



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil et Architecture



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

- **Filière** : Travaux Publics
- **Spécialité** : V.O.A

Thème

**ETUDE D'AVANT PROJET DETAILLE
DE LA 2^{ème} ROCADE SUD D'ORAN SECTION BELGAID-EL
KERMA
Du PK1+150au PK 5+000**

Présenté par :

- M. BELARBI ABD EL HAMID

Soutenu le / 06 / 2023 devant le jury composé de :

Président : M. KERAOUTI RABAH

Examineur: M.ROUAM SERRIK Mohamed

Encadrant : M. TALIA Ahmed

Invités d'honneur : M. BOUARFA Zohirs

Année Universitaire : 2022 / 2023

Remerciements

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à Allah, le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la clarté d'esprit et la force intérieure nécessaires pour mener à bien ce mémoire. Je suis profondément reconnaissant envers mes parents, dont le soutien indéfectible et les sacrifices incessants ont été les fondements de mon parcours académique. Mes frères et sœurs chéris, je vous remercie pour votre amour inconditionnel et vos encouragements constants. Votre présence a été une source d'inspiration inépuisable. À mes amis dévoués, je suis reconnaissant de votre soutien indéfectible et de vos précieux conseils. Je tiens également à remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire, que ce soit par leurs idées, leur expertise ou leurs encouragements. Vos apports ont grandement enrichi mon travail. Enfin, je remercie toute personne qui a croisé ma route, car chacune a joué un rôle dans ma formation personnelle et intellectuelle.

Dédicace

*Je dédie ce mémoire A
mes chers parents.*

*A mes frères qui m'ont toujours aidé et qui ont été
ma première source d'inspiration et de courage, et*

à mes très chères sœurs.

*A toute ma famille oncles, tantes et
cousins.*

A tous mes amis.

A tous ceux que j'ai côtoyés au cours de mes

études, enseignants et étudiants.

A vous tous.

Résumé.

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des études des infrastructures de transport, et en particulier les routes. La route est considérée comme un élément efficace reliant les différentes régions du pays. Elle contribue au développement à travers différentes activités économiques et les échanges commerciaux. Ce projet présente une étude géométrique du projet de renforcement dédoublement du Belgaid - L'karma lot n=°02 du PK 1+150 AU PK 5+000 Sur 04km dans la Wilaya de Oran.

Abstract:

Our Project of end of study returns in the field of the infrastructures of transport, and in particular the roads. The road is considered an effective element linking the various regions of the country and to contribute its development through various economic activities and commercial exchanges. This Project presents a geometrical study of the Construction of the Route from Belgaid to L'karma lot n=°02 PK 1+150 AU PK 5+000Over 04km in the city of Oran.

ملخص :

يقع مشروع نهاية دراستنا في مجال البنية التحتية للنقل تعتبر الطريق عنصرا فعال يربط بين مختلف مناطق الدولة ويساهم

في تنميتها من خلال أنشطة اقتصادية مختلفة والتجارة.

يقدم هذا المشروع دراسة جيوتقنية وهندسية إنشاء الطريق الذي يربط بين بلقايد - الكرمة "(من النقطة الكيلو مترية

1+150 PK إلى النقطة الكيلو مترية PK 5+000 على امتداد 04 كم).

SOMMAIRE

1.	Chapitre I : Présentation du projet.....	2
1.1	<i>Les rocades en Algérie :</i>	2
1.2	<i>Le 5eme boulevard périphérique d’Oran:</i>	3
1.3	<i>Généralité sur la wilaya d’Oran :</i>	3
1.3.1	Taux de croissance de la population :	4
1.3.2	Daira et nombre de communes :.....	5
1.3.3	Réseau routier :	5
1.3.4	Infrastructures portuaires :	5
1.4	<i>Présentation de projet:</i>	5
1.5	<i>Justification du de projet :</i>	6
1.6	<i>Objectifs du projet :</i>	6
2	Chapitre II Caractéristiques géométrique d’une route	7
2.1	<i>Généralités :</i>	7
2.2	<i>Les coordonnées des sommets :</i>	7
2.3	<i>Calcul de gisements et des angles au centre :</i>	7
2.4	<i>Environnement de la route :</i>	7
2.4.1	Calcul de la dénivelée cumulée moyenne :	8
2.4.2	La Sinuosité :.....	11
2.5	<i>Catégorie de la route :</i>	12
2.6	La vitesse de référence :.....	13
3	Chapitre 3: Etude du trafic	14
3.1	<i>Généralité :</i>	14
3.2	<i>Différents types de trafic :</i>	14
3.2.1	Trafic normal:	14
3.2.2	Trafic dévié:	14
3.2.3	Trafic total:	14
3.2.4	Trafic induit:.....	14

3.3	<i>Analyse des trafics existants</i> :	14
3.3.1	Mesure des trafics :	15
3.3.2	Comptages :	15
3.3.3	Enquêtes « origine-destination » :	15
3.4	<i>Calcul de la capacité</i> :	15
3.5	<i>Projection Future Du Trafic</i> :	16
3.6	<i>Calcul du trafic effectif</i> :	16
3.6.1	Coefficient d'équivalence ρ (selon le B40) :	17
3.7	<i>Débit de point horaire normal</i> :	17
3.8	<i>Débit horaire admissible</i> :	17
3.9	<i>Déterminations du nombre des voies</i> :	18
3.9.1	Cas d'une chaussée bidirectionnelle :	18
3.9.2	Cas d'une chaussée unidirectionnelle :	18
3.10	<i>APPLICATION DE PROJET</i> :	18
3.10.1	Les données de trafic :	18
3.10.2	Trafic à l'année de mise en service :	19
3.10.3	Trafic effectif	19
3.10.4	Débit de point horaire normal :	19
3.10.5	Débit de point horaire adm :	19
3.10.6	Calcule nombre de voies	19
3.11	<i>Conclusion</i>	19
4	Chapitre 4 : Paramètre cinématique	20
4.1	<i>Distance de freinage</i>	20
4.2	<i>Application numérique</i> :	21
4.3	Distance d'arrêt :	21
4.4	<i>Distance d'arrêt en alignement droit (d1)</i> :	22
4.5	<i>Distance d'arrêt en courbes (d2)</i> :	22
4.6	<i>Distance de visibilité de manœuvre de dépassement</i> :	23

4.7	<i>Distance de sécurité entre véhicules :</i>	23
5	Chapitre 5 : Trace en plan	24
5.1	<i>Introduction</i>	24
5.2	<i>Règles et principes du tracé en plan</i>	24
5.3	<i>Les éléments du tracé en plan</i>	24
5.3.1	Alignements droit :	25
5.3.2	Arcs en cercle :	25
5.3.3	-Les variantes :	25
5.3.4	-Calcul de gisement de distance et des angles au centre :	26
5.3.5	Détermination des éléments des raccordements circulaires :	27
5.3.6	Angles de déviation au sommet α :	27
5.4	<i>Application au projet :</i>	27
5.4.1	Calcul de gisements et des angles au centre :	27
5.5	<i>Détermination des éléments des raccordements :</i>	28
5.5.1	Courbes en plan :	28
5.5.2	Règles pour l'utilisation des rayons en plan :	29
5.6	<i>Visibilité en courbe :</i>	30
5.7	<i>Sur largeur :</i>	31
5.8	<i>Courbes de raccordements :</i>	31
5.9	<i>Clothoïde :</i>	31
5.9.1	Expression mathématique de la Clothoïde :	31
5.9.2	Longueur de Clothoïde :	32
5.10	<i>Le choix de rayons :</i>	35
5.10.1	Calcul des rayons en plan :	35
5.11	Longueur totale des « courbe / alignements droits » :	36
5.11.1	Longueur totale des alignements droits : L_{ad}	36
5.11.2	Longueur totale des arcs de cercles : L_c	37
6	Chapitre 06 : profil en long	38

6.1	<i>Généralité</i>	38
6.2	<i>Ligne rouge</i>	38
6.3	<i>Rayons de raccordement</i> :	38
7	CHAPITRE 07 : Profil en travers	42
7.1	<i>Généralités</i> :	42
7.2	<i>Les éléments du profil en travers</i> :.....	42
7.2.1	La chaussée :.....	42
7.2.2	Les accotements :	43
7.2.3	Plate-forme :.....	43
7.2.4	L'assiette :.....	43
7.2.5	L'emprise :	43
7.2.6	Le talus :.....	43
7.2.7	Le fossé :.....	43
7.2.8	Le terre-plein central T.P.C :.....	43
7.2.9	La largeur rouable :.....	44
7.3	<i>Classification du profil en travers</i>	44
7.3.1	Le profil en travers type :	44
7.3.2	Le profil en travers courant :	44
7.4	<i>Application numérique au projet</i> :.....	44
8	Chapitre 08 : les cubatures.....	45
8.1	<i>Généralités</i> :.....	45
8.1.1	Définition :	45
8.1.2	Méthode de calcul des cubatures :	45
8.1.3	Méthode linéaire :.....	47
8.1.4	Application au projet.....	47
9	Chapitre 09 : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE.....	51
9.1	<i>Introduction</i> :	51
	• Le trafic	51

• L'environnement de la route (le climat essentiellement)	51
• Le sol support	51
9.1.1 Principe de la constitution des chaussées :	51
9.1.2 De la charge des véhicules.....	51
9.1.3 Des intempéries.....	51
9.1.4 Des efforts tangentiels	52
9.2 <i>La chaussée</i> :	52
9.2.1 Définition :	52
9.3 Les principales méthodes de dimensionnement :	54
9.3.1 Application au projet :	55
10 Chapitre 10 : signalisation routière	57
10.1 <i>Généralité</i>	57
10.2 <i>L'objectif de la signalisation routière</i> :	57
10.3 <i>Règles à respecter pour la signalisation</i> :	57
10.4 TYPES DE SIGNALISATIONS :	57
10.4.1 Signalisation Verticale :	57
10.4.2 Signalisation horizontale :	59
10.4.3 Marquages transversales :	60
10.5 <i>Autres signalisation</i> :	60
10.6 <i>Application au projet</i> :	61
10.6.1 Les signalisations verticales :	63
10.7 ECLAIRAGE :	65
10.7.1 INTRODUCTION :	65
10.7.2 CATEGORIES D'ECLAIRAGE:	65
10.7.3 PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES:	65
10.7.4 APPLICATION AU PROJET :	65
10.8 CONCLUSION :	66
11 Chapitre11 : Devis quantitatif et estimatif :	67

11.1	<i>Devis estimatif</i> :	67
11.2	<i>Devis quantitatif</i> :	67
11.3	<i>Les éléments du devis quantitatif et estimatif</i> :	67
11.4	<i>Application au projet</i> :	67

Liste des tableaux

Tableau 1-1 Les Rocades en Algérie.....	2
Tableau 2: coordonnées des sommets	7
Tableau 3: Résulta de calcul de gisement/angle au centre/distances.	7
Tableau 5: dénivelé cumulée moyenne.	8
Tableau 6 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée	11
Tableau 7: La Sinuosité.....	12
Tableau 8: L'environnement de la route en fonction de la Dénivelée moyenne et la sinuosité.	12
Tableau 9 : Vitesse de référence.....	13
Tableau 10: Valeur de "K2".	17
Tableau 11: Valeur de "K2".	17
Tableau 12: valeurs de capacité théorique du profil en travers en régime stable.....	18
Tableau 13 : résulta du calcule du trafic.....	19
Tableau 14: Valeur de "fl".	21
Tableau 15 : Distance de visibilité de manoeuvre de dépassement	23
Tableau 16: gisements et des angles au centre.	27
Tableau 17: éléments des raccordements.	28
Tableau 18: Dévers.	30
Tableau 19 : Valeur du coefficient f t.....	30
Tableau 20: Valeur du coefficient « F"»	30
Tableau 21: récapitulatif.....	30
Tableau 22: Condition de gauchissement.....	32
Tableau 23: paramètre de Clothoïde.	33
Tableau 24: Eléments de la Clothoïde.....	34
Tableau 25: rayon en plan	36
Tableau 26: rayons choisis.	36
Tableau 27: La longueur totale du tronçon alignements droits et des courbes.....	37
Tableau 28: Les déclivités et les Rayons choisis	41
Tableau 29: valeurs de tangente et de flèche.....	41
Tableau 30: cubature	47
Tableau 31: matériaux et coefficients d'équivalence.....	55
Tableau 32: corps de chaussée "matériaux et épaisseurs".	56
Tableau 33: ''Devis''	67

Liste des figures

Figure 1 : Localisation géographique du 5eme boulevard périphérique d’Oran.	3
Figure 2: Carte géographique de la wilaya d’Oran.....	4
Figure 3: carte qui présente le site	5
Figure 4: figure sur le tronçon.	6
Figure 5: Distance de freinage.....	20
Figure 6: Distance d’arrêt.	21
Figure 7: Espacement entre véhicule.....	23
Figure 8: Élément du tracé en plan.	25
Figure 9: Détermination de l'angle au centre.	26
Figure 10: Les éléments d’un raccordement circulaire.....	27
Figure 11: Raccordement convexe et concave.	38
Figure 12: Visibilité.....	39
Figure 13: Les éléments constitutifs du profil en travers.	42
Figure 14: les différentes catégories de chaussée.	53
Figure 15: les différentes couche de chaussée.	56

Introduction Général

L'histoire de la route est intimement liée au niveau de développement technologique et de la croissance économique des nations et des civilisations. L'évolution démographique et la forte urbanisation en Algérie ont engendré plusieurs mutations, ainsi des recherches et des études des tracés linéaires des routes et d'autoroutes ont été menées à travers le pays afin d'améliorer les infrastructures de transport.

La route joue un rôle moteur très important dans l'aménagement du territoire, elle favorise l'implantation d'activités économiques et industrielles et réduit les coûts de transport et donc de production.

L'objectif de ces mesures est d'assurer la sécurité, le confort des usagers avec les moindres coûts possibles, d'où, ce présent projet de fin d'études qui consiste à la création d'une rocade qui se situe dans la wilaya d'Oran.

Ce projet de fin d'étude s'articule sur deux grandes parties principales ; la première partie concerne l'étude bibliographique sur les rocades dans le monde et en Algérie ainsi que le réseau routier.

