



**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**
UNIVERSITÉ « ABBES LAGHROUR » DE KHENCHELA
FACULTÉ DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE



Département de Génie Civil

N° de série :.....

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master (L.M.D)

Spécialité : Travaux Publics

Option : Voies et Ouvrages d'Arts (V.O.A)

**ETUDE D'UN TRONCON DE DEDOUBLEMENT DE LA
RN 20 ENTRE MEDJEZ AMAR ET HOUARI
BOUMEDIENE WILAYA DE GUELMA SUR 5 KM
DU (PK 79+600) ET (PK74+600)**

*Réalisé par : -NOUAR NOUR ELHOUDA
- AICHAOUI RAID*

Dirigé par : Dr. GHERDAOUI M.

Membres de jury :

Président Boutrid Abdelaziz

Examineur Guenfoud Hamza

Rapporteur GHERDAOUI M.

Présenté le 20/06/2023

REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord Dieu tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la patience d'achever ce modeste travail.

Je voudrais dans remercier, mon encadreur Dr. Gherdaoui, docteur de génie civil à l'université de Abbes Laghrour Khenchela, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Toute notre gratitude va également à Monsieur le Recteur, Président de l'université d'Abbes Laghrour Khenchela, ainsi qu'à Chef du Département Dr. Messas Tidjani du génie civil, qui ont bien voulu.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire :

Monsieur (Dr. Khlfoui .Met Dr. Touam, k), pour avoir répondu à mes questions sur les routes ainsi que sur leur expérience personnelle. Ils ont été d'un grand soutien dans l'élaboration de ce mémoire.

Mes parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements.

Je désire remercier les professeurs et le cadre administratif de l'université Abbes Laghrour Khenchela, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire.

DEDICACE

A ma mère

A cette femme qui a su traverser des tempêtes sans baisser la tête. A cette Wonder Woman. A ma chère mère, Merci pour ton amour

A mon père, merci pour ton amour et ta tendresse, je t'aime

Et je voudrais remercier mes chères sœurs (Djamila, Dr Narimane, Anissa Nssrine, Zineb) de m'avoir encouragé

Et je voudrais remercier mon chère frère Aymen Foudhil Nouar, pour son amour et son soutien pour moi

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

Nouar Nour ElHouda

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à mes parents, je vous aime très fort.

*À mon Père qui sacrifié leur temps pour moi, j'espère que Dieu
entré*

dans son paradis et ma très chère Mère pour leur soutien

apporté à

*cette étude et au sourire d'ange et encourageant que Dieu vous
procure une longue vie.*

À toute ma famille grande et petite.

*À mes Frères, mes Sœurs et leurs Enfants. que Dieu vous garde,
vous procure une longue vie.*

À tous mes Amis et ceux que je connaisse de près et de loin.

*Ce travail est dédié aussi à tous les universitaires Algériens
pour les*

différentes étapes de leurs études.

À tous ceux qui m'aiment.

Raid aichaoui

Résumé

Cette projet de fin résume l'étude d'un tronçon de dédoublement de la RN20 il s'agit la liaison entre MEDJEZ AMAR et HOUARI BOUMEDIENE

Ce projet porte sur deux études importantes pour le projet routier

➤ Étude la géométrie des routes

Il s'agit de calculer le volume de trafic en fonction du nombre et du type de véhicules passant sur la route

Il conçoit les profils en long de la route, et après avoir terminé la conception des profils travers de la route, il détermine les déclivités de la route transversale, et il détermine les endroits de remblais et déblais et leurs quantités le long de la route.

➤ Étude structurelle de la route

Les caractéristiques des couches qui composent la route après sa conception

Outre l'identification des équipements, comme la signalisation

Les mots clés

Route, trafic, tracé routier profil en long et travers, chaussée, géométrie, carrefour, signalisation.

ABSTRACT

This these is summarizes the study of the road linking Majaz Amar and Houari Boumediene, located in the wilaya of Guelma

This project in cludes two important road studies :

➤ Engineering study of roads

It deals with the calculation of traffic volume based on the number and type of vehicles passing on the road

He designs the longitudinal sections of the road, and after completing the design of the cross sections of the road, he determines the slopes of the transverse road, and determines the places of excavations and fillings and their quantities along the road.

➤ Construction study of roads

It deals with the study of the characteristics of the layers that make up the road

In addition to identifying equipment as signals

Key words

Road, traffic, road planning, longitudinal and cross section, geometry, road intersection, signs.

المُلخَص

يلخص هذا المشروع النهائي دراسة الطريق الرابط بين مجاز عمار وهواري بومدين الواقع بولاية قالمة يشمل هذا المشروع على دراستين هامتين الطريق

الدراسة الهندسية

يتناول حساب حجم حركة المرور بناءً على عدد ونوع المركبات التي تمر على الطريق

يصمم المقاطع الطولية للطريق، وبعد الانتهاء من تصميم المقاطع العرضية للطريق، يحدد منحدرات الطريق العرضي، ويحدد أماكن الحفر والردم وكمياتها على طول الطريق.

الدراسة الإنشائية للطريق

يتناول دراسة خصائص الطبقات التي يتكون منها الطريق بالإضافة إلى تحديد

المعدات كالإشارات

الكلمات المفتاحية

الطريق، حركة المرور، تخطيط الطريق، المقطع الطولي والعرضي، الهندسة، تقاطع الطرق، الإشارات

REMERCIEMENTS	1
<i>DEDICACE</i>.....	II
<i>DEDICACE</i>.....	III
Résumé	IV
LISTE DES FIGURES	XV
LISTE DES TABLEAUX.....	XVII
INTRODUCTION GENERALE	2

CHAPITRE I : PRESENTATION ET ETUDE DE TRAFIC.

1. Présentation du projet.....	4
Présentation de wilaya de Guelma.....	4
Situation géographique de wilaya de Guelma	4
Le réseau routier de la wilaya de Guelma.....	5
Les routes nationales.....	5
Présentation du projet	6
L'objectif principal de projet	7

CHAPITRE II : ETUDE DE TRAFIC.

1. Introduction.....	9
2. Différents types de trafics	9
Trafic normal.....	9
Trafic dévié	9
Trafic induit : C'est le trafic qui résulte de	9
Trafics total.....	10
3. Analyse du trafic.....	10
Comptage manuel.....	10

Le comptage automatique (comptage contenu).....	10
Nombre de poids lourds.....	11
4. La capacité.....	11
Définition.....	11
Calcul du(<i>TJMAh</i>) horizontale.....	11
Calcul de trafic effectif.....	11
Débit de pointe horaire normale Q.....	12
4.6. Nombre de voies.....	13
5. Catégorie de la route.....	13
6. Environnement de la route.....	14
7. Application du projet.....	14
Les données (Projet).....	14
Projection future de trafic.....	15
Calcul du trafic effectif.....	15
Calcul le débit pointe horaire normale.....	15
Détermination du nombre de voies.....	15
Calcul de l'année de saturation.....	16
Conclusion.....	16

CHAPITRE III : TRACE EN PLAN

1. Introduction.....	19
2. Les objectifs de base.....	19
3. Définition.....	19
4. Réalisé un tracé en plan.....	20
Les principes à respecter dans le tracé en plan.....	20
Les éléments géométriques du tracé en plan.....	20
Les Droites (alignements).....	20

Limites de l'utilisation des droites (alignements)	21
Les Avantage.....	21
Les inconvénients.....	21
Arc de cercle	21
Stabilité des véhicules en courbe.....	22
Dévers de la chaussée	22
Les rayons en plan.....	22
visibilité en courbe.....	25
Courbes de raccordements	26
Rôle des courbes de raccordement	26
Type de courbes de raccordement	27
Parabole cubique.....	27
Lemniscate	27
Clothoïde	28
Géométrie clothoïde mathématiques	29
Eléments de la clothoïde	30
Les conditions de raccordement.....	30
Formes de clothoïde appliquées au tracé en plan.....	32
Les distances	34
La distance élémentaire de freinage d_0	34
La distance d'arrêt.....	34
Les distances de visibilité.....	35
La vitesse de référence	35
5. Application du projet.....	36
Les alignements	36
Les rayons	36

Caractéristiques en plan	37
Les paramètres du tracé en plan dans Les normes algériennes (B40).....	37
Les distance.....	37
Longueurs minimales de raccordement entre une droite et un cercle : règles générale (B40)	38

CHAPITRE IV : PROFIL EN LONG.

1. Introduction.....	41
2. Définition.....	41
3. Règles à respecter dans le tracé du profil en long	41
4. Représentation graphique du profil en long.....	42
Eléments de composition du profil en long	42
5. Eléments du profil en long.....	43
La ligne rouge	43
Déclivité.....	44
Déclivités minimum.....	44
Déclivité maximum.....	44
Raccordements en profil en long.....	45
Raccordements convexes (angle saillant)	45
Condition confort	46
Condition de visibilité	46
Rayon minimum normal et minimum absolu.....	47
Raccordements concaves (angle rentrant)	47
La visibilité nocturne	47
Condition esthétique	48
6. Coordination du tracé en plan et profil en long	48

CHAPITRE V : PROFIL EN TRAVERS.

1. introduction	51
------------------------------	-----------

2. définition	51
3. différentes type de profils en travers.....	51
Profil en travers type.....	51
Profil en travers courants.....	51
4. types profil en travers	51
5. les éléments décomposition du profiles en travers	52
a. La chaussée	53
b. La largeur rouable.....	53
c. La plate-forme.....	53
d. Assiette	53
e. L'emprise.....	53
f. Les accotements	54
g. Le terre-plein central.....	54
h. Le fossé:	54.
i. Le talus:	54.
j. La largeur de la chaussée	54.
k. Pente transversale	55
l. Point de rotation des dévers.....	55

CHAPITRE VI : CALCUL LES CUBATURES.

1. Introduction.....	57
2. Définition.....	57
3.Éléments nécessaires pour calculer les cubatures.....	57
4. Les Facteurs affectant le calcul des cubatures	57
5. Représentation le volume de remblai et déblai	58
6. Méthodes pour de calcul des cubatures	58
Les surface des profils en travers.....	58

Méthode de Mr SARRAUS	59
Méthode de gulden	61
Méthode linéaire.....	61
Les logiciels	61
7. Application du projet.....	61

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

1. Introduction.....	64
2 .dimensionnement des corps des chaussées.....	64
Règles de base de dimensionnement	64
La chaussée	65
Définition.....	65
Les différentes structures de chaussées.....	65
Méthodes empiriques	69
Method C.B.R (California – Bearing – Ratio).....	69
Méthode du catalogue des structures «SETRA».....	70
Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTPP ».....	71
4. Principes du dimensionnement du catalogue.....	73
5. Application du projet	73
La méthode CBR.....	73
Méthode de catalogue des structures SETRA	74
Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTPP)	74
4. La zone climatique.....	75
5. La structure finale par la méthode de dimensionnement	75
5.2. Conclusion.....	76

CHAPITRE VIII: CARREFOUR.

1. Introduction.....	78
-----------------------------	-----------

2. Définition	78
3. Critères de base pour la conception d'un carrefour	78
4. Les différents types de carrefours	78
Carrefours plans.....	78
Carrefours en Y	78
Carrefours en T	79
Carrefours en X.....	79
Carrefour en cro VIII	80
carrefour séparées, carrefour à deux niveaux ou plusieurs	80
carrefour giratoire.....	80
Un carrefour dénivelé	80
5. Les principaux objectifs de la conception de carrefour	81
6. Considérations relatives à la conception de carrefour	81
7. Application de projet.....	83
8. Conclusion.....	84

CHAPITRE IX : SIGNALISATION.

2. Définition	86
3. L'objet de la signalisation routiere.....	86
4. Règles a respecter pour la signalisation	86
5. Les types de signalisation	86
A) Signalisation verticale.....	87.
Les principaux types de panneaux routiers : danger, interdiction, obligation, indication et direction	88
B. signalisation Horizontale	90
1. Marques longitudinales	90
2. Marquage transversale	90
3. Autres marques	91

Application de projet	93
CONCLUSION GENERALE.....	99
REFERENCES BIBLIOGRAPHIES.....	101
ANNEXES	

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : PRESENTATION DE PROJET

Figure I.1: Carte de situation géographique de la wilaya de GUELMA.....	4
Figure I.2 : Carte du réseau routier de la wilaya de GUELMA	6
Figure (Photo) I.3 : situation de projet de la limite de la ville de Madjez Amar-Guelma –la ville houari Boumediene –Guelma)	7
Figure (Photo) I.4 : localisation de la route nationale RN20.....	7

CHAPITRE III : TRACE EN PLAN

Figure III.1: Graphique représentatif exprimant l'équation d'équilibre.....	22
Figure III.2 : courbure est proportionnelle à l'abscisse	27
Figure III-3 : courbe est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur F	28
Figure III.4 clothoïde... ..	28
Figure III.5 : La Courbure K	29
Figure III.6 : Eléments de la clothoïde... ..	29
Figure III.7 : raccordement de deux arcs de sens contraire par un seul arc de clothoïde... ..	31
Figure III.8 : raccordement de 2 alignements par 2 branches de clothoïde	32
Figure III.9 : raccordement de 2 rayons (l'un intérieur à l'autre) par une courbe en ovale.....	32
Figure III.10 : raccordement de 2 rayons (l'un extérieur à l'autre) par une courbe en c.....	33

CHAPITRE IV : PROFIL EN LONG

Figure IV.1 : Profil en long	41
Figure IV.2 : profil en long	43
Figure IV.3: raccordements en profil en long	45
Figure IV.4 : la hauteur des phares pour les rayons concaves	46

CHAPITRE V : PROFIL EN TRAVERS

FigureV.1 : profil en déblai	52
FigureV.2 : profil en remblai.....	52
FigureV.3 : profil travers mixte.....	52
FigureV.4 : profil en déblai : Les éléments de composition du profiles en travers.....	52

CHAPITRE VI : CALCUL LES CUBATURES

Figure VI.1: Représentation le volume de remblai et déblai.....	58
--	----

Figure VI.2 : profil en travers	59
Figure VI.3 : les surfaces des tronçons de terrain	59
Figure VI.4 : Calcul par la moyenne des aires	60

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

Figure VII.1 : Structure type d'une chaussée souple.....	66
Figure VII.2 : Structure type d'une chaussée semi – rigide.....	67
Figure VII.3 : Structure type d'une chaussée rigide	67
Figure VII.4 .les type des corps chaussée	68

CHAPITRE VIII : CARREFOUR

Figure VIII.1 : Schéma d'un carrefour divergent en forme de Y	78
Figure VIII.2 : route Carrefours en T	78
Figure VIII.3 : route Carrefours en X.....	78
Figure VIII.4 : Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire	79
Figure VIII.5 : carrefour séparées, carrefour à deux niveaux ou plusieurs	80
Figure VIII.6 : Carrefour en Y reliant le Route entre Medjez Ammar et Hammam Dabbagh... 82	
Figure VIII.7 : Carrefour en X	83

CHAPITRE IX : SIGNALISATION

Figure IX.1 : Les panneaux de danger de type A.....	87
Figure IX.2 : Les panneaux routiers d'indication type B.....	88
Figure IX.3 : Type de modulation.....	90
Figure IX.4 : Type de modulation.....	93
Figure IX.5 : Séparateurs	94
Figure IX.6 : glissière en béton.....	94

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II : ETUDE DE TRAFICS

Tableau II .1: Coefficient d'équivalence Il dépend de la nature de la route (nombres de voies et de l'environnement)	12
Tableau II .2: coefficient lié à l'environnement Valeurs de K1	13
Tableau II .3: coefficient de réduction de capacité Valeurs de K2.....	13
Tableau II .4 : Valeurs de capacité théorique	13
Tableau II .5 : Environnement de la route	14
Tableau II .6 : les calculs de trafic.....	17

CHAPITRE III : TRACE EN PLAN

Tableau III.1: La valeur de dévers (d_{max} , d_{min}).....	22
Tableau III.2 : la valeur de Coefficient de frottement transversal	24
Tableau III.3 : la valeur de Devers (d)	24
Tableau III.4 : les valeurs des différents rayons définis selon les normes (B40)	24
Tableau III.5 : paramètres de clothoïde.....	30
Tableau III.6 : distance élémentaire de freinage d_0 dans la norme(B40).....	33
Tableau III.7 : distances d'arrêt en palier norme (B40).....	34
Tableau III.8: la valeur distance de visibilité Le norme (B40).....	34
Tableau III.9: valeur des vitesses de base (normes B40)	34
Tableau III.10 : Caractéristiques en plan.....	36
Tableau III.11 : les paramètres du tracé en plan dans les normes (B40).....	38

CHAPITRE IV : PROFIL EN LONG

Tableau IV.1 : valeur de la déclivité maximale (B40).....	44
Tableau IV.2 : rayon convexes	47
Tableau IV.3 : la valeur Le rayon minimum normal et absolu en fonction de la vitesse	47
Tableau IV.4 : tracé de la ligne rouge (salon le B40)	48

CHAPITRE VII : DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE

Tableau VII.1 : Coefficient d'équivalence	69
Tableau VII.2 : La classe du trafic poids lourd	70
Tableau VII.3 : Détermination de la classe du sol.....	71
Tableau VII.4 : Classe de trafic	71
Tableau VII.5 : Classe portance de sol en fonction de la flexion.....	72

Tableau VII.6 : Les zones climatiques de l'Algérie	72
Tableau VII. 7 : Les résultats(CBR)	72
Tableau VII. 8 : Les résultats SETRA	74

CHAPITRE VIII : CARREFOUR

Tableau VIII.1 : Vitesse d'approche à vide V0 selon la norme algérienne	80
Tableau VIII-2 : Distance de visibilité des véhicules prioritaires et non prioritaires : cas de la priorité à droite selon la norme Algérienne [B40]	80
Tableau VIII.3 : Distance de visibilité des véhicules non prioritaires : cas de balise B1 (cédez le passage) ou signale de stop B2, selon la norme Algérienne	81

CHAPITRE IX : SIGNALISATION

Tableau IX.1: Modulation des lignes discontinues	90
Tableau IX.2 Modulation des lignes discontinues.	92

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Les routes sont considérées comme l'épine dorsale du développement du pays et jouent un rôle important dans la circulation des personnes, des marchandises et du commerce à travers le pays ainsi que dans l'interdépendance de la population. Le réseau de transport développé aide l'État à réaliser ses objectifs militaires, économiques, stratégiques et de sécurité.

Cette mémoire comprend l'étude appliquée et théorique du tronçon de dédoublement de la RN 20 entre MEDJEZ AMAR et HOUARIBOUMDIENE

Les routes sont considérées comme l'un des moyens de transport les plus importants, car les routes augmentent la vitalité de la région et la circulation des personnes dans ces zones. . Les raisons de notre étude de ce tronçon de la route sont dues à la Dégradation des anciennes routes de la ville de Guelma, qui est devenue un obstacle au développement et aux échanges commerciaux avec les villes voisines

Le contenu de cette étude est divisé en neuf chapitres :

- **Chapitre I:** Présentation et étude de trafic.
- **Chapitre II :** étude de trafics
- **Chapitre III :** trace en plan
- **Chapitre IV :** profil en long
- **Chapitre V :** profil en travers
- **Chapitre VI:** calcul de cubatures
- **Chapitre VII:** dimensionnement de corps de chaussée
- **Chapitre VIII :** carrefour
- **Chapitre IX :** signalisation

CHAPITRE I

Présentation

du projet

1. Présentation du projet

Présentation de wilaya de Guelma

Situation géographique de wilaya de Guelma [1]

Sur une superficie de 44.74 km² et comte une population de 120.847 Habitants (estimation à fin 2008) la densité moyenne de population est de 2701 Hab. /km². Elle compte 10 dairate et 34 communes (en 1974). On altitude est de 290 mètre au niveau de mer.

La wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba-Skikda) et les centres d'échanges au sud (Oum-EL-Bouaghi et Tébessa), outre la proximité du territoire Tunisie en à l'Est.

La wilaya de Guelma est à 537 km de la capitale (Alger), et à 110 km à l'est de Constantine, à 60 km de la mer méditerranée et à 150 km et la frontière tunisienne

La wilaya de Guelma constitue un axe stratégique de par sa situation géographique. Elle est limitrophe de wilayates telle que :

- Le Nord, la wilaya d'Annaba : avec son port et aéroport, ainsi qu'une base industrielle aussi importante, distante à quelques 60 km
- Le Nord-Ouest, la wilaya de Skikda : avec son port et sa base pétrochimique, est à moins de 80 km
- Le Sud, la wilaya de Oum-EL-Bouaghi : porte de haute plateaux, est à 120 km
- L'est, la wilaya de Souk-Ahras : Région frontalière à la Tunisie, est à 70 km
- Nord-est, la wilaya de Del-Tarf : wilaya agricole et touristique port de pêche, frontalière à la Tunisie

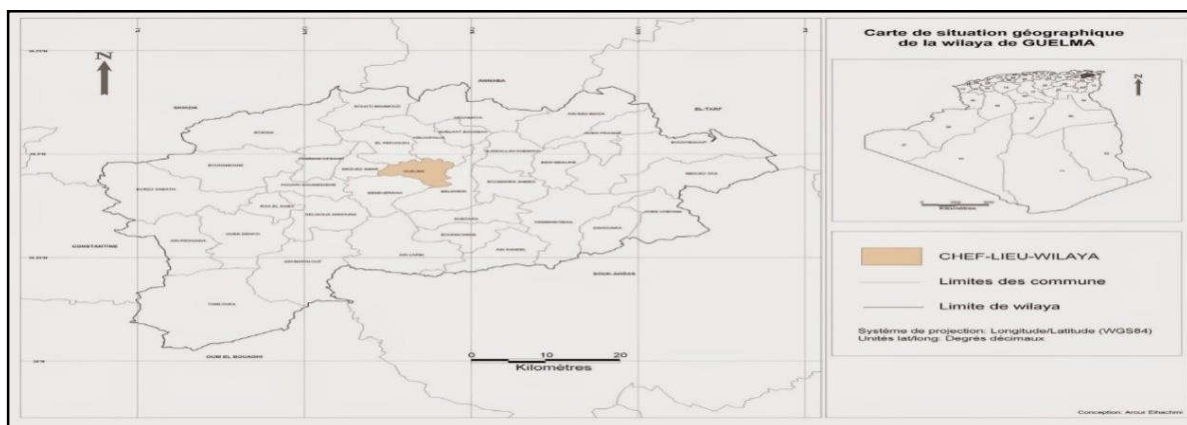


Figure I.1: Carte de situation géographique de la wilaya de GUELMA[2]

Climat[2]

Selon la classification de Köppen-Geiger, Guelma a un climat méditerranéen modérément tempéré avec des étés chauds et secs (Csa). Guelma connaît une température annuelle moyenne de 18,5 ° C et des précipitations annuelles moyennes de 560,1 mm.

