

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Travaux Publics

Spécialité : voies et ouvrages d'arts

Thème

ÉTUDE TECHNIQUE D'UN PROJET ROUTIER AVEC UN PASSAGE SUPERIEUR SUR 3 KMS A SIDI BEL ABBES.

Présentée Par :

MAZARI AYMEN

BETTAH MOHAMED MAHFOUDH

Soutenu publiquement, le 08/06 /2023 devant le jury composé de :

M. BABA AHMED Ismail

Université de Tlemcen

Président

M. CHERIF BENMOUSSA Yazid

Université de Tlemcen

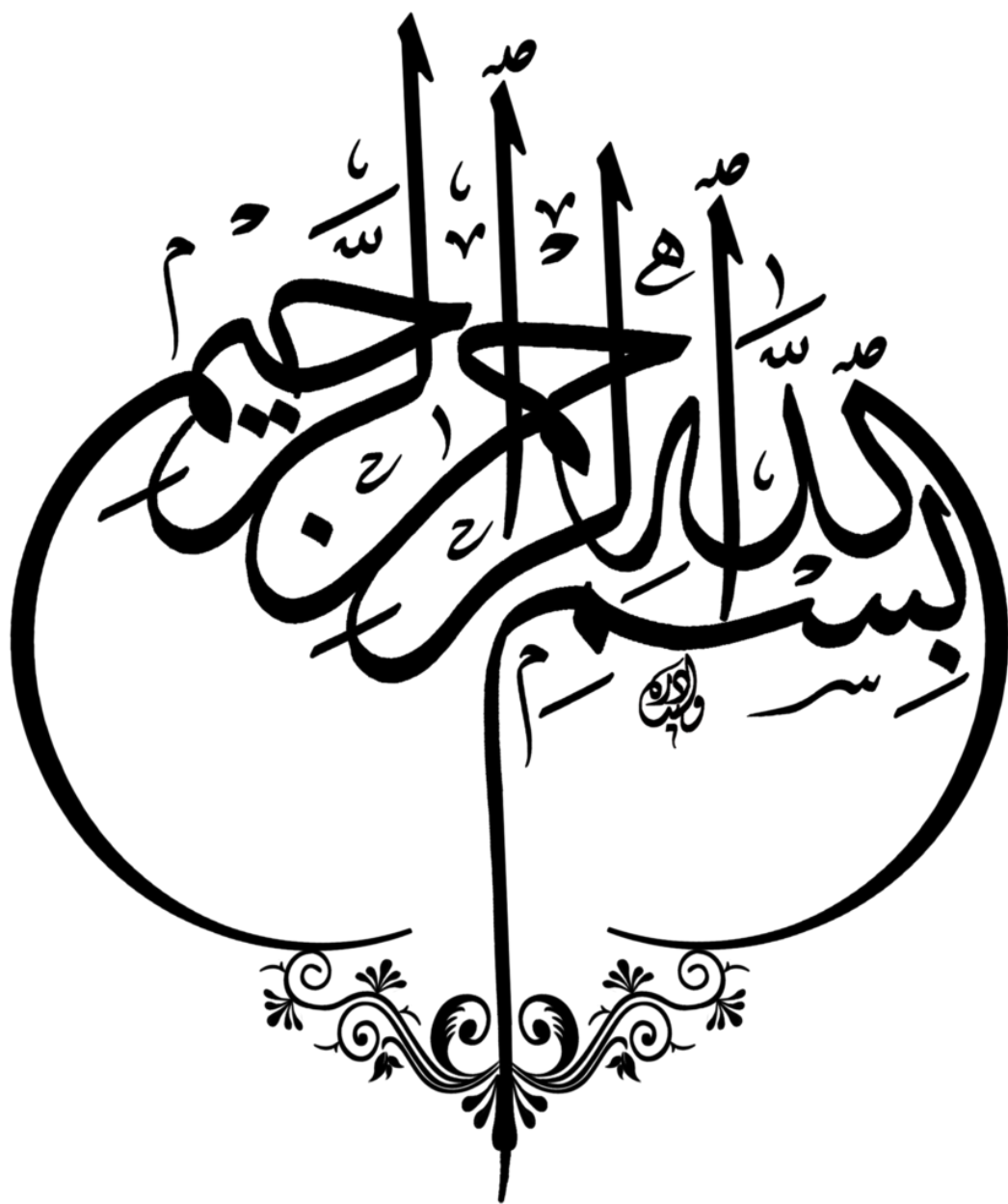
Examineur

M.BENAMAR Abderrahmane

Université de Tlemcen

Encadreur

Année universitaire : 2022 /2023



وقل رب زدني علما

Remerciement

-Nous remercions Dieu tout Puissant qui nous a donné la force et la volonté pour réaliser ce travail.

-Nous tenons à exprimer notre gratitude à notre encadreur Mr Abderrahmane **BENAMAR Abdrrahmane**, pour avoir accepté de nous encadrer tout au long de ce travail, pour sa disponibilité, son amabilité, ses conseils et suggestions durant tout notre cursus, et pour toute l'aide morale qu'il n'a cessé de nous donner.

-C'est avec beaucoup de gratitude et de reconnaissance que je remercie **Mr. CHERIF BENMOUSSA Yazide** pour la confiance qu'il nous a témoigné, sa disponibilité et ses conseils fructueux durant toute la durée de la réalisation de ce projet et accepté d'examiner et de juger notre travail.

- Nous tenons également à remercier **Mr BABA Ahmed** pour l'honneur qu'il nous fait de présider notre jury de soutenance nous lui exprimons ici notre profonde gratitude.

- Nous remercions aussi tous les enseignants et le personnel de l'université Abou Bakr Belkaid Faculté technologies. Toute notre gratitude va à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

- Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenus et encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire. Merci à toutes et à tous.

Dédicace

Avec l'aide d'ALLAH le tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que.
Le prophète (S.A.W) a dit: Tout celui qui ne remercie pas les Hommes, ne peut pas remercier Allah.

Je dédie ce travail à....

Ma très chère mère, qui m'a donné tant d'amour inconditionnel, et qui n'a pas
Ménagé tous ces efforts afin que je puisse atteindre ce moment tant attendu, pour sa confiance, ses
encouragements et surtout ses sacrifices et ses prières tous les jours

♥FATIHA ♥

il ma bien-aimée qui s'est battue et s'est sacrifiée pour moi

Ce travail est une partie de résultat de votre sacrifice

Mon très cher père

♥LAid ♥

Chers parents ; Que Dieu Tout-Puissant vous accorde santé, joie et longévité, et soyez assuré que je relèverai
la tête.

Des épaules solides mes chers frères qui ont toujours été à mes côtés,

Votre sacrifice, votre soutien matériel et moral

♥MOHAMED et WALID♥

A mes chere soures que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sinceres

Sentiments, leur encouragement continu et leur aid

♥A.H ♥

Le petite prince de la famille

♥AMIR WAIL♥

A toute **ma famille**, mes tantes, pour leur soutien inconditionnel. Trouvez ici ma profonde reconnaissance.

Dédicace spéciale à **mes amies**, Youcef, Mohammed L,S,B ,Mehdi,Hamidi,khalile

A mon binôme Mahfoud, mon collègue, qui a fait preuve d'esprit d'équipe indéniable, pour son sérieux et sa
motivation durant ce parcours, à toute sa famille.

A tous les professeurs qui m'ont enseigné

A toute la promotion Master VOA 2022 /2023.

A tous ceux qui m'aiment et que j'aime

MAZARI AYMEN

Dédicace

Avec l'aide la plus puissante d'ALLAH, j'ai pu accomplir ce travail trivial.

Le Prophète (S.A.W) a dit : Quiconque ne remercie pas les gens ne peut pas remercier Allah. Je dédie ce travail à... À MON CHER PÈRE **BARIKALLAH BETTAH** : Mon amour éternel, ma gratitude, mon dévouement et mon respect pour vous ne peuvent être exprimés par aucune dévotion. Tu es mon vrai modèle. Il n'y a rien dans ce monde qui vaille l'effort que je mets jour et nuit dans mon éducation et mon bonheur. Ce travail est le résultat de vos sacrifices pour mon éducation et ma formation. Merci à ma très chère maman, **MAREIM ABDELGHADER**, pour son amour inconditionnel et tous ses efforts pour m'amener à ce moment tant attendu, pour sa confiance, ses encouragements et surtout ses sacrifices quotidiens et Priez même si nous sommes éloignés

Merci à ma chère grand-mère grand-père, **FATIMETOU ABDELVETTAH, ABDELGHADER HABIBOULLAH** l'école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes mes années scolaires, m'a observé toute ma vie, m'a encouragé, m'a aidé,

Merci à toute ma famille, mes oncles, tantes, frères, sœurs, cousins sans exception, pour leur soutien inconditionnel. Retrouvez ici mes remerciements les plus profonds.

Merci à mon ami, mon collègue qui a fait preuve d'un esprit d'équipe indéniable, à son sérieux et sa motivation durant le parcours, à toute sa famille.

A tous les professeurs qui m'ont enseigné.

A mes amis de près ou de loin, pour leurs encouragements.

A toute la promotion MASTER VOA 2023.

MOHAMED MAHFOUDH

المخلص:

تندرج هذه الدراسة في إطار البنية التحتية للنقل وبالخصوص مجال النقل. فالطريق يعتبر عنصرا فعالا للربط بين مختلف مناطق الوطن والمساهمة في تنمية هذا عبر مختلف الانشطة الاقتصادية والتبادلات التجارية. هذا المشروع يعرض دراسة مفصلة على الطريق المنحرف شمال راس الماء على مسافة 3 كلم , ولاية سيدي بلعباس يحتوي هذا العمل على دراسة تقنية: دراسة حركة المرور, التصميم الهندسي للطريق و تصميم ابعاد الطريق اي المنظر العلوي, المقطع الطولي والعرضي. وكذلك ركزنا على حساب حجم الردم والحفر باستخدام برنامج covadis واخيرا تطرقنا الى اشارات الطريق.

الكلمات المفتاحية: الطريق ,حركة المرور ,كوفاديس

Résumé :

Cette étude s'inscrit dans le cadre des infrastructures de transport, notamment dans le domaine des transports. La route est considérée comme un élément efficace pour relier les différentes régions du pays et contribuer à son développement au niveau des différentes activités économiques et des échanges commerciaux. Ce projet présente une étude détaillée sur la route sinueuse au nord de Ras el-Ma, à 3 km de la wilaya de Sidi Bel Abbes. Ce travail contient une étude technique - la première partie qui comprend cinq axes : étude de trafic, conception technique de la route et conception des dimensions de la route : c'est-à-dire la vue de dessus, les coupes longitudinale et transversale, ainsi que nous nous sommes concentrés sur le calcul de la taille du remblai et des excavations à l'aide du programme covadis pour connaître les types de signalisation routier.

Mots clés : Trafic,Route,Covadis.

ABSTRACT:

This study falls within the framework of transportation infrastructure, especially in the field of transportation. The road is considered an effective factor for linking the different regions of the country and contributing to its development at the level of various economic activities and trade exchanges. This project presents a detailed study of the winding road north of Ras El Ma, 3 kilometers from the wilaya of Sidi Bel Abbes. This work contains a technical study - the first part includes five axes: the study of traffic, the engineering design of the road and the design of road dimensions: that is, the top view, the longitudinal and transverse sections, and we also focused on calculating the size of the backfill and excavations using the covadis program to know the types of road signs.

Keys word: Road, traffic,Covadis.

NOTATIONS :

A : Paramètre de la clothoïde.

G : accélération de la pesanteur = 10 m/s

C : Capacité de la route.

d1 : Distance d'arrêt.

d0 : Distance minimale de freinage.

dm : Distance de visibilité de dépassement minimale.

dmax : Dévers maximal

dMd : Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement.

dmin : Dévers minimal

dN : Distance de visibilité de dépassement normale

ds : Distance de sécurité entre deux véhicules.

fl : Coefficient de frottement longitudinal

ft : Coefficient de frottement transversal.

KA : Début de la clothoïde.

KE : Fin de la clothoïde.

Lmax : Longueur maximale d'un alignement.

Lmin : Longueur minimale d'un alignement.

N : Nombre de voies

R : Rayon de courbure.

R'vm : Rayon minimum absolu en angle rentrant.

Rv : Rayon de courbure en angle saillant.

Rvm : Rayon minimum absolu en angle saillant.

R'vn : Rayon minimal normal

RHd : Rayon au dévers minimal.

RHm : Rayon minimal absolu.

RHN : Rayon minimal normal

RHnd : Rayon non déversé

Si : Classe du sol selon sa portance.

Liste des tableaux

Tableau 1 Classification du relief en fonction de la dénivelée selon b40.....	6
Tableau 2 La sinuosité moyenne. Selon b40	7
Tableau 3 Classification de la sinuosité moyenne selon B40	7
Tableau 4 Valeurs du coefficient d'équivalence pour le poids lourd	13
Tableau 5 Coefficient de réduction de la capacité de la route(k1).B40	13
Tableau 6 Coefficient de réduction de la capacité de la route(k2). B40	14
Tableau 7 Valeurs théoriques de la capacité de la route (C). B40	14
Tableau 8 trafic à l'année 2022	15
Tableau 9 Récapitulatif des calculs de trafic eff	17
Tableau 10 Tableau Valeurs de la vitesse de référence(V)	20
Tableau 11 Valeurs des coefficients de frottement longitudinal b40	21
Tableau 12 les valeurs de d _{vd} m, d _{vd} n et d _{md}	25
Tableau 13 Tableau récapitulatif	26
Tableau 14 divers selon b40.....	28
Tableau 15 Coefficient de frottement transversal suivant b40	31
Tableau 16 Rayons du tracé en plan	32
Tableau 17 valeurs maximales de déclivité pour chaque catégorie et environnement comme proposé par les normes Algériennes B40.	40
Tableau 18 résumé des valeurs des rayons verticaux pour notre cas et de B40	43
Tableau 19 Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau	58
Tableau 20 classes de portances des sols	60
Tableau 21 Classification des sols supports	61
Tableau 22 Les zones climatiques en Algérie.....	61
Tableau 23 Récapitulatif des résultats	62
Tableau 24 caractéristiques de tous les types de lignes discontinues selon les normes européennes	70
Tableau 25 Signalisation vertical	73
Tableau 26 Signalisation horizontale:	74

Liste des Figures

Chapitre I:

Figure1. 1 Localisation de la commune dans la wilaya de Sidi Bel Abbès	3
Figure1. 3 Image Google [4]	5
Figure1. 4 B40.Normes Techniques d'aménagement des routes,» Algérie, Octobre 1977.	6
Figure1. 5 sinuosité moyenne	7
Figure1. 6Catégories des routes selon la norme Algérienne B40	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre II:

Figure2. 1Distance d'arrêt et de freinage	22
Figure2. 2 L'espace entre deux véhicules	24
Figure2. 3 Les éléments d'un tracé en plan	27
Figure2. 4 Force centrifuge	29
Figure2. 5 Les éléments de clothoïde	34
Figure2. 6 Courbe en S.....	36
Figure2. 7 Courbe à sommet.....	36
Figure2. 8 Courbe en C	37
Figure2. 9 Courbe en ove.....	37
Figure2. 10 Eléments géométriques du profil en long	39
Figure2. 11 Figure Les éléments constitutifs d'une chaussée	45
Figure2. 12 Profile en travers type cas remblai	46
Figure2. 13 Profile en travers type cas déblai	47
Figure2. 14 Profile en travers type cas mixte.....	48
Figure2. 15 Profil en travers types dans les Ouvrages	48

Chapitre III:

Figure3. 1 Structure type d'une chaussée souple	55
Figure3. 2 Chaussée semi-rigide	55
Figure3. 3 Structure type d'une chaussée rigide	56
Figure3. 4 La démarche du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves	59
Figure3. 5 classe de trafic (TPLi)	60

Chapitre IV:

Figure4. 2 Exemple de signalisation de danger	67
Figure4. 3 Les panneaux B.....	67
Figure4. 4 Les panneaux C.....	68
Figure4. 5 ligne continue.....	69
Figure4. 6 Types de modulation « signalisation routière art 144.....	71
Figure4. 7 Types des Lignes transversales	72
Figure4. 8 flèches de rabattement.....	72
Figure4. 9 flèches de sélection	73
Figure4. 10 Cas de notre projet.....	74
Figure4. 11 Paramètres de l'implantation des luminaires	75

Chapitre V :

Figure5. 1 la moyenne des aires	78
---------------------------------------	----

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE:	1
Chapitre I : Présentation du projet Etude du trafic	2
1-Introduction:	3
2. presentation du projet:.....	3
1.1 Généralités:	3
1.1.1 La composition administrative de la wilaya :	3
1.1.2 Topographie et Relief :	4
1.1.3 Situation démographique	4
1.1.4 Réseau routier :	4
1.2 Presentation de projet :.....	4
1.3 But de projet :.....	5
1.4 Environnement de la route :	5
1.4.1 La dénivelée cumulée h/L	6
1.4.2 La dénivelée cumulée moyenne h/L	6
1.4.3 La sinuosité moyenne Ls /L:	7
1.5 les catégories:	8
1.1.5 Norme utilisées :	8
2 Etude de trafic :	9
2.1 Introduction :	9
2.2 Nomenclature :	9
2.3 L'analyse de trafic existant :	9
2.3.1 Les comptages :	10
2.3.2 La Connaissance des flux (les enquêtes):.....	10
2.4 Différent type de trafic :	11
2.5. Calcule de la capacite :	11
2.5.1Définition de la capacité :	11
2.5.2 Projection future du trafic :	12
2.5.3Trafic effectif :	12
2.5.4 Débit de pointe horaire normal:	13
2.5.5 Débit horaire admissible:	13
2.6 Nombre de voies du profil en travers:.....	14
2.7 Application au projet:.....	15
2.7.1 Les donnes de Trafic:	15
2.7.2 Projection future du trafic	15
2.7.3 Calcul du trafic effectif:	15
2.7.4 Débit de pointe horaire normale:.....	16
2.7.5 Débit de pointe à l'année 2043 :	16
2.7.6 Débit admissible :	16
2.8Nombre de voies du profil en travers:.....	16
3.Conclusion:	16
Chapitre II : Géométrie de la Route	18
1.Introduction :.....	19
2. Le trace en plan:.....	19
2.1. Définition:.....	19
2.2 Règles à respecter dans le tracé en plan :	19
2.3 Vitesse de référence:.....	19
2.4 Paramètre cinématique:	20
2.4.1 Temps de perception- réactions:	20