Chapitre I : Présentation du projet.

1.1 Les rocade en Algérie :

Ce tableau présente quelque rocade en Algérie :

Tableau 1-1 Les Rocades en Algérie.

Rocade	Liaison	itinéraire
Ghazaouet - Maghnia	Elle reliera la ville de Ghazaouet à l'Autoroute Est-Ouest au niveau de l'échangeur de Maghnia (Wilaya de Tlemcen).	41 km
Mascara – Sig	reliera la ville de Mascara à l'Autoroute Est-Ouest au niveau de l'échangeur de Sig (Wilaya de Mascara), est en travaux depuis 2014.	66 km
Azazga – Azeffoun	Elle relie Azazga et Azeffoun (Azazga est située à 30 km du littoral à 30 km à l'est de Tizi Ouzou et à 100 km à l'ouest de Bejaïa) et (Azeffoun est une ville côtière de la wilaya de Tizi Ouzou, située à 70 km au nord-est de Tizi Ouzou et à 95 km à l'ouest de Bejaïa).	66 km
Mostaganem – Relizane	Elle reliera la ville de Mostaganem à l'Autoroute Est-Ouest au niveau de l'échangeur d'El Hamadna (Wilaya de Relizane)	28 km

1.2 Le 5eme boulevard périphérique d'Oran:

Le quatrième périphérique de la ville d'Oran se Longue de vingt-deux kilomètres, cette autoroute de deux fois deux voies, appelée autrement rocade sud d'Oran, est matérialisée par douze ouvrages d'art dont huit échangeurs et quatre ponts.

Son point de départ est situé au niveau de l'école de police de Messerghine et se termine au giratoire de Canastel. Sa principale caractéristique réside dans le fait que ce périphérique engendre une fluidité certaine du trafic routier, notamment dans le sens Aïn Timouchent.

Les automobilistes pourront désormais se diriger d'un point à un autre sans passer par le tissu urbain de la ville d'Oran. Le coût de ce quatrième périphérique, dont les travaux ont démarré le mois de mars 2002, est estimé à cinq milliards de dinars.



Figure 1 : Localisation géographique du 5eme boulevard périphérique d'Oran.

1.3 Généralité sur la wilaya d'Oran :

La wilaya d'Oran s'entend sur une superficie de 2121 km² .c'est une ville portuaire de la mer méditerranée située au nord-ouest de l'Algérie a 432 km de la capital Alger et le chef-lieu de la wilaya du même nom en bordure de golfe d'Oran.

La ville est située au fond d'une baie ouverte au nord et dominée directement à l'ouest par la montagne de l'Aidour d'une hauteur de 420m ainsi que par le plateau de Moulay Abdelkader El- jilani.

La wilaya d'Oran compte 26 communes périphériques dont 09 sont des chefs-lieux de daïra en 2016 la commune comptait 80500 habitants alors que la population de l'agglomération oranaise était d'environ 2500 000 habitants.

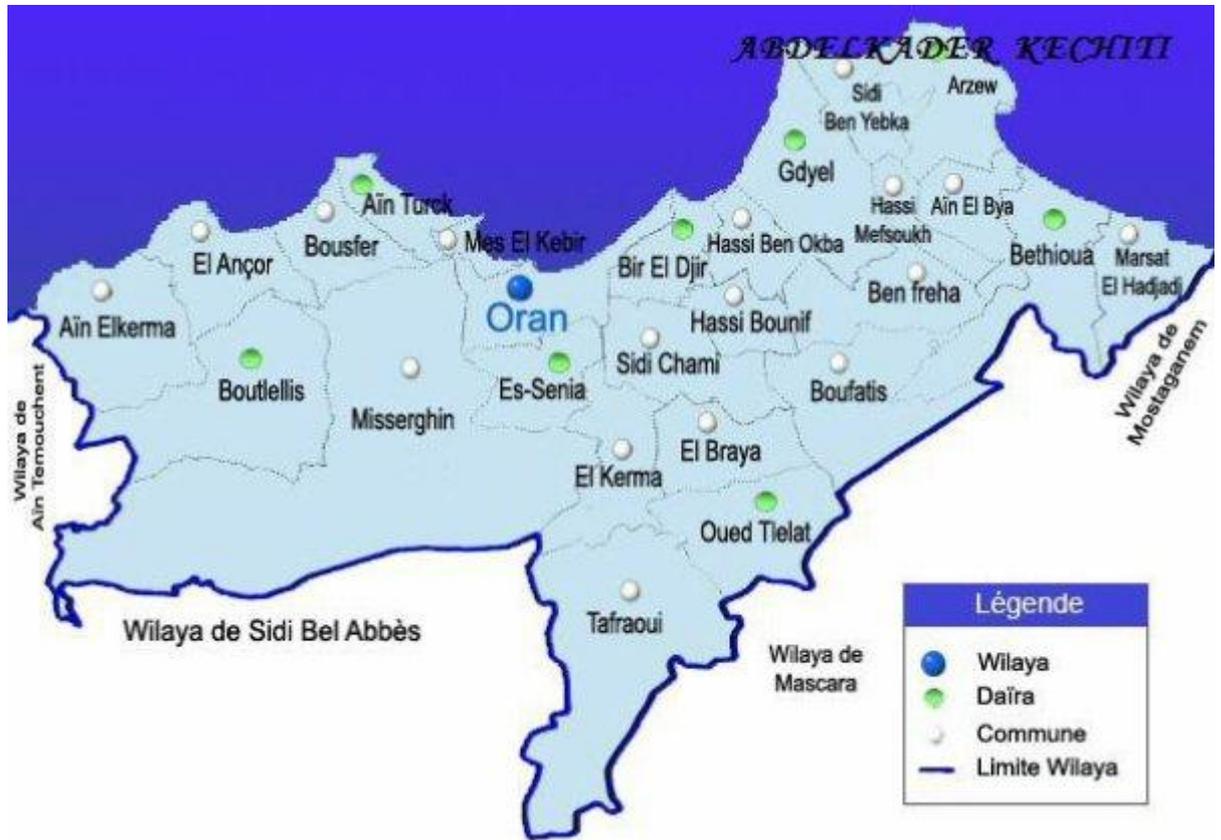


Figure 2: Carte géographique de la wilaya d'Oran.

1.3.1 Taux de croissance de la population :

Le taux d'accroissement annuel moyen de la wilaya était de 2,45%. Répartition de la population occupée par secteur d'activité :

- BTPH : 36%.
- Commerces : 18%.
- Transport & communication : 9%
- Hôtellerie et restauration : 8%.
- Industrie : 6%

1.3.2 Daira et nombre de communes :

- 9 Dairas.
- 26 communes.

1.3.3 Réseau routier :

- Routes nationales 187 Kms.
- Chemins de wilaya 592 Kms.
- Chemins communaux 291 Kms.
- Bretelle autoroutière 25 Kms.

1.3.4 Infrastructures portuaires :

La wilaya compte trois ports possédant :

- Port d'Oran : 2emePort commercial du pays.
- Port d'Arzew : 1erPort pétrolier du pays.
- Port de Bethioua : Port pétrolier du pays.

1.4 Présentation de projet:

Le projet de la deuxième rocade d'Oran, Ce projet rentre dans le cadre du développement du secteur routier de la wilaya d'Oran. Il sera l'un des piliers de l'infrastructure routière de la ville d'Oran vue qu'il va désengorger la ville on évitant les bouchons et la congestion



Figure 3: carte qui présente le site

Tous ce flux va être canalisé par cette deuxième rocade. Notre projet consiste à étudier du PK 1+150 au PK 5+000. Cette section rentre dans 02 communes à savoir la commune de Sidi Chahmi et la commune d'El Kerma. Il s'étend sur 4km.

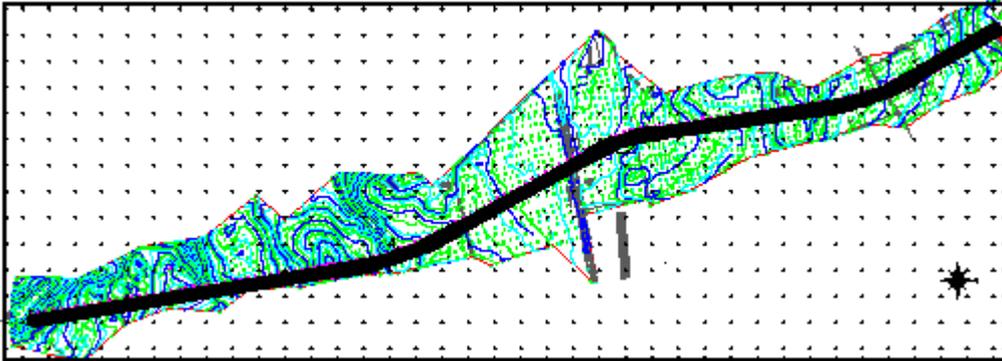


Figure 4: figure sur le tronçon.

1.5 Justification du de projet :

Ce projet rentre dans le cadre du programme de développement économique et sociale du pays et l'amélioration du cadre de vie des citoyens d'où son rôle dans le développement, la sécurité et l'économie du citoyen et du pays.

1.6 Objectifs du projet :

L'objectif de la deuxième rocade sud d'Oran:

- Disposer d'une nouvelle infrastructure, offrant une capacité suffisante pour répondre à une demande de transport sans cesse croissante.
- Le développement économique de la région.
- Caractéristique géométrique entravant la fluidité de la circulation et réduisant la capacité.
- L'amélioration notable de la sécurité de l'utilisateur.
- Etudier le trafic afin de justifier l'utilité de l'aménagement prévu.
- Procéder à un dimensionnement des corps de chaussées neufs.
- Désengorger la ville d'Oran de la circulation.

Chapitre II Caractéristiques géométrique d'une route

2.1 Généralités :

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance du terrain, à ce niveau se concert le rôle de l'étude géotechnique soit pour prévoir les matériaux et les méthodes adéquats aux travaux de terrassement dans la phase d'exécution d'étude.

2.2 Les coordonnées des sommets :

Tableau 2:coordonnées des sommets

Pts	X (m)	Y (m)
A	723776.8440	3959019.9090
S1	724053.5539	3958533.9917
S2	724193.6258	3957585.4632
S3	724662.7284	3956743.0699
S4	724893.0920	3955336.0510

2.3 Calcul de gisements et des angles au centre :

Les calculs de gisements et angle au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 3:Résulta de calcul de gisement/angle au centre/distances.

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	276.7099	-485.9173	167.0447	$\beta_1=$	23.6216	559.1815
S1-S2	140.0718	-948.5285	190.6663	$\beta_2=$	23.0130	958.8151
S2-S3	469.1026	-842.3933	167.6533	$\beta_3=$	22.0153	964.2010
S3-B	230.3636	-1407.0189	189.6686			1425.7522

2.4 Environnement de la route :

La B40 (norme technique d'aménagement des routes algériennes) propose trois environnements (E1, E2, E3) chaque classe d'environnement est caractérisée par deux indicateurs à savoir :

- La dénivelée cumulée moyenne (H/L=DC).
- La sinuosité σ .

La dénivelée cumulée moyenne :

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulée totale H à la de l'itinéraire L permet de mesurer la longitudinal du relief.

$$DC = \frac{H}{L} = \left| \frac{\sum_{p_i > 0} P_i l_i + \sum_{p_i < 0} P_i l_i}{L} \right|$$

Avec :

- P : pente du terrain.
- L : longueur de l'itinéraire (L=L1+L2+L3+....Ln).

2.4.1 Calcul de la dénivelée cumulée moyenne :*Tableau 4: dénivelé cumulée moyenne.*

N°	Distance (m)		Z (m)	DC (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	212,01	
2	30,00	30,00	211,71	-0,30
3	60,00	30,00	210,60	-1,11
4	90,00	30,00	209,15	-1,45
5	120,00	30,00	207,70	-1,45
6	150,00	30,00	206,88	-0,82
7	180,00	30,00	206,22	-0,66
8	210,00	30,00	204,82	-1,40
9	240,00	30,00	203,30	-1,52
10	270,00	30,00	202,74	-0,56
11	300,00	30,00	202,07	-0,67
12	330,00	30,00	201,96	-0,11
13	339,59	9,59	201,86	-0,10
14	360,00	20,41	201,66	-0,20
15	390,00	30,00	201,27	-0,39
16	420,00	30,00	200,85	-0,42
17	450,00	30,00	200,64	-0,21
18	478,14	28,14	200,54	-0,10
19	480,00	1,86	200,53	-0,01
20	510,00	30,00	199,79	-0,74
21	540,00	30,00	199,21	-0,58
22	570,00	30,00	198,75	-0,46
23	600,00	30,00	198,49	-0,26
24	630,00	30,00	198,22	-0,28
25	636,43	6,43	198,17	-0,05
26	660,00	23,57	197,90	-0,27
27	690,00	30,00	197,62	-0,28
28	720,00	30,00	197,61	-0,01
29	750,00	30,00	197,22	-0,39
30	774,98	24,98	198,82	1,61
31	780,00	5,02	200,18	1,36
32	810,00	30,00	200,01	-0,18