Concernant la pluviométrie, on enregistre :

- 654 mm / an à la station de Guelma
- 627 mm / an à la station de Ain-Larbi
- 526 mm / an à la station de Medjez-Ammar

Le réseau routier de la wilaya de Guelma [3]

- RN : 299.2 km
- CW : 421.05 km
- CC : 1.550.19km
- Nombre d'ouvrage d'art sur RN : 52
- Nombre d'ouvrage d'art sur CW : 46
- Nombre d'ouvrage d'art sur CC : 05
- Patrimoines
- Subdivisons : 10
- Maisons cantonnières : 09
- Communes : 34
- Aéroport international

Les routes nationales [4]

- **RN 20** : depuis 1962 : el khroub – ainabid – oued zenati – guelma – boucheghloulf
 - Souk ahras – ouleddriss – ainana
- **RN 21** : depuis 1962 : geulma –duszerville
 - Actuellement : el hadjar – annaba – ainbeida – geulma
- **RN16** depuis 1962: annaba- el hadjar-drean - boucheghloulf – souk ahras – m'daourouch – el aouinet – tebessa
 - Actuellement : annaba- el hadjar-drean - boucheghloulf – souk ahras – m'daourouch – el aouinet – tebessa- bir el ater – el oued – touggourt

- **RN80** :Actuellement : AïnCharchar (Skikda) - Bekkouche Lakhdar - Bouati Mahmoud - Guelma - Khezara - Bou Hachana - Aïn Sandel - Sedrata - Berriche - AïnBeïda - Khenchela - Babar
- **RN 81** :Actuellement : Oued Zenati - AïnMakhlouf - AïnSoltane - Sedrata - Ragouba - Tiffech - Souk Ahras - Ouillen - Merahna–Heddada
- **RN 102** : Depuis 2002 : RN10 (Aïn Beïda) - Tamlouka - Oued Zenati

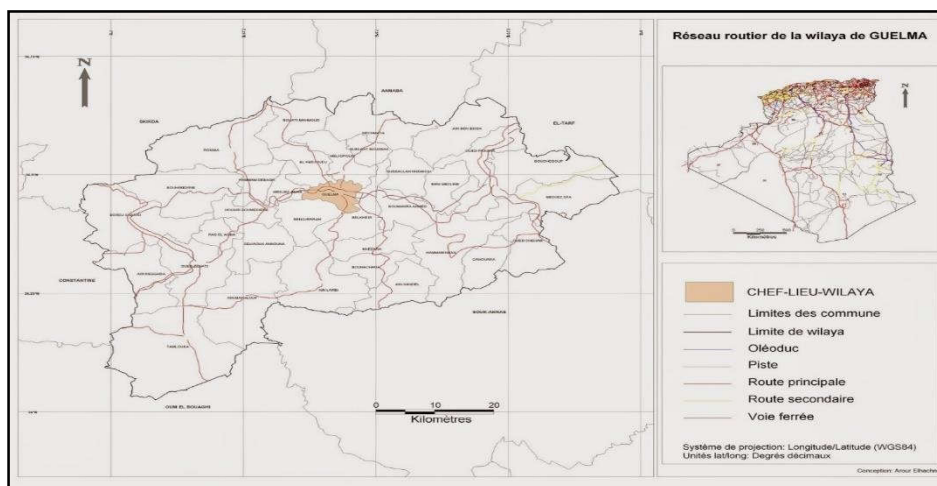


Figure I.2 : Carte du réseau routier de la wilaya de GUELMA[4]

Présentation du projet

La route nationale 20 (RN20) est une route nationale algérienne reliant la limite de la ville de Madjez Amar-Guelma –la ville Houari Boumediene –Guelma) ; le projet s’inscrit dans le cadre d’une démarche globale de mise à niveau de l’un des axes les plus importants sur le plans socio-économique et stratégique

Cette section à étudier sur une longueur de 5 km présente un trafic journalier moyen important estimé à l’ordre donc année de mise en service :

- 2023(TJMA2023) =10992v/j
- L’itinéraire du projet est classé en environnement (E2)
- La catégorie (C2)
- La vitesse de base de projet 80km/h
- Indice de CBR=5
- Le taux de croisement est de 4%
- Durée de vie 20 ans



Figure (Photo)I.4 : localisation de la route nationale RN20



Figure (Photo)I.3 : situation de projet de la limite de la ville de MadjezAmar-Guelma –la ville Houari Boumediene –Guelma)

L'objectif principal de projet

L'objectif principale de cette étude est de concevoir la route nationale RN20 entre la limite de la ville de Medjez Amar-Guelma –la ville Houari Boumediene Guelma sur une longueur de 5m l'étude consiste en un dédoublement du profil en travers en 2*2 voies

Ou l'objectif principal de projet est de jeter les bases et de dessiner des plans pour voir si ce projet atteindra ou non, l'objectif tant sur le plan économique que technique et service parmi les objectifs de la phase d'étude routière figurent

1. Déterminer la nature du projet et sélectionner l'emplacement prévu, aussi que fournir sa taille et son cout
2. Etudier les caractéristiques géométriques d'une route (tracer en plan, profil en long et en travers)
3. Etudier le type et l'épaisseur de la route afin de déterminer le cout du projet et procéder à un dimensionnement des corps de chaussées

CHAPITRE II

ETUDE DE TRAFIC

1. Introduction

Une étude de trafic est une enquête élaborée et une assai méticuleuse du système de transport dans une zone spécifique, qui s'appuie sur une vaste collection de données. Habituellement, les études de trafic sont utilisées pour monitor un problème de transport récurrent et proposer une résulta qui entraînera moins de trafic et de trafic dans cette zone particulière.

Voici quelques- unes des raisons les plus courantes pour une étude de trafic :

- ✓ Lorsqu'un nouveau de développement est proposé qui peut générer un nouveau trafic
- ✓ Pour un compact de construction de chaussée
- ✓ Examiner les zones d'accidents fréquents
- ✓ Pour monitor les emplacements avec des géométries de chaussée compliquées

2. Différents types de trafics

On distingue quatre types principaux :[5]

Trafic normal

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

Trafic dévié

Il s'agit du trafic qui est attiré par une route récemment rénovée et qui utilise d'autres routes ayant la même destination sans investissement.

Trafic induit : C'est le trafic qui résulte de :

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

Trafics total

Le trafic total c'est la somme des deux trafics, Trafic induit et Trafic dévie dans le nouvel aménagement

3. Analyse du trafic

Comptage manuel

Ce type de comptage se fait manuellement (par observation), le nombre de véhicules passant devant lui

Souvent, le but du comptage manuel est de déterminer la composition de la circulation

On distingue deux types :

- 1- Comptage périodique
- 2- Comptage directionnel : pour étudier un carrefour

Il y a trois objectifs principaux pour :

- Détermination de trafic
- Détermination besoins statiques
- Détermination de la consistance à donner aux routes pour supporter le trafic

Le comptage automatique (comptage contenu) [6]

Ces types de comptages sont exécutés à l'aide d'automates programmables ce dénommés machines automatiques

Certains systèmes de comptages sont adaptés pour des comptages permanents continu, d'autres sont adaptés pour des comptages temporaires On distingue deux types :

A. Comptage permanents [6]

Ce capteur est basé sur l'analyse de l'effet inductif généré par un objet qui passe au-dessus d'une boucle composée d'un câble conducteur

B. Compteurs temporaires [6]

La mesure se fait par la détection d'une surpression générée dans un tube pneumatique qui traverse la chaussée.

Nombre de poids lourds [7]

L'impact des véhicules légers sur les dégradations structurelles des chaussées étant négligeable, seul le trafic des poids lourds est pris en compte

Le poids lourds (PL) est un véhicule dont le poids autorisé en charge (PTAC) est au moins égal à 35 KN

4. La capacité

Définition [8]

La capacité est le nombre maximal de véhicules qui peuvent raisonnablement passer par une section donnée d'une voie ou d'une chaussée dans une direction (ou dans les deux directions pour une route à deux ou trois voies) avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres, durant une période de temps déterminée

- La capacité dépend des caractéristiques suivantes :
 - Caractéristique géométrie de la route : nombre de voies, largeur des voies, pente du profil en long ...
 - Des facteurs météorologiques et conditions de visibilité
 - Environnement : urbain, périurbain, interurbain,
 - Le trafic

Calcul du ($TJMA_h$) horizontale [9]

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

$$TJMA_h = TJMA_0(1 + r)^n \quad [II.1]$$

Avec :

- $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon
- $TJMA_0$: le trafic à l'année de référence
- n : nombre d'année
- r : taux d'accroissement du trafic (%)

Calcul de trafic effectif [9]

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de type de route et de l'environnement.

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P). Le trafic effectif donné par la relation :

$$Teff = [(1-Z) + PZ].TJMA_h \quad [II.2]$$

Avec :

- $Teff$: trafic effectif à l'horizon en (UVP/J)
- Z : pourcentage de poids lourds (%).
- P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds.

Tableau II.1: Coefficient d'équivalence [9]

Il dépend de la nature de la route (nombres de voies et de l'environnement)

Route	E1	E2	E3
2 VOIES	3	6	12
3 VOIES	2.5	5	10
4 VOIES ET PLUS	2	4	8

Débit de pointe horaire normale Q [10]

Le débit de pointe horaire normale est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est exprimé en unité de véhicule particulier [UVP], défini par la relation suivante :

$$Q = (1/n) . Teff \quad [II.3]$$

Avec :

- Q : débit de pointe horaire
- n : nombre d'heure, sachant que : $n=8$ donc $(1/n=0.125)$
- $Teff$: trafic effectif.

Débit horaire admissible $Qadm$ [10]

Défini par la relation suivante :

$$Qadm = K_1 . K_2 . C_{th} \quad [II.4]$$

Avec :

- k_1 : coefficient lié à l'environnement.
- K_2 : coefficient de réduction de capacité.

- C_{th} : capacité effective par voie

Les tableaux des coefficients $k_1 k_2 C_{th}$

Tableau II.2: coefficient lié à l'environnement Valeurs de K1 [9]

Environnement (E)	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau II.3: coefficient de réduction de capacité Valeurs de K2. [9]

E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau II.4 : Valeurs de capacité théorique C_{th} [9]

voies de la route	Capacité théorique (u/vp /h)
Route à 2 voies de 3,5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3,5m	2400 à 3200
Route à 2 chaussées séparées	1500 à 1800

Nombre de voies [9]

- Deux cas pour calculer le nombre de voies :

- **Cas1** : cas d'une chaussée bidirectionnelle

$$Q_{adm} \leq Q \quad \text{[II.5]}$$

- **Cas2** : cas d'une chaussée unidirectionnelle :

$$n = S \cdot Q / Q_{adm} \quad \text{[II.6]}$$

Avec :

- S : coefficient de dissymétrie égale à $2/3 = 0.67$
- Q_{adm} : débit admissible par voie.

5. Catégorie de la route [11]

Le choix de la catégorie est fonction de l'importance de la liaison ; les caractéristiques imposées par les normes. Chaque catégorie, vise à assurer l'adéquation de la route aux fonctions que celle-ci doit assurer. En Algérie, Les catégories de la route sont :

- **La catégorie C1** : liaison entre deux grands centres économique et des centres d'industrie lourde.
- **La catégorie C2** : liaison des pôles d'industries de transformations entre eux.
- **La catégorie C3** : liaison des chefs-lieux de daïra et ceux de wilaya.
- **La catégorie C4** : liaison de tous les centres de vie avec le chef-lieu de daïra.
- **La catégorie C5** : routes pistes non comprises dans les catégories précédentes.

6. Environnement de la route : [11]

Trois classes d'environnements (E1, E2 et E3) ont été proposées dans le guide B40 du ministère des travaux publics. Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne au kilomètre.
- La sinuosité.

Tableau II.5 : Environnement de la route [9]

Relief \ Sinuosité	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	
vallonné	E2	E2	E3
Montagneux		E3	E3

7. Application au projet

Les données (Projet)

D'après les résultats de trafic :

- Chaussée unidirectionnelle à deux voies.
- Année de mise en service : 2023, TJMA 2023 = 10992 v/j
- Durée de vie 20 ans
- Le taux de croissance est de 4 %
- Pourcentage du poids lourd est 12.4%
- Environnement 2
- Catégorie 2

Projection future de trafic

Calcul de $TJMA$ horizontale

$$TJMA_{2043} = TJMA_{2023}(1 + \tau)^n$$

$$TJMA_{2043} = 10992 \times (1 + 0.04)^{20} = 24085 \text{ v/j}$$

$$\text{Donc : } TJMA_{2043} = 24085 \text{ v/j}$$

Calcul du trafic effectif

La formule qui donne le trafic effectif est :

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

L'environnement et E2, et route à 2 voies, d'après le tableau I.1 le coefficient d'équivalence : $P=6$

$$T_{eff}(2023) = [(1 - 0.124) + 6 \times 0.124] \times 10992 = 17807 \text{ uvp/h}$$

$$T_{eff}(2043) = [(1 - 0.124) + 6 \times 0.124] \times 24085 = 39018 \text{ uvp/j}$$

$$\text{Donc : } T_{eff} = 39018 \text{ uvp/j}$$

Calcul le débit pointe horaire normale

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

$$\text{Donc : } Q = 0.12 \times 39018 = 4682 \text{ uvp/j}$$

Débit admissible

La formule qui donne le débit horaire admissible est :

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

- Le tableau II.2 : $K_1 = 0.85$
- Le tableau II.2 : $K_2 = 0.99$
- Le tableau II.3 : $C_{th} = 2000 \text{ uvp/h}$

$$\text{Donc : } Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 2000 = 1683 \text{ uvp/h}$$

Détermination du nombre de voies

La relation du nombre de voies est donnée par la formule suivante :

$$N = S \times \left(\frac{Q}{Q_{adm}} \right)$$

$$N = \frac{(2)}{3} \times \frac{(4682)}{1683} = 1,9$$

Donc : $N = 2$ voies/sens

Conclusion : La route devra avoir un profil en travers type de 2×2 voies

L'année de saturation de 2×2 :

Calcul de l'année de saturation

- $T_{eff}(2023) = [(1 - 0.124) + 6 \times 0.124] \times 10992 = 17807 \text{ uvp/h}$

- $T_{eff}(2023) = 17807 \text{ uvp/h}$

- $Q = 0.12 \times 17807 = 2137 \text{ uvp/h}$

Donc : $Q = 2137 \text{ uvp/h}$

- $Q_{sat} = 4 \times Q_{adm}$

- $Q_{sat} = 4 \times 1683 = 6732 \text{ uvp/h}$

- $Q_{saturation} = (1 + t)^n \times Q_{2023}$

- $n = \frac{\ln(\frac{Q_{sat}}{Q_{2023}})}{\ln(1+t)}$

- $n = \frac{\ln(\frac{6732}{2137})}{\ln(1+0.04)}$

- $n = \frac{2137}{\ln(\frac{6732}{2137})} = 29 \text{ ans}$

Donc : $n = 29$ ans

Conclusion

D'où notre route sera saturée 29 ans après la mise en service, donc l'année de saturation est l'année : 2052 ans

Tableau II.6 : les calculs de trafic

<i>TMJA</i> ₂₀₂₃	10992 v/j
<i>TMJA</i> ₂₀₄₃	24085 v/j
<i>Teff</i> ₂₀₂₃	17807 <i>uvp/h</i>
<i>Teff</i> ₂₀₄₃	39018 <i>uvp/j</i>
<i>Q</i> ₂₀₄₃	4682 <i>uvp/j</i>
<i>N</i>	2 voie/ sens

CHAPITRE III

TRACE EN PLAN

1. Introduction

La planification des schémas est la première et la plus importante étape au début de la construction de tout projet routier en définissant des objectifs et des solutions spécifiques pour développer le réseau routier en fonction des besoins des sites les plus denses et les plus généraux.

Lorsqu'on commence à incarner la route, résultant d'un effort conjoint entre l'ingénieur routier, le gestionnaire de terrain, le géologue et d'autres, il est nécessaire de rechercher un ensemble de solutions sûres et efficaces et de manière simple pour dessiner la route le plus facile projet.

Afin de tracé en plan, nous devons nous familiariser avec les fondements et les principes utilisés lors du tracé de plan étudié sur des plans topographiques. Et étudiez ses éléments de base et la relation entre eux.

2. Les objectifs de base

Les objectifs de base qui font de la préparation du tracé en plan le projet le plus important :

- Améliorer l'efficacité et la sécurité tout en minimisant les coûts et les dommages environnementaux.
- Créer des routes pour l'avancement de l'économie du pays
- Offrir des opportunités d'emploi, des écoles, des entreprises et des logements
- Adapté à une gamme de modes de déplacement tels que la marche, le vélo, le transport en commun et l'automobile, minimisant la consommation de carburant, les émissions et les dommages environnementaux.

3. Définition

Tracé en plan est un élément caractérise de la géométrie d'une route. Il est constitué par la projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route. [12]

Il est constitué en général par une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif [13]

4. Réalisé un tracé en plan

Les principes à respecter dans le tracé en plan [14]

Les principes les plus importants à prendre en compte lors du tracé en plan sont les suivants :

1. Préférable que la route ne passer pas sur des vergers, des terres agricoles fertiles et des zones forestières
2. Économiquement : Éviter l'intersection avec les voies ferrées, les rivières et les vallées profondes afin d'éviter le grand nombre de travaux d'entretien et de construction, et ainsi l'augmentation des ouvriers du bâtiment et des matériaux de construction entraîne une augmentation de la facture.
3. Éviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques. (Tremblements de terre et volcans...)
4. Relier les zones résidentielles et les gares afin d'augmenter la circulation de ces zones et d'éviter la construction de routes secondaires les reliant à la route principale

Les éléments géométriques du tracé en plan

Le tracé en plan de l'itinéraire est composé de sections droites dans différentes directions reliées les unes aux autres par des arcs de cercle avec des spécifications techniques qui permettent aux véhicules de changer de direction en douceur et confortablement tout en fonctionnant à la vitesse potentielle la plus élevée.

Afin que le tracé en plan soit proportionnel à la nature de la zone traversée par la route. Le tracé en plan se compose de trois éléments, à savoir :

- Les Droites (alignements)
- Les arcs de cercle
- Courbes de raccordements

Les Droites (alignements)

C'est la partie la plus simple de la route

Les alignements droits sont, en premier, définis par la disposition générale du tracé et serviront généralement de bases à la détermination des autres éléments (cercles, clothoïdes).

Ils serviront éventuellement de raccordement entre 2 cercles. Pour des raisons de sécurité la longueur des alignements dépend :

- 1- La vitesse de base
- 2- Des sinuosités précédentes et suivantes à l'alignement
- 3- Rayon de courbure

Limites de l'utilisation des droites (alignements) [14]

- a- **La longueur maximale** : d'un alignement ne dépasse pas la longueur parcourue par la vitesse de base durant une minute.

$$L_{\max} = 60 V \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right); V = V_b / 3.6 \text{ (m/s)} \quad [\text{III.1}]$$

- b- **Longueur minimale** : sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale

$$L_{\min} = 5 V \text{ (m/s)} ; V = V_b / 3.6 \text{ (m/s)} \quad [\text{III.2}]$$

Avec : V_b : vitesse de référence en Km/h

Les Avantages

- Bonne compatibilité avec les infrastructures requises telles que les chemins de fer longue distance et les canaux.
- Il représente la distance la plus courte entre deux points
- Obtenez un large champ de vision et dépassez les autres véhicules.

Les inconvénients

- Difficulté à estimer la distance et la vitesse des autres véhicules.
- Fatigue rapide pour les automobilistes.
- S'adapter à la nature est difficile, surtout dans les endroits avec beaucoup de collines.

Arc de cercle

Il fait partie du cercle

Ils peuvent correspondre d'emblée à une certaine portion du tracé. Ils servent également éventuellement en association avec des arcs de clothoïde à relier deux alignements droits.

Pour réduire les courbures, il y a trois éléments importants :

1. Stabilité des véhicules en courbe.
2. Visibilité en courbe.
3. Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible

Stabilité des véhicules en courbe

Dévers de la chaussée

Le dévers est la valeur de la pente transversale d'un des deux versante d'une chaussée ou d'un trottoir ; c'est également la valeur de l'inclinaison transversale d'une voie ferrée. C'est aussi l'autre pente, au-delà d'une crête [15].

Tableau III.1: La valeur de dévers (d_{max} , d_{min}) [9]

Catégorie	Environnement	dévers%	
		max	Min
1-2	1-2-3	7	5
3-4	3	7	5
3-4	1-2	8	6
5	1-2-3	9	6

Les rayons en plan

Equation d'équilibre : [16]

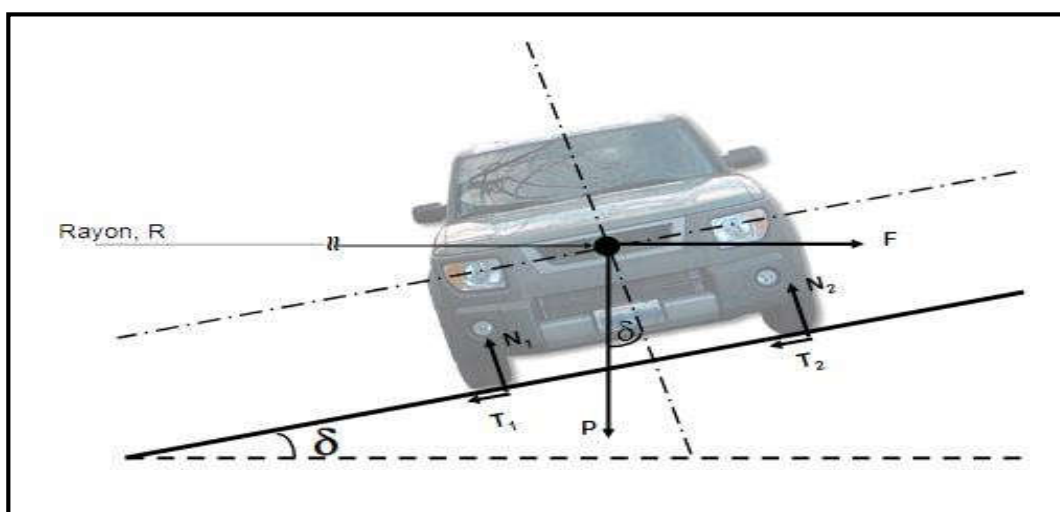


Figure III.1: Graphique représentatif exprimant l'équation d'équilibre

$$D'equilibre \begin{cases} N_1 + N_2 = P \cos \delta + F \sin \delta \\ T_1 + T_2 = F \cos \delta - P \sin \delta \\ T_1 = F_t N_1 \\ T_2 = F_t N_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_1 + N_2 = mg + F \delta \\ T_1 + T_2 = F - mg \delta \\ T_1 = F_1 N_1 \\ T_2 = F_1 N_2 \end{cases}$$

$$F_1 = \frac{T}{N_1} = \frac{T}{N_2} = \frac{T + T}{N_1 + N_2} = \frac{F - mg \delta}{F \delta + mg} = \frac{\frac{V^2}{gR} - \delta}{1 + \frac{V^2 \delta}{gR}} \approx \frac{V^2}{gR} - \delta$$

$$R = \frac{V^2}{g(\delta + f_t)}$$

$$R = \frac{V^2}{127(\delta + f_t)} \quad (V \text{ en Km/h})$$

R : Le rayon en plan en (km)

f_t : Coefficient de frottement transversal.

V : La vitesse de référence en (Km/h)

δ : Le déverse en (%)

Rayons caractéristiques : [16]

Il existe différents types des rayons

a. Rayon minimal normal :

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant V_b de 20 km/h De rouler en sécurité.

$$RH_N = \frac{(V_b + 20)^2}{127.(f_t + d_{max})} \quad [III.3]$$

f_t : Coefficient de frottement transversal.

d_{max} : Dévers maximal

b. Rayon horizontal minimal absolu :

C'est le plus petit rayon admissible pour un courbe présentant un dévers maximal d_{max} et parcouru à la vitesse de référence V_b

$$RH_M = \frac{v_b^2}{127 \cdot (f_t + d_{\max})} \quad [\text{III.4}]$$

Tableau III.2 : la valeur de Coefficient de frottement transversal [14]

Catégorie	V(km/h)	40	60	80	100	120	140
1-2	f_t	0.20	0.16	0.13	0.11	0.10	0.9
3-4-5	f_t	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	

c. Rayon au dévers minimal :

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

$$RH_D = \frac{v_b^2}{127 \times 2 \times d_{\min}} \quad [\text{III.5}]$$

d_{\min} : Dévers minimal

d. Rayon minimal non déversé :

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse V_b une courbe de devers égal à d_{\min} vers l'extérieur reste Inférieur à valeur limitée

$$RHnd = \frac{v_b^2}{127 \times d} \quad [\text{III.6}]$$

Tableau III.3 : la valeur de Devers (d) [14]

Catégories	Devers d
1-2	0,035
3	0.040
4-5	0,045

Après avoir terminé la conception du parcours routier final, qui se compose de plusieurs lignes droites consécutives, il devient nécessaire de relier ces lignes droites et de les relier entre elles à l'aide de courbes de raccordement horizontales pour assurer un mouvement fluide

Le tableau III.4 : les valeurs des différents rayons définis selon les normes (B40) [14]

Rayon	symbole%	Env 1			Env 2			Env 3		
Catégorie 1-2	V_r	120	100	80	100	80	60	80	60	40
Mini absolu	$RHm(7\%)$	650	450	250	450	250	125	250	125	50
Mini normal	$RHN(5\%)$	1000	650	450	650	450	250	450	250	125
Au d .min	$RHd(2.5\%)$	2200	1600	1000	1600	1000	550	1000	550	250
Non dévers	$RHnd(-2.5)$	3200	2200	1400	2200	1400	800	1400	800	350
Catégorie 3	V_r	120	100	80	100	80	60	80	60	40
Mini absolu	RHm	600	375	220	375	220	115	230	115	40
	(8%)	(8%)	(8%)	(8%)	(8%)	(8%)	(8%)	(7%)	(7%)	(7%)
Mini normal	RHN	850	600	375	600	375	220	400	230	115
	(6%)	(6%)	(6%)	(6%)	(6%)	(6%)	(6%)	(5%)	(5%)	(5%)
Au d .min	$RHd(3\%)$	1900	130	800	1300	800	450	800	450	200
	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)
Non dévers	$RHnd(-3\%)$	2800	2000	1200	2000	1200	700	1200	700	300
	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)
Catégorie 4	V_r	100	80	60	80	60	40	60	40	-
Mini absolu	RHm	375	220	115	220	115	40	115	40	
	(8%)	(8%)	(8%)	(8%)	(8%)	(8%)	(7%)	(8%)	(7%)	
Mini normal	RHN	600	375	220	375	220	115	230	115	
	(6%)	(6%)	(6%)	(6%)	(6%)	(6%)	(5%)	(6%)	(5%)	
Au d .min	RHd	1300	800	450	800	450	200	450	200	
	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	(3%)	
Non dévers	$RHnd$	1250	1100	650	1100	650	280	650	280	
	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	(-3%)	
Catégorie 5	V_r	80	60	40	60	40	-	40	-	-
Mini absolu	RHm	210	105	40	105	40		40		
Mini normal	RHN	350	210	105	210	105		105		
Au d .min	RHd	800	450	200	450	200		200		
Non dévers	$RHnd$	1100	650	280	650	280		280		

Visibilité en courbe [11]

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

Sur largeur [11]

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

Le calcul de sur largeur est nécessaire pour les véhicules longs afin de leur faire Éviter qu'une partie de leur carrosserie n'empiète sur la vois adjacente. On donne à la Voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à ça largeur normal en alignement pour plus de sécurité et pour éviter un contact avec véhicules venant en Sens inverse. Ce problème s'inscrit dans les virages à faibles rayons généralement inférieur à 200m La sur largeur sera toujours reportée à l'intérieur de la courbe.

$$S = \frac{L^2}{2R} \text{ [III.7]}$$

Avec :

R : rayon de l'axe de la route

L : longueur du véhicule

Courbes de raccordements

Dans la construction technique, l'arpenteur insère souvent une courbe de transition, également appelée Courbes de raccordements, Relie entre la courbe circulaire et Les Droites (alignements), est une courbe de rayon variable utilisée pour augmenter progressivement la courbure d'une route ou d'un chemin de fer.

