
P40	5.39	15.20	155.2 1	153.4 3	1.78 0	D		40.55		616.15
P41	25.00	25.00	153.4 3	152.6	0.83 4	D		18.21		455.30
P42	25.00	25.00	152.9 2	151.7 6	1.15 8	D		25.65		641.18
P43	25.00	25.00	151.1 9	150.9 3	0.26 1	D		5.54		138.57
P44	25.00	25.00	149.9 7	150.0 9	0.11 9	R	2.52		62.90	
P45	25.00	25.00	148.8 0	149.2 6	0.46 1	R	10.00		249.99	
P46	25.00	25.00	147.8 2	148.4 2	0.60 1	R	13.17		329.13	
P47	25.00	25.00	147.0 0	147.6 9	0.69 5	R	15.31		382.76	
P48	25.00	25.00	146.3 0	146.7 5	0.44 7	R	9.69		242.17	
P49	25.00	25.00	145.6 1	145.9 2	0.30 8	R	6.62		165.53	
P50	25.00	25.00	145.0 9	145.0 8	0.00 5	D		0.12		2.89
P51	17.31	23.37	144.7 2	144.5	0.22 1	D		4.70		109.79
P52	7.69	12.50	144.5 7	144.2 5	0.32 1	D		6.85		85.66

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P53	25.00	14.13	143.8 6	143.4 1	0.45 5	D		9.75		137.84
P54	25.00	25.00	143.0 6	142.5 3	0.53 0	D		11.40		285.00
P55	25.00	25.00	142.0 2	141.5 9	0.43 0	D		9.22		230.59
P56	25.00	25.00	140.9 8	140.5 9	0.38 5	D		8.24		206.05
P57	25.00	25.00	139.9 6	139.5 3	0.42 6	D		9.14		228.41
P58	25.00	14.10	138.4 4	138.4	0.04 1	D		0.87		12.25
P59	25.00	12.50	136.7 7	137.2 1	0.44 0	R	9.53		119.07	
P60	7.21	23.40	136.3 9	136.8 6	0.46 5	R	10.10		236.28	
P61	17.79	25.00	135.4 7	135.9 6	0.49 2	R	10.70		267.38	
P62	25.00	25.00	133.6 5	134.6 5	0.99 7	R	22.42		560.46	
P63	17.67	22.36	133.1 2	133.7	0.58 2	R	12.73		284.74	
P64	7.33	12.50	132.9 4	133.3 1	0.37 3	R	8.03		100.38	
P65	25.00	15.14	131.7 5	131.9 8	0.23 1	R	4.94		74.77	
P66	25.00	25.00	130.3 7	130.6 5	0.28 1	R	6.02		150.43	
P67	25.00	25.00	128.8 0	129.3 2	0.52 1	R	11.34		283.53	
P68	25.00	25.00	127.5 0	127.9 8	0.47 7	R	10.35		258.85	
P69	25.00	25.00	125.9 8	126.6 5	0.66 8	R	14.70		367.55	
P70	25.00	25.00	124.5 5	125.3 2	0.76 6	R	16.97		424.15	
P71	25.00	25.00	122.9 9	123.9 9	0.99 7	R	22.43		560.76	
P72	19.47	25.00	121.7 7	122.9 5	1.18 3	R	26.93		673.37	
P73	5.53	25.00	121.4 2	122.6 6	1.24 2	R	28.40		710.02	
P74	25.00	18.24	120.4 8	121.3 2	0.84 1	R	18.72		341.34	
P75	25.00	12.50	119.2 6	119.9 9	0.73 1	R	16.14		201.79	
P76	25.00	19.26	118.1 2	118.6 6	0.54 3	R	11.85		228.31	
P77	25.00	20.95	116.3 2	117.3 3	1.00 7	R	22.66		474.56	
P78	25.00	12.50	115.2	116	0.75	R	16.76		209.52	

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

			4		7					
P79	25.00	16.55	114.8 4	114.6 6	0.17 6	D		3.74		61.84
P80	25.00	22.61	113.2 8	113.3 3	0.05 2	R	1.11		25.02	
P81	25.00	12.50	111.7 2	112	0.28 1	R	6.03		75.35	
P82	25.00	14.89	109.6 0	110.6 7	1.07 1	R	24.21		360.47	
P83	25.00	25.00	108.2 9	109.3 3	1.04 2	R	23.52		588.01	
P84	2.53	19.07	108.1 4	109.2	1.05 6	R	23.84		454.62	
P85	22.47	12.50	106.7 7	108	1.22 8	R	28.06		350.72	
P86	25.00	18.43	105.2 2	106.6 7	1.45 2	R	33.66		620.31	
P87	25.00	25.00	101.6 5	105.3 4	3.69 3	R	98.02		2450.50	
P88	25.00	25.00	102.1 9	104.0 1	1.81 5	R	43.06		1076.47	
P89	25.00	25.00	100.8 2	102.6 7	1.84 8	R	43.94		1098.47	
P90	25.00	25.00	99.85	101.3 4	1.49 0	R	34.62		865.50	
P91	25.00	25.00	98.43	100.0 1	1.58 0	R	36.92		923.05	
P92	25.00	25.00	97.24	98.69	1.44 9	R	33.58		839.46	
P93	25.00	25.00	96.64	97.4	0.76 1	R	16.84		421.07	
P94	25.00	25.00	95.80	96.14	0.34 0	R	7.31		182.78	
P95	25.00	25.00	93.87	94.92	1.05 5	R	23.82		595.55	
P96	25.00	25.00	93.37	93.72	0.34 8	R	7.49		187.19	
P97	25.00	25.00	92.91	92.56	0.35 3	D		7.54		188.49
P98	25.00	25.00	92.00	91.43	0.57 0	D		12.29		307.21
P99	25.00	25.00	89.48	90.33	0.84 6	R	18.85		471.17	
P100	25.00	25.00	88.09	89.26	1.16 7	R	26.54		663.62	
P101	4.89	25.00	88.45	89.05	0.59 8	R	13.09		327.30	
P102	20.11	14.44	88.52	88.22	0.30 2	D		6.43	0.00	92.87
P103	25.00	12.50	87.15	87.21	0.06 3	R	1.34		16.69	

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P104	25.00	23.06	84.97	86.23	1.26 5	R	28.96		667.80	
P105	25.00	25.00	84.26	85.29	1.02 6	R	23.13		578.25	
P106	25.00	25.00	82.96	84.38	1.42 2	R	32.90		822.57	
P107	25.00	25.00	82.03	83.49	1.46 3	R	33.94		848.47	
P108	25.00	25.00	81.23	82.64	1.40 7	R	32.51		812.85	
P109	25.00	25.00	80.10	81.82	1.72 0	R	40.54		1013.61	
P110	25.00	25.00	79.55	81.03	1.48 2	R	34.41		860.28	
P111	25.00	25.00	79.47	80.28	0.81 2	R	18.05		451.20	
P112	20.75	25.00	78.59	79.67	1.07 9	R	24.41		610.19	
P113	4.25	22.24	78.40	79.55	1.14 7	R	26.07		579.84	
P114	25.00	12.50	77.69	78.86	1.17 1	R	26.65		333.07	
P115	25.00	15.26	76.80	78.19	1.38 5	R	31.97		487.81	
P116	25.00	25.00	75.98	77.56	1.58 1	R	36.95		923.69	
P117	25.00	25.00	75.15	76.96	1.81 1	R	42.95		1073.70	
P118	25.00	25.00	74.27	76.39	2.12 1	R	51.28		1281.95	
P119	25.00	25.00	73.26	75.85	2.59 0	R	64.46		1611.59	
P120	25.00	25.00	72.67	75.34	2.67 1	R	66.80		1669.88	
P121	25.00	25.00	72.30	74.87	2.56 7	R	63.80		1595.00	
P122	25.00	25.00	72.21	74.42	2.21 3	R	53.83		1345.75	
P123	25.00	25.00	71.96	74.01	2.05 5	R	49.49		1237.17	
P124	25.00	25.00	71.85	73.63	1.78 5	R	42.26		1056.41	
P125	25.00	25.00	72.09	73.28	1.19 4	R	27.20		680.00	
P126	25.00	25.00	72.23	72.96	0.72 9	R	16.11		402.77	
P127	25.00	25.00	72.24	72.67	0.42 7	R	9.24		231.07	
P128	25.00	25.00	71.91	72.41	0.50 3	R	10.94		273.51	
P129	25.00	25.00	72.27	72.18	0.08	D		1.83		45.86

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

					7					
P130	25.00	25.00	72.38	71.99	0.38 8	D		8.29		207.25
P131	25.00	25.00	72.32	71.83	0.49 3	D		10.60		265.12
P132	24.73	25.00	71.14	71.69	0.55 3	R	12.07		301.68	
P133	0.27	25.00	71.12	71.69	0.56 8	R	12.41		310.24	
P134	25.00	25.00	70.43	71.59	1.15 5	R	26.26		656.52	
P135	25.00	13.74	70.50	71.52	1.01 6	R	22.89		314.58	
P136	25.00	12.50	70.63	71.48	0.85 4	R	19.04		237.97	
P137	25.00	23.76	70.73	71.48	0.74 7	R	16.53		392.71	
P138	25.00	25.00	70.80	71.5	0.69 6	R	15.35		383.74	
P139	25.00	25.00	71.53	71.54	0.00 5	R	0.11		2.68	
P140	25.00	25.00	71.75	71.57	0.18 2	D		3.86		96.43
P141	25.00	25.00	71.71	71.61	0.10 5	D		2.21		55.35
P142	25.00	25.00	70.29	71.65	1.36 1	R	31.36		783.92	
P143	25.00	25.00	71.71	71.68	0.02 9	D		0.60		15.09
P144	25.00	23.99	71.77	71.72	0.05 1	D		1.08		25.91
P145	25.00	12.50	71.77	71.75	0.01 5	D		0.32		3.97
P146	25.00	13.51	72.10	71.79	0.30 6	D		6.52		88.05
P147	25.00	25.00	72.61	71.83	0.77 6	D		16.89		422.23
P148	25.00	25.00	72.63	71.86	0.76 9	D		16.73		418.34
P149	25.00	25.00	72.56	71.9	0.65 6	D		14.21		355.27
P150	25.00	25.00	72.12	71.94	0.17 7	D		3.75		93.81
P151	25.00	25.00	72.23	71.97	0.26 3	D		5.60		140.02
P152	25.00	25.00	72.46	72.01	0.44 9	D		9.63		240.82
P153	25.00	25.00	72.29	72.05	0.24 3	D		5.17		129.27
P154	25.00	15.96	72.11	72.13	0.02 2	R	0.46		7.32	

