

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE KASDI MERBAH DE OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL ET D'HYDRAULIQUE

SPECIALITE : GENIE CIVIL

OPTION : VOIES ET OUVRAGES D'ART

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique
en Génie civil

Thème :

**EFFICACITE DU DEDOUBLEMENT DE
LA RN1B SUR 15 KM
DU P.K. 403 AU P.K. 418**

Présenté par :

❖ BEN MESSAOUD Elfarouk

Soutenu publiquement devant le jury :

Mr. KBAILI Nabil	M.C.B. U.K.M. Ouargla	Président
Mr. BENHAMED Lahcen	ING D.T.P. Ouargla	Examineur
Mr. AOUEM Abdou	ING TP	Encadreur
Mr. ABIMOLOUD Youcef	M.A.A. U.K.M. Ouargla	Co-Encadreur

PROMOTION 2017



Dédicace

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur
qu'on dédie du fond du
Cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en
exprimant la gratitude et la
Reconnaissance durant toute notre existence.*

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect,
mon amour éternel et ma considération pour les
sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction
et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et
l'encouragement que vous me portez*

*A mes chers et adorable frères et sœurs
Balkis, ElKhansa et Islam.*

*En témoignage de mon affection fraternelle, de ma
profonde*

*Tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie
pleine de bonheurs et de succès et que Dieu, le tout
puissant, vous protégé et vous garde.*

À MES AMIS

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des
moments*

Agréables que nous avons passés ensemble.

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon
respect le plus*

Profond et mon affection la plus sincère.

REMERCIEMENT

*Tous d'abords je remercie **Dieu** le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience de mener à bien ce travail, qu'il soit béni et glorifié.*

Mes remerciements s'adressent vivement à mon encadreur

***Mr : AOUAME ABDOU** pour ses conseils et son aide dans la réalisation de ce travail et je tiens à remercier l'ensemble des enseignants qui ont contribués à ma formation.*

Merci aussi à tous ma promotion de génie civil promotion 2017.

Que tous les membres du jury trouvent ici l'expression de mes profonds

Respects pour avoir pris la peine d'examiner votre mémoire.

RÉSUMÉ :

Le présent travail a pour but de présenter une étude géométrique, géotechnique détaillée et l'efficacité de dédoublement de la RN1B reliant la ville de Touggourt à la frontière de wilaya de Djelfa sur un tronçon de route de 15 Km entre le PK 403 et PK418.

Le but de l'étude du projet est le rétablissement et l'amélioration le service de cette route par la projection d'une nouvelle chaussée à droite de l'existante, pour faciliter la circulation, soulager l'intensité de trafic et surtout diminuer le taux des accidents.

La route doit être construite avec beaucoup de soin et de rigueur, de façon à équilibrer entre la bonne conception, la sécurité et le confort des usagers 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 les différents profils : le profil en long, les profils en travers et le tracé en plan.

La détermination des différentes épaisseurs de la nouvelle chaussée fait suite à l'analyse des données géotechniques et à l'utilisation des différents méthodes de dimensionnement.

Et finalement on conclure par une étude comparative des routes avant et après le dédoublement pour évaluer leur impact sur l'amélioration de la sécurité routière.

Mots-clés : Trafic, Route, géométrie, tracé routière, vitesse de référence, clothoïde, carrefour, chaussée, devers.

المخلص:

في هذه المذكرة نعمل على تقديم دراسة هندسية و جيوتقنية وكذا مدى فعالية ازدواجية الطريق الوطني رقم 1ب و الرابط بين مدينة تقرت ولاية ورقلة و حدود ولاية الجلفة على قطعة طولها 15 كم.

وتهدف هاته الدراسة على تحسين أداء الطريق المذكورة آنفا وتخفيف ضغط السير والأهم من هذا خفض عدد حوادث المرور، ولأجل ذلك اتجهنا لازدواجية الطريق المذكورة بإنشاء طريق جديدة على يمين الطريق القديمة وبالمواصفات الهيكلية التالية: -عرض الطريق 7 م، -تعميش 2م، (6BB,12GB,20GC).

ونقوم أيضا بتقديم دراسة مقارنة حول مدى فعالية ازدواجية الطريق في خفض عدد حوادث المرور، وذلك لطرق وطنية مزدوجة ومتواجدة في نفس المنطقة لاستنتاج مدى فعالية الطريق المراد إنجازها.

كما يجب أن تنجز هاته الطريق بكل صرامة وحذر، وذلك من أجل الموازنة بين التصميم الجيد، الأمان والرفاهية لمستعملها من جهة والجانب الاقتصادي من جهة أخرى.

الدراسة التقنية تمت بواسطة برنامج Piste5.06 وهذا وانطلاقا من المسح الطبوغرافي والسرعة المرجعية وقد تم تصميم المقطع الطولي، مسار الطريق والمقطع العرضي. وفيما يخص تحديد سمك كل طبقة للطريق الجديدة تمت عن طريق تحليل المعطيات الجيوتقنية وبواسطة مختلف طرق التحجيم.

كلمات مفتاحية: مسار الطريق، مقطع طولي، مقطع عرضي، السرعة المرجعية، الطريق، الميل.

Abstract :

This work aims to present a detailed geometric and geotechnical study on doubling of road RN1B in section of 15 Km from PK 403 to PK 418. This road is located between town of TOUGGOURT province of Ouargla and the limit border of Ouargla with Djelfa.

The purpose of this study of this project is to improve the security and the comfort for the users of this road.

The road must build with much care, thoroughness, to balance between good design, safety and comfort of users on the one hand, and economics on the other. Technical studies from topographic base with the 5.06 track software enabled, depending on the reference speeds, to draw up different profiles: longitudinal profile, cross-sections and plan layout and to manage a crossroads.

