

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen
Faculté de Technologie
Département de Génie Civil



Mémoire pour l'Obtention du Diplôme
de Master en Génie Civil
Option : Infrastructure de base et géotechnique- Travaux Publics

Thème :

**ETUDE TECHNIQUE D'UN RACCORDEMENT ROUTIER
RELIANT LES DEUX LOCALITES OUDJLIDA A BOUDJLIDA
WILAYA DE TLEMCEN SUR 1KM 574M**

Présenté le 23 Mai 2016 par :

DOUIDI Mohammed Youssouf

DJELLAS Ghouth

Devant le Jury composé de :

Mr : BEDJAOUI C.

Président

Mr : CHERIF BENMOUSSA M Y.

Examineur

Mme : ROUISSAT N.

Examinatrice

Mr : BENAMAR A.

Encadreur

Mr : GHANNANI B.

Encadreur

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je tiens à remercier DIEU, notre créateur pour nous avoir transmis sa science qui nous permis d'accomplir ce modeste travail.

Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à nos encadreurs Mr. BENAMAR A et Mr .GHANANI B pour la patiente et leur aide qui nous apporté durant la période de d'encadrement.

Nos remerciements s'adressent à Mr. AINI H pour son aide pratique et ses encouragements.

Nos vifs remerciements vont aux membres de jury Monsieur CHERIF BENMOUSSA M Y et Madame ROUISSAT N, qu'ils trouvent à travers ces expressions nos sincères remerciements pour l'honneur qui nous ont fait en acceptant d'examiner ce travail.

Nous remercions également Monsieur BEDJAOUI C, d'avoir accepté de présider ce jury, nous lui en somme très reconnaissants.

Nous remercions également tous les enseignants du département Génie Civil de l'université du défunt ABOU BEKR BELKAID.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail accepte nos grands et sincères remerciements.

DEDICACE

Je dédie ce modeste mémoire à mes très chers parents, **MOHAMMED** et **FATIHA** ; exemple de labeur, d'amour et d'inlassable dévouement. En témoignage de mon amour filial et de mon infinie reconnaissance pour les efforts et les sacrifices déployés à mon égard. Que ma réussite soit pour vous un gage de remerciement et sincère attachement.

Au nom de dieu je dédie cet humble travail à :

- 🌸 Mes très chères sœurs : **NADIA** et **FAIZA ET AMINA**
- 🌸 Les beaux enfants : **Feriel, Chaimaa, Norhane, Amir, Mohamed, Amira, Nesrine,**
- 🌸 A mes cousins et cousines,
- 🌸 Toute ma famille,
- 🌸 Je dois également ce travail à mon binôme **YOUCEF** et ses parents qui ont aussi donné beaucoup de soutien,
- 🌸 tous mes amis : **Adel, Zaki, Zouhir, Yousef, Amine, Abdallah, Yacine, Karim, Wissem, Lamia...**
- 🌸 A tous mes amis de classe M2 (IBG)
- 🌸 Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible, je vous dis merci.

GHOUTIH

DEDICACE

Je dédie cet humble mémoire,

Exemple de tout d'années de labeur, d'amour du savoir et d'inlassables efforts toujours au nom du savoir qui n'a pas de fin, et toujours avide de connaître la science divine, que je dédie a mes parents, grands parents, leurs fils et filles, à mes amis qui m'ont soutenus, ainsi que mes amis de classe M2 (IBG).

Aux parents de mon binôme Ghoutih DJELLAS, qui nous ont aidés et soutenus sans relâcher.

MOHAMED_YOUCEF

Table de matière

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC	
1. PRESENTATION DU PROJET	2
1.1. Généralités	2
1.1.1. La composition administrative de la wilaya	2
1.1.2. Réseau routier	3
1.2. Cadre de l'étude	3
1.3. Objectifs principaux de l'étude	3
1.4. Environnement de la route	4
1.4.1. La dénivelée cumulée moyenne h/L	4
1.4.2. La sinuosité moyenne $\sigma=L_s /L$	5
1.5. Application au projet	6
1.5.1. Catégorie	6
1.5.2. La Dénivelée Cumulée moyenne	6
1.5.3. Sinuosité	6
1.5.4. Type d'environnement	6
2. ETUDE DE TRAFIC	7
2.1. Introduction	7
2.2. Nomenclature	7
2.3. Différent type de trafic	8
2.4.1. Trafic normal	8
2.3.2. Trafic dévié	8
2.3.3. Trafic induit	8
2.3.4. Trafic total	8
2.4. Calcul de la capacité	8
2.5.1. Définition de la capacité	8
2.4.2. Projection future du trafic	9
2.4.3. Calcul des trafics effectifs	9
2.4.4. Débit de pointe horaire normal	10

2.4.5. Débit horaire admissible	10
2.5. Détermination du nombre de voies.....	11
2.6. Application au projet	11
2.6.1. Les données de trafic	11
2.6.2. Projection future de trafic	12
2.7.3. Calcul de trafic effectif	12
2.6.4. Débit de pointe horaire normale	13
2.6.5. Débit admissible	13
2.6.6. Le nombre des voies	14
3. Conclusion	14

CHAPITRE 2 : CARACTERISTIQUE GEOMETRIQUE DE LA ROUTE

1. INTRODUCTION	15
2. LE TRACE EN PLAN	15
2.1. Définition	17
2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan	17
2.3. Paramètres fondamentaux de projet	18
2.3.1. La vitesse de référence	18
2.3.2. Choix de la vitesse de référence	18
2.3.3. Vitesse de projet	18
2.4. La visibilité	19
2.4.1. Objectif et méthode	19
2.4.2. Distance minimale de freinage	19
2.4.3. Distance d'arrêt	20
2.4.4. Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre	22
2.4.5. Distance de visibilité de dépassement minimale « D_{dmin} »	23
2.4.6. Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement	23
2.4.7. Distances de sécurité entre deux véhicules (Ds)	23
2.4.8. La visibilité sur un virage	23
2.5. Application au projet	24
2.5.1. Distance de freinage	24
2.5.2 Distance d'arrêt en alignement droit	24

2.5.3	Distance d'arrêt en courbe	24
2.5.4.	Distance de visibilité de dépassement	25
2.5.5.	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement« D_{md} »	25
2.5.6	Distances de sécurité entre deux véhicules (D_s)	25
2.6.	Les éléments du tracé en plan	27
2.6.1.	Les alignements	27
2.6.2.	Arc de cercle	28
2.6.3.	Les raccordement progressifs (clothoïde).....	29
2.7.	Calcul D'un raccordement	32
2.7.1.	Introduction	32
2.7.2.	Procèdes de calcul	32
2.7.3.	Exemple de calcul	35
3.	PROFIL EN LONG	39
3.1.	Définition.....	39
3.2.	Règles à respecter dans le tracé du profil en long	39
3.3.	Elément géométrique du profil en long	39
3.4.	Les éléments constituant le profil en long	40
3.4.1	Les alignements	40
3.4.2.	La Déclivité	40
3.5.	Coordination du profil en long et du tracé en plan	41
3.6.	Raccordement du profil en long	42
3.6.1.	Raccordements convexes (angle saillant)	42
3.6.2.	Raccordements concaves (angle rentrant)	43
3.7.	Détermination pratique du profil en long	45
3.7.1.	Calcul des éléments de profil en long	47
3.8.	Raccordement des devers	47
3.9.	Calcul de profil en long	47
3.9.1.	Cas d'un rayon concave	47
4.	PROFIL EN TRAVERS	49
4.1.	Definition.....	49
4.2.	Différents type de profil en travers	49
4.3.	Les éléments constitutifs du profil en travers	50
4.3.1.	L'emprise	50

4.3.2. L'assiette	50
4.3.3. La plate forme	50
4.3.4. Chaussée	50
4.3.5. Accotements	50
5. CONCLUSION	51

CHAPITRE 3 : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1. INTRODUCTION	52
2. DEFINITION DE LA CHAUSSEE	52
3. LES DEFFERENTS STRUCTURES DE CHAUSSEE	52
3.1. Les chaussées souples	52
3.2. Les chaussées semi-rigides	53
3.3. Les chaussées rigides	53
4. ROLES DES DIFFERENTES COUCHES DE CHAUSSEE.....	54
4.1.La couche de surface	54
4.2.Les couches d'assise (corps de chaussée)	55
5. LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT	55
5.1.Les méthodes empiriques	55
5.2.Les méthodes rationnelles :	55
5.3. Les facteurs déterminants pour les études de dimensionnement de chaussées	56
5.3.1. Trafic	56
5.3.2. Le climat et l'environnement	57
5.3.3. Le sol support	57
5.3.4. Les matériaux	58
5.4. Méthode C.B.R «California -Bearing - Ratio».....	58
5.5. Méthode Du Catalogue Des Structures «SETRA »	59
5.5.1. Détermination de la classe de trafic	60
5.5.2. Détermination de la classe du sol	60
5.6. Méthode Du Catalogue Des Chaussées Neuves « CTTTP »	61
5.6.1. Trafic	61
5.6.2. Répartition transversale du trafic	62
5.6.3. Détermination de la classe de trafic TPLi	62

5.6.4. Détermination des classes de portance de sols	62
5.7. Méthode de l'Asphalt Institute	64
6. APPLICATION AU PROJET	66
6.1. La méthode dite CBR	66
6.2. Méthode de catalogue des structures « SETRA »	68
6.3. Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTTTP »	68
6.3.1 Détermination de la classe de trafic TPLi	68
6.3.2. La zone climatique	69
6.3.3. Remarque	69
6.4. Méthode d'Asphalt Institute	69
6.4.1. Le calcul de nombre journalier de passages d'essieux.....	69
6.4.2. Selon l'abaque de la figure	69
6.4.3. Structure de la chaussée	70
7. CONCLUSION	70

CHAPITRE 4 : AMEGAMENT DE CARREFOUR

1. INTRODUCTION	71
2. LES PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENTS	71
2.1. Lisibilité.....	71
2.1.1. En approche	71
2.1.2. Interne au carrefour	72
2.2. Visibilité réciproque	72
2.2.1. Règles de base	72
2.2.2. Règles entre automobilistes	73
2.2.3. Règles entre automobilistes et piétons	73
2.3. Modération de la vitesse	73
2.3.1. Réduction de l'espace roulant	73
2.3.2. Surélévations	74
2.4. Prise en compte des usagers particuliers dans les carrefours	74
2.4.1. Piétons	74
3. DETERMINATION DES CARRACTERISTIQUES GEOMETRIQUES AU CARREFOUR	75

3.1.Triangle de visibilité.....	75
3.2.La vitesse d’approche	76
3.3.LES ILOTS	77
4.CHOIX DE L’ AMENAGEMENT	77
5.Type des carrefours	77
5.1. Carrefours Dénivelés (Echangeurs).....	77
5.2.Carrefours Plans	78
5.2.1.Carrefours plans ordinaires	78
5.2.2.Carrefours à sens giratoire	78
6.LES REGLES DE BAS DE CARREFOUR GIRATOIRE	79
6.1. La sécurité des piétons dans les carrefours giratoires.	80
6.2. Avantage et les inconvénients du carrefour giratoire.	81
7.SIGNALISATION DU CARREFOUR	81
8.APPLICATION AU PROJET	82
8.1. Carrefour giratoire du début de projet	83
8.2. Giratoire de fin de projet.	83
9. Conclusion	84

CHAPITRE 5 : EQUIPEMENTS

1.ASSAINISSEMENT	85
1.1.Introduction	85
1.2.Objectif de l’ assainissement	85
1.3. définitions	85
1.3.1.Bassin versant	86
1.3.2.Types de canalisations.	86
1.3.3.Collecteur principal (canalisation).....	86
1.3.4.Chambre de visite (cheminée).	86
1.3.5.Sacs.....	86
1.3.6.Fossés de crêtes	86
1.3.7.Descente d’eau.....	86
1.3.8.Le regard.....	87

1.4. Les ouvrages des écoulements des eaux	87
1.4.1. Passages submersibles	87
1.4.2. Fossés.	87
1.4.3. Les dalots	87
1.5. Les données pluviométriques.	87
1.6. Dimensionnement des ouvrages de rétablissement des écoulements.....	88
1.6.1. Estimation de débit d'apport Q_a	88
1.6.2. Détermination de l'intensité de la pluie I_t	88
1.6.3. Coefficient de ruissellement.	89
1.6.4. Débit de saturation.....	90
1.6.5. Dimensionnement Des Dalots.	90
1.6.6. Dimensionnement Des Fossés.	91
1.7. Application au projet	92
2. SIGNALISATION	95
2.1. Introduction.	95
2.2. Rôle de la signalisation.....	95
2.3. L'objectif de la signalisation routière	96
2.4. Critères à respecter pour les signalisations	96
2.4.1. Principes de base de la signalisation	96
2.4.2. Principe de valorisation	96
2.4.3. Principe de concentration	96
2.4.4. Principe de lisibilité	97
2.5. Catégories de la signalisation.	97
2.6. Types de signalisation.	98
2.6.1. Signalisation verticale	98
2.6.2. Signalisation Horizontale.	98
2.6.3. Caractéristique générales des marques.	99
2.7. Application au projet.	101
2.7.1. L'éclairage.	101
2.7.2. Signalisation.	101
3. Conclusion.	104
CONCLUSION GENERALE	105

LISTE DES FIGURES

----« CHAPITRE 1 »----

Figure 1.1 : Situation géographique de la willaya.....	2
Figure 1.2 : Plan de Situation de la route.....	3
Figure 1.3 : La dénivelée cumulée moyenne h/L.	4
Figure 1.4 : Sinuosité.	5

----« CHAPITRE 2 »----

Figure2.1 : Distance de freinage.	20
Figure 2.2 : les éléments de tracé en plan.	26
Figure 2.3 : Forces agissant sur un véhicule dans un virage	28
Figure 2.4 : Les éléments de la clothoïde.....	36
Figure 2.5 : Eléments géométriques du profil en long.....	44
Figure 2.6 : Schéma de la courbe du profil en long.....	50
Figure 2.7 : Schema d'un rayon concave	52
Figure 2.8 : Courbe convexe.	54
Figure 2.9 : Profil en travers général	56
Figure 2.10 : Profil en travers type.	60
Figure 2.11 : profil en travers courant.....	60

----« CHAPITRE 3 »----

Figure 3.1 : Structure type d'une chaussée souple.....	61
Figure 3.2 : Structure type d'une chaussée semi-souple.....	61
Figure 3.3 : Structure type d'une chaussée rigide	62

Figure 3.4 : Schéma de la démarche du catalogue	70
Figure 3.5 : Les niveaux de réseau principal.....	71
Figure 3.6 : Abaque de l'Asphalt Institute.....	74

----« CHAPITRE 4 »----

Figure 4.1 : Triangle de visibilité.....	87
Figure 4. 2: Les types de carrefours.....	90
Figure 4.3 : Carrefour giratoire (Début de projet).	93
Figure 4.4 : Carrefour giratoire (Fin de projet).	94

----« CHAPITRE 5 »----

Figure 5.4 : Panneaux de signalisation de danger (type A).....	114
Figure 5.5: Panneaux d'interdiction de priorité et d'obligation (type B).....	115
Figure 5.6: Panneaux de signalisation d'intersection et de priorité (type AB).....	116
Figure 5.7: Signalisation de direction (type E4).....	116

Figure 5.1 : Dalots.....	102
Figure 5.2 : Fossés.	103
Figure 5.3 : Type de modulation.....	113
Figure 5.4 : Panneaux de signalisation de danger (type A)	114
Figure 5.5: Panneaux d'interdiction de priorité et d'obligation (type B).....	115
Figure 5.6: Panneaux de signalisation d'intersection et de priorité (type AB).....	116
Figure 5.7: Signalisation de direction (type E4).....	116

LISTE DES TABLEAUX

----« CHAPITRE 1 »----

Tableau 1.1: Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée moyenne.....	3
Tableau 1.2: Classification de la sinuosité moyenne.	4
Tableau 1.3: Environnement en fonction du relief et de la sinuosité	5
Tableau 1.4: Coefficient d'équivalences P.	11
Tableau 1.5: Coefficient lié à l'environnement.	12
Tableau 1.6: Coefficient de réduction de capacité	12
Tableau 1.7: Les capacités théoriques	12
Tableau 1.8: Vitesse de référence en fonction de la Caté et E	13

----« CHAPITRE 2 »----

Tableau 2.1 : VVLet VPL en fonction de la Cat et E.....	19
Tableau 2.2 : Coefficient de frottement longitudinal f en fonction de la vitesse.	21
Tableau 2.3 : Variations des « D_{dmin} » en fonction de la vitesse.	24
Tableau 2.4 : Les valeurs de « D_{md} » en mètre en fonction de la vitesse.....	24
Tableau 2.5 : Les différentes valeurs des distances calculées et donné par le B40.	34
Tableau2.6 : Rayons du tracé en plan.....	30
Tableau2.7 : Longueur de clothoïde.....	31
Tableau2.8 : Exemple de calcul	37
Tableau 2.9: Récapitulatif des résultats du calcul.	42
Tableau2.10: Valeurs de la déclivité maximale.	45
Tableau 2.11: Rayons verticaux pour un angle saillant.	48
Tableau 2.12 : Rayons verticaux pour un angle rentrant.	49
Tableau 2.13: Exemple de calcul.....	52

Tableau 2.14 : Exemple de calcul	54
---	-----------

----« CHAPITRE 3 »----

Tableau 3.1 : Classification des trafics en France.....	65
Tableau 3.2 : Classe de trafic en fonction du CAM de poids lourd.....	65
Tableau 3.3 :L'importance de sol en fonction de l'indice de CBR.	66
Tableau 3.4 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau.....	68
Tableau 3.5 : La classe du trafic de poids lourd.....	68
Tableau 3.6 : Classement de sol en fonction de l'indice de CBR.....	69
Tableau 3.7 : Tableau exprimé les classe de sol en fonction de la déflexion.	72
Tableau 3.8 : Classe de sol en fonction de portance de sol.....	72
Tableau 3.9 : Les zones climatiques de l'Algérie.....	73
Tableau 3.10 : Récapitulatif des résultats.....	76
Tableau 3.11 : les résultats des méthodes	79

----« CHAPITRE 4 »----

Tableau 4.1 : La vitesse d'approche à vide V_0	87
Tableau 4.2 : Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant.....	94

----« CHAPITRE 5 »----

Tableau 5.1 : Variation de Gauss.....	101
Tableau 5.2 : Coefficient de ruissellement.....	101
Tableau 5.3 : Modulation des lignes discontinues.....	113

INTRODUCTION GENERALE :

Le réseau routier occupe une place stratégique dans le système du transport, il favorise l'implantation d'activités économique et industrielle, et il représente un des piliers fondamentaux du développement économique de tout pays.

Actuellement en Algérie, et suite à l'évolution démographique et la forte urbanisation et l'accroissement brusque du parc automobile, un déphasage entre motorisation et infrastructures a été clairement remarqué, donc un grand nombre de projets ont été réalisés ou sont en phase de réalisation ou étude.

Pour notre étude nous allons traiter un cas pratique d'un projet d'infrastructure routier. C'est un raccordement qui relie les deux localités Oudjlida et Boudjlida sur 1 Km 574 m dans la wilaya de Tlemcen.

La problématique de ce projet est souvent liée à l'importance de l'étude technique C'est-à-dire Comment réaliser un tracé avec de bonnes caractéristiques géométriques dans un relief accidenté ?

Notre travail est structuré comme suit :

- Chapitre I : Présentation et étude de trafic.
- Chapitre II: les caractéristiques géométriques de la route (Tracé en plan, Profil en long et Profil en travers).
- Chapitre III : Dimensionnement de corps de chaussée.
- Chapitre IV : Aménagement de carrefour.
- Chapitre V : L'équipement.

1. PRESENTATION DU PROJET :

1.1. Généralités :

1.1.1. La composition administratif de la wilaya: [1]

La Wilaya de Tlemcen occupe une position de choix au sein de l'ensemble national. Elle est située sur le littoral Nord-ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km. C'est une wilaya frontalière avec le Maroc, Avec une superficie de 9017,69 Km². Le Chef lieu de la wilaya est située à 432 km à l'Ouest de la capitale, Alger.

La wilaya est limitée par (figure 1.1) :

- La mer méditerranée au Nord ;
- La wilaya d' Ain T'émouchent à l'Est ;
- la wilaya de Sidi Bel Abbès à l'Est- Sud –Est ;
- La wilaya de Saida au Sud ;
- Le Maroc à l'Ouest.

Conformément à la dernière organisation territoriale du pays, la Wilaya de Tlemcen regroupe actuellement **20** Daïras et **53** Communes.

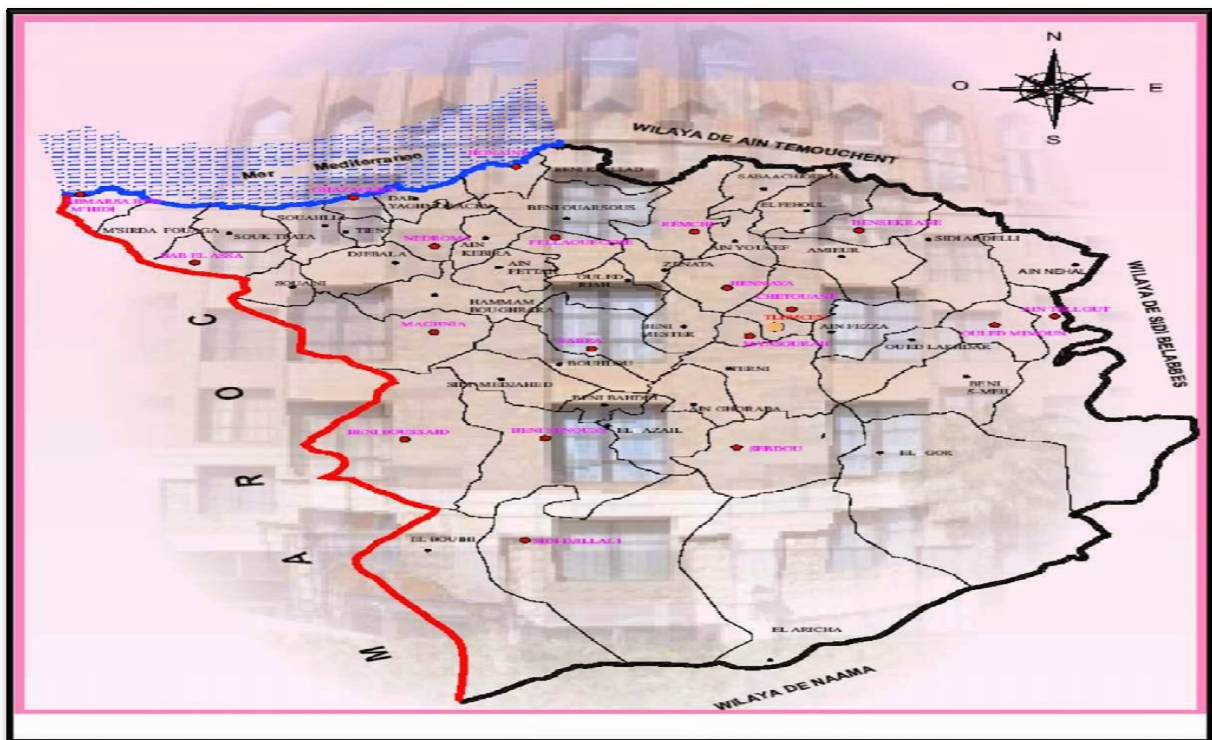


Figure 1.1 : Situation géographique de la wilaya. [1]

CHAPITRE I : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC

1.1.2. Réseau routier :

La Wilaya de Tlemcen gère 4 188 Km de routes se répartissant comme suit : [1]

- 100 Km d'Autoroutes
- 764 Km de routes nationales
- 1 190 Km de chemins de Wilaya
- 2 134 Km de chemins communaux.

1.2. Cadre de l'étude :

Notre projet consiste à faire l'étude d'un raccordement routier sur une longueur de 1Km et 574m qui relie les localités Oudjlida et Boudjlid sur la wilaya de Tlemcen (Figure 1.2).