Les Courbes de raccordements sont utilisées dans de nombreux projets routiers, en particulier les autoroutes et les voies ferrées, pour se débarrasser du changement soudain de courbure du passage d'une ligne droite à une courbe.

Rôle des courbes de raccordement

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

Type de courbes de raccordement

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- Parabole cubique
- Lemniscate
- Clothoïde

Parabole cubique [17]

Sa courbure est proportionnelle à l'abscisse mesurée à partir du point d'inflexion sur la tangente en ce point.

Sa courbe augmente jusqu'à un maximum (angle de tangente 24 ou angle polaire 9), puis elle diminue, c'est-à-dire le rayon augmente de nouveau.

Cette courbe est d'un emploi limité, vu le maximum de sa courbure vite atteint ; ne convient qu'à des raccordements de très grands rayons ; utilisé dans le tracé des chemins de fer.

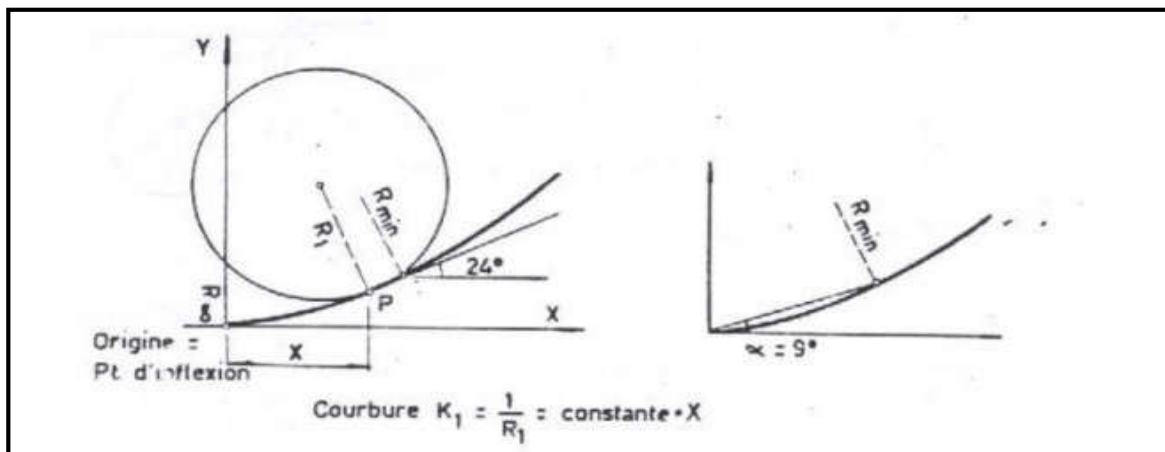


Figure III.2 : courbure est proportionnelle à l'abscisse[17]

Lemniscate [16]

Est défini par l'équation est :

$$K \cdot F = (1/R) \quad \text{[III .8]}$$

Sa courbe est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur F

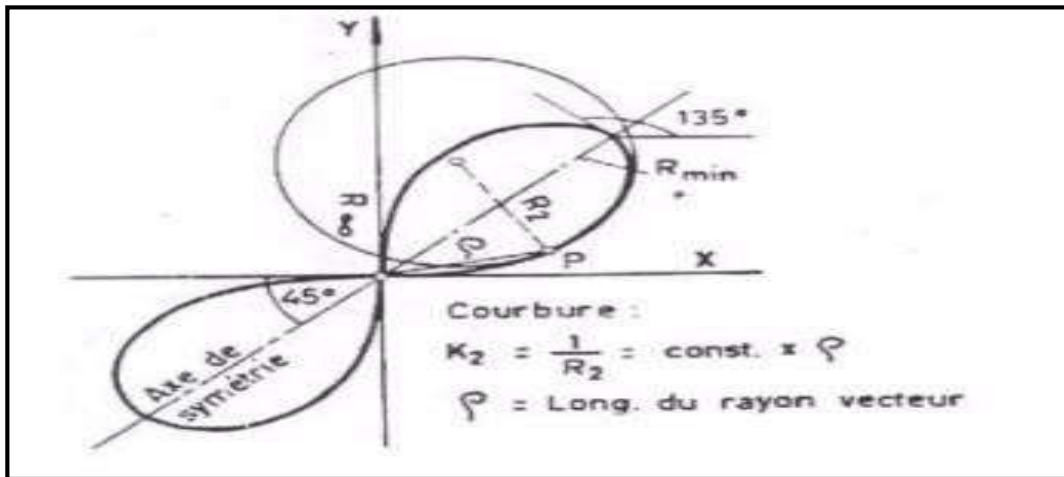


Figure III.3 : courbe est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur $F[17]$

Clothoïde

C'est la trajectoire qui, parcourue à vitesse constante, est telle que sa courbure varie linéairement. C'est donc la trajectoire pour laquelle la force centrifuge ressentie par l'automobiliste qui conduit à vitesse constante le long de cette courbe varie continuellement.

On voit que la clothoïde est en réalité une spirale ; il est également connu sous le nom de spirale de Cornu, de spirale d'Euler et de spirale de Fresnel. Elle est utilisée par les ingénieurs qui conçoivent des tracés de routes et de sorties d'autoroutes car ils connaissent leur emplacement approprié. Aussi, vous avez peut-être remarqué qu'en négociant le virage d'une sortie d'autoroute, vous tournez le volant graduellement avant d'avancer graduellement, ce qui augmente votre contrôle. De l'automobile.

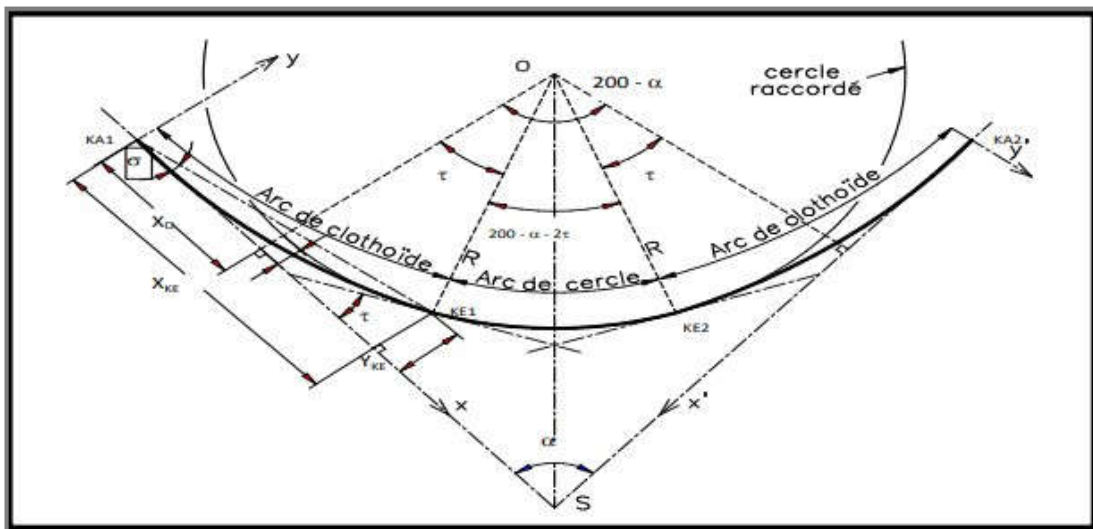


Figure III.4 clothoïde

Géométrie clothoïde mathématiques [18]

Les équations clothoïdes peuvent être définies à partir de la condition de relation linéaire entre rayon et longueur :

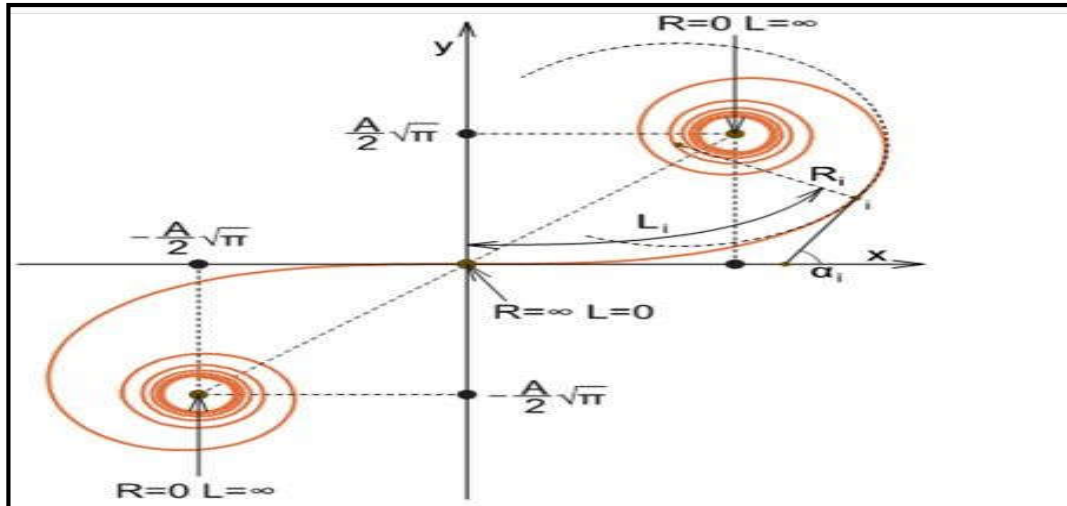


Figure III.5 : La Courbure K[18]

La Courbure K linéairement proportionnellement à la longueur curviligne :

$$K = CL \quad \text{et} \quad K = \frac{1}{R}$$

$$A^2 = \frac{1}{C}$$

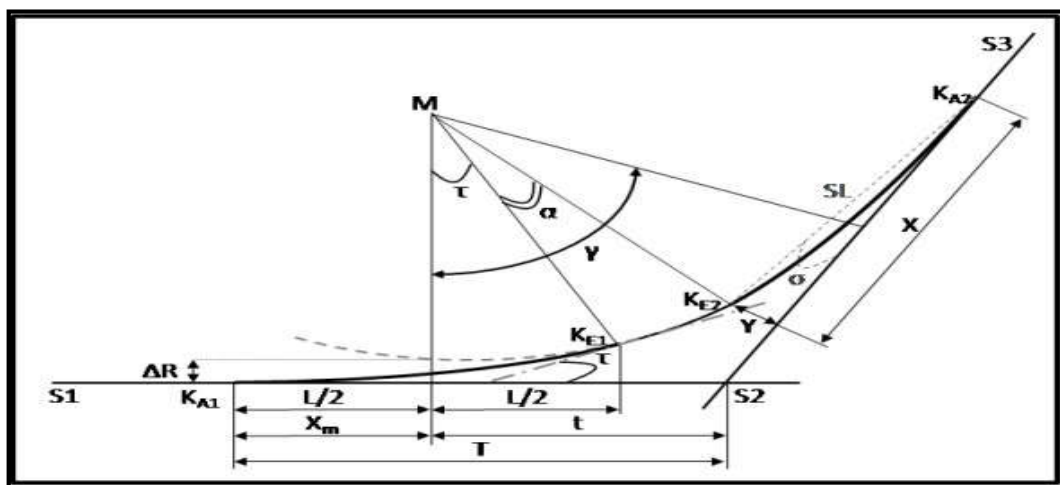
$$A^2 = RL$$

La Formule : $A = \sqrt{RL}$ [III.9]

- R : rayon de courbure en ce point rayon de cercle osculateur
- L : longueur le long de la courbe entre l'origine et P
- A : paramètre

Les deux paramètres les plus fréquemment utilisés par les ingénieurs dans la conception d'une clothoïde sont la longueur de clothoïde (L) et le rayon de courbe circulaire (R)

Eléments de la clothoïde [11]



La figure III.6 : Eléments de la clothoïde[11]

Tableau III.5 : paramètres de clothoïde[11]

Paramètre de clothoïde	Description
R	Rayon du cercle
ΔR	Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage)
σ	Angle polaire (angle de corde avec la tangente)
L	Longueur de la branche de la clothoïde
X_M	Abscisse du centre du cercle
K_E	Extrémité de la clothoïde
A	Paramètre de la clothoïde
K_A	Origine de la clothoïde
r	Angle des tangentes
SL	Corde ($K_A - K_E$)
M	Centre de cercle
X	Abscisse de K_E
Y	Origine de k_e
t	Tangente courte
T	Tangente longue

Les conditions de raccordement [19]

Le choix d'une clothoïde doit respecter les conditions suivantes

La longueur des raccordements est compatible avec le tracé en plan lorsque trois conditions principales sont remplies sont :

- Condition de confort optique
- Condition de confort dynamique

- Condition de gauchissement

1. Condition de confort optique :

Le tracé doit être satisfaisant du point de vue optique et esthétique

$$r \geq 3^\circ \rightarrow \frac{L}{2R} \geq \frac{3\pi}{180} \rightarrow L \geq \frac{6\pi R}{180} \quad L \geq \frac{R}{9.5}$$

$$L_1 > R_c/9$$

$$\text{Soit :} \quad A \geq \frac{R}{3} \rightarrow A_{min} = \frac{R}{3} \quad \text{et} \quad A_{max} = R \quad [\text{III.10}]$$

Règle générale : (B40) [9]

- $R < 1500m \quad \Delta R = 1m \quad L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$
- $1500 < R \leq 5000m \quad L \geq \frac{R}{9}$
- $R > 1500m \quad \Delta R = 2.5m \quad L = 7.75\sqrt{R}$

2. Condition de confort dynamique [9]

La variation de l'accélération transversale doit rester dans les limites admissibles

$$\frac{V^2}{R_c} - g\delta < \frac{g}{50} \quad t = \frac{L}{V}$$

$$L_2 > 50V \left(\frac{V^2}{gR_c} - \delta \right) [\text{III.11}]$$

3. Condition de gauchissement [9]

La transition du dévers doit pouvoir se réaliser de façon progressive le long de cette courbe

$$\frac{\partial \delta}{\partial t} = 2\%/s$$

$$L_3 > \frac{\delta - \delta_0}{2} \cdot V \quad [\text{III, 12}]$$

$\Delta\delta$: Différence de dévers en %

V : En Km/h limité à 100

L : distance axe de rotation

Donc : $L = \sup(L_1, L_2, L_3)$

Formes de clothoïde appliquées au tracé en plan [17]

1. Courbe en S :

Constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle

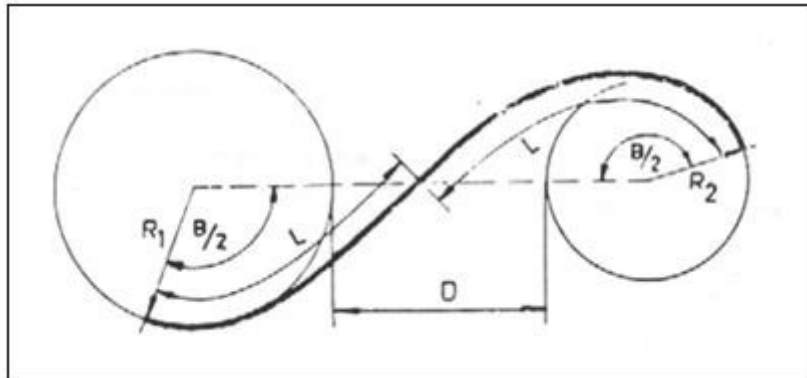


Figure III.7 : raccordement de deux arcs de sens contraire par un seul arc de clothoïde[17]

2. Courbe à sommet :

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

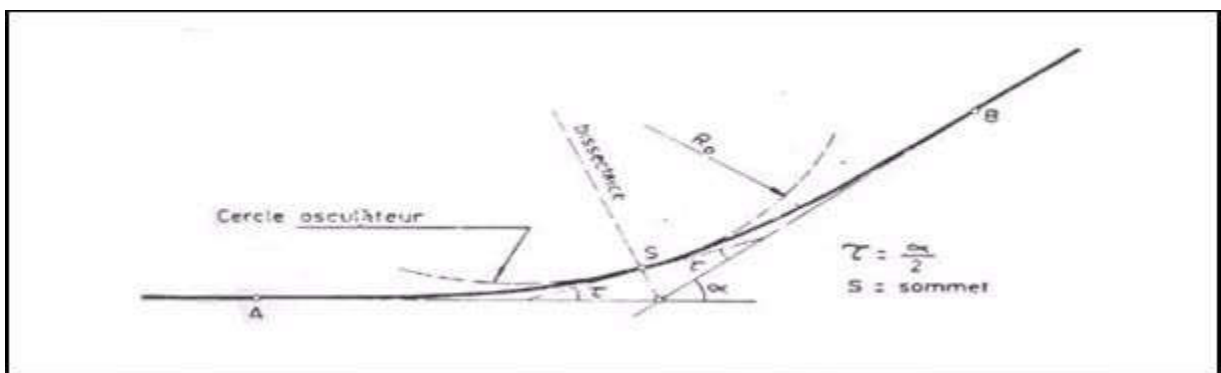


Figure III.8 : raccordement de 2 alignements par 2 branches de clothoïde [17]

3. Courbe en ovale :

Raccordement de deux arcs de cercle de même sens par une courbe en ovale

:

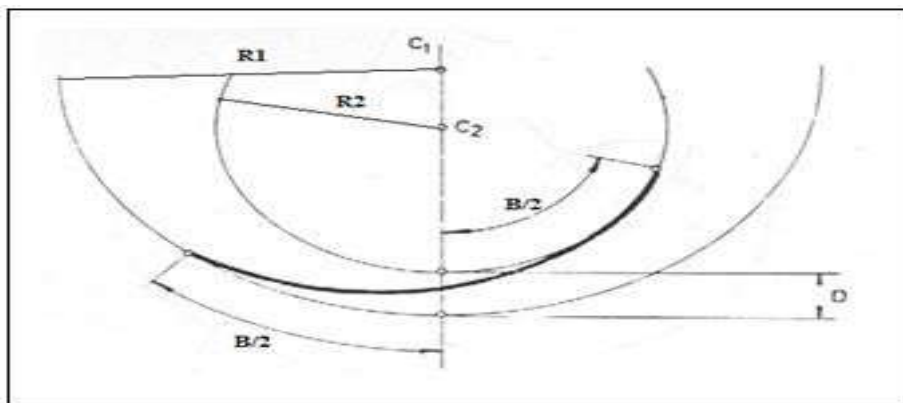


Figure III.9 : raccordement de 2 rayons (l'un intérieur à l'autre) par une courbe en ovale [17]

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

La condition : $\frac{R1}{3} \leq A \leq R2$ avec : $R1 < R2$

4. Courbe en C

Raccordement de deux arcs de cercle de même sensé, les cercles étant extérieurs l'un à l'autre

Une courbe constituée 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

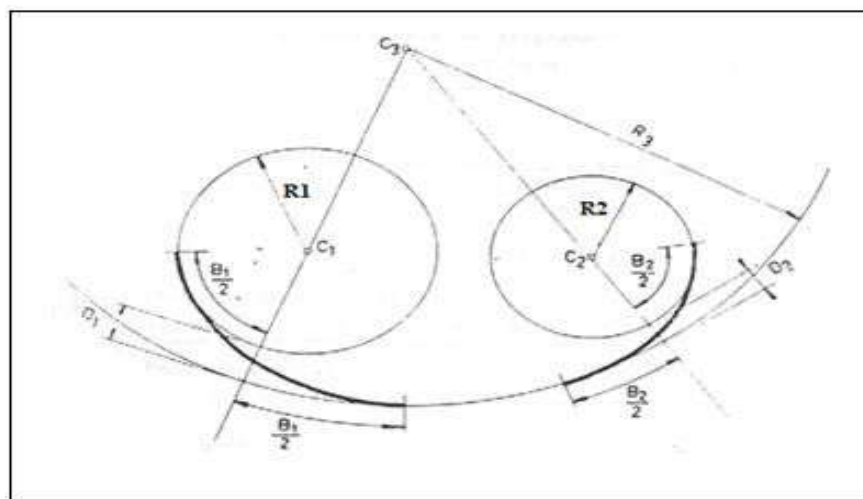


Figure III.10 : raccordement de 2 rayons (l'un extérieur à l'autre) par une courbe en c [17]

- Comme données : $R1, R2, D$
- Paramètre A

- Longueur arcs $\frac{B}{2}$
- La condition : $\frac{R3}{3} = A_1 = R_1 \frac{R3}{3} = A_2 = R_2$
- A_2 et A_1 1 : 1.5

Les distances : [9]

La distance élémentaire de freinage d_0 [9]

La distance élémentaire de freinage représente la distance nécessaire pour permettre à une roue dotée de pneus normalement sculptés, roulant à une vitesse V, de n’arrêter en sécurité sur une chaussée mouillée propre

d_0 Est donc la longueur que parcourt le véhicule pendant l’action de freinage qui annule totalement vitesse V

$$d_0 = \frac{4}{1000} - \frac{V^2(kh/l)}{\mp \frac{i}{100} + f_l(V)} \text{ [III.13]}$$

- f_l : coefficient de frottement longitudinal
- i : rampe (en z)

Tableau III.6 : distance élémentaire de freinage d_0 dans la norme(B40) [9]

Catégorie	V(km/h)	40	60	80	100	120	140
1-2	f_l	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	d_0	14	34	65	111	175	261
3-4-5	f_l	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	-
	d_0	13	31	59	100	160	-

La distance d’arrêt [3]

Formule suivante : $d_1(m) = d_0(m) + [V(m/s) \times t]$

$$d_1 = d_0(m) + \frac{t}{3.6} V(km/h) \text{ [III.14]}$$

Le tableau donne les valeurs des distances d’arrêt en palier correspondant aux différentes valeurs de V

Tableau III.7 : distances d'arrêt en palier norme (B40) [9]

Catégorie	V	40	60	80	100	120	140
1-2	d_0	14	34	65	111	175	261
	d_1	36	67	109	161	235	331
3-4-5	d_0	3	31	59	100	160	-
	d_1	5	64	99	150	220	-

Les distances de visibilité [9]

Distances de visibilité de dépassement, minimale d_m et normale d_n

La formule :

$$d_m = 2 \times r_d \times V_b(m/s) \quad \text{[III.15]}$$

Tableau III.8: la valeur distance de visibilité Le norme (B40) [9]

$V(km/h)$	40	60	80	100	120	140
$d_m(m)$	4V	4V	4V	4.2V	4.6V	5V
	160	240	320	420	550	700
$d_n(m)$	6V	6V	6V	6.2V	6.6V	7V
	240	360	480	620	700	-

La vitesse de référence [9]

Vitesse de base des véhicules légers V_{VL} et des poids lourds V_{PL} adoptées en Algérie

Les vitesses de base permettant de définir la caractéristique minimale d'aménagement sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau III.9: valeur des vitesse de base (normes B40) [9]

Catégorie enivrement		Cat-1-	Cat-2-	Cat-3-	Cat-4-	Cat-5-
E1	V_{VL}	120	120	120	100	80
	V_{PL}	40	40	35	30	-
E2	V_{VL}	100	100	100	80	60
	V_{PL}	35	35	30	25	-
E3	V_{VL}	80	80	80	60	40
	V_{PL}	30	30	25	20	-

5. Application du projet :

Environnement (E2), et classé en catégorie 1 (C2) avec une vitesse de base de 80 km/h
 Vitesse de référence : 80km/h

Les alignements

- La longueur maximale

$$L_{\max} = 60 \frac{V_b}{3.6} = 1333.33$$

- Longueur minimale :

$$L_{\min} = 5 \frac{V_b}{3.6} = 111.11$$

Les rayons

1. Rayon minimal normal :

- $RH = \frac{(V_b + 20)^2}{127 \cdot (f_t + d_{\max})} = \frac{(80+20)^2}{127 \times (0.13+0.07)} = 393.701 = 394m$

Avec :

- $f_t = 0.13$
- $D_{\max} = 7 \%$

2. Rayon horizontal minimal absolu :

- $RHM = \frac{V_b^2}{127 \cdot (f_t + d_{\max})} = \frac{80^2}{127 \cdot (0.13+0.07)} = 251.97 = 250m$

3. Rayon au dévers minimal

- $RH_D = \frac{V_b^2}{127 \times 2 \times d_{\min}} = \frac{80^2}{127 \times 2 \times 0.035} = 719.91m$