The determination of different floor thicknesses follows the analysis of geotechnical data and use different design methods. Finally conclude with estimation of the efficacy of doubling the road and their impact on users' security side by analyzing the statistics of accidents before and after the road doubling in the same zone of our study.

Keywords: Traffic, road geometry, road layout, reference speed, clothoid, crossroads floor slopes.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	01
CHAPITRE.I. PRESENTATION DE PROJET	02
1. GENERALITE SUR LA WILAYA DE OUARGLA	02
2. PRESENTATION DU PROJET.....	02
3.APERÇU GÉOLOGIQUE	03
4.CLIMATOLOGIE.....	03
5.DESCRPTION GÉNÉRAL DE L'ÉTAT INITIAL DU PROJÉT	03
6.OBJECTIF DE L'ETUDE.....	04
7. PRINCPE DE DEDOUBLEMENT	04
CHAPITRE II. ETUDE DU TRAFIC.....	05
1- INTRODUCTION	05
2.L'ANALYSE DE TRAFIC	05
3. DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS	05
4.MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC.....	06
5.CALCUL DE LA CAPACITE.....	08
6.CALCUL DU NOMBRE DE VOIES	08
7.APPLICATION AU PROJET	09
8.CONCLUSION	11
CHAPITRE III. TRACE EN PLAN.....	12
1.DÉFINITION	12
2.RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ EN PLAN	12
3.LES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN	13
4.LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT	19
5.COMBINAISON DES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN.....	20
6.NOTION DE DEVERS.....	22
.....	22

7.LA VITESSE DE RÉFÉRENCE (DE BASE).....	24
8.PARAMÈTRES FONDAMENTAUX	25
9.CALCUL D'AXE.....	26
CHAPITRE IV . PROFIL EN LONG.....	31
1- DÉFINITION	31
2- RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ DU PROFIL EN LONG	31
3- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG_	32
4- DECLIVITES_	32
5- RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG	33
6- DETERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG_	35
7- APPLICATION AU PROJET	36
CHAPITRE V. PROFIL EN TRAVERS.....	37
1. DÉFINITION.....	37
2 - DIFFERENT TYPE DE PROFIL EN TRAVERS	37
3-LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS.....	37
4.APPLICATION AU NOTRE PROJET	39
CHAPITREVI. CALCUL DES CUBATURES.....	40
1- INTRODUCTION	40
2- CUBATURES DES TERRASEMENTS	40
3- METHODE UTILISEE	40
4- METHODE CLASSIQUE	42
CHAPITRE VII. ETUDE GEOTECHNIQUE.....	43
1-INTRODUCTION	43
2 - LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE.....	43
3 - CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS	47
4 - CONCLUSION	47
CHAPITRE VIII. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE.....	48
1. INTRODUCTION	48

2. LA CHAUSSEE_	48
3. LES DIFFERENTS FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT.....	52
4. METHODES DE DIMENSIONNEMENT_	53
5. APPLICATION AU PROJET	54
6. CONCLUSION	59
CHAPITRE IX. ASSAINISSEMENT.....	60
1- INTRODUCTION	60
2- OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT_	60
3-ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE	61
4- DEFINITION DES TERMES HYDRAULIQUE	62
5- APPLICATION AU PROJET	63
CHAPITRE X. SIGNALISATION.....	64
1- INTRODUCTION_	64
2 - L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIÈRE_	64
3- CATÉGORIES DE SIGNALISATION.....	64
4 - RÈGLES À RESPECTER POUR LA SIGNALISATION_	64
5- TYPES DE SIGNALISATION.....	65
6- CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES MARQUES.....	67
7-APPLICATION AU PROJET.....	70
CHAPITRE XI. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.....	71
CHAPITRE XI. EFFICACITE DU DEDOUBLEMNT	72
1- INTRODUCTION_	72
2- AVANTAGES DE DEDOUBLEMENT	72
3- INCONVENIENT DE DEDOUBLEMENT.....	74
4- EVALUATION DE L'EFFICACITE DE DEDOUBLEMENT.....	74
CONCLUSION GENERAL.....	75
BIBLIOGRAPHIE	76
ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX		
TABLEAUX	TITRE	PAGE
CHAPITRE : II		
TAB.II.1	Coefficient d'équivalence « P »	7
TAB.II.2	Coefficient « K1 »	7
TAB.II.3	Coefficient « K2 »	8
TAB.II.4	Capacité théorique « Cth »	8
CHAPITRE : III		
TAB.III.1	rayons du tracé en plan	25
TAB.III.2	Paramètres fondamentaux	25
CHAPITRE : IV		
TAB.IV.1	valeur de I _{max} Selon le B40	31
TAB. IV.2	Caractéristique des rayons verticaux	36
CHAPITRE : VIII		
TAB. VIII.1	Les valeurs des coefficients d'équivalence	54
TAB. VIII.2	Réseaux principaux	
TAB. VIII.3	La classe de trafic	
TAB. VIII.4	sur classement avec couche de forme en matériaux non traité	53
CHAPITRE : X		
TAB.X.1	Caractéristiques des lignes discontinues	67

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES		
FIGURES	TITRE	PAGE
CHAPITRE : I		
FIG.I.1	Photo Satellitaire de la zone du projet	2
CHAPITRE : III		
FIG.III.1	Les éléments du tracé en plan	13
FIG.III.2	Stabilité En Courbe	14
FIG.III.3	Zone de dérasement	16
FIG.III.4	Courbe de raccordement parabole cubique	18
FIG.III.5	Courbe de raccordement clothoïde	19
FIG.III.6	Courbe en S	21
FIG.III.7	Courbe à sommet	21
FIG.III.8	Courbe en C	22
FIG.III.9	Courbe en ovale	22
FIG.III.10	l'élément de la clothoïde	26
CHAPITRE : IV		
FIG.IV.1	La courbe du profil en long	35
CHAPITRE : V		
FIG.V.1	Le profil en travers	36
CHAPITRE : VI		
FIG.VI.1	Profil adopté pour tracé en long	41
CHAPITRE : VIII		
FIG.VIII.1	Les éléments du tracé en plan	50
FIG.VIII.2	types de chaussées	51

