

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des sciences appliquées

Département de génie civil et hydraulique



Mémoire MASTER PROFESSIONNEL

Domaine: Génie Civil

Spécialité : Etude et Contrôle des Bâtiments et Routes
(ECBR)

Présenté par : BENCHEIKH Ismahane

Thème

**Etude de réalisation de la route reliant
ELBOUR et HASSI BEN ABDALLAH sur 24 Km**

Soutenu publiquement

le : /06/2022

Devant le jury :

Mr	CHAHID ali haider	Pr	Encadreur	UKM Ouargla
Mr	MIHOUBI Boubakeur	ING	Co-encadreur	DTP
Mr	HACINI Slimane	MC(A)	Président	UKM Ouargla
Mr	BDELJAOUAD Lokmane	MC(A)	Examineur	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2021 /2022

Remerciement

Nous exprimons toute notre gratitude et sincère dévouement à Dieu tout Puissant qui grâce à son aide nous avons terminé ce modeste travail.

Nous tenons à remercier vivement nos familles. Pour leurs soutiens et leurs encouragements durant nos années d'études.

Nous remercions aussi Mr. Ali Haidre Chahed notre encadreur, pour sa serviabilité, et ses constructives tout long ce travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement notre Co-encadreur Mr : Mihoubi boubakeur grâce a il's grandes efforts qu'il effectuer pour suivi et guidé et succès ce travail.

Nous remercions les ingénieurs de la DTP d'Ouargla service Sdir .

Nous remercions les membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions la faculté des sciences applique et le département génie civil et hydraulique.



ISMAHANE

إهداء Dédicace

إلى روح والدي الطاهرة الذي اشتاق كل تفصييلة فيه خالد الذكر، كان خير منال لرب الأسرة و الذي لم يتهاون يوما في توفير سبيل الخير و السعادة لي و لأخواتي ، يقال أن نقص الكلمات يعبر عن علو المكانة لا يوجد ما أقوله عنك ، أرقد بسلام عسى أن نتلقى بعد حين

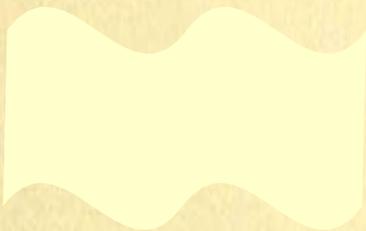
و إلى باعثة العزم و التصميم و الإرادة صاحبة البصمة الصادقة والداتي العظيمة الصبورة أطل الله في عمرها و أدامها لنا سندا

إلى رفقاء البيت الطاهر أخواتي :

أختي الكبرى آمال الله يحفظك و يجزيك خير الدنيا و نعيم الآخرة .

إلى أخي الأكبر محمد بمثابة أبي الثاني أعانك الله على تحمل مسؤوليتنا .

إلى أخواتي : خثير، هشام و مروان ، أيمن من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات و الصعاب .



SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	01
CHAPITRE.I. PRESENTATION DE PROJET	02
I.1-Généralité sur la wilaya d’Ouargla.....	02
I.2- Présentations du projet.....	02
I.3 – Climatologie.....	03
I.4 - Description générale du projet d'étude	03
I.5 - Objectif de l'étude.....	04
CHAPITRE II. NORMES GEOMETRIQUES ET DONNEES DE BASE ..	05
II. 1- Paramètres géométriques _	05
II. 2- Classe d'environnement	05
II. 3- Catégorie de la route	07
II. 4- Vitesse de référence	07
CHAPITRE III. ETUDE DU TRAFIC	09
III .1- Introduction.....	09
III .2- L’analyse de trafic.....	09
III .3-Différents types de trafics.....	09
III .4-Modèles de présentation de trafic.....	09
III.5-Calcul de la capacité.....	10
III.6- Calcul du nombre de voie.....	12
III.7-Application au projet.....	13
Conclusion.....	15
CHAPITRE IV. TRACE EN PLAN	16
IV.1- Introduction	16
IV.2-Règles à respecter dans le tracé en plan.....	16
IV.3-Les éléments du tracé en plan.....	16
IV.4-Combinaison des éléments du tracé en plan.....	25
IV.5-Paramètres fondamentaux.....	26
IV.6- Vitesse de projet.....	27

CHAPITRE V . PROFIL EN LONG.....	32
V .1-Définition.....	32
V .2-Règles à respecter dans le tracé du profil en long.....	32
V .3-Coordination de la trace en plan et du profil en long.....	33
V .4-Déclivités.....	33
V .5-Raccordements en profil en long.....	34
CHAPITRE VI. PROFIL EN TRAVERS.....	38
VI.1-. Définition.....	38
VI.2-- Les éléments constitutifs du profil en travers.....	38
VI.3-Classification de profil en travers.....	39
VI.4- Profil en travers type pour le projet.....	39
VI.5-Profil en travers type.....	40
CHAPITRE VII.CALCUL DES CUBATURES.....	41
VII .1-Introduction.....	41
VII .2-Définition.....	41
VII .3-Méthode de calcul des cubatures	41
VII .4-Méthode classique.....	44
CHAPITRE VIII. ETUDE GEOTECHNIQUE.....	45
VIII.1-Introduction.....	45
VIII.2- Les différents essais en laboratoire.....	45
VIII.3- Condition d'utilisation des sols en remblais.....	47
CHAPITRE IX. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE.....	48
IX.1-Introduction.....	48
IX.2-La chaussée.....	48
IX .3- Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée	51
IX .4- Les principales méthodes de dimensionnement.....	52
IX.5) Application au projet	52
CHAPITRE X. SIGNALISATION.....	60
X.1- Introduction.....	60
X.2 - Définition la signalisation.....	60

X.3-But de signalisation.....	60
X.4- Catégories de signalisation :	60
XI.5-Règles a respecter pour la signalisation	61
XI.6-Types de signalisation :	61
XI.7-Caractéristiques générales des marques:.....	65
X.8 - Application au projet	66
CHAPITRE XI. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	68
CONCLUSION GENERAL.....	69

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES		
FIGURES	TITRE	PAGE
CHAPITRE : I		
Figure (1)	Situation géographique de la wilaya d'Ouargla	02
Figure (2)	Situation du projet	03
CHAPITRE : IV		
Figure (3)	Les éléments du tracé en plan	16
Figure (4)	Courbe de Raccordement Clothoïde	23
Figure (5)	Courbe en S	25
Figure (6)	Courbe à sommet	25
Figure (7)	Courbe en C	26
Figure (8)	Raccordement en ovale	26
Figure (9)	Raccordement Entre Deux Alignements	28
CHAPITRE : V		
Figure (10)	La courbe du profil en long	37
CHAPITRE : VI		
Figure (11)	Les éléments du profil en travers	39
Figure (12)	Types de profils en travers (Cas de remblai, déblai et mixte)	40
CHAPITRE : VII		
Figure (13)	Exemple de calcul d'une surface de profil en travers	42
Figure (14)	Calcul le volume de terrassement	42
Figure (15)	Calcul des cubatures de terrassement	43
CHAPITRE : IX		
Figure (16)	Coupe type d'une chaussée souple	49
Figure (17)	Différents types de chaussés	50
Figure (18)	Corps de chaussée retenu	58
Figure (19)	La structure de chaussée II	60
CHAPITRE : X		
Figure (20)	Types de modulation	62

LIST DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX		
TABLEAUX	TITRE	PAGE
CHAPITRE : II		
Tableau.II.1	Paramètres géométriques	05
CHAPITRE : III		
Tableau (III .1)	Coefficient d'équivalence « P »	11
Tableau(III.2)	Coefficient « K1 »	11
Tableau(III.3)	Coefficient « K2 »	12
Tableau(III.4)	Capacité théorique « Cth »	12
Tableau(III.5)	Représentés Dans Les Calculs	15
CHAPITRE : IV		
Tableau.IV.1	Paramètres fondamentaux	27
CHAPITRE : V		
Tableau. V.1	valeur de I _{max} Selon le B40	34
Tableau. V.2	Caractéristique des rayons verticaux	36
CHAPITRE : IX		
Tableau. IX .1	Les valeurs des coefficients d'équivalence	53
Tableau. IX .2	Les classes de trafics	54
Tableau. IX .3	Classes du sol	55
Tableau. IX .4	Amélioration de la portance du sol support	57
Tableau. IX .5	sur classement avec couche de forme en matériau non traité	59

Introduction Générale

Le réseau routier national joue un rôle essentiel dans le développement socioéconomique et culturel, Les concepteurs donnent une grande importance à la réhabilitation et le rétablissement des routes existence en fonction de l'intensité de type et l'accroissement engendré du trafic pour offrir à leurs usagers le confort et la sécurité appropriée par l'adaptation des caractéristiques géométriques et géotechniques au exigence normatives reconnus mondialement.

Notre thème de fin d'étude, se base sur l'étude «**Etude de réalisation de la route reliant ELBOUR et Hassi Ben Abdallah** » ce projet est lancé par la Direction des Travaux Publics de la wilaya de Ouargla .

La zone d'étude est située au niveau de la ville N'Goussa et allant vers ElBour.

Cet axes constitue dans un futur proche un soutien axes principaux reliant les déférents localités de la zone d'influence du projet.

Les axes routiers (Routes nationale, chemins de wilaya et chemins communaux) susceptibles de générer un trafic vers notre projet d'étude sont:

Route nationale (RN) :il s'agit principalement des routes nationales RN56 et RN49

Chemin de wilaya (CW): on peut citer les chemins de wilaya.

La démarche suivie lors de notre étude qui contient dix chapitres est structurée comme suit : Une introduction générale suivie par une présentation de la région, puis l'étude géométrique. En suite nous entamons l'étude géotechnique qui sera suivi du dimensionnement du corps de chaussé de la route à construire et en fin nous terminerons par une conclusion générale.

I.1- GENERALITE SUR LA WILAYA DE OUARGLA :

La wilaya de Ouargla est située au Sud-Est du pays et au Nord de Sahara algérienne, couvrant une superficie de 163230 Km² .Elle demeure une des collectivités administratives les plus étendues du pays. Elle compte une population totale estimée à 579608 habitants.



Figure (1) : Situation géographique de la wilaya d'Ouargla

I.2- PRESENTATION DU PROJET :

Notre projet est situé dans la partie nord de la ville de Ouargla ,cet axes de la route considéré comme liaison relier ElBour et Hassi Ben Abdallah.

La zone d'étude est située au niveau de la ville N'Goussa et allant vers ElBour.

La Wilaya de Ouargla est située dans l'immense bassin saharien, caractérisé par la prédominance de dépôts plio-quaternaires, des affleurements éocènes et crétacés se rencontrent néanmoins à l'Est. Elle se trouve dans une région très peu accidentée, tectoniquement stable du point de vue lithologique et pétrographique, on rencontre dans les affleurements, à travers le territoire de la Wilaya, des alluvions sédimentaires, des sebkhass et croûtes gypso salines, des sables éoliens mobiles, des regs

I.3 – CLIMATOLOGIE :

Le projet est situé dans la zone saharienne caractérisé par son climat sec désertique et une aridité qui s'exprime par une sécheresse permanente. La pluviométrie annuelle ne dépasse pas 43 ml, et les pluies sont rares et se manifeste généralement sous forme d'orages. Les températures de la région sont nettement plus contrastées que dans les autres oasis sahariennes. Les écarts thermiques oscillent pendant l'été entre 30° et 52°C à l'ombre et pendant l'hiver entre 0/5 la nuit et 20/25° le jour. Les vents sont fréquents pendant toute l'année surtout durent la période de Mars à Juin avec des vitesses variables.

I.4 - DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROJET D'ETUDE :

Notre projet est situé dans la partie nord de la ville de Ouargla ,cet axes de la route considéré comme liaison relier ElBour et Hassi Ben Abdallah.

La zone d'étude est située au niveau de la ville N'Goussa et allant vers ElBour.

Cet axes constitue dans un futur proche un soutien axes principaux reliant les déférents localités de la zone d'influence du projet.

Les axes routiers (Routes nationale, chemins de wilaya et chemins communaux) susceptibles de générer un trafic vers notre projet d'étude sont:

Route nationale (RN) : il s'agit principalement des routes nationales RN56 et RN49

Chemin de wilaya (CW): on peut citer les chemins de wilaya

Le but de l'étude du projet est de trouver une solution technique et socioéconomique afin de rapprocher la distance entre la wilaya (Ouargla).