33	840,00	30,00	198,68	-1,33
34	870,00	30,00	198,36	-0,32
35	900,00	30,00	198,02	-0,33
36	930,00	30,00	197,28	-0,74
37	960,00	30,00	196,08	-1,21
38	990,00	30,00	194,42	-1,66
39	1020,00	30,00	193,80	-0,62
40	1050,00	30,00	192,99	-0,81
41	1080,00	30,00	192,36	-0,63
42	1110,00	30,00	191,89	-0,46
43	1140,00	30,00	192,41	0,52
44	1170,00	30,00	192,72	0,31
45	1200,00	30,00	192,07	-0,65
46	1230,00	30,00	190,22	-1,85
47	1260,00	30,00	189,34	-0,88
48	1290,00	30,00	188,86	-0,49
49	1320,00	30,00	188,62	-0,24
50	1350,00	30,00	188,37	-0,25
51	1367,91	17,91	188,24	-0,13
52	1380,00	12,09	188,17	-0,07
53	1410,00	30,00	188,08	-0,09
54	1440,00	30,00	187,33	-0,75
55	1470,00	30,00	186,47	-0,86
56	1477,44	7,44	186,33	-0,14
57	1500,00	22,56	186,01	-0,32
58	1530,00	30,00	185,47	-0,54
59	1548,65	18,65	185,03	-0,44
60	1560,00	11,35	184,80	-0,23
61	1590,00	30,00	184,55	-0,25
62	1620,00	30,00	184,88	0,33
63	1650,00	30,00	185,00	0,11
64	1658,18	8,18	184,98	-0,02
65	1680,00	21,82	184,92	-0,06
66	1710,00	30,00	184,86	-0,06
67	1740,00	30,00	184,95	0,09
68	1770,00	30,00	184,02	-0,93
69	1800,00	30,00	184,27	0,24
70	1830,00	30,00	183,93	-0,33
71	1860,00	30,00	184,07	0,13
72	1890,00	30,00	183,88	-0,18
73	1920,00	30,00	183,60	-0,29
74	1950,00	30,00	183,26	-0,33
75	1980,00	30,00	183,14	-0,13
76	2010,00	30,00	182,73	-0,40
77	2040,00	30,00	182,21	-0,52
78	2070,00	30,00	181,87	-0,35
79	2100,00	30,00	181,42	-0,45
80	2130,00	30,00	181,10	-0,31
81	2160,00	30,00	180,77	-0,34
82	2190,00	30,00	180,75	-0,01
83	2220,00	30,00	179,93	-0,83
84	2223,82	3,82	179,81	-0,11
85	2250,00	26,18	179,20	-0,61
86	2280,00	30,00	178,87	-0,33
87	2310,00	30,00	178,32	-0,55
88	2340,00	30,00	177,88	-0,43
89	2370,00	30,00	177,60	-0,28

90	2378,73	8,73	177,38	-0,22
91	2400,00	21,27	176,62	-0,76
92	2430,00	30,00	175,90	-0,72
93	2460,00	30,00	175,35	-0,55
94	2490,00	30,00	175,61	0,26
95	2520,00	30,00	176,62	1,01
96	2550,00	30,00	178,13	1,50
97	2569,64	19,64	179,06	0,93
98	2580,00	10,36	179,66	0,60
99	2610,00	30,00	181,48	1,82
100	2640,00	30,00	183,08	1,60
101	2670,00	30,00	185,07	1,99
102	2700,00	30,00	186,48	1,42
103	2724,55	24,55	187,78	1,29
104	2730,00	5,45	187,98	0,21
105	2760,00	30,00	185,49	-2,49
106	2790,00	30,00	182,89	-2,60
107	2820,00	30,00	179,79	-3,10
108	2850,00	30,00	177,04	-2,76
109	2880,00	30,00	175,43	-1,60
110	2910,00	30,00	173,55	-1,88
111	2940,00	30,00	172,26	-1,30
112	2970,00	30,00	170,91	-1,34
113	3000,00	30,00	169,54	-1,37
114	3030,00	30,00	168,17	-1,37
115	3060,00	30,00	167,15	-1,02
116	3090,00	30,00	166,73	-0,41
117	3120,00	30,00	165,70	-1,04
118	3150,00	30,00	165,49	-0,21
120	3210,00	30,00	159,56	-5,26
121	3240,00	30,00	163,75	4,19
122	3270,00	30,00	166,04	2,29
123	3300,00	30,00	167,27	1,23
124	3330,00	30,00	168,50	1,23
125	3360,00	30,00	167,07	-1,43
126	3390,00	30,00	165,33	-1,74
127	3420,00	30,00	163,45	-1,88
128	3450,00	30,00	162,10	-1,35
129	3480,00	30,00	160,82	-1,28
130	3510,00	30,00	160,15	-0,67
131	3540,00	30,00	160,99	0,83
132	3570,00	30,00	160,14	-0,85
133	3600,00	30,00	158,56	-1,57
134	3630,00	30,00	158,99	0,43
135	3660,00	30,00	158,52	-0,47
136	3690,00	30,00	157,99	-0,53
137	3720,00	30,00	157,19	-0,80
138	3750,00	30,00	155,51	-1,68
139	3780,00	30,00	153,48	-2,03
140	3810,00	30,00	152,29	-1,19
141	3840,00	30,00	150,52	-1,77
142	3870,00	30,00	147,89	-2,63
143	3898,03	28,03	145,05	-2,85
	$\Sigma=3898,03$		$\Sigma=$	-66,96
				-1,72%

- $\Sigma \Delta H = -66.96$
- $\Sigma \text{ Distance} = 3898.03$
- $DC = \Sigma \Delta H / \Sigma \text{ Distance} = 0.0171 \Rightarrow DC = 1,72\%$

Le tableau suivant représente la nature du terrain en fonction de la dénivelée cumulée :

Tableau 5 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$D_c < 1.5\%$
2	Plat mais inondable	$D_c = 1.5\%$
3	Terrain vallonné	$1.5\% < D_c \leq 4\%$
4	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

On peut conclure toute en se référant au tableau ci-dessus que le relief : **Terrain vallonné.**

2.4.2 La Sinuosité :

La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L 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.

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

Avec :

- L : longueur total de l'itinéraire. $L = 3898,03$.
- L_s : longueur sinueuse des courbes dont $R_i < 200$ m.
- $L_s = 0$ si aucun rayon n'est inférieur à 200m.

Tableau 6: La Sinuosité.

N : de code	Sinuosité	Classification
1	$\sigma \leq 0,1$	sinuosité Faible
2	$0,1 \leq \sigma \leq 0,3$	sinuosité Moyenne
3	$\sigma \geq 0,3$	sinuosité Fortes

$$\sigma = \frac{L_S}{L_T} = 0$$

σ = caractéristique d'une sinuosité faible.

Tableau 7: L'environnement de la route en fonction de la Dénivelée moyenne et la sinuosité.

Sinuosité/ relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E3	E3

On a : un terrain vallonné + une Sinuosité Faible = L'environnement de la route E2

2.5 Catégorie de la route :

Selon la B40 (norme technique d'aménagement des routes algériennes) les routes sont classées en Cinq catégories fonctionnelles, correspondants aux finalités économiques et administratives).

Les Cinq catégories de la route sont :

- CAT 1 : Liaison entre les grands centres économiques.
- CAT 2 : Liaison entre d'industrie de transformation et d'industrie légère.
- CAT 3 : Liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de daïras non desservie par le réseau de CAT1 et CAT 2.
- CAT 4 : Liaison des centres de vie non relie au réseau de CAT 1-2-3.
- CAT 5 : Routes et pistes non comprises dans les CAT précédentes.

Dans le cas de notre projet, et après l'analyse des données il s'avère que La catégorie de notre projet rentre dans la CAT2.

2.6 La vitesse de référence :

Du point de vue de la technique de circulation, il existe plusieurs types de vitesses mais celle utilisé dans les tracés routiers est dénommée vitesse de base ou vitesse de référence.

La vitesse de référence est souvent fixée d'avance selon l'importance de liaison assurée, la classe de la route à projeter est selon les conditions topographiques du terrain.

Actuellement la technologie de construction des véhicules a abouti à des vitesses de plus en plus rapides. La vitesse de référence a augmenté conditionnant évidemment les caractéristiques du tracé en plan, du profil en long et du profil en travers, la limitation de la vitesse maximum autorisée commence à s'imposer (pour des raisons de sécurité les vitesses de conception des routes sont limité à un maximum de 120 Km/h). Le tableau suivant illustre le choix de la vitesse de base à partir de la catégorie et l'environnement d'une route.

Tableau 8 : Vitesse de référence

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

Pour notre projet et après analyse des données il s'avère que $V_r=100\text{km/h}$

Chapitre 3: Etude du trafic

3.1 Généralité :

Une étude de trafic est une étape très importante qui doit intervenir à l'amont de toute réflexion relative à un projet routier. Elle permet de déterminer l'intensité du trafic, caractérisé par le trafic journalier moyen annuel (TJMA), et d'autre part, l'agressivité des véhicules poids lourds définie par le nombre de poids lourds circulant sur le tronçon de route étudié.

En réponse à ces insuffisances une réhabilitation du tronçon étudié a été envisagée en vue d'améliorer l'offre de transport et assurer une meilleure sécurité et fluidité de trafic.

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

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

3.2 Différents types de trafic :

3.2.1 Trafic normal:

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

3.2.2 Trafic dévié:

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

3.2.3 Trafic total:

C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

3.2.4 Trafic induit:

C'est un trafic qui résulte du nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

3.3 Analyse des trafics existants :

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume,

composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

3.3.1 Mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

Les comptages : permettent de quantifier le trafic.

Les enquêtes: permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

3.3.2 Comptages :

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

- Les comptages manuels
- Les comptages automatiques.

3.3.2.1 Comptages manuels :

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

3.3.2.2 Comptages automatiques :

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires.

3.3.3 Enquêtes « origine-destination » :

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon. Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux.

3.4 Calcul de la capacité :

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux

directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée. La capacité dépend de :

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

3.5 Projection Future Du Trafic :

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

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

Avec :

- TJMAh : le trafic à l'année horizon.
- TJMA₀ : le trafic à l'année de référence.
- n : nombre d'année.
- T : taux d'accroissement du trafic (%).

3.6 Calcul du trafic effectif :

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

$$T_{eff} = [(1 - Z) + P.Z]. Tn$$

- **T_{eff}** : trafic effectif à l'horizon.
- **Z** : pourcentage de poids lourds (%).
- **P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route.

3.6.1 Coefficient d'équivalence \check{p} "(selon le B40) :

- Terrain plat (E1)..... P = 2.
- Terrain vallonné (E2)..... P = 4.
- Terrain Montagneux (E3)..... P = 10.

3.7 Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif al 'horizon, il est exprimé en (uvp) et donné par formule : $Q = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot T_{eff}$

Avec :

- $\left(\frac{1}{n}\right)$: Coefficient d e pointe prise égale 0.12
- Q: est exprimé en UVP/h.

3.8 Débit horaire admissible :

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

$$Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$$

Avec :

- **K1** : coefficient lié à l'environnement.
- **K2** : coefficient de réduction de capacité.
- **Cth** : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Tableau 9: Valeur de "K2".

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90-0.95

Tableau 10: Valeur de "K2".

E / CAT	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau 11: valeurs de capacité théorique du profil en travers en régime stable.

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

3.9 Déterminations du nombre des voies :

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

3.9.1 Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

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

$$Q \leq Q_{adm}$$

3.9.2 Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

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

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

Avec :

- **N**: le nombre de voie.
- **Q_{adm}** : Débit admissible par voie.
- **S** : coefficient dissymétrie, en général=2/3.

3.10 APPLICATION DE PROJET :

3.10.1 Les données de trafic :

- Le trafic à l'année de compactage $TMJA = 6600$ V/J.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic $\tau = 5\%$.
- La vitesse de base sur le tracé $V_r = 100$ km/h.
- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 20\%$.
- Environnement (E2) - Catégorie (CAT2).
- La durée de vie estimée à 20 ans.
- $I_{cbr} = 6$.

3.10.2 Trafic à l'année de mise en service :

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^n = 6600 (1 + 0.06)^6 = 8845 \text{ V/j}$$

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

$$T_{20} = 23469 \text{ v /j}$$

3.10.3 Trafic effectif

$$T_{eff} = [(1 - Z) + P \cdot Z] \cdot T_n$$

$$T_{eff} = [(1 - 0.20) + (4 \times 0.20)] \times 23469 = 37551 \text{ uvp/j}$$

3.10.4 Débit de point horaire normal :

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

$$Q \text{ (uvm/h)} = 0,12 \times 37551 = 4507 \text{ uvp/j.}$$

3.10.5 Débit de point horaire adm :

$$Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$$

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

$$\text{Donc « } Q_{adm} \text{ »} = 1515 \text{ v/j.}$$

3.10.6 Calcule nombre de voies

$$N = (2/3) \times (Q/Q_{adm})$$

$$N = (2/3) \times (4507/1515) = 2,08 \text{ Donc : } N = 2 \text{ voies /sens}$$

Tableau 12 : résultat du calcul du trafic.

$TJMA_0$	$TJMA$	$TJMA T_{eff}$	T_{eff}	Q (uvm/j)	N
6600	8845	37551	4507	1515	2

3.11 Conclusion.

Le profil en travers retenu pour notre projet est défini comme suit :

Deux Chaussée unidirectionnelle à deux voies de 10 m de largeur séparée par un terre-plein central de 10 m, et des accotements de 1,50 m.

Chapitre 4 : Paramètre cinématique

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules.
Les paramètres sont :

4.1 Distance de freinage.

La distance de freinage est la longueur parcourue par le véhicule pendant l'action du freinage pour annuler sa vitesse.

$$d_0 = 0.04 \frac{V_r^2 \left(\frac{km}{h}\right)}{g(fl \pm i)}$$

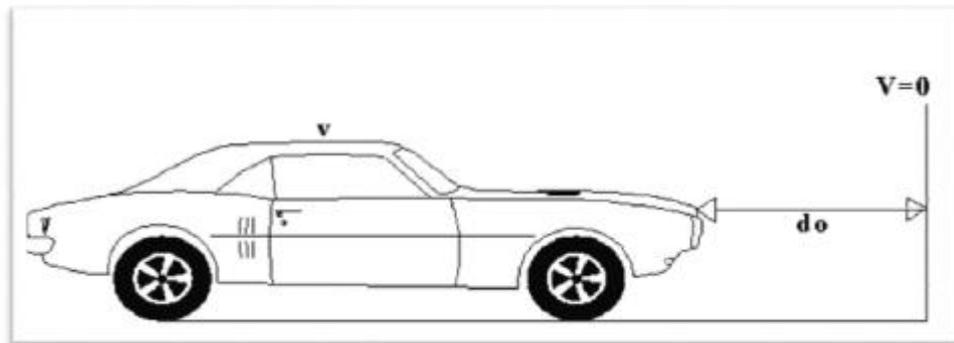


Figure 5: Distance de freinage.

Avec :

- **V_r** : vitesse de référence $V_r = 100 \text{ Km/h}$.
- **g** : accélération de la pesanteur $= 9.81 \text{ m/s}^2$.
- **fl** : coefficient de frottement.
- **i** : rampe ou pente.