LISTE DES FIGURES

FIG.VIII.3	La structure de chaussée I	55
FIG.VIII.4	La démarche de la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves	56
FIG.VIII.5	La structure de chaussée II	55
CHAPITRE : IX		
FIG..IX.1	l'emplacement des ouvrages d'assainissements	63
CHAPITRE : X		
FIG.X.1	Types de modulation	66
CHAPITRE : XII		
FIG.XII.1	Evolution du nombre d'accident en fonction des années	73
FIG.XII.2	Evolution du trafic en fonction des années	73

INTRODUCTION GENERALE :

Le réseau routier national joue un rôle essentiel dans le développement socio-économique 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.

Dans le cadre il est projeté le dédoublement de la route national RN1B reliant la Wilaya de Ouargla à la Wilaya de Djelfa.

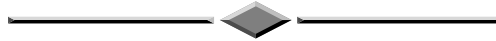
Cet axe routier détient son importance capitale par la liaison qu'il offre entre le Centre et le Sud-Est, entre deux grandes artères RN1 et RN3.

Entre la ville de Touggourt et Messad sur près de 110 km de PK307+775 au PK418+911 limite de la wilaya de Ouargla

Notre mémoire de Fin d'étude sera consacrée à l'étude géométrique et géotechnique de dédoublement de la RN1B du PK403 au PK418 sur 15 Km. La conception géométrique imposée par le cheminement de la route existante et la configuration du relief, est établie pour optimiser les caractéristiques dimensionnelles du dédoublement.

CHAPITRE : I

PRESENTATION DE PROJET



- ❧ 1. GENERALITE SUR LA WILAYA DE OUARGLA
- ❧ 2. PRESENTATION DU PROJET
- ❧ 3. APERÇU GÉOLOGIQUE
- ❧ 4. CLIMATOLOGIE
- ❧ 5. DESCRIPTION GÉNÉRAL DE L'ÉTAT INITIAL DU PROJÉT
- ❧ 6. OBJECTIF DE L'ETUDE
- ❧ 7. PRINCIPE DE DEDOUBLEMENT

I. PRESENTATION DU PROJET

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

I.2- PRESENTATION DU PROJET :

Le présent projet d'étude s'introduit dans le cadre de la projection de la double voie de Touggourt jusqu'à la limite de la Wilaya de Ouargla avec sur un linéaire globale de 110 Km.

I.3 - APERÇU GÉOLOGIQUE :



Fig. (I-1) : Photo Satellitaire de la zone du projet

La Wilaya de Ouargla est située dans l'immense bassin saharien, caractérisé par la prédominance de dépôts plio-quadernaires, des affleurements éocènes et créacés 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 sebkhas et croûtes gypso salines, des sables éoliens mobiles, des regs.

I.4 – CLIMATOLOGIE :

Le projet est situé dans la zone saharienne caractérisé par son climat sec désertique et une aridité qui s'exprime par une sècheresse 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.5 - DESCRIPTION GÉNÉRALE DU PROJET D'ETUDE :

Le dédoublement objet de notre étude se distingue par deux sections

- La première est située dans un environnement plat.

Les caractéristique géométriques de l'étude sont évidemment inspirées de la route existante qui dispose 7m (y compris l'accotement de 2x1 m).

La chaussée actuelle a reçu nombre de renouvellement suite aux dégradations en courues et témoignant de la carence en portance de sol support et en sous dimensionnement du corps de chaussée.

Le projet en question est un dédoublement sur un linéaire de 110Km de la RN1B entre PK307+775 et PK418+911, notre étude c'est limité sur le tronçon de PK 403+000 et PK 418+000 qui contient et les travaux de dédoublement.

I.6 - OBJECTIF DE L'ETUDE :

Cette étude a été conçue dans l'objectif d'améliorer l'aménagement routier de la route nationale RN1B de telle sort à augmenter le niveau de service et de sécurité des usagers, et aussi pour assurer une fluidité de la circulation sur le tronçon entre la commune de Touggourt les frontières de la wilaya de Djelfa sur 110 km.

I.7 - Principe du dédoublement :

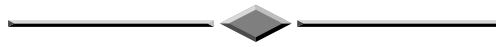
Le dédoublement consiste à transformer une route bidirectionnelle en une route à deux chaussées unidirectionnelles :

- 1) Le dédoublement des deux côtés par réalisation des épaulements au niveau des accotements
- 2) La projection d'une nouvelle chaussée à droite de l'existante
- 3) La projection d'une nouvelle chaussée à gauche de l'existante
- 4) La combinaison entre les cas précédents.

Pour notre projet on a choisi la projection à droite de la chaussée existante.

CHAPITRE : II

ETUDE DE TRAFIC



- ❧ 1. INTRODUCTION
- ❧ 2. L'ANALYSE DE TRAFIC
- ❧ 3. DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS
- ❧ 4. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC
- ❧ 5. CALCUL DE LA CAPACITE
- ❧ 6. CONCLUSION

II. ETUDE DE TRAFIC :

II.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 donné 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.

II.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 appropriés.

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

- ✓ Les statistiques générales.
- ✓ Le comptage routier (manuel ou automatique).
- ✓ Une enquête sur circulation enregistrée.