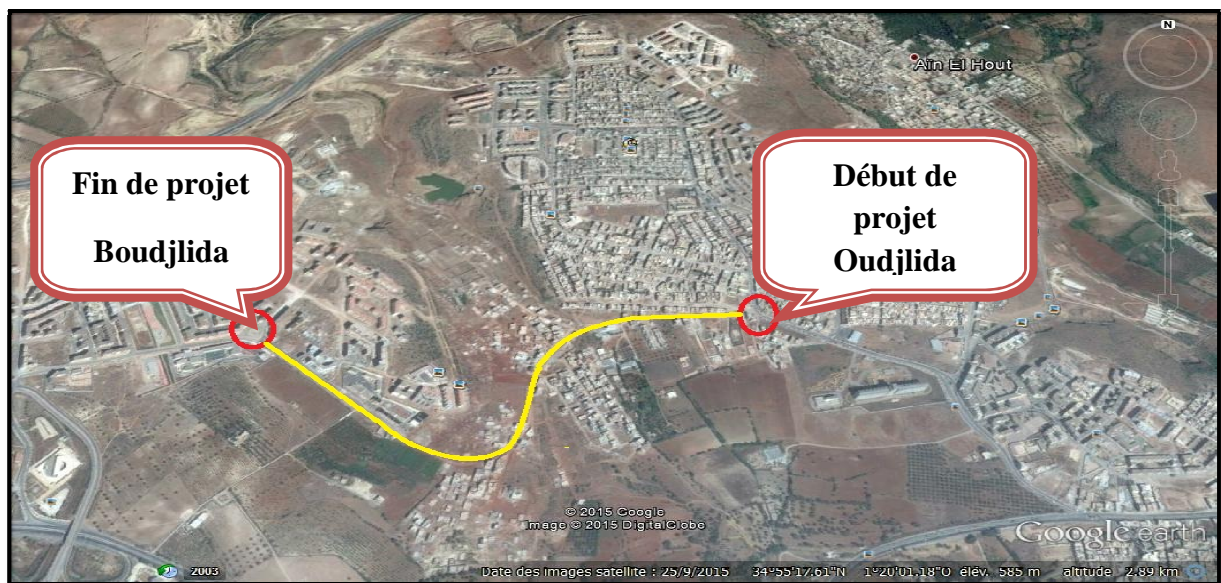


Figure 1.2 : Plan de Situation de la route. [2]

1.3. Objectifs principaux de l'étude :

Le but essentiel de notre projet est de créer une liaison assurant le transfert d'une partie du trafic de la localité Oudjlida à la localité Boudjlida. Pour atteindre l'objectif visé, il faut :

- Améliorer la sécurité et la réduction du temps de parcours.
- Améliorer le niveau de service de la route
- Améliorer les conditions de circulations
- Améliorer le système de drainage.
- Doter la chaussée d'une structure adéquate capable de supporter le trafic actuel et futur.
- Fluidifier la circulation sur la RN22.

CHAPITRE I : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC

1.4. Environnement de la route :

L'environnement est par définition l'état actuel du relief, et il y a trois classes d'environnement (E1, E2, E3) qui ont été proposées et qui sont caractérisées par deux indicateurs : [4]

- La dénivelée cumulée moyenne h/L
- La sinuosité moyenne L_s/L .

1.4.1. La dénivelée cumulée moyenne h/L :

La somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire, est la dénivelée cumulée totale (Figure 1.3).

$$\frac{H}{L} = \frac{|\sum_{p_i > 0} p_i l_i + \sum_{p_i < 0} p_i l_i|}{L} \quad (1.1)$$

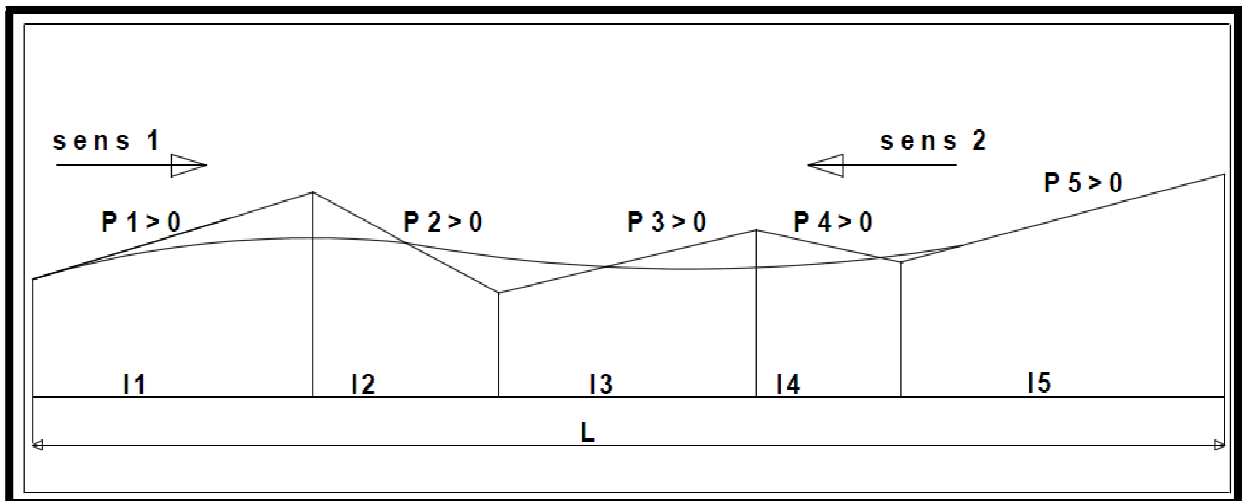


Figure 1.3 : La dénivelée cumulée moyenne h/L .

Le rapport de la dénivelée cumulée totale h à la longueur de l'itinéraire permet de mesurer la variation longitudinale du relief (Tableau 1.1).

Tableau 1.1 : Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée moyenne. [6]

N° de code	Classification	La dénivelée cumulée moyenne h/L
2	Terrain vallonné	$1.5\% < h/l \leq 4\%$

CHAPITRE I : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC

1.4.2. La sinuosité moyenne $\sigma = L_s / L$:

La sinuosité d'un itinéraire est égale au rapport entre la longueur sinueuse L_s est la longueur totale de l'itinéraire. La longueur sinueuse L_s est la longueur cumulée des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m (figure 1.4). [6]

$$\sigma = \frac{L_s}{L_{AB}} \quad (1.2)$$

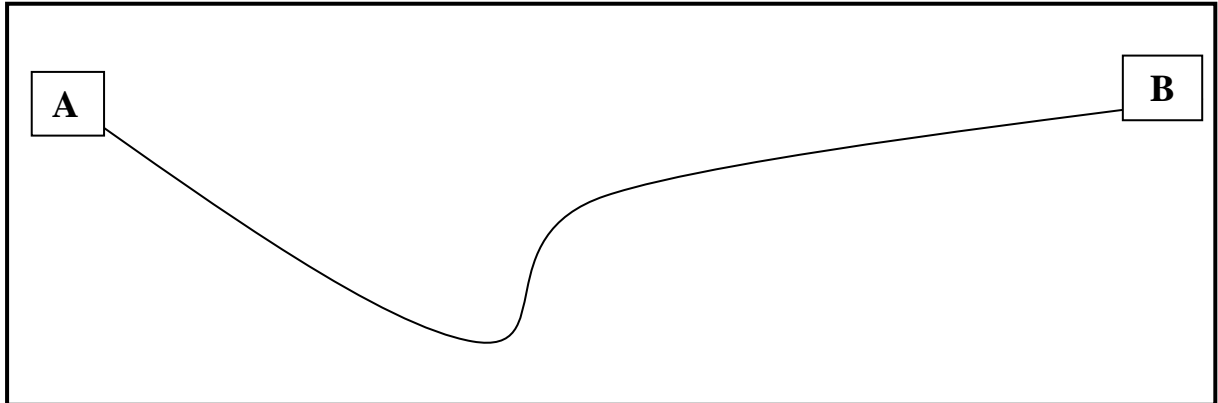


Figure 1.4 : Sinuosité.

Avec :

$$L_s = \sum LR \leq 200$$

L_s : La longueur sinueuse.

L_{AB} : L (longueurs totales de l'itinéraire).

L_R : Longueur de rayon ≤ 200 .

Tableau 1.2 : Classification de la sinuosité moyenne. [6]

N° de code	Classification	Sinuosité moyenne
3	Sinuosité forte	$0.3 < \sigma$

L'association des deux paramètres précédents (sinuosité moyenne et dénivelée cumulée moyenne), nous donne les trois types d'environnement et ceci selon le tableau ci-dessous :

CHAPITRE I : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC

Tableau 1.3 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité. [6]

Sinuosité relief	Faible	Moyenne	Fort
vallonné	E ₂	E ₂	E ₃

1.5. Application au projet :

1.5.1. Catégorie :

Notre projet relie deux centres de vie (Oujdlida à Boudjlida). Cette liaison est classée en catégorie **4** conformément à la norme B40.

1.5.2. La Dénivelée Cumulée moyenne :

Le tracé que nous avons effectué donne :

$$\frac{\sum h}{L} = \frac{62.95}{1574} \approx 0.039 = 3.9 \%$$

C'est à dire entre 1.5% et 4% donc selon B40 → **Terrain est vallonné.**

1.5.3. Sinuosité :

Tous les alignements sont raccordés par des courbes des rayons 70m et 60m.

➤ Pour R=70 m $L_{R1} = 372.95$ m ;

➤ Pour R= 60 m $L_{R2} = 339.17$ m ;

$$\sigma = \frac{\sum Ls}{L} = \frac{712.12}{1574} = 0.452 > 0.3$$

D'après le tableau $\sigma > 0.3$ Donc : **La Sinuosité est forte.**

1.5.4. Type d'environnement :

Puisqu'on a trouvé que le terrain est vallonné et la sinuosité faible, ce qui donne d'après le (tableau 1.3), le type d'environnement **E3**.

2. ETUDE DE TRAFIC:

2.1. Introduction :

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructures de transport.

Le trafic routier est l'ensemble des véhicules légers et lourds, qui passent pendant une unité de temps à travers une section de la route et qui influent notamment sur la structure de la chaussée. Il permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent le corps de chaussée.

2.2. Nomenclature :

Dans le domaine de l'étude des trafics, il est nécessaire de fixer les définitions des termes couramment employés:[3]

- **Trafic de transit:** origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation).
- **Trafic d'échange:** origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange).
- **Trafic local:** trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.
- **Trafic moyen journalier annuel (T.M.J.A.)** égal au trafic total de l'année divisé par 365.
- **Unité de véhicule particulier (U.V.P.)** exprimé par jour ou par heure, on tient compte de l'impact plus important de certains véhicules, en particulier les poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.
- **Les trafics aux heures de pointe** (les heures de pointe du matin HPM, et les heures de pointe du soir HPS).
- **Le trafic journalier** de fin de semaine.
- **Le trafic journalier moyen d'été:** important pour les régions estivales.

2.3. Différent type de trafic :

Il y a quatre types de trafics :

2.3.1. Trafic normal :

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet. [5]

2.3.2. Trafic dévié :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination. La dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens pour atteindre la même destination. [5]

2.3.3. Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier. [5]

2.4.4. Trafic total :

Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié. [5]

2.4. Calcul de la capacité:

2.4.1. Définition 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 :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).

CHAPITRE I : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC

- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies). [6]

2.4.2. Projection future du trafic :

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est [6]:

$$TMJA_h = TMJA_0 (1 + \tau)^n \quad (1.3)$$

Avec:

$TMJA_h$: Le trafic à l'année horizon.

$TMJA_0$: Le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

2.5.3. Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (**uvp**), en fonction du type de la route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les **PL** en (**uvp**) [6].

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$T_{\text{eff}} = [(1-z) + p.z] TMJA_h \quad (1.4)$$

Avec :

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

Z : pourcentage de poids lourd.

p : coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Il dépend de la nature de la route et de l'environnement (tableau 1.4).

Tableau 1.4 : coefficient d'équivalences P [6]

Environnement	E3
Route à bonne caractéristique	8-12

CHAPITRE I : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC

2.5.4. Débit de pointe horaire normal :

Le débit de pointe horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule [3] :

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{eff}} \quad (1.5)$$

Avec :

n : coefficient de pointe

$\left(\frac{1}{n}\right)$: en général 0.12

Q : est exprimé en uvp/h.

2.5.5. Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule [3]:

$$Q_{\text{adm}} = K1.K2. C_{\text{th}}^{2.5} \quad (1.6)$$

Avec :

K1 : coefficient lié à l'environnement (Tableau 1.5).

K2 : coefficient de réduction de capacité (Tableau 1.6).

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

➤ **Valeur de K1 :**

Tableau 1.5 : coefficient lié à l'environnement [6]

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

➤ **Valeurs de K2 :**

Tableau 1.6 : coefficient de réduction de capacité [6].

Catégorie	
Environnement	4
E3	0.96

CHAPITRE I : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC

- **Valeurs de C_{th}** : Capacité théorique du profil en travers en régime stable, selon le tableau ci-dessous :

Tableau 1.7: Les capacités théoriques [6].

Nombre des voies de la route	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h

2.5. Détermination du nombre de voies:

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle : [6]

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

$$Q_{adm} \geq Q \quad (1.7)$$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

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

$$n = S \times Q/Q_{adm} \quad (1.8)$$

Avec :

S : est le coefficient de dissymétrie, c'est t-à-dire le pourcentage de trafic écoulé dans le sens le plus chargé, la demande horaire sur la chaussée la plus chargée et en général égal à 2/3.

Q_{adm} : débit admissible par voie.

2.6. Application au projet :

2.6.1. Les données de trafic :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la direction des travaux publics, nous avons : [7]

- Le trafic à l'année 2014 $TJMA_{2014} = 1125$ v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 3\%$
- Le pourcentage de poids lourds $Z = 30\%$
- L'année de mise en service sera en 2017
- La durée de vie estimée de 15 ans

CHAPITRE I : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC

Tableau 1.8 : Vitesse de référence en fonction de la Caté et E [6]

Catégories	Caté.4
Environnement	
E3	60/40

2.6.2. Projection future de trafic :

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

Avec :

$TMJA_h$: le trafic à l'année horizon, l'année de mise en service (2017).

$TMJA_0$: le trafic à l'année de référence(2014).

$$TMJA_{2017} = 1125(1 + 0,03)^3 = 1230 \text{ v/j}$$

$$TMJA_{2017} = 1230 \text{ v/j}$$

Trafic à l'année (2032) pour une durée de vie de 15 ans.

$$TMJA_{2032} = 1230 \times (1 + 0,03)^{15} = 1917 \text{ v/j}$$

$$TMJA_{2032} = 1917 \text{ v/j}$$

2.6.3. Calcul de trafic effectif :

$$T_{\text{eff}} = [(1-z) + p \times z] TMJA_h$$

Avec :

Z : pourcentage de poids lourd on a $z = 30 \%$.

P : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds pour une route à deux voies et un environnement **E3** on a **P = 12**

$$T_{\text{eff } 2017} = 1230 \times [(1 - 0.30) + 12 \times 0.30] =$$

$$T_{\text{eff } 2017} = 5290 \text{ uvp/j}$$

$$T_{\text{eff } 2032} = 1917 \times [(1 - 0.30) + 12 \times 0.30] =$$

$$T_{\text{eff } 2032} = 4831 \text{ uvp/j}$$

2.6.4. Débit de pointe horaire normale :

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

Avec :

n : coefficient de pointe horaire

$\frac{1}{n}$: 0.12 en général

$$Q_{2017} = 0.12 \times T_{\text{eff}}$$

$$Q_{2017} = 0.12 \times 5290 = 635 \text{ UVP/h}$$

$$Q_{2017} = 635 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{2032} = 0.12 \times T_{\text{eff}}$$

$$Q_{2032} = 0.12 \times 4831 = 580$$

$$Q_{2032} = 580 \text{ uvp/h}$$

2.6.5. Débit admissible :

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}}$$

Avec :

Catégorie C4 $K_1 = 0.95$

Environnement E3 $K_2 = 0.96$

CHAPITRE I : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC

$$C_{th} = 2000 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{adm} = 0,95 \times 0,96 \times 2000 = 1824$$

$$Q_{adm} = 1824 \text{ uvp/h}$$

2.6.6. Le nombre des voies :

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

Avec:

$$S = 2/3$$

$$N = (2/3) \times (580/1824) = 0.47$$

$$N = 1 \text{ voie /sens}$$

3. CONCLUSION :

D'après le calcul effectué on a :

- ❖ Trafic moyen journalier annuel (v/j) pour l'année 2032 : **1917**
- ❖ Trafic effectif (uvp/j) pour l'année 2032 : **4831**
- ❖ Le débit de pointe horaire normale (uvp/j) pour l'année 2032 : **580**
- ❖ Le profil en travers retenu pour notre projet est défini comme suit :

Chaussée bidirectionnelle de **2 × 1** voies de **3,50** m de largeur et, des accotements de **1,5 m**.

1. INTRODUCTION :

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans un environnement et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain.

Définie géométriquement par trois éléments qui sont :

- Tracé en plan ;
- Profil en long ;
- Profil en travers ;

2. LE TRACE EN PLAN :

2.1. Définition :

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal. Il est constitué en général par une succession d'alignements droits reliés entre eux par des raccordements en courbe.

Le tracé en plan est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route. Il doit permettre d'assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort. [6]

2.2. Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour obtenir un bon tracé, on essaie d'appliquer la norme technique d'aménagement des routes si possible: [6]

- L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Respecter les normes d'aménagement routier.

2.3. Paramètres fondamentaux de projet :

2.3.1. La vitesse de référence :

La vitesse de référence (V_r) est le critère principal pour la définition des paramètres géométriques d'un itinéraire et pour la corrélation de ses paramètres entre eux ; elle dépend de la catégorie, de l'environnement et de la politique économique du pays. Le choix de la vitesse de référence joue un rôle très important sur le coût du projet. Choisir une vitesse de base élevée nécessite un aménagement plus approprié et adapté à cette vitesse.

2.3.2. Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Caractéristiques topographiques.
- Type de la route dans le réseau.
- Importance et genre de trafic.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

2.3.3. Vitesse de projet :

La vitesse de projet V_p est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales. Pour une route urbaine on admet $V_r = 60$ km/h (tableau 2.1).

Tableau 2.1 : V_{VL} et V_{PL} en fonction de la Cat et E. [6]

Environnement Catégorie		E3
		Cat 4
	V_{PL}	20

2.4. La visibilité :

2.4.1. Objectif et méthode :

Les règles de comportement du conducteur dans les cas où les conditions de visibilité ne sont pas satisfaisantes. Il peut s'agir soit de conditions météorologiques défavorables (pluie, brouillard) soit de configurations physiques particulières (sommets de côte, intersections, virages).

Dans un souci de sécurité mais également de confort, la conception géométrique des routes doit permettre d'assurer des conditions de visibilité satisfaisantes tant au droit des points singuliers qu'en section courante.

Une des tâches du concepteur routier est de rechercher entre les besoins en visibilité et les contraintes spécifiques au projet.

Ces exigences dépendent de la vitesse pratiquée, du temps de réaction et de la distance nécessaire à la manœuvre visée. [8]

2.4.2. Distance minimale de freinage :

La distance minimale de freinage « D_{mf} » est le paramètre fondamental pour déterminer les distances de visibilité dans les virages en plan et dans les courbes verticales du profil en long. [6]

$$\frac{1}{2} = P \times F \times d_0 \Rightarrow d_0 = \frac{v^2}{2 g f} = \frac{v^2}{254 f} \quad (2.1)$$

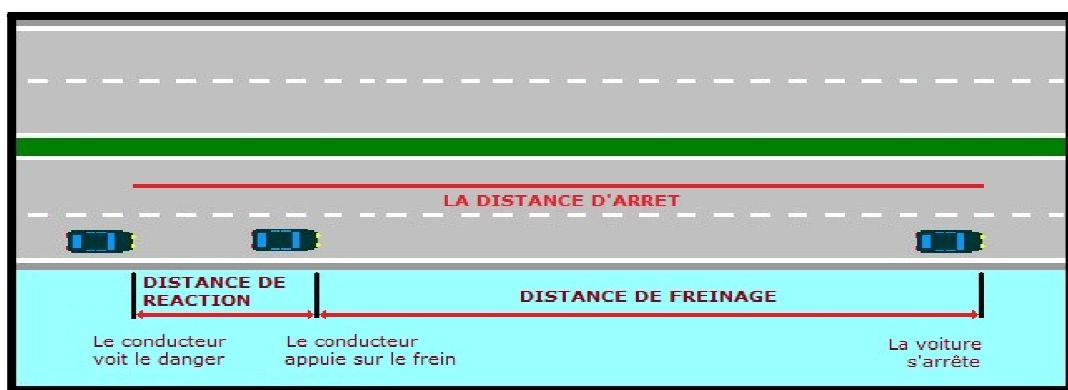


Figure 2.1 : Distance de freinage.

❖ Dans le cas général, la route présente une déclivité :

Dans ce cas, la formule de d_0 sera :
$$d_0 = \frac{v^2}{254 (f \pm i)} \quad (2.2)$$

Avec :

f: coefficient de frottement longitudinal.

i : déclivité de la route en %.

v : vitesse (km/h).

Le coefficient de frottement longitudinal f varie avec l'état des pneus et l'état de la chaussée comme il peut varier avec la vitesse du véhicule (Tableau 2.2).

Tableau 2.2 : Coefficient de frottement longitudinal f en fonction de la vitesse. [6]

Vitesse (Km/h)	60
Catégorie 1.2	0.42
Catégorie 3.4.5	0.46

2.4.3. Distance d'arrêt :

a. Temps de perception-réaction :

Avant le freinage à l'apparition d'un obstacle, il s'écoule un certain temps t_p pendant lequel le conducteur : [6]

- Perçoit l'existence de l'obstacle c'est à dire, il prend conscience de cette apparition, et de la nécessité de freiner au maximum ;
- Réagit en actionnant ses freins (porte ses pieds sur la pédale de frein).

Ce temps t_p est appelé le temps de perception-réaction. La norme divise ce temps en deux parties :

Le temps physiologique moyen c'est-à-dire le temps au cours duquel l'œil transmet les informations au cerveau et à son tour donne l'ordre d'agir qui est de 1.5 à 1.3s.

Le temps mort mécanique c'est-à-dire celui qui permet l'entrée en action des freins qui est de 0,5 s.

On aura en fin de compte un temps de perception-réaction égale à :

$$\left\{ \begin{array}{ll} t_p = 1.8s & \text{si } V \geq 100 \text{ km/h.} \\ t_p = 2s & \text{si } V < 100 \text{ km/h.} \end{array} \right.$$

b. Distance d'arrêt en alignement droit :

La distance de visibilité d'arrêt est la distance nécessaire à l'arrêt d'un véhicule à l'approche d'un obstacle éventuel. Cette distance est la somme de deux distances. [6]

🚦 Obstacle immobile :

La distance d'arrêt d_1 est égale à la somme de :

- La distance de freinage d_0 déterminée précédemment.
- La distance parcourue pendant le temps de perception-réaction

$$d_1 = d_0 + \frac{v}{3.6} \times t_p \quad (2.3)$$

Avec :

t_p : Temps de perception –réaction.

d_0 (m) : distance de freinage.

v : vitesse de référence.

Donc on aura :

$$\left\{ \begin{array}{ll} d_1 = \frac{v^2}{254(f \pm i)} + 0.56 * v & \text{pour } v \leq 100 \text{ Km/h.} \\ d_1 = \frac{v^2}{254(f \pm i)} + 0.50 * v & \text{pour } v > 100 \text{ Km/h.} \end{array} \right.$$

🚦 Obstacle mobile :

$$\left\{ \begin{array}{ll} d_2 = \frac{v_1^2}{127(f \pm i)} + 0.50 * v_1 + \frac{v_2^2}{127(f \pm i)} + 0.50 * v_2 & \text{si } v \geq 100 \text{ Km/h.} \\ d_2 = \frac{v_1^2}{127(f \pm i)} + 0.55 * v_1 + \frac{v_2^2}{127(f \pm i)} + 0.55 * v_2 & \text{si } v < 100 \text{ Km/h.} \end{array} \right.$$

Si $v_1 = v_2 = v$

On a :

$$\left\{ \begin{array}{ll} d_2 = \frac{v^2}{127(f \pm i)} + v & \text{si } v \geq 100 \text{ Km/h.} \\ d_2 = \frac{v^2}{127(f \pm i)} + 1.1v & \text{si } v < 100 \text{ Km/h.} \end{array} \right.$$

Avec :

V : vitesse de référence (km/h)

f : coefficient de frottement longitudinal.

i : pente.

c. Distance d'arrêt en courbe :

En virage on doit majorer la distance d'arrêt de 25%, parce que dans les courbes on doit freiner moins énergiquement. [6]

$$\left\{ \begin{array}{l} d_3 = d_1 + 0.25 * d_0 \quad \text{si } R \geq 5 * V \\ d_3 = d_1 + 0.25 * d_0 \quad \text{si } R < 5 * V \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} d_3 = d_0(m) + 0.50v + 0.25d_0(m) \implies d_3 = 1.25d_0 + 0.50v \quad \text{pour } V \geq 100 \text{ Km/h.} \\ d_3 = d_0(m) + 0.55v + 0.25d_0(m) \implies d_3 = 1.25d_0 + 0.55v \quad \text{pour } V < 100 \text{ Km/h.} \end{array} \right.$$

Avec :

d_3 : Distance d'arrêt en courbe.

d_1 : Distance d'arrêt en alignement droit.

d_0 (m) : Distance de freinage.

2.4.4. Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre :

Selon la norme B40 on distingue deux distances de visibilité de dépassement servant de base aux calculs de la géométrie des routes à voies de dépassements. [6]

2.4.5. Distance de visibilité de dépassement minimale « D_{dmin} » :

La distance de visibilité de dépassement est égale au double de la distance parcourue par un véhicule rapide pendant la durée de dépassement.

Les différentes valeurs de « D_{dmin} » sont données dans le tableau suivant : [6]

Tableau 2.3 : variations des « D_{dmin} » en fonction de la vitesse. [6]

Vitesse (Km/h)	60
D_{dmin} (m)	120

2.4.6. Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement :

La distance de manœuvre de dépassement sert à calculer le rayon minimal de courbure du profil en long au sommet. (Tableau 2.4) [6]

Tableau 2.4 : les valeurs de « D_{md} » en mètre en fonction de la vitesse. [6]

Vitesse (Km/h)	60
D_{md} (m)	250

2.4.7. Distances de sécurité entre deux véhicules (D_s) :

C'est la distance de sécurité entre deux véhicules. C'est l'espace nécessaire entre deux véhicules circulants dans le même sens, sur la même voie et à la même vitesse afin d'éviter la collision en cas où le premier actionne les freins au maximum : [6]

$$D_s = \left(\frac{V}{3.6} t_p\right) + L \quad (2.4)$$

2.4.8. La visibilité sur un virage :

La distance nécessaire peut être estimée à la distance parcourue en 3 secondes à la vitesse et mesurée entre le point d'observation : l'œil du conducteur (hauteur 1m, 2 m du bord droit de la chaussée) et le point observé. [9]

2.5. Application au projet :

Sur le Tableau 2.1 :



2.5.1. Distance de freinage :

On a catégorie 4; vitesse= 60 km/h ; f= 0.46 sur Tableau 2.2.