Palier $\longrightarrow d_0 = 0.04 \frac{V_r^2 \left(\frac{km}{h}\right)}{g.fl}$

Pente $\longrightarrow d_0 = 0.04 \frac{V_r^2 \left(\frac{km}{h}\right)}{g(fl-i)}$

Rampe $\longrightarrow d_0 = 0.04 \frac{V_r^2 \left(\frac{km}{h}\right)}{g(fl+i)}$

Le tableau suivant donne la valeur de (f_l) retenues pour l'Algérie d'après B40.

Tableau 13: Valeur de " f_l ".

CAT/Vr	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
CAT 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.036	/

CAT : 2 Vr = 100 km/h \longrightarrow $f_l = 0.36$

4.2 Application numérique :

En palier : $i_1 = 0$

$$d_0 = 0.04 \frac{100^2}{0.36 \times 10} = 111m$$

En pente :

- $i_1 = -1.812$ $d_0 = 117m$
- $i_2 = -1.030$ $d_0 = 114m$
- $i_3 = -1.030$ $d_0 = 114m$
- $i_4 = -2.371$ $d_0 = 119m$

4.3 Distance d'arrêt :

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

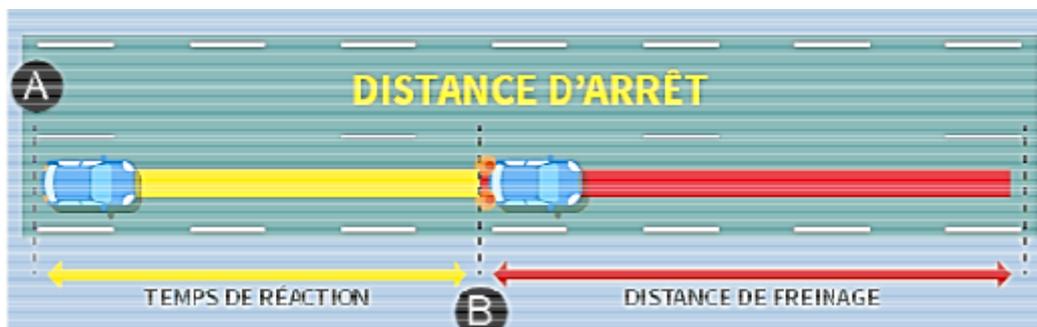


Figure 6: Distance d'arrêt.

4.4 Distance d'arrêt en alignement droit (d_1) :

C'est la distance minimum parcourue par un véhicule entre le moment où l'obstacle devient visible et celui où le véhicule s'arrête.

$$V_r > 60 \text{ (km/h)} \quad t = 1.8\text{s} \quad d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)}$$

$$V_r \leq 60 \text{ (km/h)} \quad t = 2\text{s} \quad d_1 = d_0 + 0.56 V_r \text{ (km/h)}$$

$$\text{Pour } V_r = 100 \text{ km/h} \quad t = 1.8\text{s}$$

$$d_1 = d_0 + 0.50 \times V_r \text{ (km/h)}$$

Pour $d_0 = 111\text{m}$

$$d_1 = 111 + 0.50 \times 100 = 161\text{m}$$

En pente :

- $i_1 = -1.812$ $d_1 = 167\text{m}$
- $i_2 = -1.030$ $d_1 = 164\text{m}$
- $i_3 = -1.030$ $d_1 = 164\text{m}$
- $i_4 = -2.371$ $d_1 = 169\text{m}$

4.5 Distance d'arrêt en courbes (d_2) :

En palier :

$$d_1 = (d_0 \times 1.25) + 0.50 \times V_r \text{ (km/h)}$$

$$d_1 = (111 \times 1.25) + 0.50 \times 100 = 189.75\text{m}$$

En pente:

- $i_1 = -1.812$ $d_1 = 197.3\text{m}$
- $i_2 = -1.030$ $d_1 = 193.5\text{m}$
- $i_3 = -1.030$ $d_1 = 193.5\text{m}$
- $i_4 = -2.371$ $d_1 = 199.8\text{m}$

4.6 Distance de visibilité de manœuvre de dépassement :

C'est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule dépassant d'abandonner enfreignant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement amorcée dans l'hypothèse où le véhicule adverse freine.

Tableau 14 : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

	Vr (km/h)	40	60	80	100	120
	Toutes les catégories	Distance de visibilité et de dépassement				
Minimale dm (m)		150	250	325	425	550
Normale dN (m)		250	350	500	625	800
	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement dmd	70	120	200	300	425

4.7 Distance de sécurité entre véhicules :

C'est la distance de sécurité, nécessaire entre deux véhicules qui se suivent pour éviter toute collision. Il suffit que l'intervalle soit supérieur à la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction.

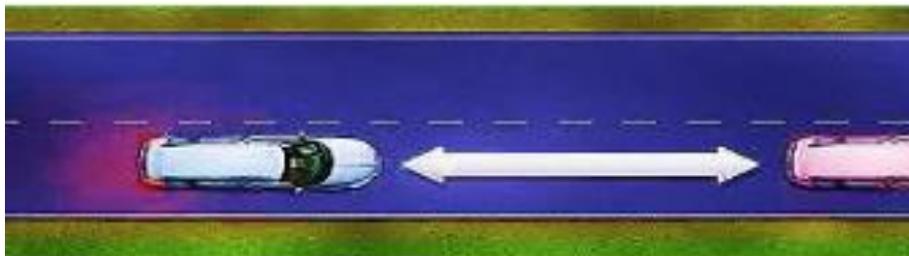


Figure 7: Espacement entre véhicule.

- $E = a + b.v + c. v^2$.
- $D = E = 8 + 0.2Vr + 0.003 .Vr^2$.

Donc: $E = 8 + 0.2 \times 100 + 0.003 \times 100^2 = 58 \text{ m}$

Chapitre 5 : Trace en plan

5.1 Introduction

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

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

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

5.2 Règles et principes du tracé en plan

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans la 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 :

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à R_{Hnd} (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total du tracé.

5.3 Les éléments du tracé en plan

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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

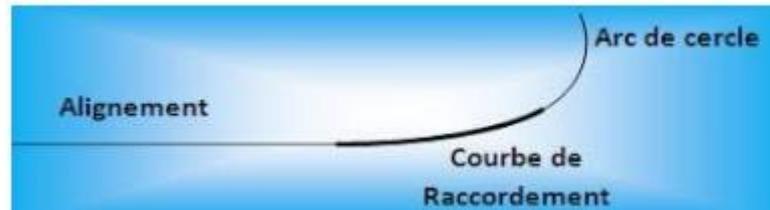


Figure 8: Élément du tracé en plan.

5.3.1 Alignements droit :

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, Ove, S, ou à sommet. La longueur maximale L_{max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

$$\text{Avec } V \text{ en : } L_{min}=5V/3.6 \text{ (m/s)} / L_{max}=60V/3.6 \text{ (m/s)}.$$

5.3.2 Arcs en cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible. Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

5.3.3 -Les variantes :

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements droits raccordés

par des arcs de cercles. Notre présente étude s'effectue sur les étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de notre variante ainsi que les angles au centre des parties circulaires.
- L'environnement de la route. → Dénivelée cumulée.
- Sinuosité.
- Vitesse de référence V_r .

- Les rayons en plan RHm, RHN, Rhd et RHnd.
- Choix des rayons.
- Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- Déclivités « profil en long ».
- Cubatures approchées.

5.3.4 -Calcul de gisement de distance et des angles au centre :

5.3.4.1 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.

$$g_{s_1s_2} = \arctg \left| \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right| = \arctg \left| \frac{X_{S_2} - X_{S_1}}{Y_{S_2} - Y_{S_1}} \right|$$

5.3.4.2 Distance :

La distance S₁S₂ est donnée par la relation.

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

5.3.4.3 L'angle au centre :

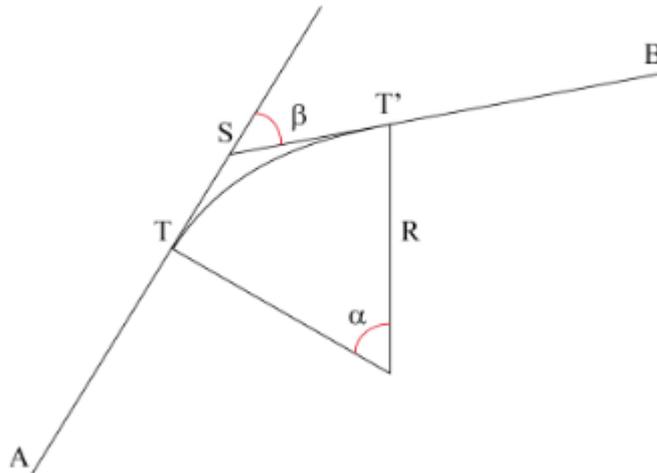


Figure 9: Détermination de l'angle au centre.

D'après le cas de Figure au-dessus, l'angle au centre β est donné par : $\beta = GSB - GAS$

5.3.5 Détermination des éléments des raccordements circulaires :

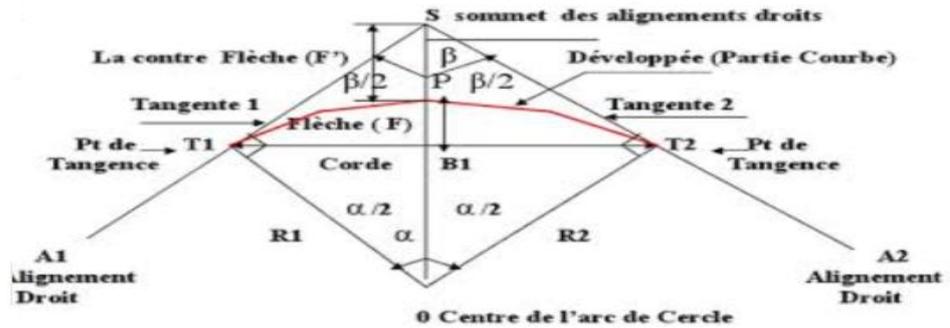


Figure 10: Les éléments d'un raccordement circulaire.

5.3.6 Angles de déviation au sommet α :

Quand on prolonge les alignements droits confondus avec l'axe de route

- La tangente : $ST=ST'=R \cdot \text{tg} \frac{\beta}{2}$
- Bissectrice : $\text{Biss} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} \right)$
- La développée : $D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R \cdot \beta^{\text{rd}}$
- La flèche : $F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$

5.4 Application au projet :

5.4.1 Calcul de gisements et des angles au centre :

Les calculs de gisements et angle au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 15: gisements et des angles au centre.

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)	Distances (m)
A-S1	276.7099	-485.9173	167.0447	$\beta_1 =$ 23.6216	559.1815
S1-S2	140.0718	-948.5285	190.6663	$\beta_2 =$ 23.0130	958.8151
S2-S3	469.1026	-842.3933	167.6533	$\beta_3 =$ 22.0153	964.2010
S3-B	230.3636	-1407.0189	189.6686		1425.7522

5.5 Détermination des éléments des raccordements :

Tableau 16: éléments des raccordements.

Virage	Tangente	Développée	Bissectrice	Flèche
1	150.1454	296.8377	13.9678	13.7281
2	91.3689	180.7436	8.2797	8.1448
3	174.6517	345.8155	15.1370	14.9113

5.5.1 Courbes en plan :

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

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

- **Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :**

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

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

- **Le rayon minimal normal (RHN) :**

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

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

- **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 %).

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

Dmin = 2.5% en catégorie 1 – 2.

Dmin = 3% en catégorie 3 – 4.

- **Le rayon non déversé RHnd :**

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

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

5.5.2 Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant de valeurs de rayon \geq à RHn que possible.
- Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près entre dmax et d (RHm).
- Si $RHm < R < RHn$:

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

- Si $RHn < R < RHd$:

$$\Rightarrow \frac{d(R) - d(RHd)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}} = \frac{d(RHn) - d(RHd)}{\frac{1}{RHn} - \frac{1}{RHd}}$$

Détermination des dévers dmax et d min :

Tableau 17: Dévers.

	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
d min	-2.50%	-2.50%	-3%	-3%	-4%
d max	7%	7%	8%	8%	9%

Détermination du coefficient transversal ft :

Tableau 18 : Valeur du coefficient f t.

Vr	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	

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

Tableau 19: Valeur du coefficient « F'' »

Catégories	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
F''	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075

Tableau récapitulatif :

Tableau 20: récapitulatif

Dmin	-2.5%
Dmax	-7.0%
Ft	0.11
F''	0.06
d=dmax-2%	5 %

5.6 Visibilité en courbe :

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au conducteur

d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

5.7 *Sur largeur :*

Un long véhicule à deux (2) essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit. Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement égale à :

$$S = 50 / R \quad R: \text{rayon de l'axe de la route.}$$

5.8 *Courbes de raccordements :*

Le fait que le tracé soit constitué d'alignement et d'arc ne suffit pas, il faut donc prévoir des raccordements à courbure progressif, qui permettent d'éviter la variation brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaires et ça pour assurer :

- La stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Un tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

5.9 *Clothoïde :*

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il infini jusqu'au point asymptotique ou il s'annule, 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.

5.9.1 *Expression mathématique de la Clothoïde :*

La Courbure K linéairement proportionnellement à la longueur curviligne.

$$K = C.L \quad / \quad 1/C = A^2 \Rightarrow L.R = A^2$$

5.9.2 Longueur de Clothoïde :

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

Condition d'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

$$L_1 \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

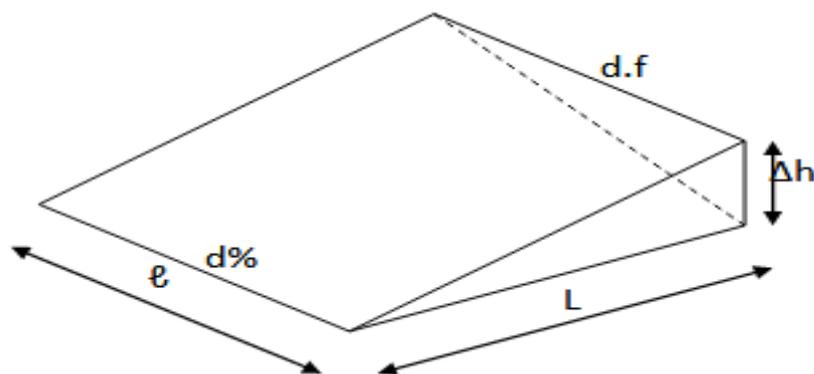
La condition de confort dynamique : Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon en particulier à respecter les conditions de stabilité et de « confort dynamique », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale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

$$L_2 \geq \frac{Vr^2}{18} \left(\frac{Vr^2}{127R} - \Delta d \right)$$

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 du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe.