II.3 Différents types de trafic :

On distingue quatre types de trafic :

- ✓ **Trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet.
- ✓ **Trafic induit** : C'est un trafic qui résulte des nouveaux déplacements des personnes vers d'autres déviations.
- ✓ **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert de flux pour atteindre la même destination.
- ✓ **Trafic total** : C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

II.4 Modèles de présentation 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 humaine.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic prévisible 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

II.5 Calcul de la capacité :

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passer 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.

II.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.

II.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.

Tel que :

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

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 la route projetée.

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

ROUTES	E ₁	E ₂	E ₃
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

II.5.3 Evaluation de la demande :

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

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

II.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 (II.2) ci-dessous donne les valeurs de **K₁** :

Tableau (II.2) : Coefficient « K₁ »

Environnement	E1	E2	E3

K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95
----	------	------	------------

Le tableau (I.3) ci-dessous donne les valeurs de K_2 :

Tableau (II.3) : Coefficient « K_2 »

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

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

Tableau (II.4) : Capacité théorique « 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

II.6 Calcul du nombre de voies :

II.6.1 Chaussée bidirectionnelle :

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

$$Q \leq Q_{adm}$$

II.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.

II.7 APPLICATION AU PROJET :

II.7.1 Les données de trafic :

Les données sur le trafic sont fournis par les services de **DTP** de la Wilaya de Ouargla à savoir :

- Le trafic à l'année **2016** $TJMA_{2016} = 6634$ v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- La vitesse de base sur le tracé $V_B = 100$ km/h
- Le pourcentage de poids lourds $Z = 42,5\%$
- L'année de mise en service sera en **2020**
- La durée de vie estimée de **20** ans

II.7.2 Trafic prévisible :

1. Trafic l'année de mise en service (2020)

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

Avec :

$TJMA_h$: année de mise en service **2020**

$TJMA_0$: trafic à l'année zéro **2016**

$$TJMA_{2020} = 6634 \times (1 + 0,04)^4 = 7761 \text{ v/j.}$$

Donc : $TJMA_{2020} = 7761 \text{ v/j}$

2. Trafic l'année horizon (2040) ;

La durée de vie estimée de **20** ans

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

Avec : $TJMA_h$: trafic à l'année de horizon **2040**

$TJMA_0$: trafic à l'année de mise en service **2020**

La durée de vie estimée de **20** ans

$$TJMA_{2040} = 7761 \times (1 + 0,04)^{20} = 17006 \text{ v/j.}$$

Donc : $TJMA_{2040} = 17006 \text{ v/j.}$

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 **E₁** on a **P=3**

Z: le pourcentage de poids lourds est égal à **42,5%**

$$T_{\text{eff } 2040} = [(1 - Z) + Z.P].TJMA_{2040}$$

$$T_{\text{eff } 2040} = [(1 - 0.425) + 0.425 \times 3] \times 17006 = 31462 \text{ uvp/J.}$$

Donc : $T_{\text{eff}} = 31462 \text{ uvp/J}$

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**

$$Q = 0.12 \times 31462 = 3776 \text{ uvp/h}$$

Donc: $Q_{2040} = 3776 \text{ uvp/h}$

5. Calcul de la capacité et nombre des 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 **0.75** pour **E₁**

K₂: coefficient correcteur pris égal à **1** pour environnement (**E₁**) 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

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

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

$$D'où C_{\text{th}} \geq Q_{\text{prév}} / (K_1 \times K_2) = 2585 / (0,75 \times 1) = 1974 \text{ uvp/h}$$

$$C_{\text{th}} \geq 1974 \text{ uvp/h}$$

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

C_{th} = 2000 (d'après le **B40** pour **E₁**, **C₁** et pour une chaussée à **2 voies**).

$$Q_{\text{adm}} = 0,75 \times 1 \times 2000 = 1500 \text{ uvp/h}$$

Donc : $Q_{\text{adm}} = 1500 \text{ uvp/h}$

$$N=(2/3) \times (3776/1500)=1.67$$

N = 2 voie /sens

Donc on est besoin de réaliser une route de deux voies de 3,5m de largeur.

6. Calcul de L'année de Saturation De 2 Voies:

$$T_{eff} (2020) = [(1 - 0.425) + 3 \times 0.425] \times 7761$$

$$T_{eff} (2020) = 14358 \text{ uvp/j.}$$

$$Q_{2020} = 0, 12 \times 14358 = 1723 \text{ uvp/h.}$$

Donc :

$$\mathbf{Q_{2020} = 1723 \text{ uvp/h}}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm}$$

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1.00 \times 1800 = 1350 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times 1350 = 5400 \text{ uvp/h.}$$

$$\mathbf{Q_{saturation} = (1 + \tau)n \times Q_{2020}}$$

$$\Rightarrow n = \frac{\ln(Q_{saturation} / Q_{2020})}{\ln(1 + \tau)}$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{5400}{1723}\right)}{\ln(1 + 0.04)} = 30 \text{ ans}$$

Donc :

$$\mathbf{n = 30 \text{ ans}}$$

D'où notre route sera saturée 30 ans après la mise en service donc l'année de saturation est :

Année : 2050

Les calculs sont représentés dans le tableau (I.5) suivant :

Tableau (I.5) : Récapitulation de calcul

TJMA ₂₀₁₆ (V/J)	TJMA ₂₀₂₀ (V/J)	TJMA ₂₀₄₀ (V/J)	T _{EFF2040} (UVP/J)	Q ₂₀₄₀ (UVP/H)	N
6634	7761	17006	31462	3776	2

Conclusion :

D'après le calcul de capacité de la route, on constate que son profil en travers est de : Chaussée de deux (02) voies par sens (2×3.50 m) Donc unidirectionnelle.