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P155	25.00	12.50	72.01	72.28	0.27 4	R	5.86		73.25	
P156	25.00	21.54	72.00	72.5	0.49 8	R	10.82		233.02	
P157	25.00	13.66	72.45	72.77	0.31 6	R	6.79		92.76	
P158	25.00	12.50	72.73	73.11	0.38 1	R	8.22		102.76	
P159	21.20	23.84	72.95	73.44	0.49 0	R	10.64		253.73	
P160	3.80	25.00	72.99	73.51	0.52 0	R	11.32		282.97	
P161	25.00	25.00	74.43	73.97	0.45 7	D		9.81		245.20
P162	25.00	25.00	74.76	74.49	0.27 4	D		5.82		145.51
P163	25.00	25.00	74.77	75.08	0.30 9	R	6.62		165.59	
P164	25.00	25.00	75.29	75.73	0.44 1	R	9.55		238.82	
P165	22.88	25.00	76.32	76.37	0.04 8	R	1.01		25.34	
P166	2.12	25.00	76.28	76.42	0.14 2	R	3.02		75.47	
P167	25.00	22.31	76.77	77.12	0.35 0	R	7.53		168.01	
P168	25.00	12.50	77.71	77.82	0.11 3	R	2.40		29.98	
P169	25.00	15.19	78.09	78.52	0.42 6	R	9.22		140.05	
P170	25.00	25.00	78.94	79.22	0.28 4	R	6.08		152.12	
P171	25.00	25.00	79.56	79.92	0.35 7	R	7.69		192.31	
P172	25.00	25.00	80.29	80.62	0.33 5	R	7.19		179.86	
P173	25.00	25.00	80.85	81.32	0.46 7	R	10.14		253.47	
P174	25.00	25.00	81.52	82.02	0.49 6	R	10.79		269.85	
P175	25.00	25.00	81.85	82.72	0.86 7	R	19.32		483.07	
P176	25.00	25.00	82.37	83.42	1.05 0	R	23.70		592.41	
P177	25.00	25.00	83.15	84.12	0.97 2	R	21.84		545.91	
P178	25.00	25.00	84.49	84.82	0.32 8	R	7.04		176.01	
P179	22.45	25.00	85.45	85.45	0.00 1	R	0.02		0.42	
<b>total</b>									<b>57316.3</b>	<b>38627.2</b>

**Tableau 46:Déblai et Remblai Variante 2**

**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>	4103.2936	4097.4548	+	+
<i>pourcentage alignements droits</i>	<i>%</i>	36.37%	47.29%	-	+
<i>pourcentage courbes</i>	<i>%</i>	63.63%	52.71%	-	+
<i>Nombre de virage en plan</i>	<i>/</i>	9	7	-	+

<i>Déclivité</i>	%	$P_{min}=-2.147$ $P_{max}=-4.933$	$P_{min}=-3.339$ $P_{max}=-5.329$	+	-
<i>COORDINATION TRACE EN PLAN "PROFIL EN LONG</i>		CONFORME	NON CONFORME	+	-
<i>Q déblai</i>	$m^3$	57316.30	70325.75	+	-
<i>Q remblai</i>	$m^3$	38627.28	22111.57	-	+
<i>Estimation</i>	DA	+	-	+	-
<b>Tableau 47: Comparaison entre les deux variantes</b>				5	5

**Nb :** D'après l'estimation du devis on a choisi la variante 1 car c'est moins cher par rapport à la variante 2

**Cubature finale :**

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m <sup>2</sup> )	Surf. D (m <sup>2</sup> )	Surf. Tot (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Cumul Vol. (m <sup>3</sup> )	Surf. G (m <sup>2</sup> )	Surf. D (m <sup>2</sup> )	Surf. Tot (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Cumul Vol. (m <sup>3</sup> )
P1	0,00	7,50	1,64	4,79	6,43	48,19	48,19	0,03	0,05	0,08	0,59	0,59
P2	15,00	15,00	6,90	10,77	17,67	265,01	313,20	0,04	0,04	0,09	1,35	1,93
P3	30,00	15,00	11,28	10,54	21,83	327,39	640,59	0,04	0,04	0,09	1,33	3,27
P4	45,00	15,00	10,27	8,75	19,03	285,39	925,97	0,04	0,05	0,09	1,36	4,63
P5	60,00	15,00	10,49	10,66	21,15	317,31	1243,28	0,04	0,05	0,09	1,42	6,05
P6	75,00	15,00	14,04	18,93	32,97	494,57	1737,84	0,03	0,05	0,08	1,24	7,29
P7	90,00	14,47	16,08	19,87	35,95	520,34	2258,18	0,05	0,05	0,11	1,57	8,86
P8	103,95	16,97	19,75	23,06	42,81	726,67	2984,85	0,07	0,06	0,13	2,13	10,99
P9	123,95	20,00	25,47	19,75	45,22	904,35	3889,19	0,05	0,06	0,11	2,26	13,25
P10	143,95	20,00	28,46	24,99	53,45	1069,07	4958,27	0,05	0,07	0,11	2,26	15,51
P11	163,95	20,00	36,58	18,37	54,95	1098,92	6057,18	0,04	0,08	0,13	2,57	18,08
P12	183,95	20,00	35,12	19,83	54,95	1098,99	7156,17	0,04	0,07	0,11	2,26	20,34
P13	203,95	20,00	30,15	20,55	50,70	1013,91	8170,08	0,04	0,04	0,09	1,76	22,11
P14	223,95	20,00	14,50	19,41	33,91	678,22	8848,30	0,04	0,04	0,09	1,71	23,81
P15	243,95	20,00	11,74	16,96	28,69	573,87	9422,17	0,04	0,05	0,09	1,80	25,61
P16	263,95	20,00	1,21	15,18	16,38	327,69	9749,86	3,59	0,04	3,64	72,72	98,33
P17	283,95	14,51	8,18	13,52	21,70	314,73	10064,59	0,04	0,04	0,09	1,25	99,58
P18	292,96	12,01	6,36	4,57	10,93	131,21	10195,80	0,04	0,93	0,98	11,71	111,29
P19	307,96	15,00	0,23	4,57	4,79	71,91	10267,71	11,97	1,49	13,46	201,83	313,12

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P20	322,96	15,00	0,00	9,49	9,49	142,31	10410,02	30,44	5,20	35,65	534,72	847,84
P21	337,96	15,00	0,89	11,12	12,01	180,15	10590,17	9,37	0,03	9,40	141,05	988,89
P22	352,96	15,00	6,66	7,22	13,87	208,12	10798,29	0,04	0,09	0,13	1,96	990,85
P23	367,96	15,00	15,12	9,77	24,89	373,32	11171,61	0,05	0,04	0,09	1,32	992,17
P24	382,96	14,47	21,61	8,57	30,18	436,82	11608,42	0,04	0,10	0,14	2,06	994,23
P25	396,91	19,47	17,40	14,12	31,51	613,70	12222,12	0,05	0,04	0,09	1,75	995,98
P26	421,91	25,00	8,51	7,24	15,76	393,93	12616,05	0,05	0,05	0,09	2,27	998,25
P27	446,91	25,00	2,44	0,78	3,23	80,63	12696,68	0,05	0,13	0,18	4,57	1002,82
P28	471,91	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	10,03	5,58	15,61	390,31	1393,13
P29	496,91	18,17	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	11,02	10,28	21,30	387,07	1780,21
P30	508,24	13,17	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	12,08	12,34	24,41	321,48	2101,68
P31	523,24	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	15,42	15,04	30,46	456,85	2558,53
P32	538,24	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	18,88	18,03	36,91	553,71	3112,24
P33	553,24	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	23,52	24,14	47,66	714,89	3827,12
P34	568,24	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	30,13	32,22	62,34	935,17	4762,30
P35	583,24	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	43,60	44,53	88,13	1321,91	6084,21
P36	598,24	14,47	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	62,06	62,43	124,49	1801,83	7886,04
P37	612,19	16,97	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	76,45	74,17	150,62	2556,57	10442,61
P38	632,19	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	79,40	79,48	158,88	3177,63	13620,24
P39	652,19	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	71,54	74,61	146,15	2922,99	16543,23
P40	672,19	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	280,3	60,25	340,54	6810,76	23353,99
P41	692,19	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	21,46	32,64	54,10	1082,06	24436,05
P42	712,19	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12696,68	13,36	12,85	26,21	524,23	24960,29
P43	732,19	20,00	0,00	0,91	0,91	18,28	12714,97	3,09	0,40	3,49	69,70	25029,99
P44	752,19	20,00	0,00	11,00	11,00	219,98	12934,95	2,69	0,06	2,75	55,02	25085,01
P45	772,19	20,00	0,54	8,43	8,97	179,36	13114,31	1,64	0,05	1,69	33,79	25118,81
P46	792,19	20,00	0,07	4,64	4,71	94,24	13208,55	2,36	0,04	2,40	48,05	25166,85
P47	812,19	20,00	6,52	8,64	15,16	303,14	13511,69	0,05	0,04	0,10	1,95	25168,80
P48	832,19	18,31	22,12	18,85	40,97	750,17	14261,86	0,05	0,04	0,10	1,75	25170,55
P49	848,81	15,81	34,75	27,31	62,06	981,04	15242,90	0,05	0,04	0,09	1,38	25171,93
P50	863,81	15,00	44,91	33,86	78,78	1181,64	16424,54	0,05	0,04	0,09	1,31	25173,24
P51	878,81	15,00	35,86	25,49	61,35	920,26	17344,79	0,06	0,04	0,10	1,49	25174,72
P52	893,81	15,00	13,31	1,58	14,90	223,44	17568,23	0,10	0,91	1,02	15,25	25189,97
P53	908,81	15,00	22,28	0,51	22,78	341,74	17909,98	0,33	1,24	1,57	23,49	25213,46
P54	923,81	15,00	27,52	0,04	27,56	413,37	18323,35	1,08	1,48	2,56	38,41	25251,87
P55	938,81	14,47	29,52	0,00	29,52	427,24	18750,59	0,08	2,80	2,89	41,78	25293,65
P56	952,76	19,47	20,59	0,00	20,59	400,97	19151,56	1,54	4,92	6,46	125,83	25419,48
P57	977,76	25,00	9,80	0,00	9,80	245,06	19396,62	6,20	8,79	14,99	374,74	25794,22
P58	1002,76	25,00	4,35	0,00	4,35	108,68	19505,31	7,50	11,58	19,07	476,86	26271,07
P59	1027,76	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19505,31	11,86	11,11	22,96	574,08	26845,16
P60	1052,76	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19505,31	8,84	9,51	18,35	458,69	27303,85
P61	1077,76	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19505,31	5,40	5,65	11,05	276,31	27580,16
P62	1102,76	25,00	0,48	0,00	0,48	12,07	19517,37	0,59	3,02	3,61	90,23	27670,39
P63	1127,76	13,59	7,43	2,33	9,76	132,65	19650,03	0,05	0,70	0,76	10,27	27680,66
P64	1129,95	8,59	8,24	2,67	10,91	93,76	19743,78	0,05	0,63	0,69	5,92	27686,58
P65	1144,95	15,00	13,58	4,90	18,49	277,30	20021,09	0,05	0,27	0,33	4,88	27691,47
P66	1159,95	15,00	19,82	6,84	26,66	399,96	20421,05	0,05	0,09	0,15	2,19	27693,65
P67	1174,95	15,00	19,22	10,29	29,51	442,67	20863,71	0,05	0,05	0,10	1,52	27695,18
P68	1189,95	15,00	20,31	14,74	35,05	525,78	21389,49	0,08	0,04	0,12	1,79	27696,97
P69	1204,95	15,00	21,31	19,27	40,58	608,74	21998,23	0,08	0,04	0,12	1,79	27698,76
P70	1219,95	14,47	22,13	23,29	45,42	657,39	22655,62	0,08	0,04	0,12	1,73	27700,49
P71	1233,89	16,97	22,61	26,60	49,21	835,36	23490,97	0,08	0,04	0,12	2,02	27702,51
P72	1253,89	13,76	23,81	30,28	54,10	744,42	24235,40	0,08	0,04	0,12	1,64	27704,15
P73	1261,42	11,26	24,25	31,84	56,09	631,59	24866,99	0,07	0,04	0,12	1,33	27705,48