En remplaçant dans la formule : $d_0 = \frac{V^2}{254 f}$ on trouve :

$d_0 = 31 \text{ m}$

2.5.2 Distance d'arrêt en alignement droit :

❖ **Obstacle immobile :**

$$v = 60 \text{ km/h}, d_0 = 31 \text{ m} \text{ et } t = 2 \text{ s}$$

$$d_1 = d_0 + \frac{v}{3.6} \times t_p \quad \text{donc} \quad d_1 = 31 + \frac{60}{3.6} \times 2 = 61 \text{ m}$$

$$\boxed{d_1 = 63,33 \text{ m}}$$

❖ **Obstacle mobile :**

$$v = 60 \text{ km/h} \quad f = 0.46$$

$$d_2 = \frac{v^2}{127 f} + V \quad \text{donc} \quad d_2 = \frac{60^2}{127 \times 0.46} + 60 = 192 \text{ m}$$

$$\boxed{d_2 = 121,62}$$

2.5.3 Distance d'arrêt en courbe :

$$d_3 = 1.25d_0 + 0.50v$$

$$\text{A.N : } d_3 = 1.25 \times 31 + 0.50 \times 60 = 69 \text{ m}$$

$$\boxed{d_3 = 69 \text{ m}}$$

2.5.4. Distance de visibilité de dépassement :

Sur le Tableau 2.3 :

$$\boxed{D_{\text{dmin}} = 120 \text{ m}}$$

2.5.5. Distance de visibilité de manœuvre de dépassement « D_{md} » :

Sur le Tableau 2.4 :

$$\boxed{D_{\text{md}} = 250 \text{ m}}$$

2.5.6 Distances de sécurité entre deux véhicules (D_s) :

$L=8\text{m}$ (Longueur de véhicule en moyenne 8m).

$t=2\text{s}$ (temps perception réaction (sec)).

$V=60\text{ Km/h}$ (vitesse de véhicule (Km/h)).

$$D_s = \left(\frac{V}{3.6} t_p\right) + L \quad \text{donc} \quad D_s = \left(\frac{60}{3.6} \times 2\right) + 8 = 41.33 \text{ m}$$

$$D_s = 41.33 \text{ m}$$

Le tableau ci-dessous donne les valeurs calculées et celles données par le B40 :

Tableau 2.5: les différentes valeurs des distances calculées et donné par le B40.

CHAPITRE2 : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA ROUTE

		Vitesse de référence (Km/h)	60
Distance de freinage	$d_0(m)$	calculé	31
		D'après B40	31
Distance d'arrêt en alignement droit obstacle immobile	$d_1(m)$	calculé	63.33
		D'après B40	64
Distance d'arrêt un alignement droit obstacle mobile	$d_2(m)$	calculé	121,62
		D'après B40	
Distance d'arrêt en courbe	$d_3(m)$	calculé	69
		D'après B40	
Distance de visibilité de dépassement	$D_{dmin}(m)$	calculé	
		D'après B40	250
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	$D_{md}(m)$	calculé	
		D'après B40	120
Distance de sécurité entre deux véhicules	$D_s(m)$	calculé	38
		D'après B40	41.33

2.6. Les éléments du tracé en plan :

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession d'alignements, des liaisons et des arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous : [10]

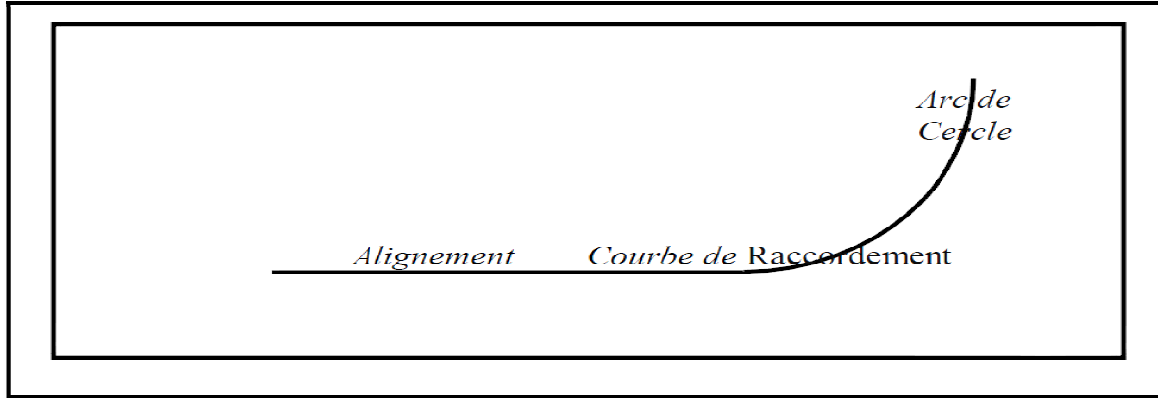


Figure 2.2 : les éléments de tracé en plan. [10]

2.6.1. Les alignements :

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

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

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

D'après B40 on à : [6]

$$L_{min} = T \times V_B \quad (2.5)$$

$$L_{max} = T \times V_B \quad (2.6)$$

A.N :

Avec V_B : vitesse de base en (m/s) et $T = 5$ s.

Donc :

$$L_{min} = 5 \times V_B$$

$$L_{min} = 5 \times 60 / 3.6$$



$$L_{min} = 83.33 \text{ m}$$

Avec V_B : vitesse de base en (m/s) et $T= 60$ s.

Donc :

$$L_{max} = 60 \times V_B$$

$$L_{max} = 60 \times 60 / 3.6$$



$$L_{max} = 1000 \text{ m}$$

2.6.2. Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

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

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

Les courbes de rayon supérieur ou égal à R_{Hnd} ne sont généralement pas déversées vers l'intérieur du virage et conservent un profil en toit.

Les courbes de rayon compris entre R_{Hnd} et R_{md} (rayon au dévers minimal) sont déversées vers l'intérieur du virage avec une pente de 2,5 %.

Les courbes de rayon R inférieur à R_{dm} (rayon au dévers minimal) sont déversées vers l'intérieur du virage avec une pente transversale dont la valeur est fixée par interpolation linéaire en fonction de $1/R$ entre 2,5 % pour R_{dm} et 7 % pour le rayon minimal R_H . [6]

a. Stabilité en courbe :

Dans un virage, l'effet de la force centrifuge provoque une instabilité au véhicules, afin de réduire cet effet on réalise un devers (exprimé par sa tangente) qui soit la pente dont l'inclinaison de la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage pour éviter le phénomène de dérapage.

Les rayons en plans dépendent des facteurs suivants : (figure 2.6) [6]

- Force centrifuge F_c ;
- Poids de véhicule P ;
- Accélération de la pesanteur g ;
- Dévers d .

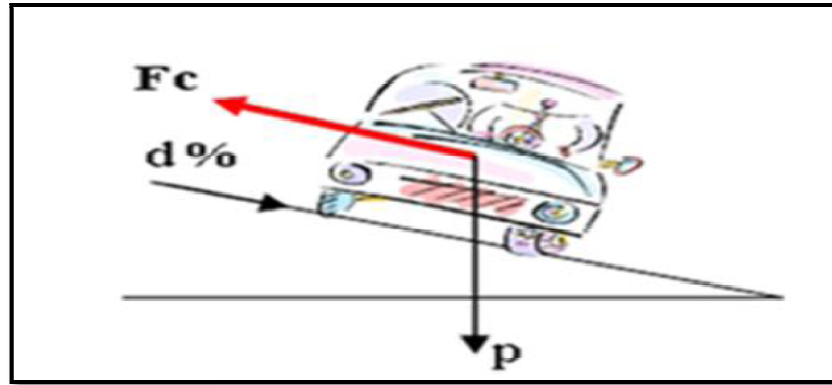


Figure 2.3 : Forces agissant sur un véhicule dans un virage. [11]

NB :

- d ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou par verglas).

- d ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux.

Ainsi pour chaque V_B , on définit une série de couples (R , d) :

✚ Rayon horizontal minimal absolu (RH_{min}) :

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal. [6]

$$RH_{min} = \frac{V_B^2}{127 (f_t + d_{max})} \quad (2.7)$$

Avec :

f_t : coefficient de frottement transversal

V_B : vitesse de référence en (km/h)

✚ Rayon minimal normal (RH_n) :

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant V_B de 20km/h de rouler en toute sécurité. [6]

$$RH_n = \frac{(V_B + 20)^2}{127 (f_t + d_{max})} \quad (2.8)$$

✚ Rayon au dévers minimal (RH_d) :

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et telle que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse V_B serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

[6]

Avec : $d_{\min} = 3\%$ en catégorie 3 – 4 – 5

$$\mathbf{RH}_d = \frac{V_B^2}{127 \times 2 \times d_{\min}} \quad (2.9)$$

🚦 Rayon minimal non déversé (\mathbf{RH}_{nd}):

C'est le rayon non déversé tel que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse V_B en courbe de devers égal à d_{\min} vers l'extérieur reste inférieur à la valeur limitée. [6]

$$\mathbf{RH}_{nd} = \frac{V_B^2}{127 \times (f' - 0.03)} \quad (2.10)$$

Pour les Cat 3-4 et 5

Avec : $f' = 0.075$ cat 4-5

b. L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon :

Un long véhicule à deux 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. [6]

$$\mathbf{S} = \frac{L^2}{2R} \quad (2.11)$$

Avec :

L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10$ m)

R : rayon de l'axe de la route.

c. La visibilité dans les tranchées 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.

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

CHAPITRE2 : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA ROUTE

D'après le règlement d'aménagements routiers B40, pour un environnement E3 et une catégorie C4 et une vitesse de base $V_B = 60$ km/h, on définit les paramètres suivants :

Tableau2.6: Rayons du tracé en plan. [6]

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse(Km/h)	V	60
Divers maximal(%)	D_{max}	8
Rayon horizontale minimal(m)	RH_m (7%)	115
Rayon horizontal normal(m)	RH_n (5%)	230
Rayon horizontal déversé(m)	RH_d (3%)	450
Rayon horizontal non déversé(m)	RH_{nd} (-3%)	650

2.6.3. Les raccordement progressifs (clothoïde) :

Les courbes circulaires de rayon R inférieur à RH_{nd} sont introduites par des Raccordements progressifs ; ceux-ci sont constitués par des arcs de Clothoïde.

La longueur de l'arc de Clothoïde est donnée par le tableau ci- dessous: [12]

Tableau2.7: Longueur de clothoïde. [12]

Profil en travers	Longueur de clothoïde
Routes à 2 voies	$L = \inf. (6R^{0.4}, 67)$

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 est nul.

La courbure de la clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc ; parcourue à vitesse constante.

La clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers (Figure 2.4).

➤ **Expression mathématique de la Clothoïde:**

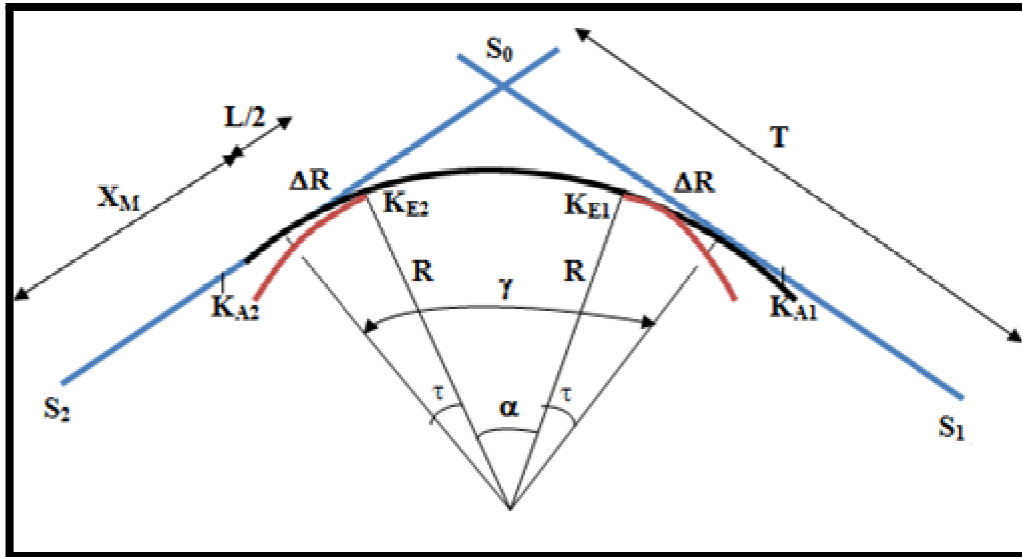


Figure 2.4 : Les éléments de la clothoïde. [13]

-**g** : Angle entre alignement

-**T** : Grande tangente -

-**DR** : Ripage

-**XM** : Abscisse du centre de cercle

-**R** : Rayon de virage

-**i** : Angle de tangente

SL : La corde à la clothoïde

s : L'angle polaire

L : longueur de clothoïde

KA : début de clothoïde

KE : Fin de clothoïde

Courbure **K** linéairement proportionnelle à la longueur curviligne. [6]

$$K = C \cdot L \quad \text{et} \quad K = \frac{1}{R} \quad \text{et} \quad L \times R = \frac{1}{C} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{R} = C \cdot L$$

$$\text{On pose : } \frac{1}{C} = A^2 \quad \text{et} \quad A^2 = L \times R \quad (2.12)$$

a. Les conditions de raccordement :

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes: [6]

b. Condition de confort optique :

La clothoïde doit aider à la lisibilité de la route en amorçant le virage, la rotation de la tangente doit être $\leq 3^\circ$ pour être perceptible à l'œil.

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R \quad (2.13)$$

Règle générale (B40) :

$$\diamond R < 1500\text{m} \quad \Delta R = 1\text{m} \quad (\text{éventuellement } 0,5\text{ m})$$

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad (2.14)$$

$$\diamond 1500 < R \leq 5000\text{m} \quad L \geq \frac{R}{9}$$

$$\diamond R > 5000\text{m} \quad \Delta R = 2,5\text{m} \quad L = 7,75 \sqrt{R}$$

c. Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter pendant le temps parcouru Δt du raccordement, la variation par unité de temps de l'accélération transversale.

$$L = \frac{V_r^2}{18} \times \left(\frac{V_r^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right) \quad (2.15)$$

Avec :

V_r : vitesse de référence en (km/h)

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers ($\Delta d = d_{\text{final}} - d_{\text{init}}$) (%)

d. Condition de gauchissement :

La demi-chaussée extérieure au virage est une surface qui imprime un mouvement de balancement au véhicule dont le raccordement doit être assuré. Un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de tel sorte que $\Delta p < 0,5/V_R$.

$$L \geq I \times \Delta d \times V_r \quad (2.16)$$

Avec :

L : longueur de raccordement.

l : largeur de la chaussée.

NB : La vérification des deux conditions de gauchissement et de confort dynamique, peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demi-chaussée extérieure au virage.

Cette variation est limitée à 2%.

$$L \geq 5/36 \times \Delta_d \times V_r \quad (2.17)$$

2.7. Calcul d'un raccordement

2.7.1. Introduction :

L'opération de calcul d'axe n'aura lieu, qu'après avoir déterminé le couloir par le quel passera la voie. Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe.

2.7.2. Procèdes de calcul :

Dans un calcul d'axe, la grande partie est celle de la courbe de Clothoïde (figure 2.8), cet élément géométrique particulier qui se définit par des formules mathématiques approchées.

2.7.3. Exemple de calcul :

Tout calcul d'axe doit suivre les étapes suivantes :

1. Caractéristiques de la courbe de raccordement
2. Calcul de gisements
3. Calcul de l'angle γ entre alignements
4. Calcul de la tangente T
5. Calcul de la corde SL
6. Calcul de l' angle polaire σ
7. Vérification de non-chevauchement
8. Calcul de l' arc de cercle
9. Calcul des coordonnées des points singuliers.

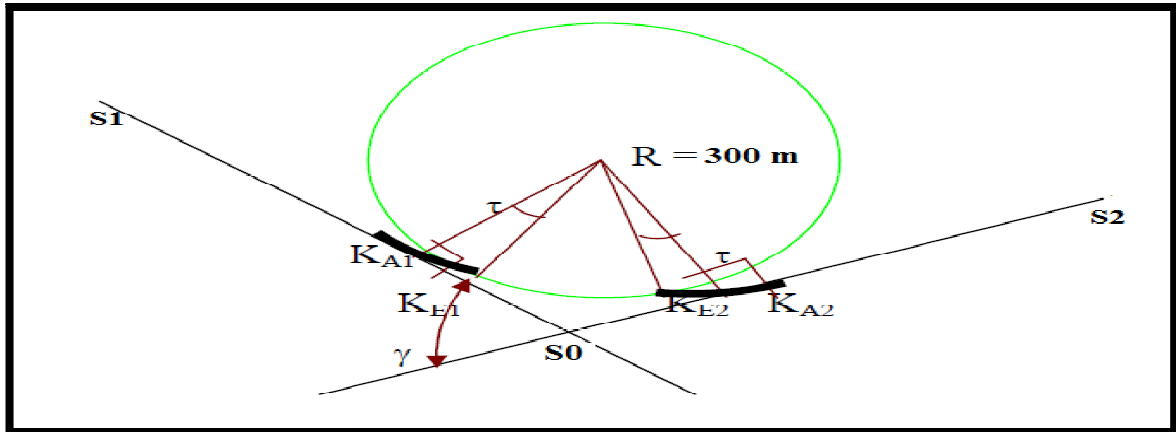


Tableau2.8 : exemple de calcul

Point	X(m)	Y(m)
S ₁	17803.9344	6491.9815
S ₀	17873.4921	6475.6601
S ₂	17922.3367	6526.8598

Caractéristiques De La Courbe De Raccordement :

Exemple pour R = 300m

a. Calcul du paramètre A :

Selon le règlement B40 on a :

$$R < Rhnd$$

$$R = 300 < 650m \longrightarrow R / 3 < A < R$$

$$\longrightarrow 300/3 < A < 300$$

$$\longrightarrow 100 < A < 300$$

b. Détermination de la valeur minimale de L (longueur de la clothoïde) :

➤ **Condition de confort optique :**

$$R = 300m \leq 1500m \longrightarrow L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

$\Delta R = 1m$ (éventuellement 0.5m)

$$L \geq \sqrt{24 \times 300 \times 1} = 84.85 \text{ m}$$

$$\mathbf{L \geq 84.85 \text{ m}}$$

(1)

d. Condition de confort dynamique :

$$\Delta_d = d + d_{\min} \longrightarrow \Delta_d = 5.5 + 2.5 = 8 \%$$

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

$$L \geq \frac{60^2}{18} \times \left(\frac{60^2}{127 \times 300} - 0,08 \right) = 2.90 \text{ m}$$

$$\mathbf{L \geq 2.90 \text{ m}}$$

(2)

e. Condition de gauchissement :

$$\mathbf{L \geq 1 \times \Delta_d \times V / 50}$$

$$L \geq 7 \times 8 \times 60 / 50 = 67.2 \text{ m}$$

$$\mathbf{L \geq 67.2 \text{ m}}$$

(3)

De (1), (2) et (3) on aura : $L = 84.85 \text{ m}$

$$A = \sqrt{R \times L}$$

$$\mathbf{A = 160 \text{ m}}$$

b. Calcul le paramètre (par) :

$$\text{Par} = A^2 / R$$

$$\text{Par} = (160)^2 / 300 = 85.33 \text{ m}$$

$$\mathbf{85.33 \text{ m}}$$

d. Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{(\text{par})^2}{2 \times R^2} \times \frac{200}{\pi}$$

$$\frac{(85.33)^2}{2 \times (300)^2} \times \frac{200}{3.14} = 2.57 \text{ grades}$$

$$\tau = 2.57 \text{ grade}$$

e. Calcul des gisements:

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

Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :

$$\text{GIS} = \text{gis} \quad \text{si} \quad (\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y > 0) \quad (\text{avec gis} > 0)$$

$$\text{GIS} = 200 - \text{gis} \quad \text{si} \quad (\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y < 0) \quad (\text{avec gis} < 0)$$

$$\text{GIS} = 200 + \text{gis} \quad \text{si} \quad (\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y < 0) \quad (\text{avec gis} > 0)$$

$$\text{GIS} = 400 - \text{gis} \quad \text{si} \quad (\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y > 0) \quad (\text{avec gis} < 0)$$

$$\begin{cases} \Delta X_1 = X_0 - X_1 = -69.558 \text{ m} \\ \Delta Y_1 = Y_0 - Y_1 = 16.321 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta X_2 = X_2 - X_0 = 118.402 \text{ m} \\ \Delta Y_2 = Y_2 - Y_0 = 34.878 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{gis 1} = \text{arctg} (-69.558 / 16.321) \\ \text{gis 1} = -85.327 \text{ grades} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{gis 2} = \text{arctg} (118.402 / 34.878) \\ \text{gis 2} = 81.763 \text{ grades} \end{cases}$$

Avec:

$$\text{GIS 1} = 200 + \text{gis 1}$$

$$\text{GIS 1} = 200 - 85.327$$

$$\text{GIS 1} = 114.673 \text{ grades}$$

avec:

$$\text{GIS 2} = \text{gis 2}$$

$$\text{GIS 2} = 81.763$$

$$\text{GIS 2} = 81.763 \text{ grades}$$

f. Calcul des distances :

$$\overline{S_1 S_0} = \sqrt{(\Delta X_1)^2 + (\Delta Y_1)^2} = \sqrt{(-69.558)^2 + (16.321)^2}$$

$$\overline{S_1 S_0} = 71.447 \text{ m}$$

$$\overline{S_2 S_0} = \sqrt{(\Delta X_2)^2 + (\Delta Y_2)^2} = \sqrt{(118.402)^2 + (34.878)^2}$$

$$\overline{S_2 S_0} = 123.433 \text{ m}$$

g. Calcul de l'angle:

$$\gamma = |\text{GIS 1} - \text{GIS 2}|$$

$$\gamma = |114.673 - 81.763| = 22.91 \text{ grade}$$

$$\gamma = 22,91 \text{ grad}$$

h. Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 2.57 \text{ grade.}$$

$$\gamma/2 = 22.91/2 = 11.46 \text{ grade.}$$

$$\gamma/2 > \tau \quad \longrightarrow \quad \text{pas de chevauchement.}$$

I. Calcule de l'abscisse du centre du cercle:

$$X_m = \text{par}^2 / 2 \times R = L / 2$$

$$X_m = 84.85/2 = 42.425 \text{ m}$$

$$X_m = 42.425 \text{ m}$$

j. Abscisse de KE :

$$X = L \times \left(1 - \frac{L^2}{40 \times R^2} \right)$$

$$X = 84.85 \times \left(1 - \frac{84.85^2}{40 \times 300^2} \right) = 84.68 \text{ m}$$

$$X = 84.68 \text{ m}$$

k. Origine de KE :

$$Y = \frac{L^2}{6 \times R}$$

$$Y = \frac{84.85^2}{6 \times 300} = 4 \text{ m}$$

$$Y = 4 \text{ m}$$

l. Calcule de la tangente :

$$T = R \times \text{tg}\left(\frac{Y}{2}\right)$$

$$T = 240 \times \text{tg}(11.46) = 54.59 \text{ m}$$

$$\mathbf{T = 54.59 \text{ m}}$$

m. Calcul des Coordonnées SL :

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$SL = \sqrt{84.68^2 + 4^2} = 84.77 \text{ m}$$

$$\mathbf{SL = 84.77 \text{ m}}$$

n. Calcul de σ :

$$\sigma = \text{arc tg} \left(\frac{Y}{X} \right)$$

$$\sigma = \text{arc tg} (4/84.68) = 3 \text{ grade}$$

$$\mathbf{\sigma = 3 \text{ grade}}$$

o. Calcul de l'arc :

$$\alpha = \gamma - 2\tau$$

$$\alpha = 22.91 - 2 \times 2.55 = 17.81 \text{ grade}$$

$$\mathbf{\alpha = 17.81}$$

$$\widehat{Ke1Ke2} = \frac{R \times \pi \times \alpha}{200}$$

$$\widehat{Ke1Ke2} = \frac{300 \times 3.14 \times 17.81}{200} = 83.92 \text{ m}$$

$$\mathbf{\widehat{Ke1Ke2} = 83.92 \text{ m}}$$

p. Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{KA1} = X_{S1} - (\overline{S1S0} - T) \cos (300 - \text{GIS1}) \\ X_{KA1} = 17803.9344 - (71.447 - 54.59) \cos (300 - 114.673) \end{array} \right.$$

$$X_{KA1} = 17820.345 \text{ m.}$$

CHAPITRE 2 : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA ROUTE

$$\begin{cases} Y_{KA1} = Y_{S1} - (\overline{S1S0} - T) \sin(300 - GIS1) \\ Y_{KA1} = -6791.9815 - (71.447 - 54.59) \sin(300 - 114.673) \end{cases}$$

$$Y_{KA1} = 6788.130 \text{ m.}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S0} - T \cos(300 - GIS2) \\ X_{KA2} = 17925.858 - 54.59 \cos(300 - 81.763) \end{cases}$$

$$X_{KA2} = 17925.858 \text{ m.}$$

$$\begin{cases} Y_{KA2} = Y_{S0} - T \sin(300 - GIS2) \\ Y_{KA2} = 6475.660 - 54.59 \sin(300 - 81.763) \end{cases}$$

$$Y_{KA2} = 6491.08 \text{ m.}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} - SL \cos(300 + \sigma - GIS1) \\ X_{KE1} = 17820.346 - 84.77 \cos(300 + 3 - 114.673) \end{cases}$$

$$X_{KE1} = 17903.695 \text{ m.}$$

$$\begin{cases} Y_{KE1} = Y_{KA1} - SL \sin(300 + \sigma - GIS1) \\ Y_{KE1} = 6488.131 - 84.77 \sin(300 + 3 - 114.67) \end{cases}$$

$$Y_{KE1} = 6472.675 \text{ m}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} + SL \sin(GIS2 + \sigma - 200) \\ X_{KE2} = 17925.857 + 84.77 \sin(81.763 + 3 - 200) \end{cases}$$

$$X_{KE2} = 17843.504 \text{ m.}$$

$$\begin{cases} Y_{KE2} = Y_{KA2} + SL \cos(GIS2 + \sigma - 200) \\ Y_{KE2} = 6491.086 + 84.77 \cos(81.763 + 3 - 200) \end{cases}$$

$$Y_{KE2} = 6470.981 \text{ m.}$$

Tableau 2.9 : Récapitulatif des résultats du calcul.