CHAPITRE : III

TRACE EN PLAN



- ❧ 1. DÉFINITION
- ❧ 2. RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ EN PLAN
- ❧ 3. LES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN
- ❧ 4. LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT
- ❧ 5. COMBINAISON DES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN
- ❧ 6. NOTION DE DEVERS
- ❧ 7. LA VITESSE DE RÉFÉRENCE (DE BASE)
- ❧ 8. PARAMÈTRES FONDAMENTAUX
- ❧ 9. CALCUL D'AXE

III. LE TRACE EN PLAN

III.1 – DÉFINITION :

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontale, Il est constitué en général par une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif.

Ce tracé est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer de bonne sécurité et de confort.

III .2 - RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ EN PLAN :

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes 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 à des problèmes géologiques.
- ✓ Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé

III.3 - LES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN :

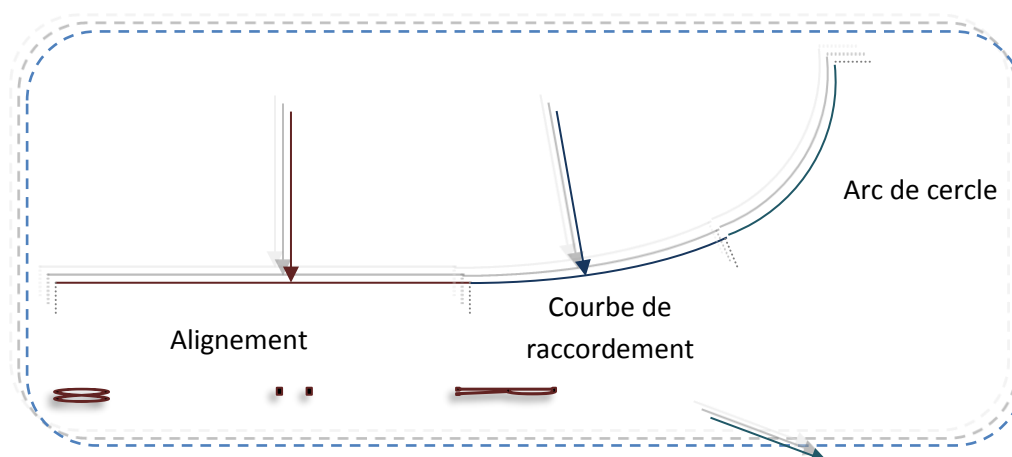


Fig. (III-1) : Les éléments du tracé en plan

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles d'autre part, elle se fait à l'aide de **Clothoïdes** qui assurent un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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

III. 3.1 – Les Alignements :

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint.

La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- ✓ De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- ✓ Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- ✓ Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- ✓ Mauvaise adaptation de la route au paysage.
- ✓ Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement se justifie :

- ✓ En plaine ou, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- ✓ Dans des vallées étroites.

Pour donner la possibilité de dépassement. Donc la longueur des alignements dépend de :

- ✓ La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- ✓ Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- ✓ Du rayon de courbure de ces sinuosités.

Règles concernant la longueur des alignements :

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

$$L_{min} = 5 \times \frac{V_B}{3.6}$$

V_B : vitesse de base en *km/h*

Une longueur maximale L_{max} est prise égale à la distance parcourue pendant **soixante (60) secondes**

$$L_{max} = 60 \times \frac{V_B}{3.6}$$

III. 3.2 – Arcs De Cercle:

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- ✚ Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- ✚ Visibilité en courbe.
- ✚ Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

III. 3.2.1 – Stabilité En Courbe

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

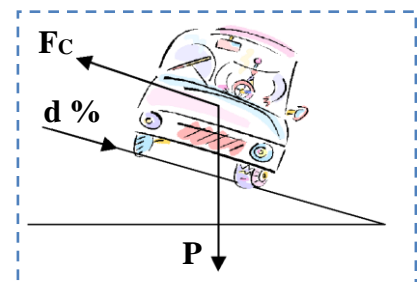


Fig. (III-2) : Stabilité En Courbe

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

a) - Rayon horizontal minimal absolu (RHM) :

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal :

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

f_t : coefficient de frottement transversal

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

b) - Rayon minimal normal (RHN) :

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

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

c) - Rayon au dévers minimal (RHd) :

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

Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$ en catégorie 1 – 2

$d_{\min} = 3\%$ en catégorie 3 – 4

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

d) - Rayon minimal non déversé (RHnd) :

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

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

Avec :

$f' = 0.06$ cat 1 et 2

$f' = 0.07$ cat 3 et 4 E1

$f' = 0.075$ cat 4 -5 E2 E3

e) - Visibilité masquée dans une sinuosité :

Un virage d'une route peut être par le talus du déblai si la route est

$$\zeta = l^2 / 2R$$

masqué de côté intérieure de la courbe en tranchée, par une construction ou

un forêt, pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer.

Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à la visibilité soit bonne, mais nous partons de l'idée que le tracer adopter qu'il est nécessaire de

« déraser » l'intérieur du virage. en plan, la limite de ce dérasement sera donner par la projection vertical de la courbe enveloppe des rayons visual partons de l'œil du conducteur.

Le niveau du dérasement tiendra compte du niveau admis de l'œil du conducteur ou du niveau des obstacles à percevoir « objet ou voiture » prendre une marge pour la végétation la largeur et de dérasement et comptée à partir de l'axe de la route, mais le calcul se fait au droit de la trajectoire des véhicule côté intérieure du virage.