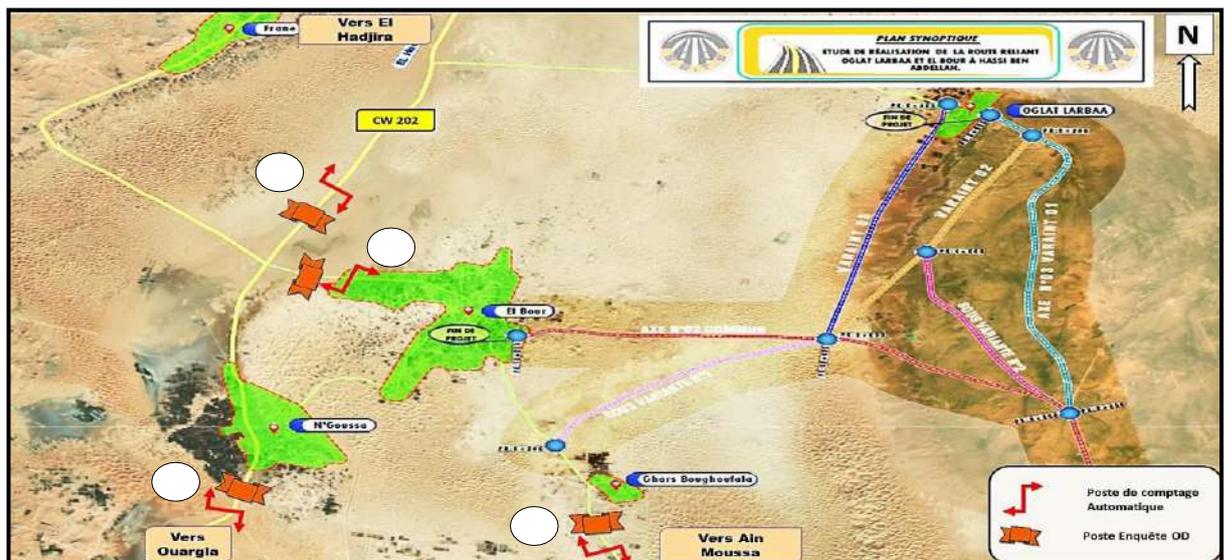


Figure (2) : Situation du projet

I.5 - OBJECTIF DE L'ETUDE :

Cette étude a été conçue dans l'objectif d'améliorer l'aménagement routier de la route nationale

- Relier directement la ville ElBour et Hassi Ben Abdallah
- Gain en temps et linéaire de parcours
- Désenclavement de la région et création d'accès pour les périmètres agricoles
- Gain de temps dont vont bénéficier les usagers
- Création d'activités agricoles et commerciales (création d'emplois)

NORMES GEOMETRIQUES ET DONNEES DE BASE**II. 1- Paramètres géométriques :**

<i><u>Paramètres</u></i>	<i><u>Symboles</u></i>	<i><u>Valeurs</u></i>
Vitesse de base (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	Lmin	111.11
Longueur maximale (m)	Lmax	1333.33
Devers minimal (%)	dmin	3
Devers maximal (%)	dmax	8
Temps de perception réaction (s)	t1	1,8
Frottement longitudinal	fL	0.43
Frottement transversal	ft	0.15
Distance de freinage (m)	d0	59
Distance d'arrêt (m)	d1	99
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dm	325
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dn	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dmd	300
RHm (m) (%)	RHm	220 (8 %)
RHN (m) (%)	RHN	375 (6 %)
RHd (m) (%)	RHd	800(3 %)
RHnd (m) (%)	RHnd	1200 (-3 %)

Tableau. II.1 Paramètres géométriques :**II. 2- Classe d'environnement :**

Il existe trois classes d'environnement E1, E2 et E3, les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont la dénivelée cumulée moyenne au kilomètre et la sinuosité mesurées sur carte au 1/50.000.

La somme des dénivelées cumulées le long de l'itinéraire existant rapportée à la longueur de cet itinéraire permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

a – Détermination de la dénivelée cumulée moyenne H/L

La dénivelée cumulée moyenne est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire existant sur la longueur totale du tracé. Elle donne une idée sur la forme générale du terrain et permet de mesurer les variations longitudinales du relief.

- ❖ $H/L \leq 1,5$: Terrain plat
- ❖ $1,5 \% < H/L \leq 4 \%$: Terrain vallonné
- ❖ $H/L > 4 \%$: Terrain montagneux

Pour notre projet, nous avons trouvé $H/L = 0.01808$ donc $H/L = 1.8\%$ alors le terrain est vallonné.

B – Détermination de la sinuosité moyenne L_s/L

La sinuosité d'un itinéraire est le rapport de la longueur cumulée des courbes de rayons en plan inférieur ou égal à 200 m sur la longueur totale de l'itinéraire.

- ❖ $L_s/L \leq 0,1$: Sinuosité faible
- ❖ $0,1 < L_s/L \leq 0,3$: Sinuosité moyenne
- ❖ $L_s/L > 0,3$: Sinuosité forte

Pour notre projet, $L_s/L = 0$ puisque toutes les rayons > 200 m donc inférieure à 0,1, alors la sinuosité est faible.

Le croisement des valeurs de la dénivelée cumulée moyenne et la sinuosité permet de déterminer les trois types d'environnement selon le tableau suivant :

Relief \ Sinuosité	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	-
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	-	E3	E3

- Avec : E1 = Environnement facile,
 E2 = Environnement moyen,
 E3 = Environnement difficile

Donc notre projet se situe dans un environnement E2 c'est à dire un relief vallonné avec une faible sinuosité ou un environnement moyenne.

II. 3- Catégorie de la route :

L'ensemble des itinéraires de L'ALGERIE peut être classé en cinq catégories fonctionnelles, correspondantes aux finalités économiques et administratives assignées par la politique d'aménagement du terrain :

A- Catégorie 1 :

Liaisons entre les grands centres économiques et les centres d'industrie lourde considérés deux à deux ; et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers le réseau de base ci-dessus.

B- Catégorie 2 :

Liaisons des pôles d'industries de transformation entre eux ; et liaisons et raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.

C- Catégorie 3 :

Liaisons des chefs lieux de daïra et des chefs lieux de wilaya ; non desservis par le réseau précédent ; avec le réseau de catégorie 1-2

D- Catégorie 4 :

Liaisons des tous les centres vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1-2 et 3 avec les chefs lieux de daïra ; dont ils dépendent ; et avec le réseau précédent.

E- Catégorie 5 :

Route et piste non comprise dans la catégorie précédente.

NOTE: Pour notre projet et suivant l'état de trafic et la vitesse, la route est de 3^{ème} Catégorie.

II. 4- Vitesse de référence :

La vitesse de référence (V_r) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief...etc).

II. 4.1- Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ❖ Type de route.
- ❖ Importance et genre de trafic.
- ❖ Topographie.
- ❖ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

Remarque : La vitesse de référence choisie dans notre projet est de $V_r = 80$ Km/h.

1. INTRODUCTION :

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser.

Pour résoudre la plupart des problèmes d'aménagement ou d'exploitation routiers, il est insuffisant de connaître la circulation en un point donnée sur une route existante, il est souvent nécessaire de connaître les différents courants de circulation, leurs formations, leurs aboutissements, en d'autres termes de connaître l'origine et la destination des différents véhicules.

2. ANALYSE DU TRAFIC :

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

Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont :

- › La statistique générale.
- › Le comptage sur route (manuel et automatique).
- › Une enquête de circulation.

3 DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC :

On distingue quatre types de trafic:

- ✓ Trafic normal
- ✓ Trafic induit
- ✓ Trafic dévié
- ✓ Trafic total

4. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC:

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humains.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont:

- Prolongation de l'évolution passée.
- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle de facteur de croissance.

Pour notre projet, nous utilisons la méthode « **prolongation de l'évolution passée** » vu sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

✓ **Prolongation de l'évolution passée:**

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic T_n à l'année n sera:

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

où :

T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

τ : est le taux de croissance

5 CALCUL DE LA CAPACITE:

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

5.1 Trafic à un horizon donné:

Du fait de la croissance annuelle du trafic.

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

Tel que:

$TJMA_n$: trafic journalier moyen à l'année n .

$TJMA_0$: trafic journalier moyen à l'année 0.

τ : taux d'accroissement annuel.

n : nombre d'années à partir de l'année d'origine

5.2 Trafic effectif:

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction du type de route et de l'environnement.

$$T_{\text{eff}} = [(1-Z) + PZ]$$

Tel que :

Z : le pourcentage de poids lourds.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « **P** » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

ROUTES	E ₁	E ₂	E ₃
2 voies	3	6	1
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

Tableau (III .1) : Coefficient d'équivalence « **P** »

5.3 Evaluation de la demande:

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon.

$$Q = 0.12T_{\text{eff}} \quad (\text{UVP/h})$$

5.4 Evaluation de l'offre:

C'est le débit admissible que peut supporter une route :

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

Tel que :

C_{th} : la capacité théorique.

K₁ : coefficient qui dépend de l'environnement.

K₂ : coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

Le tableau (I.2) ci-dessous donne les valeurs de **K₁** :

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Tableau (III..2) ci-dessous donne les valeurs de **K₂** :

Environnement	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
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 (III.3) : Coefficient « K₂ »

Le tableau (I.4) ci-dessous donne les valeurs de C_{th} :

TYPE DE ROUTE	CAPACITE THEORIQUE
Route à 2 voies de 3.5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau (III.4) : Capacité théorique « C_{th} »

6 CALCUL DU NOMBRE DE VOIES :

6.1 Chaussée bidirectionnelle :

On compare Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir :

$$Q \leq Q_{adm}$$

6.2 Chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec :

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

Tel que :

S : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.

Q_{adm} : débit admissible par voie.

7 APPLICATION AU PROJET :

7.1 Les données de trafic:

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par le DTP d'Ouargla qui sont les suivants :

- Le trafic à l'année 2020 $TJMA_{2020} = 2000$ v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- La vitesse de référence sur le tracé $V_R = 80$ km/h
- Le pourcentage de poids lourds $Z = 43\%$
- L'année de mise en service sera en 2022
- La durée de vie estimée de 20 ans

7.2 Projection future de trafic :

1. Trafic l'année de mise en service (2022)

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

Avec :

$TJMA_h$: année de mise en service 2022

$$TJMA_{2022} = 2000 \times (1 + 0,043)^2 = 2175.70 \text{ v/j.}$$

Donc : $TJMA_{2022} = 2175.70$

2. Trafic l'année horizon (2042) ;

La durée de vie estimée de 20 ans

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

Avec : $TJMA_h$: trafic à l'année de horizon 2042

$TJMA_0$: trafic à l'année de mise en service 2022

La durée de vie estimée de 20 ans

$$TJMA_{2042} = 2175.70 \times (1 + 0,043)^{20} = 5049.92 \text{ v/j.}$$

Donc : $TJMA_{2042} = 5049.92 \text{ v/j.}$

3. Calcul du trafic effectif :

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

Avec:

P: coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds.

Pour une route à deux voies et un environnement E_2 on a $P=6$

Z: le pourcentage de poids lourds est égal à 43%

$$T_{\text{eff } 2042} = [(1 - Z) + Z.P].TJMA_{2042}$$

$$T_{\text{eff } 2042} = [(1 - 0.43) + 0.43 \times 6] \cdot 5049.92 = 7426.41 \text{ uvp/J.}$$

Donc : $T_{\text{eff}} = 7426.41 \text{ uvp/J}$

4. Débit de pointe horaire normale :

$$Q = (1/n)T_{\text{eff}}$$

Avec: $1/n$: coefficient de pointe horaire pris est égal à **0.12**

$$Q = 0.12 \times 7426.41 = 1130 \text{ uvp/h}$$

Donc: $Q_{2042} = 891.16 \text{ uvp/h}$

5. Calcul de la capacité et nombre de voies

Le débit que supporte une section donnée :

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

Avec :

K₁: coefficient correcteur pris égal à **0.85** pour **E₂**

K₂: coefficient correcteur pris égal à **0,99** pour environnement (**E₂**) et catégorie (**C₁**) **C_{th}**: capacité théorique

On compare $Q_{\text{prév}}$ à Q_{adm} des différents types de route et on choisit le type où

$$Q_{\text{adm}} \geq Q_{\text{prév}}$$

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

$$\text{D'ou } C_{\text{th}} \geq Q_{\text{prév}} / (K_1 \times K_2) = 891.16 / (0.85 \times 0.99) = 1059.01 \text{ uvp/h}$$

$$C_{\text{th}} \geq 1059.01 \text{ uvp/h}$$

D'après le tableau des capacités B40, on trouve :

C_{th} = 1500 (d'après le **B40** pour **E₂**, **C₃** et pour une chaussée à **2 voies**).

$$Q_{\text{adm}} = 0,85 \times 0,99 \times 1500 = 1262,25 \text{ uvp/h}$$

Donc :

$$Q_{\text{adm}} = 1262,25 \text{ uvp/h}$$

$$N = (2/3) \times (891.16 / 1262,25) = 0.95$$

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

Les résultats des calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

TJMA ₂₀₂₂ (V/J)	TJMA ₂₀₄₂ (V/J)	T _{eff 2042} (UVP/J)	Q ₂₀₄₂ (UVP/H)	N
2175.70	5049.92	7426.41	891.16	1

Tableau III.5 : Représentés Dans Les Calculs

Conclusion :

D'après le calcul de capacité de la route, on constate que son profil en travers est de:
Chaussée de **un (01) voie par sens (2×3.50 m) ..**

IV.1 Introduction :

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

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

IV.2 Règles à respecter dans le trace en plan :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumé dans le B40 ,il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes.

- ✚ L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- ✚ Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant
- ✚ Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières
- ✚ Eviter au maximum les propriétés privées
- ✚ Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques.
- ✚ Eviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques.
- ✚ Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

IV.3) Les éléments du trace en plan :

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

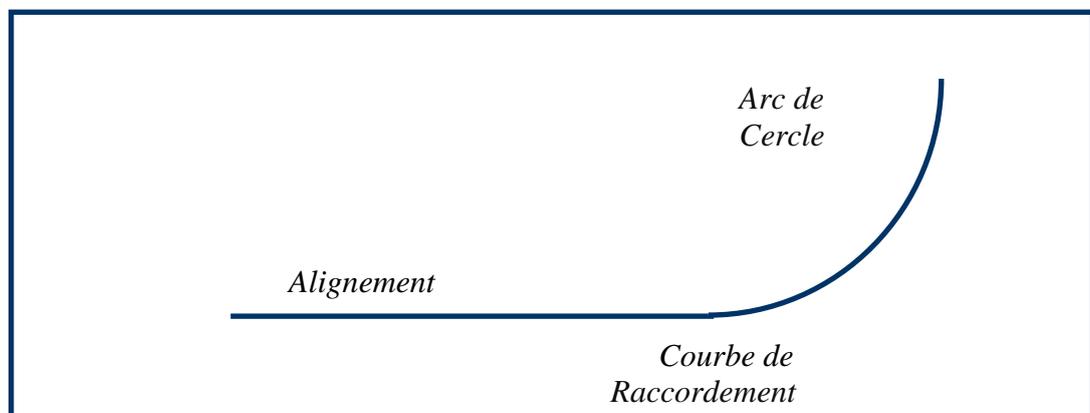


Figure (3) : Les éléments du trace en plan

IV.3-1 Les alignements :

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

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

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

$$L_{\max} = 60V \text{ avec } V \text{ en}$$

$$L_{\min} = 5 V \text{ avec } V \text{ en (m/s)}$$

Pour notre cas $V_r = 80\text{km/h} = 22.222\text{m/s}$

$$L_{\min} = 5 \times 22.22 = 111.11\text{m}$$

$$L_{\max} = 60 \times 22.22 = 1333.33 \text{ m}$$

• Donc :

$$111.11\text{m} < L \text{ (m)} < 1333.33\text{m}$$

IV.3-2 Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- ✚ La stabilité des véhicules.
- ✚ L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- ✚ La visibilité dans les tranchées en courbe

- Stabilité en courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire de cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules en temps plusieurs, en fait de fortes inclinaisons d'ou are cours à augmenter le rayon.

Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaisons (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

- Rayon horizontal minimal absolu :

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

Ainsi pour chaque Vr on définit une série de couple (R, d).

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal :

F_t : coefficient de frottement transversal

Ainsi pour chaque Vr on définit une série de couples (R, d). Nous avons $Vr = 80$, $ft = 0.15$, $d_{\max} = 0.08$

Ainsi pour chaque Vr on définit une série de couple (R, d).

$$RH \min = \frac{80^2}{127 (0.15 + 0.08)} = 217.613 \text{ m, selon le B40 en prendre}$$

$$RH \min = 220 \text{ m}$$

- Rayon minimal normal :

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

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

Pour notre cas $Vr = V + 20$, $ft = 0.15$, $d_{\max} = 0.06$

$$RHN = \frac{(100)^2}{127 (0.15 + 0.06)} = 373.692 \text{ m, selon le B40 en prendre } RHN = 375 \text{ m}$$

- Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé $d_{\min} = 3\%$.

$$RHd = \frac{Vr^2}{127 \times 2 \times d \min}$$

Pour notre cas $V_r=80$ V, $d_{\min} = 0.03$

$$RHd = \frac{(80)^2}{127 \times 2 \times 0.03} = 839.895 \text{ m}, \text{ selon le B40 en prendre } RHd= 800 \text{ m}$$

• Rayon minimal non déversé :

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toi et le divers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (R_{hnd}).

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127.0,035} \quad \text{Cat 1-2}$$

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 (f' - d_{\min})} \quad \text{Cat 3-4-5}$$

Avec :

$$f' = 0.07 \quad \text{cat 3}$$

$$f' = 0.075 \quad \text{cat 4-5}$$

$V_r=80$ km/h, $f' = 0.07$, $d_{\min} = 0.03$

$$RHd = \frac{(80)^2}{127(0.07 - 0.03)} = 1259.84 \text{ m}, \text{ selon le B40 en prendre } RHnd = 1200 \text{ m}$$

• Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

Il n'y a aucun rayon inférieur à R_{Hm} , on utilise autant des valeurs de rayon \geq à R_{Hn} que possible.

Les rayons compris entre R_{Hm} et R_{Hd} sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près entre d_{\max} et d (R_{Hm}).

Si $R_{Hm} < R < R_{Hn}$:

$$d = \frac{d^{\max} - d(R^{Hn})}{(1/R^{Hn} - 1/R^{Hd})} (1/R - 1/R^{H\max}) + d^{\max}$$

Entre d (R_{Hn}) et d_{\min} si $R_{Hn} < R < R_{Hd}$

$$d = \frac{d(R_{Hn} - d_{\min})}{(1/R_{Hn} - 1/R_{Hd})} (1/R - 1/R_{Hd}) + d_{\min}$$

Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal dmin.

Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.

• **Remarque :**

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

par exemple $220 < R < 375$: $R=400$

$d_{\max} = 0.08\text{m}$, $R_{Hd} = 800\text{ m}$, $R_{HN} = 375\text{ m}$, $RH_{\max} = 1200\text{m}$

$$d = \frac{d_{\max} - d(R_{Hn})}{(1/R_{Hn} - 1/R_{Hd})} (1/R - 1/RH_{\max}) + d_{\max}$$

$$d = (0.08 - 800)/(1/375 - 1/1200) \times (1/400 - 1/1200) + 0.08 = 0.075$$

Entre d (RHn) et dmin si $R_{Hn} < R < R_{Hd}$

$$d = \frac{d(R_{Hn} - d_{\min})}{(1/R_{Hn} - 1/R_{Hd})} (1/R - 1/R_{Hd}) + d_{\min}$$

Par exemple $375 < R < 800$: $R=80$

$$d = \frac{0.06 - 0.03}{(1/375 - 1/800)} (1/80 - 1/800) + 0.03 = 0.0301\text{m}$$

Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal d min.

Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage. Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.

- Remarque :

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

- Surlargeur :

Un long véhicule à 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.

$$S = L^2 / 2R$$

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

R : rayon de l'axe de la route

IV.3-3 LES RACCORDEMENTS PROGRESSIFS (CLOTHOIDE) :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croît linéairement de $R=\infty$ jusqu'à $R=\text{constant}$), pour assurer :

- ✚ La stabilité transversale de véhicule
- ✚ Le confort des passagers de véhicule
- ✚ La transition de la chaussée
- ✚ Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

III.3.4- TRACE EN PLAN DE NOTRE PROJET :

Le couloir du tracé en plan a été choisi de manière à :

Respecter les servitudes existantes (périmètre agricole)

Ne pas empiéter sur les différents réseaux.

Les caractéristiques géométriques du tracé en plan sont :

Linéaire de 24700 ml.

Largeur de plate forme est de 10 ml

Largeur des accotements est de (1.5ml x2).

Dévers minimal de -3%.

Dévers maximal de 8.00%.

Rayon Horizontal minimal de 220 m.

Rayon Horizontal maximal de 800

Expression de la clothoïde :

La courbe est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc) $A = \sqrt{RL}$

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.

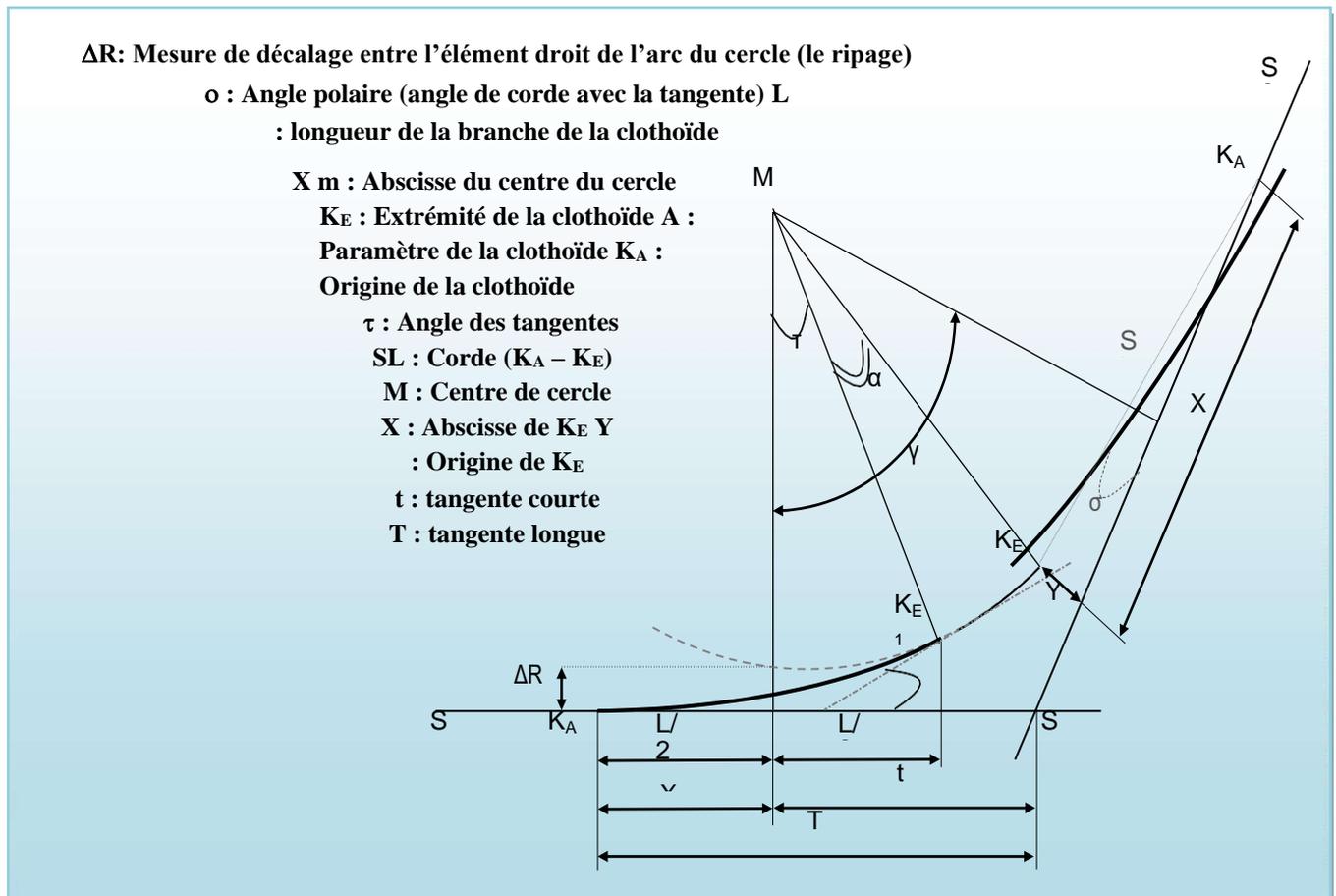


Figure (4) : Courbe de Raccordement Clothoïde

Les éléments de la clothoïde :

- A : Paramètre de la clothoïde
- M : Centre de cercle
- R : Rayon de cercle
- KA : Origine de la clothoïde
- KE : Extrémité de la clothoïde
- L : longueur de la branche de la clothoïde
- ΔR : Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage)
- X_m : Abscisse du centre du cercle
- τ : Angle des tangentes
- X : Abscisse de KE
- Y : Origine de KE
- TK : tangente courte
- TL : tangente longue
- SL : Corde ($K_A - K_E$)
- σ : Angle polaire (angle de corde avec la tangente)

Les conditions de raccordement :

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer la condition suivante :

a) Condition de confort optique :

C'est une condition qui permet d'assurer à l'usager une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \tau \geq 1/18 \text{ rads}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rad} \Rightarrow L \geq R/9 \text{ soit } A \geq R/3$$

$$R/3 \leq A \leq R$$

$$\text{Pour } R < 1500 \Rightarrow \Delta R = 1 \text{ m (éventuellement } 0.5 \text{ m) d'où } L = (24 R \Delta R)^{1/2}$$

$$\text{Pour } 1500 < R < 5000 \text{ m } \tau = 3^\circ \text{ c'est-à-dire } L = R/9$$

$$\text{Pour } R < 5000 \Rightarrow \Delta R \text{ limité à } 2.5 \text{ m soit } L = 7.75(R)^{1/2}$$

b) Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule,

$$\text{La variation de l'accélération transversale est : } (V_R^2 / (R - g \cdot \Delta d))$$

Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur

$$K_g = 1/0.2 V_R$$

$$L \text{ (m)} \geq V_R^2 / 18 (V_R^2 / 127 - \Delta d)$$

On opte

V_R : vitesse de base (Km/h)

R : rayon en mètre (m)

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

b) Condition de gauchissement :

La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assuré

Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de tel sorte $\Delta p < 0.5/V_R$

Nous avons

$$L = l \cdot \Delta d \cdot V_R$$

l : largeur de chaussée

IV.4 Combinaison des éléments de trace en plan :

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

IV.4-1 Courbe en S :

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.

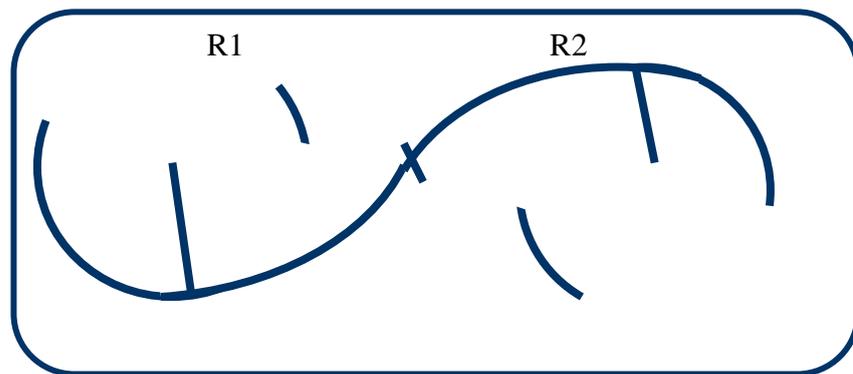


Figure (5) : Courbe en S

IV.4-2 Courbe à sommet :

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

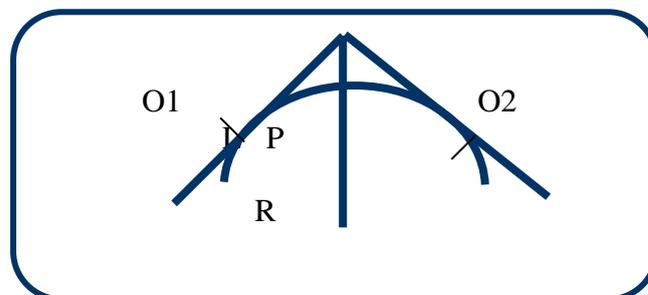


Figure (6) : Courbe à sommet

IV.4-3 Courbe en C :

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.

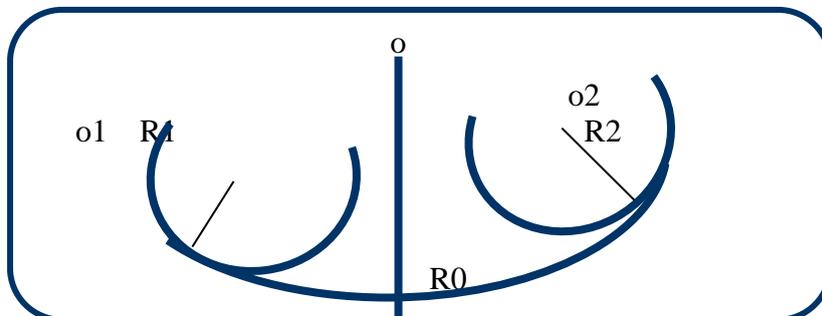


Figure (7) : Courbe en C

IV.4-4 Ove:

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

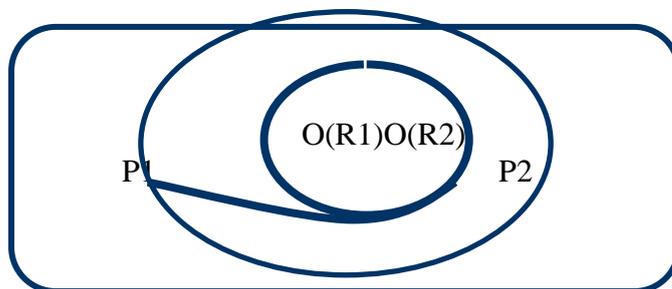


Figure (8) : Raccordement en ovale

IV.5 Paramètres fondamentaux :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C3, dans un environnement E2, avec une vitesse de base $V_B = 80$ km/h.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées de la norme B40.