Coordonnés (m)	K_{A1}	K_{A2}	K_{E1}	K_{E2}
X	17820.346	17925.858	17903.695	17843.504
Y	6488.131	6491.086	6472.675	6470.981

3. PROFIL EN LONG:

3.1. Définition:

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une échelle (n'est pas une projection horizontale). [6]

3.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte -sauf dans des cas exceptionnels- lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes : [6]

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- Limité la déclivité pour une catégorie donnée ($i \leq I_{max}$)
- Respecter les règles de déclivités Max et Min (B40).

3.3. Elément géométrique du profil en long :

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements paraboliques caractérisés par leur rayon. [6]

a. Les rayons en angle saillant (convexes):

Les rayons correspondants doivent être dimensionnés au regard des contraintes de Sécurité et de visibilité. En fonction des caractéristiques du tracé en plan, on s'attachera à garantir la visibilité sur obstacle ou pour dépassement.

b. Les rayons en angles rentrants (concaves):

Ces rayons ne posent pas de problèmes de sécurité majeurs mais leur dimensionnement est essentiellement conditionné par des contraintes de confort dynamiques, les conditions de visibilité nocturnes et l'évacuation des eaux de ruissellement (Figure 2.5).

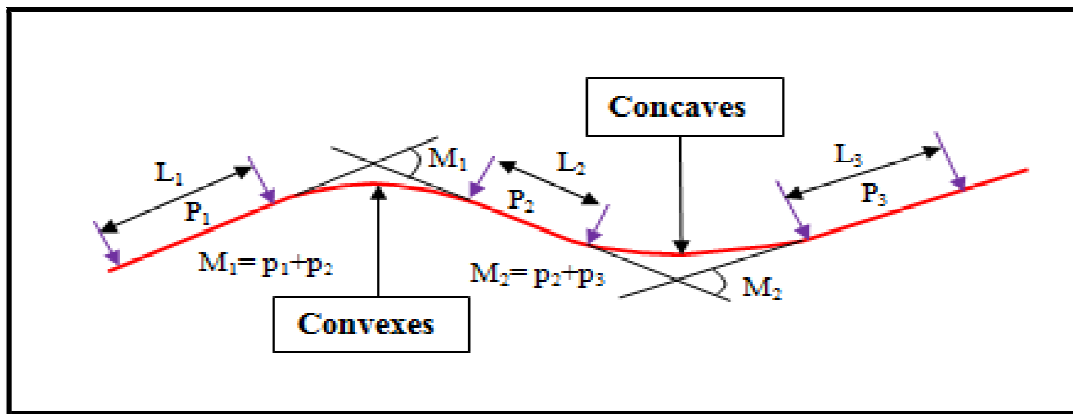


Figure 2.5 : Eléments géométriques du profil en long. [14]

Remarque:

M égale à la différence de deux déclivités successives munies de leur signe.

3.4. Les éléments constituant le profil en long : [6]

3.4.1 Les alignements :

Sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

3.4.2. La Déclivité :

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

Le raccordement entre une pente et une rampe se fait par un arc de cercle dont la nature est fixée par la différence M des deux déclivités :

- Raccordement pente- rampe ($m < 0$): arc concave.
- Raccordement rampe- pente ($m > 0$): arc convexe.

a. Déclivité minimale :

Pour les déclivités minimales en profil en long, il n'est plus imposé en règle générale de valeur minimale. Elle est de :

- 0.5% dans les zones où la pente transversale de la chaussée est inférieure à 0.5%, s'il y a risque de verglas.

- Dans la section en déblai ; au moins 0.2% pour que l'ouvrage longitudinal d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément enterré du côté aval.
- Au moins 0.2% dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

b. Déclivité maximale :

Il est recommandable d'éviter la déclivité maximum qui dépend de (tableau 2.10).

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique.

Tableau 2.10 : valeurs de la déclivité maximale. [6]

$V_r(\text{Km/h})$	$I_{\text{max}} (\%)$
60	8

3.5. Coordination du profil en long et du tracé en plan :

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long (en tenant compte également de l'implantation des points d'échange) afin:[6]

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- De prévoir de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultants d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre:
 - D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
 - D'amorcer la courbe en plan avant un point haut lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
 - De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à **6 fois** au moins le rayon en plan).

3.6. Raccordement du profil en long :

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe.

Le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante. Et on distingue deux types de raccords : [6]

3.6.1. Raccordements convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à : [6]

- La condition de confort.
- La condition de visibilité.

a. Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à : [6]

$$\frac{g}{30} \longrightarrow \text{(Cat 3-4-5)}$$

Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à : $\frac{v_r^2}{R_v} < \frac{g}{30}$ (2.18)

Avec $g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$ et $v = \frac{V_r}{3.6}$

Pour (Cat 3-4-5) $R_v \geq 0,23 V^2$

Avec :

R_v : C'est le rayon vertical (m)

V_r : vitesse de référence (km/h).

b. Condition de visibilité :

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante. Il faut que deux véhicules, circulant en sens opposés, puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum. Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante : [6]

$$R_v \geq \frac{d_1^2}{2(h_0+h_1+2\sqrt{h_0h_1})} \quad (2.19)$$

Avec :

d_1 : distance d'arrêt (m).

h_0 : hauteur de l'œil (m).

h_1 : hauteur de l'obstacle (m).

Pour une vitesse $V_r = 60 \text{ km/h}$, une catégorie **C4** et environnement **E3** on a le tableau suivant:

Tableau 2.11 : Rayons verticaux pour un angle saillant. [6]

Catégorie		C4
Environnement		E3
Vitesses de base (Km/h)		60
Déclivité maximale I_{\max} (%)		8%
Rayon	symbole	Valeur
Min-absolu	R_{vm}	1300
Min- normal	R_{vn}	3500
Dépassement	R_{vd}	5000

3.6.2. Raccordements concaves (angle rentrant) :

a. Le confort dynamique :

En angle rentrant, le problème de visibilité ne se pose pas, mais il y a apparition d'une accélération importante (accélération centrifuge) qui influence sur le confort des véhicules.

On distingue deux types de rayon verticaux : [6]

- Rayon minimal absolu calculé pour une vitesse V_r
- Rayon minimal normal calculé pour une vitesse $V_r + 20$
- Pour assurer le confort dynamique des véhicules, on admet qu'une telle accélération est supportable si elle ne dépasse pas:

$$\left. \begin{array}{l} \bullet \frac{g}{30} \text{ pour les catégories 3,4 et 5} \\ \gamma_c \leq \frac{g}{40} \text{ Ou } \frac{g}{30} \end{array} \right\} \implies \frac{V^2}{R_v} \leq \frac{g}{40} \text{ ou } \frac{g}{30}$$

$$\implies R'_v \geq \frac{V^2}{\frac{g}{30}} \quad (2.20)$$

b. La visibilité nocturne :

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

Cette condition s'exprime par la relation: [6]

$$R'_v = \frac{d1^2}{1.5+0.035 d1} \quad (2.21)$$

Avec :

R'_v : Rayon minimum du cercle de raccordement.

$d1$: Distance d'arrêt.

c. Condition esthétique :

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimal. [6]

$$Rv_{min} = 100 \times \frac{50}{\Delta d(\%)} \quad (2.22)$$

Avec :

Rv_{min} : Rayon vertical minimale.

Δd : Variation de dévers.

Pour une vitesse $V_r = 60 \text{ km/h}$, une catégorie **C4** et environnement **E3** on a le tableau suivant :

Tableau 2.12 : Rayons verticaux pour un angle rentrant. [6]

Catégorie		C4
Environnement		E3
Vitesses de base (Km/h)		60
Déclivité maximale I_{max} (%)		8%
Rayon	symbole	Valeur
Min-absolu	R_{vm}	1100
Min- normal	R_{vn}	1600
Dépassement	R_{vd}	5000

3.7. Détermination pratique du profil en long :

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

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

À l'équation de la parabole :

$$X^2 - 2 RY = 0 \Rightarrow Y = \frac{X^2}{2R}$$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante (figure 2.8) :

Données :

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

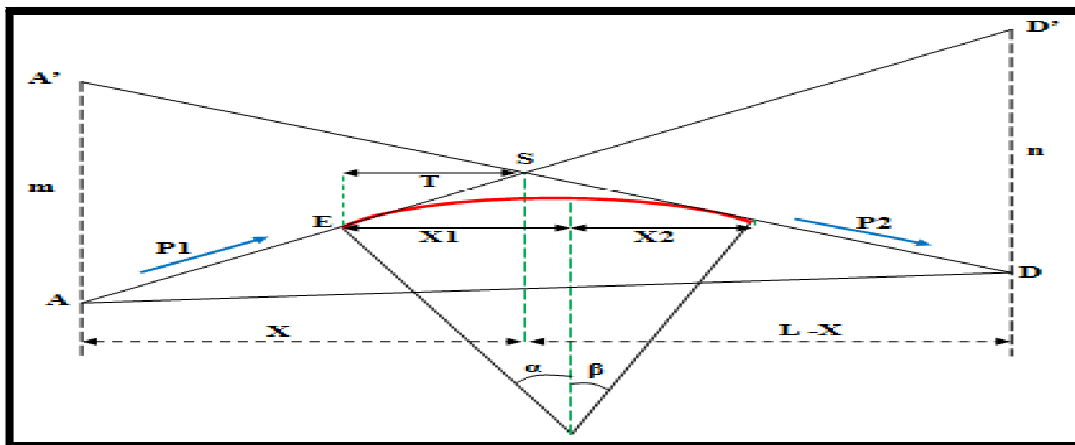


Figure 2.6 : Schéma de la courbe du profil en long. [6]

3.7.1. Calcul des éléments de profil en long :

a. Détermination de la position du point de rencontre (s) :

On a :

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

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

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc : [6]

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x} \Rightarrow x = \frac{mL}{m+n}$$

$$S \begin{cases} X_S = X + X_A \\ Z_S = P_1 X + Z_A \end{cases}$$

b. Calcul de la tangente :

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2| \quad (2.23)$$

On prend (+) pour les déclivités de sens contraire et (-) pour les déclivités de même sens.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C.

$$E \begin{cases} X_E = X_S - T \\ Z_E = Z_S - T \times P_1 \end{cases} \quad F \begin{cases} X_F = X_S - T \\ Z_F = Z_S - T \times P_2 \end{cases}$$

c. Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$LR = 2T \quad (2.24)$$

d. Calcul de la flèche :

$$H = \frac{T^2}{2R} \quad (2.25)$$

e. Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$M \begin{cases} H_x = \frac{x^2}{2R} \\ Z_M = Z_B + x p_1 - \frac{x^2}{2R} \end{cases}$$

f. Calcul des coordonnées du sommet de la courbe :

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$J \begin{cases} X_J = X_E - R \times P_1 \\ Z_J = Z_E + X_1 \times P_1 - \frac{X_1^2}{2R} \end{cases}$$

$$\text{Avec: } \begin{cases} X_1 = R \times P_1 \\ X_2 = R \times P_2 \end{cases}$$

CHAPITRE2 : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA ROUTE

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne du projet et ne présente aucun intérêt. Par contre dans le cas des pentes de sens contraire, la connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J ver A et D. [10]

3.8. Raccordement des dévers :

Le raccordement des dévers dans une rampe d'échangeur se fera de la manière suivante :

- Dans la partie droite de la rampe le dévers est égal à 3%.
- Dans la partie circulaire le dévers est constant et prend la valeur de 6%.

3.9. Calcul de profil en long :

3.9.1. Cas d'un rayon concave :

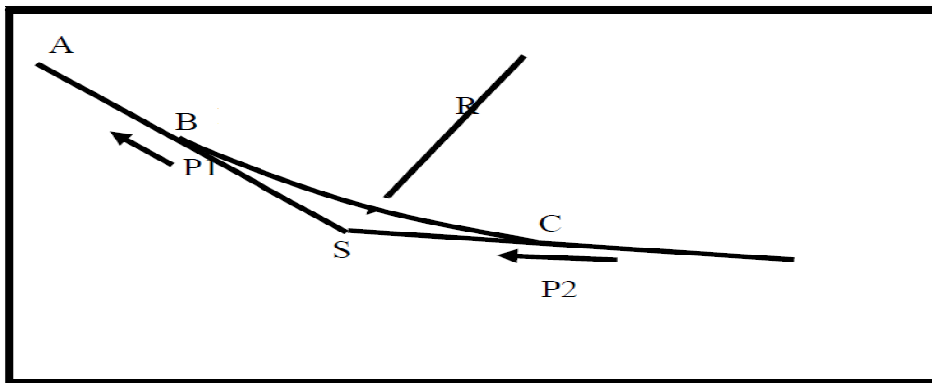


Figure 2.7 : Schéma d'un rayon concave

R = 6000 m

Tableau 2.13 : Exemple de calcul.

Points	X (m)	Z (m)
A	179	705.9
S	220.84	706.75
D	254.16	707.87

➤ **Calcul des pentes :**

$$P_1 = \frac{Z_S - Z_A}{X_S - X_A} \times 100 \implies P_1 = \frac{706.75 - 705.9}{220.84 - 179} \times 100$$

Donc :

$$P_1 = 2.03 \%$$

$$P_2 = \frac{Z_S - Z_D}{X_S - X_D} \times 100 \implies P_2 = \frac{706.75 - 707.87}{220.84 - 254.16} \times 100$$

Donc :

$$P_2 = 3.36 \%$$

➤ **Calcul des tangentes :**

$$T = \frac{R}{2} |P_2 - P_1| \implies T = \frac{6000}{2} |0.0336 - 0.0203|$$

Donc :

$$T = 39.9 \text{ m}$$

➤ **Calcul des flèches :**

$$H = \frac{T^2}{2R} \implies H = \frac{39.9^2}{2 \times 6000}$$

Donc :

$$H = 0.133 \text{ m}$$

➤ **Calcul des coordonnées des points de tangentes :**

$$B \begin{cases} X_B = pk_S - T = 220.84 - 39.9 = 180.94 \text{ m} \\ Z_B = Z_S - T \cdot P_1 = 706.75 - (39.9 \times 0.0203) = 705.94 \text{ m} \end{cases}$$

$$C \begin{cases} X_C = pk_S + T = 220.84 + 39.9 = 260.74 \text{ m} \\ Z_C = Z_S - T \cdot P_2 = 706.75 - (39.9 \times 0.0336) = 705.41 \text{ m} \end{cases}$$

➤ **Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (T) :**

$$J \begin{cases} X_J = X_C + R \times P_1 = 260.74 + 6000 \times 0.0203 = 382.54 \text{ m} \\ Z_J = Z_C \pm \frac{(R \times P_1)^2}{2R} = 705.41 - \frac{(6000 \times 0.0336)^2}{2 \times 6000} = 708.8 \text{ m} \end{cases}$$

➤ **Calcul de la longueur de raccordement :**

$$L = 2 \times T \quad \Longrightarrow \quad L = 2 \times 39.9$$

Donc :

L = 79.8 m

4. PROFIL EN TRAVERS

4.1. Définition:

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan vertical.

Le profil en travers contient tous les éléments constitutifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais, trottoirs). [6]

4.2. Différents type de profil en travers :

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers. [10]

a. profil en travers type :

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

b. profil en travers courants :

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

4.3. Les éléments constitutifs du profil en travers :

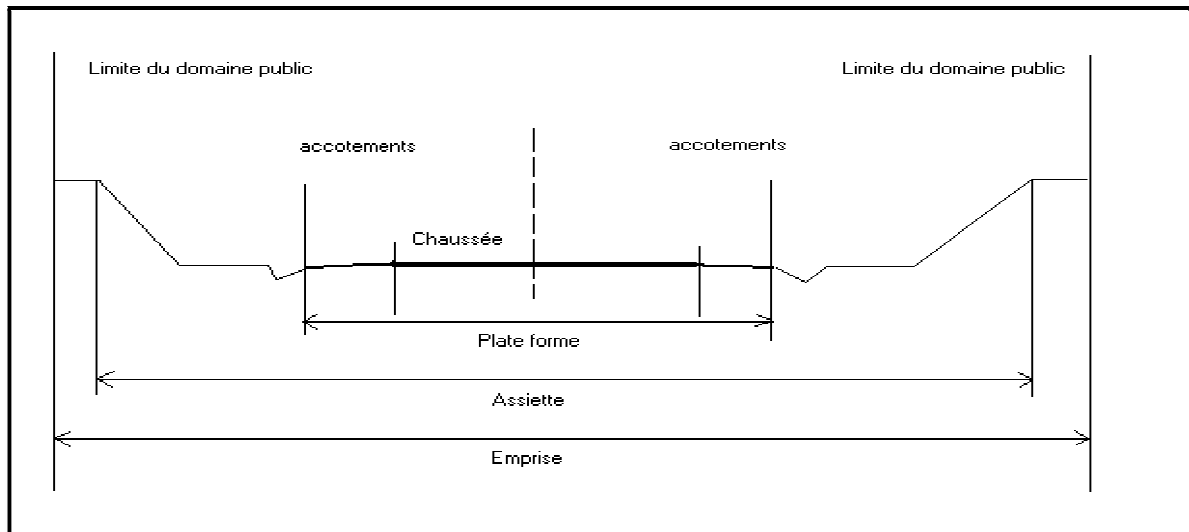


Figure 2.9 : Profil en travers général. [12]

4.3.1. L'emprise :

L'emprise de la route est la surface de terrain appartenant à la collectivité, c'est-à-dire dans les limites du domaine public (Figure 2.9). [12]

4.3.2. L'assiette :

L'assiette de la route est la surface du terrain réellement construite pour créer la route, c'est-à-dire les limites des terrassements. [12]

4.3.3. La plate forme :

Elle est entre le fossé et les crêtes des talus en remblais ; la plate forme comprend la chaussée, plus les accotements (éventuellement le terre-plein central et voies auxiliaires). [12]

4.3.4. Chaussée :

La chaussée est la partie de la route affectée à la circulation des véhicules, la route peut être à chaussée unique ou chaussée séparée par un terre-plein central. [12]

4.3.5. Accotements :

Les accotements sont les zones latérales qui bordent extérieurement la chaussée. Ils peuvent être dérasés ou surélevés. [12]

5. CONCLUSION :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé d'une chaussée bidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Une chaussées de deux voies de 3,5m chacune : $(2 \times 3.5) = 7.00$ m.
- Un accotement de 1.50 m à chaque côté droit de la chaussée : $(1.50 \text{ m} \times 2) = 3 \text{ m}$.

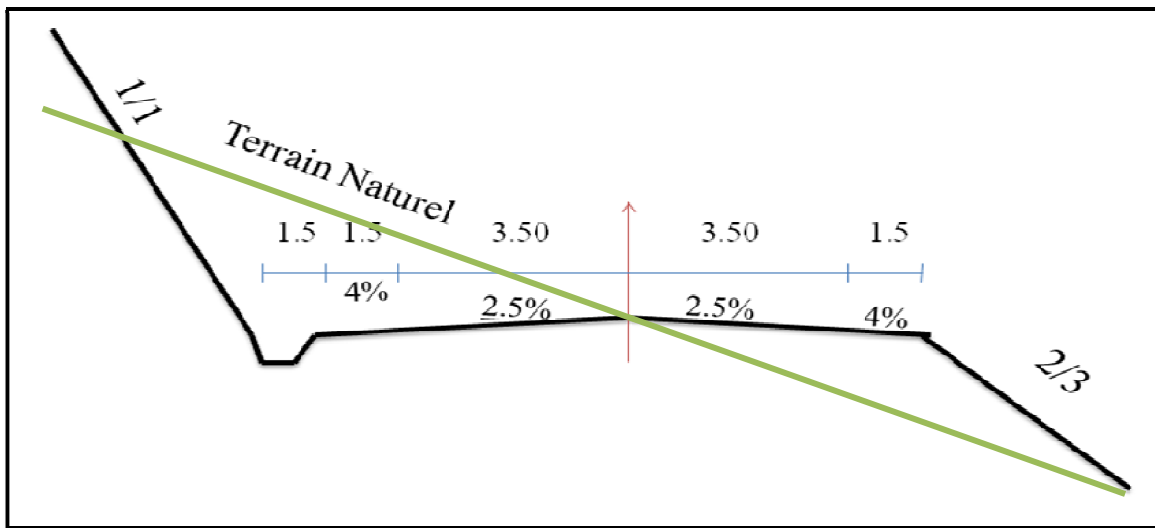


Figure 2.10 : Profil en travers type.

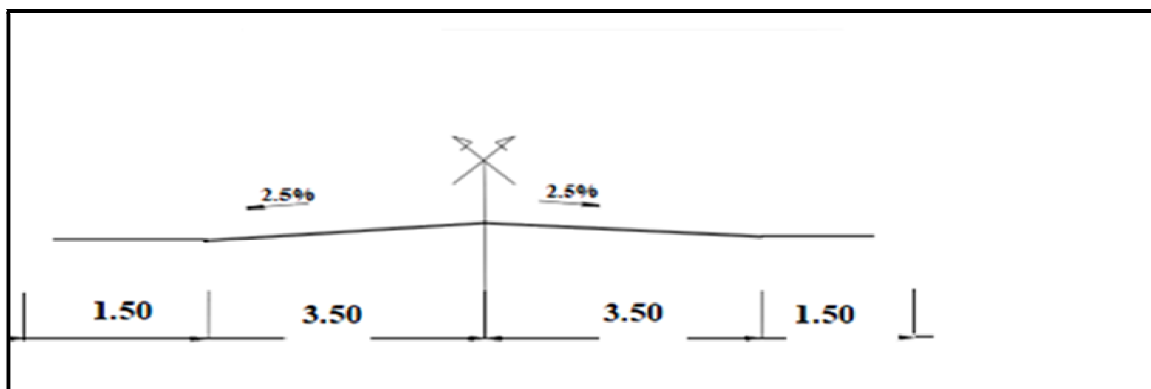


Figure 2.11 : profil en travers courant.

1. INTRODUCTION:

Le dimensionnement des chaussées a pour objet de déterminer l'épaisseur et la nature des différentes couches nécessaires.

Après avoir terminé avec les études techniques relatives à la fixation des principaux paramètres de conception géométrique de la route, nous abordons le volet dimensionnement de chaussée. Il s'agit de retenir la structure de chaussée la plus économique et la plus adaptée au projet sur la base des données relatives à la nature de sol traversés, des types de matériaux et des conditions climatiques.

2. DEFINITION DE LA CHAUSSEE :

La chaussée est une structure multicouche de type souple, rigide et semi-rigide de matériau granulaire traité ou non, avec des liants hydrocarbonés ou des liants hydrauliques.

Cette structure a pour rôle d'encaisser les charges horizontales et verticales et les transmettre au sol support. [16]

3. LES DIFFERENTS STRUCTURES DE CHAUSSEE :

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, on distingue généralement les trois types de structures suivants :

- chaussée souples,
- chaussées semi-rigides,
- chaussées rigides,

3.1. Les chaussées souples :

C'est une structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches qui la constituent, sont traitées aux liants hydrocarbonés.

La couche de fondation et/ou la couche de base peuvent être constituées de grave non traitée.

Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la structure type est illustrée sur (la figure 3.1.)