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P74	1276,42	15,00	25,96	33,54	59,50	892,54	25759,52	0,05	0,04	0,09	1,32	27706,80
P75	1291,42	15,00	29,66	31,03	60,70	910,44	26669,97	0,05	0,04	0,10	1,45	27708,26
P76	1306,42	15,00	29,67	27,02	56,69	850,31	27520,28	0,05	0,04	0,10	1,45	27709,71
P77	1321,42	15,00	28,64	22,41	51,05	765,70	28285,98	0,05	0,05	0,09	1,36	27711,07
P78	1336,42	15,00	22,88	19,69	42,58	638,63	28924,61	0,04	0,05	0,09	1,34	27712,41
P79	1351,42	14,47	22,13	17,90	40,04	579,47	29504,08	0,05	0,04	0,09	1,31	27713,72
P80	1365,36	13,07	21,80	13,86	35,66	466,19	29970,27	0,05	0,04	0,09	1,18	27714,90
P81	1377,56	13,60	19,50	8,87	28,37	385,83	30356,10	0,05	0,04	0,09	1,23	27716,13
P82	1392,56	15,00	16,19	9,28	25,48	382,17	30738,27	0,04	0,04	0,09	1,29	27717,42
P83	1407,56	15,00	17,88	13,43	31,32	469,73	31208,00	0,04	0,05	0,09	1,32	27718,75
P84	1422,56	15,00	18,02	4,39	22,42	336,27	31544,27	0,04	3,89	3,93	58,97	27777,72
P85	1437,56	15,00	18,79	13,92	32,71	490,66	32034,93	0,04	0,04	0,08	1,23	27778,95
P86	1452,56	15,00	18,12	16,74	34,85	522,80	32557,73	0,04	0,04	0,09	1,31	27780,26
P87	1467,56	14,47	13,79	15,82	29,61	428,61	32986,34	0,04	0,05	0,08	1,21	27781,47
P88	1481,51	16,97	10,28	11,94	22,22	377,21	33363,54	0,04	0,05	0,09	1,47	27782,94
P89	1501,51	20,00	12,61	8,91	21,52	430,31	33793,86	0,04	0,05	0,09	1,83	27784,77
P90	1521,51	20,00	10,85	8,55	19,39	387,88	34181,74	0,04	0,05	0,09	1,83	27786,59
P91	1541,51	20,00	8,22	7,11	15,33	306,62	34488,36	0,04	0,05	0,09	1,77	27788,36
P92	1561,51	20,00	8,96	5,45	14,41	288,24	34776,60	0,04	0,05	0,10	1,90	27790,26
P93	1581,51	20,00	6,33	10,37	16,70	334,05	35110,64	0,04	0,05	0,10	1,90	27792,16
P94	1601,51	18,90	6,05	14,15	20,19	381,67	35492,31	0,04	0,05	0,10	1,80	27793,96
P95	1619,31	16,40	8,65	18,91	27,56	451,91	35944,22	0,04	0,05	0,10	1,59	27795,55
P96	1634,31	15,00	7,76	26,83	34,59	518,87	36463,09	0,04	0,05	0,10	1,46	27797,01
P97	1649,31	15,00	7,31	28,51	35,82	537,31	37000,40	0,04	0,05	0,09	1,36	27798,37
P98	1664,31	15,00	7,69	23,93	31,62	474,37	37474,78	0,04	0,05	0,09	1,40	27799,77
P99	1679,31	15,00	3,97	18,68	22,64	339,66	37814,43	0,11	0,07	0,18	2,74	27802,50
P10 0	1694,31	15,00	2,90	19,93	22,84	342,53	38156,97	0,36	0,05	0,41	6,15	27808,65
P10 1	1709,31	14,47	0,92	20,08	20,99	303,87	38460,84	0,45	0,05	0,50	7,26	27815,91
P10 2	1723,26	8,57	0,17	19,49	19,66	168,50	38629,34	0,50	0,05	0,55	4,71	27820,61
P10 3	1726,45	11,60	0,09	22,13	22,22	257,65	38886,99	4,84	0,05	4,89	56,66	27877,27
P10 4	1746,45	20,00	0,00	16,78	16,78	335,61	39222,60	4,99	0,23	5,22	104,47	27981,75
P10 5	1766,45	16,66	3,47	17,57	21,04	350,64	39573,24	0,25	0,05	0,30	4,98	27986,72
P10 6	1779,78	14,40	2,32	15,72	18,04	259,79	39833,03	0,96	0,05	1,01	14,48	28001,20
P10 7	1795,25	15,24	3,80	11,05	14,85	226,27	40059,30	0,07	0,05	0,12	1,75	28002,96
P10 8	1810,25	15,00	1,93	8,38	10,31	154,65	40213,95	0,05	0,05	0,10	1,49	28004,45
P10 9	1825,25	15,00	0,28	5,75	6,04	90,56	40304,52	1,18	0,05	1,23	18,45	28022,91
P11 0	1840,25	15,00	0,00	2,53	2,53	37,97	40342,48	5,58	1,13	6,72	100,77	28123,68
P11 1	1855,25	15,00	0,00	0,36	0,36	5,44	40347,92	7,05	4,04	11,09	166,31	28289,99
P11 2	1870,25	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	7,72	7,56	15,29	229,29	28519,28
P11 3	1885,25	14,47	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	9,20	11,12	20,32	294,15	28813,43
P11 4	1899,20	16,97	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	7,92	10,36	18,27	310,17	29123,60
P11 5	1919,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	35,94	7,73	43,67	873,46	29997,06

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P11 6	1939,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	46,67	21,14	67,80	1356,07	31353,13
P11 7	1959,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	30,54	26,80	57,35	1146,93	32500,06
P11 8	1979,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	25,26	22,98	48,24	964,84	33464,90
P11 9	1999,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	11,72	22,54	34,26	685,19	34150,09
P12 0	2019,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	16,54	24,88	41,41	828,27	34978,35
P12 1	2039,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	18,45	27,12	45,57	911,44	35889,79
P12 2	2059,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	17,80	25,80	43,60	871,96	36761,75
P12 3	2079,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	16,39	19,95	36,34	726,73	37488,48
P12 4	2099,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	6,69	7,29	13,98	279,60	37768,08
P12 5	2119,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	9,03	5,58	14,61	292,13	38060,21
P12 6	2139,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	14,78	21,93	36,71	734,22	38794,43
P12 7	2159,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40347,92	6,89	14,08	20,97	419,45	39213,88
P12 8	2179,20	20,00	0,75	0,00	0,75	15,06	40362,99	0,67	7,06	7,73	154,58	39368,46
P12 9	2199,20	15,89	7,25	1,11	8,36	132,87	40495,86	0,04	2,87	2,92	46,35	39414,81
P13 0	2210,99	13,39	10,91	2,75	13,65	182,89	40678,75	0,04	1,79	1,83	24,54	39439,35
P13 1	2225,99	15,00	1,03	0,00	1,03	15,38	40694,13	2,76	25,59	28,35	425,25	39864,61
P13 2	2240,99	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40694,13	7,74	22,72	30,45	456,79	40321,40
P13 3	2255,99	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40694,13	16,15	20,47	36,62	549,37	40870,77
P13 4	2270,99	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40694,13	3,51	0,94	4,45	66,77	40937,54
P13 5	2285,99	15,00	9,50	3,86	13,36	200,47	40894,61	0,05	0,07	0,12	1,75	40939,28
P13 6	2300,99	14,47	7,70	1,29	8,99	130,08	41024,69	0,05	0,40	0,45	6,47	40945,75
P13 7	2314,94	19,47	6,45	0,60	7,06	137,41	41162,10	0,05	0,66	0,71	13,76	40959,51
P13 8	2339,94	25,00	0,94	0,00	0,94	23,39	41185,48	3,13	12,29	15,41	385,27	41344,77
P13 9	2364,94	25,00	2,00	0,00	2,00	49,90	41235,38	0,92	12,33	13,25	331,20	41675,97
P14 0	2389,94	25,00	0,11	0,00	0,11	2,84	41238,22	3,25	11,61	14,86	371,45	42047,42
P14 1	2414,94	25,00	0,04	0,00	0,04	0,97	41239,20	3,35	10,51	13,86	346,51	42393,94
P14 2	2439,94	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41239,20	3,50	7,96	11,46	286,57	42680,51
P14 3	2464,94	17,66	0,00	0,00	0,00	0,00	41239,20	5,77	7,32	13,09	231,18	42911,68
P14 4	2475,25	12,66	0,00	0,00	0,00	0,00	41239,20	4,22	6,41	10,63	134,57	43046,25
P14 5	2490,25	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41239,20	2,78	5,94	8,73	130,88	43177,13
P14 6	2505,25	15,00	0,29	0,00	0,29	4,31	41243,51	0,38	2,26	2,64	39,59	43216,72