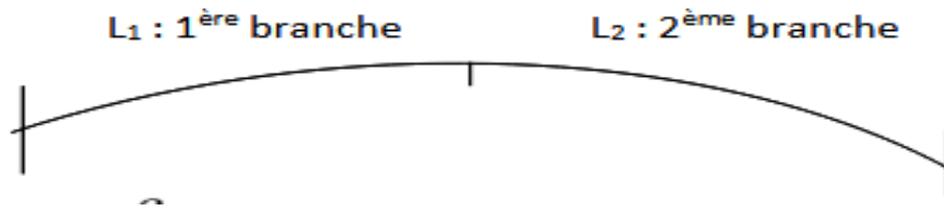
$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr$$

Tableau 21: Condition de gauchissement

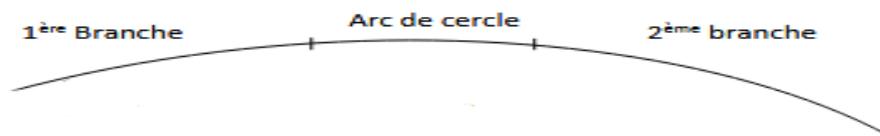


Vérification de non chevauchement :

1^{er} cas : $\tau = \frac{\beta}{2}$ Clothoïde sans arc de cercle.



2^{eme} cas : $\tau < \frac{\beta}{2}$ Clothoïde avec arc de cercle



3^{ème} cas : $\tau > \frac{\beta}{2}$ Clothoïde impossible



Tableau 22: paramètre de Clothoïde.

	Conditions				τ (gr)	$\beta/2$ (gr)	Lmax (m)	L choisie (m)
	gauchissement	Confort dynamique	Optique	Non Chevauchement				
N° Virages	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)					
1	1.90	138.56	66.5	0.0875	11.8108	138.56	140.00	
2	34.71	109.54	66.5	0.11	11.5065	109.54	110.00	
3	9.033	154.91	66.5	0.08	11.0076	154.91	160.00	

Calcul des paramètres des deux Clothoïde :

Tableau 23:Eléments de la Clothoïde

Paramètre de Clothoïde		Virage 1	Virage 2	Virage3
R	Rayon	800 m	500 m	1000 m
L	Longueur de Clothilde	140 m	110 m	160 m
A	Paramètre de Clothoïde	332.93	234.02	393.58
β	Angle au centre	23.6216	23.013	22.0152
$\alpha = 200 - \beta$	Angle au sommet	176.3784	176.987	177.9848
$\tau = L/2.R$	angle des tangentes	0.0875	0.11	0.08
$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	Angle au centre partie circulaire	23.4466	22.793	21.856
$Xk_E = L - \frac{L^3}{40R^4}$	Abscisse de l'extrémité de la Clothoïde	139.9999	109.9999	159.9999
$Yk_E = \frac{L^2}{6R}$	Ordonnée de l'extrémité de la Clothoïde	4.0833	4.0333	4.2666
$\sigma = \arctg \frac{Yk_E}{Xk_E}$	Angle Polaire (gr)	1.8562	2.3332	1.6972
$D = \frac{\pi.R.\gamma}{200}$	Développée de cercle	294.6386	179.0158	345.8139
$SL = \sqrt{Xk_E^2 + Yk_E^2}$	Longueur de la corde KA-KE	144.0832	114.0332	164.2665
$X_0 = Xk_E - R \sin. \tau$	Abscisse du centre	138.9003	109.1359	158.7432
$Y_0 = Yk_E + R \cos \tau$	Ordonnées du centre	804.0825	504.0325	1004.2658
$KA_{cw0} = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2}$	Longueur de la corde	815.9913	515.7125	1016.7345
$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	Ripage	1.0208	1.0083	1.0666
$DT = 2L + D$	Développée totale	574.6386	399.0158	665.8139
$TK = \frac{Yk_E}{\sin \tau}$	tangente courte	2970.8689	2334.2543	3395.2532
$TL = Xk_E - \left(\frac{Yk_E}{\cos \tau}\right)$	tangente longue	135.9165	105.9665	155.7332

5.10 Le choix de rayons :

Pour une route de catégorie donnée. Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. Autant que possible des valeurs de rayon supérieures ou égale au rayon minimum normal RHN.

5.10.1 Calcul des rayons en plan :

Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

$$RHm = \frac{100^2}{127(0.11+0.07)} = 437.4 \text{ m}$$

Le rayon minimal normal (RHN) :

$$RHN = \frac{100^2 + 20}{127(0.1+0.05)} = 756 \text{ m}$$

Le rayon au devers minimal RHd :

$$RHd = \frac{100^2}{127 * 2 * 0.025} = 1575 \text{ m}$$

Le rayon non déversé RHnd :

$$RHnd = \frac{100^2}{127(0.06+0.025)} = 2249 \text{ m}$$

1^{er} cas : si rayon > Rhnd => le devers associé est ce lui de l'alignement droit:

- d = -2.5%.

2eme cas : si Rhd ≤ R = 1000m < Rhnd.

- Le devers associé est celui de l'alignement droit.

3eme cas : si RHN ≤ R₁ = 800m ≤ RHd

- $d(R) = \left(\frac{1}{R}\right) - \left(\frac{1}{RHd}\right) \cdot \frac{d(RHN) - d(RHN)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}} + d(RHd)$

$$d(R) = 0.0031$$

4eme cas : si RHm ≤ R₂ = 500 ≤ Rhn

Par interpolation :

$$d(R) = \left(\frac{1}{R}\right) - \left(\frac{1}{RHd}\right) \cdot \frac{d(RHm) - d(RHd)}{\frac{1}{RHn} - \frac{1}{RHm}} + d(RHn)$$

$$d(R) = -0.064$$

Le calcul des rayons en plan nous donnent les résultats suivants :

Tableau 24: rayon en plan

Rayon en plan		
	Calculé	Norme B40
RHm =	437.4453	450m
RHN =	629.9212	650m
RHd =	1574.8031	1800m
RHnd =	2249.7187	2500m

Tableau 25: rayons choisis.

Rayons Choisis	
R1	800m
R2	500m
R3	1000m

5.11 Longueur totale des « courbe / alignements droits » :

5.11.1 Longueur totale des alignements droits : Lad

$$Lad = AT1 + T'1T2 + T2T3 + T3T4 + T4T5 + T5B$$

$$Lad = 409.0356 + 717.3008 + 698.1805 + 1251.1023 = 3075.6192m$$

5.11.2 Longueur totale des arcs de cercles : L_c

$$L_c = D1 + D2 + D3$$

$$L_c = 296.8377 + 180.7436 + 345.8155 = 823.3968\text{m}$$

$$LT = 3899.016\text{m}$$

Tableau 26: La longueur totale du tronçon alignements droits et des courbes

Alignement droit		courbes	
AT1	409.0356	Dev (R1)	296.8377
T1T2	717.3008	Dev (R2)	180.7436
T3T4	698.1805	Dev (R3)	345.8155
T4B	1251.1023	Longueur des courbes	823.3968m
Longueur total d'alignement droit	3075.6192m		
Longueur total (d'alignement droit+ courbes)	3899.016m		

Chapitre 06 : profil en long

6.1 Généralité.

C'est une coupe longitudinale du terrain naturel suivant un plan vertical passant par l'axe du tracé de la route

Il consiste à représenter graphiquement tous les points caractéristiques par leurs distances et altitudes respectivement mesurées et interpolées à partir du plan topographique.

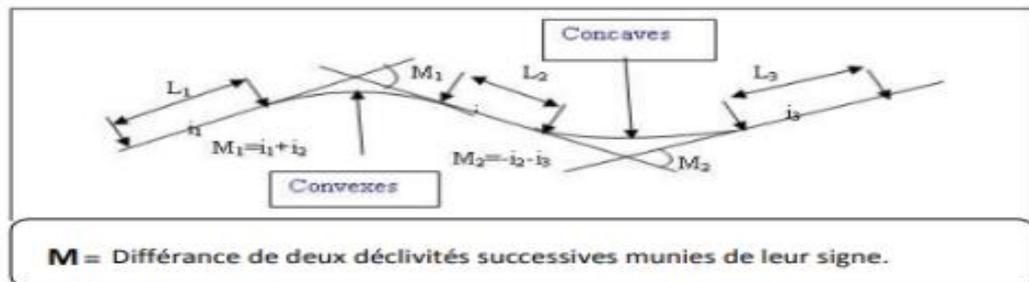


Figure 11: Raccordement convexe et concave.

6.2 Ligne rouge.

C'est la ligne du projet qui doit tenir compte des critères suivants:

- passages aux points obligés.
- équilibre entre remblais et déblais.
- respecter les normes techniques relatives aux rayons de raccordement.
- assurer un bon écoulement des eaux usées et pluviales.

6.3 Rayons de raccordement :

Le choix des rayons de raccordement doit satisfaire les deux conditions suivantes :

- condition de visibilité (déclivités formant un angle saillant).
- condition de confort (déclivités formant un angle rentrant).

Condition de confort :

Le rayon de raccordement doit vérifier la condition de confort de l'usagé, pour cela il faut que :

$$\frac{v^2}{R} \leq \frac{g}{20} \Rightarrow R \geq \frac{20}{g} v^2 \text{ Pour } g=9.81\text{m/s}^2 \text{ on a:}$$

$$R \geq 0.15V^2 \quad V: \text{ km/h et } R \text{ en 'm'}$$

Condition de visibilité :

Pour assurer au conducteur une bonne visibilité de la route, on adoptera une valeur de rayon convenable.

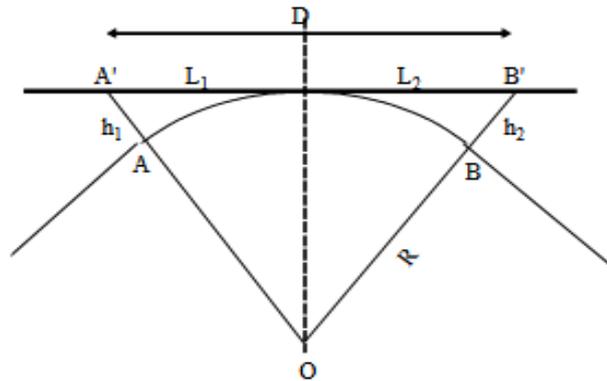


Figure 12: Visibilité.

Données:

- h_1 : hauteur de l'œil du conducteur = AA'.
- h_2 : hauteur de l'obstacle = BB'.
- A' : l'œil du conducteur.
- D = distance entre le conducteur et l'obstacle B'.

$$(R + h_1)^2 = L_1^2 + R^2 \quad R^2 + h_1^2 + 2R.h_1 = L_1^2 + R^2 \quad (1)$$

$$(R + h_2)^2 = L_2^2 + R^2 \quad R^2 + h_2^2 + 2R.h_2 = L_2^2 + R^2 \quad (2)$$

$$L_1^2 = h_1^2 + 2R.h_1 \quad \text{et} \quad L_2^2 = h_2^2 + 2R.h_2$$

h_1^2 et h_2^2 sont très petit par rapport à $2R.h_1$ et $2R.h_2$

$$\text{Donc : } L_1^2 = 2Rh_1 \Rightarrow L_1 = \sqrt{2Rh_1}$$

$$L_2^2 = 2Rh_2 \Rightarrow L_2 = \sqrt{2Rh_2}$$

$$L_1 + L_2 = D = \sqrt{2Rh_1} + \sqrt{2Rh_2} \Rightarrow D = \sqrt{2R}(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}).$$

$$R_{min} = \frac{D^2}{2h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1.h_2}}$$

Pour les chaussées bidirectionnelles.

Risque de collision entre deux véhicules : $h_1 = 1.00 \text{ m}$, $h_2 = 1.20 \text{ m}$

Avec $d = D/2$: distance d'arrêt en attention concentrée

$$R = 0.436 .d^2 \quad \text{et} \quad d = 0.01V^2 + 0.2V$$

Pour les chaussées unidirectionnelles :

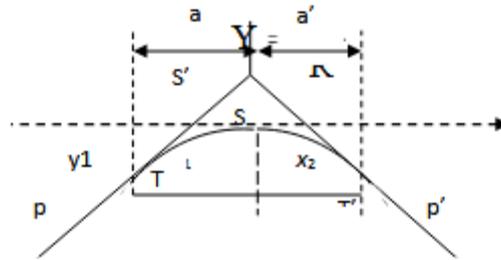
Risque de collision avec un obstacle : $h_1 = 1.00\text{m}$, $h_2 = 0.15\text{ m}$
avec $d = D$:

Distance d'arrêt en attention diffuse :

$$R=0.222d^2 \text{ et } d=0.01*v^2 + 0.4v$$

Raccordement parabolique :

En pratique l'arc de cercle est assimilé à un branche de parabole ayant pour équation



L'équation de la tangente en un point quelconque d'abscisse X s'écrit sous la forme

$$Y' = \frac{X}{R}$$

Au point de tangence T et T', Y représente la pente ou la rampe. Les coordonnées du sommet de la parabole s'obtiennent :

$$\begin{cases} x_1 = pR \\ y_1 = \frac{p^2 R}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} x_2 = p'R \\ y_2 = \frac{p'^2 R}{2} \end{cases}$$

Les positions de T et T' sont données par rapport à l'intersection des pentes.

Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

$$a = a' = \frac{R}{2} (p + p')$$

Dans le cas où les déclivités sont de même sens :

$$a = a' = \frac{R}{2} (p - p')$$

La flèche est donnée par :

$$F' = \frac{R}{2} \left(\frac{p \pm p'}{2} \right)^2 \quad \text{Ou } p \text{ et } p' \text{ sont en valeur absolue}$$

Rayon de courbure pour 2 déclivités formant un angle saillant.