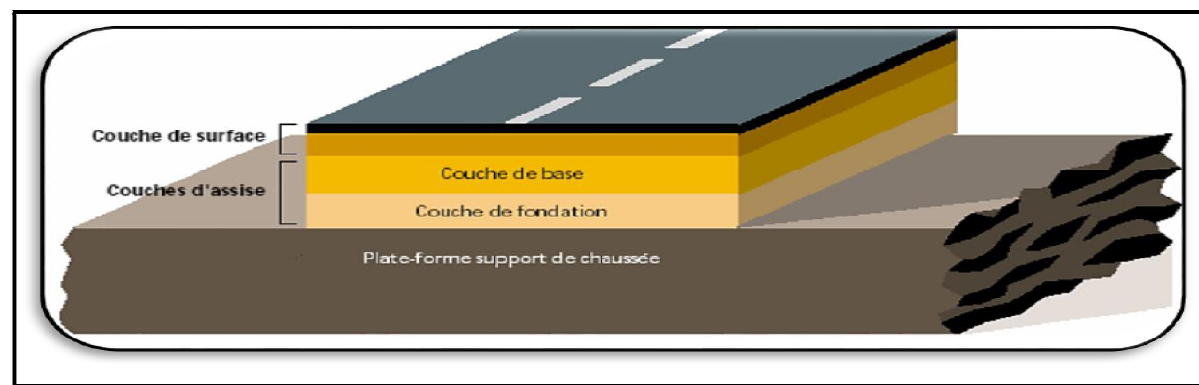


Figure 3.1: Structure type d'une chaussée souple. [17]

3.2. Les chaussées semi-rigides :

Elles comportent une couche de surface bitumineuse reposant sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques disposés en une couche (base) ou deux couches (base et fondation). Dans le cas d'une chaussée neuve, la structure type est illustrée sur (la figure 3.2) [17]

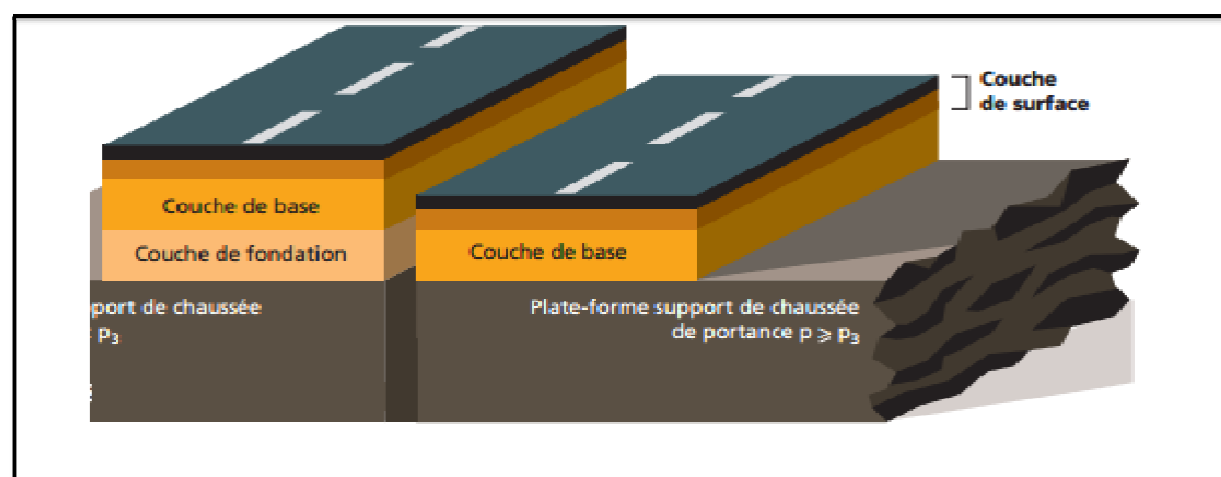


Figure 3.2: Structure type d'une chaussée semi-souple. [17]

3.3. Les chaussées rigides :

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, un grave traité aux hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie. [17]

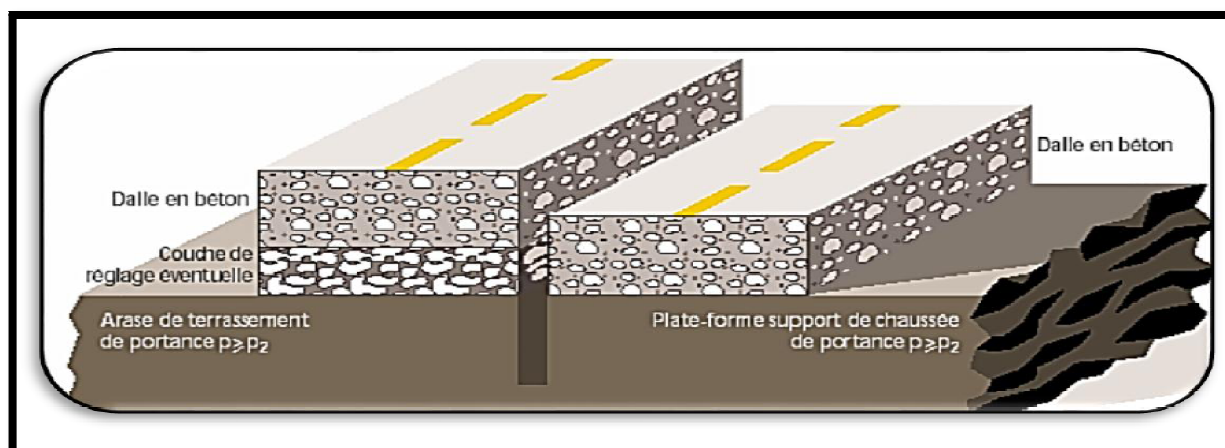


Figure 3.3 : Structure type d'une chaussée rigide. [17]

4. ROLES DES DIFFERENTES COUCHES DE CHAUSSEE :

❖ Remarque :

La couche de forme, n'appartient pas à la chaussée, et a plusieurs fonctions :

- Pendant les travaux (court terme), elle protège le sol support, contribue au nivellement et permet la circulation des engins de chantier.
- Elle permet de rendre plus homogènes les caractéristiques du sol terrassé et de protéger ce dernier du gel.

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. [14]

4.1. La couche de surface :

La couche de surface est constituée :

- De la couche de roulement, qui est la couche supérieure de la chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat.
- Et le cas échéant d'une couche de liaison, entre les couches d'assise et la couche de roulement.

Le rôle de la couche de surface est :

- d'encaisser les efforts de freinage provoqués par la circulation ;
- d'imperméabiliser la surface de la chaussée ;
- d'assurer la sécurité (adhérence) ;
- d'assurer le confort (bruit et uni.) ;
- d'assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

4.2. Les couches d'assise (corps de chaussée) :

L'assise de la chaussée est généralement constituée de deux couches : la couche de fondation, surmontée de la couche de base. Ces couches en matériaux élaborés, le plus souvent liés (bitume, liants hydrauliques), pour les forts trafics apportent à la chaussée la résistance mécanique aux charges verticales induites par le trafic. Elles répartissent les pressions sur le sol support, afin de maintenir les déformations à ce niveau dans les limites admissibles.

a. Couche de base :

Pour résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

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

b. Couche de fondation :

Elle assure une bonne portance de la chaussée finie. Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

L'épaisseur de la couche de fondation est éventuellement 20 à 50 cm.

5. LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

Les méthodes de dimensionnement peuvent être de type empirique ou rationnel.

5.1. Les méthodes empiriques :

Ces méthodes se basent sur des observations et planches d'essais, elles s'appuient sur trois paramètres :

- La force portante : obtenue par les différents essais géotechniques.
- Le trafic par une charge unitaire dite de référence.
- Caractéristiques mécaniques des différents matériaux constituant les couches. On peut citer : la méthode C.B.R (California - Bearing - Ratio);

5.2. Les méthodes rationnelles :

Ces méthodes se basent sur la connaissance du sol, des matériaux mis en place et du trafic envisagé, et font appel à des modèles mathématiques élaborés. Ces modèles fournissent les contraintes, déformations et déplacements à différents niveaux.

On peut citer :

- La méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) ;
- La méthode du catalogue des structures (Catalogue des structures type neuf établis par SETRA).

5.3. Les facteurs déterminants pour les études de dimensionnement de chaussées :

5.3.1. Trafic :

La connaissance du trafic et, principalement du poids lourd, constitue un des éléments essentiels pour un bon dimensionnement de la structure de chaussée. Ce trafic s'exprime généralement par deux paramètres : [19]

- Le TJMA (trafic moyen journalier annuel) à la mise en service qui permet de choisir les matériaux nécessaires pour la construction de la chaussée.
- Le nombre cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit.

Trafic «poids lourd» comprend tous les véhicules dont la charge utile est supérieure ou égale à 5 tonnes.

a- Trafic à la mise en service :

Ce trafic compté sur la base du TJMA est estimé à partir du trafic PL par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service de la route.

On définit, en général, des classes de trafic en fonction du nombre moyen journalier annuel de PL > 5t (tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Classification des trafics en France [19].

Classe de trafic	T ₅	T ₄	T ₃		T ₂		T ₁		T ₀		
			T ₃ ⁻	T ₃ ⁺	T ₂ ⁻	T ₂ ⁺	T ₁ ⁻	T ₁ ⁺	T ₀ ⁻	T ₀ ⁺	
MJA (PL/J)	0	25	50	85	150	200	300	500	750	1200	2000

b- Trafic cumulé équivalent (T_e) :

Le trafic utilisé pour le dimensionnement est le nombre équivalent d'essieux de référence correspondant au trafic PL cumulé sur la durée de service retenue, il est donné par la relation suivante [19] :

$$NE = N \times CAM \quad (3.1)$$

L'essieu de référence en vigueur en Algérie est l'essieu de 13 Tonnes.

CAM: est le coefficient d'agressivité moyenne de PL par rapport à l'essieu de référence.

N: est le nombre cumulé de PL pour la période de calcul de P années, $N = 365 \times \text{MJAx}C$

C: étant le facteur de cumul sur la période de calcul, telle que:

$$C = [(1 + \tau)P - 1]/\tau \quad (3.2)$$

Avec :

P: durée de vie.

τ : Taux de croissance de trafic.

$$NE = 365 \times \text{TMJA} \times \text{CAM} \times [(1 + \tau)P - 1]/\tau \quad (3.3)$$

Tableau 3.2 : Classe de trafic en fonction du CAM de poids lourd. [19]

Classe de trafic	T5	T4	T3 ⁻	T3 ⁺	Au-delà
CAM	0,4	0,5	0,7	0,8	0.8 si e < 20cm
					1.0 si e > 20cm

5.3.2. Le climat et l'environnement :

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

L'amplitude des variations de température et la température maximum interviennent dans le choix du liant hydrocarboné.

Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support et donc sa portance ainsi que les possibilités de réemploi des matériaux de déblai en remblai.

5.3.3. Le sol support :

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de l'indice CBR (tableau 3.3).

Ce dernier est, en principe, mesuré à la teneur en eau d'équilibre à long terme du sol support.

Si ce dernier facteur n'est pas connu, on prendra comme paramètres une teneur en eau égale à la limite de plasticité, et une densité sèche égale à 95 % de la densité à l'O.P.M.

Tableau 3.3 : L'importance de sol en fonction de l'indice de CBR. [20]

portance	1	2	3	4
CBR	<3	3à6	6à10	10à20

5.3.4. Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences des normes, en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic PL [21].

5.4. Méthode C.B.R «California -Bearing - Ratio»:

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm. [22]

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

$$e = \frac{100+(\sqrt{P})(75+50\log\frac{N}{10})}{I_{CBR}+5} \quad (3.4)$$

Avec :

e : épaisseur équivalente.

I: indice CBR (sol support).

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

$$N = T_H \times \%PL \quad (3.5)$$

T_H : Trafics prévus pour une durée de vie de 15 ans.

$$T_H = \frac{T_0}{2} (1 + \tau)^m \quad (3.6)$$

Avec :

T_0 : trafics actuel (v/j).

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

m : année de prévision.

Log : logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2 + e_3 \times c_3 \quad (3.7)$$

Avec :

$e_1 \times c_1$: Couche de roulement.

$e_2 \times c_2$: Couche de base.

$e_3 \times c_3$: Couche de fondation.

Où :

c_1, c_2, c_3 : Coefficients d'équivalence (tableau 3.4).

e_1, e_2, e_3 : Epaisseurs réelles des couches.

Tableau 3. 4 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau. [20]

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2,00
Grave ciment grave laitier	1,50
Grave bitume	1,20 à 1,70
Grave concassée ou gravier	1,00
Grave roulée grave sableuse -T.V.O	0,75
Sable ciment	1,00 à 1,20
Sable	0,50
Tuf	0,80 à 0,90

5.5. Méthode Du Catalogue Des Structures «SETRA » :

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par «Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements». Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés.

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

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation. [22]

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

- Trafic cumulé de poids lourds à la **15ème** année **Tj**
- Les caractéristiques de sol (**Sj**).

5.5.1. Détermination de la classe de trafic :

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

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant (Tableau 3.5) :

Tableau 3.5 : La classe du trafic de poids lourd. [23]

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 15 ans
T₁	T < 7,3 10⁵
T₂	7,3 10⁵ < T < 2 10⁶
T₃	2 10⁶ < T < 7,3 10⁶
T₄	7,3 10⁶ < T < 4 10⁷
T₅	T > 4 10⁷

Le trafic cumulé est donné par la formule:

$$T_c = T_{PL} \left[1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] 365 \quad (3.8)$$

Avec :

T_{PL} : trafic poids lourds à l'année de mise en service.

n : durée de vie.

5.5.2. Détermination de la classe du sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante.

Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants :

Tableau 3.6 : Classement de sol en fonction de l'indice de CBR. [20]

Classe de sol (Si)	Indice C.B.R
S0	>40
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

5.6. Méthode Du Catalogue Des Chaussées Neuves « CTTP » :

Le schéma suivant montre la démarche à suivre pour la méthode du catalogue :

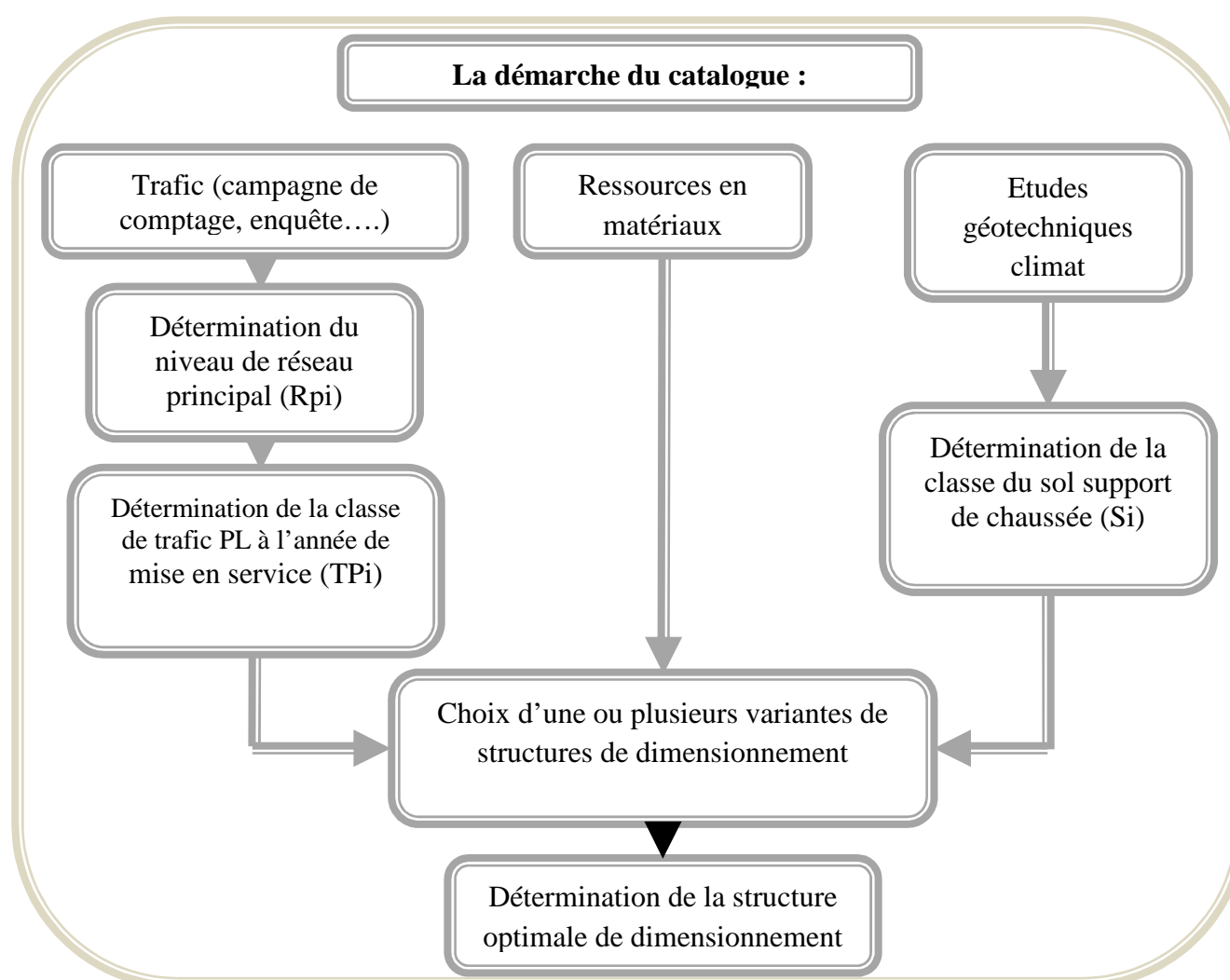


Figure 3.4 : Schéma de la démarche du catalogue. [22]

Les paramètres utilisés dans la méthode du catalogue des chaussées sont : trafic, sol support, Environnement et zone climatique.

5.6.1. Trafic :

C'est le trafic poids lourds ; (véhicules de charge supérieure à 3.5 tonnes).

a. Le réseau principal noté RP :

Il se compose de route reliant :

- Les chefs-lieux de wilaya.
- Les ports, les aérodromes et les postes frontaliers.
- Les principales agglomérations et important zone industrielles.

Ce réseau principal se décompose en deux niveaux :

RP1 ($T > 1500V/J$) \implies RN, Autoroute, CW.

RP2 ($T < 1500V/J$) \implies RN, CW,.....

Le linéaire total du réseau principal RP est de l'ordre de 18 400Km.

b. Le réseau secondaire RS :

Il se compose du reste des routes qui ne sont pas en RP, son linéaire total est de 7 900 Km.

5.6.2. Répartition transversale du trafic :

On adoptera les valeurs suivantes :

- Chaussée unidirectionnelles à 2 voies : 90 % du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée unidirectionnelles à 3 voies : 80 % du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée bidirectionnelles à 2 voies : 50 % du trafic PL.
- Chaussée bidirectionnelles à 3 voies : 50 % du trafic PL.

5.6.3. Détermination de la classe de trafic TPLi :

Les classes sont données pour chaque niveau du réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de PL/J/sens à l'année de mise en service (figure 3.5) :

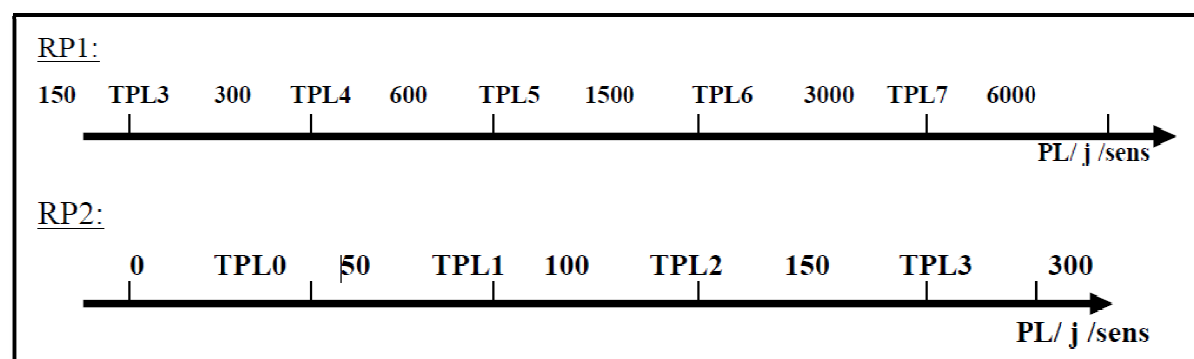


Figure 3.5 : Les niveaux de réseau principal.

5.6.4. Détermination des classes de portance de sols :

Le tableau 3.6 regroupe les classes des sols par ordre croissant de S4 à S0 :

a. Détermination des classes de portance de sols support :

Pour les sols sensibles à l'eau, la portance du sol support est déterminée par :

- L'essai CBR imbibé à 4 jours pour les zones climatiques I et II.
- L'essai CBR immédiat pour les zones climatiques III et IV.
- Pour les sols insensibles à l'eau : sols grossiers contenant plus de 25% d'éléments \geq 20 mm, la portance sera déterminée à partir des essais de chargement à la plaque.
 - L'essai de plaque \iff le module de sol EV2 la déflexion \iff dc (déformation).
 - Les deux sont reliés par la relation empirique : $EV2 \times dc = 10340$.

Avec :

EV2 en (MPa).

Les différentes expériences ont fait ressortir la relation :

$$E(\text{MPa}) = 5 \times \text{CBR} \quad (3.9)$$

Tableau 3.7 : Tableau exprimé les classe de sol en fonction de la déflexion. [20]

CLASSE	S3	S2	S1	S0
E(MPA)	25-50	50-125	125-200	>200

Il existe différents type de couches de forme suivant le cas de portance du sol terrassé (Si) et la classe du sol support visée (Sj) (Tableau 3.8).

Tableau 3.8 : Classe de sol en fonction de portance de sol. [20]

Classe portance du sol terrassé (Si)	Matériaux de C.F	Epaisseur de C.F	Classe portance du sol support visée (Sj)
<S4	Matériau non traité	50cm (en 2c)	S3
S4	Matériau non traité	35cm	S3
S4	Matériau non traité	60cm (en 2c)	S2
S3	Matériau non traité	40cm (en 2c)	S2
S3	Matériau non traité	70cm (en 2c)	S2

b. Les zones climatiques :

Les zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant (Tableau 3.9):

Tableau 3.9 : Les zones climatiques de l'Algérie. [20]

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	T _{eq} (°)	Région
I	>600	Très humide	20	Nord
II	350-600	humide	20	Nord, Hauts plateaux
III	100-350	Semi-aride	25	Hauts plateaux
IV	<100	Aride	30	Sud

5.7. Méthode de l'Asphalt Institute :

C'est une méthode qui permet de déterminer l'épaisseur d'une chaussée en une couche unique ou en plusieurs couches. Le passage d'une couche à plusieurs couches se fait par des rapports de substitution qui proposent des combinaisons de couche en béton bitumineux, en fondation et en couche granulaire, en respectant un rapport dont la nature du matériau a une influence sur l'épaisseur de chaque couche de la chaussée. Les rapports de substitution recommandés par l'Asphalte Institut sont basés sur des recherches très poussées faites avec différents types de matériaux.

Du point de vu des chaussées souples, elle permet de déterminer l'épaisseur totale de la chaussée à revêtement bitumineux, ainsi que l'épaisseur de chacune des couches qui la constitue par le biais d'un abaque dans les mêmes conditions de circulations. Les données de base étant : [24]

- L'intensité et la nature de la circulation exprimée en trafic équivalent durant une période définie.
- La portance du sol obtenu par les essais CBR et l'essai de chargement sur plaque.

Les solutions alternatives sont déterminées en utilisant les facteurs de substitutions appropriées et en respectant les épaisseurs minimales requises du revêtement bitumineux et de la couche de base granulaire.

La figure ci-dessous permet de déterminer les épaisseurs des différentes couches de chaussées. [24]

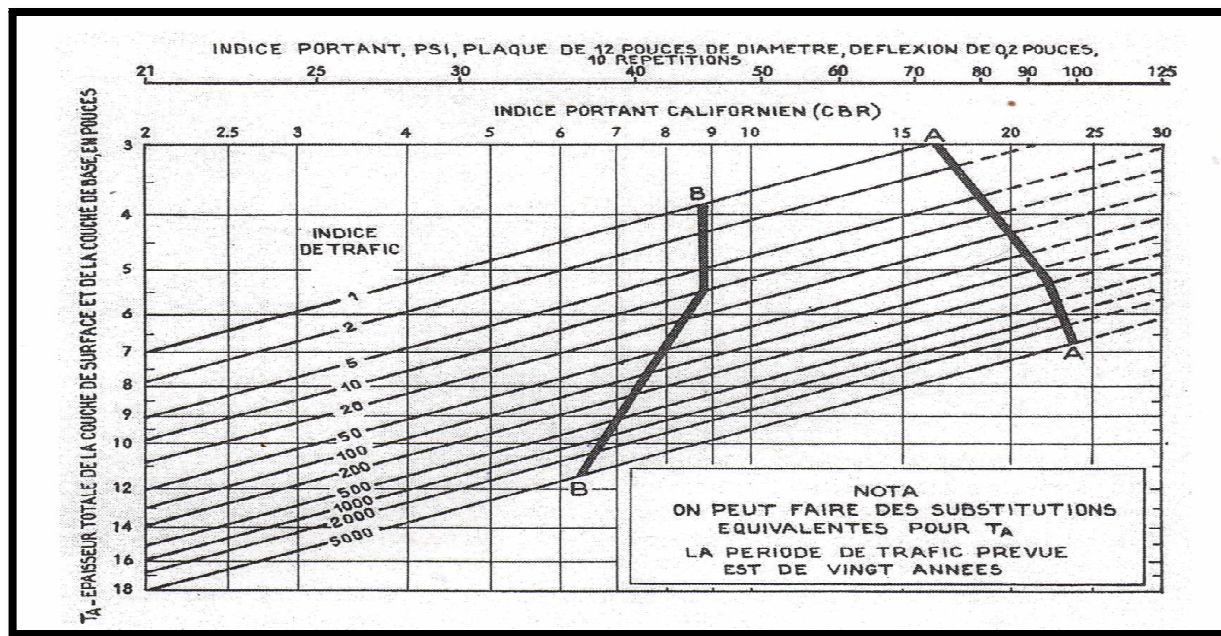


Figure 3.6 : Abaque de l'Asphalt Institute.