- $d_{\min} = 2.5\%$

4. Rayon minimal non déversé :

- $RHnd = \frac{V_b^2}{127 \times d} = \frac{80^2}{127 \times 0.035} = 1439.82m$

Cat 1-2 : $d_{\min} = 0.035$

Caractéristiques en plan

Tableau III.10 : Caractéristiques en plan

<i>Paramètres</i>	<i>Symboles</i>	<i>La valeur</i>
La vitesse référence	V_b	80km/h
Environnement	E	2
Catégorie	C	2
La longueur maximale	L_{max}	1333.33
Longueur minimale	L_{min}	111.11
Rayon minimal normal	RH_N	394
Rayon horizontal minimal absolu	RH_M	250
Rayon au dévers minimal	RH_D	720
Rayon minimal non déversé	RH_{nd}	1440

Les paramètres du tracé en plan dans Les normes algériennes (B40)

Les distance

1. Distance de freinage

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_b^2}{f_L}$$

Le tableau en fonction des coefficients f_L retenus pour l'Algérie les valeurs arrondies de la distance élémentaire de freinage $d_0(m)$ en palier

Donc :

$$f_L = 0.39$$

$$d_0 = 65m$$

2. Distance d'arrêt :

Dans le tableau : distances d'arrêt en palier norme (B40)

Donc : $d_1 = 109m$

3. Les distances de visibilité :

$$d_m = 2 \times r_d \times V_b \left(\frac{m}{S} \right)$$

Donc :

- Distance de visibilité de dépassement minimale : $d_m = 320m$
- Distance de visibilité de dépassement normale $d_n = 480m$

Distance de visibilité de manœuvre de dépassement $d_{md} = 200m$

Longueurs minimales de raccordement entre une droite et un cercle : règles générale (B40)

$$V_b = \frac{80km}{h}, R = 250m, d_{max} = 7\%$$

a. Condition optique :

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

$$l = \sqrt{24 \times 250 \times 0.5} = 54.77m$$

Pour tous les rayons $\leq 1500m$, le ripage $\Delta R = 1m$ (éventuellement 0.5m)

b. Condition de confort dynamique :

Pour route catégorie 1-2 :

$$L \geq \frac{V_b^2}{18} \left(\frac{V_b^2}{127.R} - \Delta R \right)$$

$$L \geq \frac{80^2}{18} \left(\frac{80^2}{127.250} - 0.095 \right) = 37.90m$$

c. Condition de gauchissement :

$$L \geq \frac{l}{50} \times \Delta d \times V_b$$

$$L \geq \frac{3.5}{50} \times 0.095 \times 80 = 53.2m$$

Les différents rayons définis selon les normes (B40) : dans le tableau

- Rayon minimal normal (5%) : $RH_N=450m$
- Rayon horizontal minimal absolu (7%) : $RH_M=250m$
- Rayon au dévers minimal (2.5%) : $RH_D=1000m$
- Rayon minimal non déversé (-2.5%) : $RH_{nd}=1400m$

Tableau III.11 : Les résultats des paramètres du tracé en plan Norme B40

	Symbole	Valeur
Temps de perception réaction : catégorie 1-2 Environnement (E1) et(E2) B40 : t =1.8 s pour V >80 km/h t = 2.0 s pour V ≤80 km/h	t_1	2s
Frottement : <ul style="list-style-type: none"> • Frottement longitudinal • Frottement transversal 	f_L f_t	0.39 0.13
Les distances : <ul style="list-style-type: none"> • Distance de freinage • Distance d'arrêt • Distance de visibilité : ○ Distance de visibilité de dépassement minimale ○ Distance de visibilité de dépassement normale ○ Distance de visibilité de manœuvre de dépassement 	d_0 d_1 d_m d_n d_{md}	65m 109m 320m 480m 200 m
Les rayons : <ul style="list-style-type: none"> • Rayon minimal normal (5%) • Rayon horizontal minimal absolu (7%) • Rayon au dévers minimal (2.5%) • Rayon minimal non déversé (-2.5%) 	RH_N RH_M RH_D RH_{nd}	450m 250m 1000m 1400m

CHAPITRE IV

PROFIL EN LONG

1. Introduction

Le profil en long est utilisé pour la conception et la construction des routes et la planification de l'entretien et des réparations. Il montre même les différentes couches de pavage de la route de la surface au sous-bas. Lors de la conception technique, le profil en long présente les détails des courbes horizontales et verticales.

Le profil en long de la route indique la direction du mouvement et sa hauteur. Ce profil peut être utile pour déterminer la pente ou l'inclinaison lors du déplacement d'un point à un autre. Le profil en long vous permet également de déterminer si la route existante est en bon état ou si des améliorations sont nécessaires.

Le profil en long de la route montre :

- Altitudes du terraines naturelles
- Altitudes du projet
- Les Zones déblai et les zones de remblai

2. Définition [20]

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive, donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordées par des cercles

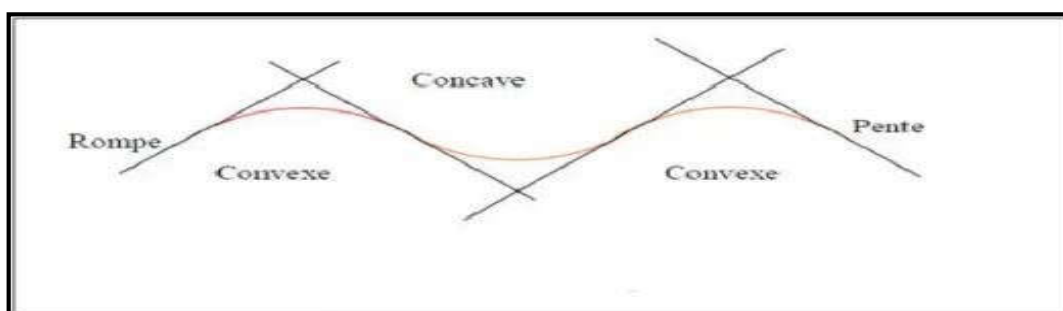


Figure IV.1 : Profil en long

3. Règles à respecter dans le tracé du profil en long [14]

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.

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

4. Représentation graphique du profil en long

4.1. Eléments de composition du profil en long

Un profil en long est un tableau composé d'éléments et d'événements qui produisent une série de segments de droite (ou de pentes) et d'arcs de cercles qui permettent de relier les segments de droite entre eux.

- **L'altitude du terrain naturel (côtes du terrain naturel)** : hauteur d'un point par rapport au niveau de la mer
- **L'altitude de la ligne du projet (côtes du projet)**
- **Distances partielles**
- **Distances cumulées** : Il est calculé en additionnant les distances partielles depuis le début du projet jusqu'à la fin de chaque point
- **Numéro de profils**
- **Devers gouaches et droites**
- **Alignements et courbes** : Les longueurs des lignes droites (alignements) et des courbes, le rayon de l'angle au centre, y sont déterminés.
- **Déclivités de la ligne du projet** : valeur d'une pente ou d'une rampe
- **Plan de comparaison (PDC)** : est l'axe des abscisses du graphique sur lequel on reporte les distances horizontales suivant l'axe du projet. On choisit en général un plan de comparaison d'altitude inférieure à l'altitude du point le plus bas du projet ou du terrain naturel.

- Un profil en long en léger remblai est préférable et D'éviter les hauteurs excessives de remblais.

Déclivité [23]

C'est l'ensemble des pentes et rampes qui compose la route projetée.

Déclivité d'une route c'est un la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontale

Déclivités minimum [23]

Un terrain plat, dits (en palier) sont si possible à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales, il faut encoure que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante

- En général la déclivité minimale dépend de condition suivante :

$$i_{min} = 0.5\% \text{ Préférence. et } i_{min} = 1\% \text{ si possible}$$

Avec :

- $i_{min} = 0.5\%$ Dans les longues sections en déblai, pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.
- $i_{min} = 0.5\%$ Dans les sections en remblai, pour que prévues avec des descentes d'eau
- $i_{min} = 0.2\%$ Dans les longues sections en déblai afin d'éviter des sur profondeurs pour le dispositif longitudinal d'évacuation des eaux pluviales

Déclivité maximum [23]

La déclivité maximale d'une route est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m, il est communément admis de respecter la fourchette 8 % à 10% à cause de :

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe max)
- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max)

Donc la déclivité maximale d'une route dépend de :

- Condition d'adhérence
- Vitesse minimum de PL

- Condition économique

Tableau IV.1 : valeur de la déclivité maximale (B40) [9]

$V_B(km/h)$	40	60	80	100	120	140
$I_{max}(\%)$	8	7	6	5	4	4

Raccordements en profil en long

Les changements de déclivité sont des traits distinctifs du profil à long ; cette variation doit être prise en compte par la conception du réseau de raccordement circulaire qui doit répondre à toutes les exigences de visibilité et de confort. [24]

Deux types de raccordements :

- **Raccordements convexes** (angle saillant)
- **Raccordements concaves** (angle rentrant)

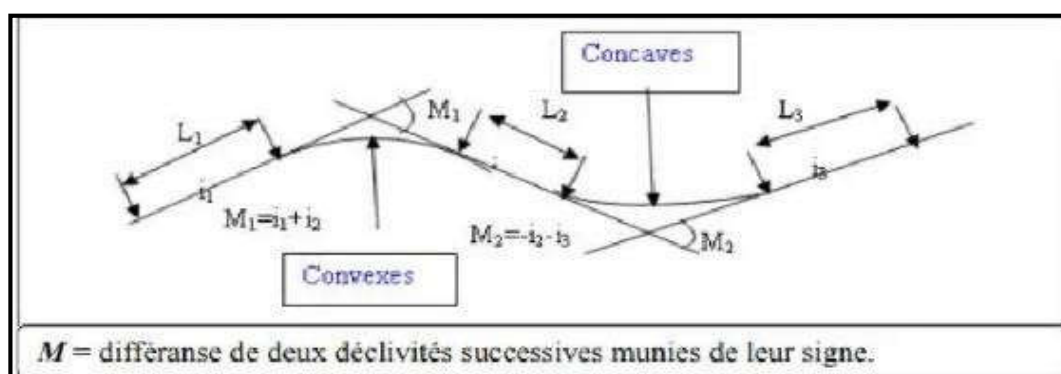


Figure IV.3: raccordements en profil en long[24]

$M =$ différence de deux déclivités successives munies de leur signe

Raccordements convexes (angle saillant) [24]

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité

Le rayon R_V doit satisfaire deux conditions :

- Condition confort
- Condition de visibilité

Condition confort [24]

$$\frac{V^2}{R_V} < \frac{g}{40} \quad [\text{IV.1}]$$

Avec :

- $g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$
- $v = \frac{V}{3.6}$

Et :

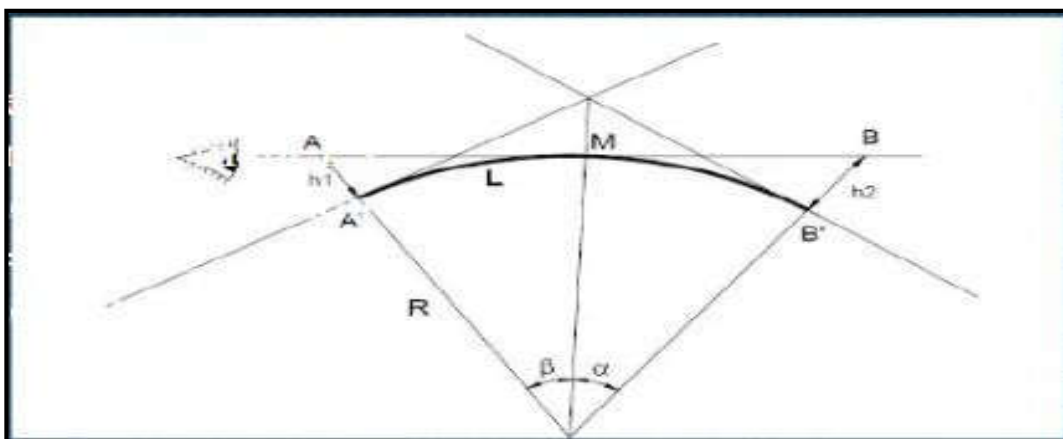
- R_V : le rayon de raccordement à retenir (m)
- V : vitesse de référence (km/h)

D'où :

- Cat 1-2 : $R_{Vmin} \geq 0.30V_2$
- Cat 3-4-5 : $R_{Vmin} \geq 0.23V_2$

Condition de visibilité [25]

La visibilité qui dépend de la géométrie des véhicules, à savoir la hauteur de l'œil du conducteur pour les rayons convexes et la hauteur des phares pour les rayons concaves



FigureIV.4 :la hauteur des phares pour les rayons concaves[25]

- AB : la distance d'arrêt (m ou km)
- R : le rayon de courbure du raccordement saillant
- H1 : la hauteur de l'œil (m ou km)
- H2 : la hauteur de l'obstacle (m ou km)

$$AM^2 = (h_1 + R)^2 - R^2 = h_1(h_1 + 2R) \approx 2h_1R$$

$$BM^2 = 2h_2R$$

$$D_V = AM + BM = \sqrt{2R} \times \sqrt{(h_1 + h_2)}$$

La formule du rayon de courbure du raccordement saillant :

$$R = \frac{D_V^2}{2(h_1+h_2+2\sqrt{(h_1+h_2)})} \quad [\text{IV.2}]$$

Dans le cas d'une route unidirectionnelle et pour deux conditions suivantes :

- La vitesse de base $V_b = 100 \text{ km/h}$
- Catégorie 1-2

Le tableau donne la valeur de rayon : [25]

Tableau IV.2 : rayon convexes

Rayon	Symbole	valeur
Min-absolu	R'_{VM}	6 000
Min-normal	R'_{VN}	12 000
Dépassement	R'_{VD}	20 000

Rayon minimum normal et minimum absolu

Le rayon de courbure des raccordements saillants à la distance d'arrêt

- Sur obstacle sans épaisseur avec le R_{mn} ,
- Sur obstacle de 0.30m d'épaisseur avec le R_{ma}

Tableau IV.3 : la valeur Le rayon minimum normal et absolu en fonction de la vitesse

$V_B(\text{km/h})$	$R_{mn}(h_3 = 0)$	$R_{ma} = (h_3 = 0.30)$
40	-	1 000
60	2 000	1 500
80	4 000	1 800
100	9 000	4 000
120	16 000	7 000

R_{mn} : Le rayon minimum normal

R_{ma} : Le rayon minimum absolu

Raccordements concaves (angle rentrant) [24]

La visibilité nocturne [24]

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

$$R'_V = \frac{D_1^2}{(1.5 + 0.035 \times D_1)} \quad [\text{IV.3}]$$

Avec :

R'_V : Rayon minimum du cercle de raccordement.

D_1 : Distance d'arrêt.

Condition esthétique [24]

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

$$R_{Vmin} = \frac{9}{\Delta d(\%)} \times 100 \quad [\text{IV.4}]$$

Avec :

R_{Vmin} : Rayon vertical minimale.

Δd : Variation de dévers.

Pour tracé la ligne rouge de la norme B40

Tableau IV.4 : tracé de la ligne rouge (salon le B40) [9]

Catégorie		C_1
Environnement		E_1
Vitesses de base (km/h)		80
Rayon en angle saillant R_V	Route unidirectionnelle : (2 × 2)	
	R_{VM} (Minimal absolu) en m	2 500
	R_{VM} (minimal normal) en m	6 000
Rayon en angle rentrant R_V	Route unidirectionnelle : (2 × 2)	
	R_{VM} (Minimal absolu) en m	2 400
	R_{VM} (minimal normal) en m	3 000

6. Coordination du tracé en plan et profil en long [26]

Le respect de bonnes conditions de visibilité et la garantie d'une bonne lisibilité de l'itinéraire par l'utilisateur imposent de veiller à une bonne coordination des éléments du tracé en plan et du profil en long, c'est la combinaison des deux éléments qui conditions l'image offerte réellement à l'utilisateur et de ce fait est le paramètre déterminant vis-à-vis de son comportement

Outre les objectifs d'intégration dans le site, cette coordination vise également en termes de sécurité à assurer pour l'utilisateur :

La perception des points singuliers de l'itinéraire

La prévision anticipée des évolutions du tracé

L'appréciation de l'adaptation au terrain sans être abusé par des trompe-l'œil ou gêné par des brisures ou des discontinuités

Les pertes de tracé, si elles ne sont pas gênantes pour l'usage, peuvent parfois engendrer une perception erronée du tracé routier de jour comme de nuit. En conséquence, il est nécessaire d'assurer la visibilité d'une longueur de route compatible avec la distance d'accommodation moyenne pour la vitesse pratiquée (distance conducteur –point sur lequel il fixe son attention). En cas d'impossibilité, on évitera la réapparition de la route à une distance inférieure à cette longueur

Cette longueur est fonction de la vitesse et est de l'ordre de 180 m à 40 km/h et 500 m à 90 km/h.

Pour cette approche, il est nécessaire d'utiliser des perspectives qui permettent Une synthèse entre les deux éléments en deux dimensions. Les outils informatiques actuels incluent généralement cette fonctionnalité.

L'expérience acquise dans ce domaine permet d'édicter quelques règles simples à respecter :

- Essayer de faire coïncider les courbes de tracé en plan avec les courbes de profil en long en essayant de respecter une proportion entre le rayon en plan et le rayon en profil en long
- Eviter qu'un début de courbe faible (<300 m) se situe en point haut de profil en long car cela entraîne une dégradation de la perception du virage

Eviter de positionner des carrefours ou accès en point haut, courbes ou zone de visibilité réduite (éventuellement coté externe des courbes non déversées après vérification des conditions de visibilité).

Application au projet

Les résultats de calcul profil en long sont représentés en annexe

CHAPITRE V

PROFIL EN

TRAVERS

1. introduction

La construction de routes entraîne souvent une modification du paysage environnant, et pour étudier ces modifications, nous créons des profils en travers qui montrent la quantité de déblai et remblai de la terre de la région

2. définition

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil entraver » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eauxetc.).[27]

3. différentes type de profils en travers

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers :

Profil en travers type

Présenter deux [2] profils en travers types : [28]

- Un profil en travers type dans la courbe circulaire avec spirale
- Un profil en travers type en alignement droit qui est identique à celui de la courbe circulaire.

Profil en travers courants :

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

4. types profil en travers

Il existe trois types des profils en travers et sont :

1. Profil en travers déblai

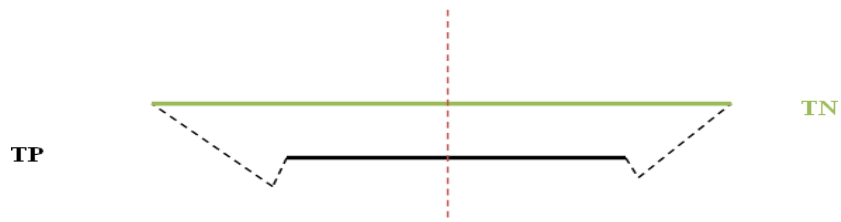


Figure V.1 : profil en déblai

2. Profil en travers remblai :

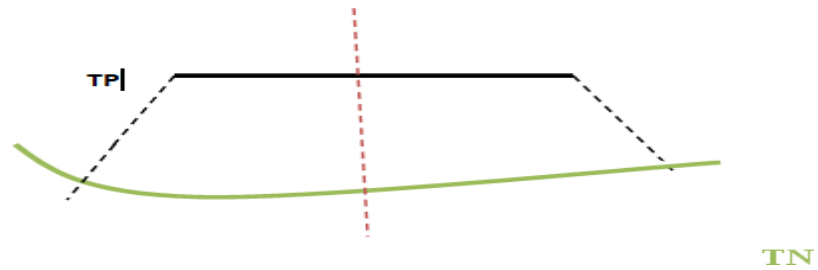


Figure V.2 : profil en remblai

3. Profil en travers mixte

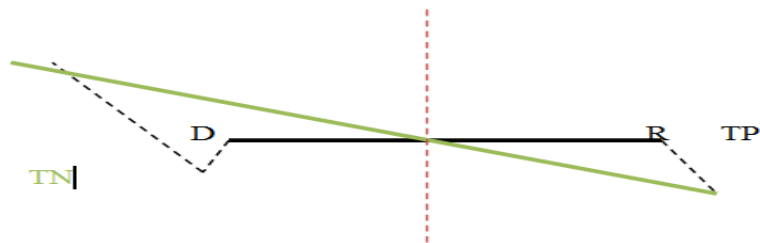


Figure V.3 : profil travers mixte

5. les éléments décomposition du profiles en travers

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants : [27]

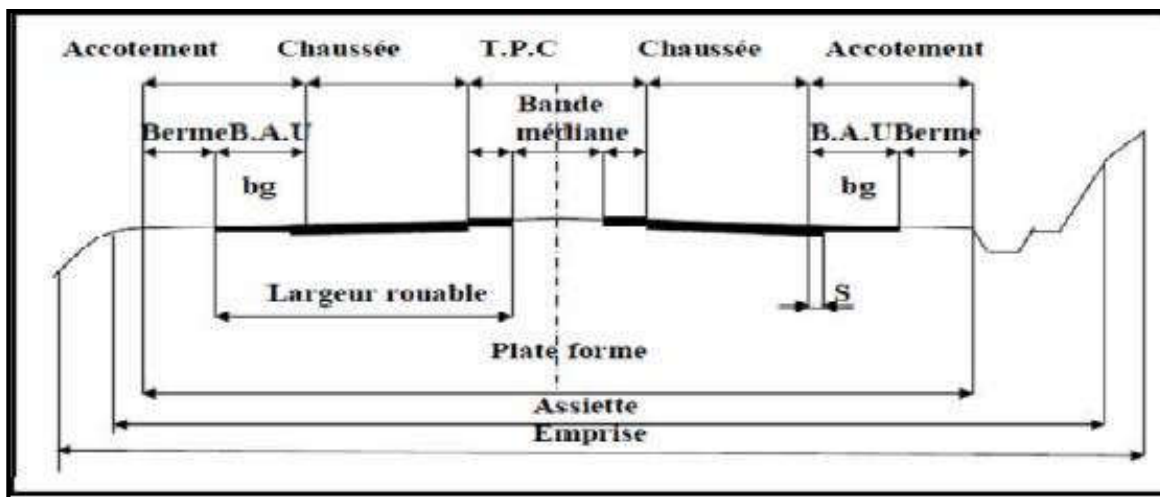


Figure. V.1 : Les éléments de composition du profiles en travers [28]

a. La chaussée :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

b. La largeur rouable :

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

c. La plate-forme :

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

d. Assiette :

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

e. L'emprise :

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

f. Les accotements :

Les accotements sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

g. Le terre-plein central :

Le T.P.C assure la séparation des deux sens de circulation, Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage).

Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

h. Le fossé :

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

i. Le talus :

Le talus est l'inclinaison de terrain qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue. Cette inclinaison exprimée par une fraction (A/B) telle que :

A : la distance sur la base du talus.

B : la hauteur du talus

En terre de moyenne cohésion, l'inclinaison de talus est de (3/2) pour les remblais et (1/1) pour les déblais.

j. La largeur de la chaussée :

La largeur de la chaussée dépend surtout de l'importance de la circulation à écouler. La largeur du gabarit des véhicules étant de 2.50 m, cette même largeur constitue un minimum pour la largeur d'une voie Sur les routes à circulation intense et rapide, une largeur de voie de 2.50m est insuffisante, il faut au moins 3 m et mieux encore 3.50 m pour que les véhicules de tous gabarits qui puissent se croiser et se dépasser en toute sécurité.

La largeur de voie peut être réduite à 3m (exceptionnellement 2.50 m) sur les routes peu fréquentées

k. Pente transversale :

La pente transversale permet de favoriser l'évacuation des eaux de surface de la chaussée, en alignement droit le profil en travers de la chaussée est caractérisé par une pente transversal varie de 2% à 5% vers l'extérieur.

En courbe, la pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de $1/R$, cette variation de la pente transversale s'appelle : « le dévers »

Les dévers doivent rester constants tout au long de la partie circulaire des virages car $1/R$ est constant.

a. Point de rotation des dévers :

Le choix du point de rotation des dévers dépend essentiellement de la disposition des lieux.

Lorsque le T.P.C est revêtu, le point de rotation des dévers se situe habituellement sur l'axe de la plateforme, sinon le point de rotation des dévers de chaque chaussée se situe sur le bord de la chaussée.

Application au projet

Les résultats (profil en travers type et profil en travers) sont en annexe

CHAPITRE VI

CALCUL LES

CUBATURES

1. Introduction

Le calcul des cubatures est l'étape la plus importante dans la construction technique et financière des routes.

Où cette étape a suscité un grand intérêt de la part des sociétés d'ingénierie, dirigées par des ingénieurs topographes et des ingénieurs des travaux publics. Où le calcul des cubatures est considéré comme la base de négociation au début de la construction routière ou de tous ouvrages d'art.

Dans le calcul des cubatures pour les quantités de déblai et de remblai, il existe de plusieurs techniques modernes représentées dans des programmes tels que (COVADIS ...) et les techniques classiques représentés dans méthode SARRAUS, GULDEN

2. Définition [29]

Le calcul de cubatures consiste à définir les volumes de déblais et de remblais nécessaires aux travaux de terrassement d'un projet. Il peut être réalisé en comparant un plan topographique à un plan de terrassement ou bien un profil en long du terrain existant à un profil de projet.