<u>Paramètres</u>	<u>Symboles</u>	<u>Valeurs</u>
Vitesse de base (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	Lmin	111.11
Longueur maximale (m)	Lmax	1333.33
Devers minimal (%)	dmin	3
Devers maximal (%)	dmax	8
Temps de perception réaction (s)	t1	1,8
Frottement longitudinal	fL	0.43
Frottement transversal	ft	0.15
Distance de freinage (m)	d0	59
Distance d'arrêt (m)	d1	99
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dm	325
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dn	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dmd	300
RHm (m) (%)	RHm	220 (8 %)
RHN (m) (%)	RHN	375 (6 %)
RHd (m) (%)	RHd	800(3 %)
RHnd (m) (%)	RHnd	1200 (-3 %)

Tableau(IV.1) : Paramètres fondamentaux

IV.6- VITESSE DE PROJET:

La vitesse de projet V_p est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales.

On entend par conditions normales:

- ✚ Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace;
- ✚ Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible;
- ✚ Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonne conditions normales.

IV 6.1- CALCUL D'AXE :

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on

connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes :

- Calcul de gisements
- Calcul de l'angle γ entre alignements
- Calcul de la tangente T
- Calcul de la corde SL
- Calcul de l'angle polaire σ
- Vérification de non chevauchement
- Calcul de l'arc de cercle
- Calcul des coordonnées des points singuliers
- calcul de kilométrage des points particuliers

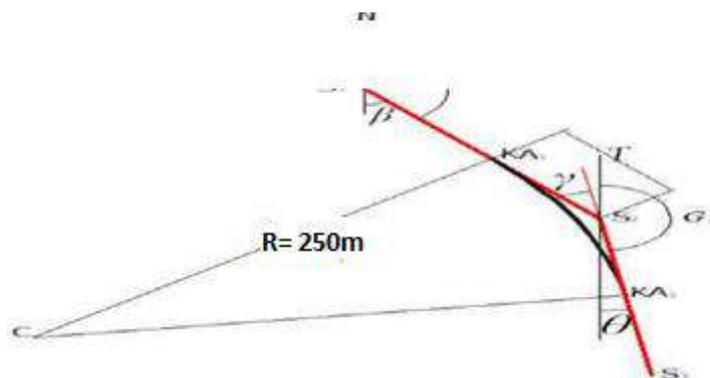


Figure (9) Raccordement Entre Deux Alignements

IV.6-2 - EXEMPLE DE CALCUL D'AXE MANUELLEMENT :

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe.

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

$V_r=80\text{Km/h}$	$X (m)$	$Y (m)$	$R (m)$
$S0(P1)$	729149.1648	3566634.2137	250
$S1(P2)$	729399.1496	3566466.6431	
$S2(P3)$	729441.8157	3565652.0779	

IV.6-3- - Caractéristiques De La Courbe De Raccordement :

a)- Calcul du paramètre A :

$$A^2 = L \times R$$

b)- Détermination de L :

b).1- Condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$L \geq \frac{5}{36} \Delta d V_r$$

➤ $RHd R RHnd$

$$\Delta d = ?$$

$$d = d_{min} = 3\%$$

$$\Delta d = 3 - (-3) = 6\%$$

$$L \geq \frac{6}{36} \times 6 \times 80 = 55.555 \text{ m} \dots\dots\dots(1)$$

b).2- Condition confort optique :

$$\frac{R}{3} \leq A \leq D \text{ où } 400 \leq A \leq 1200$$

➤ $800 < R \leq 1200\text{m}$ $L \geq R/9$

$$L \geq 1200 / 9 = 133.33\text{m} \dots\dots\dots(2)$$

De (1) et (2) on aura : $L \geq 134 \text{ m}$

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = (133.33 \times 1200)^{1/2} = 400 \text{ m}$$

On prend: $A = 400 \text{ m}$ $L = A^2/R$ donc

$$L = 133 \text{ m.}$$

Calcul de ΔR :

$$\Delta R = L^2 / 24R = 133^2 / (24 \times 1200) = 0.614 \text{ m} \quad \Delta R = 0.614 \text{ m}$$

c)- Calcul des Gisements :

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$\begin{array}{l} S_0 S_1 \quad \left. \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S1} - X_{S0}| = 126.57 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |Y_{S1} - Y_{S0}| = 959.27 \text{ m} \end{array} \right\} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} S_1 S_2 \quad \left. \begin{array}{l} |\Delta X_1| = |X_{S2} - X_{S1}| = 216.22 \text{ m} \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = 577.42 \text{ m} \end{array} \right\} \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{D'où: } G^{S_1 S_2} &= 200 + \arctg \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 212.72 \text{ grades} \\ G^{S_2 S_3} &= 200 + \arctg \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 220.52 \text{ grades} \end{aligned}$$

❖ Calcul De L'angle γ :

$$\gamma = |G_{s_2}^{s_3} - G_{s_1}^{s_2}| = 7.8 \text{ grades}$$

❖ Calcul De L'angle τ :

$$\tau = 1.91 \text{ grades}$$

$$\gamma / 2 = 7.8 / 2 = 3.9 \text{ grades}$$

D'où : $\tau < \gamma / 2 \Rightarrow$ Pas de chevauchement

❖ Calcul des distances

$$\overline{S_0 S_1} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(681,062)^2 + (-256,375)^2} = 920.32 \text{ m}$$

$$\overline{S_1 S_2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(1705,441)^2 + (-209,073)^2} = 333.63 \text{ m}$$

❖ Calcul de l'abscisse du centre du cercle

$$X_m = A^2 / 2R = L / 2 = 66.67 \text{ m}$$

❖ Abscisse de KE

$$X = L(1-L/40R^2) = 133.33\text{m}$$

❖ Origine de KE

$$Y = L^2/6R = 1.185 \text{ m}$$

❖ Calcul de la tangente

$$T = X_m + (R + \Delta R) \text{tg}(\gamma/2), \text{ On a } L/R = 0.33$$

❖ Calcul des Coordonnées SL

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(555.55)^2 + (10.287)^2} = 920.325 \text{ m}$$

❖ Calcul de σ

$$\sigma = \text{arctg}(Y/X) = \text{arctg}(959.27 / 126.57) = 0.71 \text{ gr}$$

❖ Calcul de l'arc

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 1.52 \text{ gr}$$

$$K_{E1}K_{E2} = R \pi \alpha / 200 = 9.56 \text{ m}$$

❖ Calcul des coordonnées des points singuliers

$$\begin{cases} X_{K_{A0}} = \overline{X_{S0}} + (S_1 S_0 - T) \times \text{Sin}(400 - G^{s1}_{S0}) = 729\ 032.420 \text{ m} \\ Y_{K_{A0}} = \overline{Y_{S0}} + (S_1 S_0 - T) \times \text{Cos}(400 - G^{s1}_{S0}) = 3565721.639 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{K_{A1}} = \overline{X_{S1}} + T \times \text{Sin}G^{s2}_{S3} = 729\ 398.898 \text{ m} \\ Y_{K_{A1}} = \overline{Y_{S1}} + T \times \text{Cos}G^{s2}_{S3} = 3566466.392 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{K_{E1}} = \overline{X_{K_{A1}}} + SL \text{Sin}(G^{s1}_{S0} - \alpha) = 728\ 920.908 \text{ m} \\ Y_{K_{E1}} = \overline{Y_{K_{A1}}} + SL \text{Cos}(G^{s1}_{S0} - \alpha) = 355876.750 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{K_{E2}} = \overline{X_{K_{A2}}} - SL \text{Sin}(G^{s2}_{S1} + \alpha) = 730\ 048.385 \text{ m} \\ Y_{K_{E2}} = \overline{Y_{K_{A2}}} - SL \text{Cos}(G^{s2}_{S1} + \alpha) = 3566344.214 \text{ m} \end{cases}$$

V.1 Définition:

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 raccordés par des cercles.

V.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

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

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

- ✚ Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.

- ✚ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.

- ✚ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.

- ✚ Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.

- ✚ Eviter une hauteur excessive en remblai.

- ✚ 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 .

- ✚ Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.

- ✚ Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.

- ✚ Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

V.3 Coordination du tracé en plan et profil en long :

Il faut signaler toute fois et dès maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan. On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

✚ Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.

✚ Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

$R_{vertical} > 6 R_{horizontal}$ pour éviter un défaut d'inflexion.

V.4 Déclivités :

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

Déclivité minimum :

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

Déclivité maximum :

Il est recommandable d'éviter La déclivité maximum qui dépend de :

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

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à ($I_{max} = (6\%)$)

Important :

L'introduction de voies supplémentaires pour véhicules lents se fait par une voie de décrochement dont le tracé du bord extérieur de la chaussée est constitué de deux arcs de cercle de sens contraire de rayon $R = R_{Hd}$ sans raccordement progressif et séparés par un

alignement droit de 30 à 50 m de longueur. Ce calcul s'applique aussi pour le départ des voies dans un carrefour.

Nota :

Selon le B-40 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Categorie C3} \\ \text{Environnement E2} \end{array} \right. \Rightarrow P_{\max} = 6\%$ on a :

V_r Km/h	40	60	80	100	120	140
I_{\max} %	8	7	6	5	4	4

Tableau(V.1) : Valeur de I_{\max} Selon le B40

Pour notre cas la vitesse $V_r=80$ Km/h donc la pente maximale $I_{\max} =6\%$.

V.5 Raccordements en profil en long :

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe .le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

Et on distingue deux types de raccordements :

V.5-1 Raccordements convexes (angle saillant) :

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.

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- ✚ Condition de confort.
- ✚ Condition de visibilité.

a) Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à $(0.3m /s^2$ soit $g /40)$, le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$V^2/R_v < g/40$ avec $g = 10 \text{ m/s}^2$.

D'où : $R_v \geq 0,3 V^2$ (cat. 1-2).

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

Tel que :

R_v : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse de référence (km/h).

b) Condition de visibilité :

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante.

Il faut deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 + h_1})}$$

D_1 : Distance d'arrêt (m)

h_0 : Hauteur de l'œil (m)

h_1 : Hauteur de l'obstacle (m)

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base $V_r=80$ Km/h et pour la catégorie 3 on a :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R'_{v_m}	2000
Min-normal	R'_{v_n}	4500

c) Condition esthétique :

Comme tout ouvrage désigné de ce nom, une grande route moderne devrait être conçue et réalisée de façon à procurer aux usagers une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté. Pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur une distance restreinte.

b-V.5-2 Raccordements concaves (angle rentrant) :

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R_v' = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

Pour une chaussée unidirectionnelle avec une $V_r = 80$ Km/h et catégorie 3 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R_{vm}	2000
Min- normal	R_{vn}	4500
Dépassement	R_{vd}	9000

Tableau (V-2) : Caractéristique des rayons verticaux

Catégorie	C3	
Environnement	E2	
Vitesse (km/h)	80	
Rayon en angle saillant	Route unidirectionnelle : (1voies)	
 RV	R_{vm} (minimal absolu) en m	2000
	R_{vn} (minimal normal) en m	4500
	Route unidirectionnelle : (1voies)	
Rayon en angle rentrant	Route unidirectionnelle : (1voies)	
 RV	R_{vm} (minimal absolu) en m	1600
	R_{vn} (minimal normal) en m	2100
	Déclivité maximale I_{max} (%)	
	6	

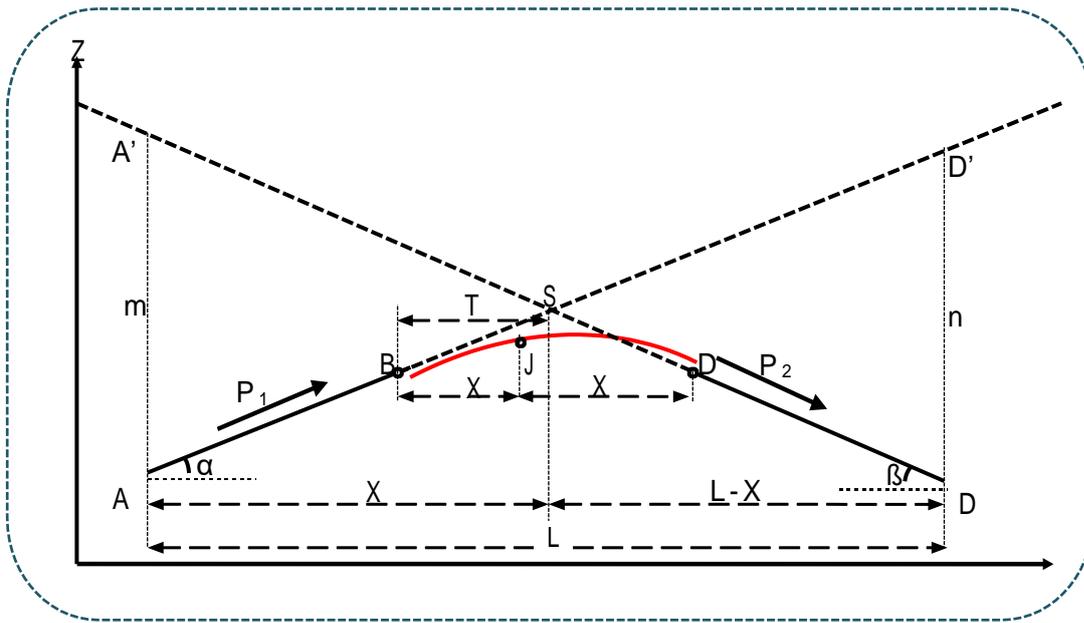


Figure. (10) : La courbe du profil en long

N.B: les résultats de calcul sont joints en annexe.