2.4.2	Distance minimale de freinage	20
2.4.3	Distance d'arrêt:.....	22
2.4.4	distance de perception:.....	22
2.4.5	Distance de sécurité entre deux véhicules.....	23
Application au projet:	24
2.4.6	Manœuvre de dépassement :	24
3	Les éléments d'un tracé en plan:.....	26
3.1	Alignements droits:.....	27
3.1.1	La longueur minimale:	27
3.1.2	La longueur maximale:	27
3.1.3	Les avantages de l'alignements droits:.....	27
3.1.4	Devers en alignement droit:	28
3.2	Arcs de cercle :	28
3.2.1	Stabilité En Courbe :	29
3.2.2	Valeurs des rayons minimaux :	30
3.3	Courbe de raccordement (CR):.....	33
3.3.1:	Rôle et nécessité des courbes de raccordement :	33
3.3.2	Type de courbe de raccordement :	33
3.3.3	Longueurs minimales des raccordements à courbe progressive:.....	35
3.3.4	Détermination des paramètres de la clothoïde (A).....	36
3.4	Combinaison des éléments de tracé en plan :	36
3.4.1	Courbe en S :.....	36
3.4.2	Courbe à sommet :	36
3.4.3	Courbe en C :	37
3.4.4	Courbe en Ove :	37
4	Application au projet (exemple) :	37
5	Profil en long :	38
5.1	Définition:.....	38
5.2	Règles à respecter dans le profil en long :	39
5.3	Éléments géométriques du profil en long:	39
5.3.1	Déclivité :	40
5.3.2	Raccordements verticaux:	41
6	Le profil en travers :	45
6.1	Définition :.....	45
6.2	Différents types de profil en travers :	45
6.2.1	Profil en travers type :.....	46
6.2.2	Profil en travers courants :	46
7	Application au projet :	46
8	Conclusion:	49
Chapitre III : Terrassement et dimensionnement du corps de chaussée		50
1	Introduction :.....	51
2.	Terrassement :	52
2.1	Phases des travaux de terrassement:	52
2.2.1	Paramètres de nature:	52
2-2-2	Paramètres de comportement mécanique:	53
2-2-3	Paramètres d'état hydrique:	53
2-3	Conditions d'utilisation des matériaux en remblais:	53
3-La	chaussee:.....	53
3.1	Définition:.....	53
3.2-	Différents types de chaussées :.....	54

3.2.1	Chaussée Souple:	54
3.2.2	Chaussées semi – rigide :	55
3.2.3	chaussées rigides:	55
4.	Facteurs pour les études de dimensionnement du trafic :	56
4.1	Environnement:.....	56
4.2	Le sol support :	56
4-3	Les matériaux :	57
5-	Les principales méthodes de dimensionnement:	57
5-1	La méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio) :	57
5-2	La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves(CTTP) :	58
5-2-1	Les paramètres utilisés:.....	59
8-	Application au projet :	61
9-	Conclusion:	63
	Chapitre IV : Signalisation Routière	64
1	Introduction.....	65
2.	But des panneaux de signalisation	65
3.	Critères à respecter.....	65
4	Catégories de signalisation	65
5	Types de signalisation.....	66
5.1	Signalisation verticale.....	66
a)	Signaux de danger.....	66
b)	Signaux comportant une prescription absolue	67
C)	Signaux à simple indication	67
5.2	Signalisation horizontale	68
5.2.1.	Marquage longitudinal	69
c)	Largeur des lignes	70
5.2.2.	Marquages transversales	71
5.2.3.	Autres signalisations	72
6	Application au projet:	73
cédez-le-passage.....		74
ralentisseur		74
7.	Eclairage.....	75
7.1.	Introduction.....	75
7.2.	Catégories d'éclairage	75
7.3.	Paramètres d'implantation des luminaires.....	75
8	Conclusion	76
	Chapitre V Cubature	77
1	Cubatures	78
1.1	Définition.....	78
1.2	Méthode de calcul.....	78
1.3	Définition:.....	79
1.4	Application au projet:	79
	la méthode choisie pour le calcul c'est par logiciel Covadis.	79
	Conclusion Générale:.....	82
	Référence Bibliographique	84
	Bibliographie.....	85

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE :

La route est une voie de communication qui permet le développement des transports qui à leur tour favorisent la réduction des distances entre les lieux, entre les producteurs et les Consommateurs qui favorise le flux des biens et de personnes à travers toute une nation du Milieu urbain au milieu isolé. Le réseau routier occupe une place stratégique dans notre mode De transport, il est par conséquent, un élément essentiel et fondamental dans le processus de Développement du pays. Actuellement, en Algérie, le trafic routier a connu une évolution rapide, les routes existantes qui supportent ce trafic dont un pourcentage important du poids lourd, nécessitent des opérations de renforcement (réhabilitation, modernisation). L'évolution démographique et la forte urbanisation ont engendré plusieurs mutations, ainsi des recherches et des études des tracés linéaires des routes et d'autoroutes ont été menées à travers le pays, afin d'améliorer les infrastructures de transport. La route joue un rôle moteur très important dans l'aménagement du territoire, elle favorise l'implantation d'activités économiques et industrielles et réduit les coûts de transport et donc de production. La construction routière comprend toutes les opérations du processus de l'établissement des voies de circulation automobiles en zones urbaines, rurales ou forestières. Cette construction est régie par des normes visant la sécurité des usagers. Afin de bien planifier un projet de construction routière, il est nécessaire de connaître différents facteurs tels que le volume de trafic et la durée de vie de l'ouvrage.

Dans notre projet, nous réalisons une étude technique sur un tronçon routier au nord du RAS EL MA

Dans ce cas, la question posée est

- Comment développer un agencement avec de bonnes propriétés géométriques en tenant compte des contraintes existantes ?

Les études techniques comprendront : la présentation du projet et les études de trafic, la géométrie de la route,

Dimensionnement des terrassements et corps de chaussées.

Chapitre I :
Présentation du projet
Etude du trafic

1-Introduction:

Les voies de communication jouent un rôle essentiel dans la promotion du développement socio-économique, favorisant la croissance économique et améliorant les conditions de vie des utilisateurs.

Actuellement, en Algérie, le trafic routier connaît une évolution rapide. Les routes existantes, qui supportent une part importante du trafic de poids lourds, nécessitent des opérations de réhabilitation, de modernisation et de réaménagement. L'objectif de notre étude est de garantir la sécurité et le confort des utilisateurs.

Notre projet de fin d'études consiste en la création d'une infrastructure routière située dans la wilaya de Sidi Bel Abbès.

2. présentation du projet:

1.1 Généralités:

1.1.1 La composition administrative de la wilaya :

La wilaya de Sidi Bel Abbès est une wilaya algérienne située en nord-ouest avec une superficie de 9 150,63 km². Elle est limitée : [1]

- Au Nord, par la wilaya d'Oran.
- Au Sud, par la wilaya de Naama.
- A l'Ouest, par la wilaya de Tlemcen.
- A l'Est, par la wilaya de Saïda.

Elle est composée administrativement de 15 daïras et 52 communes



Figure1. 1 Localisation de la commune dans la wilaya de Sidi Bel Abbès [1]

1.1.2 Topographie et Relief :

Dans la wilaya de Sidi Bel Abbès, le relief présente une variation altitudinale. Le niveau général est d'environ 450 mètres près de la ville, puis il s'élève à 700 mètres à proximité du centre du district, et atteint 1100 mètres au sud de la province. Sur le plan physique, le relief peut être divisé en trois grandes unités distinctes : [2]

- montagnes.
- zones de plaine.
- prairie.

1.1.3 Situation démographique

La wilaya de Sidi Bel Abbès est abris environ de 604 744 habitants. (2008). [2]

1.1.4 Réseau routier :

La wilaya de Sidi Bel Abbès, située en Algérie, joue un rôle stratégique en tant que région de passage pour l'autoroute Est Ouest (AEO) A1, qui relie différentes régions et wilayas environnantes. La présence de cet axe routier principal renforce la connectivité de la région.

De plus, la wilaya de Sidi Bel Abbès est traversée par deux axes principaux. Le premier axe relie Oran à Sidi Bel Abbès, se poursuivant jusqu'à Ras El-Ma, en traversant la wilaya du nord au sud via la route nationale (RN) n°13. Le deuxième axe relie Tlemcen à Sidi Bel Abbès, puis continue vers Mascara, en traversant la wilaya d'ouest en est via la route nationale (RN) n°7.

Ces deux axes routiers importants contribuent à la circulation et à la connectivité de la wilaya de Sidi Bel Abbès avec les régions avoisinantes, facilitant ainsi les échanges et le développement économique de la région.

[3]

1.2 Présentation de projet :

Notre projet s'intéresse à l'étude technique d'un projet routier avec un ou plusieurs passages supérieurs sur 3 km à sidi bel abbés assurant la circulation du trafic routier de la région de sidi bel abbés vers les différents pôles de cette wilaya qui est une route à une seule chaussée bidirectionnelle

La vitesse de référence a été prise à 80Km/h



Figure1. 2 Image Google [4]

1.3 But de projet :

L'objectif de l'étude de notre projet est de :

- Réhabilitation de cette route
- Créer un accès rapide entre les localités
- Avoir une expertise dans le domaine de conception des routes et s'adapter avec les normes Algériennes

1.4 Environnement de la route :

L'environnement d'une route désigne l'état du type de relief existant dans une zone selon la norme Algérienne B40. Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe sont : [5]

1.4.1 La dénivelée cumulée h/L

C'est la somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportées à la longueur de cet itinéraire. Elle permet de mesurer la variation longitudinale du relief [5]

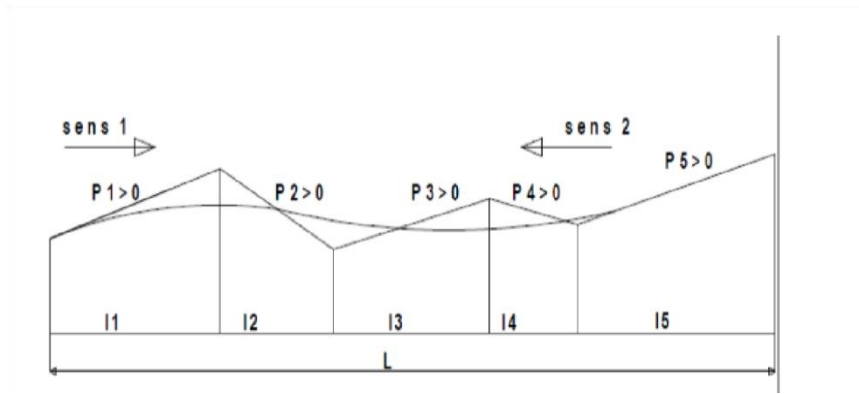


Figure1. 3 B40.Normes Techniques d'aménagement des routes,» Algérie, Octobre 1977. [5]

1.4.2 La dénivelée cumulée moyenne h/L

h1=dénivelée cumulée sens 1 :

$$h_1 = \sum_{P_i > 0} P_i \times l_i$$

h2=dénivelée cumulée sens 2 :

$$h_2 = - \sum_{P_i < 0} P_i \times l_i$$

Et : $h = h_1 + h_2$

h=déniveléecumuléetotale

l=longueurdel'itinéraire

C'est le rapport qui permet d'estimer la variation du relief

Tableau 1 Classification du relief en fonction de la dénivelée selon b40

N° code	Classification	Dénivelée cumulée moyenne
1	Terrain plat	$h/L \leq 1,5 \%$
2	Terrain vallonné	$1,5\% < h/L \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$4 \% < h/L$

1.4.3 La sinuosité moyenne L_s/L :

La sinuosité d'un itinéraire est égale au rapport entre la longueur sinueuse L_s et 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. [5]

$$\sigma = (L_s)/L$$

Avec :

L_s : la longueur cumulée des courbes de Rayon $\leq 200m$. $L_s = \sum L_{R \leq 200m}$

L : La longueur totale de l'itinéraire

L_r : développement de virage.

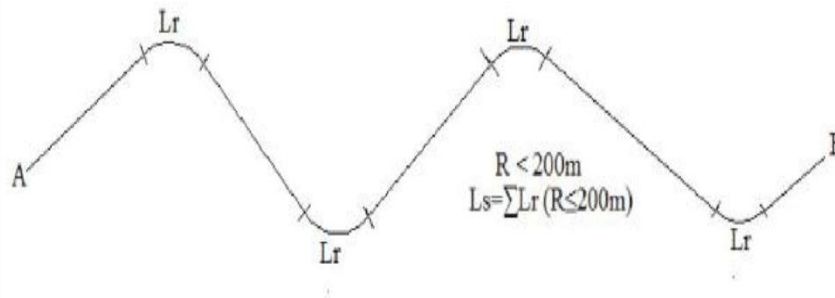


Figure1. 4 sinuosité moyenne [5]

Tableau 2 La sinuosité moyenne. Selon b40 [5]

N° de code	Classification	Sinuosité moyenne
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.1$
2	Sinuosité moyenne	$0.1 \leq \sigma \leq 0.3$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.3$

L'association de deux paramètres précédents (sinuosité moyenne et dénivelée cumulée moyenne), nous donne les trois types d'environnement :

Tableau 3 Classification de la sinuosité moyenne selon B40 [5]

RELIEF	Sinuosité		
	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E3	E3

1.5 les catégories:

En Algérie, les routes sont classées en cinq catégories fonctionnelles qui correspondent aux finalités économiques En Algérie, les routes sont classées en cinq catégories fonctionnelles qui correspondent aux finalités économiques et administratives des itinéraires considérés. Cette classification permet de mieux définir les caractéristiques et les usages des différentes routes du pays. Voici un aperçu de ces cinq catégories : [5]

Catégorie 1 :

- Liaisons entre les grands centres économiques et les centres d'industrie lourde.

Catégorie 2 :

- Liaisons entre les centres d'industrie de transformations.
- Liaisons assurant le rabattement des pôles d'industrie légères diversifiées sur le réseau précédent

(Cat.1)

Catégorie 3:

- Liaisons entre les chefs-lieux de daïra et de wilaya non desservis par les réseaux précédents, avec le réseau de Catégories 1 et 2.

Catégorie 4:

- Liaisons entre les centres de ville avec le réseau catégories 1 à 3.

Catégorie 5:

- Route et piste non comprise dans les catégories précédentes.

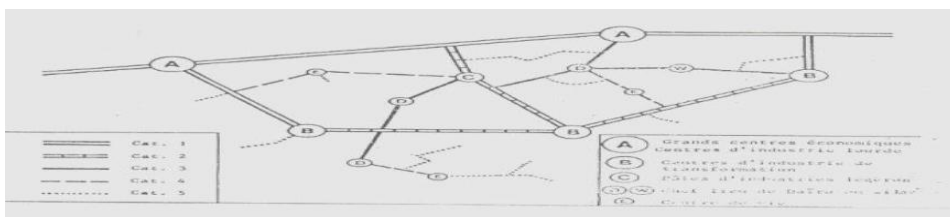


Figure1. 5Catégories des routes selon la norme Algérienne B40 [5]

1.1.5 Norme utilisées :

La norme B40 appartient à l'Algérie. Elle a pour but de guider l'étude technique en respectant les règles en vigueur. Cependant l'ancienneté de cette norme impacte sur son utilisation, car la majorité des études sont faite à l'aide d'autres normes plus récentes que la B40

2 Etude de trafic :

2.1 Introduction :

Effectivement, l'étude de trafic joue un rôle essentiel dans la planification et la réalisation de tout projet d'infrastructure de transport. Le trafic routier fait référence à l'ensemble des véhicules légers et lourds qui circulent sur une section de route pendant une période donnée, et il a un impact direct sur la conception de la chaussée.

Pour mener une étude de projet routier, il est nécessaire de déterminer la classe de trafic en se basant sur des recensements effectués par des comptages. Ces comptages peuvent être réalisés de manière manuelle, automatique ou directionnelle, ou encore à partir d'enquêtes auprès des usagers de la route.

L'objectif de cette étude est de définir le type d'aménagement à réaliser, en prenant en compte les caractéristiques du trafic. Cela inclut la détermination du nombre de voies nécessaires, le type d'échange (intersections, échangeurs, etc.) ainsi que le dimensionnement de la chaussée pour répondre aux exigences de capacité et de sécurité. [6]

2.2 Nomenclature :

Dans le domaine de l'étude des trafics, il est nécessaire de fixer les définitions des termes couramment employés: [6]

- **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 L'analyse de trafic existant :

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriées. [7]

Pour obtenir le trafic, on peut recourir aux deux méthodes qui sont :

- Le comptage sur route (manuel ou automatique).
- Une enquête de circulation.

2.3.1 Les comptages :

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage : [7]

a) Les comptages automatiques:

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires. En ce qui concerne les comptages permanents, ils sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés

Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

b) Les comptages manuels:

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques.

Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports en communs. Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.M.J.A).

2.3.2 La Connaissance des flux (les enquêtes):

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

Elle permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange. Il existe plusieurs types d'enquêtes. [7]

a) Enquêtes papillons ou distributions:

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties. Un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes

b) Relevé des plaques minéralogiques:

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros Minéralogiques des véhicules. La comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

C) Interview des conducteurs:

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis.

On arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :

- ✓ Origine.
- ✓ Motif.
- ✓ Fréquence et durée.
- ✓ Trajet utilisé.

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tels que le type de véhicule.

d) Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage :

une enquête ménages permet d'obtenir des données détaillées sur les déplacements des ménages dans une agglomération, ce qui contribue à une meilleure compréhension des besoins en matière de transport et à l'élaboration de mesures visant à améliorer la mobilité et la qualité de vie des habitants.

2.4 Différent type de trafic :

On distingue quatre types de trafics : [8]

a-Trafic normal: C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet.

b-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.

c-Trafic induit: 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 :

d-Trafic total: Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

2.5. Calcule de la capacite :

2.5.1 Définition de la capacité :

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point 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. [7]

La capacité dépend:

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Le type d'utilisateurs habitués ou non à l'itinéraire.

- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

Le choix du nombre de voie résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à-dire le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'horizon. Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

2.5.2 Projection future du trafic :

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

$$TMJA_h = TMJA_0 \times (1+r)^n$$

Avec :

TMJA_h: le trafic à l'année horizon.

TMJA₀ : le trafic à l'année de référence.

N : nombre d'année.

r : le taux d'accroissement du trafic (%).

2.5.3 Trafic effectif :

C'est le trafic évalué en unité de véhicules particuliers (UVP), en fonction du type de route et de l'environnement.

Pour cela on adopte des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (UVP). Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

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

Avec :

T_{eff}: Trafic effectif à L'année horizon en (uvp) .

z: Pourcentage de poids lourd.

p: Coefficient d'équivalence pour le poids lourd. Il dépend de la nature de la route et de la classe de l'environnement.

Tableau 4 Valeurs du coefficient d'équivalence pour le poids lourd [5]

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

2.5.4 Débit de pointe horaire normal:

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon. Il est donné par la formule :

$$Q = \frac{1}{n} \times T_{eff}$$

Avec :

Q : Débit de pointe horaire (UVP).