3.Éléments nécessaires pour calculer les cubatures

- Le profil en long
- Le profil en travers
- Les distances entre les profils

4. Les Facteurs affectant le calcul des cubatures

Grâce à ces facteurs, nous pouvons contrôler le calcul des cubatures et modifier tout facteur susceptible d'affecter les quantités résultantes, Trois facteurs principaux affectent le processus de calcul, à savoir :

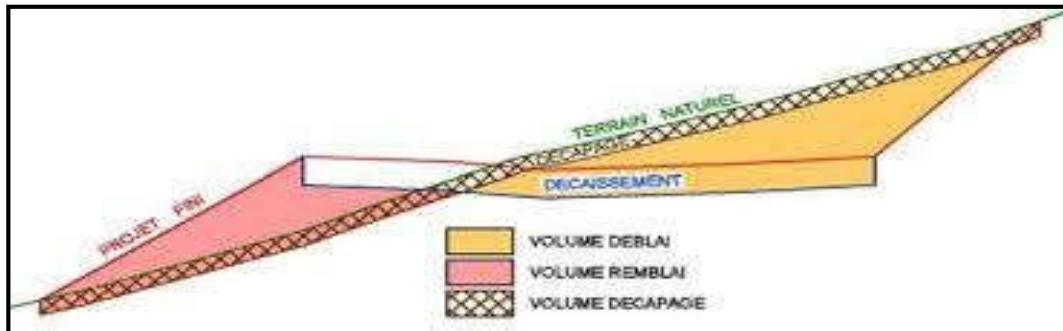
- Le profil en travers de la route
- Plan topographique de la route
- La ligne de projet

5. Représentation le volume de remblai et déblai

Selon Wikipédia :

Déblai : Action d'enlever des terres, des décombres pour mettre un terrain de niveau, pour creuser des fondations, un fossé, etc.

Remblai : Ensemble des terres rapportées sur le terrain pour créer une plate-forme où combler une cavité.



FigureVI.1: Représentation le volume de remblai et déblai[30]

6. Méthodes pour de calcul des cubatures [31]

Calcul des cubatures c'est une méthode qui permet de calculer les volumes d'un terrain soit en déblai ou remblai

Pour calculer les cubatures de terrain Pour, il existe plusieurs méthodes et les plus simples et les plus faciles à utiliser sont :

- Méthode de Mr SARRAUS (formule des trois niveaux)
- Méthode de GULDEN
- Méthode classique méthode linéaire

Les surface des profils en travers

Le profil en travers permet le calcul de la surface comprise entre la ligne du terrain naturel.

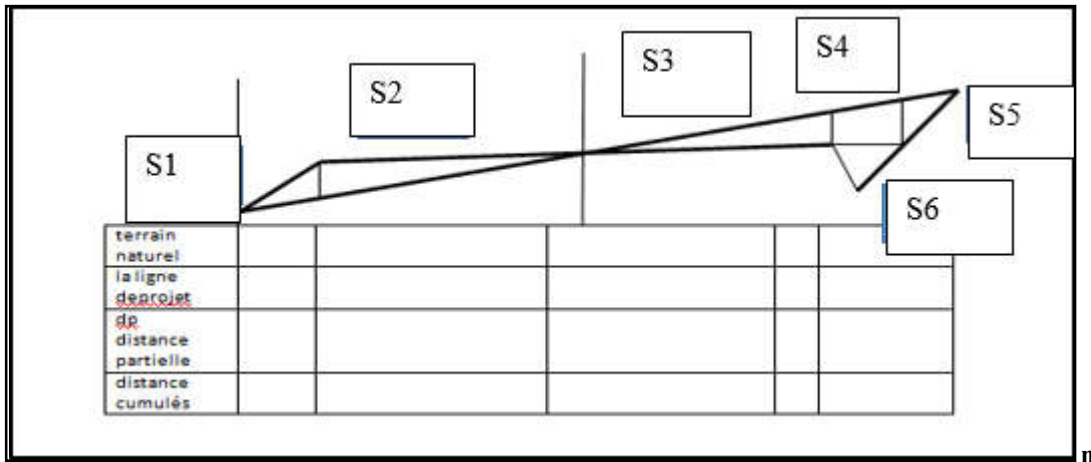


Figure VI.2 : profil en travers

Pour calculer les surfaces dans le profil en travers, Diviser le profil en plusieurs sections pour faciliter le processus de calcul de la surface totale, dans la figure :

- S_1, S_2, S_3, S_5, S_6 : Aire du triangle
- S_4 : Aire d'un trapèze

$$S_T = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6.$$

Avec : S_T : Surface totale du profil

Méthode de Mr SARRAUS

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

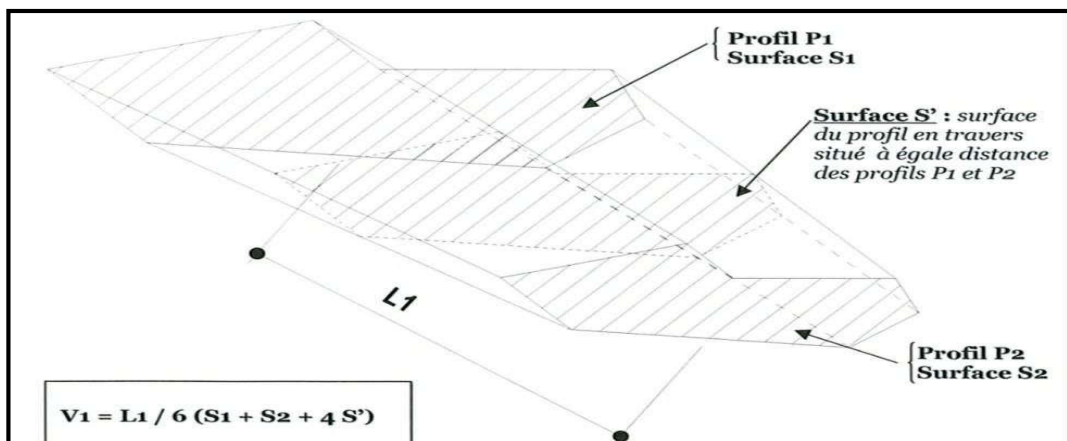


Figure VI.3: les surfaces des tronçons de terrain[31]

La formule : $V = \frac{L}{6}(S_1 + S_2 + 4 \times S_{MOY})$

Avec :

V : Le volume déblai ou remblai des tronçons

S_1 et S_2 : Les surfaces des sections parallèles

L : La distance totale ou la longueur

S_{MOY} : Surface intermédiaire

Simplifier la relation et son calcul :

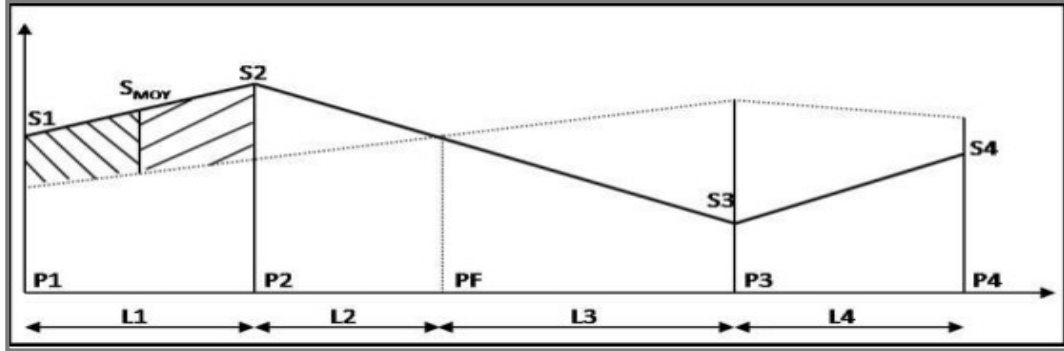


Figure VI.4 : Calcul par la moyenne des aires [32]

Avec :

P_F : Profil fictif, surface nulle.

S_i : Surface de profil en travers P_i

L_i : Distance entre ces deux profils

On considère que : $S_{MOY} = \frac{(S_1+S_2)}{2}$

Alors :

$$V = \frac{L_1}{6} (S_1 + S_2 + 4 \times \frac{S_1 + S_2}{2})$$

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

En généralement le calcul dans profil en long :

La relation et donne : $V_1 = \frac{L_i}{2} (S_i + S_{i+1})$

Donc :

- $V_1 = \frac{L_1}{2} (S_1 + S_2)$
- $+V_2 = \frac{L_2}{2} (S_2 + S_3)$
- $+V_3 = \frac{L_3}{2} (S_3 + S_4)$
- $+V_{n-1} = \frac{L_{n-1}}{2} (S_{n-1} + S_n)$

Et donc la relation générale de calcul le volume de cubatures :

$$V = \sum_{i=1}^{n-1} V_i = \frac{L_1}{2} (S_1 + S_2) + \frac{L_2}{2} (S_2 + S_3) + \frac{L_3}{2} (S_3 + S_4) + \dots + \frac{L_{n-1}}{2} (S_{n-1} + S_n)$$

$$= \frac{L_1}{2} S_1 + \frac{L_1+L_2}{2} S_2 + \frac{L_2+L_3}{2} S_3 + \dots + \frac{L_{n-2}+L_{n-1}}{2} S_{n-1} + \frac{L_{n-1}}{2} S_n$$

$\frac{L_1}{2}, \frac{L_1+L_2}{2}, \frac{L_2+L_3}{2}, \frac{L_3+L_4}{2}, \dots, \frac{L_{n-1}}{2}$: les longueurs d'application

Méthode de gulden [33]

Dans cette méthode les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné

Méthode linéaire [33]

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

Les logiciels

Les logiciels les plus importants pour calculer des cubatures

1- Logiciel COVADIS AUTOCAD : [34]

Est un logiciel édité par la société géo média à BREST. Il fonctionne avec AUTOCAD 3D. Il est destiné aux bureaux d'études et entreprises de travaux publics, aux géomètres, topographes, services techniques de mairies, communautés de communes

En modélisation 3D le logiciel nous permet de calculer des cubes de déblai/remblai.

- 2- Il existe également de plusieurs logiciels et coûteux utilisés par la plupart des grandes entreprises, telles que : Earth work (saudiarabia), Earth vloume KH (USA), MS (Allemagne)
- 3- Il existe également des logiciels peu coûteux en tant que : AUTODESKLAND, SOFT DESK

7. Application du projet

Volume des déblais : $VD = 111913m^3$

Volume des remblais : $VR = 18119m^3$

Différence de volume : $VD - VR = 111913 - 18119 = 93794 \text{ m}^3$

8. Conclusion

Réduire au maximum la différence entre les volumes de déblais et Remblais. Donc la valeur d'Excès de remblai : **93794 m³ (voir annexe)**

CHAPITRE VII
DIMENSIONNEMENT
T DE CORPS DE
CHAUSSEE

1. Introduction

Les corps de chaussée sont généralement constitués de différents matériaux dans un système structurel conçu pour résister aux effets cumulatifs du trafic et du climat et les limiter pendant une période prédéterminée de la durée de vie de conception afin que la fondation et le sol en terre soient convenablement protégés et que la sécurité et le confort dès l'usager de la route est assuré.

La qualité d'un projet routier, ne se limite pas à l'obtention bonne tracée en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra réaliser aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser. Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée.

Tout cela en fonction de paramètre très fondamental suivant :

Le trafic (l'importance de la circulation et surtout l'intensité du trafic en poids lourds) Les matériaux utilisés La portance du sol support désignée par son indice CBR. La durée de vie de la chaussée.

2 . Dimensionnement des corps des chaussées

Règles de base de dimensionnement [35]

Les règles de dimensionnement sont basées à la fois sur les méthodes de la mécanique rationnel (est-à-dire que les contraintes et les déformations calculés doivent restés inférieur a des limites fixés) et sur des connaissances expérimentales (qui permettent de fixer les limites de contraintes et déformation qu'on ne doit pas les dépassés).

Toutes les méthodes de dimensionnement tiennent compte de :

- ✓ Des qualités mécaniques et de sensibilité à l'eau du sol support.
- ✓ Des qualités mécaniques et des couches de chaussées on ce qui concerne leurs aptitudes à supporter les charges et les répartir.
- ✓ Du trafic c'est-à-dire de valeur des charges et leurs fréquences d'application.

Ensuite chaque méthode comporte évidemment des abaques, ou tableaux fixant les épaisseurs en fonction de la charge maximum prévue et la pression de gonflage des pneus.

La chaussée

Définition [36]

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

Une chaussée peut être définie comme une structure plane, conçue et dimensionnée pour garantir écoulement du trafic dans de bonnes conditions de visibilité, de sécurité et de confort pour les usagers et assurer une fonction pour une période de service minimale fixée Au stade d'élaboration du projet.

Les différentes structures de chaussées [36]

Il existe trois types de chaussée :

Chaussée souple, Chaussée semi – rigide, Chaussée rigide.

➤ Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- ✓ Les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- ✓ Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissent des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

• Couche de surface :

La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation.

Elle est en générale composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison.

• La couche de roulement a pour rôle :

- ✓ D'imperméabiliser la surface de chaussée.
- ✓ D'assurer la sécurité (par l'adhérence) et le confort des usages (diminution de bruit, bon uni).

- **La couche de liaison** a pour rôle essentiel
 - ✓ D'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.
 - ✓ Étanchéité de l'assise
 - ✓ Couche de base

Pour résister aux déformations permanentes sous effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

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

- **Couche de fondation**

Assurer un bon uni et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

- **Couche de forme**

Elle est prévue pour reprendre à certains objectifs en fonction de nature de sol support.

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

Actuellement, on tient compte d'améliorer de la portance du sol support à long terme, par la couche de forme. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm,

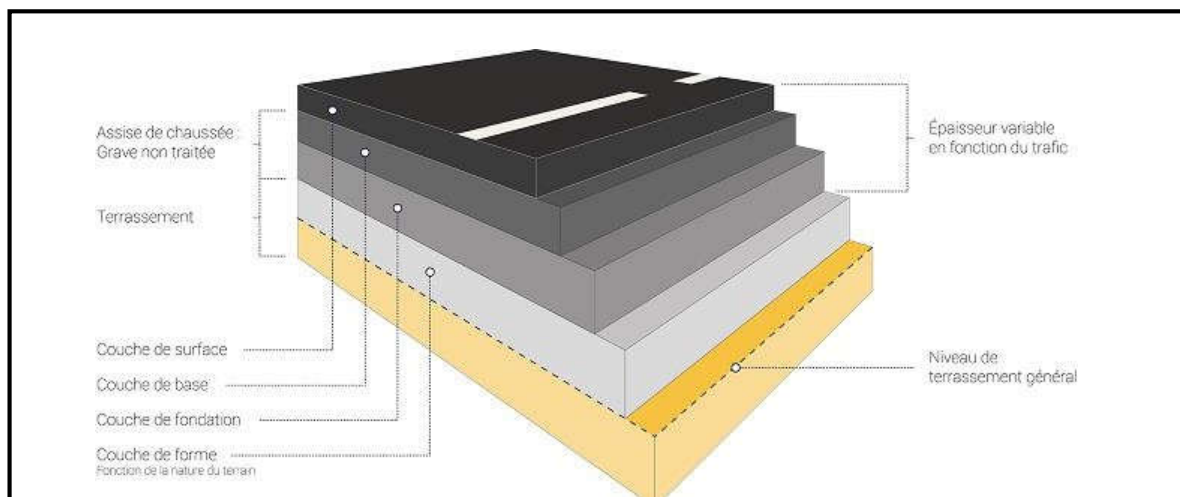


Figure VII.1 : Structure type d'une chaussée souple[37]

➤ **Chaussée semi –rigide :**

On distingue :

Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat...).

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par L'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

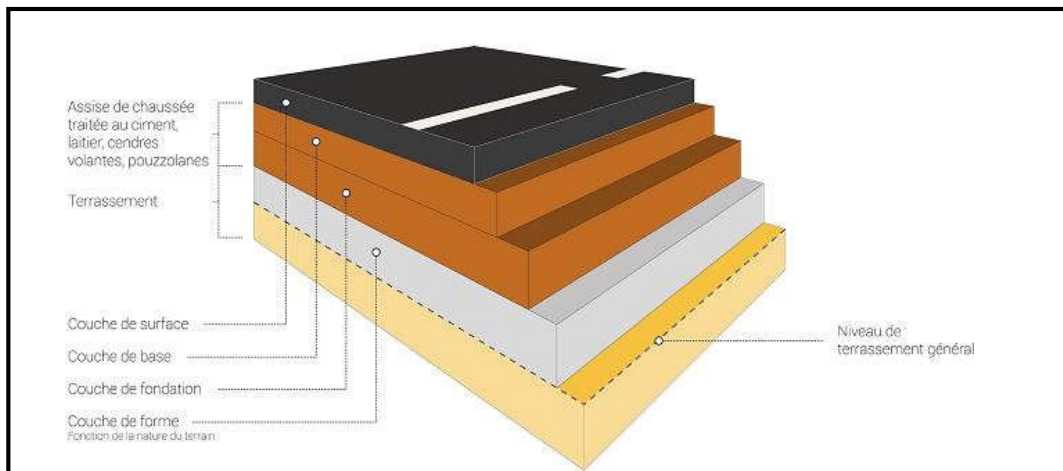


Figure VII.2 : Structure type d'une chaussée semi – rigide [37]

➤ Les chaussées rigides

Une chaussée rigide est constituée d'un revêtement en béton de ciment pervibré ou fluide.

En règle générale, une chaussée en béton comporte, à partir du sol, les couches suivantes :

- ✓ Une couche de forme.
- ✓ Une couche de fondation.
- ✓ Une couche de roulement en béton de ciment.

Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la couche de fondation n'est pas nécessaire.

La dalle en béton de ciment peut ainsi être réalisée directement sur l'arase terrassement ou sur l'aplate - forme support de chaussée.

Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

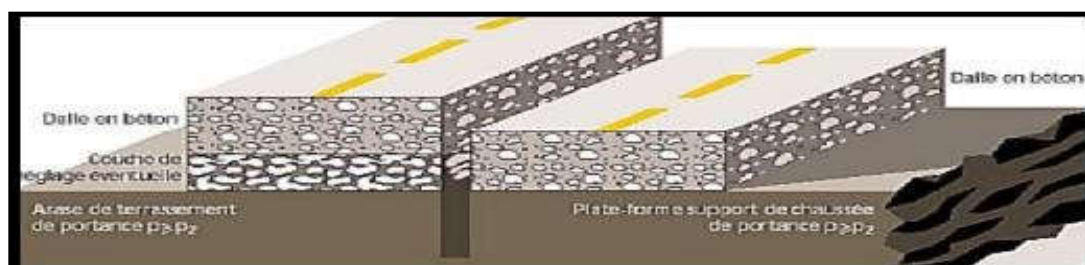


Figure VII.3 : Structure type d'une chaussée rigide[38]

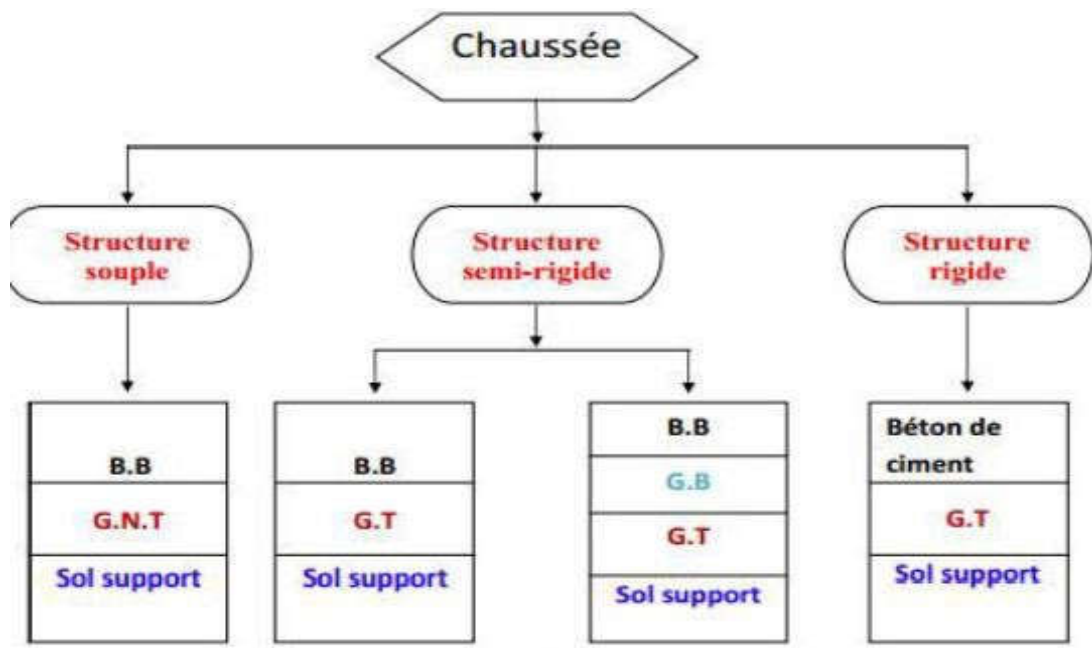


Figure VII. 4. les type des corps chaussée

BB : Béton bitumineux.

GB : Gravé bitume.

GT : Gravé traité.

G.N.T : Gravé non traité.

3. Principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux familles :

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

Vu de la :

- ✓ Rapidité du dimensionnement.
- ✓ Simplicité de la méthode.
- ✓ L'obtention d'une structure standard permettant une bonne maîtrise de la technique et une capitalisation de l'expérience.

On a choisi la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves comme une méthode rationnelle pour le dimensionnement du corps de chaussée de notre projet.

Méthodes empiriques [39]**Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)**

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm. La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci-après :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{p})(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5} \quad \text{VII.1}$$

Avec :

P : charge par roue P = 6.5 t

Log : logarithme décimal.

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

$$N = T_h \times PL \quad \text{VII.2}$$

T_h : Trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans

$$T_h = \frac{T_0}{2} (1 + r)^m \quad \text{VII.3}$$

Avec

- T_0 : trafics actuel (v/j)

- m : année de prévision

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$e = e_1 \times c_1 + e_2 \times c_2 + e_3 \times c_3 \quad \text{VII.4}$$

Avec

e_1, c_1 : Couche de roulement.

e_2, c_2 : Couche de base.

e_3, c_3 : Couche de fondation.

Où :

c_1, c_2, c_3 : Coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : Épaisseurs réelles des couches.

Tableau VII.1 : Coefficient d'équivalence [39]

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
béton bitumineux ou enrobé dense	2.00
grave ciment ou grave laitier	1.50
grave bitume	1.20 à 1.70
grave concassée ou gravier	1.00
grave roulée grave sableuse ou T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.80 0.90

Méthode du catalogue des structures « SETRA » [39]

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par la « SETRA ». Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés :

- GNT,
- SL,
- GC,
- SB.

Il considère également 04 classes de trafic selon leur importance, allant de :

200 à 1500 Véh/J.

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation. Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

- Trafic cumulé de poids lourds à la 20ème année T_j .
- Les caractéristiques de sol (S_j).

Détermination de la classe de trafic

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

Tableau VII.2 : La classe du trafic poids lourd. [39]

classe de trafic	trafic poids lourd cumulé sur 20 ans
T_0	$< 3.5. 10^5$
T_1	$3. 5. 10^5 < T < 7.3. 10^5$
T_2	$7. 3. 10^5 < T < 2. 10^6$
T_3	$2. 10^6 T < 7.3. 10^6$
T_4	$7. 3. 10^6 T < 4. 10^7$
T_5	$T > 4. 10^7$

Le trafic cumulé est donné par la formule

$$T_C = T_{PL} \left[1 + \frac{(1+r)^{n+1} - 1}{r} \right] \quad \text{365} \quad \text{VII.5}$$

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

n : Durée de vie.