VI.1 INTRODUCTION :

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

VI.2 LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS:

Le profil en travers constitue par (figure (V.1)):

1. **La chaussée** : C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.
2. **La largeur rouable** : Elle comprend les sur-largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.
3. **La plate forme** : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.
4. **L'assiette** : C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.
5. **L'emprise** : C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, ect...) limitée par le domaine public.
6. **Les accotements** : En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent généralement les éléments suivants :
 - ✓ Une bande de guidage.
 - ✓ Une bande d'arrêt.
 - ✓ Une berme extérieure.
7. **Le terre-plein central** : 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.
8. **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.

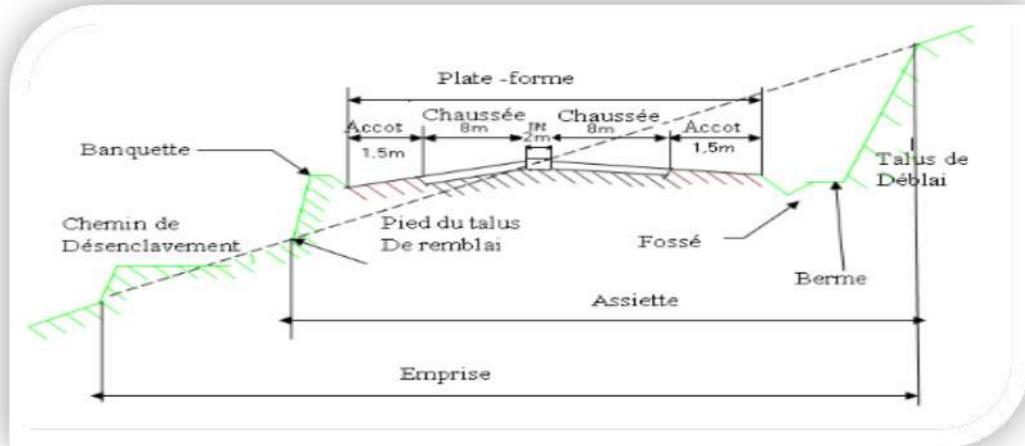


Figure (11) Les éléments du profil en travers

VI.3 CLASSIFICATION DE PROFIL EN TRAVERS :

On distingue deux types de profils :

- Profil en travers courant
- Profil en travers type.

VI.3.1 Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à des distances régulières (10, 15, 20, 25m...), qui servent à calculer les cubatures.

VI.3.2 Le profil en travers type :

C'est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les Situations (en remblais, déblais), ou mixte.

VI.4 PROFIL EN TRAVERS TYPE POUR LE PROJET:

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

- Chaussée unidirectionnelle de **2 voies** $2 \times 3.5 = 7.00\text{m}$
- Accotement : **2 m** de chaque côté
- Largeur de la plate forme : **12 m**
- **Devers minimum : 1.5%**
- **Devers maximum : 7%** pour un rayon minimum

VI.5 TYPES DE PROFILS EN TRAVERS:

Il existe trois types de profils en travers : Les profils en remblai, en déblai ou bien les profils mixtes.

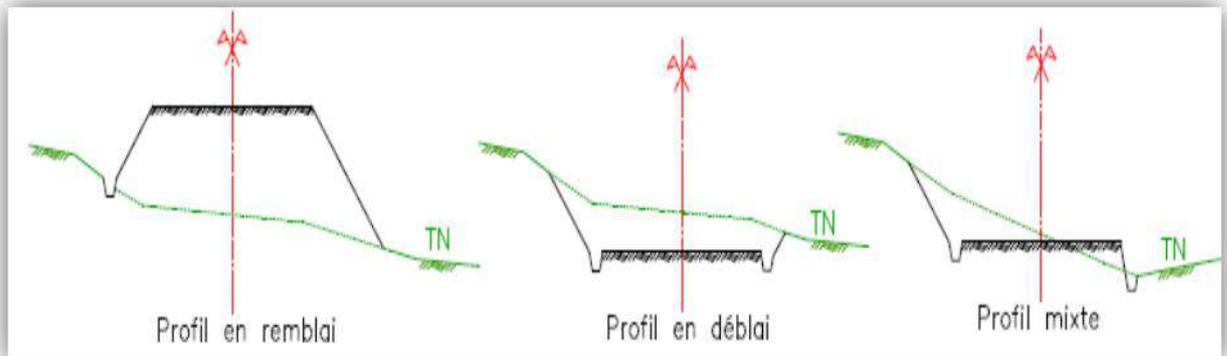


Figure (12) : Types de profils en travers (Cas de remblai, déblai et mixte)

Conclusion

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel « Piste 5.06 » Les résultats de calcul le profile en travers sont joint en annexe

VII.1 INTRODUCTION:

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont un objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général. Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers.

VII.2 DEFINITION :

La cubature des terrassements consiste à calculer les volumes de terre à enlever (déblais) et les volumes à apporter (Remblai), pour donner à la route une allure uniforme et homogène pour recevoir un ceps de chaussée qui permette aux véhicules de circuler en toutes sécurité et sérénités à partir de :

- ✓ Les surfaces de remblai ou de déblais obtenus par le profil en travers ;
- ✓ Les distances entre profils en travers, indiquées sur le profil en long.

VII.3 METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :

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

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

VII.3.1 Calcul des Surface des profils en travers :

Le profil en travers permet le calcul de la surface comprise entre la ligne de projet et la ligne du terrain naturel, Pour cela, mis à part les fossés et les banquettes qu'ayant généralement une section constante d'un profil à l'autre, on divise la surface à calculer par des lignes verticales aux surface élémentaires (rectangle, triangle ou trapèze).

Exemple de calcul de Surface :

- $S1 = \frac{1}{2} * 1,40 * 2,00 = 1,40 \text{ m}^2$
 - $S2 = 0,50 \text{ m}^2$ 'section constant'
 - $S3 = (2,95 + 1,40) / 2 * 5,50 = 11,96 \text{ m}^2$
 - $S4 = 0,50 \text{ m}^2$ 'section constant'
 - $S5 = (2,95 + 2,00) / 2 * 5,50 = 13,61 \text{ m}^2$
 - $S6 = \frac{1}{2} * 2,20 * 2,00 = 2,20 \text{ m}^2$
- ⇒ Surface totale du profil = 30,175 m²

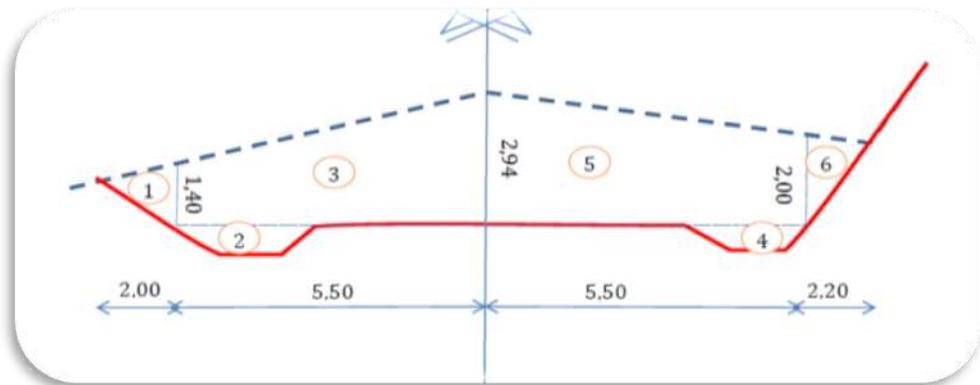


Figure (13) : Exemple de calcul d'une surface de profil en travers

VII .3.2 Calcul des volumes de terrassement (Formule de Mr SARRAUS) :

La Formule de Mr SARRAUS ou des trois niveaux permet de calculer la plupart des volumes complexes. Soit le volume (figure (14)) tel que :

- ✓ Les surfaces S, S1 et S2 sont parallèles entre elles ;
- ✓ Les surfaces extrêmes S1 et S2 sont distantes de la valeur h hauteur du volume ;
- ✓ la surface S'est située à la mi-hauteur h/2.

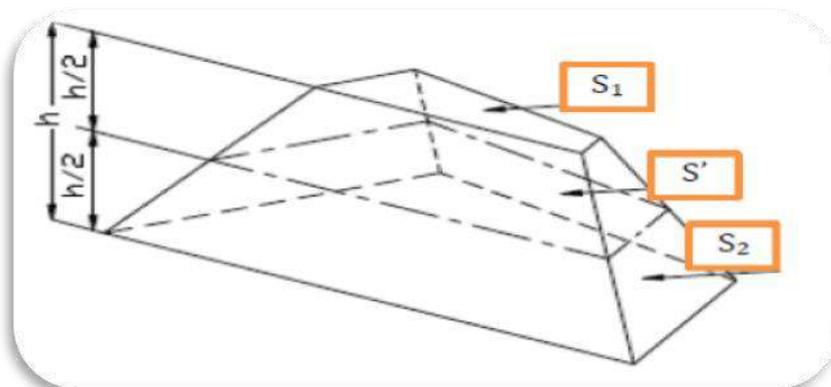


Figure (14) : Calcul le volume de terrassement

Le volume vaut alors :

$$V = \frac{h}{6} (S_1 + S_2 + 4 \times S')$$

VII .3.3 Application dans les projets routiers :

Les hypothèses à prendre en considérations sont :

- ✓ Le calcul des volumes s'effectue dans le sens de parcours du projet.
- ✓ Le terrain est supposé régulier entre 2 profils.

✓ Plus le nombre des profils en travers seront grand, meilleure sera la précision de calcul des terrassements.

Soit par exemple une partie de terrassement comprise entre les profils en travers P1 e P2 ayant une distance entre eux d1 et Si on suppose que la variation de surface est linéaire c'est-à-dire :

$$S' = \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

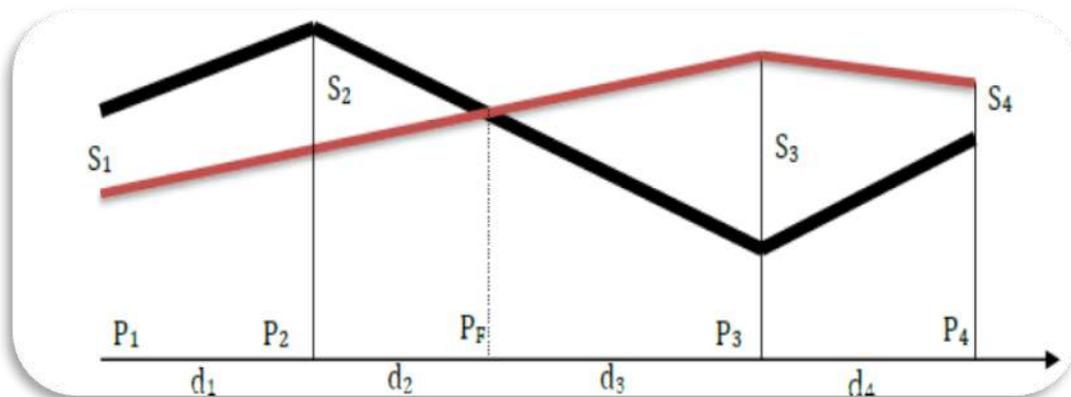


Figure (15) : Calcul des cubatures de terrassement

- ✓ P_F: profil fictive, surface nulle
- ✓ S_i: surface de profil en travers P_i
- ✓ d_i : distance entre ces deux profils
- ✓ S' : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance d_i)

Donc les volumes seront :

$$V_1 = \frac{d_1}{2} \times (S_1 + S_2) \quad \text{Entre P1 et P2}$$

$$V_2 = \frac{d_2}{2} \times (S_2 + 0) \quad \text{Entre P2 et PF}$$

$$V_3 = \frac{d_3}{2} \times (0 + S_3) \quad \text{Entre PF et P3}$$

$$V_4 = \frac{d_4}{2} \times (S_3 + S_4) \quad \text{Entre P3 et P4}$$

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

$$V = \frac{d_1}{2} S_1 + \frac{d_1 + d_2}{2} S_2 + \frac{d_2 + d_3}{2} \times SF + \frac{d_3 + d_4}{2} S_3 + \frac{d_4}{2} S_4$$

Avec : SF=0

VII .4.Méthode classique

Dans cette méthode on distingue deux différents sous méthodes de calcul dont la première est celle dite de **GULDEN** où les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil.

Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure).

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel **Piste 5.06** nous avons utilisé la méthode de **GULDEN** et les résultats obtenus sont en annexe mais ici (ci – dessous) nous donnons les résultats final du volume de remblais et déblais.

✚ Le volume de déblais est de: $V_D = 82838 \text{ m}^3$

✚ Le volume de remblai est de: $V_R = 387295 \text{ m}^3$

Conclusion -

Les résultats de calcul des cubatures sont joint en annexe

VIII.1) Introduction :

Les études géotechniques sont nécessaires pour mesurer dès l'avant projet sommaire, l'incident des choix de profil en long et d'une manière générale du tracé en terme de coût.

VIII. 2) Etude géotechnique

VIII.2.1) Les différents essais en laboratoire :

- Les essais caractérisent la nature des sols .la granulométrie est réalisée par analyse granulométrique par tamisage pour $D > 100$ micromètre et par sédimentométrie pour $D < 100$ micromètre.la mesure d'argilosité est réalisée soit par la mesure des limites d'Atteberg, soit par la mesure de l'équivalent de sable, soit par essai au bleu de méthylène.
- Des essais caractérisent l'état des matériaux .la mesure de la teneur en eau par comparaison avec des critères spécifiques au matériau permet de définir la quantité d'eau correspondant à la densité sèche optimale.
- Des essais de potence **CBR**
- Des essais caractérisent le comportement vis-à-vis des agressions mécaniques. il s'agit principalement de la mesure de la fragmentabilité :
- Essais **micro-deval** et **los Angeles**

VIII.2.2) Les essais d'identification:

a. Analyses granulométriques :

Il s'agit du tamisage (soit au passant de 2 mm, soit au passant de 80 μm)

Qui permet par exemple de distinguer sols fins, sols sableux (riches en fines) et sols graveleux (pauvres en fines) ; C'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique cette analyse se fait en générale par un tamisage.

b. Equivalent de sable :

C'est un essai qui nous permet de mesurer la propreté d'un sol c'est-à-dire déterminer la quantité d'impureté soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

c. limites d'Atterberg :

Limite de plasticité (W_p) et limite de liquidité (W_L), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol :

W_p sépare l'état solide de l'état plastique et W_L sépare l'état plastique de l'état liquide ; les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité ($I_p = W_L - W_p$), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

d. Essai PROCTOR :

L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

e. Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

Cet essai a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements.