Remarque :

1. Pour cette méthode, le trafic est défini par le DTN : Nombre moyen journalier de passages d'essieux.

DTN : 1 à 10 \Longrightarrow Trafic Léger ;

DTN : 10 à 100 \Longrightarrow Trafic Moyen ;

DTN > 100 \Longrightarrow Trafic Lourde.

2. Utilisation des coefficients d'équivalence dans le cas des couches de base et fondation non traitées :

- Rapport 2 :1 \Longrightarrow Epaisseur C.B brute et d'enrobés.

- Rapport 2,7 :1 \Longrightarrow Epaisseur C.F et d'enrobés.

3. recommandation : Minimum d'enrobé en surface :

DTN : 1 à 10 \Longrightarrow EP (min) = 2,5 cm ;

DTN : 10 à 100 \Longrightarrow EP (min) = 3,8 cm ;

DTN > 100 \Longrightarrow EP (min) = 5,0 cm ;

4. Considérons l'abaque de la figure 3.6 :

➤ L'intersection : ligne DTN avec CBR nous donne l'épaisseur T_a (arrondie en $\frac{1}{2}$ pouce).

➤ L'intersection : DTN avec la ligne A, nous donne t_A = minimum d'enrobé en surface.

5. lorsque le point TA tombe à gauche de la ligne B : l'intersection DTN avec la ligne B nous donne t_B .
6. Si on décide de réduire TA à TA' en utilisant l'abaque, DTN diminue à DTN' la durée de vie de cette chaussée :

$$DTN' = 0,05 \times n \times DTN \quad (3.10)$$

Avec :

n : la durée de vie de la chaussée

7. pour convertir : 1 pouce = 2.54 cm

6. APPLICATION Au Projet :

6.1. La méthode dite CBR :

On a : $I_{CBR} = 6$ ce sol appartient à la classe (S3).

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

Avec :

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

Log : logarithme décimal.

N : désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide.

$$N = T_h \times \%PL$$

Avec : %PL = 30%, $\tau = 3\%$, $I_{CBR} = 6$

$$T_h = \frac{T_0}{2} (1 + \tau)^m = T_h = \frac{T_0}{2} (1 + 0,03)^{15} \quad \Longrightarrow \quad T_h = 985 \text{ V/J/sens}$$

$$N = 985 \times 0,30 \quad \Longrightarrow \quad N = 295,5 \text{ pl/j/sens}$$

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6,5}) \left(75 + 50 \log \frac{295,5}{10} \right)}{6 + 5} = 35,33 \text{ cm}$$

Donc :

$$E_{\acute{e}q} = 36 \text{ cm}$$

On à $E_{\acute{e}q} = \mathbb{Q}_1 \times c_1 + \mathbb{Q}_2 \times c_2 + \mathbb{Q}_3 \times c_3$

Pour déterminer la structure définitive on fixe les épaisseurs e_1, e_2 et on calcule l'épaisseur e_3 :

$e_1 = 6$ cm en béton bitumineux (BB) $c_1 = 2.0$

$e_2 = 10$ cm en grave bitume (GB) $c_2 = 1.2$

$e_3 =$ épaisseur en grave concassé (GC) $c_3 = 1$

$E_{\acute{e}q} = e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2 + e_3 \times c_3$

$e_3 = \frac{E_{\acute{e}q} - (e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2)}{c_3} = \frac{36 - (6 \times 2 + 10 \times 1,2)}{1} = 12$ cm


Donc on prend :

$e_3 = 15$ cm

Tableau 3.10 : Récapitulatif des résultats.

Couches	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ci)	Epaisseur équivalente (cm)
BB	6	2	12
GB	10	1,2	12
GC	15	1	15
TOTAL	31		39

Notre structure comporte : 6 BB + 10 GB + 12 GC



1. Couche de roulement (6 cm) béton bitumineux.
2. Couche de base (10 cm) grave bitumes.
3. Couche de fondation (15 cm) grave concassées.

6.2. Méthode de catalogue des structures « SETRA » :

Le calcul du trafic poids lourds à l'année de mise en service :

$$TJMA_{2017} = 1230 \text{ v/j} \implies T_{PL2017} = 1230 \times \frac{0,3}{2}$$

Donc :

$$T_{PL2017} = 185 \text{ PL/j/sens}$$

$$T_{PL2032} = 185 \times (1 + 0,03)^{15} = 289 \text{ PL/j/sens}$$

$$T_c = T_{PL} \left[1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] 365 \implies T_c = 289 \left[1 + \frac{(1 + 0,03)^{15+1} - 1}{0,03} \right] 365$$

Donc :

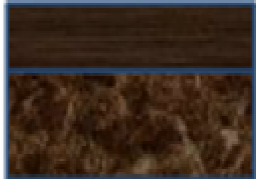
$$T_c = 2,23 \times 10^6 \text{ PL/J/sens.}$$

Selon les Tableau 6.5 notre trafic est classé en T₃.

Selon les Tableau 6.6 notre sol est classé en S3.

Par conséquent d'après le règlement on obtient la structure suivante:

Notre structure comporte : 8 BB + 20 GB



- 1. Couche de roulement (8 cm) béton bitumineux.**
- 2. Couche de base (20 cm) grave bitumineuses.**

6.3. Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTTP » :

6.3.1 Détermination de la classe de trafic TPLi :

$$TJMA_{2017} = 1230 \text{ v/j/sens} \implies T_{PL} = 1230 \times 0,3/2$$

$$T_{PL} = 185 \text{ PL/J/sens}$$

➤ **Classe TPLi pour RP2 :**



Pour RP2 : $150 < 185 < 300 \implies$ TPL3

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en TPL3.

➤ **Classe de sol support :**

$$E = 5 \times I_{CBR}$$

$$E = 5 \times 6 = 30 \text{ MPA}$$

Selon les Tableau 6.6 notre sol est classé en **S3**.

6.3.2. La zone climatique :

Pour notre projet, selon la carte climatique de l'Algérie, nous avons la zone climatique II.

6.3.3. Remarque :

La méthode du catalogue des chaussées neuves n'est pas applicable pour notre cas d'étude de sorte que cette dernière nous oblige à utiliser un taux de croisement supérieur ou égale à 4% et une portance du sol supérieur à 50 MPA, contrairement à notre cas, on a un taux de croisement qui est égale à 3% et la portance du sol égale à 30 MPA.

6.4. Méthode d'Asphalt Institute :

6.4.1. Le calcul de nombre journalier de passages d'essieux :

D'après l'abaque : on prend l'indice de trafic (DTN) égale à 500.

$$DTN' = 0,05 \times n \times DTN \implies DTN' = 0,05 \times 15 \times 500.$$

$$DTN' = 375 \text{ PL/J/sens}$$

Donc :

$$500 \text{ PL/J/sens}$$

6.4.2. Selon l'abaque de la figure 3.6 :

➤ $T_a = 9,8 \text{ pouce} = 24,89 \text{ cm}$

Donc :

$$T_a = 25 \text{ cm}$$

➤ $t_a = 5,8 \text{ pouce} = 14,73 \text{ cm}$

Donc :

$$t_a = 15 \text{ cm}$$

➤ $t_B = 9,3 \text{ pouce} = 23,62 \text{ cm}$

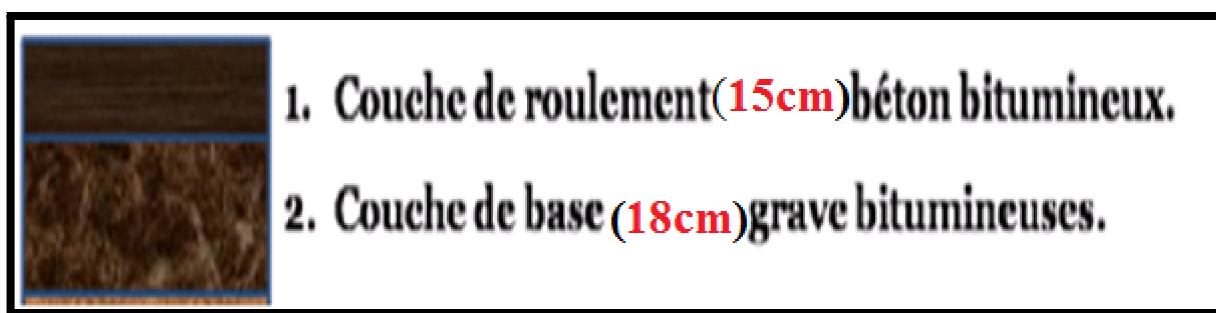
Donc :

$$t_B = 24 \text{ cm}$$

6.4.3. Structure de la chaussée :

- Enrobé de surface = 15 cm
- couche de base : $2(24-15)= 18$ cm
- couche de fondation : $2,7(24-24)=0$ \implies Pas de couche de fondation.
-

Notre structure comporte : 15 BB + 18 GB



Résumé : L'application des quatre méthodes nous donne les résultats suivants :

Tableau 3.11 : les résultats des méthodes :

Méthodes	Résultats
CBR	6 BB + 10 GB + 15 GC
SETRA	8 BB + 20 GB
CTTP	
ASPHALT INSTITUTE	15 BB + 18 GB

7. CONCLUSION :

Après avoir déterminé l'épaisseur de notre chaussée, et vu les différents résultats, nous constatons qu'il n'y a pas une grande différence entre les trois méthodes qui sont applicables à notre chaussée.

La méthode CBR est la plus utilisée en Algérie, donc on choisit les résultats de la méthode.

A savoir : **6 BB + 10 GB + 15 GC**

1. INTRODUCTION :

Le carrefour est un lieu de rencontres entre usagers de l'espace public ; c'est un espace complexe du fait de la diversité des usages qui s'y expriment, souvent contradictoires, antagonistes et conflictuels. C'est un aménagement qui évolue dans le temps et dans l'espace. Mais c'est aussi un repère dans la ville et, quelquefois, un support à une expression architecturale ou emblématique du lieu.

2. LES PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENTS :

Les principes généraux d'aménagements décrits ci-après serviront de référence tout au long du processus de définition d'un carrefour et de son aménagement. Il est souhaitable de faire une vérification du respect des objectifs d'aménagements définis dans le diagnostic lorsque le projet est complètement établi. En effet, il n'est pas rare que les projets se complexifient au fur et à mesure de leur élaboration. Par là même, les principes de base de conception de carrefours ne sont pas toujours respectés. [25]

2.1. Lisibilité

2.1.1. En approche :

Tous les usagers doivent détecter la présence d'une intersection. Pour cela, il faut introduire une discontinuité visuelle de jour comme de nuit pour les usagers provenant de chacune des branches. En milieu urbain, les intersections sont souvent très rapprochées. On utilisera alors les différents moyens listés ci dessous, sans abus, en privilégiant un traitement homogène par tronçon :

- Rupture d'alignement d'arbres, ou au contraire plantation localisée ;
- Présence de mobilier urbain spécifique (fontaine, colonne, totem, statue) ;
- Rupture du profil en travers de la voie (élargissement, rétrécissement ; discontinuité des bordures de trottoir, modification du stationnement...);
- Rupture du ruban de chaussée par implantation d'îlots en dur ou changement de revêtement (les îlots et autres objets en élévation sont nettement plus visibles que les îlots peints ou autres marques sans épaisseur) ;
- Éclairage public adapté aux séquences et points forts de la voie (agir sur l'implantation, la hauteur, l'orientation des candélabres, la couleur des sources, le type de luminaires). [25]

2.1.2. Interne au carrefour :

Il s'agit de comprendre le fonctionnement géométrique du carrefour: où passer? Dans quel sens? Où peut-on sortir? Où sont les points de conflits ? D'où vient le danger? Quand un carrefour est complexe, sa gestion et sa lisibilité deviennent difficiles.

Réduire le nombre des conflits à gérer permet de simplifier le carrefour. On pourra par exemple mettre en sens unique certaines des voies afférentes au carrefour, ou interdire certains mouvements tournants.

Ces mesures modifient le plan de circulation et peuvent provoquer des allongements de parcours significatifs, particulièrement sensibles pour les cyclistes. Dans le même esprit, il est possible de mettre en impasse une ou plusieurs voies peu circulées en supprimant leur débouché sur la voie principale, ou en raccordant les voies secondaires sur une contre-allée. Les régimes de priorité doivent être clairs et compris sans ambiguïté.

Pour cela, il faut simplifier la géométrie du carrefour, ne pas multiplier le nombre d'îlots et les voies spécifiques, et avoir recours à des schémas de carrefours connus «classiques » sans pour autant tomber dans le stéréotype répétitif.[25]

2.2. Visibilité réciproque :

2.2.1. Règles de base :

En milieu urbain dense, il est rare que l'on fasse des calculs précis de visibilité ; on se contente d'une appréciation qualitative et de bon sens. Les accidents liés au défaut de visibilité sont pourtant très nombreux, notamment sur des voies de distribution où les usages de la voie sont multiples (stationnement, mobilier urbain, signalisation, végétations, etc.). En périurbain, la visibilité est un facteur plus important pour la sécurité du carrefour car les vitesses sont plus élevées, la circulation est moins dense. On sera alors amené à faire une vérification plus précise. Le manque de visibilité est un facteur mis en cause dans un grand nombre d'accidents piétons.

Parmi les pièges à la visibilité, on peut lister:

- le stationnement (cas le plus fréquent) ;
- le mobilier urbain ;
- la signalisation verticale de direction ;
- les panneaux publicitaires ;
- les enseignes commerciales ;
- les étals de commerçants.

Le principe du **triangle de visibilité** consiste à préserver, aux abords d'un site sensible, une zone garantissant à chaque usager une visibilité réciproque et suffisante. Le respect des distances de visibilité doit être un critère de choix du mode de fonctionnement du carrefour : priorité / non priorité. Enfin, un compromis doit être recherché si ces distances ne peuvent être respectées. [25]

2.2.2. Règles entre automobilistes :

Il est préférable de dégager la visibilité **entre 0,60 m et 2,30 m** de hauteur pour des éléments de type minéral, et à plus de 2 m du bord de chaussée pour des végé.

En milieu urbain dense, où les contraintes de bâti ne permettent pas d'obtenir une visibilité suffisante, on prendra les mesures nécessaires pour réduire fortement les vitesses ou pour imposer l'arrêt des véhicules par un «stop» ou des feux.

Si la visibilité est très souvent le gage d'une bonne sécurité, il ne faut pas oublier les limites et effets particuliers à apprécier suivant le contexte. En effet, une trop grande visibilité peut nuire à la sécurité car l'espace dégagé peut tranquilliser le conducteur et l'inciter à la vitesse. [25]

2.2.3. Règles entre automobilistes et piétons :

L'automobiliste doit pouvoir voir d'assez loin (25-30 m) un piéton, sur le trottoir, situé à 1 ou 2 m du bord et qui s'approcherait pour traverser. Les piétons ne doivent pas se trouver cachés par le stationnement, la végétation, les panneaux de publicité. On interdira physiquement le stationnement à l'approche (5 à 10 m) d'un carrefour ou d'un passage piéton en réalisant un dispositif, du type avancée de trottoir («oreille») équipé de potelets. L' «oreille» peut être associée à un espace réservé au stationnement des deux-roues. Réciproquement, le piéton a besoin d'avoir une bonne visibilité des voitures afin d'être sûr qu'il peut traverser sans danger immédiat. La distance de freinage à 50 km/h étant d'environ 15 m, le piéton doit s'assurer que les voitures à gauche sont au moins à une vingtaine de mètres.

Ce minimum peut être augmenté en cas de trafic dense ou rapide. [25]

2.3. Modération de la vitesse :

2.3.1. Réduction de l'espace roulant :

De grandes surfaces roulables, au milieu d'un carrefour, introduisent un certain nombre de dysfonctionnements et nuisent à une bonne sécurité. Réduire l'espace roulant permet de :

- Gagner de la surface à redistribuer en faveur de l'espace public, des activités urbaines, et des piétons;
- Mieux localiser les points de conflits ;
- Diminuer les longueurs de traversée pour les piétons, les temps de cycles, d'où un gain de sécurité et de temps ;
- D'améliorer les distances de sécurité prises en compte dans les temps de feux;
- Diminuer les vitesses des mouvements tournants avec des rayons de courbure plus petits, en améliorant ainsi le respect des traversées piétonnes.

Le stockage des véhicules se fait alors plutôt en amont du carrefour et non au milieu du carrefour. [25]

2.3.2. Surélévations :

Les carrefours peuvent constituer des points sensibles pour l'aménagement d'un quartier dans le cadre d'un Plan Local de Modération de la Vitesse (PLMV), par exemple. Plusieurs outils d'aménagements de carrefour sont alors à la disposition de l'aménageur pour atteindre de tels objectifs. Les surélévations permettent de garantir une meilleure perception du carrefour et lui confèrent une ambiance particulière notamment adaptée aux usages piétons.

Ces aménagements sont particulièrement appropriés aires piétonnes, souvent implantées dans des zones résidentielles ou des centres urbains anciens (pouvant être soumis aux contraintes des monuments historiques).

Des matériaux « nobles », du point de vue de l'esthétique, sont généralement utilisés pour ce type d'aménagement. Sur le plan de la luminance, du contraste et de la glissance, ils sont par contre moins performants. Il faut donc effectuer une sélection rigoureuse des matériaux, et concevoir le carrefour en cohérence avec la section d'approche, pour favoriser une lisibilité absolue de l'aménagement. [25]

2.4. Prise en compte des usagers particuliers dans les carrefours :

2.4.1. Piétons :

La traversée des piétons peut être facilitée ou canalisée par des passages prévus à leur intention, dans le prolongement des trottoirs ou en retrait. Les passages piétons doivent être marqués par des bandes rectangulaires blanches parallèles à l'axe de la chaussée, d'une largeur de 0,50 m avec un inter distance de 0,50 m à 0,80 m. La longueur minimale est de 2,50 m,

mais une longueur de 4 à 5 m est souvent nécessaire à cause de la fréquentation du passage (voire beaucoup plus dans les grands carrefours). Toute autre disposition est interdite.

Les carrefours concentrent une grande partie des traversées piétonnes avec les changements de direction des piétons (donc un changement de trottoir) et la traversée des voies transversales.

Le code de la route indique que « les piétons doivent contourner la place ou l'intersection en traversant autant de chaussées qu'il est nécessaire. Il leur est interdit de circuler sur le carrefour à moins qu'un passage prévu à leur intention leur permette la traversée directe. Aux intersections à proximité desquelles n'existe pas de passage prévu à leur intention, les piétons doivent emprunter la partie de la chaussée en prolongement du trottoir »

Concrètement, on s'efforcera de respecter ce principe de base en minimisant le parcours des piétons. La traversée du carrefour doit en général correspondre au trajet naturel des piétons. Si pour des raisons de sécurité ou de géométrie, un détour est demandé aux piétons, le cheminement doit être rendu très lisible et incitatif.

Les dispositifs type « barrière » en continu sont à déconseiller car ils peuvent empêcher les piétons se trouvant sur la chaussée de rejoindre le trottoir.

Il convient de proscrire la disposition qui consiste à n'implanter, sur une voie donnée, qu'un seul passage piéton, soit avant, soit après le carrefour, car cela obligerait le piéton longeant le trottoir de traverser trois rues. En fait, on sait qu'il ne le fera pas, donc on accepte délibérément de le mettre dans son tort. [25]

3. DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUE DES CARREFOURS : [6]

3.1. Triangle de visibilité :

Un triangle de visibilité peut être associé à chaque conflit entre deux courants. Il a pour sommets : [6]

- Le point de conflit
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse.

On peut distinguer deux natures de visibilité :

- La distance de visibilité nécessaire aux conducteurs pour voir l'aménagement qu'ils abordent, est appelée distance de visibilité d'approche à vide.

- La distance de visibilité nécessaire au conducteur du véhicule non prioritaire pour franchir la voie principale.

La mesure de cette distance est appréciée en considérant que le point d'observation et le point observe répondent aux conditions suivantes :

- Pour la situation d'arrêt (panneau stop), le point d'observation est situé en retrait de 2.5 mètres par rapport à la ligne d'arrêt.
- Pour la situation de « cédez le passage » le point d'observation est situé en retrait de quinze a vingt mètre par rapport à la ligne de « cédez le passage ». Le point observé est déterminé de la même façon que dans la situation d'arrêt.

Le dessin ci-après (figure 4.1) montre comment se construisent les triangles de visibilité a partir des éléments précises ci-dessous (lorsqu'il s'agit d'un carrefour en croix, et que la route principale est bidirectionnelle, on construit naturellement quatre triangle de visibilité suivant les modalités correspondes aux régimes de priorité envisagés) (figure 4.1). [6]

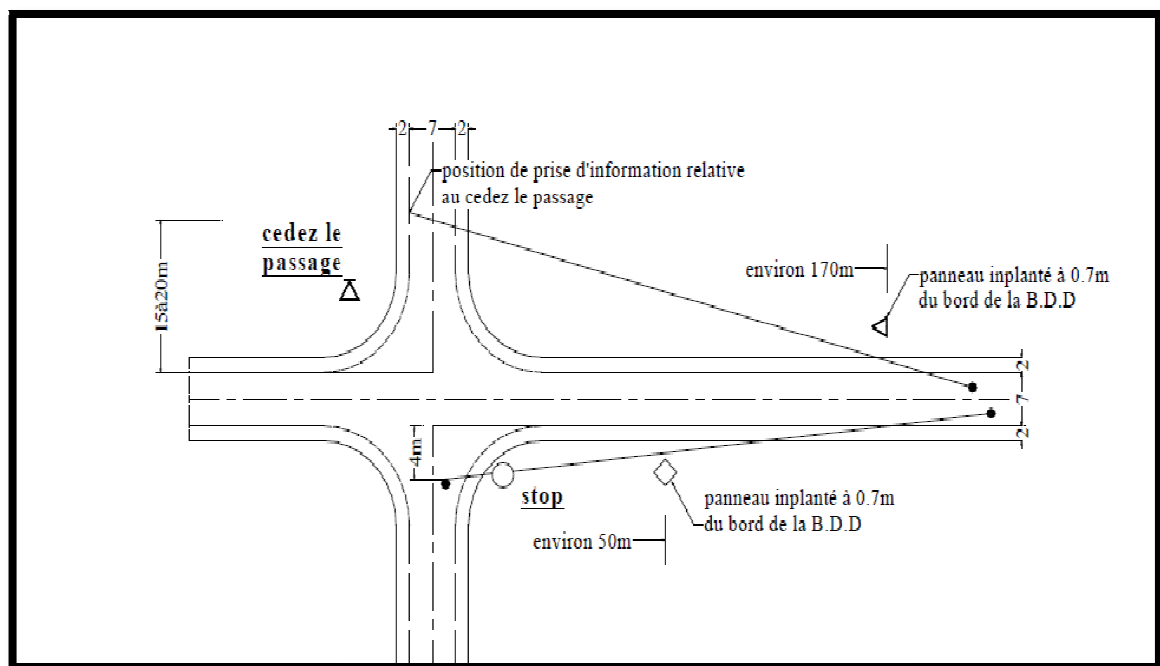


Figure 4.1 : Triangle de visibilité. [6]

3.2. La vitesse d'approche :

La vitesse d'approche à vide V_0 dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de référence.

Selon B40 : Elle est donnée par le tableau suivant :

Tableau 4.1 : La vitesse d'approche à vide V_0 . [6]

Environnement	E1		E2		E3	
	Sur un alignement	Près d'un point parti.	Sur un alignement	Près d'un point parti.	Sur un alignement	Près d'un point parti.
Cat. 1-2	120	100	100	80	80	60
Cat. 3	110	90	90	80	80	60
Cat. 4	100	80	80	60	60	60
Cat. 5	80	60	60	60	60	60

D'après le **B40** : En catégorie **4** et l'environnement **3**, $V_0 = 60$ Km/h.

3.3. LES ILOTS :

Un îlot est un terre plein entre deux voies de circulation qui a pour objectif de séparer les points de conflits, protéger et stocker les véhicules. [26]

On distingue deux types d'îlots :

- Ilots séparateurs : ils ont une forme danger et séparent deux courants de véhicule qui circulent en sens inverse.
- Ilots directionnels : ils ont une forme triangulaire et séparent deux courants de circulation assurant soit une manœuvre de convergence, soit une manœuvre de divergence.

4. CHOIX DE L'AMENAGEMENT :

Le choix du type d'aménagement se fait en fonction de multiples critères :

- L'environnement et la topographie du terrain d'implantation.
- L'intensité et la nature du trafic d'échange dans les différents sens de parcours.
- Objectifs de fonctionnement privilégié pour un type d'utilisateur.
- Objectifs de la capacité choisis.
- Objectifs de sécurité.

5. TYPE DES CARREFOURS :

On distinguera deux grandes familles de carrefours [6] :

5.1. Carrefours Dénivelés (Echangeurs):

Dans ce type de carrefours les échanges sont séparés les uns des autres et gérés en dehors des axes principaux, pour limiter aux maximums des conflits,

Ce type de carrefours offre un niveau de sécurité élevé mais demande un coût très important pour le réaliser.

On peut citer comme exemple :

- Les échangeurs supérieurs.
- Les passages sous terrains.

5.2. Carrefours Plans :

Les échanges dans ce type de carrefours sont regroupés dans un même plan. A son tour, ce type de carrefour se divise en deux catégories.