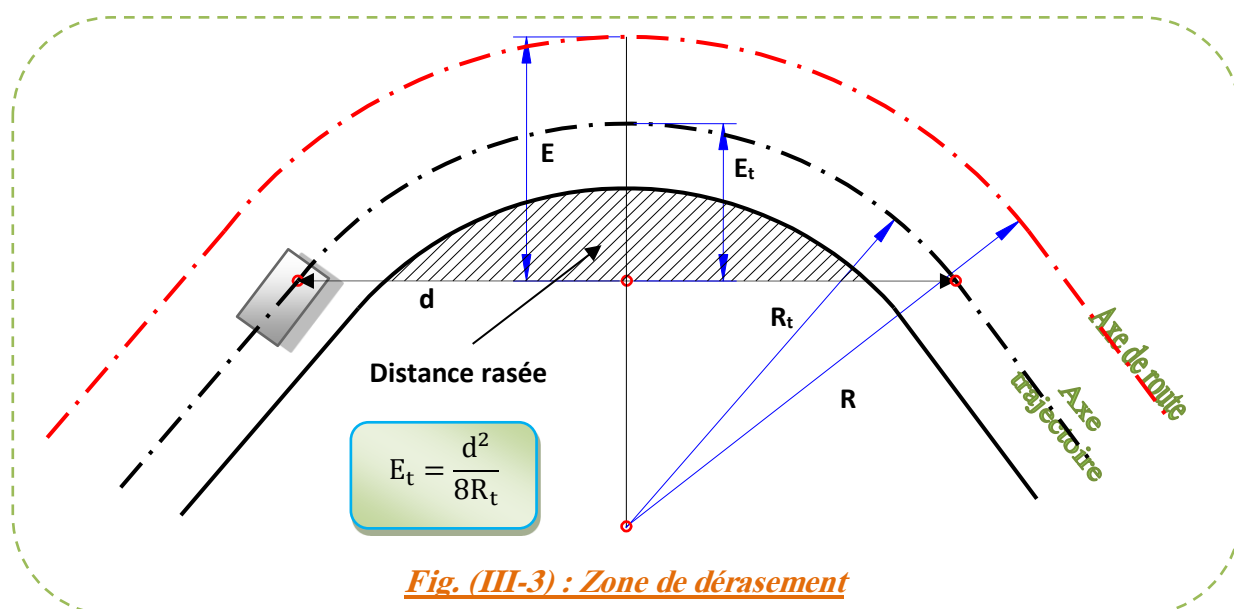


Fig. (III-3) : Zone de dérasement

Avec : d : longueur de visibilité = Md (chaussée bidirectionnel) et $R_t = R - 2,50 \text{ m}$

$d = d_{\text{arrét}} = d_1$ (chaussée unidirectionnel) et $E = E_t + 2,50 \text{ m}$

Les distances en question devraient en réalité se mesurer selon l'arc de trajectoire, mais pour simplifier on peut admettre (comme le fait la norme) qu'elles sont mesurées sur la corde de l'arc.

f) - Sur largeur :

Un long véhicule à deux (2) essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10 \text{ m}$)

R : rayon de l'axe de la route.

III. 3.3 – Les courbes de raccordement :

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et de sécurité.

La courbe de raccordement la plus utilisée est la **Clothoïde** grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de devers et de la courbure de façon à respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique qui sont limitées par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

III.3.3.1 - Rôle et nécessité des courbes de raccordement :

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes :

- + Stabilité transversale du véhicule.
- + Confort des passagers du véhicule.
- + Transition de la forme de la chaussée.
- + Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

III. 3.3.2 - Types de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- + Parabole cubique
- + Lemniscate
- + Clothoïde

a) - Parabole cubique :

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

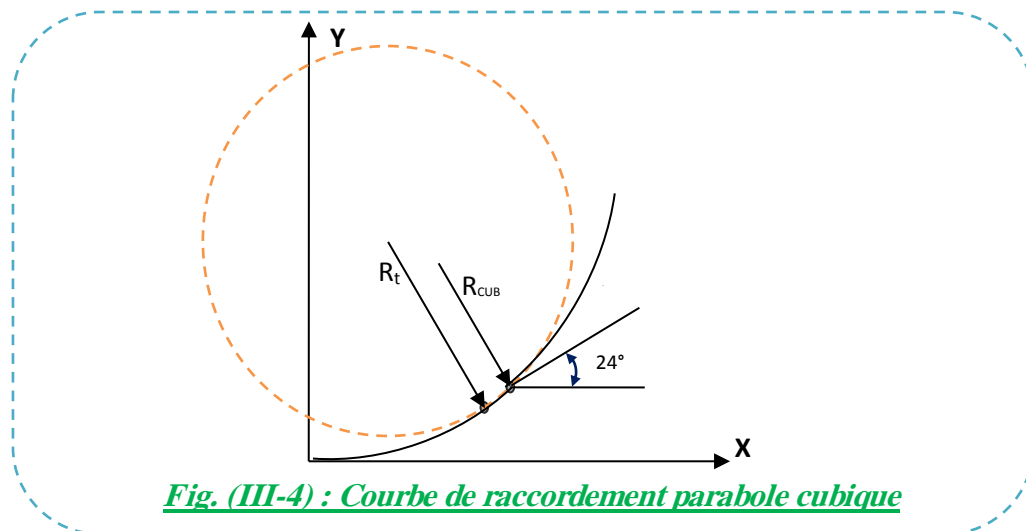


Fig. (III-4) : Courbe de raccordement parabole cubique

Equation générale : $Y = \text{constant} \cdot X^3$

b) Lemniscate :

Cette courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « **trèfle d’autoroute** » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d’inflexion.

c) Clothoïde :

La **Clothoïde** est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d’une façon continue dès l’origine où il est infini jusqu’au point asymptotique où il est nul.

La courbure de la **Clothoïde**, est linéaire par rapport à la longueur de l’arc.