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR modifié) avec trois (3) énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours.

f. Essai Los Angeles :

Cet essai a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier, et leur résistance par frottements réciproques dans la machine dite « Los Angeles ».

– plus le LA est élevé, moins le granulat est dur.

g. Essai Micro Deval :

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau, on parlera du micro-deval humide.

VIII. 2.3) Les essais in situ :

a. Les essais de plaque :

Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge. On déduira ensuite un module de sol E en interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de Bossinesq qui relie Z , le déplacement, la pression q_0 le rayon de charge a et les caractéristiques du massif E_2 . Après plusieurs approches, on a abouti à l'approche suivante : $E = 10 \text{ CBR (Mpa)}$.

b. Les essais de reconnaissance in-situ :

- Pénétrömètre dynamique
- Pénétrömètre statique
- Essais géophysiques
- Essais de sondages électriques verticaux

VIII.3) Conditions d'utilisation des sols en Remblais :

L'idéal est de pouvoir réutiliser les terres provenant des déblais, mais ceci doit répondre à certaines conditions.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension $> 80 \text{ mm}$.
- Matériaux plastique $I_p > 12\%$ ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30-50 cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage.

IX.1) Introduction

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays et l'état de son infrastructure est par conséquent crucial. Si les routes ne sont pas correctement construites ou ne sont pas entretenues en temps opportun elles se dégradent inexorablement, le dimensionnement de la chaussée est fonction de la politique de gestion du réseau routier .cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier.

Le dimensionnement 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 chaussée.

IX. 2) La chaussée :

IX. 2.1) Définition :

D'après l'exécution des terrassements, y'compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate –forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet,

À la suite, la chaussée est appelée « comme nous avons vu », à :

- + Supporter la circulation des véhicules de toute nature
- + Répartir les charges transmise au niveau de la fondation .

IX. 2.2) Les différents types de chaussée :

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

- + Chaussée souple.
- + Chaussée semi - rigide.
- + Chaussée rigide.

1) Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable a la -traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures.

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

a. Couche de roulement (surface) :

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) protection de la couche de base par sa dureté et sa doit assurer la rugosité, la sécurité et le confort des usagers La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation. La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides. L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

b. Couche de base :

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'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.

c. Couche de fondation :

Supporte les charges transmises par la couche de base

d. Couche de forme :

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée.

Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme.

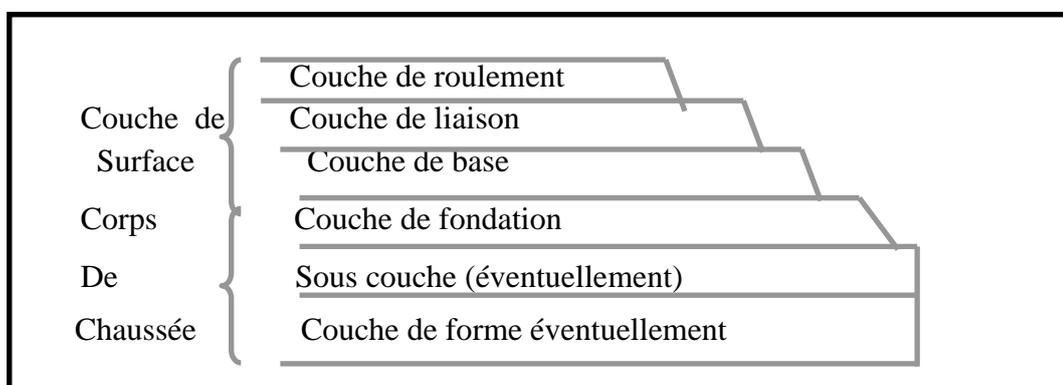


Figure (16) : Coupe type d'une chaussée souple

2) 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.

3) Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

Schéma récapitulatif :

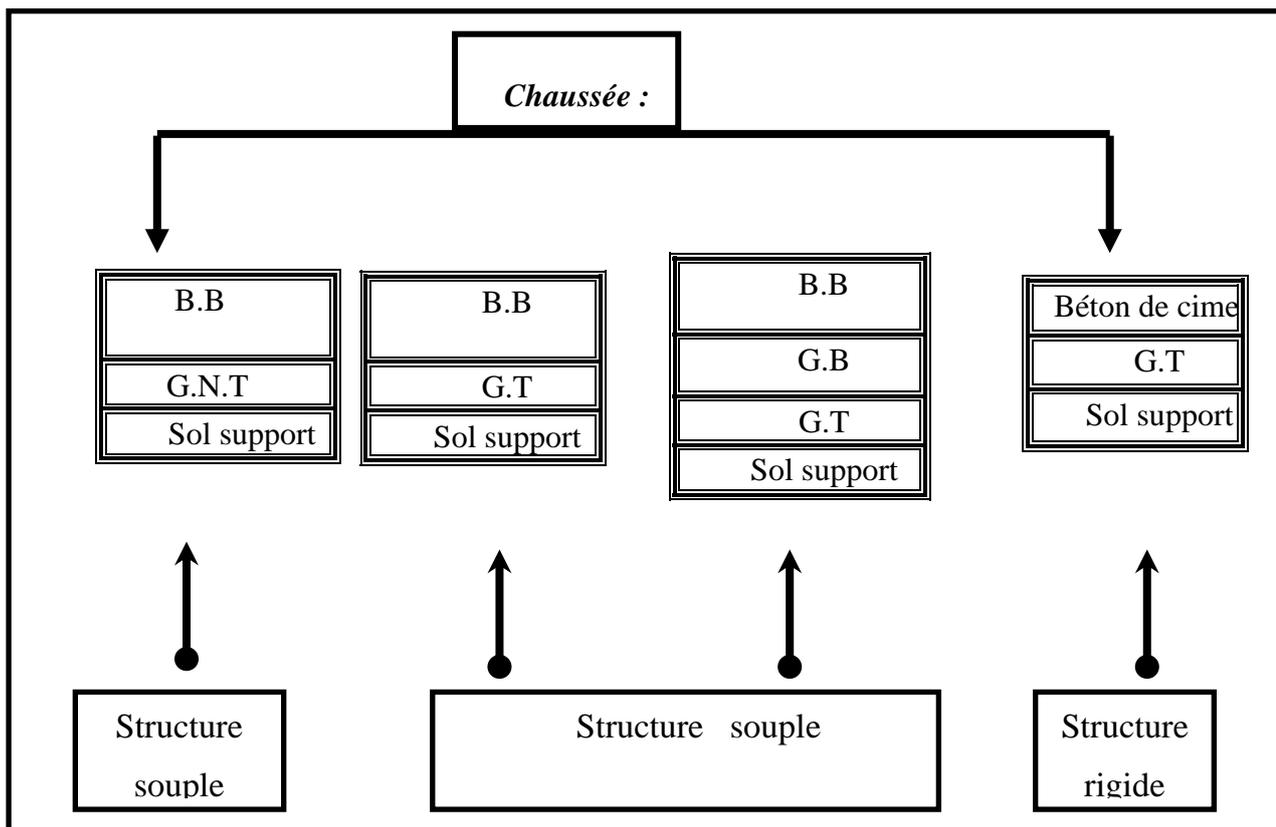


Figure (17) : Différents types de chaussées

BB : béton bitumineux
GB : grave bitume
GT : grave traité
G.N.T : grave non traité.

IX.3) Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée :

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont :

IX.3.1) Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur a 3.5tonnes) .il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

- ✚ De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes ;
- ✚ De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T \cdot A \cdot C$$

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul :

$$C = [(1 + \tau)^p - 1] / \tau.$$

τ : Taux de croissance du trafic.

p : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

IX.3.2) Environnement :

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

La variation de la température interviennent dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement.

IX.3.3) Le Sol Support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constituée du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates formes sont définies à partir :

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

IX.3.4) Matériaux :

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois (le passage répété des véhicules lourds).

IX.4) Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

- ✚ les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
 - ✚ Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.
- Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées.

IX.4.1) Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente de la couche de forme.

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

$a_1 \times e_1$: couche de roulement

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

Où: c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

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

Tableau(IX.1) : **Coefficient d'équivalence :**

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

IX.4. 2) - Méthode A.A.S.H.O: (American Association of State Highway Officials)

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

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

- ✚ L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- ✚ L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.

- ✚ L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- ✚ L'influence des charges et de leur répétition

IX 4. 3) Méthode de Asphalt institute :

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

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

IX.4. 4) Méthode du catalogue des structures :

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

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

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

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.

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

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

IX. 4. 4. 1) Détermination de la classe de trafic :

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

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant:

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

Tableau IX. 2 : Les classes de trafics

Le trafic cumulé est donné par la formule:

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

TPL : trafic poids lourds à l'année de mise en service
n : durée de vie (n = 20 ans)

IX. 4. 4. 2) Détermination de la classe du sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants:

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

Tableau IX.3 : Classement du sol

IX.4. 5) La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) :

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

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

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

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

a = coefficient qui dépend du nombre de voies.

Z = taux d'accroissement annuel.

n = durée de vie de la route.

P = pourcentage de poids lourds.

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

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

IX .4. 5. 1) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

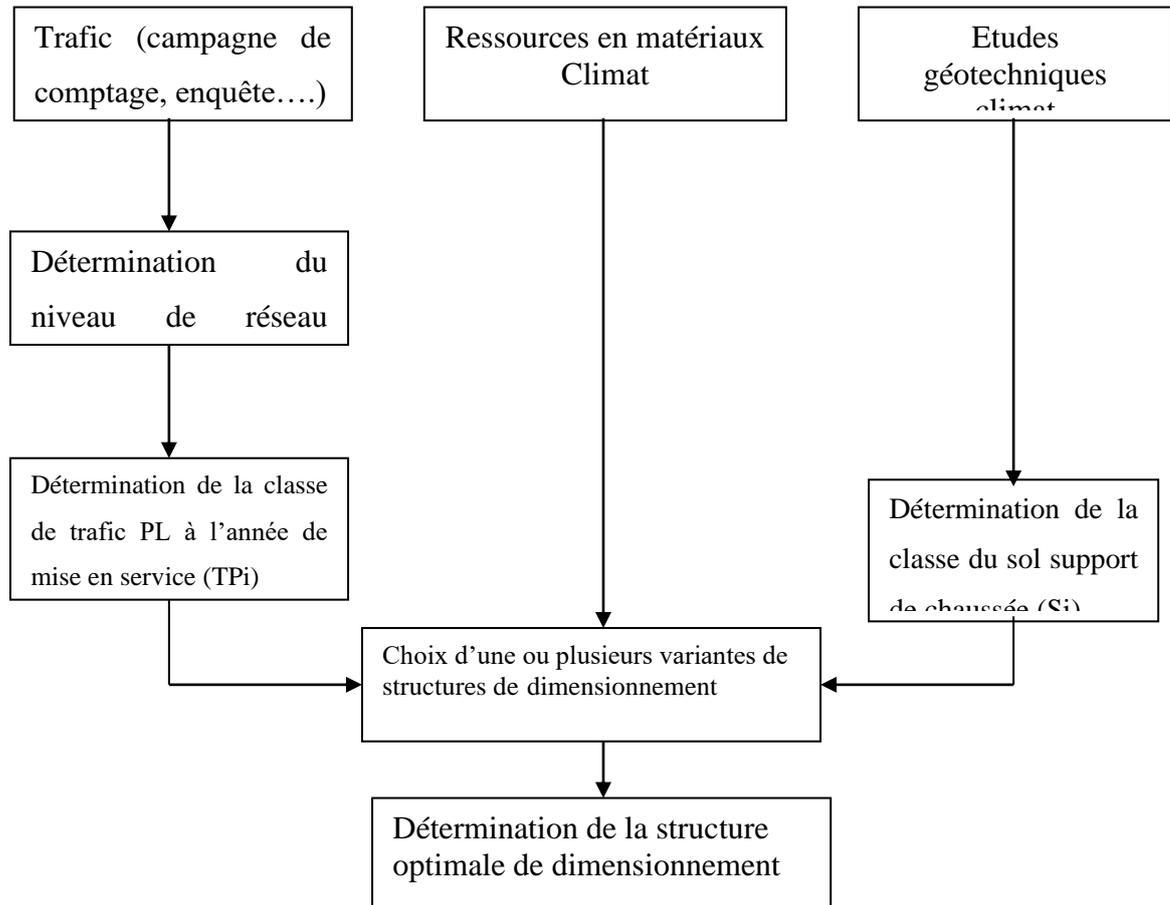
L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

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

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

- ✚ Approche théorique.
- ✚ Approche empirique.

La démarche du catalogue :



IX.5) Application au projet :**IX.5.1) Caractéristiques du sol support :**

D'après le rapport géotechnique, nous avons un indice de CBR= 10 (notre sol est de faible portance), donc la portance de sol support est de S3. On doit prévoir une couche de supérieur de terrassement en matériau non traité de 20cm, pour améliorer la portance de sol support.

Amélioration de la portance du sol support :

La couche de forme a pour but d'améliorer la portance du sol support, Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de CF, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF.

Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant :

Portance de sol	Matériau de CF	Epaisseur de CF E_{cf}	Portance visée
<S ₄	Non traité	50cm (2couches)	S ₃
S ₄	Non traité	35cm	S ₃
S ₄	Non traité	60cm (2couches)	S ₂
S ₃	Non traité	40cm (2couches)	S ₂
S ₃	Non traité	70cm (2couches)	S ₁

Tableau IX.4 : Amélioration de la portance du sol support

N B : Nous avons choisit le matériau non traité pour des conditions économiques.