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P14 7	2520,25	15,00	5,83	2,47	8,31	124,58	41368,08	0,05	0,36	0,41	6,08	43222,80
P14 8	2535,25	15,00	4,13	0,00	4,13	61,99	41430,07	0,05	2,39	2,44	36,55	43259,35
P14 9	2550,25	15,00	1,34	0,00	1,34	20,07	41450,14	0,22	4,57	4,79	71,83	43331,18
P15 0	2565,25	14,47	2,11	0,00	2,11	30,51	41480,65	0,18	12,84	13,02	188,41	43519,59
P15 1	2579,20	16,97	1,48	0,00	1,48	25,20	41505,85	0,47	14,86	15,33	260,22	43779,81
P15 2	2599,20	20,00	0,50	0,00	0,50	10,05	41515,90	1,76	16,39	18,15	363,02	44142,82
P15 3	2619,20	20,00	0,01	0,00	0,01	0,22	41516,12	3,53	16,06	19,58	391,67	44534,49
P15 4	2639,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,12	6,36	14,69	21,05	420,94	44955,43
P15 5	2659,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,12	10,42	13,03	23,45	469,04	45424,48
P15 6	2679,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,12	15,43	15,45	30,88	617,53	46042,01
P15 7	2699,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,12	21,05	17,86	38,91	778,22	46820,23
P15 8	2719,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,12	24,57	19,67	44,24	884,79	47705,02
P15 9	2739,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,12	17,58	21,00	38,58	771,67	48476,68
P16 0	2759,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,12	12,83	17,85	30,68	613,54	49090,22
P16 1	2779,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,12	11,72	17,72	29,44	588,84	49679,06
P16 2	2799,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,12	7,48	14,03	21,51	430,16	50109,22
P16 3	2819,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,01	41516,13	4,52	11,02	15,54	310,73	50419,95
P16 4	2839,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,13	3,61	6,65	10,27	205,35	50625,30
P16 5	2859,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,13	13,11	4,46	17,58	351,53	50976,83
P16 6	2879,20	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41516,13	5,21	6,94	12,15	243,01	51219,83
P16 7	2899,20	20,00	0,01	0,29	0,30	6,05	41522,18	0,41	0,31	0,72	14,32	51234,15
P16 8	2919,20	20,00	0,44	0,00	0,44	8,88	41531,06	0,34	12,00	12,34	246,80	51480,95
P16 9	2939,20	20,00	6,03	1,47	7,50	150,02	41681,08	0,04	0,51	0,55	10,99	51491,93
P17 0	2959,20	20,00	6,62	2,30	8,92	178,32	41859,40	0,04	0,22	0,26	5,19	51497,12
P17 1	2979,20	11,05	9,21	3,31	12,52	138,32	41997,73	0,04	0,39	0,43	4,79	51501,91
P17 2	2981,30	8,55	9,56	3,39	12,95	110,75	42108,48	0,04	0,15	0,20	1,68	51503,59
P17 3	2996,30	15,00	9,25	1,84	11,09	166,36	42274,83	0,04	2,65	2,70	40,47	51544,06
P17 4	3011,30	15,00	8,43	1,07	9,51	142,58	42417,41	0,04	8,49	8,54	128,03	51672,08
P17 5	3026,30	15,00	7,45	0,60	8,06	120,83	42538,24	0,04	14,06	14,10	211,55	51883,64
P17 6	3041,30	15,00	7,22	0,28	7,50	112,49	42650,73	0,04	13,67	13,72	205,76	52089,40
P17 7	3056,30	15,00	7,19	0,13	7,31	109,72	42760,45	0,04	13,13	13,18	197,63	52287,03

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P17 8	3071,30	14,47	5,85	0,00	5,85	84,72	42845,17	0,25	12,82	13,07	189,22	52476,25
P17 9	3085,25	19,47	6,36	0,00	6,36	123,94	42969,11	0,04	10,74	10,78	209,93	52686,18
P18 0	3110,25	25,00	5,07	0,00	5,07	126,83	43095,94	0,37	10,68	11,04	276,04	52962,23
P18 1	3135,25	25,00	3,54	0,00	3,54	88,38	43184,32	0,05	9,99	10,04	250,96	53213,19
P18 2	3160,25	25,00	5,13	0,03	5,15	128,83	43313,14	0,04	0,44	0,48	11,98	53225,18
P18 3	3185,25	25,00	4,14	1,91	6,05	151,27	43464,41	0,04	0,01	0,05	1,36	53226,53
P18 4	3210,25	25,00	5,26	1,88	7,14	178,49	43642,90	0,05	0,01	0,06	1,45	53227,98
P18 5	3235,25	25,00	5,50	0,71	6,20	155,10	43798,00	0,05	6,18	6,22	155,53	53383,52
P18 6	3260,25	25,00	5,31	1,92	7,23	180,63	43978,63	0,05	0,10	0,14	3,53	53387,04
P18 7	3285,25	20,31	4,56	2,59	7,15	145,21	44123,84	0,04	0,07	0,11	2,33	53389,37
P18 8	3300,87	15,31	4,01	2,35	6,36	97,38	44221,22	0,05	0,06	0,11	1,67	53391,04
P18 9	3315,87	15,00	2,80	1,91	4,71	70,71	44291,94	0,05	0,07	0,11	1,72	53392,76
P19 0	3330,87	15,00	3,59	2,27	5,86	87,86	44379,80	0,05	0,07	0,11	1,71	53394,46
P19 1	3345,87	15,00	2,61	4,74	7,35	110,21	44490,00	0,06	0,05	0,10	1,51	53395,98
P19 2	3360,87	15,00	2,02	5,09	7,11	106,63	44596,63	0,00	0,05	0,05	0,71	53396,68
P19 3	3375,87	15,00	1,49	5,75	7,24	108,56	44705,20	0,05	0,05	0,09	1,36	53398,04
P19 4	3390,87	14,47	1,07	6,30	7,37	106,73	44811,92	0,34	0,05	0,39	5,59	53403,63
P19 5	3404,82	14,39	1,32	7,15	8,47	121,87	44933,80	0,28	0,05	0,33	4,75	53408,38
P19 6	3419,66	14,92	1,56	7,06	8,63	128,71	45062,50	0,04	0,04	0,09	1,27	53409,65
P19 7	3434,66	15,00	0,54	2,08	2,62	39,33	45101,84	1,93	0,07	2,00	29,94	53439,59
P19 8	3449,66	15,00	2,14	3,33	5,47	82,04	45183,88	0,05	0,06	0,11	1,68	53441,26
P19 9	3464,66	15,00	0,06	4,13	4,20	62,98	45246,86	0,79	0,04	0,84	12,56	53453,82
P20 0	3479,66	15,00	0,00	1,83	1,83	27,51	45274,37	2,99	0,74	3,73	55,94	53509,76
P20 1	3494,66	15,00	0,00	0,18	0,18	2,73	45277,10	3,06	0,51	3,57	53,54	53563,29
P20 2	3509,66	14,47	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	2,54	2,70	5,24	75,88	53639,17
P20 3	3523,60	8,35	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	2,60	5,19	7,79	65,07	53704,24
P20 4	3526,36	8,88	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	2,79	5,71	8,50	75,48	53779,72
P20 5	3541,36	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	4,23	9,39	13,62	204,33	53984,05
P20 6	3556,36	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	6,32	13,38	19,70	295,54	54279,59
P20 7	3571,36	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	11,71	13,83	25,54	383,10	54662,69
P20 8	3586,36	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	13,95	13,98	27,93	418,97	55081,67