Parcourue à vitesse constante, la **Clothoïde** maintient constante la variation de l’accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

c).1 - Expression mathématique de la Clothoïde:

Courbure **K** linéairement proportionnelle a la longueur curviligne **L**.

$K = C \cdot L$

On pose: $1/ C = A^2 \Rightarrow$ $L \times R = A^2$

c).2 - Eléments de la Clothoïde :

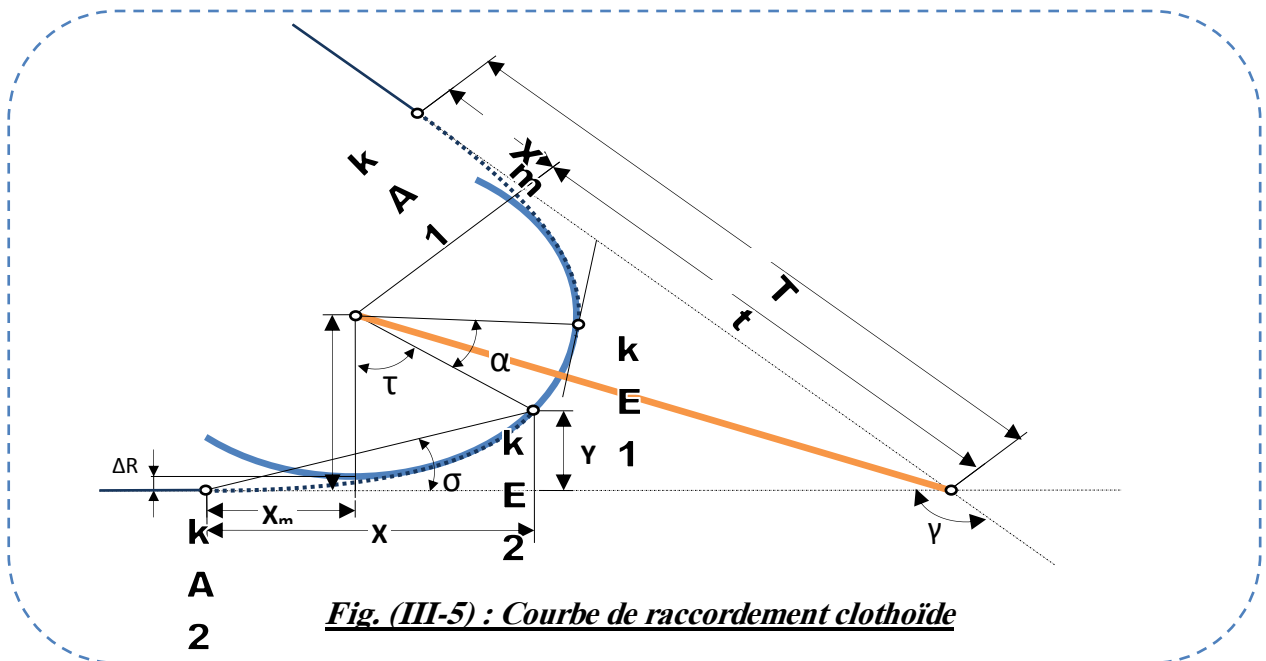


Fig. (III-5) : Courbe de raccordement clothoïde

γ : Angle entre alignement.
 T : Grande tangente.
 ΔR : Ripage.
 KA : Début de clothoïde.
 KE : Fin de clothoïde.
 σ : Angle polaire.

X_m : Abscisse du centre de cercle.
 X : Abscisse de KE.
 Y : Ordonnée de KE.
 α : Angle d'arc de cercle.
 τ : Angle de tangente.

III.4 - LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT

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

a) - Condition de confort optique :

La clothoïde doit aider à la lisibilité de la route on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être ≥ 3° pour être perceptible à l'œil.

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

REGLE GENERALE (B40) :

➤ R ≤ 1500m ΔR = 1m (éventuellement 0.5m)

$$I. = \sqrt{24R\Delta R}$$

- $1500 < R \leq 5000\text{m}$

$$\boxed{L \geq R/9}$$
- $R > 5000\text{m}$ $\Delta R = 2.5 \text{ m}$

$$\boxed{L = 7.75}$$

b) - Condition de confort dynamique :

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

$$\boxed{L = \frac{Vr^2}{18} \left(\frac{Vr^2}{127R} - \Delta d \right)}$$

Vr : vitesse de référence en (Km /h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

C) - Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers. Elle s'explique dans le rapport à son axe.

$$\boxed{L \geq l. \Delta d. Vr}$$

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

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

Cette variation est limitée à 2%.

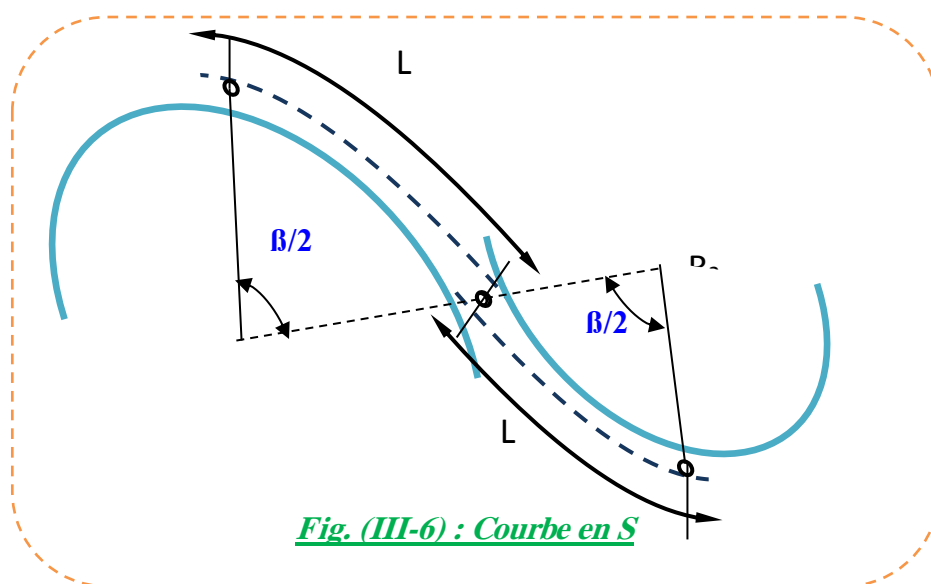
$$\boxed{L \geq \frac{5 \times \Delta d \times Vr}{36}}$$