Tableau VII.3: Détermination de la classe du sol

classe	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Indice CBR	> 40	25-40	10-25	05-10	< 05

Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTPP »

a. Trafic

1. Le réseau principal RP

$$RP1 = T > 1500V/JVII.6$$

$$RP2 = T < 1500V/JVII.7$$

2. Le réseau secondaire RS

En Algérie, Il se compose du reste des routes qui ne sont pas en RP, son linéaire total de 7.900 km

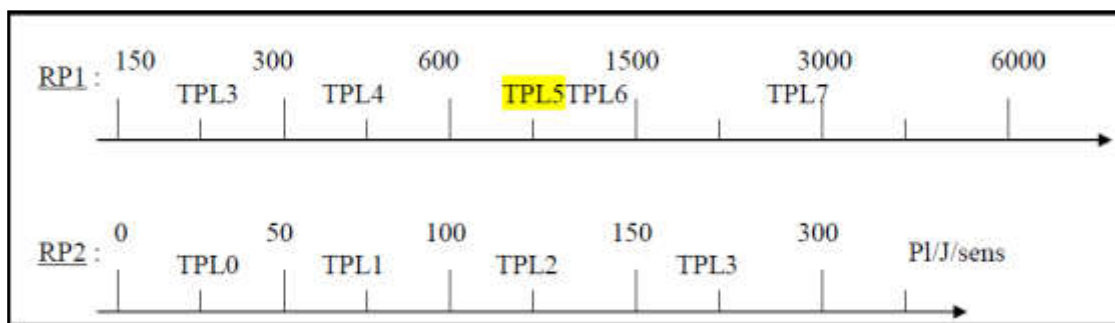
b. Répartition transversale du trafic

On adoptera les valeurs suivantes :

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

c. Détermination de la classe de trafic (T_{PLi})

Tableau VII.4: Classe de trafic



d. Détermination des classes de portance de sols

$$E(MPA) = 5 \cdot CBR \quad \text{VII. 8}$$

Tableau VII.5 : Classe portance de sol en fonction de la flexion

Classe	S_3	S_2	S_1	S_0
E(MPA)	25-50	50-125	125-200	>200

Tableau VII.6: Classe de sol en fonction de la portance

Classe portance du sol terrassé (S_j)	Matériaux de C.F	Epaisseur de C.F	Classe portances du sol support visée (S_j)
$<S_4$	matériau non traité	50cm(en 2c)	S_3
S_4	matériau non traité	35 cm	S_3
S_4	matériau non traité	60cm (en 2c)	S_2
S_3	matériau non traité	40cm (en 2c)	S_2
S_3	matériau non traité	70 cm (en 2c)	S_2

e. Les zones climatiques

Les zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau VII.7: Les zones climatiques de l'Algérie

zones climatiques	Pluviométrie (mm /an)	Climat	Teq (°)	Région
I	>600	Très humide	20	Nord
II	350-600	Humide	20	Nord, hauts plateaux
III	100-350	Semi- aride	25	hauts plateaux
IV	<100	Aride	30	Sud

4. PRINCIPES DU DIMENSIONNEMENT DU CATALOGUE

L'utilisation d'un catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres fondamentaux utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussée, rappelons-le, trafic, matériaux, sol support, environnement. Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement. En fonction de cela, on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

5. Application du projet

La méthode CBR

On a : ICBR = 5 Sol appartient à la classe (S3)

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

P : charge par roue P = 6.5 t

$$N = T_h \times PL$$

$$T_h = \frac{T_0}{2} \cdot (1 + r)^m = \frac{10992}{2} (1 + 0.04)^{20} = 5496(1 + 0.04)^{20} = 12042 \text{ v/j/sens}$$

$$N = 12042 \times \frac{12.4}{100} = 1493 \text{ pl/j/sens}$$

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5p})(75 + 50 \log \frac{1493}{10})}{5 + 5} = 56.84 \text{ cm}$$

Donc : $E_{eq} = 57 \text{ cm}$

On utilisera les matériaux suivants :

$e_1 = 6 \text{ cm}$ en béton bitumineux (BB) $c_1 = 2.0$

$e_2 = 10 \text{ cm}$ en grave bitume (GB) $c_2 = 1.5$

$e_3 = \text{ cm}$ Grave non traité (GNT) $c_3 = 1$

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

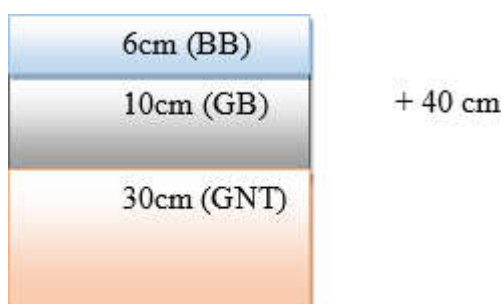
$$57 = 6 \times 2 + 10 \times 1.5 + e_3 \times 1$$

$$e_3 = 30 \text{ cm}$$

Tableau VII. 8 : Les résultats(CBR)

Couches	Epaisseur réelle	Coefficient d'équivalence	Epaisseur équivalente
BB béton bitumineux	6	2	12
GB grave bitume	10	1.5	15
GC Grave non traité	30	1	30
TOTAL	46		57

Notre Structure : $6BB + 10GB + 30GNT$



Méthode de catalogue des structures SETRA

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

$$\begin{aligned}
 TJMA_{2023} &= 10992v/j \\
 T_{PL2023} &= 10992 \times \frac{0.124}{2} \\
 &= 682PL/j/sens \\
 T_{PL2043} &= 682(1 + 0.04)^{20} = 1495PL/j/sens \\
 T_C &= T_{PL} \left[1 + \frac{(1+r)^{n+1} - 1}{r} \right] 365 \\
 T_C &= 18.10^6 PL/J/sens.
 \end{aligned}$$

Notre trafic est classé en T_4

Notre sol est classé en S_3

Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

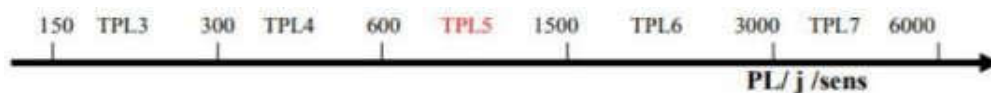
1. Type de réseau principal

$$TJMA_{2023} = 10992 v/j > 1500 v/j$$

La route principale présentant intérêt économique et stratégique. Donc on principal de niveau1 (RP1)

2. Détermination de la classe de trafic :

$$T_{PL} = 1495 \times 0.9 = 1346 PL/J/sens$$



Pour RP1 : $600 < 1495 < 1500$ donc : trafic du poids lourds est de classe **TPL5**

3. Détermination de la portance de sol support de chaussée :

$$E(MPA) = CBR \times 5 = 25MPA$$

Une couche de forme de 40cm en deux couches pour atteindre une classe de portance S2.

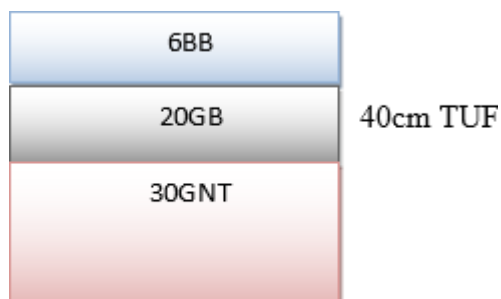
Tableau VII. 8 : Les résultats SETRA

Indice CBR	5
E(MPA)=CBR*5	25
Classe de sol	S3
Nature de la couche de forme (TUF)	40cm (2couches)
Sur classement du sol	S2

4. La zone climatique :

Pour notre projet, selon la carte climatique de Guelma, nous avons la zone climatique II

5. La structure finale par la méthode de dimensionnement



5.2. Conclusion

Après avoir déterminé l'épaisseur de notre chaussée, et vue les différents résultats nous constatons qu'il y a une différence entre les deux méthodes On choisira la structure trouvée par la méthode du CBR parce que est la plus utilisée en Algérie donc la Structure : $6BB + 10GB + 30GNT$

CHAPITRE VIII :
CARREFOUR

1. Introduction

Les carrefours sont considérés comme l'une des parties les plus importantes d'un réseau routier car la conception de ces intersections affecte directement l'efficacité du réseau routier, le niveau de sécurité routière et la capacité des routes.

Un carrefour est défini comme est le lieu de l'intersection de deux ou plusieurs routes Aux carrefours, la probabilité d'accidents de la circulation augmente

2. Définition

Un carrefour est une zone comprise à l'intérieur du prolongement des bordures (ou des rives) de deux chaussées qui se coupent à angle droit, ou presque droit. Plus généralement, il s'agit de la zone dans laquelle des véhicules circulant sur des routes qui se coupent à un angle quelconque peuvent se rencontrer. [40]

3. Critères de base pour la conception d'un carrefour

- La sécurité routière
- Capacité de trafic adéquate
- En termes de coûts économiques et de construction
- Continuer la circulation
- Vitesse de référence
- Topographie logique
- Les distances de visibilité sont disponibles

4. Les différents types de carrefours [41]

Les principaux types de carrefour sont :

Carrefours plans

Carrefours en Y

Il s'agit d'une inter section à trois branches dont l'une estle prolongement d'une autre et la troisième coupe ce prolongement sous unangle inférieur à 75° ou supérieur à 105°.

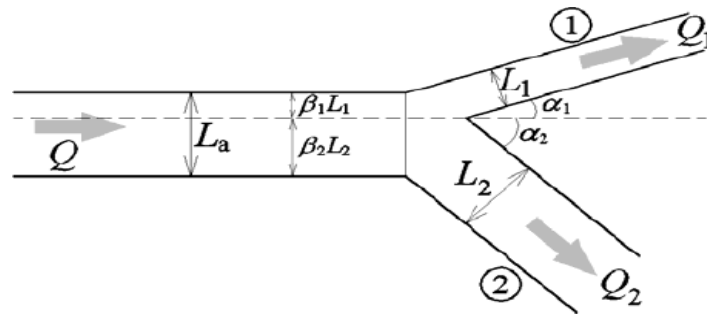


Figure VIII.1 : Schéma d'un carrefour divergent en forme de Y[42]

Carrefours en T

Il s'agit d'un carrefour à trois branches, dont l'une est à environ Une extension d'une autre branche où une troisième branche croise l'extension à un angle Entre 75° et 105°



Figure VIII.2 : route Carrefours en T[43]

Carrefours en X

C'est une intersection à quatre branches, dont deux sont approximativement dans les prolongements des deux autres, et l'intersection de ces deux prolongements est inférieure à 75° ou supérieure à 105°



Figure VIII.3 : route Carrefours en X[44]

Carrefour en croix

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).

Il s'agit d'une intersection à quatre branches, dont deux sont approximativement dans le prolongement des deux autres, et où les angles de ces prolongements sont supérieurs ou égaux à 75° tout en restant inférieurs à 105° .

Carrefour séparées, carrefour à deux niveaux ou plusieurs

Carrefour giratoire

Un **carrefour giratoire**, ou plus communément un **giratoire**, Le carrefour giratoire est le carrefour plan qui offre le meilleur niveau de sécurité.

C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique.

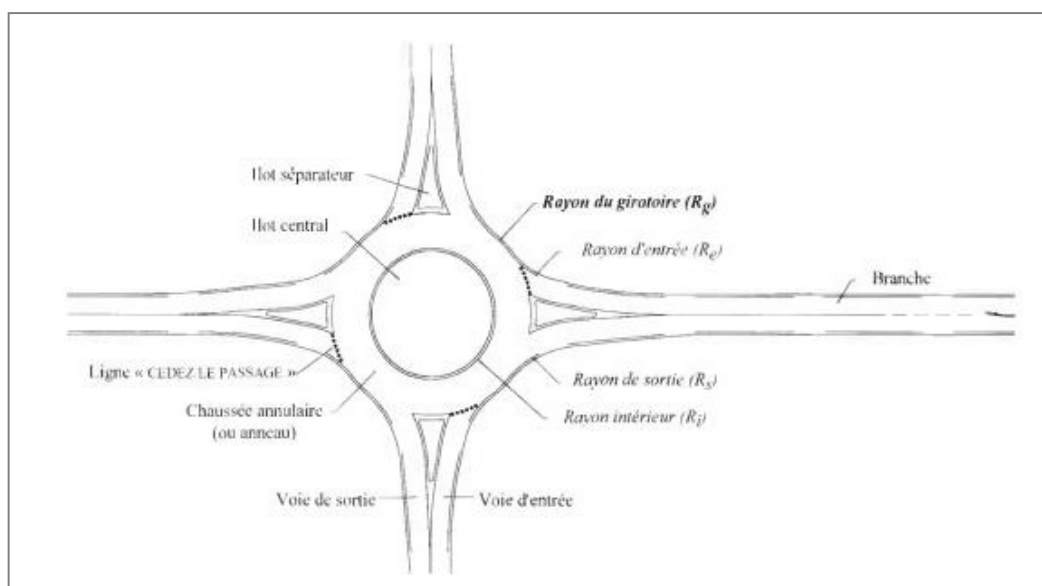


Figure VIII.4 Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire[45]

Un carrefour dénivelé

Est un ensemble de deux ou plusieurs routes qui se croisent sur des niveaux séparés par le biais d'un ou de plusieurs ouvrages d'art. Cela permet à la circulation de chacune de ces routes de couper la circulation de toutes les autres routes sans conflits.



Figure VIII.5 : carrefour séparées, carrefour à deux niveaux ou plusieurs[46]

5. Les principaux objectifs de la conception de carrefour

- Réduire la gravité des accidents de la circulation, s'ils se produisent.
- Assurer la fluidité du trafic
- Prendre en compte à la fois la circulation des véhicules et celle des piétons
- Évitez les manœuvres qui se chevauchent lors de la détermination de la voie d'un véhicule à une intersection particulière

6. Considérations relatives à la conception de carrefour

Tableau VIII .1 : Vitesse d'approche à vide V_0 selon la norme algérienne [9]

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

Tableau VIII-2 : Distance de visibilité des véhicules prioritaires et non prioritaires : cas de la priorité à droite selon la norme Algérienne [B40] [9]

Vitesse d'approche à vide $V_p(kmh)$	Vitesse d'approche avide $V_{np}(kmh)$	60	80	90	100	110	120
	$d_{np}(m)$	70	110	130	160	190	235
60	de visibilité sur voie prioritaire $d_p(m)$	70	80	90	100	105	120
80		95	110	120	130	140	155
90		105	120	130	145	160	175
100		120	135	145	160	175	195
110		130	150	160	175	190	210
120		140	160	175	150	210	235

Tableau VIII-3 : Distance de visibilité des véhicules non prioritaires : cas de balise B1 (cédez le passage) ou signale de stop B2, selon la norme Algérienne[9]

Type de route	Manœuvre véhicule non prioritaire		Vitesse d'approche à vide $V_p(km/h)$ (vitesse de la manœuvre $V_{p'}$)					
			60 (45)	80 (60)	90 (67)	100 (75)	110 (80)	120 (85)
2 voies	e	$V.L$	100	130	150	165	180	200
		$P.L[1]$	130	175	200	220	245	265
	Tourne à gauche		110	175	215	260	310	350
3 voies	e	$V.L$	115	155	175	195	215	235
		$P.L[1]$	150	200	225	250	275	300
	Tourne à gauche		150	180	220	265	315	355
4voies	e	$V.L$	5	175	200	220	245	265
		$P.L[1]$	65	220	250	275	305	335
	Tourne à gauche		20	185	225	270	320	360
4 voies avec ilot M5m	e	$V.L$	50	200	225	250	275	300
		$P.L[1]$	80	240	275	305	335	365
	Tourne à gauche		25	190	230	275	325	365
Toutes routes			00	165	205	250	300	340
	Toure à droite							

[1]Plus de 10traversées $P.L$ /jour

1. Application de projet :

Triangle de visibilité :

Pour étude carrefour de route pour ce projet, nous utilisons B40 (Tableau VIII.3)

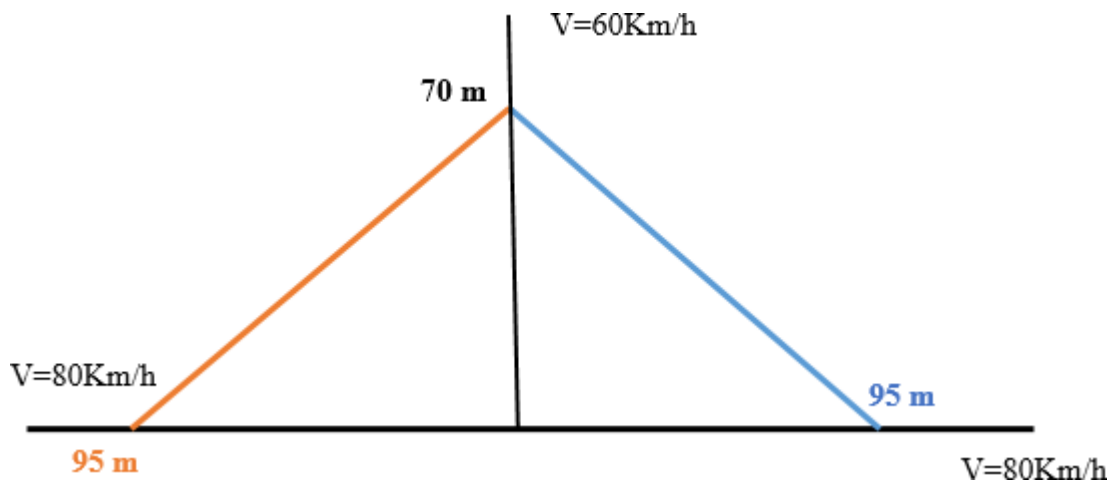
Ce projet porte deux carrefours :

Carrefour 1 :



Figure VIII.6: Carrefour en Y reliant le Route entre Medjez Ammar et Hamman Dabbagh[47]

Diagramme de visibilité



Carrefour 2 :

Relie Medjez Ammar à une vitesse de 80km/h, des terres agricoles à une vitesse de 50km/h, Kharouba à une vitesse de 60km /h et Houari Boumediene à une vitesse de 60km/h

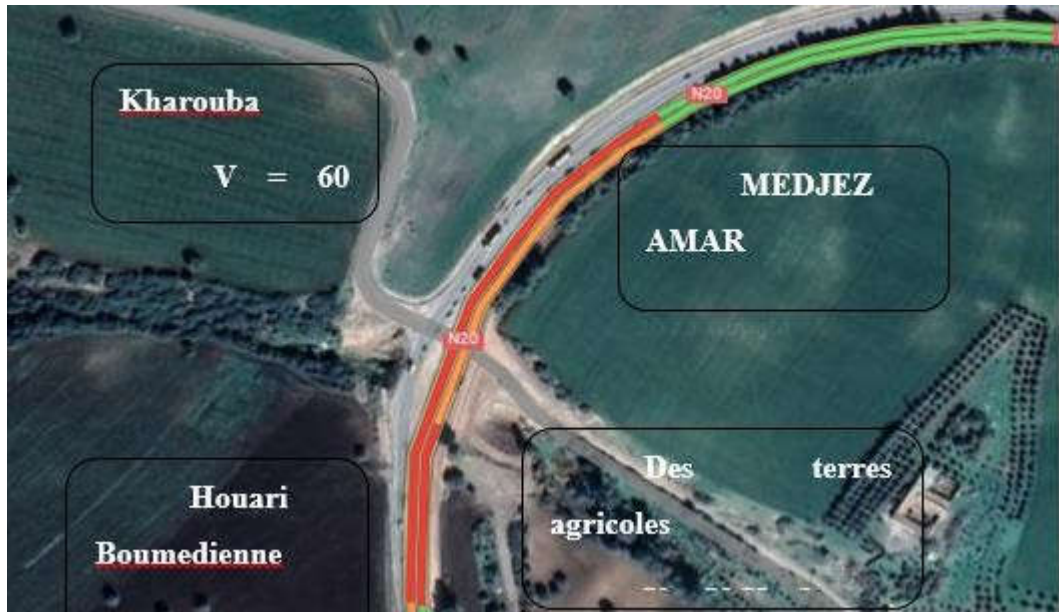
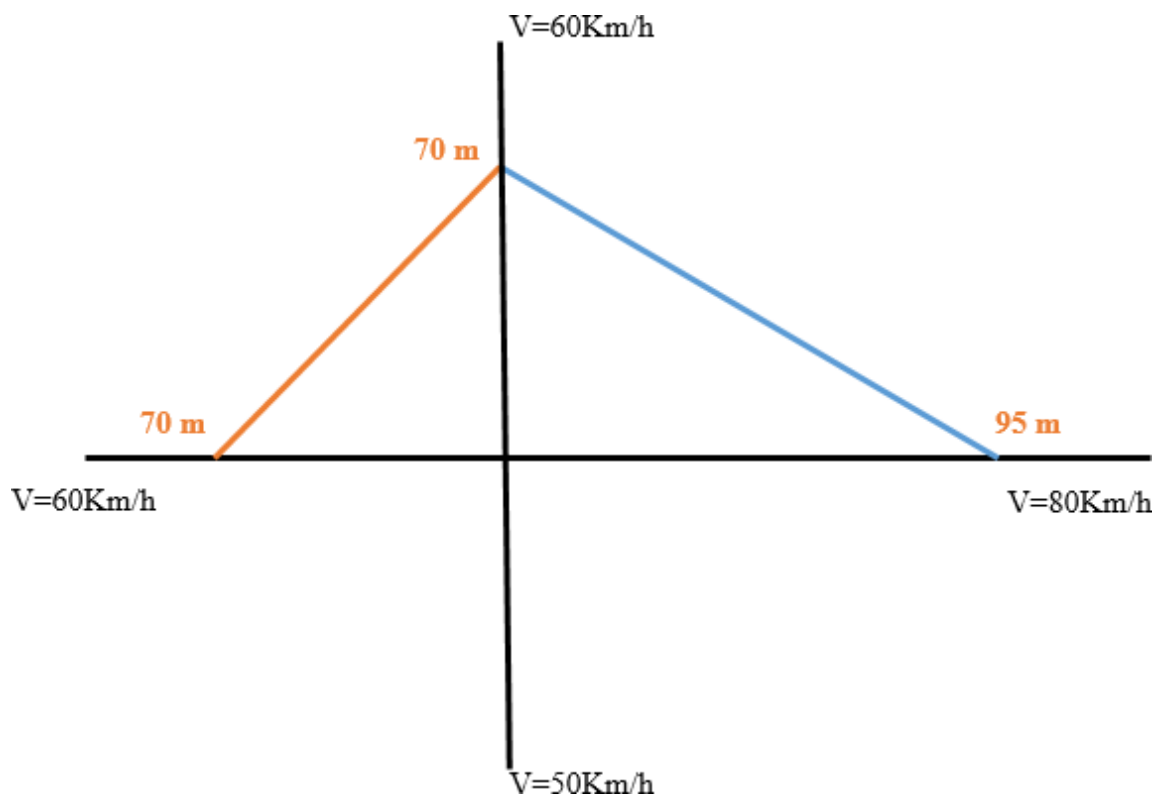


Figure VIII.7 : Carrefour en X[47]

Diagramme de visibilité



8. Conclusion

L'objectif principal de carrefour est de diriger les véhicules dans leur direction, qu'ils terminent la route ou tournent à droite ou à gauche

Il existe de nombreux types du carrefour

CHAPITRE IX

SIGNALISATION

1. Introduction :

La signalisation routière est un moyen de communication avec les usagers.

- ✓ Bien signaler c'est bien communiquer.
- ✓ Bien signaler, c'est assurer l'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de circulation, de gestion du trafic et de sécurité routière.

2. Définition :

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatives à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements [48]

3. L'objet de la signalisation routière : [49]

La signalisation routière a pour objet :

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

4. Règles à respecter pour la signalisation : [50]

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

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

5. Les types de signalisation : [50]

On distingue les types de signalisation :

- a) Signalisation verticale

b) Signalisation horizontale

A) Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

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

Les principaux types de panneaux routiers : danger, interdiction, obligation, indication et direction [53]

Selon leur forme, leur couleur, les panneaux de signalisation du code de la route ont une signification particulière. On les classe en 4 grandes catégories :

➤ Les panneaux de danger de type A [52]

Ils sont tous réfléchissants la nuit. Ce sont des prescriptions de danger avec :

Une forme triangulaire

Un contour rouge

Un fond blanc

Un pictogramme noir



FigureIX.1 : Les panneaux de danger de type A[52]

➤ **Les panneaux routiers d’indication type B**

Les panneaux signalétiques d’indication sont reconnaissables par leur forme carrée. Ils informent soit de l’emplacement d’une installation (aire de repos, etc.), soit d’une aide pour la conduite (annonce de la présence d’un passage piéton). [53]



Figure IX.2 : Les panneaux routiers d'indication type B[51]

Les autres types de panneau de signalisation routière comme :

- Les signaux d'interdiction type C
- Les signaux d'obligation type D
- Les signaux d'identification des routes type E

B. signalisation horizontale [55]

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

1. Marques longitudinales :

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

b. Lignes discontinue : Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle. On distingue :

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leur intervalle.
- Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalle.
- Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgences, dont le largueur des traits est le triple de celle de leurs intervalles

2. Marquage transversale :

- Ligne STOP : C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.
- Ligne cédez le passage :
- Ligne d'effet des signaux :

3. Autres marques :

- Les flèches de rabattement : Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.
 - Les flèches de sélection : Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.
 - Passage pour piéton : Forme rectangulaire de longueur $L = 2.50\text{m}$ pour $V \leq 60\text{Km/h}$ et $L = 4.00\text{m}$ pour $V \geq 60\text{Km/h}$ avec largeur de 0.5m et leur distance est de 0.5 à 0.8m .
 - Passage pour cycliste : Signalé par deux lignes discontinus, formé de carrée blanche de 0.5m de côté séparé par des intervalles de 0.5 à 0.8m .
- 2.6.3. Caractéristiques générales des marques :

1. Couleur des marques :

Le blanc est la couleur utilisé pour les marques de chaussée. Pour certaines marques spéciales, on utilise d'autres couleurs dans les conditions des obstacles.

2. Largeur des lignes :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « u » différente suivant le type de route :

- $U = 7,5$ cm sur les autoroutes est voies rapides urbaines.