5.2.1. Carrefours plans ordinaires :

Ce sont des carrefours simples, offrent un niveau de sécurité en moyenne peut élever par rapport à d'autres types de carrefours (Dénivelé, giratoire).

Les types fréquemment utilisés sont :

a. Carrefours en (T) :

C'est un espace où se réunissent trois branches en formant la lettre (T). Dans ce type de carrefours le courant direct domine, et les autres courants peuvent être aussi importants comme c'est présenté dans la (figure 4.2) :

b. Carrefour en (y) :

C'est un carrefour qui assure l'intersection de trois rues qui forment l'allure de la lettre Y, dans ce cas le trafic virant dans un angle aigu est nul ou insignifiant La figure ci-dessous montre un exemple des conflits existants sur un carrefour en Y.

c. Carrefour en croix (x) :

Le carrefour en croix relie quatre branches qui se croisent formants un (X). La figure 4.2. Donne une idée de l'allure de ce type de carrefour.

5.2.2. Carrefours à sens giratoire :

Un giratoire est un carrefour dans lequel certains courants empruntent une chaussée annulaire continue, ils ordonnent une circulation à sens unique, disposé autour d'un îlot central.

L'îlot central a un rayant souvent supérieure a douze mètre. La sortie de véhicule doit être plus grande que celle de la rentrée et ça pour faciliter la manœuvre pour le conducteur qui va quitté le carrefour et pour gêner les véhicules entrant et ça pour faire ralentir.

- On doit définir la géométrie d'ensemble du carrefour en ramenant à des tracés simples et connus, puis dimensionner les divers éléments. [6]

Pour tracer général on prend en considération les principes généraux déjà énoncées :

- Condition de visibilité.
- Bonne compréhension (l'aménagement doit être clair).
- Cisaillement sous un angle de $90 \pm 20^\circ$.

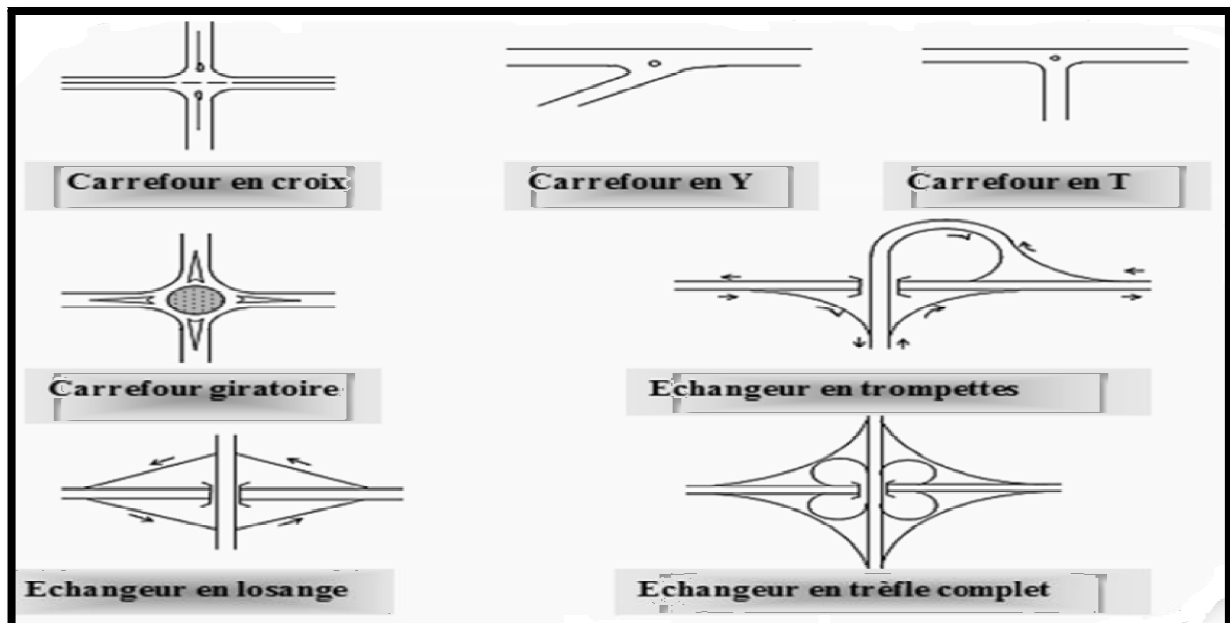


Figure 4. 2: Les types de carrefours [27]

6. LES REGLES DE BASE DE CARREFOUR GIRATOIRE : [28]

En faisant abstraction du fait qu'un carrefour giratoire n'est jamais la seule solution, et entre plusieurs, pas toujours la meilleure, on peut énumérer treize règles essentielles :

1. Un carrefour giratoire est tout d'abord un carrefour, c'est-à-dire le point de rencontre de plusieurs voies. Il ne doit pas être utilisé comme simple ralentisseur sans intersection. Cela

signifie qu'il a au moins 3 branches. Il n'y a pas vraiment de maximum pour le nombre de branches, mais plus de 6 doit rester exceptionnel et être justifié.

2. L'aménagement doit être lisible. Il doit être facilement compréhensible, notamment pour les conducteurs qui y passent pour la première fois.

3. Il doit être perçu et identifié comme tel par les usagers en approche. Attention aux îlots décalés, aux alignements de végétaux ou d'éclairage. Tout ce qui peut prendre trop d'importance par rapport à la perception de l'îlot central est à diminuer ou compenser par la mise en valeur de cet îlot.

4. Le carrefour giratoire doit être le plus compact possible ($R < 15$ m) pour faciliter la circulation des piétons et des cyclistes tout en assurant une bonne fluidité de la circulation.

5. L'îlot central est normalement rond. Des formes différentes doivent être justifiées et sont à limiter à des contextes où les vitesses d'approches sont réduites.

6. L'îlot est centré le plus près possible de l'axe des différentes voies qui se croisent dans le carrefour. Des facilités de construction ne doivent pas prévaloir sur une disposition qui se révélerait néfaste par la suite.

7. Les trajectoires ne doivent pas pouvoir être rectilignes. Elles doivent décrire une déflexion de rayon inférieur à 100 m.

8. La chaussée annulaire à la même largeur tout autour de l'îlot central, aux adaptations près avec la géométrie des emprises dans le cas des plus petits giratoires.

9. La visibilité minimale à obtenir est celle du quart gauche de l'anneau à une distance de 10 m de l'entrée. D'autre part, une bande de 2 m doit rester dégagée en périphérie de l'îlot central.

10. Les entrées et les sorties sont à une voie tant que le niveau de trafic ne justifie pas de deuxième voie. Des entrées et très exceptionnellement des sorties à 3 voies sont envisageables uniquement dans des cas bien particuliers.

11. Un îlot séparateur permet de dissocier les mouvements d'entrée et de sortie de l'anneau suivant la taille du carrefour giratoire.

12. Les dévers et pentes permettront une bonne gestion des eaux superficielles tout en restant compatibles avec la sécurité des véhicules en approche comme en traversée, notamment la stabilité des véhicules lourds.

6.1. La sécurité des piétons dans les carrefours giratoires : [28]

Depuis son développement récent, le grand carrefour giratoire a toujours été considéré par certains comme dangereux pour les piétons. Mais la traversée en deux temps avec les îlots

séparateurs et la réduction des vitesses augmentent leur sécurité. L'enjeu sécurité est donc faible. Cependant, le risque est le plus élevé pour les entrées et les sorties à deux voies.

Avec trois voies, les traversées deviennent vraiment délicates pour les piétons, voire impossibles. Elles peuvent être surélevées, notamment en sortie. Avec les dimensions actuellement recommandées, les allongements de parcours restent tout à fait raisonnables. Le marquage des passages piétons est indispensable (sauf en zone de circulation apaisée). Il se fait à l'arrière de la position d'un véhicule à l'arrêt au cédez le passage, soit de 2 à 5 m de la ligne d'effet de l'AB3a. L'îlot séparateur sert de refuge et est aménagé pour l'accessibilité des Personnes à Mobilité Réduite avec la mise en place de bandes d'éveil de vigilance conformément à la norme.

6.2. Avantages et les inconvénients du carrefour giratoire : [29]

❖ Les avantages :

- Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise l'espace.
- Modération de la vitesse.
- Amélioration de la sécurité.
- Accroissement de la capacité.
- Diminution des nuisances
- Faciliter d'insertion d'un grand nombre de branches.

❖ Les inconvénients :

- Consommation d'emprise importante.
- Entretien de l'îlot central.
- Transport public non prioritaire.
- Absence de prise en charge correcte des piétons.
- Absence de régulation du trafic (non-respect du régime de priorité).

7. SIGNALISATION DU CARREFOUR :

La signalisation du carrefour est composée de quatre éléments complémentaires : [4]

- La signalisation de priorité : On trouve le panneau de route prioritaire Sur la route principale.
- Les panneaux de prescription : On trouve les panneaux de priorité de passage, Céder passage et Stop sur la route secondaire.

- Le marquage au sol et les plots.
- La signalisation de direction.

8. APPLICATION AU PROJET :

D'après le B40 on a une vitesse d'approche du véhicule prioritaire $V_0 = 60$ km/h.

8.1. Carrefour giratoire du début de projet :

Il s'agit d'un carrefour giratoire qui réunit 04 voies principales, il contient 01 ilot centrale de rayon 6,5m, et pour les rayons de raccordement entrant et sortant (figure 4.1) :

- pour la route 1 : rayon d'entrée égale 42m, et le rayon de sortie égale 12m.
- pour la route 2 : rayon d'entrée égale 21m, et le rayon de sortie est nul.
- pour la route 3 : rayon d'entrée est nul, et le rayon de sortie égale 12m.
- pour la route 4 : rayon d'entrée égale 49m, et le rayon de sortie égale 16m.

Les résultats se trouvant dans le tableau qui suit (tableau 4.2).

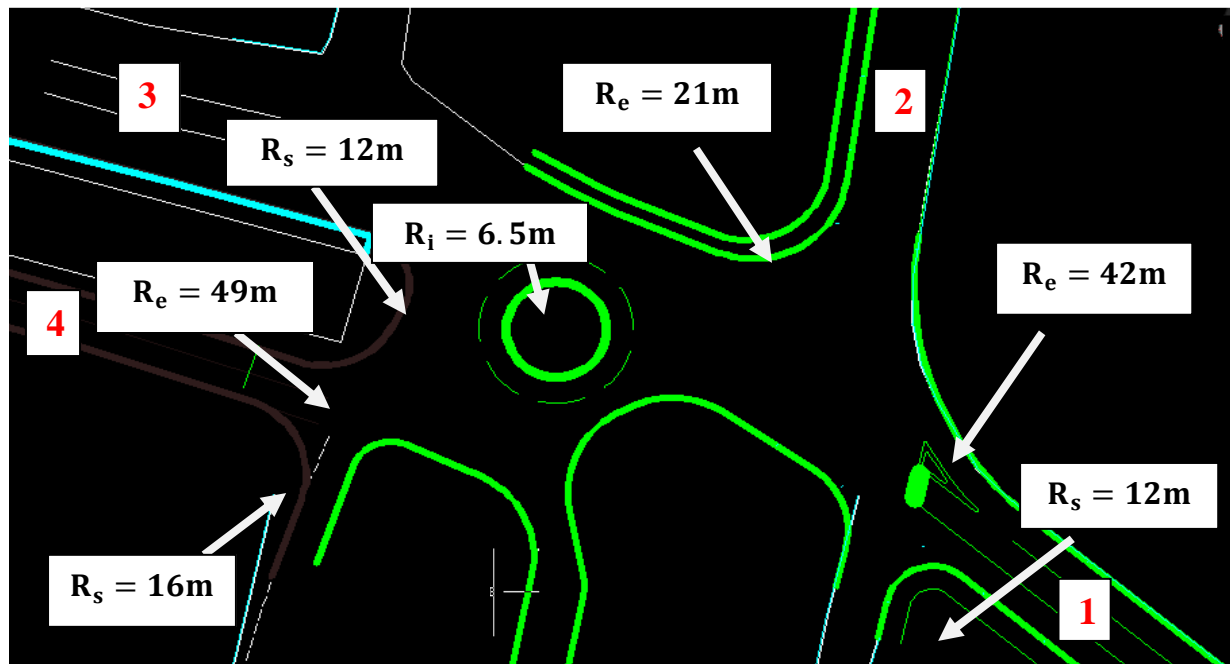


Figure 4.3 : Carrefour giratoire (Début de projet).

Tableau 4.2 : Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

N° de route	Largueur des chaussées (m)	Rayons d'entrées et sorties (m)
01	12	$R_e = 42$ $R_s = 12$
02	11	$R_e = 21$
03	20	$R_s = 12$
04	7	$R_e = 49$ $R_s = 16$

8.2. Carrefour Giratoire du fin de projet :

Pour la fin du projet, il existe un deuxième carrefour giratoire qui contient 03 voies de largeur de 3,5m chacune, les deux voies qui eumène vers Boudjlida contient un ilot séparateur de surface de $15m^2$, l'ilot central a un rayon de 5m et un rayon giratoire R_g de 15m. Et concernant les rayons de raccordement pour les véhicules entrants et sortants sont respectivement de 12m et 17m.

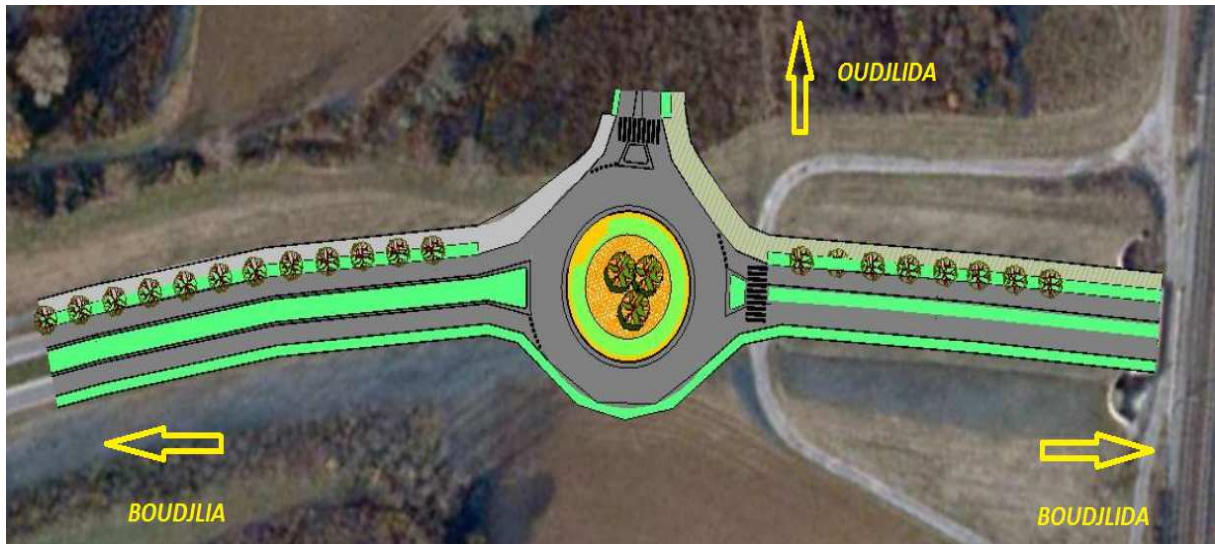


Figure 4.4 : Carrefour giratoire (Fin de projet).

9. CONCLUSION :

L'objectif de l'aménagement des deux carrefours dans notre projet permet de garantir la sécurité et la commodité qui spécifie l'endroit de l'intersection qui relie les deux localités oudjlida et boudjlida.

1. ASSAINISSEMENT :

1.1. Introduction :

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

L'eau est la première ennemie de la route car elle pose de grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée. Ce qui met en jeu la sécurité de l'usager (glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

Les types de dégradation provoquée par les eaux sont comme suit :

➤ Pour les chaussées :

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

1.2. Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers du corps de la chaussée. (Danger de Ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel). [30]

1.3. Définitions :

1.3.1. Bassin versant :

C'est la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

Elle est définie par la topographie et de limitée soit par une crête soit artificiellement par une voie (route), ou encore par une canalisation. [31]

1.3.2. Types de canalisations :

L'évacuation des eaux hors ouvrage s'effectue par le biais de dispositifs adéquats appelés «canalisations », son réseau est partagé en deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur). [31]

1.3.3. Collecteur principal (canalisation):

Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites, dites collecteurs Secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards avec un diamètre et une pente constante. [31]

1.3.4. Chambre de visite (cheminée):

Ouvrages placés sur les canalisations pour permettre le contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres successives ne devrait pas dépasser 80 à 100m. [31]

1.3.5. Sacs :

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles.

Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés par les eaux superficielles. [31]

1.3.6. Fossés de crêtes :

Outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits. [31]

1.3.7. Descente d'eau:

Draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes. [31]

1.3.8. Le regard:

Il est constitué d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres. [31].

1.4. Les ouvrage des écoulements des eaux :

En général les ouvrages d'évacuations des eaux superficielles ou sous chaussée sont nombreux, parmi lesquels ceux qui ont traversé notre route sont les suivantes : [32]

- Les fossés.
- Les dalots.

1.4.1. Passages submersibles :

Les passages submersibles sont des ouvrages qui servent à protéger la chaussée contre les dégradations causées par les eaux, et qui assurent superficiellement l'écoulement des eaux lorsque leur volume est plus important. [33]

1.4.2. Fossés :

Ces sont des tranchées creusées en longueur dans le sol et servent à délimiter les terrains ou à l'écoulement de l'eau de ruissellement. [33]

1.4.3. Les dalots :

Les dalots ont le même rôle que les buses, ils servent à évacuer les eaux sous chaussée, leurs dimensions aussi varient suivant l'importance de la profondeur du bassin versant, généralement ils sont rectangulaires ou carrés. [33]

1.5. Les données pluviométriques :

La région de TLEMCEN est régie par un climat méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison sèche avec une saison froide, humide et pluvieuse.

Les pluies sont importantes en automne et en hiver, elles tombent d'octobre à mai avec un maximum Novembre et un autre en Février.

D'après les observations effectuées à la station météorologiques on a:

- Pluie moyenne journalière $P_j = 60\text{mm}$.
- L'exposant climatique $b = 0,36$.
- Le coefficient de variation climatique $C_v = 0,37$.

1.6. Dimensionnement des ouvrages de rétablissement des écoulements :

Le dimensionnement de différents types d'ouvrages d'assainissement résulte de la comparaison du débit d'apport et le débit de saturation de chaque type d'ouvrage.

1.6.1. Estimation de débit d'apport Q_a :

Le débit d'apport est calculé en appliquons la méthode Rationnelle [32]:

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A \quad (5.1)$$

Avec :

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s) ; $K = 2,778$.

I_t : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

C : coefficient de ruissellement.

A : aire du bassin versant (m^2).

1.6.2. Détermination de l'intensité de la pluie I_t :

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^\beta \quad (5.2)$$

Et : $\beta = b - 1$

Avec :

I : intensité de la pluie (mm/h).

t_c : temps de concentration (h).

➤ **L'intensité horaire I:**

$$I = \left(\frac{P_j}{24}\right) \quad (5.3)$$

Avec:

P_j : Hauteur de la pluie de durée t_c (mm)

➤ **Temps de concentration t_c :**

- Si $A < 5 \text{ km}^2$, selon VENTURA:

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} \quad (5.4)$$

- Si $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$, selon GIANDOTTI :

$$t_c = 0,108 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{P}} \quad (5.5)$$

- Si $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$, selon PASSINI :

$$t_c = \frac{(4 \times \sqrt{A}) + (1,5 \times L)}{(0,8 \sqrt{H})} \quad (5.6)$$

Avec :

A : superficie du bassin versant (km^2).

P : pente moyenne du bassin versant.

L : longueur de bassin versant (km).

H : la différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

➤ **Pluie journalière maximale annuelle P_j :**

Pluie journalière maximale annuelle P_j est donnée par la formule de GALTON.

$$P_j(\%) = \left[\frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \right] \times \left[e^{\left(u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)} \right)} \right] \quad (5.7)$$

Avec :

$P_{j\text{moy}}$: Pluie moyenne journalier.

C_v : coefficient de variation climatique.

U : variation de Gauss, donnée par le tableau suivant.

Tableau 5. 1 : Variation de Gauss. [32]

Fréquence (%)	50	20	10	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de Gauss (U)	0	0,84	1,28	2,05	2,372

- Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.

1.6.3. Coefficient de ruissellement :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau reçu sur elle.

Il peut être choisi suivant le tableau ci-après:

Tableau 5. 2: Coefficient de ruissellement. [32]

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobés	0,80 à 0,95	0,95
Accotement ou sol légèrement perméable	0,15 à 0,40	0,40
Talus	0,10 à 0,30	0,30
Terrain naturel	0,05 à 0,20	0,20

1.6.4. Début de saturation:

Le débit de saturation est donné par la formule de Manning- Strickler [32]:

$$Q_s = S_m \times K_{ST} \times R_H^{2/3} \times J^{1/2} \quad (5.8)$$

Avec :

S : section mouillée.

K_{ST} : coefficient de STRICKLER.

$K_{ST} = 70$ pour les dalots.

$K_{ST} = 80$ pour les buses.

R_H : rayon hydraulique (m) $R_H = S/p$.

J: la pente moyenne de l'ouvrage.

1.6.5. Dimensionnement Des Dalots :

La section de dalot est calculée comme pour le fossé, seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot. On fixe la hauteur tenant compte du profil en long et on calcule l'ouverture L nécessaire et on fixe aussi la hauteur de remplissage à $\rho = 0,8h$ [34].

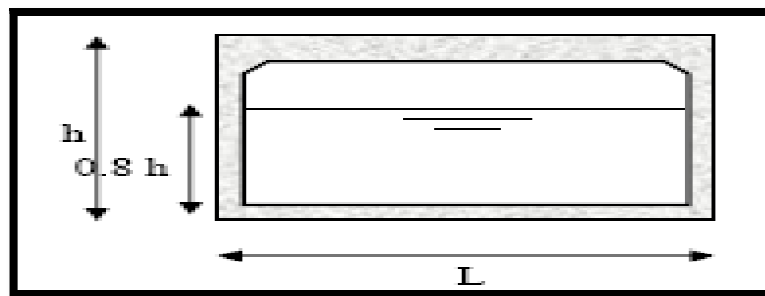


Figure 5.1 : Dalots [34].

On à:

$$\text{Périmètre mouillé : } P_m = (2 \times 0,8 \times h) + L$$

$$\text{Section mouillée : } S_m = 0,8 \times h \times L$$

$$\text{Rayon mouillé : } R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0,8 \times h \times L}{1,6 \times h + L}$$

$$Q_a = Q_s = S_m \times K_{ST} \times R_H^{2/3} \times J^{1/2} \quad (5.9)$$

$$Q_s = (0,8 \times h \times L) \times K_{ST} \times \left[\frac{0,8 \times h \times L}{1,6 \times h + L} \right]^{2/3} \times J^{1/2} \quad (5.10)$$

Avec :

$K_{st} = 70$ (dalot en béton).

J : pente du dalot.

Le débit rapporté par le bassin versant, doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot.

$$Q_s = Q_a \quad (5.11)$$

$$Q_a = (0,8 \times h \times L) \times 70 \times \left[\frac{0,8 \times h \times L}{1,6 \times h + L} \right]^{2/3} \times J^{1/2} \quad (5.12)$$

On tire la valeur de h qui vérifie cette inégalité, par itération.

1.6.6. Dimensionnement Des Fossés :

Les fossés récupèrent les eaux de ruissellement venant de la chaussée, de l'accotement et du talus. Pour notre étude nous adoptons des fossés en béton, ceci est fonction des pentes du fossé et la nature des matériaux du sol support. Le profil en travers hypothétique de fossé est donné dans la figure ci-dessous. On fixe la base à $b = 50$ cm et la pente du talus à $p = 1/n = 1/1.5$ d'où la possibilité de calcul du rayon hydraulique en fonction de la hauteur h [34].

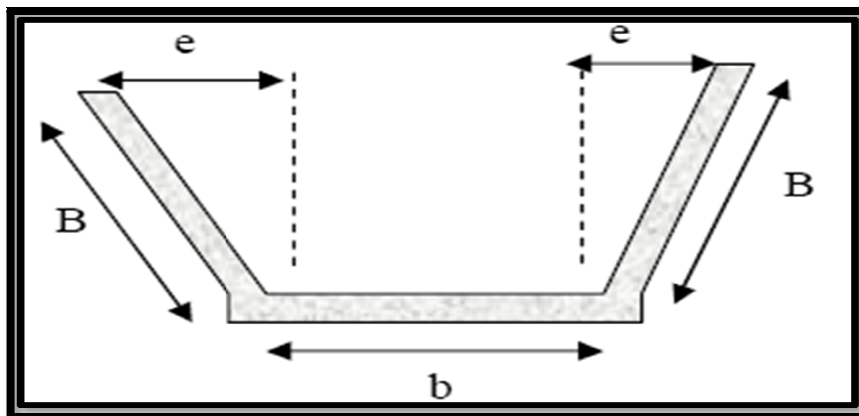


Figure 5.2 : Fossés [34].