$\frac{1}{n}$: Coefficient de pointe prise égale à 0,12 (en général).

2.5.5 Débit horaire admissible:

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

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

Avec :

Q_{adm} : Débit horaire maximal accepté par voie, compte tenu du niveau de service visé.

K1 : Coefficient lié à l'environnement.

K2 : Coefficient lié à la catégorie de la route et de son environnement.

C_{th}: Capacité effective (théorique) par voie, en U.V.P/h qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Les coefficients **K1** et **K2** dépendent de l'environnement, de la largeur initiale de chaussée et de la valeur du temps.

- Valeurs de K1 :

Tableau 5 Coefficient de réduction de la capacité de la route(k1).B40 [5]

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90-0.95

• Valeurs de K2 :

Tableau 6 Coefficient de réduction de la capacité de la route(k2). B40 [5]

K2		Catégorie de la route				
		1	2	3	4	5
Environnement	E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
	E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Les valeurs de C_{th} selon le tableau ci-dessous :

Tableau 7 Valeurs théoriques de la capacité de la route (C). B40 [5]

Nombre des voies de la route	Capacité théorique. (uvp/h)
Route à 2 voies de 3,5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3,5m	2400 à 3200
Route à 4 voies de 3,5m	3000 à 3400
Route à chaussées séparées	1500 à 1800

2.6 Nombre de voies du profil en travers:

Le choix du nombre de voies s'écoule de la comparaison entre le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation. B40

$$Q \leq Q_{adm}$$

Le nombre N de voie du profil en travers est tel que :

➤ Cas d'une chaussée bidirectionnel $N = \frac{Q}{Q_{adm}}$

➤ Cas de deux chaussées unidirectionnelles $N = S \times \frac{Q}{Q_{adm}}$

Avec :

S : étant un coefficient traduisant la dissymétrie dans la répartition du trafic, en générale égale à $\frac{2}{3}$.

Q_{adm} : Débit admissible par voie.

2.7 Application au projet:

2.7.1 Les donnes de Trafic:

Tableau 8 trafic à l'année 2022

trafic à l'année 2022	TMJA2022 : 3000 v/j
Taux d'accroissement annuel du trafic	3%
Pourcentage du poids lourds	Z=30%
Vitesse base du trafic	V=80 Km/h
L'année de mise en service	2023
durée de vie	20 ans
Catégorie	C3
Environnement	E2
Coefficient d'équivalence de poids lourds	P=3

2.7.2 Projection future du trafic

$$TMJA\ 2023 = TMJA2022 (1 + 0.03)$$

$$TMJA2023 = 3000 (1 + 0.03)$$

$$TMJA2023 = 3090\ v/j$$

$$TMJA2043 = TMJA2023 (1+0.03)^{20} \quad TMJA2043 = 3090 (1 + 0.03)^{20}$$

$$TMJA2043 = 5581\ v/j$$

2.7.3 Calcul du trafic effectif:

$$Teff\ 2023 = TMJA2023 \times [(1-Z) + p \times z]$$

$$Teff\ 2023 = 3090 \times [(1 - 0.33) + 3 \times 0.33]$$

$$Teff\ 2023 = 5130\ uvp/j$$

$$Teff\ 2043 = TMJA2043 \times [(1-Z) + p \times Z]$$

$$Teff\ 2043 = 5581 \times [(1 - 0.33) + 3 \times 0.33]$$

$$Teff\ 2043 = 9265\ uvp/j$$

2.7.4 Débit de pointe horaire normale:

Débit de pointe à l'année 2023

$$Q_{2023} = 0.12 \times 5130$$

$$\boxed{Q_{2023} = 616 \text{ uvp/h}}$$

2.7.5 Débit de pointe à l'année 2043 :

$$Q_{2043} = 0.12 \times 9265$$

$$\boxed{Q_{2043} = 1112 \text{ uvp/h}}$$

2.7.6 Débit admissible :

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

Avec :

$$K_1 = 0.85$$

$$K_2 = 0.99$$

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

$$Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 2000$$

$$\boxed{Q_{adm} = 1683 \text{ uvp/h}}$$

2.8 Nombre de voies du profil en travers:

$$N = \frac{Q}{Q_{adm}}$$

$$N = \frac{1112 \times 2}{1683 \times 3}$$

$$N = 0,44$$

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

3. Conclusion:

Selon la norme B40, le projet est classé en Catégorie **3** et se trouve dans un environnement moyen **E2**.

Le profil en travers retenu est défini comme suit :

- Route bidirectionnelle **2x1** voies avec **7m** comme largeur d'une Chaussée, avec des accotements de **1.5m**

Le résultat de calcul est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 9 Récapitulatif des calculs de trafic eff

TMJA2023 (v/j)	3090
TMJA2043 (v/j)	5581
Teff 2023(uvp /j)	5130
Teff 2043 (uvp /j)	9265
Q2043 (uvp/ h)	1112
Qadm(uvp / h)	1683

Chapitre II :

Géométrie de la Route

1.Introduction :

La conception de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route Le chemin naturel et son ajustement le plus raisonnable à la configuration de terrain. De plus, la surface de piste de la route est un concept spatial, est défini géométriquement par un groupe de trois éléments

- Tracé en plan.
- Profil en long.
- Profil en travers

2. Le trace en plan:**2.1. Définition:**

Le tracé en plan est la représentation sur un plan horizontal de l'axe de la route. Il est constitué en général par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle reliées entre eux par des courbes de raccordement progressif. [5]

Le tracé se caractérise par une vitesse de référence à partir de laquelle on pourra Déterminer ou définir toutes caractéristiques géométriques de la route.

2.2 Règles à respecter dans le tracé en plan :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes : [9]

- Évitez les traversées des vallées fluviales dans la mesure du possible afin de minimiser les impacts.
- La construction d'ouvrages d'art doit être motivée par des considérations économiques.
- Utilisez un grand rayon de courbure si les conditions du sol le permettent.
- Respectez la ligne d'eau maximale dans la conception.
- Respectez la pente maximale et tentez de suivre une seule courbe de niveau autant que possible.
- Si possible, respectez la longueur minimale des segments rectilignes dans l'itinéraire.
- Intégrez le raccordement au réseau existant dans la planification.

2.3 Vitesse de référence:

Le choix de la vitesse de référence pour une route est déterminé en fonction de sa catégorie et de son environnement. Ce choix doit garantir la sécurité et le confort des usagers, tout en tenant compte des contraintes spécifiques (topographie, terrains, obstacles, climats, etc.)

Tableau 10 Tableau Valeurs de la vitesse de référence(V) [5]

	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4	Catégorie 5
E1	120-100-80	120-100-80	120-100-80	100-80-60	80-60-40
E2	100-80-60	100-80-60	100- 80 -60	80-60	60-40
E3	80-60-40	80-60-40	80-60-40	60-40	40

2.4 Paramètre cinématique:

Cette étude cinématique vise à déterminer le comportement de la voiture sur la route et les facteurs qui l'affectent, y compris le comportement physiologique et psychologique du conducteur. [10]

2.4.1 Temps de perception- réactions:

C'est le temps nécessaire pour la prise de décision de freinage quand il s'agit d'une situation exigeant le ralentissement. Les valeurs proposées par la norme B40 sont pour : [5] [10]

Catégorie 1 et 2 – Environnement 1 et 2 :

$$t = 1,8s \text{ pour } V > 80 \text{ Km/h}$$

$$t = 2s \text{ pour } V \leq 80 \text{ Km/h}$$

Catégorie 1 et 2 – Environnement 3 :

$$t = 1,8s \text{ quelle que soit } V$$

Catégorie 3, 4 et 5 :

$$t = 1,8s \text{ pour } V > 60\text{Km/h}$$

$$t = 2s \text{ pour } V \leq 60\text{Km/h}$$

2.4.2 Distance minimale de freinage d_0 :

La distance minimale de freinage est la longueur parcourue par la voiture pendant l'action de freinage. [5]

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

V_r : vitesse de référence en Km/h.

e : déclivité.

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

Le coefficient de frottement longitudinal varie suivant la vitesse comme l'indique le tableau suivant :

Tableau 11 Valeurs des coefficients de frottement longitudinal b40

V(km/h)	120	100	80	60	40
Catégorie					
Cat 1-2	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45
Cat 3-4-5	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49

Pour notre projet on a

$$f_{rl} = 0.43$$

❖ **Application au projet:**

➤ En alignement droit : $e = 0$

(Cas purement théorique)

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

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{80^2}{0.43} = 60m$$

➤ **En rampe** : $e = 0.0495$

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

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{80^2}{(0.43 + 0.0495)} = 53.38m$$

➤ *En pente* $e = -0.0277$

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

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{80^2}{(0.43 - 0.0277)} = 63.63m$$

2.4.3 Distance d'arrêt:

La distance de freinage totale nécessaire pour qu'un véhicule s'arrête en présence d'un obstacle est calculée en ajoutant la distance parcourue pendant le temps de perception-réaction à la distance de freinage "d". [10]

$$d = d_1 + d_0$$

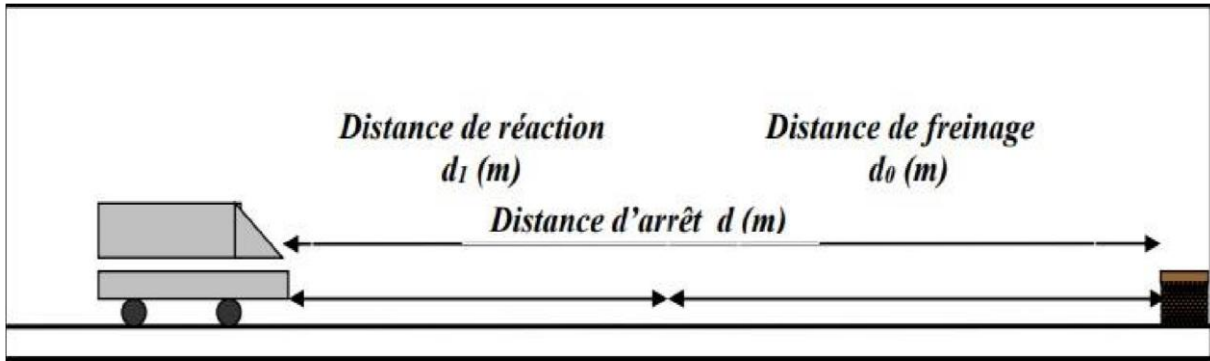


Figure2. 1Distance d'arrêt et de freinage

2.4.4 distance de perception:

Le temps requis pour effectuer une manœuvre d'arrêt, de changement de voie ou d'insertion est de 6 secondes. On désigne par "distance de perception" la somme de la distance d'arrêt et de la distance parcourue pendant ces 6 secondes. [11]

En alignement droit:

Pour $V_r > 60$ Km/h et quand $t = 1.8$ s

$$d = d_0 + 0.5 \times V_r$$

❖ Application :

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

$$t = 1.8 \text{ s}$$

$$d = d_0 + 0.5 \times V_r$$

➤ En palier : $d = 60 + 0.5 \times 80 = \boxed{100m}$

➤ En rampe : $53.38 + 0.5 \times 80 = \boxed{93.38m}$

➤ En pente : $63.63 + 0.5 \times 80 = \boxed{103.63m}$

En situation de conduite en courbe, il est nécessaire de majorer la distance de freinage de 25% par rapport à une situation en ligne droite. Cette majoration est due au fait que le freinage est moins efficace en courbe, afin d'éviter de perdre le contrôle du véhicule.

Pour $V_r > 60$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = 1.25 \times d_0 + 0.5V_r$

Application :

$V_r = 80$ Km/h $t = 1.8$ s

$d = 1.25 \times d_0 + 0.5V_r$

➤ En palier $d = 1.25 \times 60 + 0.5 \times 80 = \boxed{115m}$

➤ En rampe : $d = 1.25 \times 53.38 + 0.5 \times 80 = \boxed{106.72m}$

➤ En pente : $d = 1.25 \times 63.63 + 0.5 \times 80 = \boxed{119.53m}$

2.4.5 Distance de sécurité entre deux véhicules

Dans le scénario où deux véhicules circulent dans la même direction sur la même voie à la même vitesse, nous cherchons à déterminer l'espacement entre les deux véhicules de manière à ce que si le premier véhicule est contraint d'effectuer un freinage maximal pour éviter un obstacle, cet espacement permette au second véhicule de s'arrêter en toute sécurité sans risque de collision. [11]

$$ds = \left(\frac{v}{3,6}\right) \times tp + L$$

Avec :

V : la vitesse en km/h

tp: Temps de perception-réaction

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

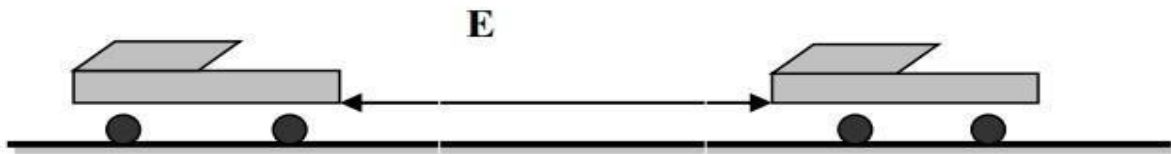


Figure 2. 2 L'espacement entre deux véhicules

Application au projet:

$V = 80 \text{ km/h}$

$t_p : 1.8 \text{ s}$

$L : 5 \text{ m}$

$$d_s = \left(\frac{80}{3.6}\right) * 1.8 + 5 = \boxed{45 \text{ m}}$$

2.4.6 Manœuvre de dépassement :

d_{vdm} : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

d_{vdN} : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

d_{md} : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement Tableau

Valeur de d_{vd} et d_{md} en fonction de la vitesse

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de d_{vdm} , d_{vdn} et d_{md}

Tableau 12 les valeurs de d_{vdm} , d_{vdN} et d_{md} [5]

Vr(Km/h) Distance	40	60	80	100	120	140
	d_{vdm}	4v 160	4v 240	4v 320	4.2v 420	4.6v 550
d_{vdN}	6v 240	6v 360	6v 480	6.2v 620	6.6v 790	7v 980
d_{md}	70	120	200	300	425	/

c)Application:

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

$d_{vdm} = 320 \text{ m}$

$d_{vdN} = 480 \text{ m}$

$d_{md} = 200 \text{ m}$

Ci-dessous nous avons les résumés des résultats dans le tableau 13 suivants

Tableau 13 Tableau récapitulatif

		B40	Calculés (m)
Vitesse de référence	V_r (km/h)	80	-
Temps de Perception- Réaction	T_p (s)	1.8	-
Coefficient de frottement longitudinal	f_l	0,43	-
Distance de freinage Minimale	d_0 (m)	60	63
Distance d'arrêt	d_1 (m)	100	103
Distance de visibilité dépassement minimale	d_m (m)	320	320
Distance de visibilité de dépassement normale	d_N (m)	480	480
Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement	d_{Md} (m)	200	200
Distance de sécurité	d_s (m)	-	45m

3 Les éléments d'un tracé en plan:

En termes de conception, le tracé de l'axe des routes est généralement composé de segments rectilignes reliés par des arcs de cercles. Toutefois, l'évolution des vitesses de circulation élevées a conduit à l'utilisation d'un élément supplémentaire pour assurer une transition en douceur entre les segments mentionnés précédemment. Les éléments géométriques couramment utilisés dans la conception de l'alignement en plan sont donc les suivants :

- Alignements droits : des sections de route rectilignes.
- Arcs de cercle : des segments courbés d'une route qui suivent une trajectoire circulaire.
- Courbe de raccordement (CR) : une courbe de transition avec des courbures progressives utilisée pour connecter en douceur les alignements droits et les arcs de cercle adjacents.

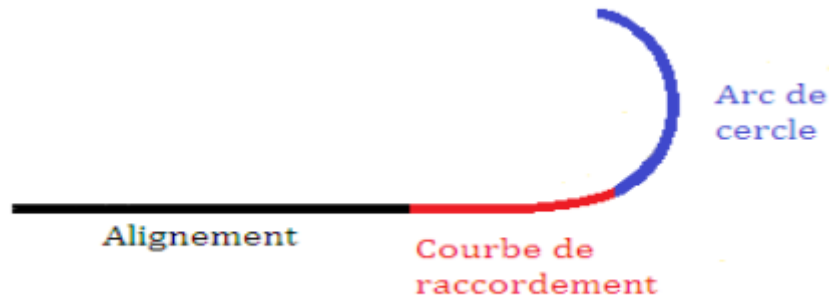


Figure2. 3 Les éléments d'un tracé en plan [5]

3.1 Alignements droits:

3.1.1 La longueur minimale:

La longueur minimale d'alignement, notée L_{min} , doit être respectée entre deux courbes circulaires de même sens. Cette longueur est définie comme la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale autorisée par le rayon le plus grand parmi les deux arcs de cercle. [12]

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

Avec V_B : vitesse de base en (m/s)

$$T = 5s$$

3.1.2 La longueur maximale:

Selon les normes de B40, la longueur maximale d'un alignement, notée L_{max} , est déterminée en prenant en compte la distance parcourue pendant 60 secondes à une vitesse donnée V (m/s). [12]

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

Avec V_B vitesse de base en (m/s)

$$T = 60s$$

3.1.3 Les avantages de l'alignements droits:

- ❖ L'alignement droit a toujours été considéré comme le meilleur parce que : [12]
Dans les alignements de bonne visibilité, il est préférable d'opter pour le chemin le plus court qui ne génère pas de force centrifuge significative. Cette approche permet d'assurer une meilleure sécurité et une conduite plus confortable pour les conducteurs. De plus, les alignements courts favorisent les dépassements plus faciles pour les véhicules.
- ❖ facile à construire par rapport les autres éléments.

a) Application au projet :

Avec V_B : vitesse de base en (m/s) $V_B = 80 \text{ Km/h}$ et $T = 5s$.

Donc:

$$L_{min} = 5 \times V B$$

$$L_{min} = 5 \times 80 \times 1000 / 3600$$

$$\boxed{L_{min} = 111,11 \text{ m}}$$

Avec V B : vitesse de base en (m/s) V B = 80 Km/h et T= 60 s. Donc :

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

$$L_{max} = 60 \times 80 \times 1000 / 3600$$

$$\boxed{L_{max} = 1333,33 \text{ m}}$$

3.1.4 Devers en alignement droit:

En alignement droit, le dévers est utilisé pour permettre l'écoulement des eaux de pluie sur la chaussée. Dans des conditions d'exécution optimales, sa valeur maximale est fixée à 2,5%. Cependant, lorsque des risques de tassement ou des difficultés d'exécution sont présents, cette valeur maximale peut être augmentée à 3%. [12]

Tableau 14 divers selon b40

Environnement	Facile	Moyen	difficile
Devers			
Devers minimal			
-cat .1-2	2.5 %	2.5 %	2.5 %
-cat .3-4-5	3 %	3 %	3 %
Devers maximal			
-cat .1-2		7 %	7 %
-cat .3-4	7 % 8 %	8 %	7 %
-cat .5	9 %	9 %	9 %

3.2 Arcs de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

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

3.2. 1Stabilité En Courbe :

Dans un virage, la force centrifuge a tendance à causer une instabilité du système. Pour réduire cet effet, la chaussée est inclinée transversalement vers l'intérieur de la courbe, ce qui permet d'éviter le phénomène de dérapage. Cette inclinaison est connue sous le nom de dévers et est exprimée par sa tangente.