- U = 6 cm sur les routes et voies urbaines dont le trafic dépasse 300 v/j
- U = 5 cm pour les autres routes.

Tableau IX.1: Modulation des lignes discontinues. [55]

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre deux Traits successifs (m)	Rapport pleins-vides
T ₁	3.00	10.00	≅ 1/3
T' ₁	1.50	5.00	
T ₂	3.00	3.50	≅ 1
T' ₂	0.50	0.50	
T ₃	3.00	1.33	≅ 3
T' ₃	20.00	6.00	

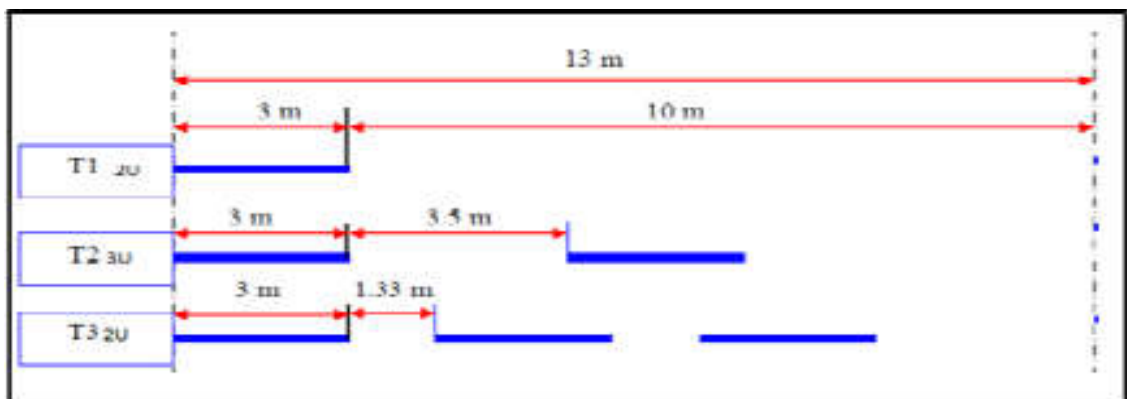


Figure IX.3: Type de modulation[48]



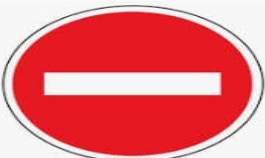
Application de projet :

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :



Panneaux de signalisation de danger (type A) :

Schéma	Codification	Signification
	A1c	Annnonce d'une succession de virages dont le premier est à droite
	A18	Annnonce de circulation dans les deux sens
	A3a	D'annonce de chaussée rétrécie par la droite
	A1a	d'annonce de virage dangereux à droite
	A1b	d'annonce de virage dangereux à gauche
	A13b	Annnonce de passage(s) pour piétons

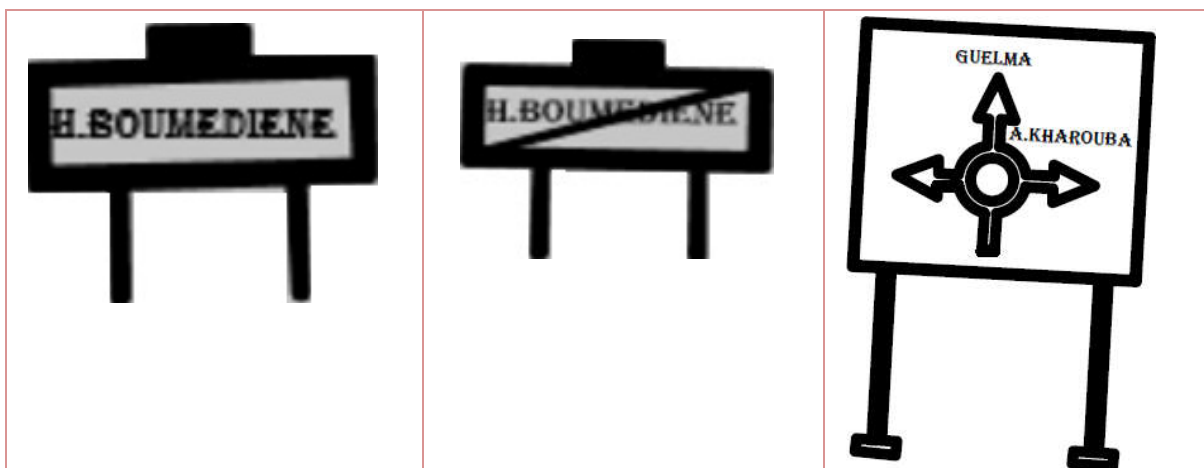
Panneaux d'interdiction de priorité et d'obligation (type B) :

Schéma	Codification	Signification
	B14	Limitation de vitesse la vitesse max à ne pas dépasser
	B21a1	Panneau de prescription d'obligation de contournement par la droite
	B1	Sens interdit à tout véhicule

Panneaux de signalisation d'intersection et de priorité (type AB)

Schéma	Codification	Signification
	AB3a+M9c	Cédez le passage à l'intersection
		Carrefour à sens giratoire

Signalisation de direction (type E)



Les bornes (k)

Schéma	Codification	Signification
	K2	Borne utilisé sur le réseau national, présentant le nom de l'itinéraire sur fond rouge et des indication de repérage longitudinal sur fond blanc

Signalisation horizontale :

Tableau IX.2 Modulation des lignes discontinues.

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (en m)	Intervalle entre 02 traits successifs (en m)	Rapport plein /vide
Axial longitudinal	T1	3	10	1/3
	T'1	1.5	5	1/3
	T3	3	1.33	3
Rive	T2	3	3.5	1
	T'3	20	6	3
Transversal	T'2	0.5	0.5	1

U= 6 cm

Lignes longitudinales

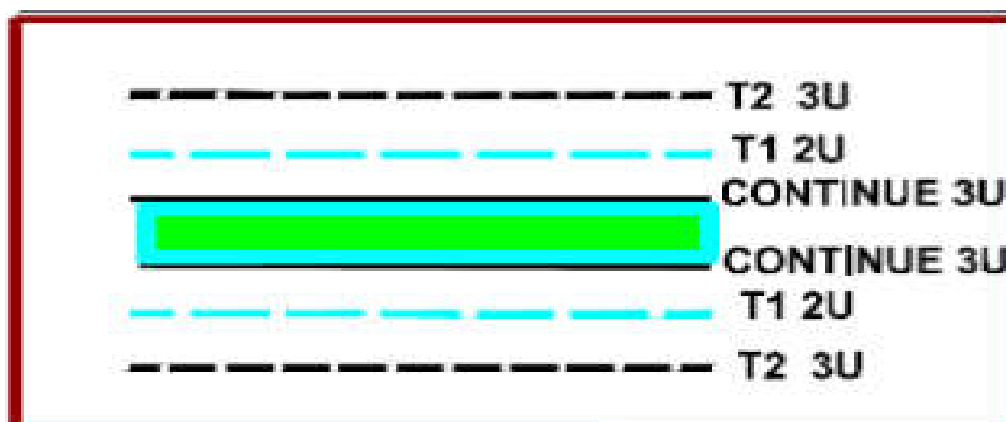


Figure IX.4: Type de modulation.

Dispositifs de sécurité :

Les dispositifs de retenues sont nécessaires pour assurer les bonnes conditions de sécurité aux usagers de la route, ils constituent :

1. Glissières de sécurité

Glissières de niveau 1 : adoptées pour les routes principales.

Glissières de niveau 2 et 3 : adoptées aux endroits où les vitesses appliquées sont faibles.

Eventuellement **des glissières sur le T.P.C** pour les routes à deux chaussées, et sur accotements en présence d'obstacles ou autre configuration agressive, ou le cas de grandes hauteurs de remblais. La

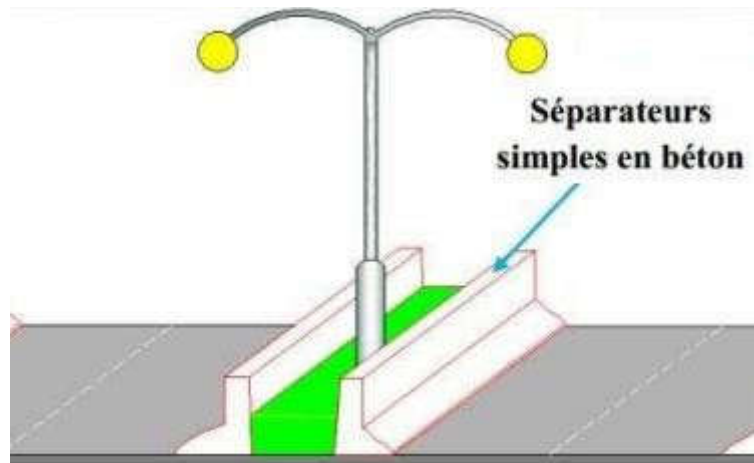
2. Murette de protection en béton armé

Envisagée lorsque le danger potentiel représenté par la sortie d'un véhicule lourd est important, comme :

- Une section de la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à 10m

Application au projet :

Parmi ces dispositifs, on a opté à utiliser des glissières sur le T.P.C pour la retenue et la séparation.



FigureIX.5 : Séparateurs

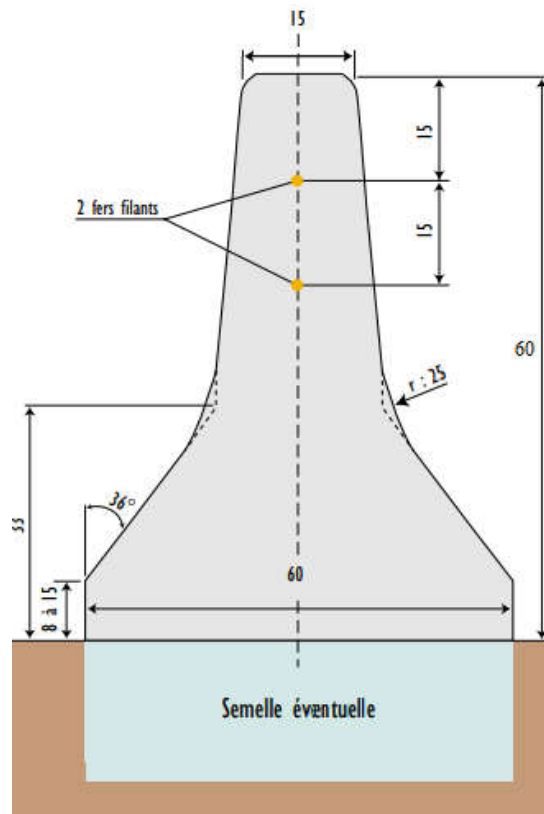


Figure IX.6: glissière en béton

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le projet de fin d'étude est une étude d'un tronçon de dédoublement de la RN 20 entre MEDJEZ AMAR et HOUARI BOUMDIENE. Dans cette étude on ait essayé d'appliquer les tous connaissances et formations au cours de notre cursus

Le travail est divisé en plusieurs parties :

Présentation du projet

Etude de trafics

Caractéristiques géométriques

Cubature

Dimensionnement des chaussées

Carrefour

Signalisation

Notre but de ce travail est déterminer les étapes de la conception des routes et d'améliorer l'efficacité et la sécurité tout en réduisant les coûts de la route

Cette étude nous a permet de maitriser l'outil informatique tel que l'AUTOCAD

Nous espérons d'obtenir acquérir plus dans notre vie professionnelle

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

- [1] Direction du commerce Guelma. vitaminedz.com.
<https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/wilaya-guelma>.
- [2] Elhachmi Arour. Carte de situation géographique de la wilaya de GUELMA. blogger.com.
<http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueGUELMA.html>
- [3] le réseau routier de la wilaya de guelma. 2022. http://www.mtp.gov.dz/?page_id=1067
- [4] Liste actuelle des routes nationales algériennes. Fandom
https://routes.fandom.com/wiki/Liste_actuelle_des_routes_nationales_alg%C3%A9riennes_1_%C3%A0_50
- [5] BOUACIDA ABDELBAST, MOUAADH MEDJELDI. ETUDE EN APD DU DEDOUBLEMENT DE RN81A ENTRE M'DAOUROUCH - SEDRATA SUR 16 km. GUELMA . Université 8 mai 1945 – mémoire de Master ,2016.
- [6] vélo territoire compteur automatique de cyclistes . france Centre-Val de Loire : Atlantic On Bike. fiche technique .
- [7] **Joseph ABDO** .VOIRIES ET AMÉNAGEMENTS URBAINS EN BÉTON TOME1 Conception . France : CIM béton Centre d'information sur les ciment et ses application . mémoire.
- [8] **N wafi** .CALCUL DE LA CAPACITE DES .Maroc : Service Recherche CNER.2017 ,
- [9] B40.Normes technique d'aménagement des routes .Algérie : ministre des travaux Public.1977 ,
- [10] Faure Michel. Route les cours de L'ENTPE. tome1. Lyon : ELEAS ,1997. pp35-221.
- [11] Idir Bouzad. Etude du dédoublement de la RN 09B du Pk 00 au Pk 05 entre El Ouricia et Ain El Kbira (Wilaya de Sétif). Biskra : Université Mohamed khider –«mémoire de master. 2020.
- [12] Tracé en plan (route). wikipedia. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Trac%C3%A9_en_plan_\(route\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Trac%C3%A9_en_plan_(route))
- [13] LAIB Sara. Voiries et Réseaux Divers (VRD). Mila : Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf , 2021-2022. Polycopié de Cours.
- [14] Mohammed Youssouf Doudi, Ghouth Djellas. ETUDE TECHNIQUE D'UN RACCORDEMENT ROUTIER RELIANT LES DEUX LOCALITES OUDJLIDA A BOUDJLIDA WILAYA DE TLEMCEN SUR 1KM 574M. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen. Mémoire de master. 2016
- [15]. Dévers. wikipedia. <https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9vers>
- [16]. Tracés et Normes Géométriques 1. Problème 3- dimensionnel –Dimensions en x, y, & z 2 De Kilarski. SlidePlayer. 2020. <https://slideplayer.fr/slide/17006460/>
- [17] Adel Nehaoua. Chapitre 6 : caractéristique géométrique. Algérie : département de génie civil-faculté: TECHNOLOGIE-U.F. ,2013. cours

- [18]. The Clo hoid. PWayBlog.com.. <https://pwayblog.com/2016/07/03/the-clothoid/>
- [19] Tracés et Normes Géométriques 1. Problème 3- dimensionnel –Dimensions en x, y, & z 2 De Kilarski. SlidePlayer. 2020. <https://slideplayer.fr/slide/17006460/>
- [20] O Dakadek. Projet Routier. Maroc, kenitra : office de la formation professionnelle et de la promotion du travail ISTA BTP ,2016. Projet de fin de formation
- [21] R Cordier ,M Laroche , R Cordier. Réaliser un profil en long à partir d'un relevé topographique. normandie : école des travaux publics de Normandie institut jean fréret ,2012-2013. projet.
- [22] N Mme ABDI , F Mme DEHDOUH. Cours 03 Le profil en long D'une Voie. GESTION DES TECHNIQUES URBAINES ,UNIVERSITEE L'ARBI BEN M'HIDI (OUM EL BOUAGHIE). OUM EL BOUAGHIE : Génie Urbain ,2019-2020. cours.
- [23] LPEGC. cours de tracé routier. Faculté des sciences ,Université Mohammed 1er. Oujda Maroc : 2011/2010 ,. cours .
- [24] NADHIR BAKHTAOUI, KELTHOUM BOUFARES. CONCEPTION D'UNE ROUTE NOUVELLE ENTRE ADRAR ET AOULEF. ADRAR. Université Ahmed Draia-ADRAR. : thèse de Master 2. 2021.
- [25] COURS DE ROUTES - TRACE ROUTIER. ROYAUME DU MAROC : ECOLE HASSANIA DES TRAVAUX PUBLICS Cours de routes -2 GC ,2010.
- [26]. Setra. comprendre les principaux paramètre de conception géométrique des routes . La france : 2006.
- [27] Kouadria Yassine. Étude de dédoublement d'un tronçon routier de 6km sur la RN46 du Pk 194+000 au Pk 200+000 (Wilaya de Biskra). Université Mohamed Khider mémoire de master , 2019.
- [28] KRIM Mustapha. ETUDE DE DEDOUBLEMENT ROUTIERDE LA RN47 SUR 08km ENTRE la ville d'ELBAYADH et centre universitaire Tlemcen : Université abou bekr belkaid , 2014.
- [29] Hypaepa. MÉTRÉS ET CALCULS DE CUBATURES. Reflexe topo. <https://www.reflexetopo.fr/metier-competences/bureau-etudes-vrd/metres-et-calculs-de-cubatures/#:~:text=Le%20calcul%20de%20cubatures%20consiste,%C3%A0%20un%20profil%20de%20projet>
- [30] As For CAD. Calculs de plates-formes. France : 2006 ,.
- [31] Abdoulaye B. SIRIMA , et al. BATHYMETRIE DU LAC DE TENGRELA POUR LA MISE EN EVIDENCE DE LA DYNAMIQUE DU COMBLEMENT. Laboratoire Dynamique des

- Espace et Société (LDES) et Laboratoire Sciences Humaines (LABOSH) «Université Joseph Ki Zerbo et Université Norbert Zongo. Tengréla le lac de Tengréla : 2019/2018 «.
- [32] A CHABBI , K KOURAS. Étude D'un Tronçon De Route Evitement Sud de Jijel. Mémoire de master «université Jijel. .2017 «P152 ,
- [33] M Mr laidi , M MOUALID. etude du dédoublement de la RN11 entre ben abdlemalek ramdane et limite de wilaya de chlef. Mémoire de master : 2022 «.
- [34] Covadis – Logiciel de CAO. AFI-PL/Serge RICHARD, Formation AutoCAD, Covadis, GstarCAD et ZWCad. , <https://www.afipl.com/covadis/>
- [35] Dr.MERDAS. Chapitre V Dimensionnement Des corps des Chaussées +. Sétif : U.F.A.
- [36] Pr.M.S.BOULAHLIB. Géométrie des tracés, conception et entretien des chaussées. Faculté des Sciences de la technologie «Université Mentouri Constantine1. Constantine : 2012 «.
- [37] Florent Dal Pos. Les différents types de chaussées. t.p domain 2020. <https://tpdemain.com/module/les-differents-types-de-chaussees/>.
- [38] T50.Voiries et aménagements urbains en béton (Tome 1)- Conception et dimensionnement.: CIMbéton «avril 2019.
- [39] Pr.M.S.BOULAHLIB. Géométrie des tracés, conception et entretien des chaussées. Faculté des Sciences de la technologie «Université Mentouri Constantine1. Constantine : 2012
- [40] Bouaziz Biya. Etude du dédoublement de la RN 03 Sud sur 7Kms du pk 365+000 au pk 372+000. Biskra : Université Mohamed khider«. Mémoire de master 2020.
- [41] M .REZNI YOUSOUF. Etude d'une route reliant le village Haraza à RN°06. Université aboubekr belkaid tlemcen. Mémoire de master : «Juillet 2012
- [42] Emmanuel Mignot. Schéma d'un carrefour divergent en forme de Y.. Researchgate. https://www.researchgate.net/figure/Schema-dun-carrefour-divergent-en-forme-de-Y_fig2_266411020
- [43] getty images. photos et images de Carrefour En T. <https://www.gettyimages.fr/photos/carrefour-en-t>
- [44] Hans Blosssey. Carrefour en forme de X, X, X, avenue, croisement à angle droit, les arbres feuillus. Feuillage de l'automne, de longues ombres, champs, brillant feuillage, Ruhr, Hamm, Rhénanie du Nord-Westphalie, Allemagne. Alamy. Alamy Stock Photo27 :« octobre, 2015
- [45] M Bruno «P Lacasse .P Guimond. LE CARREFOUR GIRATOIRE : UN MODE DE GESTION DIFFÉRENT. Ministère des Transports du Québec . Canada tenu à Québec : l'Association des transports «2004. Exposé.
- [46] Carrefour. Wikipedia <https://fr.wikipedia.org/wiki/Carrefour>

- [47] Medjez Amar et houari boumediene. google maps.
- [48] Cours de circulation de master 2 génies civil. 2015.
- [49] Abdelkarim.CHOHRA. Exploitation Automatique de laSignalisation routière Signalisation routière. Oum El-Bouaghi : Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi ,2016.
- [50] IDRRIM. GUIDE DE LA SIGNALISATION HORIZONTALE Éléments de choix et de mise en œuvre des produits de marquage routier.: Institut Des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité ,2019.
- [51] CHAPITRE XII SIGNALISATION. SIGNALISATION.
file:///C:/Users/vrp/Downloads/Documents/CHAPITRE%2010%20Signalisation%201_2.pdf
- [52] La signalisation verticale : tout ce qu'il faut savoir pour le code. envoituresimone.
<https://www.envoituresimone.com/code-de-la-route/cours/circulation/signalisation-routiere/signalisation-verticale>
- [53] Panneau de Danger | Tout Savoir pour Réussir le Code. codedelaroute.io. 2023.
<https://codedelaroute.io/blog/panneaux-danger/#:~:text=1.1.>
,Les%20panneaux%20de%20danger%20de%20type%20A,animaux%20ou%20un%20double%20se
ns
- [54] PANNEAUX ROUTIER - SIGNAUX D'INTERSECTION - TYPE B. signaletique.biz
<https://www.signaletique.biz/signaux-d-interdiction-et-de-fin-d-interdiction-type-b/3616-panneau-routier-signaux-d-interdiction-type-b.html>.
- [55] Les panneaux du code de la route : typologie et signification. lepermislibre.fr.
<https://www.lepermislibre.fr/code-route/cours/panneaux-code-route-typologie-signification>.