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P20 9	3601,36	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	12,32	13,00	25,32	379,80	55461,47
P21 0	3616,36	14,47	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	11,09	12,56	23,65	342,27	55803,73
P21 1	3630,31	16,97	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	10,96	13,05	24,01	407,53	56211,26
P21 2	3650,31	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	11,31	13,72	25,02	500,43	56711,70
P21 3	3670,31	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45277,10	11,64	14,91	26,55	531,09	57242,79
P21 4	3690,31	20,00	0,68	0,00	0,68	13,50	45290,61	4,55	4,81	9,37	187,33	57430,12
P21 5	3710,31	20,00	0,59	0,00	0,59	11,73	45302,33	3,37	3,47	6,84	136,81	57566,93
P21 6	3730,31	19,19	0,04	0,80	0,84	16,11	45318,45	2,66	4,53	7,20	138,08	57705,01
P21 7	3748,68	16,69	0,00	1,45	1,45	24,21	45342,66	3,41	3,00	6,41	106,93	57811,94
P21 8	3763,68	15,00	0,00	3,81	3,81	57,09	45399,75	3,41	1,78	5,20	77,96	57889,89
P21 9	3778,68	15,00	0,01	6,53	6,54	98,13	45497,88	3,68	0,96	4,65	69,69	57959,59
P22 0	3793,68	15,00	0,07	7,82	7,89	118,37	45616,24	1,63	0,04	1,68	25,17	57984,76
P22 1	3808,68	15,00	1,70	6,99	8,69	130,28	45746,52	0,10	0,04	0,15	2,24	57987,01
P22 2	3823,68	15,00	0,42	4,85	5,27	79,06	45825,58	2,35	0,57	2,91	43,71	58030,72
P22 3	3838,68	14,47	1,90	4,02	5,92	85,68	45911,26	0,06	0,12	0,18	2,60	58033,32
P22 4	3852,63	19,47	4,54	4,62	9,16	178,37	46089,63	0,04	0,05	0,09	1,76	58035,08
P22 5	3877,63	25,00	1,29	1,99	3,28	81,97	46171,60	0,24	0,46	0,69	17,37	58052,45
P22 6	3902,63	25,00	1,75	0,14	1,89	47,24	46218,84	0,45	1,51	1,96	48,96	58101,40
P22 7	3927,63	25,00	2,47	1,65	4,11	102,78	46321,62	0,05	0,07	0,12	2,92	58104,33
P22 8	3952,63	25,00	2,20	0,00	2,20	55,06	46376,68	0,06	2,12	2,18	54,41	58158,74
P22 9	3977,63	25,00	1,17	0,00	1,17	29,26	46405,94	0,07	1,05	1,12	28,01	58186,75
P23 0	4002,63	25,00	0,37	0,38	0,75	18,71	46424,65	0,18	0,14	0,32	8,05	58194,80
P23 1	4027,63	25,00	0,01	0,00	0,01	0,28	46424,93	3,25	3,48	6,72	168,10	58362,90
P23 2	4052,63	25,00	0,00	0,12	0,12	3,11	46428,04	2,12	1,20	3,32	82,94	58445,83
P23 3	4077,63	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46428,04	3,57	6,25	9,83	245,72	58691,55
P23 4	4102,63	15,26	3,90	0,18	4,07	62,16	46490,20	0,04	0,09	0,13	1,99	58693,54
P23 5	4108,15	2,76	3,08	2,06	5,13	14,16	46504,36	0,05	0,16	0,21	0,58	58694,12

**Tableau 48: Cubature finale.**

**Volume cumulé Déblais : 46504,36 m<sup>3</sup>**

**Volume cumulé Remblais : 58694,12 m<sup>3</sup>**

**Volume cumulé du Décapage : 99826,64 m<sup>3</sup>**

# 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 a 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.

L'implantation est donc une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet. Les implantations sont calculées au préalable à partir des éléments graphiques (mesures sur le plan).

❖ Plan de piquetage des axes des voies :

C'est le plan où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

## **2. Implantation planimétrique des sommets des alignements**

### **A-Par rayonnement :**

On pose un point connu avec un théodolite et après avoir fait une orientation sur un point pris comme référence (affichage du gisement), on affiche le gisement du point à implanter et on reporte ensuite sur cette direction la distance correspondante jusqu'à matérialiser le point.

### **B-Par intersection :**

On stationne simultanément en deux points connus et de chacun et après orientation on affiche les angles et on matérialise l'intersection.

### **C-Par coordonnées polaires :**

Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

## **3. Implantation de courbes**

### **a. Raccordement circulaire :**

Pour implanter un raccordement circulaire, il faut implanter au préalable les alignements droits adjacents et leur intersection.

La valeur du rayon  $R$  est une donnée, l'angle au centre  $\beta$  est calculé.

Après l'implantation des alignements, on implante les points de tangences  $T$ ,  $T'$  et le sommet  $M$  de la courbe à partir du sommet  $S$ .

Plusieurs méthodes d'implantation peuvent être utilisées pour l'implantation de la partie circulaire.

### **Méthode d'implantation :**

- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente ;

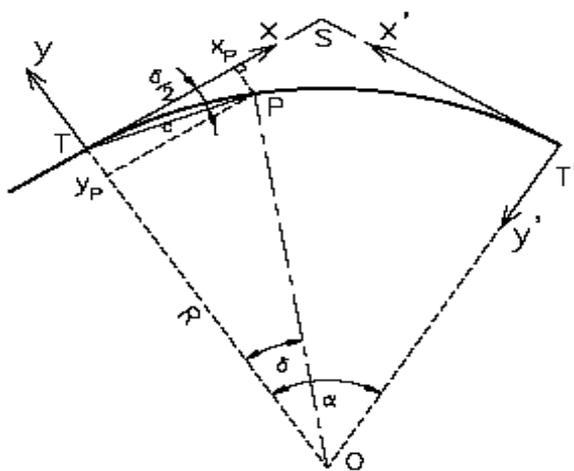


Figure 17: implantation sur la tangente.

- Par abscisses et ordonnées sur la corde ;  
 Origine : point de tangence  
 Origine : milieu de la corde
- Par coordonnées polaires.

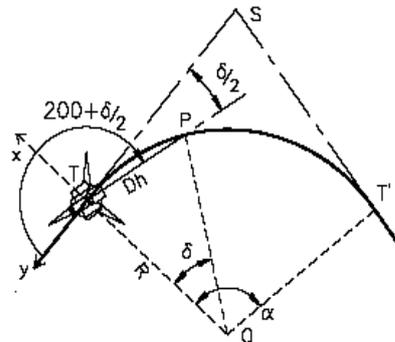


Figure 13: coordonnées polaires

**b. Raccordement progressif :**

Le piquetage peut être réalisé soit par coordonnées rectangulaires à partir des tangentes, soit par la méthode des cordes et angles. Ce sont surtout les appareils de mesure dont on dispose qui fixeront le choix du procédé. Tandis que le piquetage par les coordonnées rectangulaires peut se faire à l'aide d'u jalon, d'un ruban métrique et d'une équerre optique, un théodolite est nécessaire pour appliquer la méthode des cordes et angles.

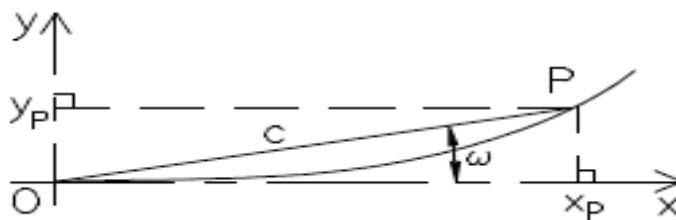


Figure 19: méthode d'implantation

- Piquetage par coordonnées rectangulaires

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

- Piquetage par coordonnées Polaires

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \quad w_{\text{radians}} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6}$$

Profil n°	Abscisse	Point d'axe		Altitude	
		X	Y	TN	Projet
P1	0,00	244131,78	3971461,85	182,56	182,56
P2	15,00	244120,62	3971451,83	182,65	182,15
P3	30,00	244109,51	3971441,76	182,59	181,75
P4	45,00	244098,49	3971431,58	181,98	181,34
P5	60,00	244087,62	3971421,24	181,63	180,94
P6	75,00	244076,95	3971410,70	181,43	180,54
P7	90,00	244066,54	3971399,90	181,29	180,13
P8	103,95	244057,14	3971389,59	181,06	179,76
P9	123,95	244044,22	3971374,33	180,64	179,22
P10	143,95	244031,99	3971358,51	180,16	178,68
P11	163,95	244020,47	3971342,16	179,74	178,14
P12	183,95	244009,70	3971325,31	179,62	177,60
P13	203,95	243999,68	3971308,00	179,04	177,06
P14	223,95	243990,44	3971290,27	178,07	176,52
P15	243,95	243982,00	3971272,14	177,22	175,98
P16	263,95	243974,37	3971253,65	176,06	175,44
P17	283,95	243967,57	3971234,84	175,55	174,90
P18	292,96	243964,78	3971226,27	175,04	174,66
P19	307,96	243960,51	3971211,90	174,43	174,25
P20	322,96	243956,65	3971197,40	170,78	173,83
P21	337,96	243953,14	3971182,82	174,07	173,41
P22	352,96	243949,90	3971168,17	173,67	172,99
P23	367,96	243946,86	3971153,48	173,15	172,56
P24	382,96	243943,97	3971138,77	173,22	172,12
P25	396,91	243941,34	3971125,07	172,84	171,72
P26	421,91	243936,64	3971100,51	171,38	170,98
P27	446,91	243931,94	3971075,96	170,19	170,22
P28	471,91	243927,23	3971051,41	168,66	169,46
P29	496,91	243922,53	3971026,85	167,48	168,68
P30	508,24	243920,40	3971015,72	166,96	168,32
P31	523,24	243917,57	3971000,99	166,27	167,85
P32	538,24	243914,67	3970986,27	165,58	167,37
P33	553,24	243911,62	3970971,58	164,64	166,88
P34	568,24	243908,37	3970956,94	163,67	166,39
P35	583,24	243904,83	3970942,36	162,34	165,90
P36	598,24	243900,94	3970927,88	160,75	165,40
P37	612,19	243896,96	3970914,51	159,48	164,93
P38	632,19	243890,53	3970895,57	158,43	164,26
P39	652,19	243883,28	3970876,94	158,16	163,57
P40	672,19	243875,20	3970858,64	158,88	162,88
P41	692,19	243866,32	3970840,72	159,79	162,18
P42	712,19	243856,65	3970823,22	160,31	161,47
P43	732,19	243846,21	3970806,16	160,54	160,75
P44	752,19	243835,03	3970789,58	159,75	160,02
P45	772,19	243823,12	3970773,52	159,39	159,29
P46	792,19	243810,50	3970758,00	158,44	158,55