Les rayons en plan dépendent des facteurs suivants :

Force centrifuge FC

$$F_c = m \times V^2/R$$

g :Accélération de la pesanteur

R:rayon de courbe

m: la masse de véhicule

Force centrifuge:

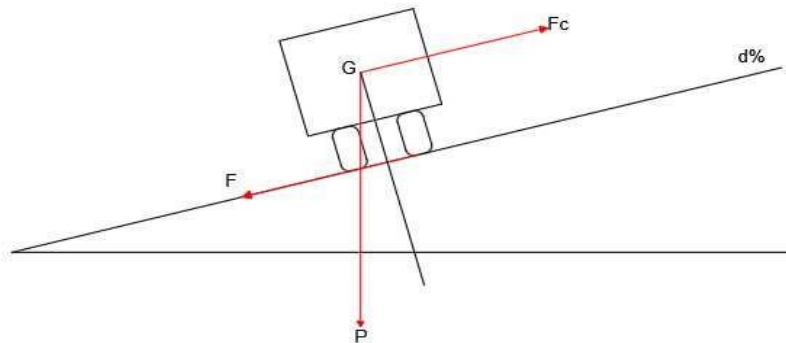


Figure2. 4 Force centrifuge [11]

3.2.2 Valeurs des rayons minimaux :

Pour chaque vitesse, on définit une série de couples (R, d) [5]

✓ **Rayon horizontal minimal absolu (RH min) :**

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal Avec :

$$RH_{\min} = \frac{V_r^2}{127(ft + d_{\max})}$$

Ft : coefficient de frottement transversal.

Vr : la vitesse

Dmax : dévers maximum

✓ **Rayon minimal normal (RHn) :**

Le rayon minimal normal (RHn) doit permettre à des véhicules dépassant VB de 20Km/h de rouler en sécurité. [5]

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

Ft : coefficient de frottement transversal.

Vr : la vitesse

Dmax : dévers maximum

✓ **Rayon au dévers minimal (RHd) :**

Le rayon au dévers minimal est le rayon de courbure au-delà duquel les chaussées sont inclinées vers l'intérieur du virage. À ce rayon, l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse Vr est équivalente à celle subie par un véhicule circulant à la même vitesse en ligne droite, c'est-à-dire sans virage [5]

$$RH_d = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{\min}}$$

Dévers associé Dmin = 3% en catégorie 3

✓ **Rayon minimal non déversé (RHnd) :**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toi et le devers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (RHnd). [5]

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

b) Application au projet :

Les données :

La vitesse :

$$V_r = 80 \text{ km/h}$$

Selon le tableau:

Devers minimal et maximal:

Environnement 2(cat3)

- Dévers minimale Dmin =3%

-Dévers maximal Dmax =8%

Tableau 15 Coefficient de frottement transversal suivant b40 [5]

V (km/h)	40	60	80	100	120
Ft	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11

$$F_T = 0.15$$

Pour notre projet $f'' = 0,07$ CAT 3

Les calculs :

Rayon horizontal minimal absolu

$$RHm = \frac{Vr^2}{127(ft + Dmax)} = \frac{80^2}{127(0.15 + 0.08)} = 220m$$

❖ Horizontal minimal normale (RHn):

$$RH_n = \frac{(Vr+20)^2}{127(ft+dmax)}$$

$$RH_n = 342m$$

❖ Rayon au dévers minimal (RHd) :

$$RH_d = \frac{Vr^2}{127 \times 2 \times d_{miinn}} = \frac{80^2}{127 \times 2 \times 0.03}$$

$$RH_d = 840m$$

❖ Rayon minimal non déversé (RHnd) :

$$RH_{nd} = \frac{Vr^2}{127 \times (f'' - d_{min})} = \frac{80^2}{127(0.07 - 0.03)}$$

$$RH_{nd} = 1260m$$

Tableau 16 Rayons du tracé en plan

Paramètres	Symboles	Valeurs (m)
Vitesse(Km/h)	v	80
Divers maximal(%)	Dmax	8
Rayon horizontale minimal(m)	RHm (8%)	220
Rayon horizontal normal(m)	RHn (6%)	342
Rayon horizontal déversé(m)	RHd (3%)	840
Rayon horizontal non déversé(m)	RHnd (-3%)	1260

3.3 Courbe de raccordement (CR):

Le tracé rationnel des routes modernes se compose de lignes, d'arcs de cercles. et Section de connexion avec courbure progressive au milieu. [13]

3.3.1: Rôle et nécessité des courbes de raccordement :

L'utilisation de CR est justifiée par les conditions suivantes : [13]

- ✓ Stabilité latérale au transversale du voitur.
- ✓ Confort des utilisateurs
- ✓ Transition de la forme de la chaussée

3.3.2 Type de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désiré d'une variation continue de la courbure, on a retenu les trois courbes suivantes : [13]

❖ Parabole cubique :

Cette courbe présente une utilité limitée en raison de sa courbure qui atteint rapidement une valeur maximale. Elle est généralement utilisée dans le domaine ferroviaire.

❖ Lemniscate:

Courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes Clothoïde

❖ Clothoïde:

Les courbes clothoïdes sont utilisées pour connecter des lignes droites, des cercles ou un cercle et des lignes droites ayant un rayon inférieur à 200 mètres. Ce type de courbe présente l'avantage de maintenir une variation constante de l'accélération latérale. Cela signifie qu'elle permet une transition progressive entre différentes directions, ce qui est idéal pour assurer le confort de l'utilisateur.

$$A^2 = RL$$

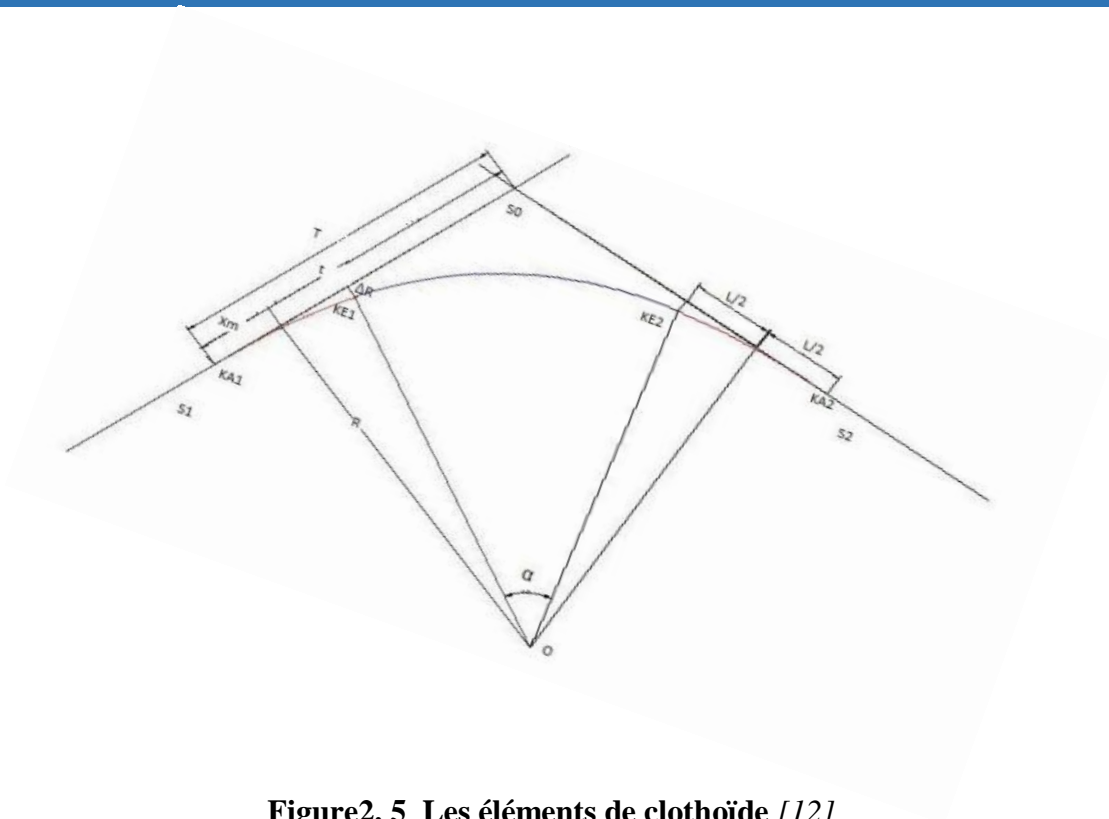


Figure2. 5 Les éléments de clothoïde [12]

O : Centre de cercle.

R : Rayon du cercle.

T : grande tangente.

t : petite tangente.

X_m : Abscisse du centre de cercle.

τ : Angle des tangentes.

ΔR : Décalage entre l'élément droit et arc decercle.

KA : début de la clothoïde.

KE : fin de la clothoïde.

A : Paramètre de la clothoïde.

L : longueur de la branche de la clothoïde.

3.3.3 Longueurs minimales des raccordements à courbe progressive:

Le raccordement entre deux courbes circulaires ou une courbe et un alignement, doit

Satisfaire aux trois conditions suivantes : [13]

✓ **Condition optique :**

Pour garantir une vue satisfaisante de la route et informer les usagers du tracé de la route avec une anticipation suffisante, afin d'assurer une conduite plus sûre, on utilise généralement la formule suivante

$$L = \sqrt{24 \times \Delta R \times R}$$

Avec : L : longueur de la clothoïde

R : rayon de courbure

ΔR : le ripage du cercle raccordé, sa valeur dépend du rayon :

$R \leq 1500m$ on adopte $\Delta R = 0,5$ à $1m$

$1500 < R \leq 5000m$ on adopte $\Delta R = 1$ à $2,5m$

$R > 5000m$ on adopte $\Delta R = 2,5m$

✓ **Condition dynamique :**

Cette condition Consiste à limite pendant le temps de parcourir t du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale

$$L_C \geq \frac{v^2}{18} \left[\frac{v^2}{127R} - \Delta d \right]$$

✓ **Condition de gauchissement:**

Cette condition vise à garantir que la voie présente un aspect visuel satisfaisant, notamment dans les zones où le dévers varie. Cette condition est liée à la relation entre la voie et son axe de référence

$$L = \frac{l \times R \times \Delta d}{50}$$

Avec :

L : longueur de raccordement.

l: Largeur de la chaussée

Δd : variation de dévers.

3.3.4 Détermination des paramètres de la clothoïde (A)

La formule pour déterminer la longueur minimale de la clothoïde est la suivante : [12]

$$L = \max(L_{\text{condition_optique}}, L_{\text{condition_de_gauchissement}}, L_{\text{condition_dynamique}})$$

$$A = \sqrt{RL}$$

3.4 Combinaison des éléments de tracé en plan :

La combinaison des éléments de tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite : [14]

3.4.1 Courbe en S :

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente



Figure2. 6 Courbe en S

3.4.2 Courbe à sommet :

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements [14]

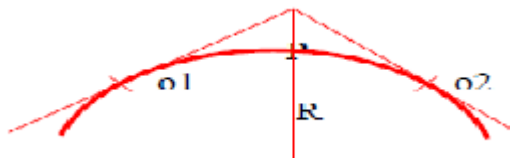


Figure2. 7 Courbe à sommet

3.4 .3 Courbe en C :

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre [14]

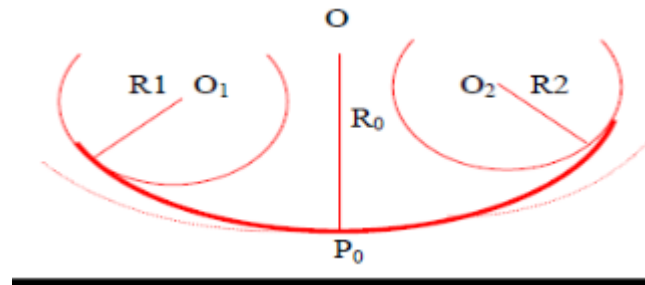


Figure2. 8 Courbe en C

3.4.4 Courbe en Ove :

Un arc de clothoïde raccordant deux arcs de cercles dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique [14]

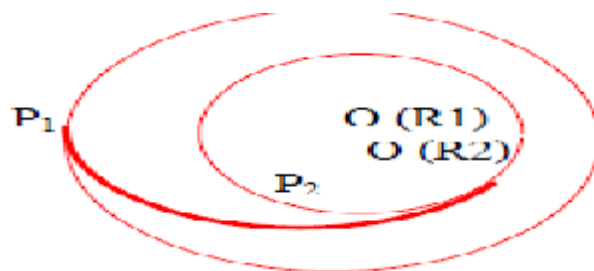


Figure2. 9 Courbe en ove

4 Application au projet (exemple) :

Les donnes:

R=375

$\Delta R=1$

$\Delta d = 11\%$

a) Condition optique L:

$R < 1500 ; \Delta R = 1$

$$L = \sqrt{24 \times 375 \times 1}$$

$L=94,86m$

b) Condition de confort dynamique Lc :

$\Delta d = d_{max} + d_{miinn}$

$\Delta d = 8 + 3$

$$\Delta d = 11\%$$

$$Lc \geq \frac{80^2}{18} \left[\frac{80^2}{127 \cdot 375} - 0,11 \right]$$

$$Lc = 8,66m$$

c) Condition de gauchissement L_g :

$$I = 7m$$

$$L_g = \frac{7 \times 80 \times 11}{50}$$

$$L_g = 123,2m$$

$$L = \text{Max}(L, Lc, Lg)$$

$$\boxed{L = 123,2m}$$

d) Déterminer le paramètre A de la clothoïde :

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

$$A = \sqrt{375 * 123,2}$$

$$\boxed{A = 215m}$$

- Trois raccordements en plan avec un rayon de 375 m avec un devers max 0.08 et devers min de 0.03
- Le paramètre A de la clothoïde 215m

5 Profil en long :

5 1 Définition:

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan avec une échelle. C'est en général une succession d'alignements droits (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires ou parabolique. Pour chaque point du profil en long on doit déterminer [15]

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude du projet La déclivité du projet.

5 2 Règles à respecter dans le profil en long :

- ❖ Éviter une hauteur excessive en remblai [15]
- ❖ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage
- ❖ Remplacer deux cercles adjacents dans la même direction par un cercle
 - ❖ Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long transforme le profil en long aux grandes lignes du paysage
 - ❖ Ne pas dépasser la pente maximale recommandée par la norme
 - ❖ Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
 - ❖ Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais.
 - ❖ Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
 - ❖ Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long.
 - ❖ Opter pour une déclivité minimale de 0.5 % de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

5 3 Eléments géométriques du profil en long:

Le profil en long comprend : [15]

- Les lignes droites (déclivités)
- Les arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves)
- Les sections de route qui montent dans le sens du kilométrage sont appelées rampes, tandis que celles qui descendent sont appelées pentes. Les rampes et les pentes sont des composantes des déclivités de la route, qui sont exprimées en pourcentage. Les rampes sont représentées par un pourcentage positif, indiquant l'élévation, tandis que les pentes sont représentées par un pourcentage négatif, indiquant la descente.
- Le changement de déclivité, m est la différence de deux déclivités successives munis de leur signe. Les changements de déclivités sont en réalité très faibles

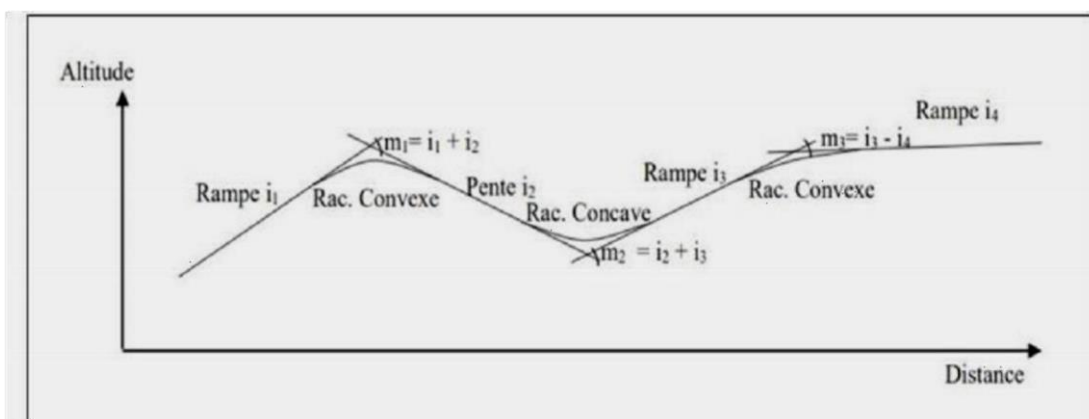


Figure2. 10 Eléments géométriques du profil en long [11]

5 3 1 Déclivité :

a- Déclivité minimum :

Les tronçons de route parfaitement horizontaux, également appelés paliers, sont à éviter autant que possible en raison de l'écoulement des eaux pluviales. La simple inclinaison transversale de la chaussée ne suffit pas à assurer un drainage adéquat. Il est nécessaire que l'eau qui s'accumule sur les côtés puisse s'évacuer longitudinalement facilement à travers des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. Cela garantit un bon écoulement des eaux pluviales et contribue à prévenir les problèmes d'accumulation d'eau et d'inondation sur la route. [11]

$i_{min} = 0,5\%$, de préférence 1%.

b- Déclivité maximum :

Du point de vue technique la déclivité maximum dépend de

L'adhérence entre pneus et chaussée, ainsi que la Réduction des vitesses qu'elle provoque. Le problème d'adhérence concerne tous les véhicules, tandis que pour la réduction des vitesses ce sont les camions (poids lourds PL) qui sont déterminants, car la plupart des véhicules particuliers (VP) ont une grande réserve de puissance [11]

Tableau 17 valeurs maximales de déclivité pour chaque catégorie et environnement comme proposé par les normes Algériennes B40. [5]

Environnement	E1	E2	E3
Catégorie			
Cat 1-2	4%	5%	6%
Cat 3	5%	6%	7%
Cat 4-5	6%	7%	8%

Il recommandable d'éviter la déclivité maximum qui dépend de :