IX.5.2) Choix de la méthode de dimensionnement :

Les cinq méthodes de dimensionnement qui sont cités ci après ont comme point commun leurs prises en considération (d'une façon différente) le trafic circulant sur la voie à construire et du sol sur lequel cette même voie va être utilisé.

Ceci représente les points nécessaires et suffisants pour tout dimensionnement d'une chaussée routière cependant, bien que ces paramètres aient fait l'unanimité des experts, on note qu'il n'existe pas actuellement une méthode universellement acceptée pour le calcul

Des épaisseurs de chaussées, et leurs différentes couches c'est pour quoi lors d'un choix de la méthode à appliquer,

il ne faudra pas oublier que la qualité réelle de la chaussée dépend :

✚ De la disposition constructive adaptée à la chaussée,

Peu importe la méthode choisie, c'est la maîtrise qui nous intéresse le plus, c'est pour cela on a choisis les deux méthodes qui sont C.B.R et catalogue des dimensionnement des chaussées neuves (CTTP), car c'est les méthodes les plus répandues en Algérie.

a) Méthode C.B.R :

- TJMA2020 = 2000 v/j.
- TJMA2022 = 2175.70 v/j.
- TJMA2042 = 5049.92 v/j.
- N (PL)= 1085.72 PL/j.

$$e_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5(75 + 50 \log(\frac{1085.72}{10}))}}{10 + 5}$$

- PL= 40%.

$e_{eq} = 37cm$

$$e_{eq} = e_1 a_1 + e_2 a_2 + e_3 a_3$$

On suppose :

- $e_1 \longrightarrow$ BB $\longrightarrow a_1 = 2$
- $e_2 \longrightarrow$ GC $\longrightarrow a_2 = 1$
- $e_3 \longrightarrow$ Tuf $\longrightarrow a_3 = 0.60$

On prend 6 cm BB pour la couche de roulement et 15 cm GC pour la couche de base et 20cm de tuf pour la couche de fondation

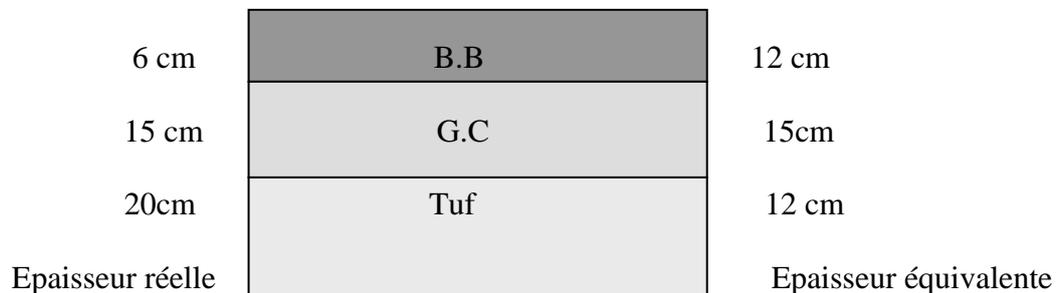


Figure (18) : Corps de chaussée retenu

Méthode de catalogue des chaussées Neuves (CTTP) :

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

Détermination de la classe de trafic :

Réparation transversal de trafic Chaussée Bidirectionnel à deux voies.

$$T_c = (2175.71 \times 0.43) \times 0.5 = 467.77 \qquad T_c \approx 467.77 \text{ pl/j/sens}$$

➤ Trafic poids lourds : **Tc est compris entre 300 et 600**

Donc : la classe de trafic est : **TPL4**

Détermination de la classe du sol :

➤ $I_{CBR} = 10 \rightarrow I_{CBR} (5 - 10)$

Donc : Le sol est classe sur la classe **S 3**.

D'après le catalogue des structures on trouve la structure suivante:

Structure souple (s, fiche n° 2) on a sol **S3** et trafic **TPL4**

on a besoin de faire une couche de forme de 40 cm pour augmenté la portance de sol.

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
< S4	Matériaux non traités (*)	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	//	35 cm	S3
S4	//	60 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	70 cm (en 2 couches)	S1

Tableau . IX.5 : sur classement avec couche de forme en matériau non traité

La route est classée dans la zone climatique IV (Ouargla).

Dans notre cas la structure ne figure pas dans le catalogue des structures (fascicule 3 du catalogue algérien) dans ce cas on y oblige de surclasser le sol support pour aller pour une couche de classe S2 et pour ce la catalogue exige de poser une couche de forme de 40cm d'épaisseur sur 2 couches comme stipulé dans le tableau ci-dessus,

donc la structure de notre projet est composée de:

- **Couche de roulement** : Béton bitumineux (**BB**) = **6 cm**
- **Couche de base** : Grave bitumineux (**GB**) = **14 cm**
- **Couche de fondation** : Tuf = **30 cm**

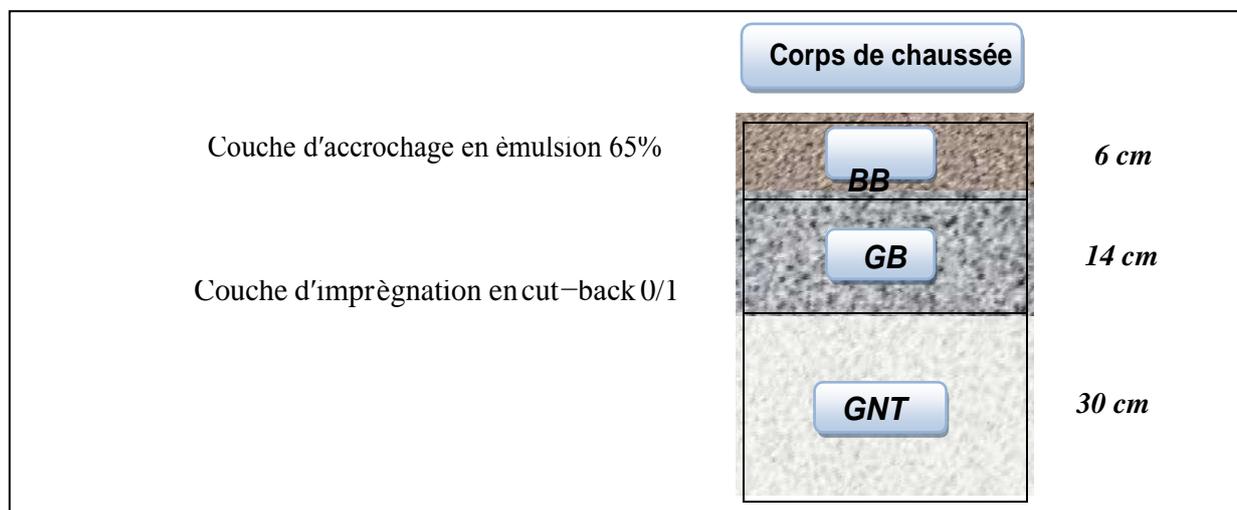


Figure (19) : La structure de chaussée II

X.1. INTRODUCTION :

La signalisation routière joue un rôle important dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité).

Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

X.2-DEFINITION LA SIGNALISATION :

Les signaux, leur condition d'implantation et toutes les règles se rapportant à l'établissement de la signalisation sont indispensables. Dans la conception et l'implantation de la signalisation routière, on ne doit pas prendre en considération les conditions de perception par l'utilisateur qui se déplace à une vitesse peut être très grande.

X.3-BUT DE SIGNALISATION:

Le but de la signalisation est de rendre plus sûr et facile la circulation et d'assurer aux usagers la sécurité totale.

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

X.4-CATEGORIES DE SIGNALISATION :

On distingue :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

X.5 REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION:

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

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

l'attention de l'utilisateur.

X.6 TYPES DE SIGNALISATION :

On distingue deux familles de signalisation :

- **Signalisation Horizontale.**
- **Signalisation Verticale.**

X. 2.1 Signalisation horizontale :

Il a pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation ou à certaines catégories d'utilisateurs, ainsi que, dans certains cas, la conduite que doivent observer les utilisateurs.

La mise en œuvre du marquage, la modulation et la largeur des lignes, les dimensions des marquages divers (flèches, logos, lettres, chiffres, etc.) devront être en conformité avec l'arrêté interministériel relatif à la signalisation routière du 15 juillet 1974.

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité u différente suivant le type de route. On adopte :

- $u = 7,5$ cm sur autoroutes et voies rapides
- $u = 6,0$ cm sur routes et voies urbaines dont le trafic supérieur à 3000 véhicules par jour
- $u = 5,0$ cm sur toutes les autres routes

On distingue plusieurs catégories de marques :

- a. **Les lignes longitudinales** (figure 20) ;
 - continues infranchissables,

- discontinues axiales ou de délimitation des voies (T1 et T'1),
- discontinues d'annonce d'une ligne continue ou de délimitation des voies en agglomération (T3)
- discontinues de marquage de rive (T2),
- mixtes (ligne discontinue du type T1 ou T3, accolée à une ligne continue) qui ne peuvent être franchies qu'à partir d'un seul côté,
- continues ou discontinues de délimitation de voies réservées à certaines catégories de véhicules (T3) ou de délimitation de bande d'arrêt d'urgence (T'3) ;

b. Les flèches :

- directionnelles,
- de rabattement ;

c. Les lignes transversales :

- ligne continue « Stop »,
- ligne discontinue « Cédez le passage »

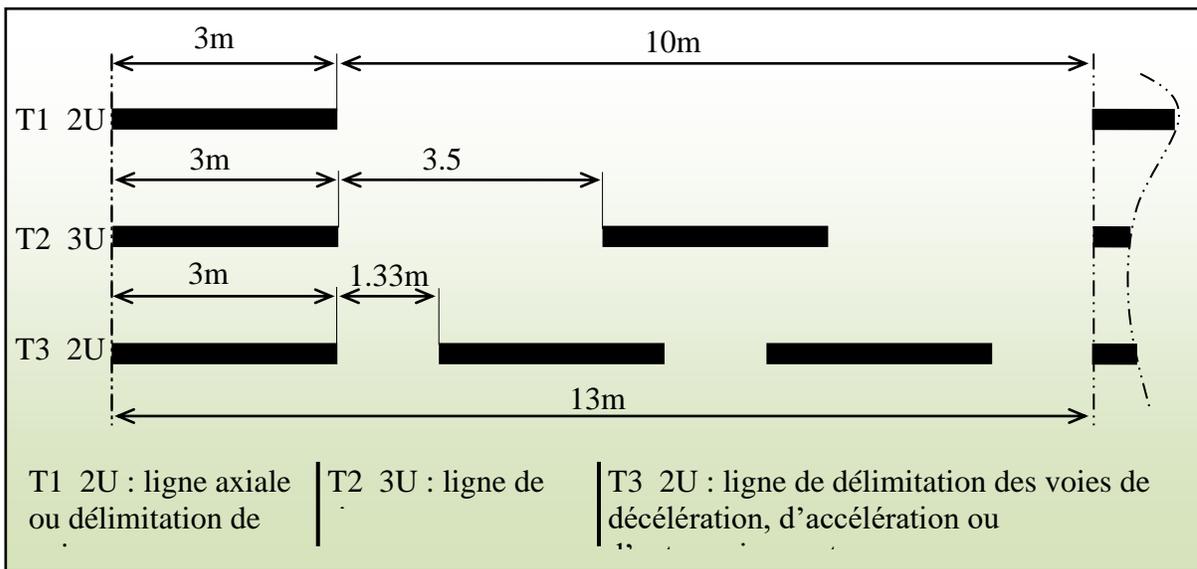


Figure (20): Types de modulation

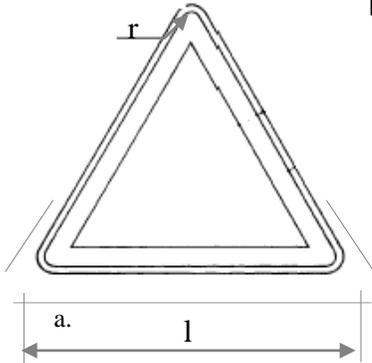
X. 2.2 Signalisation verticale :

Les équipements et produits utilisés pour la réalisation des travaux de signalisation verticale doivent être conformes aux prescriptions de l'arrêté et de l'instruction interministérielle et leurs annexes, sur la signalisation routière du 15 juillet 1974 en ce qui concerne les panneaux de signalisation des types A, B, C, D, E, F, G,H , J, K, L et M.