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P47	812,19	243797,21	3970743,05	158,46	157,80
P48	832,19	243783,27	3970728,71	158,71	157,04
P49	848,81	243771,22	3970717,28	158,77	156,41
P50	863,81	243759,98	3970707,34	158,74	155,83
P51	878,81	243748,47	3970697,73	157,83	155,25
P52	893,81	243736,74	3970688,38	154,34	154,66
P53	908,81	243724,83	3970679,27	153,47	154,07
P54	923,81	243712,79	3970670,32	152,50	153,47
P55	938,81	243700,67	3970661,48	152,54	152,87
P56	952,76	243689,36	3970653,32	151,31	152,31
P57	977,76	243669,08	3970638,69	150,26	151,29
P58	1002,76	243648,81	3970624,07	149,03	150,26
P59	1027,76	243628,53	3970609,44	148,02	149,21
P60	1052,76	243608,25	3970594,82	147,15	148,16
P61	1077,76	243587,98	3970580,20	146,48	147,09
P62	1102,76	243567,70	3970565,57	145,77	146,01
P63	1127,76	243547,42	3970550,95	145,24	144,92
P64	1129,95	243545,65	3970549,67	145,20	144,82
P65	1144,95	243533,48	3970540,90	144,88	144,16
P66	1159,95	243521,26	3970532,20	144,57	143,49
P67	1174,95	243508,96	3970523,61	144,16	142,82
P68	1189,95	243496,54	3970515,20	143,69	142,14
P69	1204,95	243483,96	3970507,03	143,22	141,46
P70	1219,95	243471,19	3970499,17	142,48	140,77
P71	1233,89	243459,11	3970492,19	141,78	140,13
P72	1253,89	243441,44	3970482,83	140,94	139,21
P73	1261,42	243434,69	3970479,51	140,63	138,86
P74	1276,42	243421,07	3970473,22	140,11	138,15
P75	1291,42	243407,28	3970467,33	139,38	137,45
P76	1306,42	243393,35	3970461,77	138,60	136,73
P77	1321,42	243379,32	3970456,47	137,56	136,02
P78	1336,42	243365,21	3970451,36	136,65	135,30
P79	1351,42	243351,06	3970446,39	135,87	134,57
P80	1365,36	243337,88	3970441,83	135,15	133,90
P81	1377,56	243326,35	3970437,85	134,01	133,30
P82	1392,56	243312,17	3970432,94	133,39	132,56
P83	1407,56	243298,02	3970427,96	133,02	131,82
P84	1422,56	243283,92	3970422,84	132,47	131,07
P85	1437,56	243269,90	3970417,53	131,67	130,33
P86	1452,56	243255,98	3970411,94	130,90	129,58
P87	1467,56	243242,19	3970406,02	129,85	128,84
P88	1481,51	243229,54	3970400,16	129,20	128,15
P89	1501,51	243211,71	3970391,10	128,10	127,15
P90	1521,51	243194,30	3970381,25	126,92	126,16
P91	1541,51	243177,35	3970370,64	125,73	125,16
P92	1561,51	243160,89	3970359,29	124,57	124,17
P93	1581,51	243144,95	3970347,22	123,36	123,18
P94	1601,51	243129,56	3970334,45	122,69	122,18
P95	1619,31	243116,35	3970322,52	121,92	121,30

*ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE MESRA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE.*

P96	1634,31	243105,58	3970312,07	120,88	120,55
P97	1649,31	243095,12	3970301,32	120,88	119,81
P98	1664,31	243084,91	3970290,33	120,04	119,06
P99	1679,31	243074,92	3970279,15	118,07	118,32
P100	1694,31	243065,08	3970267,83	117,41	117,57
P101	1709,31	243055,35	3970256,41	116,75	116,83
P102	1723,26	243046,35	3970245,76	116,13	116,14
P103	1726,45	243044,29	3970243,32	115,92	115,98
P104	1746,45	243031,05	3970228,32	114,70	114,98
P105	1766,45	243017,17	3970213,93	114,67	113,99
P106	1779,78	243007,56	3970204,69	113,84	113,33
P107	1795,25	242996,25	3970194,13	112,90	112,56
P108	1810,25	242985,30	3970183,88	111,98	111,81
P109	1825,25	242974,40	3970173,58	111,07	111,07
P110	1840,25	242963,59	3970163,17	109,64	110,32
P111	1855,25	242952,94	3970152,61	108,64	109,58
P112	1870,25	242942,49	3970141,85	107,79	108,83
P113	1885,25	242932,31	3970130,84	106,91	108,09
P114	1899,20	242923,13	3970120,34	106,40	107,39
P115	1919,20	242910,53	3970104,81	105,21	106,40
P116	1939,20	242898,63	3970088,74	102,25	105,41
P117	1959,20	242887,45	3970072,15	102,22	104,41
P118	1979,20	242877,03	3970055,09	101,38	103,42
P119	1999,20	242867,37	3970037,57	100,73	102,43
P120	2019,20	242858,50	3970019,65	99,43	101,43
P121	2039,20	242850,44	3970001,35	98,34	100,44
P122	2059,20	242843,20	3969982,71	97,38	99,45
P123	2079,20	242836,79	3969963,76	96,55	98,45
P124	2099,20	242831,23	3969944,55	96,76	97,46
P125	2119,20	242826,53	3969925,12	95,66	96,46
P126	2139,20	242822,70	3969905,49	93,84	95,47
P127	2159,20	242819,74	3969885,71	93,45	94,48
P128	2179,20	242817,67	3969865,82	93,06	93,48
P129	2199,20	242816,48	3969845,86	92,71	92,49
P130	2210,99	242816,20	3969834,07	92,54	91,90
P131	2225,99	242816,27	3969819,07	90,02	91,16
P132	2240,99	242816,77	3969804,08	89,27	90,41
P133	2255,99	242817,62	3969789,10	87,87	89,68
P134	2270,99	242818,76	3969774,15	88,68	88,95
P135	2285,99	242820,11	3969759,21	88,60	88,25
P136	2300,99	242821,60	3969744,28	87,77	87,56
P137	2314,94	242823,04	3969730,41	87,00	86,93
P138	2339,94	242825,65	3969705,55	84,89	85,83
P139	2364,94	242828,26	3969680,68	84,00	84,78
P140	2389,94	242830,86	3969655,82	82,82	83,76
P141	2414,94	242833,47	3969630,95	81,90	82,79
P142	2439,94	242836,07	3969606,09	81,14	81,86
P143	2464,94	242838,68	3969581,23	80,08	80,98
P144	2475,25	242839,76	3969570,97	79,91	80,62

P145	2490,25	242841,33	3969556,05	79,49	80,12
P146	2505,25	242842,98	3969541,14	79,42	79,63
P147	2520,25	242844,77	3969526,25	79,37	79,16
P148	2535,25	242846,78	3969511,39	78,54	78,70
P149	2550,25	242849,07	3969496,56	78,01	78,26
P150	2565,25	242851,71	3969481,80	77,62	77,83
P151	2579,20	242854,56	3969468,14	77,14	77,45
P152	2599,20	242859,35	3969448,73	76,40	76,92
P153	2619,20	242865,01	3969429,55	75,70	76,42
P154	2639,20	242871,51	3969410,63	75,02	75,95
P155	2659,20	242878,84	3969392,03	74,29	75,50
P156	2679,20	242886,99	3969373,77	73,52	75,08
P157	2699,20	242895,95	3969355,89	72,65	74,69
P158	2719,20	242905,69	3969338,42	72,06	74,32
P159	2739,20	242916,20	3969321,41	71,84	73,98
P160	2759,20	242927,46	3969304,88	72,19	73,67
P161	2779,20	242939,43	3969288,86	71,80	73,38
P162	2799,20	242952,11	3969273,39	71,74	73,12
P163	2819,20	242965,46	3969258,51	71,82	72,88
P164	2839,20	242979,46	3969244,23	71,75	72,68
P165	2859,20	242994,08	3969230,58	71,57	72,50
P166	2879,20	243009,30	3969217,60	72,06	72,34
P167	2899,20	243025,07	3969205,31	72,08	72,21
P168	2919,20	243041,38	3969193,73	71,69	72,11
P169	2939,20	243058,18	3969182,89	72,30	72,04
P170	2959,20	243075,45	3969172,80	72,24	71,99
P171	2979,20	243093,15	3969163,49	72,44	71,97
P172	2981,30	243095,03	3969162,56	72,46	71,97
P173	2996,30	243108,60	3969156,15	72,49	71,98
P174	3011,30	243122,33	3969150,13	72,47	71,99
P175	3026,30	243136,21	3969144,44	72,44	72,01
P176	3041,30	243150,20	3969139,01	72,41	72,03
P177	3056,30	243164,25	3969133,78	72,25	72,05
P178	3071,30	243178,36	3969128,68	71,58	72,07
P179	3085,25	243191,50	3969124,00	71,91	72,09
P180	3110,25	243215,05	3969115,62	71,58	72,12
P181	3135,25	243238,61	3969107,24	71,96	72,16
P182	3160,25	243262,16	3969098,86	72,06	72,19
P183	3185,25	243285,71	3969090,48	72,33	72,22
P184	3210,25	243309,27	3969082,10	72,36	72,26
P185	3235,25	243332,82	3969073,72	72,41	72,29
P186	3260,25	243356,38	3969065,34	72,45	72,32
P187	3285,25	243379,93	3969056,96	72,40	72,35
P188	3300,87	243394,65	3969051,73	72,38	72,37
P189	3315,87	243408,77	3969046,69	72,35	72,39
P190	3330,87	243422,88	3969041,58	72,45	72,41
P191	3345,87	243436,93	3969036,34	72,53	72,43
P192	3360,87	243450,91	3969030,89	72,60	72,45
P193	3375,87	243464,78	3969025,18	72,61	72,47