- Conditions de conformité
- Vitesse minimale de PL
- Conjoncture économique

Remarque :

l'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

- La traction est importante.
- Consommation excessive de carburant.
- Faible vitesse.
- Génération de véhicules

5 3 2 Raccordements verticaux:

Les changements de déclivité constituent des points particuliers au niveau du profil en long. A cet effet, le passage d'une déclivité à un autre doit être adouci par l'aménagement de branchement parabolique où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue deux raccordements : [16]

a)Raccordements convexes (angle saillant) :

❖ Les rayons minimums autorisés pour les raccordements paraboliques en angles saillants sont déterminés en prenant en compte la position de l'œil humain ainsi que différentes contraintes liées à la sécurité routière. [16]

❖ **Condition de confort:**

L'équation utilisée pour définir la condition limitant l'accélération verticale dans le cas d'une courbure composée prononcée du profil en long d'une route est généralement basée sur la formule suivante :

$$\frac{Vr^2}{Rv} \leq \frac{g}{40} \Rightarrow Rv \geq 0.30 \times Vr^2 \quad \text{pour (cat 1 et 2)}$$

$$\frac{Vr^2}{Rv} \leq \frac{g}{30} \Rightarrow Rv \geq 0.23 \times Vr^2 \quad \text{pour (cat 3, 4 et 5)}$$

Cat	Cat 1;2	Cat 3;4;5
RVmin	0.3*V _r ²	0.23*V _r ²

R_v : rayon de raccordement (m)

V_r : vitesse de référence (km/h)

G : accélération de la pesanteur = 10 m/s

Condition de visibilité :

Les conducteurs dont le faisceau de vision dépasse le sommet doivent immédiatement voir un obstacle ou un véhicule de l'autre côté de la courbe afin de s'arrêter ou de dépasser. Les obstacles comprennent : Véhicules circulant en sens inverse (sens unique). Obstacles fixes tels que ralentisseurs, ralentisseurs et véhicules à l'arrêt (Routes dans les deux sens). Il est obtenu à partir de la formule suivante : [9]

$$R_v = ad^2$$

Avec d1 : distance d'arrêt

b) Raccordement concaves (angle entrant) :

La visibilité du jour dans le cas de raccordement dans les points bas n'est pas déterminante c'est pendant la nuit qu'il faut garantir que les phares du voiturier devront Éclairer une section suffisamment longue pour que le conducteur perçoive les obstacles, La visibilité est assurée pour les rayons qui satisfont la relation. [11]

❖ **Rayon minimum absolu:**

Ce rayon est déterminé à partir de la condition de confort selon la vitesse et la catégorie Pour $V > 80\text{km/h}$ (Catégorie 1-2),

$$R'_{vm} = 0,3V_r^2$$

Pour $V > 60\text{km/h}$ (Catégorie 3-4-5 $R_{vm} = 0,23V_r^2$)

❖ **Rayon minimum normal**

Le rayon normal minimum pour les angles rentrants est atteint par l'application de

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

Application au projet :

❖ **Condition de confort :**

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de référence ($V_r = 80$) et Cat 3 donc :

$$R_{V \min} \geq 0.23 \times (80)^2 \quad R_{V \min} \geq \boxed{1472 \text{ m.}}$$

❖ **Condition de visibilité :**

$$R_v = ad^2$$

Avec d1 : distance d'arrêt

. d = 100m

a = 0,22 pour catégories 3,4 et 5

Pour notre projet on a Cat 3 donc $a = 0,22$

$$R_v = ad^2 = 0,22 \times 100^2 = 2200m$$

$$R_v = 2200m$$

Tableau 18 résumé des valeurs des rayons verticaux pour notre cas et de B40

		Symbole	Valeur calculé	Valeur par B40
	Déclivité max	Pmax (%)		6%
En angle saillant	Rayon minimum absolu	Rvm(m)	2200m	3500m
	Rayon minimum normal	Rvn(m)		8000m
En angle entrant	Rayon minimum absolu	R'vm(m)	1472m	1600m
	Rayon minimum normal	R'vn (m)		2100m

Calculs des tangentes et des flèches :

✓ Raccordements convexes (angle saillant) R1 :

Tangente :

$$u = R \frac{i_1 + i_2}{2}$$

$$u = 3500 \frac{0.0495 + 0.0456}{2}$$

$$u = 166.42m$$

La flèche :

$$f = \frac{R \times \left(\frac{i_1 + i_2}{2}\right)^2}{8}$$

$$f = \frac{3500 \times \left(\frac{0.0495 + 0.0509}{2}\right)^2}{8}$$

$$\boxed{f = 1.08m}$$

✓ *Raccordements concaves (angle rentrant) R2 :*

la tangente u :

$$u = R \frac{i_1 + i_2}{2}$$

$$u = 1600 \frac{0.0495 + 0.0277}{2}$$

$$\boxed{u = 61.76m}$$

La flèche f :

$$f = \frac{R \times \left(\frac{i_1 + i_2}{2}\right)^2}{8}$$

$$f = \frac{1600 \times \left(\frac{0.0272 + 0.0495}{2}\right)^2}{8}$$

$$f = 0.29m$$

6 Le profil en travers :**6.1 Définition :**

Le profil en travers est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route passant par un plan vertical. sont donc des outils importants dans la conception et la construction des routes, car ils fournissent des informations précieuses pour la réalisation des terrassements nécessaires à l'aménagement de la chaussée. [16]

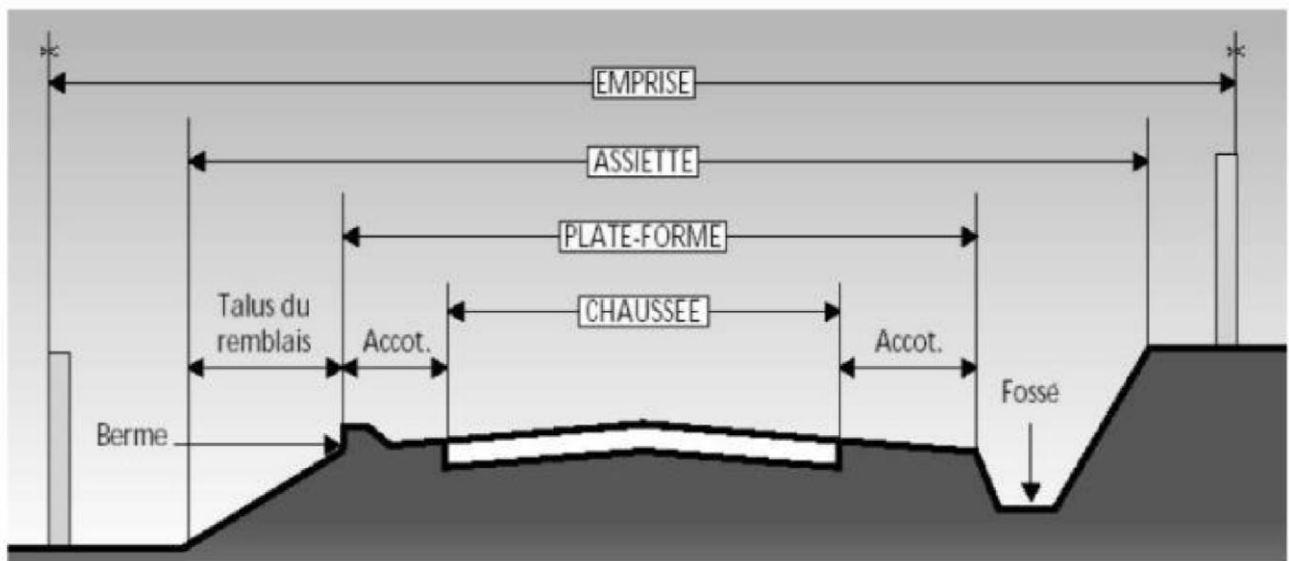


Figure2. 11 Figure Les éléments constitutifs d'une chaussée [17]

- **L'emprise**= de la route est la surface de terrain appartenant à la collectivité, c'est-à-dire dans les limites du domaine public.
- **L'assiette**= L'assiette de la route est la surface du terrain réellement construite pour créer la route (y compris les talus), c'est à dire dans la limite des terrassements.
- **La plate-forme**= La plate-forme entre fossés ou crêtes des talus en remblai, comprend la chaussée, plus les accotements (éventuellement y compris terre-pleins et voies auxiliaires).
- **La chaussée**= La chaussée est la partie de la route affectée à la circulation des véhicules.
- **Les accotements**= Les accotements sont les zones latérales qui bordent extérieurement la chaussée. Ils peuvent être dérasés ou surélevés.
- **Fossé** : un fossé est une structure linéaire creusée pour drainer, collecter ou faire circuler des eaux.

6.2 Différents types de profil en travers :

Dans une étude d'un projet routier l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers [18]

6.2.1 Profil en travers type :

Le profil en travers type est une représentation graphique des projets des nouvelles routes ou l'aménagement des routes existantes. Il contient toutes les dimensions et tous les éléments constructifs (largeurs des voies, chaussées, et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux, etc.) de la future route, dans toutes les situations (déblais, remblais). [18]

6.2.2 Profil en travers courants :

Ce sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (accidenté ou plat), Ces profils servent à calculer les cubatures [18]

7 Application au projet :

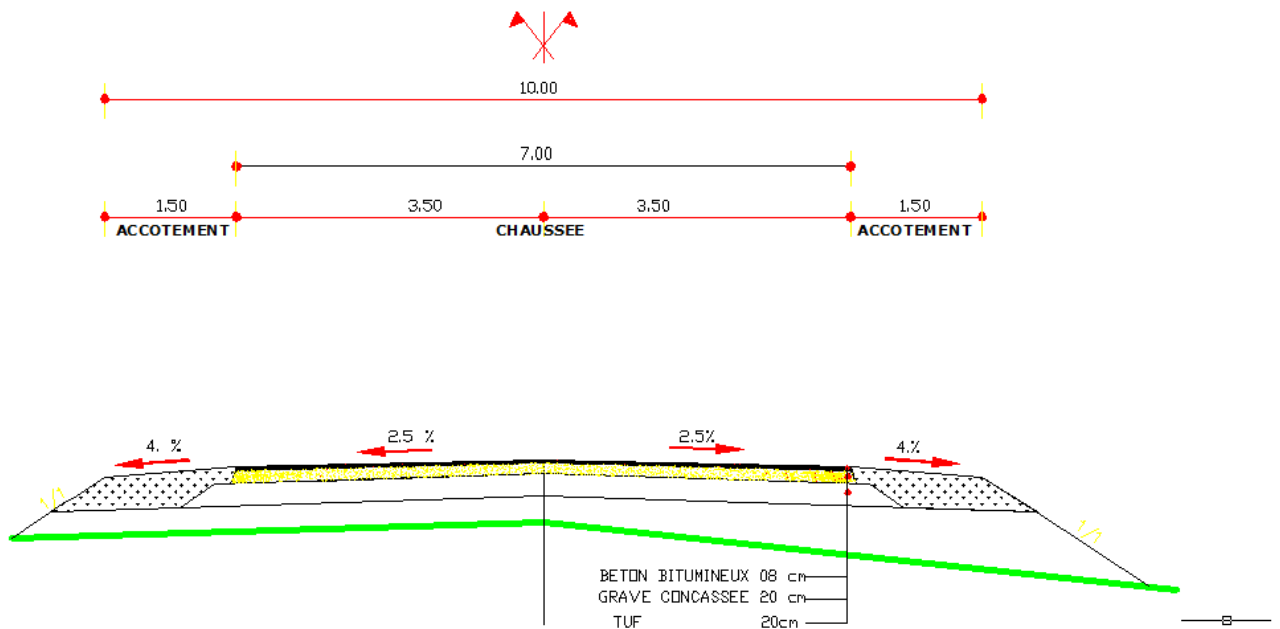


Figure2. 12 Profil en travers type cas remblai

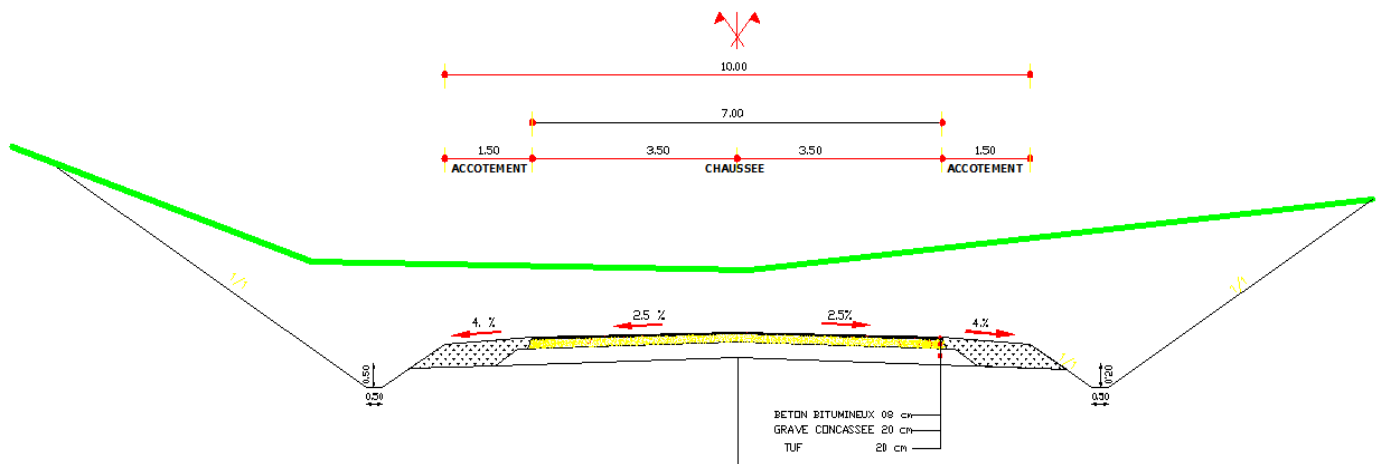


Figure2. 13 Profile en travers type cas deblai

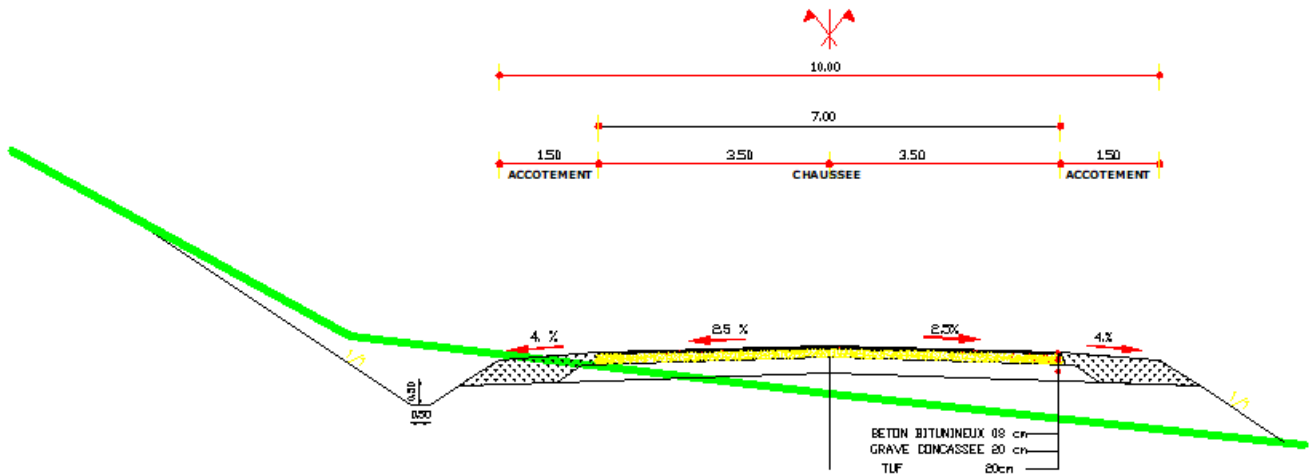


Figure2. 14 Profil en travers type cas mixte

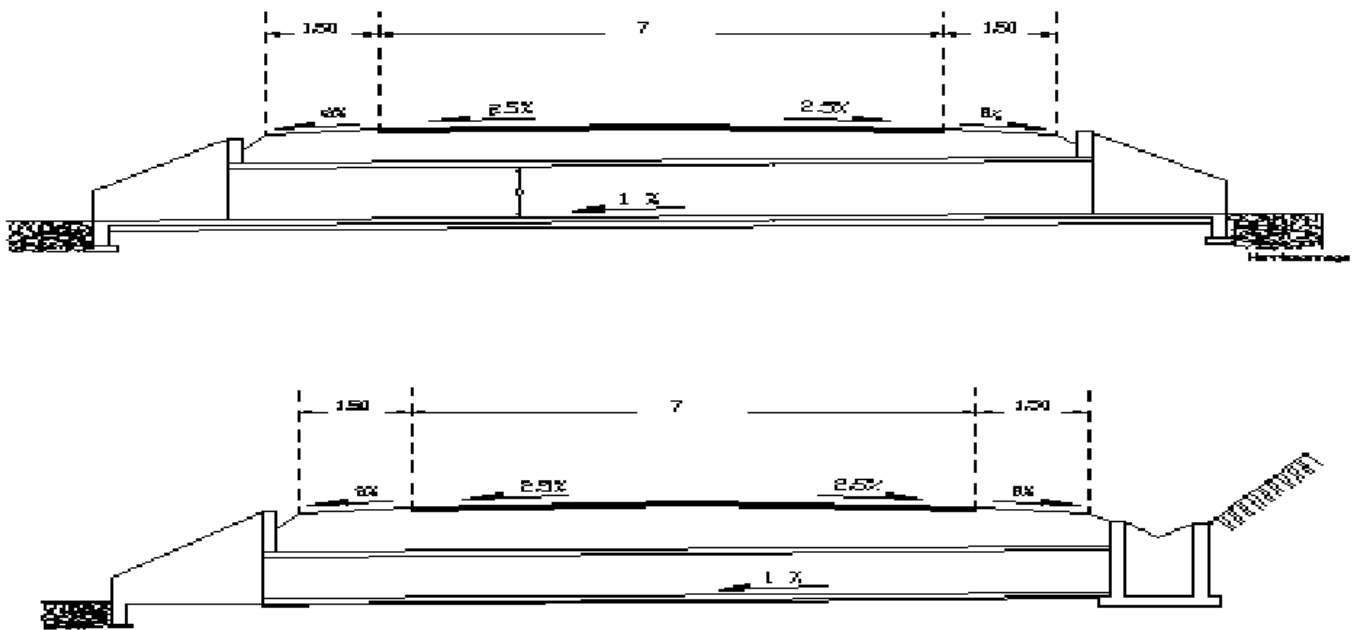


Figure2. 15 Profil en travers types dans les Ouvrages

8 Conclusion:

En conclusion, il est nécessaire de mentionner que l'élaboration d'un projet d'infrastructure routière devient une activité complexe basé sur des critères de sécurité et de confort. Le projecteur aura une responsabilité de respect des normes relatives à la catégorie et l'environnement de la zone d'implantation ceci afin d'atteindre l'objectif de l'étude. L'évaluation des caractéristiques géométriques d'une route est caractérisée par une bonne harmonisation entre des éléments (tracé en plan, profil en long et profil en travers) afin de garantir la stabilité de la route et la sécurité des usagers

Pour notre projet:

- L'alignement droit: minimum $L_{min} = 111, 11 m$ et maximum $L_{max} = 1333, 33 m$;
- Un raccordement parabolique en profil en long avec un rayon sortant de 3500m .
- Nous avons trois types de profil en travers (remblai déblai et mixte) .
- Une chaussée de deux voies de 3,5m : $(2 \times 3,5) = 7m$.
- Un divers maximum de 8% et minimum de 3%.
- Un accotement de 1,5m pour chaque direction : $(2 \times 1,5) = 3m$.
- Une Déclivité maximal de $4.95 \% < 8\%$.