➤ **Calcul de la surface mouillée:**

$$S_m = (b \times h) + 2 \times \left(\frac{e \times h}{2} \right) \quad (5.13)$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \text{ D'où } e = n \times h$$

$$\begin{aligned} S_m &= (b \times h) + (n \times h^2) = h \times [b + (n \times h)] \\ S_m &= h \times [b + (n \times h)] \end{aligned} \quad (5.14)$$

➤ **Calcul du périmètre mouille :**

$$\begin{aligned} P_m &= b + 2B \\ B &= \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + (h^2 \times n^2)} = h \times \sqrt{1 + n^2} \\ P_m &= b + 2 h \times \sqrt{1 + n^2} \end{aligned} \quad (5.15)$$

➤ **Calcul le rayon hydraulique :**

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + 2 h \times \sqrt{1 + n^2}} \quad (5.16)$$

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation. La hauteur (h) d'eau dans le fossé sera obtenue en faisant l'égalité suivant:

$$\begin{aligned} Q_a = Q_s &\Rightarrow K \times C \times I_t \times A = S_m \times K_{ST} \times R_H^{2/3} \times J^{1/2} \\ Q_a &= K_{ST} \times h \times [b + (n \times h)] \times \left[\frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + 2 h \times \sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \times J^{1/2} \end{aligned} \quad (5.17)$$

1.7. Application au projet:

Les données pluviométriques nécessaires pour le calcul :

- Pluie moyenne journalière $P_j = 60 \text{ mm}$.
- Exposant climatique $b = 0,36$.
- Le coefficient de variation climatique $C_v = 0,37$.

1.7.1. Calcul hydraulique :

1.7.1.1. Calcul de la pluie journalière maximale annuelle P_j :

$$P_j = \left[\frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \right] \times \left[e^{\left(u \times \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)} \right)} \right]$$

➤ **Pendant 10ans:**

$u = 1,28, C_v = 0,37, P_{jmoy} = 60\text{mm}.$

$$P_j(10\%) = \left[\frac{60}{\sqrt{0,37^2 + 1}} \right] \times \left[e^{\left(1,28 \times \sqrt{\ln(0,37^2 + 1)} \right)} \right]$$

$$P_j(10\%) = 88,907 \text{ mm}$$

➤ **Pendant 50ans :**

$u = 2,05, C_v = 0,37, P_{jmoy} = 60\text{mm}.$

$$P_j(2\%) = \left[\frac{60}{\sqrt{0,37^2 + 1}} \right] \times \left[e^{\left(2,05 \times \sqrt{\ln(0,37^2 + 1)} \right)} \right]$$

$$P_j(2\%) = 117,045 \text{ mm}$$

➤ **L'intensité horaire I :**

$$I = \left(\frac{P_j}{24} \right)$$

Pour: $P_j(10\%) = 88,907 \text{ mm}.$

$$I(10\%) = \left(\frac{88,907}{24} \right) = 3,70 \text{ mm/h}$$

Pour: $P_j(2\%) = 117,045 \text{ mm}.$

$$I(2\%) = \left(\frac{117,045}{24} \right) = 4,88 \text{ mm/h}$$

Donc :

$$I(2\%) = 4,88 \text{ mm/h}$$

1.7.1.2. Calcul de la surface du bassin versant :

Les buses ainsi que les fossés sont dimensionnés pour évacuer le débit apporté par l'ensemble des bassins versants de la chaussée et l'accotement.

$$A_C = 7 \times 150 \cdot 10^{-4} = 0,105 \text{ ha} \quad (\text{Surface de chaussée}).$$

$$A_A = 1,5 \times 150 \cdot 10^{-4} = 0,0225 \text{ ha} \quad (\text{Surface d'accotement}).$$

$$A_{\text{total}} = A_C + A_A = 0,105 + 0,0225 = 0,1275 \text{ ha}.$$

$$A_{\text{total}} = 0,1275 \text{ ha}$$

1.7.1.3. Dimensionnement des dalots :

- **Calcul des débits d'apport:**

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

- **Le débit apporté par la chaussée.**

$C = 0,95$, $P = 2,5 \%$, $I (2\%) = 4,88 \text{ mm/h}$, $A = 0,105 \text{ ha}$.

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,105}{2,5}} \quad t_c = 0,026 \text{ h}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 4,88 \times \left(\frac{0,026}{24}\right)^{0,36-1} \quad I_t = 385,63 \text{ mm/h}$$

$$Q_a = 2,778 \times 0,95 \times 385,63 \times 0,105$$

$$(Q_a)_{\text{chaussée}} = 0,106 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Le débit apporté par l'accotement.**

$C = 0,4$, $p = 4 \%$, $I (2\%) = 4,88 \text{ mm/h}$, $A = 0,0225 \text{ ha}$.

$$t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \times \sqrt{\frac{0,0225}{4}} \quad t_c = 0,010 \text{ h}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 4,88 \times \left(\frac{0,010}{24}\right)^{0,36-1} \Rightarrow I_t = 710,81 \text{ mm/h}$$

$$Q_a = 2,778 \times 0,4 \times 710,81 \times 0,0225$$

$$(Q_a)_{\text{accotement}} = 0,0178 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Calcul de débit de saturation (Q_s):**

$$Q_a = Q_s$$

$K_{ST} = 70$, $L = 2,5 \text{ m}$, $J = 2,5\%$

$$Q_s = (0,8 \times h \times L) \times K_{ST} \times \left[\frac{0,8 \times h \times L}{1,6 \times h + L} \right]^{2/3} \times J^{1/2}$$

En prend $h=8\text{m}$ (on a gardé la hauteur du dalot existant)

$$Q_{S1} = (0,8 \times 8 \times 2,5) \times 70 \times \left[\frac{0,8 \times 8 \times 2,5}{1,6 \times 8 + 2,5} \right]^{2/3} \times 0,025^{1/2} = 1,824 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_s = 0,106 + 0,0178 = 0,123 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$Q_{s1} > Q_s$ Donc h est vérifier.

Donc un dalot de dimensions : $L=2,5\text{m}$ et $H=8\text{m}$.

1.7.1.4. Dimensionnement des fossés :

A partir des résultats obtenus précédemment :

$$Q_a = K_{ST} \times h \times [b + (n \times h)] \times \left[\frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + 2 h \times \sqrt{1+n^2}} \right]^{2/3} \times J^{1/2}$$

$J = 2 \%$, $K_{ST} = 30$, $b = 0,5 \text{ m}$

$$0,123 = 30 \times h \times [0,5 + (1,5 \times h)] \times \left[\frac{h \times [0,5 + (1,5 \times h)]}{0,5 + 2 h \times \sqrt{1+1,5^2}} \right]^{2/3} \times 0,02^{1/2}$$

D'Après le calcul itératif on trouve $h = 0,39\text{m}$.

Pour des raisons de sécurité, les dimensions retenues du fossé sont : $b = h = 50\text{cm}$.

Alors : $b = 50 \text{ cm}$ et $h = 50\text{cm}$.

2. SIGNALISATION :

2.1. Introduction :

La signalisation routière peut être utile pour garantir la sécurité de la circulation et assurer la fluidité du trafic. Il arrive cependant qu'elle n'atteigne pas le but recherché, voire qu'elle induise les usagers de la route en erreur, car parfois des signaux routiers ne sont pas aperçus par les usagers ou compliquent l'attention que ceux-ci doivent porter à la circulation.

2.2. Rôle de la signalisation :

La signalisation routière joue un rôle important dans la sécurité routière car elle contribue à la lisibilité de la route. Un des grands principes de la signalisation routière réside dans l'homogénéité des informations transmises à l'utilisateur. [35]

2.3. L'objectif de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet : [36]

- 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.

2.4. Critères à respecter pour les signalisations :

Il est indispensable avant d'entamer la conception de la signalisation de respecter certains critères, afin que celle-ci soit bien vue, lue, et comprise :

- Cohérence avec les règles de signalisations.
- Respecter les règles d'implantation et de pose.
- Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- Éviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- Éviter la multiplication des signaux et des super signaux, car la surabondance détruit l'efficacité.

2.4.1. Principes de base de la signalisation :

Dans la conception et l'implantation de la signalisation routière, on ne doit jamais perdre de vue les conditions de sa perception par l'utilisateur qui se déplace souvent à grande vitesse et dont l'attention est sollicitée par les exigences de la conduite. Pour être utile, la signalisation doit être efficace, ce qui implique le respect des trois principes suivants : [36]

2.4.2. Principe de valorisation :

L'inflation des signaux nuit à leur efficacité. Il ne faut donc en placer que s'ils sont jugés utiles. [36]

2.4.3. Principe de concentration :

Lorsqu'il est indispensable que plusieurs signaux soient vus en même temps ou à peu près en même temps, on doit les implanter de façon que l'utilisateur puisse les percevoir d'un seul coup d'œil, de nuit comme de jour.

Il y a intérêt à grouper deux signaux sur un même support lorsque les deux indications se rapportant au même point se complètent l'une l'autre (par exemple passage à niveau et cassis, ou encore feux de circulation et passage de piétons).

Cette concentration trouve toutefois une limite dans le principe suivant. [36]

2.4.4. Principe de lisibilité :

Il ne faut pas demander à l'automobiliste un effort de lecture ou de mémoire excessif.

On doit donc réduire et simplifier les indications au maximum et le cas échéant répartir les signaux sur plusieurs supports échelonnés.

Des expériences ont montré que l'observateur moyen ne peut d'un seul coup d'œil percevoir et comprendre plus de deux symboles. Pour les inscriptions, des indications sont données plus loin. [36]

2.5. Catégories de la signalisation:

On distingue : [29]

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

Les différentes signalisations se répartissent en trois catégories :

- **Signaux d'avertissement de danger** : (type A)

a. Signaux de réglementation :

Se subdivisant en :

- Signaux de priorités (type B).
- Signaux d'interdiction ou de restriction (type C).
- Signaux d'obligation (type D).

b. Signaux d'indication :

Se compose de :

- Signaux d'identification des routes (type E).
- Signaux de pré-signalisation (type E).
- Signaux de direction (type E).
- Signaux de localisation (type E).
- Signaux de confirmation (type E)

- Autre signaux donnons des indications utiles pour la conduite des véhicules (type E).
- Autre signaux indiquant des installations qui peuvent être utile pour les usagers de la route (type F).

2.6. Type de signalisation :

On distingue deux types de signalisation : [20]

- **Signalisation verticale.**
- **Signalisation horizontale.**

2.6.1. Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

2.6.2. Signalisation Horizontale :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation.

Elle se divise en trois types :

2.6.2.1. Marques longitudinales :

a. Lignes continue :

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.

b. Lignes discontinue :

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

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leur intervalle.
- Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalle.

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

2.6.2.2. Marquage transversale :

- Ligne STOP : C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.
- Ligne cédez le passage :
- Ligne d'effet des signaux :

2.6.2.3. Autres marques :

➤ 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'ils doivent suivre la direction indiquée.

➤ Passage pour piéton :

Forme rectangulaire de longueur $L = 2.50\text{m}$ pour $V \leq 60\text{Km/h}$ et $L = 4.00\text{m}$ pour $V \geq 60\text{Km/h}$ avec largeur de 0.5m et leur distance est de 0.5 à 0.8m .

➤ Passage pour cycliste :

Signalé par deux lignes discontinus, formé de carrée blanche de 0.5m de côté séparé par des intervalles de 0.5 à 0.8m .

2.6.3. Caractéristiques générales des marques :

2.6.3.1. Couleur des marques :

Le blanc est la couleur utilisé pour les marques de chaussée. Pour certain marques spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions des obstacles.

2.6.3.2. Largeur des lignes :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « u » différente suivant le type de route :

- $u = 7,5$ cm sur les autoroutes est voies rapides urbaines.
- $u = 6$ cm sur les routes et voies urbaines dont le trafic dépasse 300 v/j
- $u = 5$ cm pour les autres routes.

2.6.3.3. Modulation des lignes discontinues :

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

Tableau 5.3 : Modulation des lignes discontinues. [29]

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre deux Traits successifs (m)	Rapport pleins-vides
T ₁	3.00	10.00	$\cong 1/3$
T' ₁	1.50	5.00	
T ₂	3.00	3.50	$\cong 1$
T' ₂	0.50	0.50	
T ₃	3.00	1.33	$\cong 3$
T' ₃	20.00	6.00	

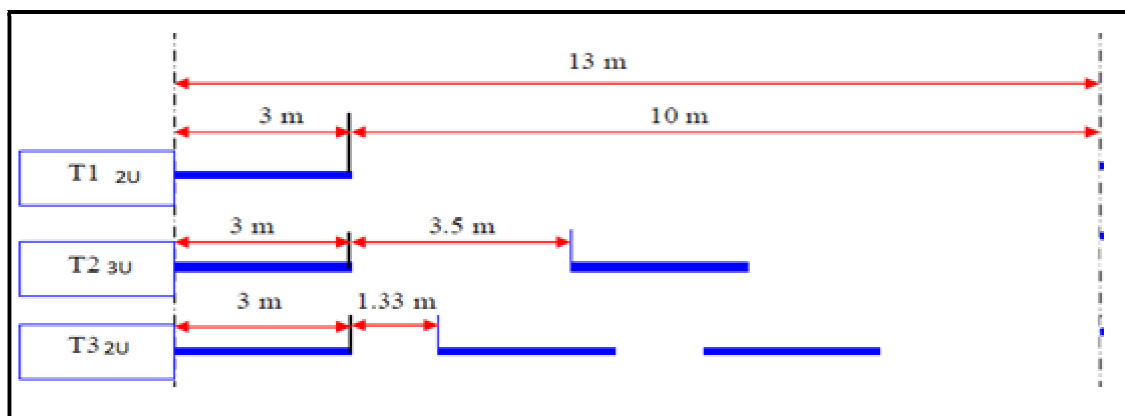


Figure 5.3 : Type de modulation. [29]

2.7. Application au projet :

2.7.1. L'éclairage :

L'éclairage de la route doit permettre d'illuminer l'ensemble de l'espace public de la ville (zone piétonne, quartier résidentiel, rue, route). Outre l'aspect décoratif ou esthétique qu'ils peuvent apporter, il s'agit de la possibilité de percevoir les points singuliers et les obstacles éventuels.

➤ **L'éclairage de notre route :**

Des lampadaires hauteur de 8 à 12 m sont implantés sur les trottoirs le long de la section étudiée avec un espacement varie de 24 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour le sens de notre route.




➤ **L'éclairage au niveau du carrefour :**

On place en courbures des îlots centraux des foyers de l'ordre de 12m d'hauteur pour éclairer les différentes directions et que les bordures des trottoirs soient visibles.

2.7.2. Signalisation :

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

Tableau 5.4 : Panneaux de signalisation de danger (type A)

Noms des panneaux	Schéma
Panneau (A18) : Circulation dans les deux sens	
Panneau (A1d) : Succession de virages dont le premier à gauche	
Panneau (A2b) : Ralentisseur de type dos-d'âne	

CHAPITRE 5 : EQUIPEMENTS







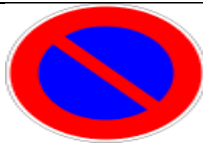

Panneau (A13a) : Endroit fréquenté par les enfants	
Panneau (A13b) : Passage pour piétons	
Panneau (A1a) : d'annonce de virage dangereux à droite	
Panneau (A1b) : d'annonce de virage dangereux à gauche	

Tableau 5.5: Panneaux d'interdiction de priorité et d'obligation (type B)

Noms de panneaux	schéma
Panneau (B3) : Interdiction de dépassement	
Panneau (B3a) : Interdiction pour les véhicules de plus de 3,5t d'effectuer un dépassement	
Panneau (B6a1) : Stationnement interdit	
Panneau (B6d) : Arrêt et stationnement interdits	

CHAPITRE 5 : EQUIPEMENTS




Panneau (B14) : Limitation de vitesse (la vitesse max à ne pas dépasser)	
Panneau (B21f) : Sens giratoire obligatoire	
Panneau (B21d1) : Direction obligatoire à la prochaine intersection	

Tableau 5.6: Panneaux de signalisation d'intersection et de priorité (type AB)





Noms des panneaux	Schéma
Panneau (AB3a+M9c) : Cédez le passage à l'intersection	
Panneau (AB2) : Intersection avec une route dont les usagers doivent céder le passage	
Panneau (AB4) : Arrêt obligatoire à l'intersection	
Panneau : Carrefour à sens giratoire	

Figure 5.7: Signalisation de direction (type E4)



3. CONCLUSION :

Pour l'assainissement, dans notre projet on propose des ouvrages hydrauliques (un dalot et un fossé), pour le dalot il est de forme rectangulaire dont les dimensions sont de 8.00m de longueur, et de 2.50m de largeur, et un fossé de 50x50.

On passe à la signalisation qui joue un rôle d'extrême importance dans la sécurité routière, c'est la raison pour laquelle elle doit être bien positionnée et visible.

CONCLUSION GENERALE :

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous d'approcher et de nous mettre en contact avec les professionnels de la route en l'occurrence, les cadres de la direction des travaux publics de Tlemcen, les ingénieurs de la société d'études et de réalisation des ouvrages d'art de l'ouest (SEROR), qui nous ont donné une grande aide et nous ont apporté notamment en ce qui concerne les thèmes liés directement à la conception d'un meilleur tracé routier et d'approches méthodiques des phases d'étude.

Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, les directives et les recommandations liés au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Cette étude nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier.

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence le logiciel : AUTOCAD.

Après avoir fait l'étude de trafic qui a donné comme résultats un profil de 1×2 voies qui est assez satisfaisant pour un trafic moyen journalier de 1917 pour l'année 2032.

Puis on est passé à la géométrie de la route, et d'après les calculs trouvés, nous avons conclu que :

- Le rayon horizontal minimal RH_m est de 115m.
- Le rayon horizontal minimal en angle saillant est de 1300m.
- Le rayon horizontal minimal en angle rentrant est de 1100m.
- Une chaussée de deux voies de largeur 3,5 m chacune : $(2 \times 3,5) = 7\text{m}$.
- Un accotement de 1,5m de chaque côté droit de la chaussée $(1,5 \times 2) = 3\text{m}$.

Et pour le dimensionnement du corps de chaussée nous avons utilisé quatre méthodes, et après avoir déterminé l'épaisseur on a bien remarqué que la méthode CBR propose le corps de chaussée le plus économique, la structure de notre chaussée est composée de : 6BB, 10GB, 12GC.

Enfin pour l'aménagement du carrefour et des équipements notre étude a bien garanti la sécurité et la commodité spécifique à l'endroit de l'intersection qui relie les deux localités Oudjlida et Boudjlida.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : <http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/09/monographie-de-la-wilaya-de-tlemcen.html> .Consulté le 31/01/2016.
- [2] : GOOGLE EARTH. Consulté le 25/01/2016.
- [3] : Michel, Faure. Route les cours de L'ENTPE. tome1. Lyon : ELEAS, 1997. pp35-221.
- [4] : Roger, Coquand. Route circulation tracé et construction. Livre1. Paris. p258.
- [5] : MADOURI, Y., ZAROUALI, A. Etude technique d'un tronçon d'une route évitement de la ville sfisef sur 7 KM, mémoire de master 2 de génie civil, soutenue en 2013.
- [6] : B40.Normes technique d'aménagement des routes. Algérie: ministre des travaux Publics, octobre1977.
- [7] : Direction des travaux publics DTP (TLM).
- [8] : CHETIOUI.B, BELHADJI.F, Etude en APD de dédoublement de la RN90. A sur 7.4 km tronçon Mostaganem CW 24 avec aménagement de carrefour. Mémoire d'ingénieur d'état en travaux publics. ENTP Alger : Juillet 2008.pp52.p87.
- [9] : Sétra. Guide technique, comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes, paris : janvier 2006. p11.
- [10] : KALLI, F. née RAHAL., Tracé en plan. In Cours De Routes. Edition Ed. : Ecole Nationale Supérieure Des Travaux Publics ; Alger, 2014, p57-83. ISBN 9789961015261.
- [11] : Roger, Coquand. Route circulation tracé et construction. Livre1. Paris: eyrolles, 1985.p291.
- [12] : Sétra (1994), Aménagement des routes principales (Guide technique).
- [13] : <http://www.fondasol.ca/6-analyse-des-risques-geotechniques>, consulter le 30-03-2016.
- [14] : BOURI M. et TIDEJDIT H, Etude de la rocade côtière Ghazaouet Honaine sur 40 Km, mémoire de Master soutenue en-2013 université Tlemcen. Algérie. P14
- [15] : TRIAW, Sandoumbé. Dimensionnement mécanistique-empirique des structures de chaussée. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception en génie civil. Dakar : 2006.

- [16] : LCPC ; SETRA. Réalisation des remblais et des couches de forme ; Guide technique fascicule 1et2. 2^{ème} édition. Paris: Bagnaux, juillet 2000.pp 1-84 p 102.
- [17] : SETRA-LCPC. Chapitre 2 caractéristiques générales des chaussées. Guide technique, Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme, 1994.
- [18] : SETRA. Guide technique, Conception et dimensionnement des structures de chaussées, Paris : Bagnaux, 1977.
- [19] : CTPP. Catalogue des structures types de chaussées neuves Paris : ministres de L'équipement Des transports et du logement édition 1998.
- [20] : SETRA. Réalisation des remblais et des couches de forme, guide technique Fascicule 1et2, édition 1994.
- [21] : LCPC ; SETRA. Catalogue des structures types de chaussée neuves. Paris : Bagnaux, 1977.
- [22] : LCPC ; SETRA. Guide technique ; dimensionnement des structures de chaussées.2009. P63.
- [23] : G, Joeffroy ; R, Sauterey. Dimensionnement des chaussées. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées ,1991. p244.
- [24] : MARC C, Problématique du dimensionnement des chaussées souple au BOURKINA FASO, Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception en génie civil.université CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, juillet 2008, P35.
- [25] : CERTU.Centre d'étude sur les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. Janvier 1999.P25-36
- [26] : Jean, Berthier. Projet et construction de la route ; Techniques de l'ingénieur. pp1-38 p39.
- [27] : Roger, Coquand. Route circulation tracé et construction. Livre2. Paris: eyrolles, 1985.p265.
- [28] : CETRU. Savoirs de base en sécurité routière, les carrefours giratoires urbains, Aout 2010.P6-8.
- [29] : Cours de circulation de master 2 génies civil. 2015.
- [30] : LCPC ; SETRA. Guide Technique de l'Assainissement Routier, (SETRA – 2006).p188.

[31] : SETRA. L'eau et la Route; Dispositifs de traitement des eaux pluviales .Volume 7.Paris : Bagneux, 1997.

[32] : François ; G, Brière. Distribution et collecte des eaux. 2^{ème} édition : Ecole polytechnique de Montréal, 2000. p399.

[33] : Angelbert ; C, Biaou. Cours d'hydraulique routière.2009.

[34] : SETRA. Aide aux choix solutions d'assainissement et de drainage sur les routes existantes ; méthodologie pratique et efficace de recherche de solutions d'assainissement. Paris : Bagneux, 1993. p77.

[35] : BOUGRID.A, TOUATIA, Etude de dédoublement de la RN12 sur 13 Km. Mémoire d'ingénieur. Alger Kouba : Juin 2008.pp68.p70.

[36] : Instruction interministérielle sur la signalisation routière arrêt du 7 Juin 1977 relatif à la signalisation des routes et des autoroutes : Journal officiel du 13 aout 1977.p40

[37] : <http://pasetoncode.fr/panneaux-de-signalisation/panonceaux/>.consulté le 16/04/2016.

RESUME

Notre projet de fin d'étude est du domaine d'infrastructure des transports, il s'agit la liaison entre les deux localités Oudjlida et Boudjlida sur un linéaire de 1 km 574 m, situé à TLEMCEN dans un milieu urbain.

Ce présent mémoire est structuré en deux grandes parties :

Commençant par la première partie, une présentation générale du projet, y compris l'étude du trafic pour permettre la connaissance des différents facteurs qui seront utile dans une deuxième partie.

En suite, une deuxième partie technique, qui comporte le dimensionnement du corps de la chaussée, ainsi que les différents équipements à savoir l'assainissement et la signalisation.

Mots clés :

Trafic, géométrie, tracé routier, carrefour, chaussé, dévers, assainissement.

ABSTRACT

Our thesis is integrated in the field of transport's infrastructure, it is the link between the two localities Oudjlida and Boudjlida over a length of 1 km 574 m, and the project is located in Tlemcen in an urban environment.

This thesis is divided into two parts:

Beginning with the first part, an overview of the project, including the study of traffic to allow the knowledge of the various factors that will be useful in the second part.

The second part is technical, it includes the sizing of the road structure as well as different equipments namely sanitation and road signs.

Keywords:

Traffic, geometry, road delineation, cross road, floor, camber, sanitation.

ملخص

يدخل مشروعنا ضمن مجال البنية التحتية للنقل, ذلك هو الرابط بين منطقتي اوجليدة و بوجليدة على طول يبلغ 1 كلم و 574 م, الواقعة بتلمسان ,وهو مشروع يقع في وسط حضري.

تنقسم هذه الدراسة إلى قسمين أساسيين.

نبدأ بالجزء أو القسم الأول, يتمثل في تقديم المشروع بصورة عامة, يتضمن أيضا دراسة حركة المرور التي تمكننا من معرفة مختلف العوامل المستعملة في الجزء الثاني.

و الجزء الثاني الذي هو تقني, يتمثل في حساب و تحجيم أجزاء هيكل الطريق, كذلك مختلف المعدات مثل الصرف الصحي واللافتات.

الكلمات المفتاحية:

حركة المرور، الهندسة، تخطيط الطريق، تقاطع، الطريق، الصرف الصحي.