P194	3390,87	243478,51	3969019,14	72,62	72,49
P195	3404,82	243491,11	3969013,17	72,69	72,51
P196	3419,66	243504,31	3969006,40	72,70	72,53
P197	3434,66	243517,43	3968999,13	72,53	72,56
P198	3449,66	243530,34	3968991,48	72,76	72,61
P199	3464,66	243543,06	3968983,54	72,51	72,66
P200	3479,66	243555,63	3968975,35	72,23	72,72
P201	3494,66	243568,08	3968966,99	72,35	72,80
P202	3509,66	243580,46	3968958,51	72,49	72,89
P203	3523,60	243591,93	3968950,58	72,37	72,98
P204	3526,36	243594,20	3968949,01	72,35	73,00
P205	3541,36	243606,53	3968940,48	72,22	73,11
P206	3556,36	243618,91	3968932,00	72,09	73,23
P207	3571,36	243631,37	3968923,65	71,68	73,37
P208	3586,36	243643,95	3968915,48	71,89	73,51
P209	3601,36	243656,68	3968907,55	72,13	73,67
P210	3616,36	243669,60	3968899,93	72,33	73,84
P211	3630,31	243681,81	3968893,19	72,54	74,00
P212	3650,31	243699,66	3968884,16	72,92	74,26
P213	3670,31	243717,89	3968875,94	73,29	74,53
P214	3690,31	243736,47	3968868,54	73,92	74,83
P215	3710,31	243755,36	3968861,97	74,36	75,14
P216	3730,31	243774,52	3968856,25	74,79	75,48
P217	3748,68	243792,33	3968851,75	75,02	75,80
P218	3763,68	243806,99	3968848,60	75,28	76,08
P219	3778,68	243821,74	3968845,87	75,52	76,37
P220	3793,68	243836,55	3968843,50	76,65	76,67
P221	3808,68	243851,41	3968841,40	77,19	76,98
P222	3823,68	243866,29	3968839,51	76,84	77,30
P223	3838,68	243881,18	3968837,77	77,50	77,64
P224	3852,63	243895,04	3968836,20	78,06	77,96
P225	3877,63	243919,89	3968833,41	78,22	78,56
P226	3902,63	243944,73	3968830,63	78,81	79,19
P227	3927,63	243969,58	3968827,84	79,75	79,85
P228	3952,63	243994,42	3968825,05	80,36	80,55
P229	3977,63	244019,26	3968822,27	81,08	81,27
P230	4002,63	244044,11	3968819,48	81,80	82,03
P231	4027,63	244068,95	3968816,69	82,07	82,82
P232	4052,63	244093,80	3968813,90	83,19	83,62
P233	4077,63	244118,64	3968811,12	83,81	84,43
P234	4102,63	244143,49	3968808,33	85,16	85,23
P235	4108,15	244148,97	3968807,72	85,41	85,41

Tableau 49: implantation.

# **CHAPITRE X**

# **ASSAINISSEMENT**

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

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

Elle couvre le rétablissement des écoulements naturels, l'assainissement des plates formes de chaussée, le drainage et la lutte contre la pollution routière.

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'usager (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 :

### **a- 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).

### **b- Pour les talus :**

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

Les études hydrauliques inventorieront 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.

## **X.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 plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

## **X.3-Assainissement de la chaussée :**

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

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

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

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

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

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

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

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

**b- Fossé de crête de déblai**

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

**c- Réseau de crête de talus de remblai**

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

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

**d- Fossé de pied de talus de remblai**

Ce type de réseau peut avoir les deux fonctions suivantes:

1. Canaliser les eaux issues de la plate-forme jusqu'à exutoire lorsque les débits sont trop importants pour être évacués librement sans dommages ou préjudices pour les riverains
2. Collecter et canaliser vers un ouvrage de traversée les eaux de ruisselant sur le terrain naturel vers le remblai.

Dans les deux cas, et pour les consécutions d'entretien, le fossé est réalisé à une distance minimale de 1m du pied de talus .pour des remblais de faible hauteur, sans glissière, il est recommandé d'adoucir le profil du fossé pour amélioré le comportement d'un véhicule qui quitterait la plate-forme. Dans certain cas la pente du talus peut également être adoucie pour améliore 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 varie entre 30 m et 40 m

- **Bassin versant**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

- **Buses et dalots**

En général, il est nécessaire de faire passer l'eau sous les routes ou moyen de buses ou dalot.

Ceux-ci doivent être construits en béton ou en maçonnerie et conduisent les eaux dans un bassin d'amortissement

**Application sur notre projet :**

La présence d'eau provoque plusieurs inconvénients tels que les problèmes d'inondation : glissement des terrains, ainsi que les problèmes d'érosion, stabilité des talus, et la dégradation des chaussées.

Pour cela nous avons prévu de réaliser les fossés

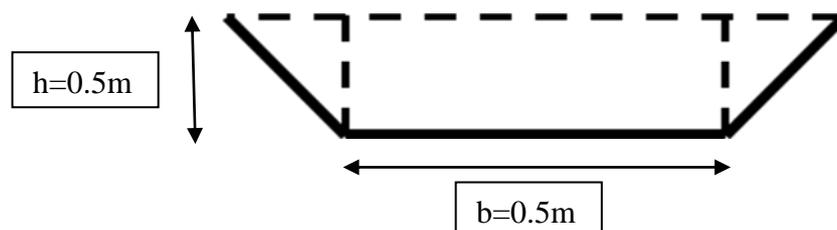


Figure 20: Fossés

# **CHAPITRE XI**

## **SIGNALISATION ET ECLAIRAGE**

## **XI. A- SIGNALISATION :**

### **1- DEFINITION:**

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.

### **2- LES TYPES DE SIGNALISATION :**

On distingue les types de signalisation selon la nature des panneaux et les usagers :

#### **2-1 Signalisation verticale :**

La signalisation verticale est l'ensemble des signaux conventionnels implantés verticalement sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route.

Elle regroupe ainsi les signalisations par panneaux, par balisage par bornage ou par feux.

##### **2-1-1 Signalisation par panneaux :**

Placés sur le côté des routes, les panneaux de signalisation routière peuvent avoir plusieurs fonctions :

- Les panneaux de danger informent les usagers d'éventuels dangers qu'ils peuvent rencontrer et contribuent ainsi à rendre plus sûre la circulation routière.
  - Les panneaux directionnels facilitent cette circulation en indiquant par exemple les directions à suivre.
  - Les panneaux de prescription ou d'obligation indiquent ou rappellent diverses prescriptions particulières de police en vigueur localement.
  - Les panneaux d'indication enfin donnent des informations relatives à l'usage de la route.

##### **2-1-2 Signalisation par balisage :**

Dans le domaine routier, une balise est un dispositif implanté pour guider les usagers ou leur signaler un risque particulier, ponctuel ou linéaire, sur un itinéraire traité de façon homogène.

##### **2-1-3 Signalisation par bornage :**

Les bornes routières sont destinées à indiquer les distances sur les routes. Elles sont à ce titre des équipements de signalisation.

#### 2-1-4 Signalisation par feux :

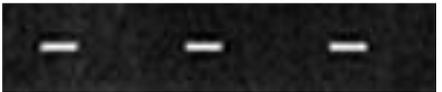
Les feux de circulation routière constituent un dispositif permettant la régulation du trafic routier entre les usagers de la route, les véhicules et les piétons.

Les feux destinés aux véhicules à moteurs sont généralement de type tricolore, auxquels peuvent s'ajouter des flèches directionnelles. Ceux destinés aux piétons sont bicolores et se distinguent souvent par la reproduction d'une silhouette de piétons.

#### 2-2 Signalisation horizontale :

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

On distingue plusieurs types de marquage dans le tableau suivant :

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

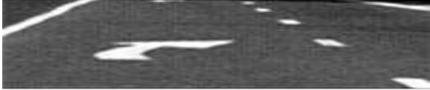
	cycle...).
	<u>Ligne d'avertissement :</u> Annonce une ligne continue. Des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.
	<u>Flèches de rabattement :</u> Indiquent la voie dans laquelle il faut se rabattre.
	<u>Ligne mixte :</u> Peut être franchie par le conducteur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

Figure 21: Les signalisations horizontales

### 3- TYPLOGIE SELON LES USAGERS :

Les différents équipements de signalisation routière peuvent être regroupés selon la catégorie d'usagers.

### 3-1 Signalisation routière :

La signalisation routière regroupe l'ensemble des équipements implantés sur les routes. Par extension, On distingue la signalisation permanente qui est implantée à demeure sur le domaine routier et la signalisation temporaire qui indique en général un danger aux usagers et qui a vocation à être enlevée lorsque le danger a été neutralisé.

### 3-2 Signalisation autoroutière :

La signalisation autoroutière regroupe l'ensemble des équipements destinés à être implantés sur autoroute.

### 3-3 Signalisation cycliste :

La signalisation cycliste regroupe l'ensemble des équipements de signalisation s'adressant principalement aux cyclistes. Les panneaux donnant une prescription de police (interdiction, obligation, annonce de danger) sont les mêmes que ceux s'appliquant aux autres catégories d'usagers, mais ont une dimension plus petite, plus adaptée à la vitesse d'avancement des cyclistes.

### 3-4 Signalisation piétonne :

La signalisation piétonne regroupe l'ensemble des équipements de signalisation s'adressant principalement aux piétons. Ils sont implantés sur les chemins ou espaces où la circulation des automobilistes est interdite ou au plus partagée avec une priorité aux piétons comme dans les zones de rencontre.

## 4- EXEMPLE DES SIGNALISATIONS VERTICALES :

### TYPE A :



Figure 22: Signalisation verticale type A

TYPE B :



Figure 23: Signalisation verticale type B

TYPE E :

Pour les giratoires.

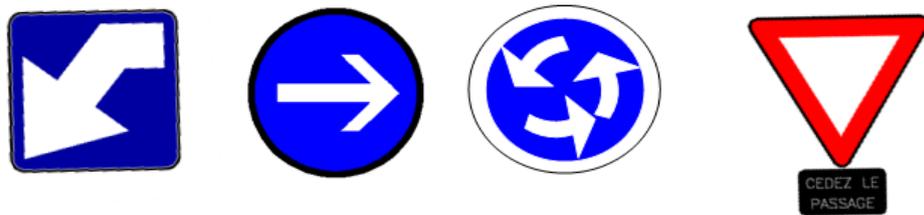


Figure 24: Signalisation verticale type E

## XI. B- ECLAIRAGE :

### 1- INTRODUCTION:

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort, une bonne visibilité des bordures, de trottoir des véhicules, et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

- Classe A : éclairage général d'une route ou autoroute.
- Classe B : éclairage urbain.
- Classe C : éclairage des voies dessertes.
- Classe D : éclairage d'un point singulier situé sur un itinéraire non éclairé.