Chapitre III :
Terrassement et
dimensionnement du
corps de chaussée

1 Introduction :

La qualité de l'ingénierie routière va au-delà de la simple conception d'un bon tracé et d'un profil en long. Elle englobe également les travaux de terrassement et le dimensionnement de la structure de chaussée, en prenant en compte les données géotechniques, le trafic, les matériaux utilisés et les conditions climatiques. Cette approche permet de créer des routes durables, résistantes et adaptées aux contraintes environnementales et de trafic

2. Terrassement :

les terrassements sont des opérations visant à préparer le terrain pour la construction des infrastructures. Ils consistent en la modification de la topographie du site, y compris la réalisation de fouilles et la création de plates-formes, afin de créer les conditions propices à la construction des ouvrages prévus. [11]

Le terrassement consiste, par définition, à modifier la topographie d'un site conformément aux indications prescrites par des plans, ce dernier s'occupe de :

- l'exécution d'une fouille, qui parfois peut être profonde
- comme le cas de réaliser des niveaux en sous-sol
- la réalisation de plates-formes, par exemple pour réaliser une route, et dans ce cas il s'agit de quantités importantes de remblais.

2.1 Phases des travaux de terrassement:

On distingue quatre phases de terrassement : [19]

- Préparation des travaux
- Excavation avec engins
- Transport de déblais
- Mise en place de matériaux d'apport.

2.2 Classification des sols

La classification des sols et des matériaux rocheux repose sur l'utilisation de paramètres permettant d'identifier les différents problèmes susceptibles d'être posés par les matériaux constituant les remblais et les couches de forme. Les paramètres utilisés dans la classification des sols sont les suivants : [20]

2.2.1 Paramètres de nature:

Ce sont des caractéristiques qui ne varient ni dans le temps, ni au cours des différentes manipulations que subit le sol au cours de sa mise en œuvre. Il s'agit de: [20]

- Granularité : Elle permet de déterminer la répartition dimensionnelle des particules d'un échantillon. On utilise le tamisât de à 80 μ m pour différencier les matériaux riches en fines et le tamisât de 2 mm pour différencier les sols à tendance sableuse et les sols à tendance graveleuse.
- Angulosité : Elle permet d'identifier la fraction argileuse de l'échantillon de sol. Elle est caractérisée par deux paramètres :

- L'indice de plasticité IP
- La valeur de bleu de Méthylène VBS

2-2-2 Paramètres de comportement mécanique:

Effectivement, ces paramètres sont principalement utilisés pour évaluer l'utilisation des sols en tant que couche de forme dans la construction routière. On distingue les catégories suivantes : [20]

Coefficient de Los Angeles (LS)

-Micro Dévale en présence d'eau. (MDE)

2-2-3 Paramètres d'état hydrique:

Ce sont des éléments nécessaires pour distinguer l'état hydrique du matériau. Ces états sont principalement : très humides, état d'humidité moyenne, sec, très sec. [20]

2-3 Conditions d'utilisation des matériaux en remblais:

Ces conditions d'utilisation des sols, des matériaux rocheux et des sous-produits industriels sont celles qu'il y a lieu de respecter pour autoriser l'utilisation en remblai des différentes classes et sous-classes de matériaux retenues dans la classification des sols. [20]

Elles ont été définies dans le double souci :

-D'une part, de viser le juste niveau de qualité technique nécessaire compte tenu des possibilités des matériels d'exécution actuels et des pratiques habituelles.

- D'autre part, de tenir compte des coûts moyens des différentes techniques et méthodes utilisées.

Les conditions d'utilisation en remblai se regroupent en sept rubriques :

-Extraction des déblais ;

-Action sur la granularité

-Action sur la teneur en eau

-Traitement avec la chaux

-Régalaage des couches élémentaires

-Compactage

-Hauteur des remblais

3-La chaussée:**3.1 Définition:**

La chaussée est un ouvrage conçu principalement pour répartir les charges roulantes sur le terrain de fondation. La bande de roulement doit résister à une grande variété de charges sans usure excessive du matériau, et notamment pour : [21]

-charges des véhicules.

-choc.

-efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage

*Au Sens Géométrique

La surface aménagée de la route sur laquelle circule les véhicules.

*Au Sens Structurel :

L'ensemble des couches des matériaux superposés qui permettent la reprise des charges

3.2-Différents types de chaussées :

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

-Chaussée Souple.

-Chaussée semi-rigide.

-Chaussée rigide.

3.2.1Chaussée Souple:

- Effectivement, les chaussées souples sont constituées de plusieurs couches superposées de matériaux qui ne sont pas significativement résistants à la traction. Ces couches sont conçues de manière à répartir les charges du trafic et à assurer une certaine flexibilité pour absorber les contraintes causées par les véhicules en mouvement. Dans la construction d'une chaussée souple, on retrouve généralement les trois couches suivantes, disposées dans un ordre spécifique :
- **Couche de roulement (surface):**

La couche de surface constituant la chape (couche supérieure), Couche de base tout en assurant dureté et adhérence Rugosité et sécurité et confort de l'utilisateur. La couche d'usure est en contact direct avec le pneu du véhicule et les charges externes. Absorbe les forces de cisaillement résultantes par circulation La couche de liaison joue un rôle plus transitoire dans les couches inférieures dur. L'épaisseur de la couche de roulement varie généralement entre 6 et 8 cm. [22]

- **Couche de base:**

La couche de base joue un rôle important et sont elle existe dans toutes les chaussées elle Résiste aux déformations permanentes sous l'influence du trafic et absorbe les forces verticales et distribuez la contrainte normale résultante à la couche inférieure. L'épaisseur de la couche de base est de 10-25 cm. [22]

- **Couche de fondation :**

- la couche de base en matériaux non traités en Algérie assume un rôle important dans l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic et dans l'amélioration de l'uniformité et de la portance de la chaussée finie. Elle joue un rôle similaire à celui de la couche de base utilisant des matériaux traités, contribuant ainsi à la performance globale de la chaussée. [22]

➤ **Couche de forme :**

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm. [22]

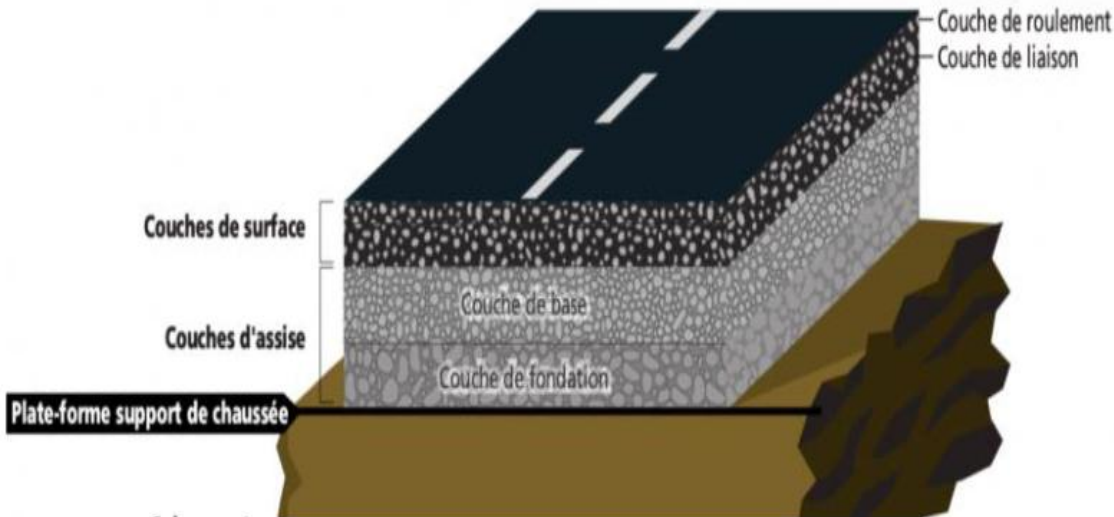


Figure3. 1 Structure type d'une chaussée souple [11]

3.2.2 Chaussées semi – rigide :

les chaussées renforcées avec une couche de base en matériaux traités et un liant hydrocarboné offrent une combinaison de rigidité, de résistance et de durabilité, adaptée aux exigences du trafic intense. Elles constituent une solution intermédiaire entre les chaussées souples et les chaussées rigides, offrant des performances améliorées par rapport aux chaussées souples traditionnelles. [23]

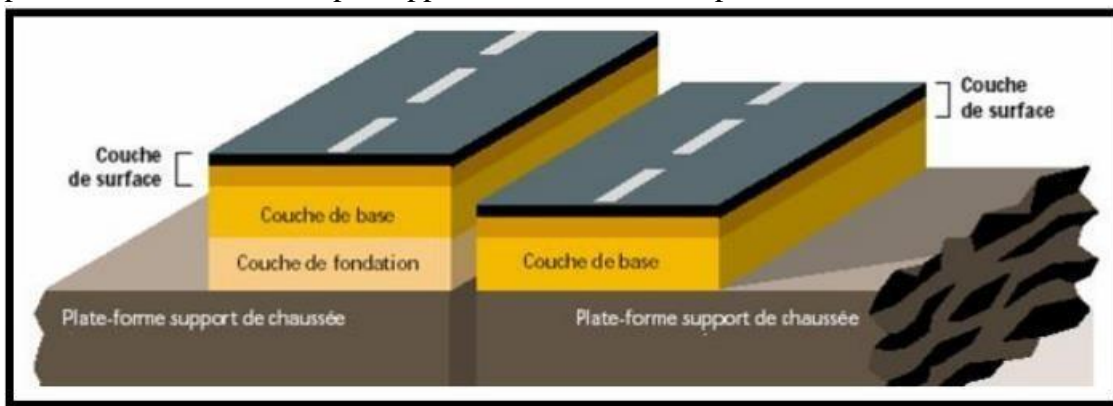


Figure3. 2 Chaussée semi-rigide [11]

3.2.3 chaussées rigide:

Une chaussée est dite rigide, si elle comporte une dalle en béton ; cette dalle correspond à la fois à la couche de base et à la couche de surface d'une chaussée souple. Généralement, elle repose sur une couche de fondation

en matériaux non traité, et éventuellement sur une sous couche entre la couche de fondation et le terrain naturel. [23]

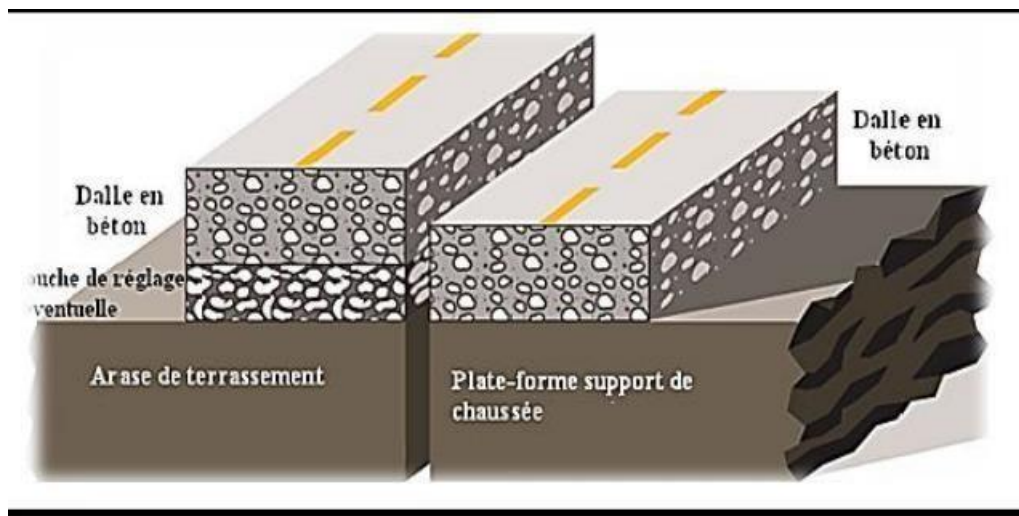


Figure3. 3 Structure type d'une chaussée rigide [11]

4. Facteurs pour les études de dimensionnement 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 : [24]

*Le TMJA 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

4.1 Environnement:

L'environnement externe d'une route est l'un des paramètres importants La teneur en humidité du sol, qui détermine les propriétés du sol, a une influence décisive sur le dimensionnement La température à une grande influence sur les propriétés des matériaux bitumineux, Situation de fissuration du matériau traité au liant hydraulique [25]

4.2 Le sol support :

Les plates-formes de chaussée sont des structures qui servent de support à la chaussée elle-même. Elles sont composées de différentes couches, chacune ayant un rôle spécifique dans la résistance, la stabilité et la durabilité de la chaussée. Les plates-formes sont définies à partir des éléments suivants : [25]

- De la nature et de l'état du sol.
- De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

4-3 Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic. [25]

5- Les principales méthodes de dimensionnement:

Ils existent plusieurs méthodes de dimensionnement de chaussée, basées sur des modèles mathématiques ou des considérations pratiques issues de l'expérience et qui se présente sous la forme d'abaques de dimensionnement. Parmi ces méthodes, on distingue deux familles de méthodes : [26]

- Les méthodes empiriques dérivées des recherches expérimentales sur les performances des chaussées.
- Les méthodes rationnelles basées sur l'étude théorique du comportement de la chaussée.

Ces méthodes s'appuient sur trois paramètres :

- La force portante : obtenue par les différents essais de reconnaissance géotechnique.
- Le trafic : charge par voie, pression de gonflage, et répétition des charges pour l'appréciation du trafic existant.

Les méthodes de dimensionnement du corps de chaussée les plus fréquents sont :

- La méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio).
- La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées (C.T.T.P).
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire central des ponts et chaussées) .
- La méthode du catalogue des structures .

Pour le dimensionnement du corps de chaussée de notre projet, nous allons utiliser deux méthodes qui sont : la méthode C.B.R et la méthode de C.T.T.P.

5-1 La méthode C.B.R (California-Bearing-Ratio) :

Cette méthode est basée sur la résistance au poinçonnement du sol support et la transmission des charges selon le modèle de Boussinesq. Cette méthode utilise des abaques qui en fonction du CBR donnent l'épaisseur totale de la chaussée à réaliser est obtenu par la formule ci-après [17]

- Pour un trafic en voiture particulière : $TJMA \times 365 \times 1.5t < 100000$ t/ans.

$$e = \frac{100+150\sqrt{P}}{ICBR+5}$$

- Pour un trafic en voiture particulière : $TJMA \times 365 \times 1.5t \geq 100000$ t/as.

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

Avec :

e : épaisseur équivalente

ICBR: Indice CBR du sol support.

P : charge par route

P=6.5 t (essieu 13 t).

Log : logarithme décimal.

N : Nombre journalier de camions de plus de 1500kg à vide.

$$N = TJMA * Z$$

Z : pourcentage du poids lourd. .

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante : $E_{eq} = c1 \times e1 + c2 \times e2 + c3 \times e3$

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.

c1, c2, c3: coefficients d'équivalence.

e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient D'équivalence :

Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau : [17]

Tableau 19 Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau [17]

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobé dense	2.00
Grave ciment	1.50
Grave bitume	1.50-1.70
Grave concassé ou gravier	1.00
Grave roulé- Grave sableuse TVO	0.75
Sable-ciment	1.00-1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

5-2La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves(CTTP) :

L'utilisation du catalogue de dimensionnement nécessite les mêmes données utilisées dans les autres méthodes de conception des chaussées : [25]

-Trafic

-Matériaux

-Sol support

-Environnement.

En utilisant ces paramètres, le choix de la structure résultante est dicté selon deux approches :

- ❖ Une approche théorique
- ❖ Une approche empirique.

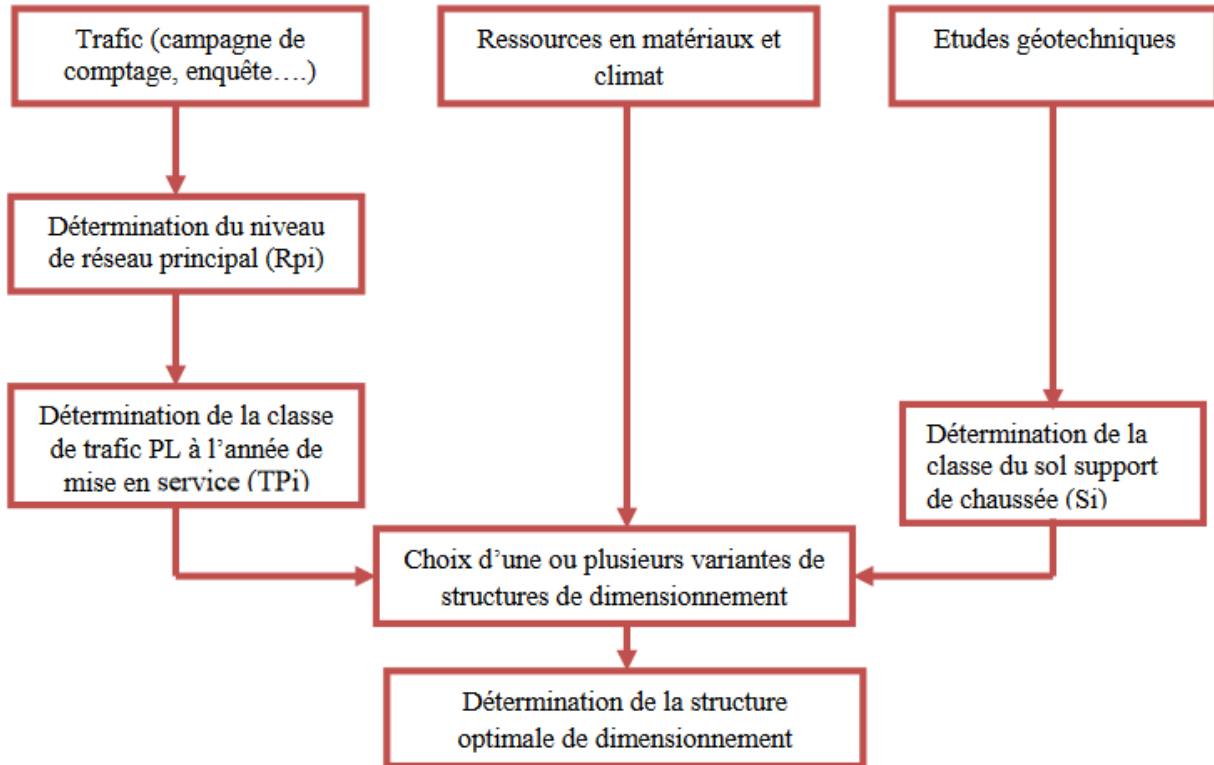


Figure3. 4 La démarche du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves [12]

5-2-1 Les paramètres utilisés:

a-Le Trafic:

Le réseau principal se divise généralement en deux niveaux dans le catalogue spécifiant les normes de dimensionnement des routes. Ces deux niveaux sont les suivants : [25]

Le réseau principal de niveau 1 (RP1).