Rayon Minimum absolu d'après les normes du B40 est : $R_{vm} = 6000\text{ m}$

Rayon de courbure pour 2 déclivités formant un angle rentrant :

La condition de visibilité ne se pose pas, le rayon est imposé par la condition de confort.

Rayon Minimum absolu d'après les normes du B40 est : $R'v = 3000$ m

Tableau 27: Les déclivités et les Rayons choisis

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	211.985	723776.844, 3959019.909	212.010
Pente = -1.812 %	1031.119	1031.288				
			1031.119	193.300	724123.053, 3958063.364	193.457
Arc de parabole	156.513	156.530				
Rayon=20000.000 0						
			1187.632	191.076	724145.918, 3957908.530	192.430
Pente = -1.030 %	1016.703	1016.757				
			2204.335	180.609	724530.515, 3956980.492	180.609
Pente = -1.030 %	644.938	644.972				
			2849.273	173.969	724723.640, 3956371.032	177.092
Arc de parabole	134.167	134.188				
Rayon=10000.000 0						
			2983.440	171.688	724745.318, 3956238.628	170.297
Pente = -2.371 %	914.594	914.851				
			3898.034	150.001	724893.092, 3955336.051	145.045
Longueur totale	3898.034					

Tableau 28: valeurs de tangente et de flèche.

Elément Sommet	P1 P2	Nature du rayon	Sens des pentes	T	L	F
S1	-1.812 -1.030	Rentrant	Même sens	78.2	156.4	0.152
S2	-1.030 -2.371	Rentrant	Même sens	67.05	134.1	0.224

CHAPITRE 07 : Profil en travers

7.1 Généralités :

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé «profil en travers type» contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

7.2 Les éléments du profil en travers :

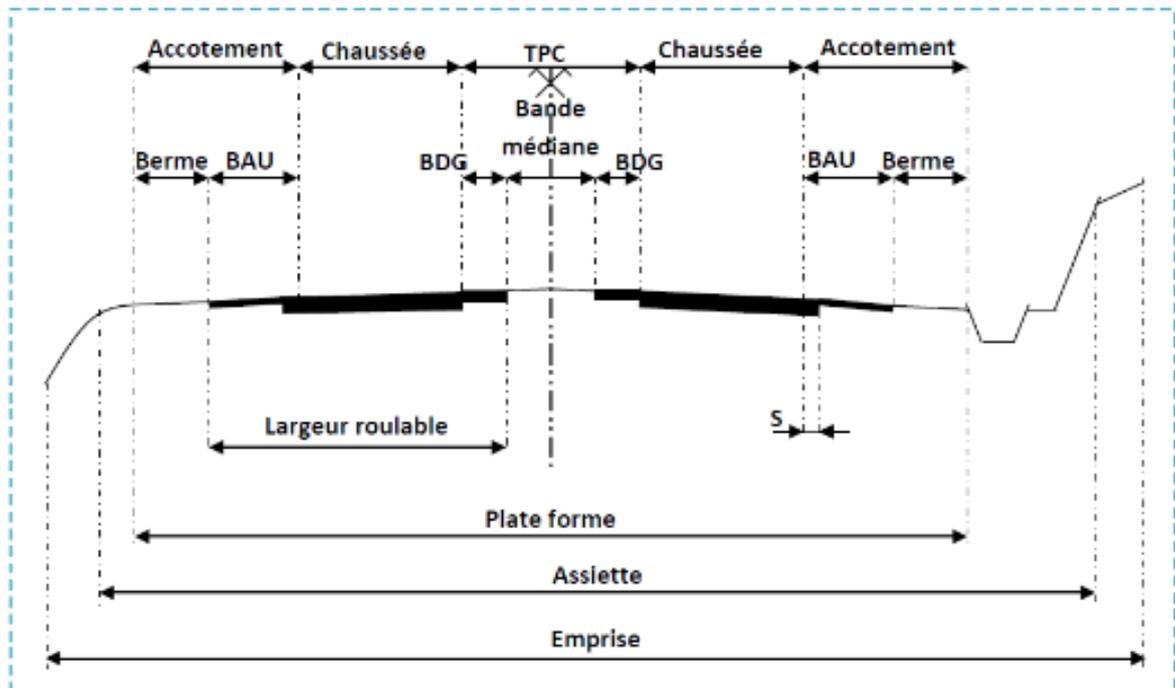


Figure 13: Les éléments constitutifs du profil en travers.

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

7.2.1 La chaussée :

C'est la partie renforcée et affectée à la circulation des véhicules. Pour subir directement les actions des véhicules et les facteurs naturels, sa largeur dépend essentiellement de considération de débit, elle est divisée en voies de circulations.

7.2.2 *Les accotements :*

Les accotements se trouvent aux cotés de la chaussée, ils étaient utilisés auparavant soit pour le dépôt des matériaux soit pour les piétons, maintenant, ils sont utilisés pour stationnement .Sur les routes importantes la largeur des accotements est de 2 à 2.5m utilisés comme bande d'arrêt, mais dans notre cas sa largeur est de 1.5m.

7.2.3 *Plate-forme :*

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

7.2.4 *L'assiette :*

C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

7.2.5 *L'emprise :*

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (Talus, exutoires, etc...) limitée par le domaine public.

7.2.6 *Le talus :*

Le talus a une inclinaison qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue, cette inclinaison est désignée par une fraction (A/B) tel que :

A:la base du talus.

B : hauteur du talus.

7.2.7 *Le fossé :*

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

7.2.8 *Le terre-plein central T.P.C :*

Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

- Bande dérasée de gauche (B.D.G) : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, Elle est dégagée de tous obstacles, revêtu et se raccorde à la chaussée.
- Bande médiane : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à

implanter certains équipements (barrière, support de signalisation, etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.

7.2.9 La largeur rouable :

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

7.3 Classification du profil en travers

Ils existent deux types de profil :

- Profil en travers type.
- Profil en travers courant.

7.3.1 Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais). L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la côte du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

7.3.2 Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance régulière (10, 15, 20,25 m..). Qui servent à calculer les cubatures.

7.4 Application numérique au projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la pénétrante sera composé d'une chaussée unidirectionnelle. Les éléments du profil en travers types sont comme suit :

- Chaussée : $10 \times 2 = 20,00$ m.
- Accotement : $1,50 \times 2 = 3,00$ m.
- Un terre-plein central : 10,00 m

Chapitre 08 : les cubatures

8.1 Généralités :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont un objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général. Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers. La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première il s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième il s'agit d'enlever des terres (déblai). Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle les cubatures des terrassements.

8.1.1 Définition :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

8.1.2 Méthode de calcul des cubatures :

Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.

Le travail consiste à calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet. On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

8.1.2.1 Formule de Mr SARRAUS :

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs

$$V = \frac{l_1}{6} \times (s_1 + s_2 + 4s_{moy}).$$

- PF : profil fictive, surface nulle.
- Si : surface de profil en travers Pi.
- Li : distance entre ces deux profils.
- SMOY : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions SMOY et $(S_1 + S_2) / 2$; Ceci donne :

$$V_1 = \frac{l_1}{2} \times (s_1 + s_2).$$

Donc les volumes seront :

Entre P1 et P2 : $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (s_1 + s_2).$

Entre P2 et PF : $V_2 = \frac{l_2}{2} \times (s_0 + 0).$

Entre Pf et P3 : $V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + s_3).$

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

$$V = \frac{l_1}{2} s_1 + \frac{l_1+l_2}{2} s_2 + \frac{l_2+l_3}{2} 0 + \frac{l_3+l_4}{2} s_3 + \frac{l_4}{2} s_4$$

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

8.1.2.2 Méthode de GULDEN :

Dans cette méthode les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné. Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. Si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.

8.1.3 Méthode linéaire :

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

8.1.4 Application au projet

Dans notre projet, le calcul est fait par logiciel Covadis. Les résultats détaillés sont en annexe.

L'objectif fixé est de réduire au maximum la différence entre les volumes de déblais et remblais.

Tableau 29: cubature

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	PK=0.00m	15,000	6,55	9,51	16,05	240,822	240,822	0,05	0,05	0,09	1,373	1,373
P2	PK=30.00 m	30,000	10,91	12,51	23,42	702,664	943,486	0,04	0,05	0,09	2,706	4,079
P3	PK=60.00 m	30,000	1,75	4,09	5,84	175,100	1118,586	0,26	0,05	0,31	9,344	13,424
P4	PK=90.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	15,45	10,62	26,07	782,070	795,493
P5	PK=120.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	34,18	25,67	59,85	1795,605	2591,099
P6	PK=150.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	43,67	31,72	75,38	2261,519	4852,618
P7	PK=180.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	45,27	36,39	81,66	2449,753	7302,371
P8	PK=210.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	56,72	62,29	119,00	3570,097	10872,468
P9	PK=240.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	76,28	82,93	159,21	4776,307	15648,776
P10	PK=270.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	79,89	83,67	163,56	4906,887	20555,663
P11	PK=300.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	73,49	85,47	158,96	4768,839	25324,502
P12	PK=330.00 m	19,795	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	71,90	81,19	153,10	3030,500	28355,001
P13	PK=339.59 m	15,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	66,98	76,31	143,29	2149,291	30504,293
P14	PK=360.00 m	25,205	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	63,07	70,52	133,59	3366,481	33870,774
P15	PK=390.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	60,03	67,54	127,57	3825,717	37696,491
P16	PK=420.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	56,80	65,16	121,97	3656,438	41352,929
P17	PK=450.00 m	29,071	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	49,25	56,89	106,14	3082,525	44435,455
P18	PK=478.14 m	15,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	42,79	48,29	91,08	1364,837	45800,292
P19	PK=480.00 m	15,929	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	42,39	47,74	90,13	1434,229	47234,521
P20	PK=510.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	48,00	49,58	97,58	2926,521	50161,042
P21	PK=540.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	48,36	51,32	99,68	2988,824	53149,866
P22	PK=570.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	46,61	49,21	95,82	2873,245	56023,111
P23	PK=600.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	40,55	43,58	84,12	2522,022	58545,133
P24	PK=630.00 m	18,213	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	35,71	37,91	73,62	1340,218	59885,351
P25	PK=636.43 m	15,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	34,45	36,02	70,48	1056,811	60942,162
P26	PK=660.00 m	26,787	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	31,15	32,15	63,30	1695,277	62637,439
P27	PK=690.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	26,51	26,27	52,77	1583,199	64220,638
P28	PK=720.00 m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	16,90	17,37	34,26	1027,835	65248,473

P29	PK=750.00 m	27,490	0,00	0,00	0,00	0,000	1118,586	14,62	8,81	23,43	644,438	65892,911
P30	PK=774.98 m	15,000	14,17	49,51	63,68	954,945	2073,530	0,04	0,04	0,08	1,223	65894,134
P31	PK=780.00 m	17,510	38,53	75,43	113,97	1995,543	4069,074	0,04	0,04	0,08	1,393	65895,527
P32	PK=810.00 m	30,000	62,19	59,87	122,06	3661,840	7730,914	0,05	0,04	0,09	2,699	65898,226
P33	PK=840.00 m	30,000	41,66	46,30	87,96	2638,820	10369,734	0,05	0,05	0,09	2,776	65901,002
P34	PK=870.00 m	30,000	48,56	47,51	96,07	2881,951	13251,685	0,04	0,04	0,09	2,684	65903,686
P35	PK=900.00 m	30,000	52,53	50,04	102,56	3076,912	16328,597	0,04	0,04	0,09	2,679	65906,366
P36	PK=930.00 m	30,000	47,88	45,39	93,27	2798,060	19126,657	0,04	0,04	0,09	2,678	65909,043
P37	PK=960.00 m	30,000	36,96	30,67	67,63	2028,842	21155,499	0,05	0,04	0,09	2,684	65911,727
P38	PK=990.00 m	30,000	13,84	13,16	27,00	810,071	21965,570	0,05	0,04	0,09	2,718	65914,445
P39	PK=1020.0 0m	30,000	12,67	12,43	25,10	752,999	22718,569	0,04	0,05	0,09	2,695	65917,141
P40	PK=1050.0 0m	30,000	5,87	9,65	15,52	465,490	23184,059	0,05	0,05	0,10	2,935	65920,076
P41	PK=1080.0 0m	30,000	2,67	10,99	13,66	409,879	23593,938	0,01	0,05	0,06	1,761	65921,837
P42	PK=1110.0 0m	30,000	0,93	11,96	12,89	386,779	23980,718	0,47	0,05	0,51	15,368	65937,205
P43	PK=1140.0 0m	30,000	16,79	26,05	42,83	1285,017	25265,735	0,04	0,05	0,09	2,704	65939,909
P44	PK=1170.0 0m	30,000	29,11	37,81	66,92	2007,723	27273,459	0,04	0,05	0,09	2,686	65942,595
P45	PK=1200.0 0m	30,000	21,02	29,85	50,87	1526,166	28799,625	0,04	0,04	0,09	2,648	65945,243
P46	PK=1230.0 0m	30,000	0,00	3,12	3,12	93,696	28893,321	2,68	0,54	3,23	96,821	66042,064
P47	PK=1260.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28893,321	10,98	9,72	20,70	621,008	66663,072
P48	PK=1290.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28893,321	12,09	13,78	25,86	775,930	67439,002
P49	PK=1320.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28893,321	9,69	13,98	23,67	710,110	68149,113
P50	PK=1350.0 0m	23,954	0,00	0,00	0,00	0,000	28893,321	10,49	12,83	23,32	558,570	68707,682
P51	PK=1367.9 1m	15,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28893,321	9,88	11,87	21,75	326,259	69033,942
P52	PK=1380.0 0m	21,046	0,00	0,00	0,00	0,000	28893,321	8,51	10,76	19,27	405,743	69439,684
P53	PK=1410.0 0m	30,000	0,95	0,00	0,95	28,219	28921,540	3,14	5,80	8,93	268,653	69708,337
P54	PK=1440.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	9,72	15,40	25,12	756,303	70464,640
P55	PK=1470.0 0m	18,719	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	21,18	25,81	46,99	881,613	71346,254
P56	PK=1477.4 4m	15,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	22,53	27,65	50,18	754,612	72100,866
P57	PK=1500.0 0m	26,281	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	24,60	28,53	53,13	1398,880	73499,745
P58	PK=1530.0 0m	24,326	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	27,31	33,94	61,25	1494,227	74993,972
P59	PK=1548.6 5m	15,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	29,83	40,42	70,25	1057,884	76051,856
P60	PK=1560.0 0m	20,674	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	32,55	42,90	75,45	1564,768	77616,624
P61	PK=1590.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	35,62	38,56	74,18	2226,894	79843,518
P62	PK=1620.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	23,23	26,40	49,63	1489,834	81333,352
P63	PK=1650.0 0m	19,091	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	14,64	18,54	33,18	633,702	81967,054
P64	PK=1658.1 8m	15,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	13,45	17,20	30,65	459,788	82426,842
P65	PK=1680.0 0m	25,909	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	10,09	14,02	24,11	624,555	83051,397
P66	PK=1710.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28921,540	5,82	7,46	13,28	398,287	83449,684
P67	PK=1740.0 0m	30,000	0,00	0,06	0,06	1,915	28923,454	3,71	1,77	5,48	164,347	83614,031
P68	PK=1770.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	28923,454	9,17	10,50	19,66	589,949	84203,980
P69	PK=1800.0 0m	30,000	0,01	0,37	0,39	11,584	28935,038	3,31	1,43	4,73	141,974	84345,954
P70	PK=1830.0 0m	30,000	0,00	0,32	0,32	9,679	28944,717	3,22	1,95	5,17	155,038	84500,992
P71	PK=1860.0 0m	30,000	4,96	5,62	10,58	317,305	29262,022	0,05	0,05	0,10	2,991	84503,984
P72	PK=1890.0 0m	30,000	7,85	7,20	15,05	451,476	29713,498	0,04	0,04	0,09	2,667	84506,650
P73	PK=1920.0 0m	30,000	8,22	7,91	16,13	483,973	30197,471	0,04	0,05	0,09	2,691	84509,341
P74	PK=1950.0 0m	30,000	7,74	8,08	15,82	474,606	30672,077	0,04	0,05	0,09	2,695	84512,037
P75	PK=1980.0 0m	30,000	9,66	11,70	21,36	640,914	31312,991	0,04	0,05	0,09	2,699	84514,736
P76	PK=2010.0	30,000	7,90	8,99	16,89	506,669	31819,660	0,05	0,05	0,09	2,709	84517,445