### 2- ECLAIRAGE D'UN POINT SINGULIER :

Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :

- ◆ A longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.
- ◆ A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration du point singulier.
- ◆ A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.
- ◆ A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.
  - Paramètre de l'implantation des luminaires :

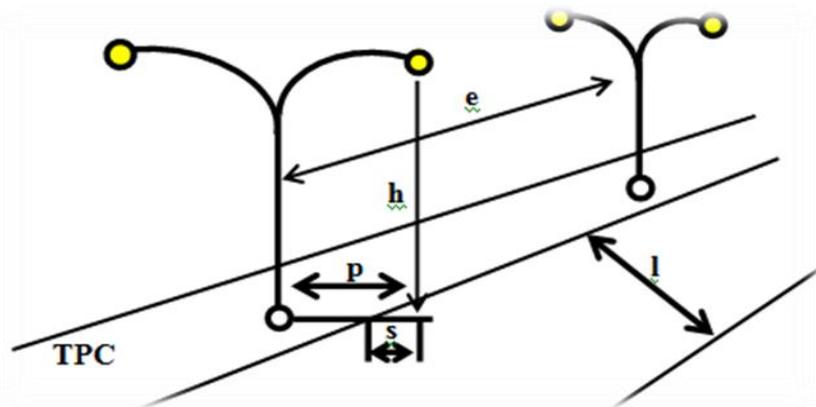


Figure 25: Eclairage d'un point singulier

e : l'espacement entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.

h : la hauteur du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées.

l : la largeur (l) de la chaussée.

p : la porte à faux (p) du foyer par rapport au support.

s : l'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

# **CHAPITRE XII**

## **IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT**

## **XI I.1-Introduction**

L'Amélioration de la fluidité du trafic routier au niveau de la RN23 du Mesra a la limite de la wilaya de Relizane est devenue à ce stade une exigence ressentie à travers la population et les autorités concernés et ce dans le but de favoriser le développement des richesses et par conséquent améliorer la qualité de vie de la population car le réseau routier constitue dans nos civilisations un élément très important de la qualité de la vie.

Partant du principe de l'utilité de ce projet, il est indispensable de tenir compte des incidences de ce projet sur l'environnement.

A cet effet une étude d'impact sur l'environnement a été élaboré afin d'essayer d'intégrer ce projet dans le paysage initial sans porte atteinte à l'environnement.

En général, une étude d'impact sur l'environnement comporte trois parties importantes et indispensables

- La présentation du projet à l'état actuel de la zone d'étude,
- L'illustration et l'évaluation des impacts susceptibles d'être engendrés
- Les mesures envisageables en faveur de l'environnement ainsi que le coût estimatif.

## **XII .2-Objectif d'une étude d'impact sur l'environnement**

L'étude d'impact sur l'environnement d'un projet routier permet d'identifier et d'évaluer les impacts que générera le tracé routier sur les milieux et sites traversés d'une part et d'essayer de proposer des compensations et remèdes d'autre part. Elle a pour objectif :

- d'insérer le projet dans l'environnement bâti et de préserver les conditions de vie de riverains.
- De sauvegarder le patrimoine religieux, culturel, architectural et archéologique de la zone d'étude.
- De préserver les conditions de vie des générations futures.
- De définir les incidences du projet et surtout les principes de mesures envisagées pour réduire, supprimer, voire compenser les conséquences dommageables du projet.

## **XII .3-Analyse de l'état initial**

La caractérisation environnementale de la situation actuelle est élaborée sur la base d'un certain nombre d'informations recueillis auprès de diverses administrations régionales et locales, complété par des investigations sur le terrain.

Ces informations concernent les différents aspects du projet qui peuvent avoir des incidences potentielles sur l'environnement.

## **XII .4-Les impacts du projet sur l'environnement**

### **Impact Temporaires Liées à la construction :**

L'installation du chantier pour la réalisation des travaux entraînera :

### **XII .4.1-Impact sur le milieu physique :**

#### **Erosion des sols**

**Pollution de l'air :** l'émission des poussières pourrait affecter les riverains ainsi que les travailleurs du chantier.

Les problèmes susceptibles d'être rencontrés pendant la période des travaux sont liés aux fumées et aux poussières soulevées pendant les opérations de terrassements et d'excavation.

**XII.4.2-Impact sur le milieu biologique :** les travaux de chantier vont momentanément perturber la structure paysagère de la zone d'étude.

**XII.4.3- Impact Socio-économique :** l'installation du chantier va correspondre à une occupation provisoire du sol, engendre des nuisances sonores et la pollution provenant des engins utilisés pendant la phase des travaux pour la région qui va être traversé.

### **XII.4.4-Impact Durable :**

**Sur le milieu physique :** l'impact sera marqué par le changement du relief général, à savoir : terrassement des terrains

**Sur le plan biologique:** Au point de vue floristique, quelque abatage d'arbre est signalé.

**Sur le plan paysage et patrimoine :** le projet en question ne présente aucune contrainte importante sur le paysage.

**Sur le plan socio-économique :** Le projet en question n'affectera aucun bâti et aucune propriété privée.

**Sur le plan Agriculture :** L'impact le plus considérable qu'engendrera ce projet sur l'agriculture est la consommation des terrains agricoles.

## **XII.5-Mesures réductrices et compensatrices**

Les mesures proposées pour réduire, supprimer ou compenser les effets du projet sur l'environnement, liées aux deux phases citées ci-dessus sont :

### **XII.5.1-Mesure Liées à la Phase de Construction sur le Site :**

#### **Sur le plan physique :**

Pour éviter l'érosion et pour bien maintenir les remblais en place, la végétation est entreprise après l'achèvement des travaux de terrassement

Pour réduire l'impact de l'émission des poussières générées par les travaux, il faudra arroser mensuellement les pistes d'accès et il faudra localiser les stations des engins le plus loin possible des cours d'eau pour éviter leur contamination.

**Sur le plan biologique :** Les nuisances dues aux émissions de poussières engendrées par les travaux ne sont pas très significatives.

**Sur le plan socio-économique :** Etant donné l'impact du bruit, la solution proposée consiste à l'utilisation des engins en bon état munis d'un dispositif d'insonorisation ou d'atténuation de bruit.

Par ailleurs, pour l'implantation du chantier il faudra prévoir des panneaux interdisant l'accès aux différents chantiers, le port obligatoire des équipements de protections, des clôtures des sites de dépôts et de la base vie.

**Mesure des Impacts Durables :**

**Sur le plan physique :** une meilleure solution est la plantation de la végétation tout au long de parcours.

**Sur le plan socio-économique :** le chemin passe un peu loin de zone d'habitation, la nuisance sonores et le bruit est presque n'est pas du tout gênant.

**Pour l'aménagement du paysage :** on prévoit un engazonnement des talus pour le protéger contre l'érosion.

**XII.6-Conclusion :**

L'objectif principal à atteindre est celui d'intégrer le projet dans le paysage qu'il traverse avec le minimum de nuisances économiques, environnementales et écologiques.

D'une façon générale notre projet présente plus d'avantages que d'inconvénients dans ce contexte pour le citoyen surtout sur le plan économique.

**CHAPITRE XIII**  
**DEVIS QUANRITATIF ET**  
**ESTIMATIF**

<b>Devis Quantitatif et Estimatif</b>					
<b>N°</b>	<b>DESIGNATION DES TRAVAUX</b>	<b>Unité</b>	<b>Prix.U</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix</b>
01	décapage de la terre végétale	<b>m3</b>	40,00	99826,642	3993065,68
02	Déblais mise en dépôt	<b>m3</b>	250,00	46504,36	11626090,00
03	Remblai mis-en d'emprunt	<b>m3</b>	950,00	58694,12	55759414,00
04	Couche de fondation en tuf 27 cm, y/c le transport la manutention l'épandage le compactage, l'arrosage essais de compacité et toutes sujétions comprises	<b>m3</b>	1 000,00	22157,78	2215778,00
05	Couche de base en grave concassée 14 cm,y/c le transport la manutention l'épandage le compactage, l'arrosage essai de compacité et toutes sujétions comprises	<b>m3</b>	1 500,00	9191,37	13787066,50
06	Couche d'imprégnation en cut back 0,1	<b>m2</b>	90,00	57446,11	5170149,94
07	Couche de roulement en béton bitumineux 6cm	<b>T</b>	5 000,00	3939,16	46088193,72
08	Rechargement des accotements sur une épaisseur de 47 cm y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises	<b>m3</b>	1 000,00	7714,19	7714190,00
11	Ouverture de fossé bétonné	<b>ml</b>	3 000,00	4500,00	13500000,00
<b>PRIX HT</b>					154266047,8
<b>TVA 17%</b>					26225228,13
<b>PRIX TTC</b>					180491276

**Tableau 50:Devis**

**Devis total :**

Le projet est estimé a : **180491276 DA**

**Cent quatre-vingts millions quatre cent quatre-vingt-onze mille deux cent soixante-seize DA.**

## **CONCLUSION**

Ce présent travail de fin d'étude était l'occasion pour perfectionner nos modestes connaissances dans le domaine des routes.

C'est un travail de base qu'on vient de réaliser, il est d'une utilité incontestable parce qu'il nous a confrontés à certains problèmes et nous a permis entre autre de tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine.

Dans notre projet de dédoublement nous avons essayé de suivre le tracé de la route existante et récupéré la chaussée. Nous avons introduit le long Des deux tracés des courbes de raccordement en respectant les normes imposées par le B40 pour assurer le confort et la sécurité de l'utilisateur car toute négligence peut être fatale. d'autre part nous avons évité au maximum les contraintes y existantes à savoir la fibre optique, les arbres, les propriétés privée... tout ceci en tenant compte de l'aspect économique du projet.

Cette étude nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour cerner les problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers. Et une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels auto cad et covadis.

On était limité par le temps, le manque de salles de calculs et d'autre contraintes mais cela ne nous a pas empêché pour venir à bout de ce travail grâce aux orientations de nos professeurs.

Nous espérons acquérir plus dans notre vie professionnelle et toucher les grands projets et surtout voir tout cela de près.

## **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 compagne (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)

- aménagement des carrefours interurbains (Dr :himouri slimane)
  
- conception des routes (Dr :himouri slimane)
  
- construction des routes (Dr :himouri slimane)
  
- Conditions techniques d'aménagement des routes (Dr :himouri slimane)
  
- Projet et construction de routes par Jean BERTHIER Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées
  
- Mémoires ENTP promotion 2008-2009