ANNEXES

GUELMA

CONSTANTINE

PLANCHE 2/3
ECHELLE EN S: 1/1000
ECHELLE EN Z: 1/100
PLAN DE COMPARAISON



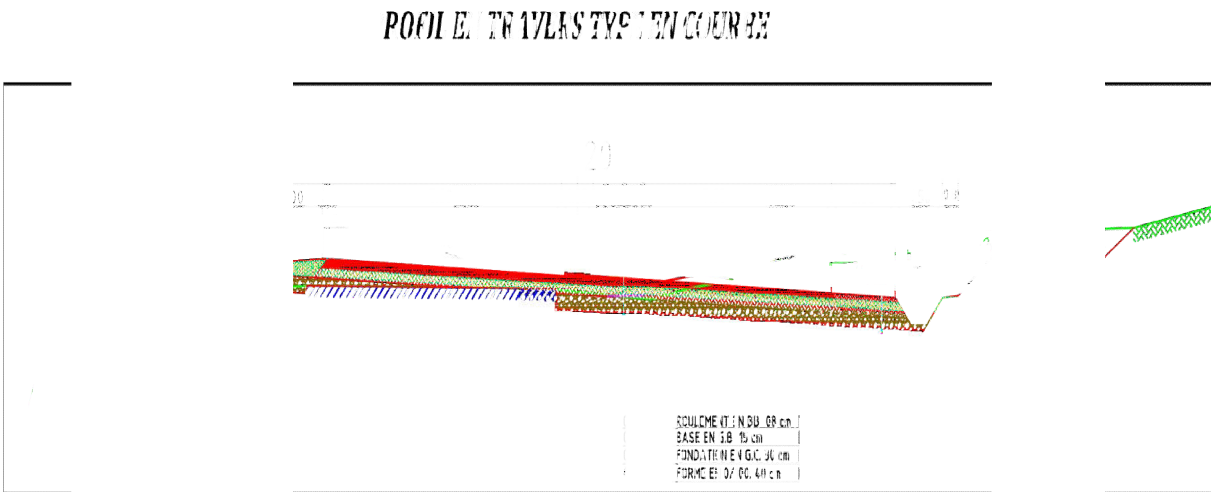
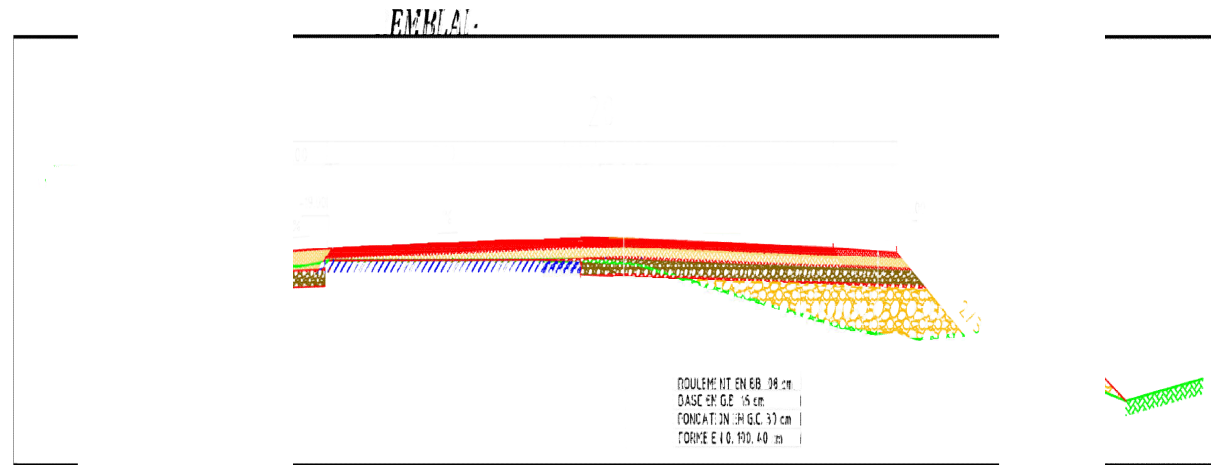
GUELMA

CONSTANTINE

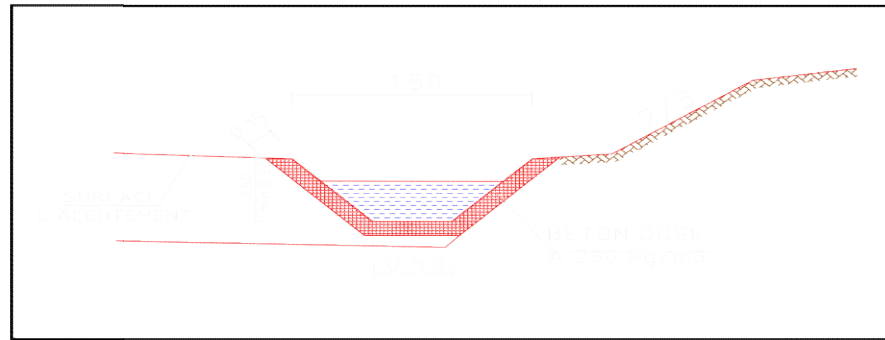
PLANCHE 3/3
ECHELLE EN S. 1/ 1000
ECHELLE EN Z. 1/ 100
PLAN DE COMPARAISON



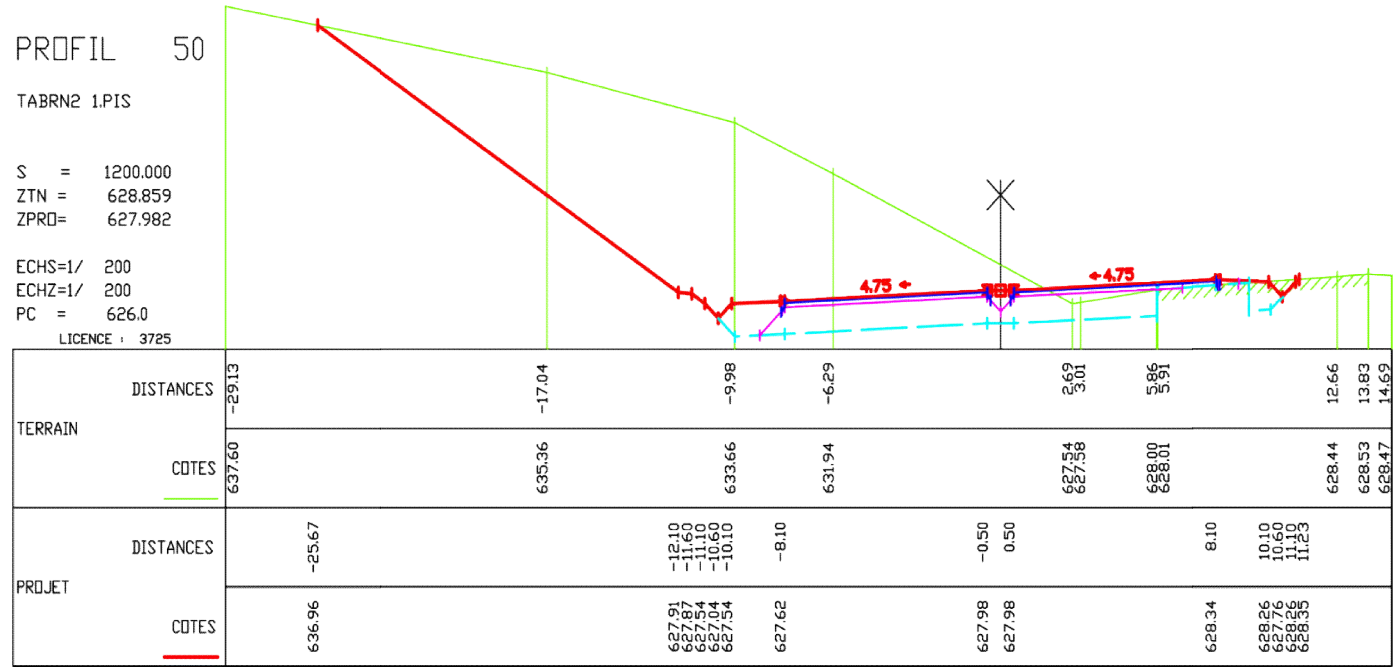
profil en travers type (projet)



FOSSES TRAPEZE EN BETON



profil en travers (projet)

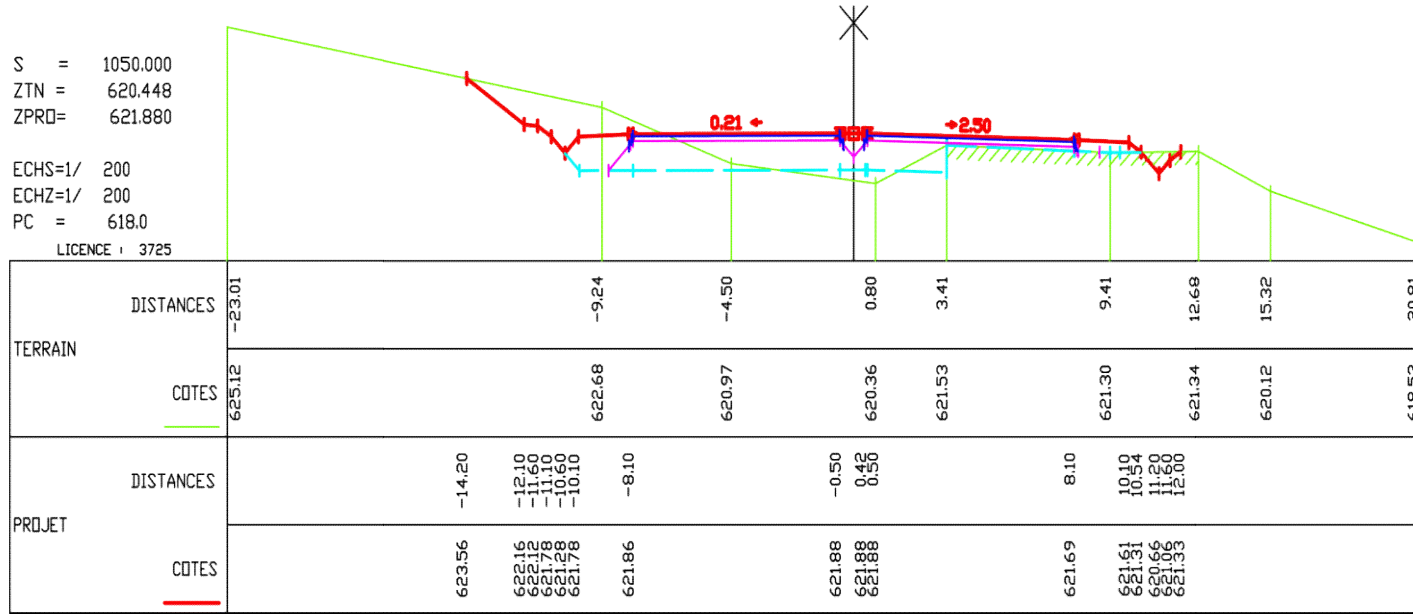


PROFIL 44

TABRN2 1.PIS

S = 1050.000
 ZTN = 620.448
 ZPRQ= 621.880

ECHS=1/ 200
 ECHZ=1/ 200
 PC = 618.0
 LICENCE : 3725



Les cubatures

LISTING DE TERRASSEMENT LOT N°= 01									
N°	ABSCISSE	DEBLAI	REMBLAI	COUCHE DE	COUCHE DE	COUCHE DE	COUCHE DE	T,P,C,	ACCOTE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	FORME	FONDATION	BASE	ROULEMENT	VOLUME	VOLUME
1	0	186,6	0	76,1	39	66,975	72,7776	0	27
2	25	409,4	0	154,2	101	132,775	72,7776	0	40,1
3	50	517,7	0	233,6	153	134,655	72,7776	0	46,4
4	75	354,2	8,3	176,9	116	133,95	72,7776	0	47,4
5	100	176,6	1	74,9	34	129,72	72,7776	0	46,6
6	125	264,5	0	83,5	53	127,84	72,7776	0	44,5
7	150	404,6	0	146,8	97	131,13	72,7776	0	48,4
8	175	402,1	0	146,6	96	130,895	72,7776	0	48,5
9	200	358	0	126,4	84	128,78	72,7776	0	48,1
10	225	179,9	0	29,9	17	122,905	72,7776	0	43,4
11	250	144,7	0	36,5	14	132,54	72,7776	0	44,6
12	275	135,7	0	68,0	24	136,535	72,7776	0	44,2
13	300	274,9	0	135,9	69	131,13	72,7776	0	32,9
14	325	408,2	0	169,0	91	134,89	72,7776	0	47,7
15	350	366,1	0	147,5	77	134,89	72,7776	0	46,8
16	375	144,1	0	81,3	30	136,77	72,7776	0	44,8
17	400	165,6	0	81,1	29	136,3	72,7776	0	45,9
18	425	161,5	0	78,9	27	136,3	72,7776	0	40
19	450	299,8	0	155,4	88	135,83	72,7776	0	29,1

20	475	349,2	0	149,0	92	135,125	72,7776	0	32,4
21	500	389,5	0	159,9	95	135,595	72,7776	0	36,7
22	525	333,7	0	162,5	92	135,595	72,7776	0	27,6
23	550	408,2	0	179,1	98	136,3	72,7776	0	43,9
24	575	375,9	0	153,1	90	135,36	73,0968	0	28,6
25	600	592,8	0	184,9	121	133,245	74,0544	0	44
26	625	521	0	183,3	121	134,42	72,7776	0	46,4
27	650	424,4	0	155,8	96	135,595	72,7776	0	36,2
28	675	389,9	0	147,2	89	135,595	72,7776	0	31,5
29	700	487,7	0	187,1	123	134,185	72,7776	0	34,1
30	725	471	0	180,3	119	133,48	72,7776	0	32,6
31	750	366,4	27,9	138,2	89	135,595	72,7776	0	33,3
32	775	434,5	7,5	155,7	95	136,3	72,7776	0	44,9
33	800	442,8	0	155,9	100	136,065	72,7776	0	40,1
34	825	588,3	0	241,8	160	135,36	72,7776	0	32,7
35	850	612,1	0	249,6	166	136,065	72,7776	0	47,8
36	875	610,4	0	245,7	163	135,83	72,7776	0	48,6
37	900	573,7	0	239,1	157	135,36	72,7776	0	48,6
38	925	536,7	0	239,0	157	135,36	72,7776	2,2	48,9
39	950	480	0	238,8	157	135,36	72,7776	2,9	47,7
40	975	407,8	0	207,2	137	131,6	72,7776	3,5	48,9
41	1000	330,2	0	162,9	108	129,485	72,7776	4,9	32,2
42	1025	310,5	0	121,0	75	102,93	72,7776	8,4	31,4
43	1037,804	122,5	47,1	89,1	52	68,15	72,7776	5,6	24,9
44	1050	220,3	17,8	135,0	86	101,285	72,7776	8,3	31,5

45	1075	1170,8	0	249,7	166	136,065	72,7776	11,3	52,2
46	1100	1611	0	249,7	166	136,065	72,7776	11,2	51,6
47	1125	2873,1	0	249,6	166	136,065	72,7776	11,1	50,2
48	1150	3568,6	0	249,5	166	136,065	72,7776	11,1	48,9
49	1175	3716,5	0	249,5	166	136,065	72,7776	11,1	48,9
50	1200	2683,4	0	209,3	139	134,89	72,7776	11,1	39,6
51	1225	1531,7	0	221,9	148	133,48	72,7776	11,1	48,9
52	1250	1501,3	0	249,5	166	136,065	72,7776	11,1	48,9
53	1275	1080,8	0	188,1	125	129,72	72,7776	11,1	33,8
54	1300	627,7	0	161,1	100	135,125	72,7776	11,1	47,3
55	1325	919	0	168,3	103	136,065	72,7776	11,1	49,3
56	1350	839,1	0,3	176,7	105	136,065	72,7776	11,1	48,7
57	1375	628,1	0	186,6	106	136,065	72,7776	11,1	49,8
58	1400	473,5	0,5	187,2	106	136,065	72,7776	11,2	51,3
59	1425	417,8	18,8	185,8	105	136,065	72,7776	11,3	52,2
60	1450	525,3	0	185,9	104	136,065	72,7776	11,3	53
61	1475	302,3	37,3	176,5	96	136,065	72,7776	11,3	53,4
62	1500	254	0	162,2	88	136,065	72,7776	11,3	44,1
63	1525	1117,7	0	152,5	82	136,065	72,7776	10	43,7
64	1550	1234,5	0	134,6	76	136,065	72,7776	8,7	41,7
65	1575	799,6	0	109,9	65	134,42	72,7776	7,8	34,9
66	1600	818,2	0	166,6	109	134,42	72,7776	6,5	52,5
67	1625	550,1	0	237,2	155	135,36	72,7776	3	34,7
68	1650	513,3	13,6	164,3	79	121,965	72,7776	1,9	46,6
69	1675	359,2	16	143,1	64	135,595	72,7776	2,2	54,1

70	1700	405,9	71,6	170,1	110	133,01	72,7776	4,4	46,6
71	1725	341	73,1	137,6	64	133,48	72,7776	8,3	63,2
72	1750	239,6	420,8	125,2	49	119,85	72,7776	7,4	73,2
73	1775	183,4	363,6	100,9	34	120,085	72,7776	8,6	74,7
74	1800	139,5	390,4	98,2	19	120,085	72,7776	9,6	75,7
75	1825	155,2	461,2	91,7	17	121,025	72,7776	10,5	72,7
76	1850	136,55	490,15	126,5	38	127,4875	72,7776	11,75	64,3
77	1875	117,9	519,1	161,3	77	133,95	72,7776	13	55,9
78	1900	335,2	448,1	198,6	79	135,125	72,7776	13	71,9
79	1925	310,8	459,1	215,2	80	135,125	72,7776	13	71,8
80	1950	219,3	243,8	233,4	155	127,37	72,7776	10,5	50,5
81	1971,726	145,3	24,5	124,9	83	68,15	72,7776	5,6	27
82	1975	154	22,4	140,6	93	77,08	72,7776	6,4	28,1
83	2000	261,4	0	141,2	90	133,95	72,7776	2,5	47,5
84	2025	368,7	0	138,4	92	121,73	72,7776	4,1	45,6
85	2050	749,7	0	180,9	120	131,365	72,7776	5,3	50,6
86	2075	595	1,2	193,1	129	133,01	72,7776	11,1	45,9
87	2100	1322,8	0	150,6	94	135,83	72,7776	11,1	41,7
88	2125	1536,8	0	157,6	98	136,065	72,7776	11,1	39
89	2150	1120,1	0	160,8	103	135,83	72,7776	11,1	34,4
90	2175	869,9	0	158,2	103	135,595	72,7776	11,1	33,9
91	2200	1243,7	0	156,6	101	135,83	72,7776	11,1	37,8
92	2225	1123,8	0	160,7	101	136,065	72,7776	11,1	37,6
93	2250	970,4	0	155,2	100	135,83	72,7776	11,1	40,5
94	2275	1036	0	177,6	118	133,245	72,7776	11,1	49,9

95	2300	920	0	227,4	152	134,42	72,7776	11,1	50,3
96	2325	802,6	0	249,7	166	136,065	72,7776	11,2	51,7
97	2350	701,2	0	249,7	166	136,065	72,7776	11,3	52,1
98	2375	584,3	0	249,6	166	136,065	72,7776	11,1	51
99	2400	459,3	81,8	177,3	118	132,775	72,7776	11,1	48,1
100	2425	767,9	0	156,2	100	133,95	72,7776	11,1	49,1
101	2450	819,5	0	167,0	111	132,07	72,7776	11,1	49,3
102	2475	944,8	0	249,6	166	136,065	72,7776	11,2	51,9
103	2500	900,1	0	249,7	166	136,065	72,7776	11,3	51,4
104	2525	885,2	0	249,7	166	136,065	72,7776	11,3	53,2
105	2550	892,5	0	249,7	166	136,065	72,7776	11,3	52,8
106	2575	836,4	0	243,0	162	134,89	72,7776	11,3	52,5
107	2600	808	0	249,7	166	136,065	72,7776	11,3	50,3
108	2625	820,3	0	249,7	166	136,065	72,7776	11,3	49,9
109	2650	812,5	0	232,5	155	133,715	72,7776	11,3	47,7
110	2675	883,3	0	216,8	145	133,01	72,7776	11,3	46,8
111	2700	697,5	0	210,8	141	133,01	72,7776	11,3	50
112	2725	944	0	186,7	125	132,54	72,7776	11,3	54
113	2750	877,7	0	149,2	94	136,065	72,7776	11,3	52,5
114	2775	780,2	0	154,8	95	136,065	72,7776	8,7	52,5
115	2800	977,6	0	155,4	95	136,065	72,7776	8,5	52,5
116	2825	994,8	0	156,6	94	136,065	72,7776	8,4	52,5
117	2850	295,1	0	153,6	97	133,715	72,7776	8	49,2
118	2875	425,7	0,5	163,8	108	133,01	72,7776	6,5	53,1
119	2900	542,6	0,5	138,7	89	135,83	72,7776	11,1	50,9

120	2925	522,6	0,4	152,4	98	136,065	72,7776	11,1	44
121	2950	652,3	0	150,2	99	135,83	72,7776	11,1	41,1
122	2975	564,8	0,1	154,7	95	136,065	72,7776	11,1	39,7
123	3000	670,8	0	146,6	87	136,065	72,7776	11,1	46,3
124	3025	1002,6	0,1	137,0	92	132,07	72,7776	9,4	49,6
125	3050	881,3	0	233,6	154	135,36	72,7776	4,6	49,6
126	3075	575,4	2,4	219,6	145	133,715	72,7776	3,7	49,6
127	3100	561,5	30,6	231,3	152	133,95	72,7776	2,8	49,6
128	3125	491,5	17,9	238,8	157	135,36	72,7776	2,5	49,6
129	3150	292,5	104,7	233,4	154	134,185	72,7776	1,2	47,1
130	3175	258,4	163,5	167,9	109	134,655	72,7776	3,8	51,2
131	3200	115,9	337	141,6	92	135,83	72,7776	5	53,9
132	3225	96	547,7	136,2	91	134,185	72,7776	11,3	52,5
133	3250	78,7	471,8	148,9	92	136,065	72,7776	11,2	50,8
134	3275	94,9	262	141,6	93	133,715	72,7776	11,1	51,3
135	3300	171,9	164,3	175,0	118	125,96	72,7776	11,1	51,2
136	3325	188,6	256,9	167,3	111	91,18	72,7776	7,5	34,5
137	3333,521	119,3	269	119,4	79	67,68	72,7776	0	25,7
138	3350	183,4	574,4	199,5	131	112,8	72,7776	1,9	34
139	3375	243,9	156,6	229,1	151	134,185	72,7776	2,6	41
140	3400	131,4	100	169,5	110	134,185	72,7776	3	41
141	3425	102,6	106	153,1	99	134,42	72,7776	4,6	36,8
142	3450	115,3	167,4	167,5	110	132,305	72,7776	4,6	32,2
143	3475	218,3	244,2	241,6	159	136,535	72,7776	4,6	29,9
144	3500	358,8	51,8	242,5	160	136,535	72,7776	4,6	42,2

145	3525	365,7	65,2	242,5	160	136,535	72,7776	4,6	42,2
146	3550	475,2	105	242,5	160	136,535	72,7776	4,6	42,2
147	3575	302,2	299	242,5	160	136,535	72,7776	4,6	42,2
148	3600	256,1	278	242,3	160	136,535	72,7776	4,6	42,4
149	3625	126,2	230,3	170,2	111	133,715	72,7776	4,6	35,9
150	3650	69	801,6	146,4	97	128,31	72,7776	4,6	34,4
151	3675	47,4	1021,2	155,3	97	136,535	72,7776	4,6	33,3
152	3700	54,1	855,6	150,3	91	136,535	72,7776	4,6	35
153	3725	34,7	526,2	82,6	51	79,195	72,7776	2,7	22,3
154	3729,049	28,6	559,9	72,2	44	68,15	72,7776	2,3	19,3
155	3750	40,7	332,3	119,1	77	125,255	72,7776	4,2	36,4
156	3775	74,5	84,4	124,6	84	122,2	72,7776	4,6	40,2
157	3800	119,1	76,2	124,7	83	128,075	72,7776	4,6	39,3
158	3825	166,2	62,3	125,6	83	134,185	72,7776	4,6	36
159	3850	320,2	56,7	241,7	160	136,535	72,7776	4,6	37,2
160	3875	406,9	48,6	240,7	159	136,065	72,7776	4,1	40,4
161	3900	248,6	49,7	194,7	128	133,715	72,7776	4,6	30,9
162	3925	311,7	45,6	240,0	158	136,535	72,7776	4,6	28,7
163	3950	355,3	54,9	241,7	160	136,535	72,7776	4,6	34
164	3975	369,3	52,3	242,3	160	136,535	72,7776	4,6	40,9
165	4000	351,4	86,4	242,4	160	136,535	72,7776	4,6	41,8
166	4025	387	232,7	242,5	160	136,535	72,7776	4,6	42,2
167	4050	279,9	0	213,8	142	116,56	72,7776	9,7	41,4
168	4067,8	139,1	313	124,9	83	68,15	72,7776	5,6	27
169	4075	148,9	377,7	160,9	107	87,655	72,7776	7,3	34,8

170	4100	184,6	484	249,2	166	136,065	72,7776	11,3	38,4
171	4125	196	84,8	226,6	150	132,54	72,7776	11,3	35,9
172	4150	150,6	10,2	169,8	113	135,595	72,7776	11,3	38,6
173	4175	69,9	346,7	170,7	109	136,065	72,7776	11,3	48,5
174	4200	74	353,7	168,3	103	136,065	72,7776	11,3	52,8
175	4225	96,3	162,5	162,3	102	136,065	72,7776	11,2	53,7
176	4250	107,6	58,7	168,3	101	136,065	72,7776	11,1	52,2
177	4275	254	0	166,5	103	136,065	72,7776	11,1	51,3
178	4300	283,7	0	147,9	97	136,065	72,7776	11,1	50,7
179	4325	362,2	0	151,2	97	136,065	72,7776	11,1	50,9
180	4350	511,5	0	143,0	96	128,31	72,7776	11,2	49,4
181	4375	973	0	244,5	162	136,065	72,7776	11,3	45,1
182	4400	859,7	0	151,0	98	135,83	72,7776	11,2	50,3
183	4425	933,2	0	166,4	99	136,065	72,7776	11,1	50,2
184	4450	867,8	0	171,5	98	136,065	72,7776	11,1	49,7
185	4475	901,1	0	167,5	97	136,065	72,7776	11,1	49,6
186	4500	757,9	0	159,6	99	136,065	72,7776	11,1	47,6
187	4525	531	0	160,5	105	133,48	72,7776	11,2	44,5
188	4550	438,8	0	190,0	126	133,715	72,7776	11,2	50,6
189	4575	614,5	0	167,9	110	133,715	72,7776	11,1	46,7
190	4600	646,9	0	149,0	98	135,83	72,7776	11,1	49,2
191	4625	936,9	0	144,4	95	136,065	72,7776	11,1	48,3
192	4650	1155,4	0	147,1	99	136,065	72,7776	11,1	49,4
193	4675	1485,8	0	155,7	103	136,065	72,7776	9,8	49,5
194	4700	1393,7	0	199,9	131	133,95	72,7776	0,4	49,5

195	4725	668,4	6,2	198,5	131	132,775	72,7776	1,5	49,7
196	4750	566,3	0	238,8	157	135,36	72,7776	2,8	49,9
197	4775	273,5	3,3	149,6	100	121,965	72,7776	4,5	47,6
198	4800	172,1	8,7	139,7	93	127,135	72,7776	5,2	47,6
199	4825	215,2	91,6	179,7	119	129,72	72,7776	5,1	51
200	4850	194,3	159,9	177,3	117	133,245	72,7776	7,1	55,6
201	4875	137,7	184,4	150,4	98	133,48	72,7776	11,3	55,5
202	4900	101,2	106,1	152,3	99	135,125	72,7776	11,3	55,6
203	4925	93,6	321,3	153,2	100	136,065	72,7776	11,3	55,6
204	4950	126,8	396,7	148,4	100	134,42	72,7776	11,2	54,3
205	4975	324	287,6	249,6	166	136,065	72,7776	11,1	48,6
206	5000	377,6	141	249,5	166	136,065	72,7776	11,1	46,1
TOTAL		111913	18119	36081,36	22729,005	26893,99	14993,78	1410,35	9322

Signalisation