Le réseau principal de niveau 2 (RP2).

✓ Le réseau principal de niveau 1 (RP1) :

Il comporte des :

-liaisons supportant un trafic supérieur à 1500 véhicules 1 jour

-liaisons reliant deux chefs-lieux de wilaya

-liaisons présentant un intérêt économique et /ou stratégique Il s'agit essentiellement d'un réseau composé de routes nationales (RN).

✓ **Le réseau principal de niveau 2 (RP2) :**

Il est constitué de liaisons supportant un trafic inférieur à 1500 véhicules/jours. Ce réseau est composé de routes nationales (RN), de chemins de wilaya (CW) et de liaisons reliant l'Algérie aux pays riverains.

▪ **Répartition transversale du trafic:**

En l'absence d'informations précises sur la répartition des poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera les valeurs suivantes :

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

▪ **Détermination de la classe de trafic (TPLi) :**

Les classes de trafic (TPLi) utilisées dans les fiches de dimensionnement des structures routières se réfèrent au nombre de poids lourds (PL) par jour et par sens de circulation, pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), à l'année de mise en service de la route.

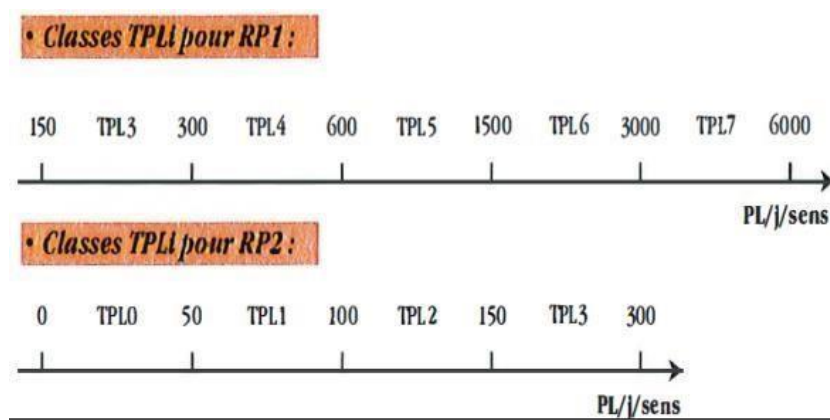


Figure3. 5 classe de trafic (TPLi)

b- Sol support de chaussée :

▪ **Les classes de portances des sols:**

La classification des sols supports a été faite selon le système universel USCS.

Tableau 20 classes de portances des sols

Classe de portance du sol	S0	S1	S2	S3	S4
---------------------------	----	----	----	----	----

Indice CBR	> 40	25-40	10-25	5-10	<05
------------	------	-------	-------	------	-----

▪ Les classes de portance des sols terrassés:

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de portance de sols supports à savoir : S3, S2, S1 et S0.

Les valeurs des modules indiquées sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E(\text{MPa}) = 5 \times \text{ICBR}$$

Tableau 21 Classification des sols supports

Classe de portance du sol support	S0	S1	S2	S3
Indice CBR	> 200	125-200	50-125	25-50

c) Zone climatique :

Les zones climatiques de l’Algérie sont regroupées en fonction de la pluviométrie et de la région.

Les informations relatives à la classification sont inscrites dans le tableau ci-dessous

Tableau 22 Les zones climatiques en Algérie

Zone climatique	Pluviométrie(mm/an)	Région	Climat
1	>600	Nord	Très humide
2	350-600	Nord, Hauts Plateaux	Humide
3	100-350	Hauts Plateaux	Semi-aride
4	<100	Sud	Aride

8-Application au projet :

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

❖ La méthode dite CBR :

$$e = \frac{100 + \sqrt{P} * \left(75 + \log \frac{N}{10}\right)}{\text{ICBR} + 5}$$

-Les données :

ICBR= 8 ce sol appartient à la classe (S3)

P : charge par roue

P = 6.5 t (essieu 13 t).

TMJA2043 = 5581 v/j

Z =30%

τ = 3%

n = **20 ans**

N = TJMA × Z

$$N=5581*0.3=\boxed{1674.3 \text{ v/j}}$$

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log 167.43)}{8 + 5} = 44.20 \text{ cm}$$

Donc $E_{eq} = \boxed{48 \text{ cm}}$

$$E_{eq} = e_1 c_1 + e_2 c_2 + e_3 c_3$$

Pour déterminer la structure définitive on fixe les épaisseurs e1, e2 et on calcule l'épaisseur e3.

e1= 6 cm en béton bitumineux (BB) c1=2

e2= 20cm en grave bitume (Gc) c2=1

e3 = épaisseur en grave concassé (GC) c3=0.6

$$e_3 = \frac{E_{eq} - (e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2)}{c_3} = \frac{48 - (6 \times 2 + 20 \times 1)}{0.6} = 20 \text{ cm}$$

Tableau 23 Récapitulatif des résultats

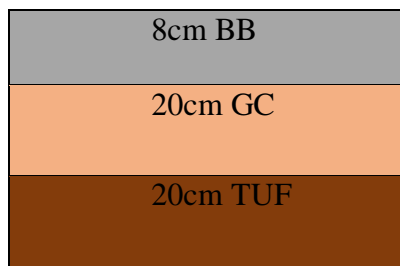
Couches	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence	Epaisseur équivalente (cm)
BB	8	2	16
Gc	20	1	20
Tuf	20	0.6	12
Total	48		48

9-Conclusion:

La structure de notre chaussée comporte :

- Une couche de roulement en béton bitumineux BB de 8cm ;
- Une couche de base en grave concassé Gc de 20cm
- Une couche de fondation en tuf de 20cm.

Notre corps de chaussée = **8BB + 20Gc + 20 tuf**



Chapitre IV :

Signalisation Routière

1 Introduction

Les panneaux de signalisation verticaux et horizontaux sont des éléments essentiels des systèmes de signalisation routière. Les panneaux de signalisation verticaux sont généralement placés le long de la route, à une hauteur visible pour le conducteur, et ils fournissent des informations importantes telles que les limites de vitesse, les directions, les avertissements de danger, les directions prioritaires, les informations de service, etc.

2. But des panneaux de signalisation

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et de l'augmentation de la vitesse, le trafic doit être dirigé et régulé à l'aide de panneaux simples et compréhensibles par tous pour atteindre les objectifs suivants: [27]

- Rendre le trafic routier plus sûr et plus facile.
- Gardez à l'esprit les exigences spécifiques du trafic routier.
- Lister et mémoriser les différentes prescriptions spécifiques.
- Fournir des informations sur l'utilisation de la routes.

3. Critères à respecter

Pour la signalisation Certains critères doivent être respectés avant de commencer à concevoir une signalisation afin d'être clairement vus, lus et compris : [17]

- Uniformité entre la géométrie de la route et la signalisation.
- Respectez les règles d'installation.
- Cohérence entre le texte vertical et horizontal.
- Évitez les panneaux irréguliers.
- Évitez les signaux multiplexés et les supersignaux. L'excès est nocif.

4 Catégories de signalisation

La signalisation selon les usagers : [17]

- Signalisation routière
- Signalisation autoroutière
- Signalisation cycliste

- Signalisation piétonne

5 Types de signalisation

Il y a deux types de signalisation : [28]

- Signalisation verticale
- Signalisation horizontale.

5.1 Signalisation verticale

Cela est accompli à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel en distinguant l'emplacement, le type, la couleur et la forme. Cela est accompli à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel en distinguant l'emplacement, le type, la couleur et la forme: [28]

- Signalisation avancée : Le signal A24 est placé à une distance de 150 m de l'intersection pour avertir les usagers de l'existence d'un danger sur la route et leur indiquer la nature. Les signaux B3, qui informent les usagers des obligations et des limites qui leur sont accordées, tels que les signaux de priorité, sont toujours accompagnés d'un panneau supplémentaire (modèle G5) qui indique sur quelle branche d'un carrefour les usagers sont prioritaires.
- Le signal de position de type B2 arrêt obligatoire est affiché sur la route ou les conducteurs doivent indiquer l'arrêt.
- Signaux de direction : Ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75° et sont destinés à permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils ont choisi. Les caractéristiques générales et les conditions d'implantation des équipements de signalisation verticale doivent être satisfaites.

peuvent être classées dans quatre classes :

- ✓ Signaux de danger
- ✓ Signaux comportant une prescription absolue.
- ✓ Signaux à simple indication.
- ✓ Signaux de position des dangers.

a) Signaux de danger

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle [27].



Figure4. 1 Exemple de signalisation de danger

b) Signaux comportant une prescription absolue

Panneaux de forme circulaire, on trouve : [27]

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



Figure4. 2 Les panneaux B

C) Signaux à simple indication

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminées en pointe de flèche : [27]

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



Figure4. 3 Les panneaux C

d) **Signaux de position des dangers**

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain. [27]

5.2 Signalisation horizontale

Elle ne concerne que les marques routières qui régulent la circulation, aident à avertir ou guident les usagers. Les marquages routiers sont généralement blancs (jaune temporaire), mais pour certains marquages spécifiques, d'autres couleurs sont utilisées dans les conditions suivantes.: [29]

➤ Le jaune pour :

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

➤ Le bleu pour :

Eventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.

➤ Le rouge pour :

Les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse. La signalisation horizontale se divise en trois types

5.2.1. Marquage longitudinal

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve: [29]

a) Ligne continue

Obligatoire (ne peut traverser que du côté doublé par la ligne pointillée). Ces lignes indiquent les sections de route où le dépassement ne s'applique pas

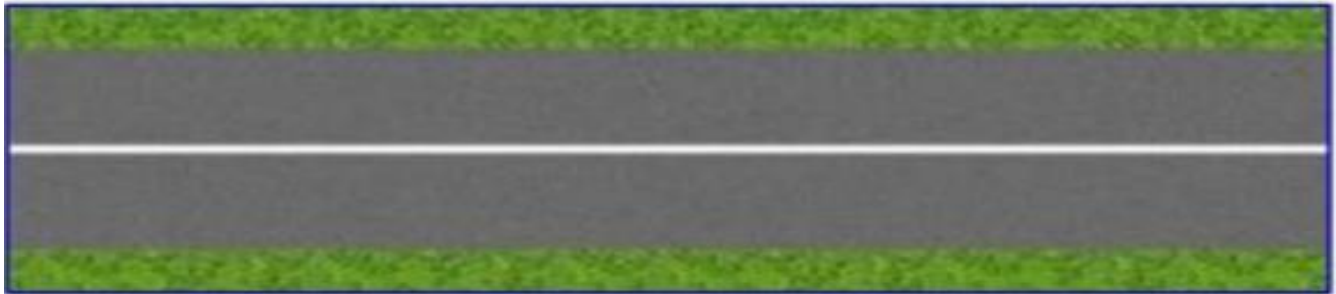


Figure4. 4 ligne continue

b) Les lignes discontinues

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

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

Le tableau ci-après donne les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues selon les normes européennes :

Tableau 24 caractéristiques de tous les types de lignes discontinues selon les normes européennes [28]

Type de marquage	Type de Modulation	Largeur de trait (En m)	Intervalle entre 2 Traits Successifs (m)	Rapports pleins/vides	Couleur
longitudinale Axiale	T1	3	10	1/3	Blanc
	T'1	1,5	5	1/3	Blanc
	T3	3	1,33	3	blanc
De rive	T2	3	3,5	1	Blanc
	T'3	20	6	3	Blanc
	T'4	39	13	3	Jaune
transversale	T'2	0,5	0,5	3	blanc

c) Largeur des lignes

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

- u = 7,5 cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
- u = 6 cm sur les routes importantes et voies urbaines.
- u = 5 cm pour les autres routes.
- u = 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

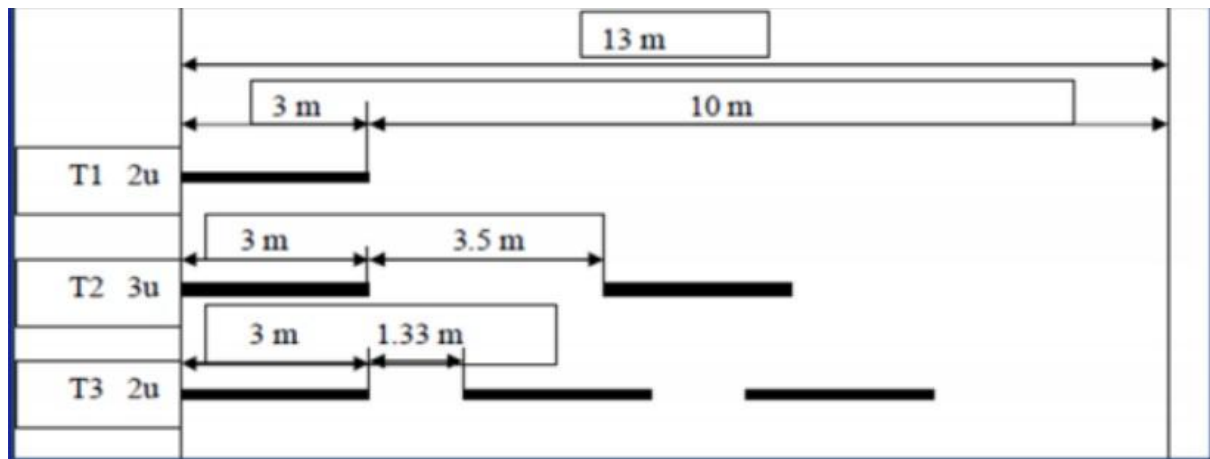


Figure4. 5 Types de modulation « signalisation routière art 144

5.2.2. Marquages transversales

- **Lignes transversales continue :**

Éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt. [29]

- **Lignes transversales discontinue :**

Éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

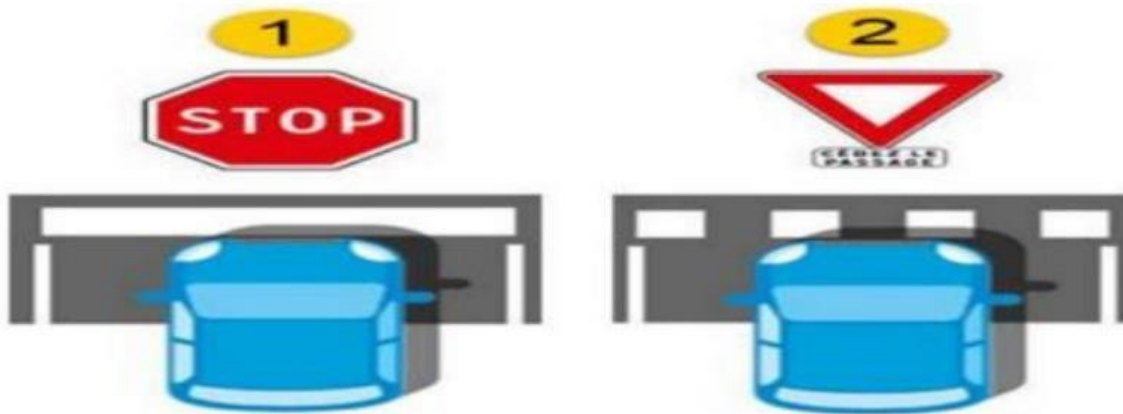


Figure4. 6 Types des Lignes transversales

5.2.3. Autres signalisations

- Les flèches de rabattement : Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent [29]

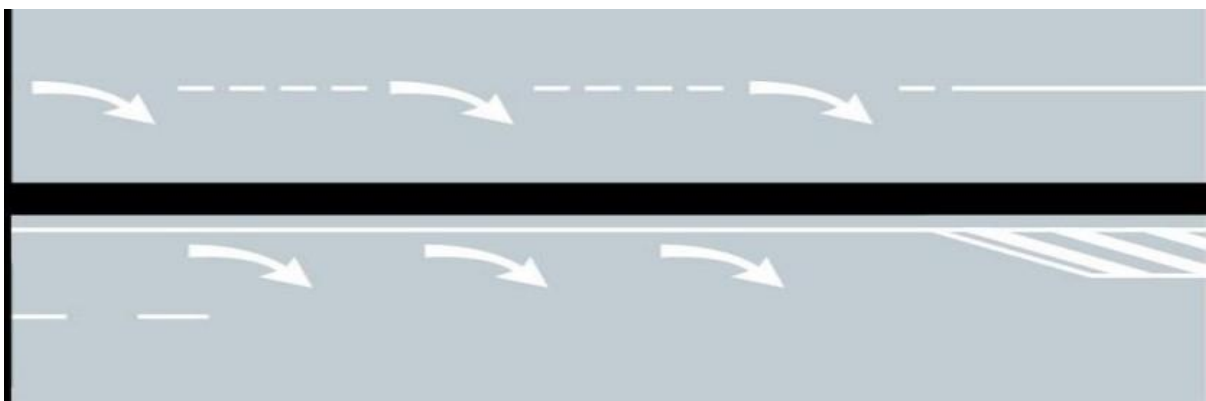


Figure4. 7 flèches de rabattement

-Les flèches de sélection :

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée. [29]