	0m											
P77	PK=2040.0 0m	30,000	5,19	6,52	11,72	351,457	32171,117	0,05	0,04	0,09	2,755	84520,200
P78	PK=2070.0 0m	30,000	5,13	5,21	10,34	310,317	32481,434	0,05	0,05	0,09	2,830	84523,030
P79	PK=2100.0 0m	30,000	3,36	2,55	5,91	177,366	32658,800	0,05	0,07	0,12	3,631	84526,661
P80	PK=2130.0 0m	30,000	2,62	1,36	3,98	119,321	32778,120	0,07	0,02	0,09	2,667	84529,328
P81	PK=2160.0 0m	30,000	0,15	1,29	1,44	43,106	32821,226	0,68	0,03	0,71	21,391	84550,719
P82	PK=2190.0 0m	30,000	5,36	8,81	14,18	425,277	33246,503	0,05	0,05	0,10	2,926	84553,644
P83	PK=2220.0 0m	16,912	0,00	0,73	0,73	12,356	33258,860	3,36	1,59	4,95	83,684	84637,328
P84	PK=2223.8 2m	15,000	0,00	0,43	0,43	6,484	33265,344	5,23	2,26	7,49	112,351	84749,680
P85	PK=2250.0 0m	28,088	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	10,40	8,32	18,72	525,817	85275,497
P86	PK=2280.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	11,26	7,98	19,24	577,449	85852,946
P87	PK=2310.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	14,00	13,55	27,56	826,742	86679,688
P88	PK=2340.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	12,52	17,25	29,77	891,760	87571,448
P89	PK=2370.0 0m	19,365	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	13,03	18,30	31,33	605,659	88177,107
P90	PK=2378.7 3m	15,000	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	17,28	19,67	36,95	553,793	88730,900
P91	PK=2400.0 0m	25,635	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	25,00	30,46	55,46	1420,000	90150,900
P92	PK=2430.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	33,93	37,87	71,79	2152,290	92303,190
P93	PK=2460.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	40,36	35,37	75,73	2273,536	94576,726
P94	PK=2490.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	32,21	28,58	60,79	1825,173	96401,899
P95	PK=2520.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	33265,344	4,91	6,55	11,47	343,557	96745,456
P96	PK=2550.0 0m	24,820	27,56	25,98	53,55	1329,561	34594,904	0,05	0,04	0,09	2,242	96747,697
P97	PK=2569.6 4m	15,000	51,47	47,94	99,41	1491,795	36086,699	0,05	0,04	0,09	1,352	96749,049
P98	PK=2580.0 0m	20,180	65,42	64,61	130,03	2624,013	38710,712	0,04	0,04	0,09	1,800	96750,849
P99	PK=2610.0 0m	30,000	108,81	109,23	218,05	6541,491	45252,203	0,04	0,04	0,09	2,685	96753,534
P100	PK=2640.0 0m	30,000	158,41	146,86	305,28	9161,496	54413,699	0,04	0,04	0,09	2,652	96756,186
P101	PK=2670.0 0m	30,000	222,93	191,42	414,35	12436,03 9	66849,739	0,04	0,04	0,09	2,641	96758,827
P102	PK=2700.0 0m	27,273	277,38	246,87	524,25	14300,66 4	81150,402	0,04	0,04	0,08	2,243	96761,069
P103	PK=2724.5 5m	15,000	278,81	298,93	577,74	8665,944	89816,346	0,04	0,04	0,09	1,316	96762,386
P104	PK=2730.0 0m	17,727	269,34	309,99	579,33	10269,76 4	100086,111	0,04	0,05	0,09	1,560	96763,945
P105	PK=2760.0 0m	30,000	212,11	288,83	500,94	15028,27 5	115114,386	0,04	0,05	0,09	2,648	96766,593
P106	PK=2790.0 0m	30,000	160,07	204,08	364,14	10924,32 1	126038,707	0,04	0,05	0,09	2,664	96769,257
P107	PK=2820.0 0m	30,000	113,85	129,50	243,35	7300,576	133339,282	0,04	0,05	0,09	2,666	96771,923
P108	PK=2850.0 0m	30,000	62,23	69,85	132,08	3962,290	137301,573	0,04	0,05	0,09	2,718	96774,641
P109	PK=2880.0 0m	30,000	31,07	46,22	77,29	2318,707	139620,279	0,04	0,05	0,09	2,820	96777,462
P110	PK=2910.0 0m	30,000	12,28	18,02	30,30	908,855	140529,134	0,04	0,05	0,09	2,725	96780,186
P111	PK=2940.0 0m	30,000	0,00	2,36	2,36	70,901	140600,036	1,69	0,32	2,01	60,346	96840,532
P112	PK=2970.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	140600,036	14,92	9,86	24,78	743,434	97583,967
P113	PK=3000.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	140600,036	26,78	21,79	48,57	1457,169	99041,135
P114	PK=3030.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	140600,036	38,20	35,39	73,59	2207,763	101248,898
P115	PK=3060.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	140600,036	45,36	41,38	86,74	2602,105	103851,003
P116	PK=3090.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	140600,036	42,98	34,53	77,51	2325,389	106176,392
P117	PK=3120.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	140600,036	46,93	35,58	82,51	2475,330	108651,722
P118	PK=3150.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	140600,036	38,37	28,23	66,60	1997,948	110649,671
P119	PK=3180.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	140600,036	32,39	29,59	61,98	1859,534	112509,205
P120	PK=3210.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	140600,036	119,64	145,63	265,27	7958,136	120467,341
P121	PK=3240.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	140600,036	15,67	51,11	66,78	2003,394	122470,735
P122	PK=3270.0 0m	30,000	24,68	17,79	42,48	1274,291	141874,327	0,05	0,04	0,09	2,688	122473,423
P123	PK=3300.0 0m	30,000	63,17	74,35	137,52	4125,645	145999,972	0,04	0,04	0,08	2,524	122475,946

P124	PK=3330.0 0m	30,000	95,98	100,04	196,02	5880,536	151880,509	0,04	0,04	0,09	2,560	122478,506
P125	PK=3360.0 0m	30,000	101,20	86,27	187,47	5624,102	157504,610	0,04	0,04	0,09	2,581	122481,087
P126	PK=3390.0 0m	30,000	77,76	65,18	142,94	4288,197	161792,807	0,05	0,04	0,09	2,704	122483,792
P127	PK=3420.0 0m	30,000	55,99	41,75	97,74	2932,092	164724,899	0,05	0,04	0,09	2,747	122486,539
P128	PK=3450.0 0m	30,000	41,00	29,78	70,78	2123,295	166848,194	0,05	0,04	0,09	2,730	122489,269
P129	PK=3480.0 0m	30,000	28,92	18,78	47,70	1431,006	168279,200	0,05	0,04	0,09	2,719	122491,987
P130	PK=3510.0 0m	30,000	19,90	21,18	41,07	1232,195	169511,395	0,05	0,05	0,09	2,848	122494,835
P131	PK=3540.0 0m	30,000	52,48	51,84	104,32	3129,680	172641,075	0,04	0,04	0,09	2,579	122497,414
P132	PK=3570.0 0m	30,000	41,88	54,69	96,57	2897,129	175538,204	0,04	0,05	0,09	2,611	122500,024
P133	PK=3600.0 0m	30,000	50,83	50,83	101,66	3049,773	178587,977	0,05	0,03	0,08	2,295	122502,320
P134	PK=3630.0 0m	30,000	51,75	62,76	114,51	3435,229	182023,206	0,04	0,05	0,09	2,693	122505,012
P135	PK=3660.0 0m	30,000	56,60	66,00	122,60	3677,869	185701,074	0,04	0,05	0,09	2,682	122507,694
P136	PK=3690.0 0m	30,000	65,65	70,95	136,60	4098,064	189799,139	0,04	0,05	0,09	2,678	122510,372
P137	PK=3720.0 0m	30,000	63,94	65,62	129,57	3886,987	193686,126	0,04	0,05	0,09	2,703	122513,075
P138	PK=3750.0 0m	30,000	46,28	47,14	93,42	2802,627	196488,753	0,05	0,05	0,09	2,717	122515,792
P139	PK=3780.0 0m	30,000	22,43	18,12	40,55	1216,639	197705,392	0,05	0,04	0,09	2,715	122518,508
P140	PK=3810.0 0m	30,000	10,19	10,29	20,49	614,562	198319,954	0,04	0,04	0,09	2,693	122521,201
P141	PK=3840.0 0m	30,000	0,00	0,00	0,00	0,000	198319,954	6,77	7,01	13,78	413,443	122934,643
P142	PK=3870.0 0m	29,017	0,00	0,00	0,00	0,000	198319,954	57,14	49,69	106,82	3099,726	126034,369
P143	PK=3898.0 3m	14,017	0,00	0,00	0,00	0,000	198319,954	57,14	49,69	106,82	3099,726	129134,096

- Volume des déblais : 198319,954 m³.
- Volume des remblais : 129134,096 m³.
- Différence de volume : 69185.858 m³.

Chapitre 09 : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

9.1 Introduction :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds. Et aussi des conditions thermiques, pluie, neige, verglas etc.....

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

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

9.1.1 Principe de la constitution des chaussées :

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

9.1.2 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 130KN (13T).

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

9.1.3 Des intempéries

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

9.1.4 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 tangentiels s'accompagnent de frottement dans lesquels se dissipent de l'énergie et qui usent les pneumatiques et les chaussées.

9.2 La chaussée :

9.2.1 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.

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 :

Structure souple	Structure semi rigide	Structure rigide
- B.B - G.N.T - SOL SUPPORT	- B.B - G.T +G.B ou G.T - SOL SUPPORT	- BETON DE CIMENT - G.T - SOL SUPPORT

Figure 14: 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.

9.3 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.

Method 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 :

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

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.

a_1, a_2, a_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 :

Tableau 30: matériaux et coefficients d'équivalence.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20a1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00a1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

Lorsque le corps de chaussée est composé par des différents matériaux, on utilise le coefficient d'équivalence de chaque matériau :

9.3.1 Application au projet :

Calculer l'épaisseur de chaussé :

$$N_0 = 6600 \times 0.2 = 1320 \text{vp/j}$$

$$N_6 = 1320(1 + 0.05)^6 = 1768.92 \cong 1769 \text{VP/j}$$

$$N_{20} = 1769(1 + 0.05)^{20} = 4693.68 \cong 4694 \text{VP/j}$$

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{4694}{10})}{6 + 5} = 57.43 \quad e \cong 58 \text{cm}$$

Calculer l'épaisseur équivalente :

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

$$e_1 = 6 - 8 : a_1 = 2 : e_1 = 7$$

$$e_2 = 10 - 20 : a_2 = 1 : e_2 = 20$$

$$e_3 = ? : a_3 = 0.75$$

$$e_3 = \frac{58 - 34}{0.75} = 32 \text{cm} \quad e_3 = 32 \text{cm}$$

Tableau 31: corps de chaussée "matériaux et épaisseurs".

Couche	E	coefficient	e équivalent
BB	7cm	2	14
GC	20cm	1	20
TUF	32cm	0.75	24

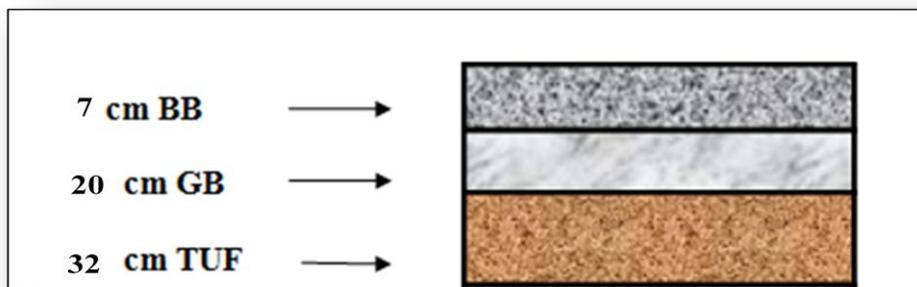


Figure 15: les différents couches de chaussée.