X. 2.2.1 Pour les formes et dimensions des panneaux

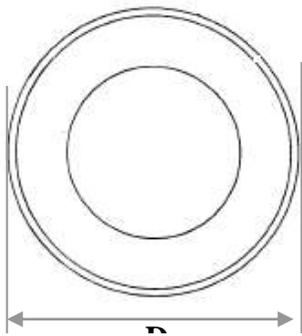
Conformément à l’instruction relative à la signalisation routière, les formes et les dimensions des panneaux doivent respecter les caractéristiques suivantes :

b. Panneaux triangulaires



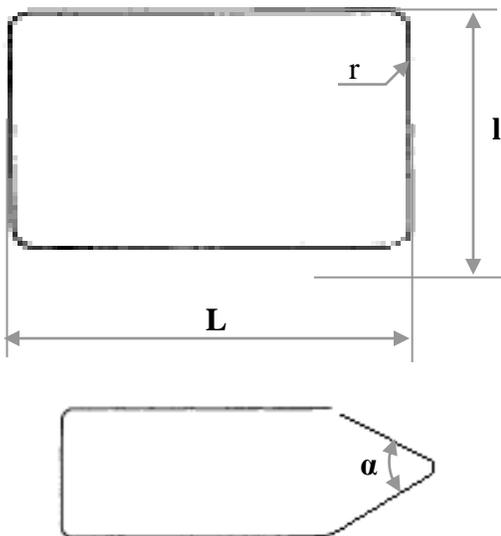
Dimensions (m)	l				
	0,70	0,85	1,00	1,25	1,50
	Difficultés locales		Normal	> 03 voies	Exceptionnel
Rayon	r = 5 cm pour les dimensions normales				

a. Panneaux circulaires



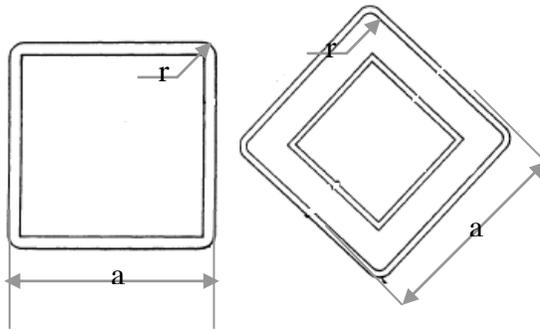
Dimensions (m)	D		
	0,40	0,60	0,70
	Difficultés locales ou agglomérations		Normal

c. Panneaux rectangulaires

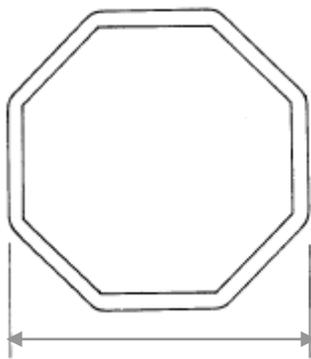


Dimensions (m)	L X l	
	Variables selon le type de panneaux	
	r = variable	
Pointe de flèche	$\alpha = 75^\circ$	

Dimension s (m)	a			
	0,40	0,50	0,60	0,70
	Normal			
	r = 5 cm pour les dimensions normales			



d. Panneaux octogonaux



l

Dimensions (m)	l			
	0,70	0,85	1,00	1,25
			Normal	
r = 2,5 cm pour les dimensions normales				

- la planéité de la surface du panneau doit être parfaite
- les panneaux peuvent avoir les formes triangulaires, circulaires, rectangulaires, carrées ou octogonales conformes aux schémas suivants

X.7. 2. Signalisations Verticales :

Elle se fait à l'aide des panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur

Emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

A)- Signalisation Avancée :

Le signal A24 est placé à une distance de 150 m de l'intersection.

Le signale B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel

(modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

B)- Signalisation De Position :

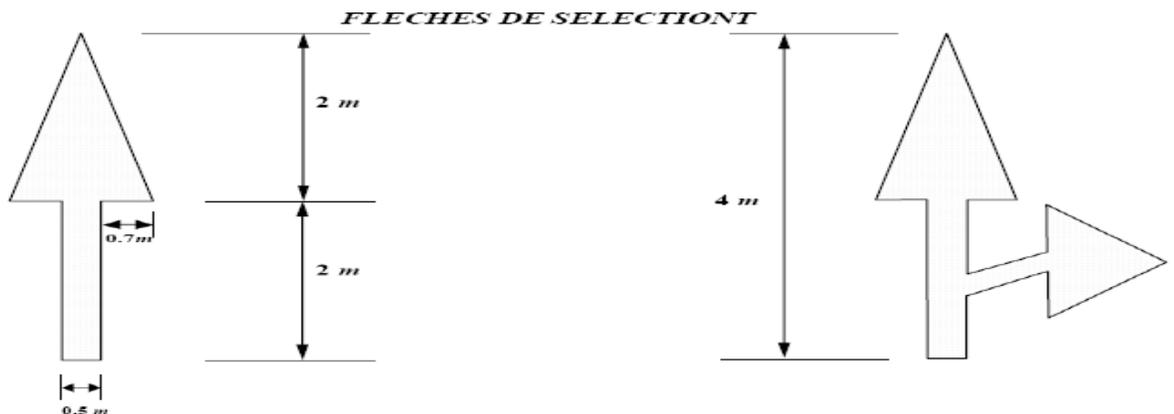
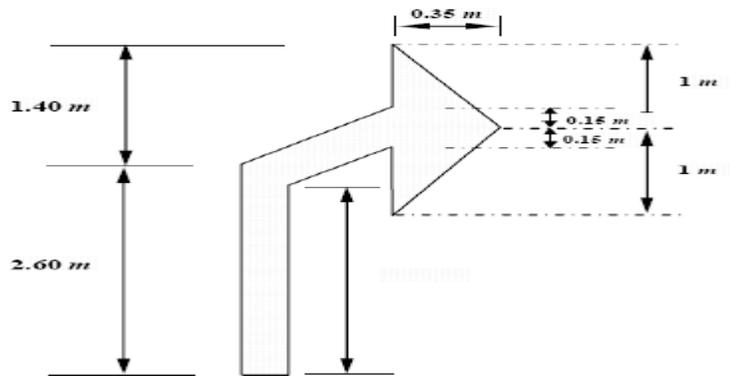
Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.

C)- Signalisation De Direction :

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

XI.7 CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES:

- Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route, à savoir :
 U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
 U = 6cm sur les routes et voies urbaines.
 U = 5cm pour les autres routes.



X.8 APPLICATION AU PROJET :

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

- ✓ Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- ✓ Panneaux de signalisation d'interdiction et de priorité (type AB).
- ✓ Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- ✓ Panneaux de direction (type D).
- ✓ Panneaux de pré signalisation (type G1).
- ✓ Panneaux de signalisation type (E3 E4).
- ✓ Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

BORDEREAU DES PRIX UNITAIRE

N°	Désignation des travaux et prix unitaires en lettres et en H.T	Unité	Prix unitaires en chiffres et en H.T
01	Déblais mis en remblais <u>Le mètre cube</u> : Deux cent Dinars Algériens	M ³	200.00
02	Déblai en terrain meuble mise dépôt y compris transport à la décharge <u>Le mètre cube</u> : Deux cent Dinars Algériens		200.00
03	Remblais en provenance d'emprunt y compris transport <u>Le mètre cube</u> : Trois cent Dinars Algériens	M ³	300.00
04	Couche de fondation en tuf sur 20 cm d'épaisseur et 12 m de largeur y compris extraction, transport de tuf et de l'eau, malaxage et compactage jusqu'à 98 % de l'OPM, et toutes sujétions de bonne exécution. <u>Le mètre cube</u> : Sept cent Dinars Algériens	M ³	700.00
05	Couche de base en grave concassée 0/20 sur 15 cm d'épaisseur et 8 m de largeur y compris le transport des agrégats et de l'eau, l'arrosage, malaxage et compactage jusqu'à 98 % de l'OPM, et toutes sujétions de bonne exécution. <u>Le mètre cube</u> : Mille huit cent Dinars Algériens	M ³	1800.00
06	Couche d'imprégnation au cut-back 0/1 sur une largeur de 8 m à raison de 1,2 kg/m ² y compris transport du cut-back, balayage et soufflage préalable de la couche à imprégné et toutes sujétions de bonne exécution. <u>Le mètre carré</u> :Cent Dinars Algériens	M ²	100.00
07	F/P une Couche de roulement en béton bitumineux 0/14 sur 7 cm d'épaisseur y compris transport des granulats, du bitume et de l'enrobé, mise en œuvre, compactage et toutes sujétions de bonne exécution. <u>La tonne</u> : Six mille Dinars Algériens	T	6000 .00
08	Rechargement des accotements en tuf sur 26 cm d'épaisseur et 2x2 m de largeur y compris transport de tuf et de l'eau, malaxage et compactage jusqu'à 98 % de l'OPM et toutes sujétions de bonne exécution <u>Le mètre cube</u> :Six cent Dinars Algériens	M ³	600.00

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	Prix Unitaire	Montant
01	Déblais mis en remblais	M ³	80 000	200.00	16 000 000 .00
02	Déblai en terrain meuble mise dépôt y compris transport à la décharge	M ³	305 638	200.00	61 127 600.00
03	Remblais en provenance d'emprunt y compris transport	M ³	7838	300.00	2 351 400.00
04	Couche de fondation en tuf sur 20 cm d'épaisseur et 12 m de largeur y compris extraction, transport de tuf et de l'eau, malaxage et compactage jusqu'à 98 % de l'OPM, et toutes sujétions de bonne exécution.	M ³	74100	700.00	51 870 000.00
05	Couche de base en grave concassée 0/20 sur 15 cm d'épaisseur et 8 m de largeur y compris le transport des agrégats et de l'eau, l'arrosage, malaxage et compactage jusqu'à 98 % de l'OPM, et toutes sujétions de bonne exécution.	M ³	27836.9	1800.00	50 106 600 .00
06	Couche d'imprégnation au cut-back 0/1 sur une largeur de 8 m à raison de 1,2 kg/m ² y compris transport du cut-back, balayage et soufflage préalable de la couche à imprégné et toutes sujétions de bonne exécution.	M ²	23712	100.00	2 371 200.00
07	F/P une Couche de roulement en béton bitumineux 0/14 sur 7 cm d'épaisseur y compris transport des granulats, du bitume et de l'enrobé, mise en œuvre, compactage et toutes sujétions de bonne exécution.	T	12103	6000 .00	72 618 000.00
08	Rechargement des accotements en tuf sur 26 cm d'épaisseur et 2x2 m de largeur y compris transport de tuf et de l'eau, malaxage et compactage jusqu'à 98 % de l'OPM et toutes sujétions de bonne exécution	M ³	26676	600.00	16 005 600.00
Montant HT					272 450 400.00
TVA 19%					51 765 576.00
Montant TTC					324 215 976.00

Arrête le présent devis quantitatif et estimatif à la somme en TTC : Trois cent vingt quatre million deux cent quinze mille neuf cent soixante seize Dinars Algériens

CONCLUSION GENERALE

Ce projet de fin d'études m'a été une opportunité pour concrétiser mes connaissances théoriques et techniques acquises pendant mon cycle de formation à l'université.

Il était pour moi d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un Projet routier.

A propos de mon étude, j'ai essayé de respecter toutes les normes routières qu'on ne peut pas négliger en évitant les contraintes rencontrées sur le terrain et à prendre en considération à savoir : Le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement.

Ce projet de route m' a permis non seulement d'exprimer et d'appliquer mes connaissances acquises durant les années de ma formation, mais aussi de mieux appréhender mon avenir dans le monde professionnel.

Ce projet de fin d'étude m'a permis encore de mieux apprendre à utiliser les logiciels du domaine, On l'occurrence Piste 5.06 et Auto CAD2014 Compte tenu de leur traitement rapide et exact des données, cet outil nous permettons de bien exploiter l'espace qui nous est réservé et d'éviter les contraintes existantes avec une détermination d'un meilleur tracé.

Résumé

Notre thème de fin d'étude, se base sur l'étude D'un (**Etude de réalisation de la route reliant El Bour et Hassi Ben Abdallah Sur 24km**) ce projet est lancé par la Direction des Travaux Publics de la wilaya de Ouargla.

Le but de l'étude du projet est. de tronçon une solution technique et socioéconomique a fin de rapprocher la distance entre hassi ben Abdallah et El Bour .

La route doit être construite avec beaucoup de So in et de rigueur, de façon à équilibrer entre la bonne conception, la sécurité et le confort des usages d'une part et les aspects économiques d'autre part. Les études techniques à partir de fond topographique avec le logiciel Piste 5.06 ont permis, en fonction des vitesses de référence, de dresser le différent profil : le profil en long, les profils en traverse et le trace en plan.

La détermination des différentes épaisseurs de chaussée fait suite à l'analyse des données géotechniques et à l'utilisation des différent méthodes de dimensionnement. et finalement on conclure par une estimation financière de projet en basant sur un devis quantitatif et estimatif récapitule tout les travaux.

Summary

Our theme of end of study, is based on the study of a (Realization of the road connecting EL BOUR and Hassi Ben Abdallah on 24 km) this project is launched by the Public Works Department of the wilaya of Ouargla .

The purpose of the study of project is section a technical and socio-economic solution in order to approach the distance between hassi ben Abdallah and El Bour .

The road must be built with great care and rigour , so as to balance good design , safety and comfort of use on the one hand and economic aspects on the other . Technical studies based on topographic background with the piste 5.06 software allowed, according to the reference speeds , to draw up the different profile, the longitudinal profile , the cross profile and the horizontal trace .

The determination of the different pavement thicknesses follows the analysis of the geotechnical data and the use of the different dimensioning méthodes and finally we conclude with a financial estimate of the project based on a quantitative and estimated estimate summarizing all the work .

ملخص

يعتمد موضوع نهاية دراستي على دراسة (دراسة وإنجاز الطريق الرابط بين حاسي بن عبدالله و البور على مسافة 24 كم) تم إطلاق هذا المشروع من قبل مديرية الأشغال العمومية بولاية ورقلة .

تهدف هذه الدراسة الى تطبيق معارفي المكتسبة خلال دورة التدريب لدي ، من خلال تسليط الضوء على؛ القواعد الهندسية ، واختيار أرضية المشروع ، ودراسة حركة المرور ، واختيار المحور الطريق ،مع رسم الخط الأحمر على المقطع الطولي ، وتحديد المقاطع العرضية ، و المبادئ العامة لتخطيط مفترق الطرق والدراسة الجيوتقنية لإيجاد الخصائص الجيوتقنية للتربة المستخدمة وأبعاد جسم قارعة الطريق وذلك باستخدام تطبيق piste 5.06

أخيرًا ، الإشارة إلى تكلفة الطريق ومراعاة الجانب الاقتصادي والمالي.

BIBLIOGRAPHIE

- **[01]:** B40 (Normes Techniques D'aménagement Des Routes Et Trafic Et Capacité Des Routes 1972).
 - **[02]:** Rapport d'activités techniques, **DTP OUARGLA** (Base De Données).
 - **[03]:** Rapport de Levé Topographie de **SETS** (Société D'études Technique Sétif) 2021.
 - **[04]** Rapport des résultats de comptages de **SETS** (Société D'études Technique Sétif) 2021
 - **[05]:** Fascicule 3 Du Catalogue Algérien Réf 2002.
 - **[06]:** Les signaux Routiers (SETRA)
 - **[07]:** Sites INTERNET: WWW. Google Earth.Com.
 - **[08]:** Catalogue De Dimensionnement Des Chaussées Neuves (C.T.T.P) Fascicule 1 .2 .3. Novembre 2001.
 - **[09]**Cours de routes de 1er Master ; Université KADI Merbah /Ouargla
-