- Pour piétons
- Pour cyclistes





- Pour le stationnement
- Pour les ralentisseurs de type dos d'âne



Figure4. 8 flèches de sélection

6 Application au projet:

Tableau 25 Signalisation vertical

Nom des panneaux	Schémas
Virage à gauche	
Virage à droite	
Limitation de vitesse	
Jalonnement d'un itinéraire	

cédez-le-passage



ralentisseur

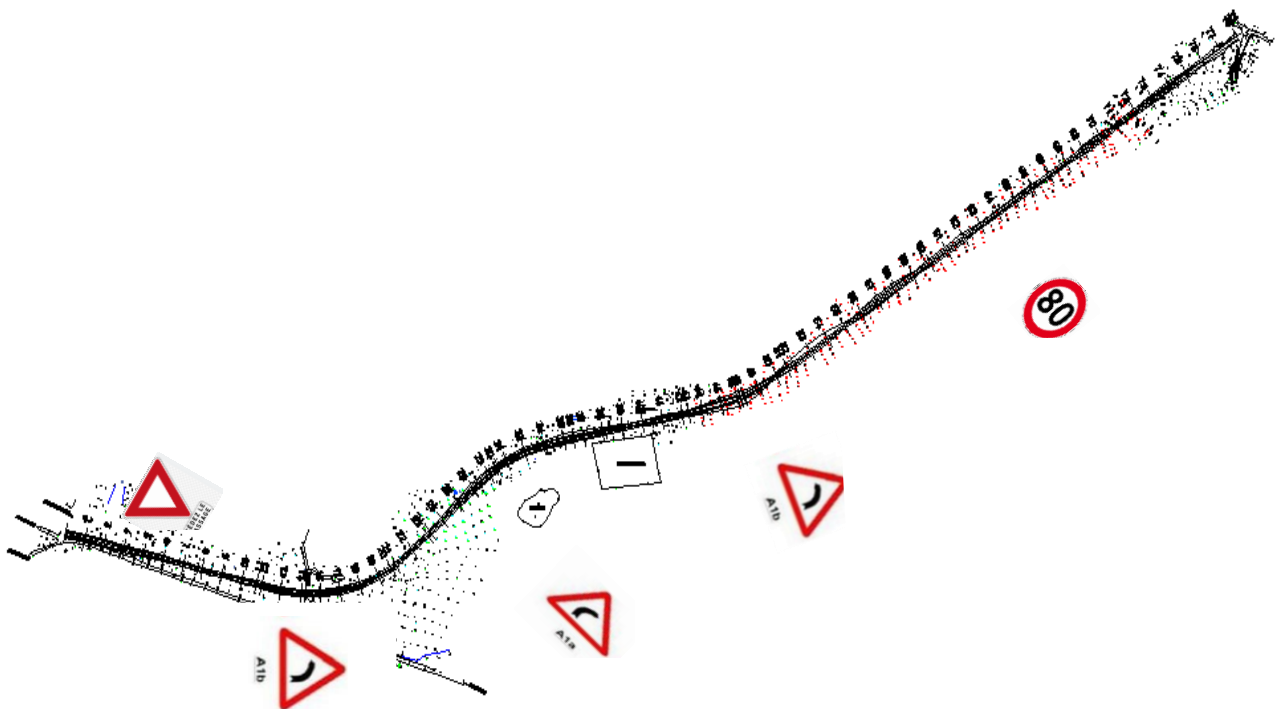


Figure4. 1 Cas de notre projet

Tableau 26 Signalisation horizontale:

signalisations

positions

ligne continue

Dans les courbes

Ligne discontinue

Dans les alignements

La voie piétons

Pour piétons (marche des betails)

7. Eclairage

7.1. Introduction

Le cadre de vie est clairement amélioré par l'éclairage public urbain. Cela est crucial pour assurer la sécurité des véhicules et des piétons. En terrain dégagé, l'objectif principal de l'éclairage est de mettre en évidence les limites de la chaussée. Il doit également être conçu pour réduire l'éblouissement et les variations de lumière/obscurité qui peuvent gêner les conducteurs [30]

7.2. Catégories d'éclairage

On distingue quatre catégories d'éclairage public: [30]

- Éclairage général des routes ou autoroutes (catégorie A).
- Eclairage urbain (routes et autoroutes) (catégorie B).
- Éclairage routier (Catégorie C)³.
- Éclairage ponctuel (intersections, virages, etc.) sur les itinéraires non éclairés (catégorie D)

7.3. Paramètres d'implantation des luminaires

- Distance entre luminaires (e) : Varie selon le type de rail; [30].
- Hauteur de la rampe (h) : généralement autour de 8-10 m, parfois jusqu'à 12 m sur les routes principales.
- Largeur de route (l).
- Porte-à-faux (P) du foyer à la console.
- L'inclinaison (ou l'inclinaison) de la source lumineuse et son porte-à-faux par rapport au bord de la route.

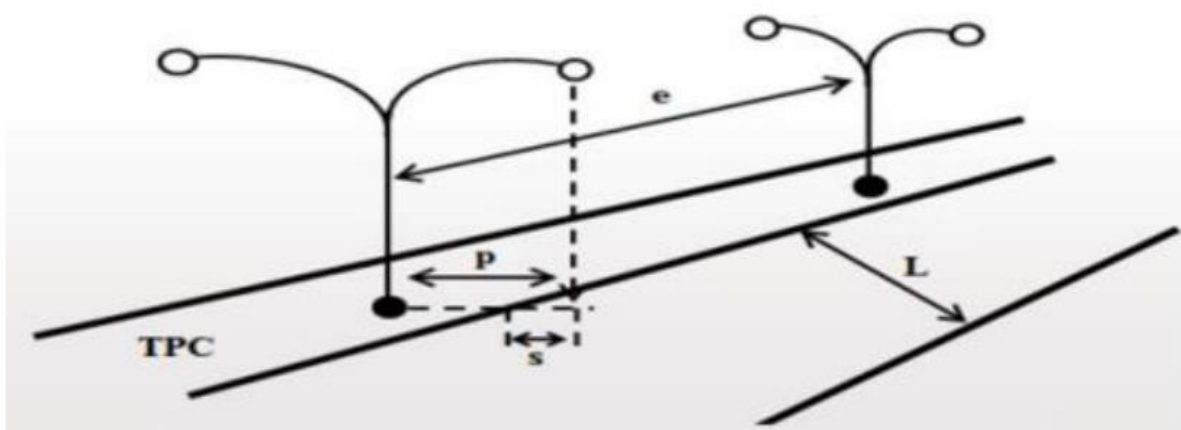


Figure4. 2 Paramètres de l'implantation des luminaires

8 Conclusion

Les panneaux de signalisation sont essentiels pour assurer la sécurité et la fluidité de la circulation sur les routes. En fournissant des indications claires et compréhensibles aux usagers de la route, ils contribuent à réduire les risques d'accidents et à minimiser les dommages en cas d'incident. Il est crucial que les conducteurs comprennent et respectent les différents panneaux de signalisation, car cela garantit une meilleure coordination et prévention des conflits de circulation. En fin de compte, une bonne connaissance et une adhérence aux règles de signalisation routière sont essentielles pour créer un environnement de conduite sûr et confortable pour tous.

Chapitre V : Cubature

1Cubatures

1.1Définition

Les quantités de terrassement sont la détermination de la quantité de remblai et de déblai (quantité de terrassement à enlever et quantité de terrassement à apporter) nécessaire à la réalisation d'un projet, qui nécessite des connaissances [31]

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

1.2 Méthode de calcul

La méthode que nous allons utiliser est celle de la moyenne des aires, c'est une méthode simple

$$S_{moy} = \frac{(S1+S2)}{2}$$

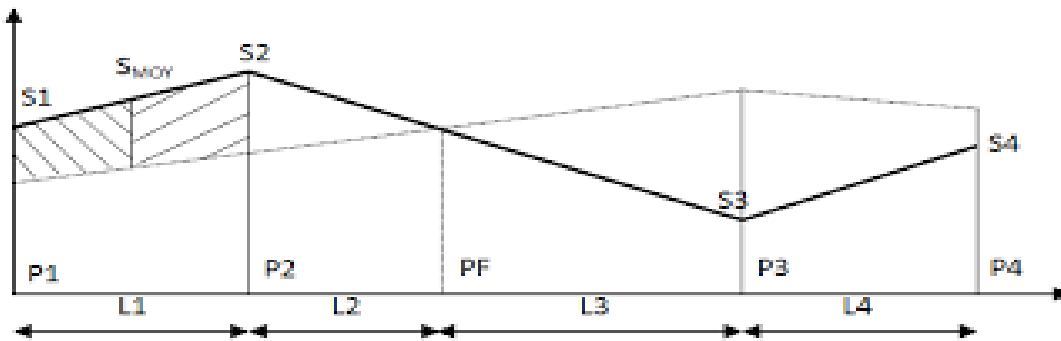


Figure5. 1 la moyenne des aires [31]

D'ou:

$$V1=L1* \frac{(S1+S2)}{2}$$

-Entre P1 et P2: $V1=L1* \frac{(S1+S2)}{2}$

-Entre P2 et PF: $V1=L1* \frac{(S1+0)}{2}$

- Entre PF et P3 $V1=L1* \frac{(0+S3)}{2}$

Le volume total V: $v=(\frac{L1}{2})*S1+(\frac{L1+L2}{2})*S2+(\frac{L2+L3}{2})*0+(\frac{L3+L4}{2})S3+(\frac{L4}{2})*S4$

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

1.3 Définition:

Covadis est un logiciel de conception VRD complet mais simple qui vous assure une approche holistique et un contrôle total sur tous les projets de développement.

Les étapes à respecter pour réaliser cette opération sont :

✓ Méthode 1 (commande Covadis) :

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

✓ Méthode 2 :

-Utilisation du Menu Covadis

1.4 Application au projet:

la méthode choisie pour le calcul c'est par logiciel Covadis.

Conclusion :

Nous rappelons que la méthode choisie pour le calcul c'est par logiciel Covadis. Les principaux résultats à retenir sont :

- **Surface totale se décapage** = 52671.620 m^2
- **Volume total de décapage** = 10534.324 m^3
- **Volume total de déblai** = 48588.665 m^3
- **Volume total de remblai** = 38436.739 m^3

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Conclusion Générale :

Ce projet nous a donné l'opportunité d'appliquer les connaissances théoriques acquises lors des sessions de formation. Cela nous a permis de mieux appréhender l'ensemble des connaissances acquises au cours, notamment les outils informatiques utilisant les logiciels de calcul et de dessin, notamment Covadis et Word.

Comme tout autre projet moderne, ce projet routier a sans aucun doute joué un rôle important dans le développement du pays, dans notre cas l'Algérie. Les études de trafic nous donnent un itinéraire à double sens 1 voie est considérée comme suffisante pour un débit de circulation estimé de 616 véhicules/heure à 1112 véhicules/heure sur une période de 20 ans, répondant ainsi aux objectifs énoncés et répondant bien aux problèmes survenus lors de notre étude.

Nous appliquons et respectons scrupuleusement les normes. Malgré les difficultés rencontrées dans de telles études, pour que la régulation du secteur routier le fasse, il est nécessaire de préparer des produits à la fois esthétiques et économiques. L'utilisateur doit pouvoir circuler sur route dans de bonnes conditions (confort et sécurité).

La recherche technique de ce projet est plus informatique. Validation et dessin de géométrie routière avec un rayon horizontal minimum de 220m, un rayon vertical minimum de 3500m pour les angles convexes et concaves, et un rayon normal de 2100 pour les angles concaves.

Le dimensionnement de la chaussée se fait par la méthode CBR après calculs et on retrouve les cotes suivantes.

8BB 20GC 20TUF

Pour notre projet nous avons un viaduc entre les sections 15 et 16 et nous proposons un petit projet de pont aux dimensions de 10m de large, 16m de long et 7.58m de hauteur 7.5 m.

Pour les cubatures en troue :

- **Surface totale se décapage** = $52671.620 m^2$
- **Volume total de décapage** = $10534.324 m^3$
- **Volume total de déblai** = $48588.665 m^3$
- **Volume total de remblai** = $38436.739 m^3$

Conclusion Générale

Référence Bibliographique

Référence Bibliographique

Bibliographie

- [1] (www.wilaya-sidibelabbes.dz).
- [2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Ras_El_Ma_\(Sidi_Bel_Abb%C3%A8s\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ras_El_Ma_(Sidi_Bel_Abb%C3%A8s)).
- [3] HAMDINI, S. HARIZI, S. Etude de faisabilité d'un tronçon autoroutier de 15km dans la région de Tenira à Sidi Bel Abbès, Mémoire de Master, soutenue en 2021, Département de Génie civil Tlemcen, Algérie..
- [4] <https://earth.google.com/web/@34.50727373,-0.83708948,1117.94467387a,5503.65335842d,35y,-13.28098625h,7.30080316t,0r>.
- [5] B40.Normes Techniques d'aménagement des routes,» Algérie, Octobre 1977.
- [6] Michel, Faure. Route les cours de L'ENTPE. Tome1. Lyon: ELEAS, 1997. pp35-221 p258.
- [7] Roger, Coquand. Route circulation tracé et construction. Livre1. Paris, eyrolles, 1969.pp 15-199 p285..
- [8] HAMOUDI, A.et LASRI, Y. Etude de la bretelle principale de l'échangeur de la RN02 sur 4 Km avec un pont cadre, Mémoire de Master soutenue en-2012 université Tlemcen. Algérie p42..
- [9] TALBI,H. BENAMARA,M. Raccordement routier sur 2KM auprès des deux ouvrages d'art sur oued KHEBAZA au PK 255 de la RN06 Wilaya de Naama, Mémoire de Master, soutenue en2017, Département de Génie civil Tlemcen, Algérie.
- [10] Nehaoua Abdel « cours de route, les études de circulation et de trafic ». Département de génie civil, faculté de technologie-U.F.A.S F. Z. HAMMOU TANI et M. DINEDANE, « Etude technico-managériale d'un raccordement routier au droit du dalot N4. Accès Boudj.
- [11] MASIKAL, M. DJIRE, S. Etude technique et étude managériale d'un projet routier : Cas pratique « Déviation de la RN 06 du PK 0+281 au PK 1+951 ». Wilaya de Naama, Mémoire de Master, soutenue en-2021, Département de Génie civil Tlemcen, Algérie.
- [12] Ali Abdoulaye Mohamed Moutari Bello Moubarak Etude technique et étude managériale d'un projet routier : Cas pratique « Tronçon Routier sur un 1 KM Reliant Ogulel Sendel et Tousmouline ». Wilaya D'EL Bayadh Faculté de TECHNOLOGIE Tlemcen.
- [13] CHABANE, A. & SOUAB, N. Étude technique et managériale d'un projet raccordement routier, Mémoire de Master, soutenue en-2015 , Département de Génie civil Tlemcen, Algérie..
- [14] Kouadria, Y. Étude de dédoublement d'un tronçon routier de 6 km sur la RN46 du Pk 194+000 au Pk 200+000 (Wilaya de Biskra), Mémoire de Master, soutenue en-2019, Université Mohamed Khider de Biskra, Algérie..
- [15] BOUGRID, A., & TOUATI, A. (2008). Étude de dédoublement de la RN 12 sur 13 Km entre El Kseur et Oued Ghir. Ecole Nationale des travaux publics, Alegria..

Référence Bibliographique

- [16] Allal Rawia Ghemarssa Maya Ismahan Thème : Projet routier dédoublement de la RN 21 Du PK 23+000 au PK 34+000 sur 11 Km..
- [17] M. SENOUSSE et C. E. RAHMOUN, « Etude technique et managériale d'un projet routier: cas de l'aménagement du parc industriel à Ouled Bendamou-Maghnia sur le raccordement ouvrage d'art N°01.Wilaya de Tlemcen » Faculté de Technologie, Tlemcen, 2020.
- [18] F. Z. K. RAHAL, Cours de Routes Conception des Tracés Routiers Normes, Alger : Office des Publications Universitaires, 2014..
- [19] Formation professionnelle et de la promotion du travail, Direction recherche et ingénieur de formation, résumé théorique et guide de travaux pratique, module09.
- [20] LCPC et SETRA, Réalisation des remblais et des couches de forme, Guide technique Fascicule 1 et 2, Juillet 2000..
- [21] SOUILEM, D. ETUDE D'UN TRANCON ROUTIER DE LA RN 51 MENIA - OUARGLA (Du PK 142+000 AU PK 152+000) sur 10 Km, Mémoire de Master,soutenu en-2019, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, Algérie..
- [22] KHODJA, A. KAMLI, M. ETUDE D'UN TRACE ROUTIER DE LA CW14 RELIANT LA DAÏRA DE ZEMMOURA AVEC LA DAÏRA DE AMMI MOUSSA SUR 5,9 KM, Mémoire de Master, soutenue en-2022, Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem.
- [23] BOUMEHRAZ,M. CHAKOUR,F. Etude d'un tronçon d'une route reliant le village de Tiberguent à la RN100 wilaya de Mila sur une distance de 14Km, Mémoire de Master,soutenu en-2022, Faculté des sciences et de la technologie Département de Génie Civil et Hydraul.
- [24] BABILOTTE, C. & SOULIE, C. Dimensionnement des structures de chaussées communautaires du Grand.
- [25] CTTTP, Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.Fascicule 1 2 3, CTTTP.Ministère des travaux publics de Algérie, Novembre 2001.
- [26] Y. DERFOUF et I. E. BERRAHOU, « Etude technique et Etude managériale d'un projet routier. Evitem de la RN7-A- du Pk50+300 jusqu'à Marsa Ben M'hidi sur 5 Km,» Faculté de Technologie, Tlemcen 2016..
- [27] MEINOUH Mohammed Isselmou CHABBI Anis Etude de dédoublement d'un tronçon (PK59 – PK77) de la route RN27 reliant la wilaya de Jijel (Milia) et les limites de la wilaya de Mila sur une distance de 18Km Université de Mohamed Sadik Ben Yahia « Jijel ».
- [28] M. d. c. d. transports, Signalisation routière, Alger: Arrêté et instruction interministériels, Juillet 1974..
- [29] Document technique, «Guide de la signalisation horizontale à paris», Section Technique et d'Assistance Réglementaire, France, 20.

Référence Bibliographique

- [30] BOUGHARI Mohamed REZIGA Mostafa Etude Géométrique du Contournement de la ville de Sirat wilaya de Mostaganem PK 2 +000 au 4+000 Faculté des Sciences et de la Technologie Mostaganem.
- [31] M. BEZZAR A, cours de routes.
- [32] SETRA-LCPC. Chapitre 2 caractéristiques générales des chaussées. Guide technique, Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme, 1994..
- [33] LYON : Guide technique communautaire. Parution initiale en 1994.
- [34] LCPC ; SETRA. Catalogue des structures types de chaussée neuves. Paris : Bagnoux, 1977.
- [35] M. BEKKARA, « Etude de la modernisation du CW 05 Daïra de Gaaloul.Wilaya de Naama,» Faculté de Technologie, Tlemecen, 2015..
- [36] LCPC ; SETRA. Guide technique ; dimensionnement des structures de chaussées. 2009. P63..
- [37] G, Joeffroy ; R, Sauterey. Dimensionnement des chaussées. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées ,1991. p244..
- [38] servis d'étude technique des route et autoroute SETRA.