Chapitre 10 : signalisation routière

10.1 Généralité

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

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

10.2 L'objectif de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet :

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

10.3 Règles à respecter pour la signalisation :

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

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

10.4 TYPES DE SIGNALISATIONS :

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

10.4.1 Signalisation Verticale :

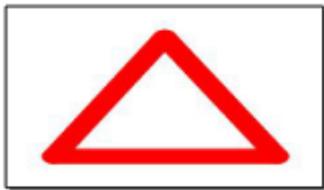
Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

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

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

10.4.1.1 Signaux de danger :

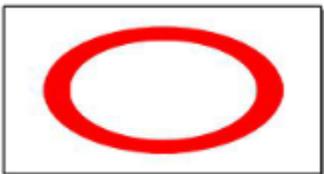
Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).



10.4.1.2 Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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



10.4.1.3 Signaux à simple indication :

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

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

10.4.1.4 Signaux de position des dangers :

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

10.4.2 Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées, et pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions suivantes :

Le jaune pour :

- Les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement.
- Les lignes zigzag indiquant les arrêts d'autobus.
- Le marquage temporaire.

Le bleu : éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.

Le rouge : pour les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse.

Marquages longitudinales :

Lignes continues :

Elles ont un caractère impératif (non franchissables sauf du côté où elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit

Lignes discontinues :

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue :

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

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

Type de modulation	Longueur du Trait (en mètres)	Epaisseur 16-18	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
T ₁	3.00	18 cm	10.00	Environ 3
T'1	1.50		5.00	
T2T'2	3.00	18 cm	3.50	Environ 3
	0.50		0.50	
T3T'3	3.00	18 cm	1.33	Environ 3
	20.00		6.00	

Largeur Des Lignes :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité “ u ” différente selon Le type de route. On adopte les valeurs suivantes pour “ u ”.

u = 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase campagne. u = 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation.

u = 5 cm sur toutes les autres routes ;

u = 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

La valeur de “ u ” doit être homogène sur tout un itinéraire. En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre.

10.4.3 Marquages transversales :

Lignes transversales continue : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

Lignes transversales discontinue : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

10.5 Autres signalisation :

Les flèches de rabattement :

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

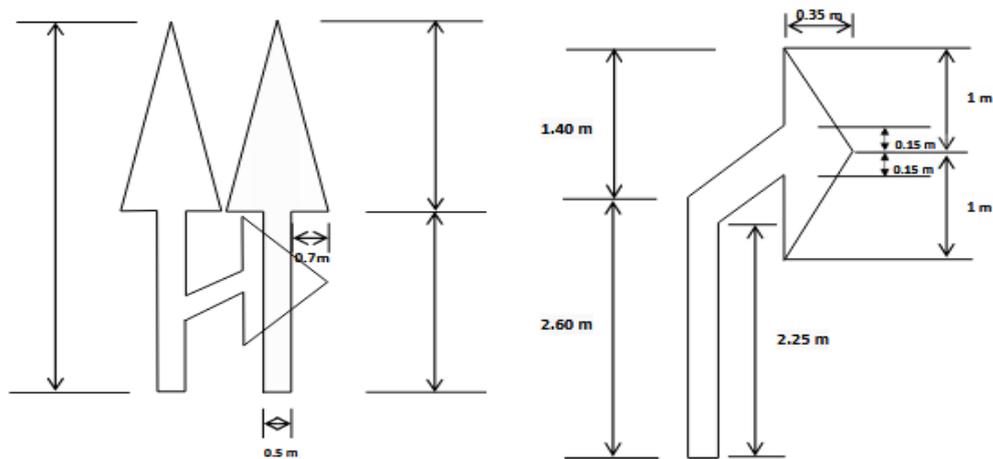
Les flèches de sélection :

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

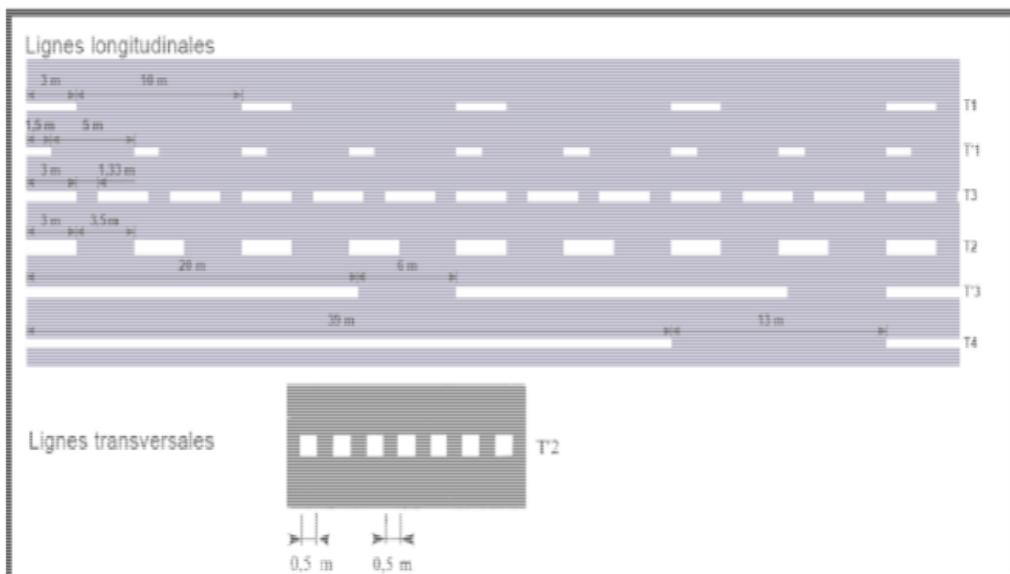
- Pour piétons,
- Pour cyclistes
- Pour le stationnement
- Pour les ralentisseurs de type dos d'âne.

10.6 Application au projet :

Flèche de sélection :



Marque sur la chaussée :



Flèche de rabattement :

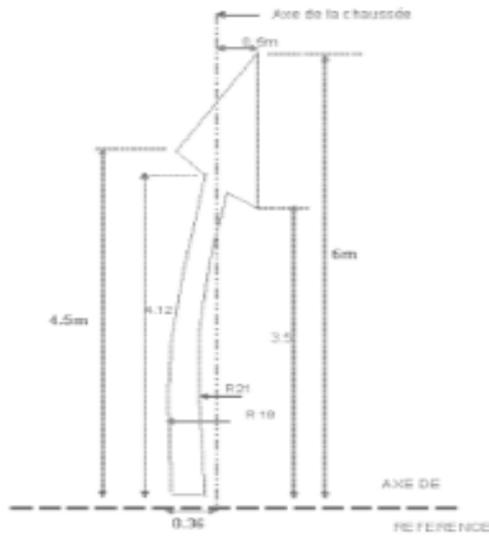
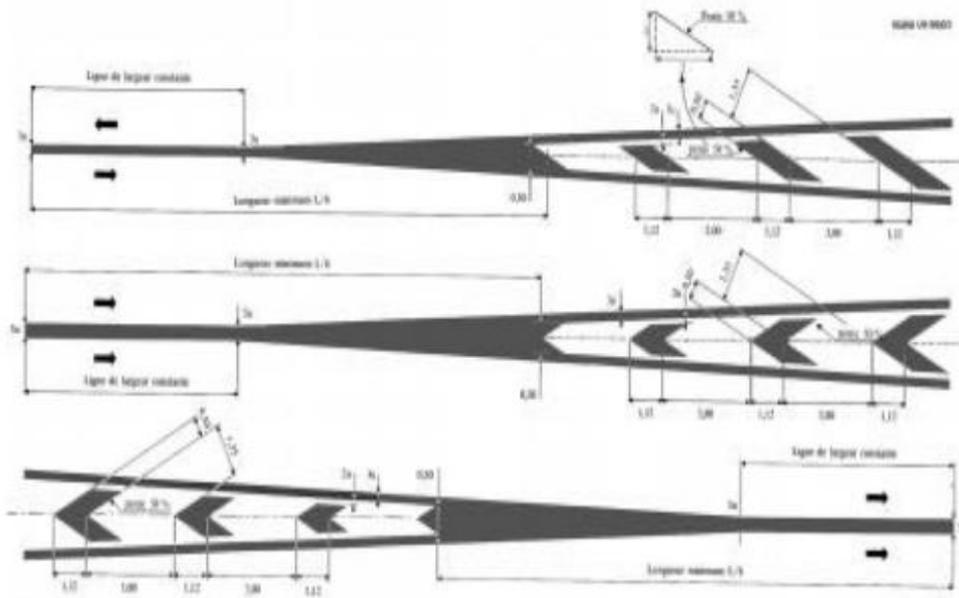


Schéma de signalisation stop sur chaussée :



Schémas de marquage par hachures (sur le nez d'îlot) :



10.6.1 Les signalisations verticales :

Plaques de signalisation

Les signaux de danger type A :



A1a



A1b



A1c

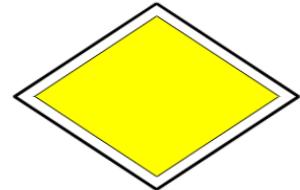
Les signaux d'intersection et de priorité type B :



B1



B2



B3

Les signaux d'interdiction de type C :



C7

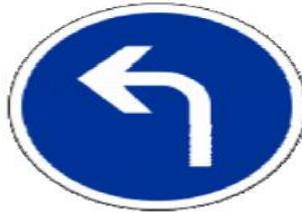


C9



C8

Les signaux d'obligation de type D :



Panneaux spéciaux type A :



Signaux d'identification des routes type E :



10.7 ECLAIRAGE:

10.7.1 INTRODUCTION :

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

10.7.2 CATEGORIES D'ECLAIRAGE:

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

10.7.3 PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES:

- L'espacement (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

10.7.4 APPLICATION AU PROJET :

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

10.8 CONCLUSION :

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

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

Chapitre11 : Devis quantitatif et estimatif :

11.1 Devis estimatif :

C'est une pièce technique établie à partir plane d'une part du devis descriptif et de l'autre part ; il fournit une prévision de dépenses ; il permet au service technique de vérifier la demande et de faire ordonner les paiements en temps utile.

11.2 Devis quantitatif :

C'est le classement rationnel et respectif des quantités d'ouvrages de même nature et de qualité définit par l'avant métré.

11.3 Les éléments du devis quantitatif et estimatif :

- Décapage de la terre végétale (T.V).
- Ouverture des fossés.
- Accotement.
- Corps de chaussée (BB -GC-TUF).
- Déblais mis en remblai

11.4 Application au projet :

Tableau 32: ''Devis''

N°	DESIGNATION		QUANTITE	PRIX U.	MONTANT
PREPARATION DU TERRAIN					
	Abattage, arrachage des arbres	U	20	1 500	30 000
TERRASSEMENTS					
	Décapage de la terre végétale sur une épaisseur de 30 cm	cm ²	140329.224	100	1403292.24
1	Déblais	m ³	198319,954	350	69411983.9
	Déblais mis en remblai estimé à 15%	m ³	29747.9931	700	20823595.17
	Remblais	m ³	129134,096	800	103307276.8
CHAUSSEES					
2	Couche de Fondation (TVO/TUF)	m ³	54647,983	1400	76505800
	Couche de base GB	T	38063,2719	8000	304506175.2

	Couche de roulement BB	m3	12778,3841	8500	108616264.9
	Accotement (TV)	m3	2338.82	2000	4677600
	Couche d'imprégnation en émulsion cationique 0.8 kg/m2	m ²	77960.68	150	11694102
	Couche d'accrochage 0.3 kg/m2	m ²	77960.68	100	7796068
TRAVAUX DE FINITION					
3	Peinture de signalisation horizontale continue	ml	3898.034*2	70	545724.76
	Peinture de signalisation horizontale discontinue	ml	3898.034*4	100	15956.136
	Panneaux de signalisation verticale	U	30	15000	450000
	Ouverture de fossé bétonné	ml	1860	3500	6510000
	Fourniture et pose d'ouvrages busés en béton armé	ml	300	45000	13500000
	Eclairage public	U	156	40000	6240000
TOTAL HT					736033839.106
TVA 19%					23773893.003
Montant TTC					759807732.109

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.

On a essayé de faire le maximum pour respecter les normes du B40 afin d'assurer un meilleur tracé permettant le confort et la sécurité de l'usager car toute négligence peut être Fatale.

On était limité par le temps, la documentation ainsi que le manque de salles de dessin et de calculs 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 c'est-à-dire sur terrain

BIBLIOGRAPHIE

- HAMMOU YUCEF MOUZAOUI HOUSSEYN 2019. Encadrant : Talia Ahmed
Etude de conception d'un tronçon de route reliant le chemin de wilaya CW35 du giratoire de Dar el beïda mémoire de master 2019 Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.
- MelleBENIDIR.Kamélia. Melle SMAIL Kamelia. Encadré par : Mme GHANEM Fadhila .Etude d'un tronçon routier de la voie express donia parc du PK 0+00 au PK 5+598 avec la conception d'un échangeur .mémoire de master 2022 Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou.
- Mr. Sid Bilel. Mr. Karakache Mohamed Rafik. Encadrant : Mme GUERZOU Tourkia
ETUDE D'UN ÉVITEMENT D'OULED BOUGHALEM RELIANT LA WILAYA DE MOSTAGANEM ET LA WILAYA DE CHLEF SUR 4,2 KM mémoire de master 2021 / 2022 Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem.
- TALBI Hassen BENAMARA Manal. Encadreur M. HAMZAOUI Raccordement routier sur 2KM auprès des deux ouvrages d'art sur oued KHEBAZA au PK 255 de la RN06. Wilaya de Naama. mémoire de master 2016-2017. UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM.
- Direction des travaux publics wilaya Oran (DTP).
- B40/* norme technique d'aménagement des routes.