III.5 - COMBINAISON DES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN

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

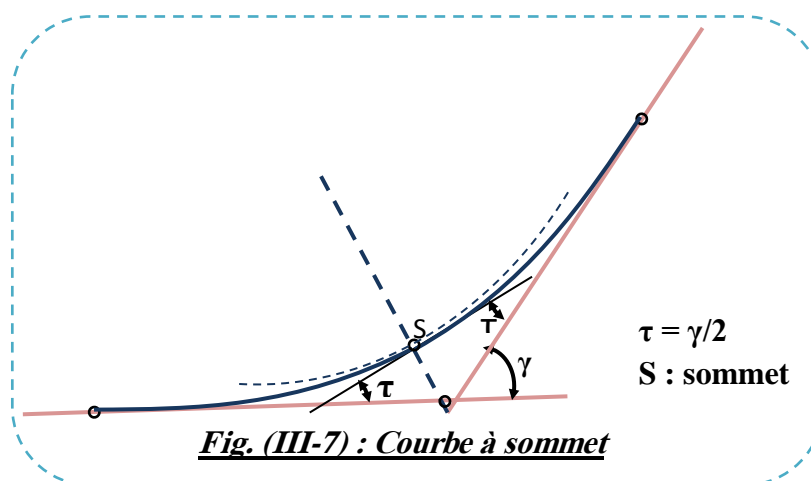
a) - Courbe en S :

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



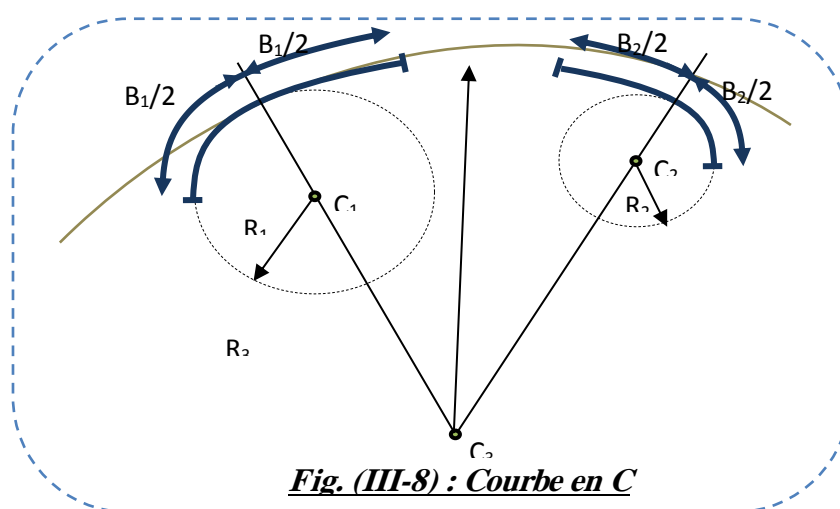
b) - Courbe à sommet :

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



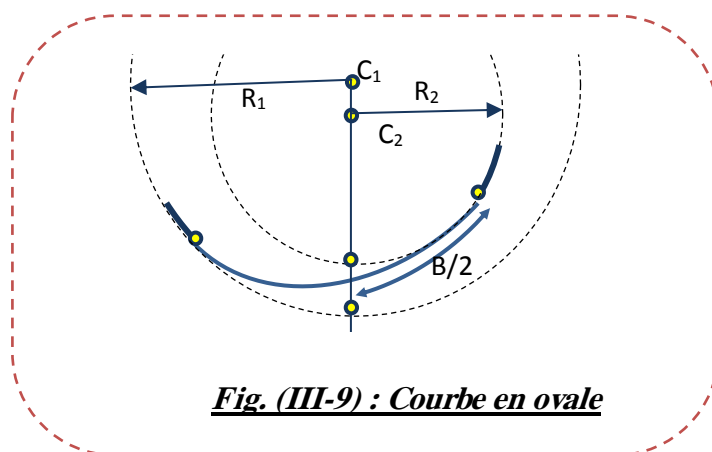
c) - Courbe en C :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.



d) - Courbe en Ove:

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



III. 6 - NOTION DE DEVERS

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe.

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

a) - Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à :

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

b) - Devers en courbe :

En courbe permet de :

- ✚ Assurer un bon écoulement des eaux superficielles.
- ✚ Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules.
- ✚ Améliorer le guidage optique.

c) - Rayon de courbure :

Pour assurer une stabilité du véhicule et réduire l'effet de la force centrifuge, on est obligé d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur d'une pente dite devers, exprimée par sa tangente; d'où le rayon de courbure.

d) - Calcul des devers :

Dans les alignements droits et dans les courbes de $R \geq RHnd$ le devers est égal à 2.5% et pour les courbes de rayon $R < RHnd$ un calcul de devers peut être fait par l'interpolation en « $1/R$ ».

$RHm < R < RHn$ on a :

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

$RHn < R < RHd$ on a :

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

Les rayons compris entre RHd et $RHnd$ sont au devers minimal mais des rayons supérieurs à $RHnd$ peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

Raccordement de devers :

En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (2.5%), en courbe ils ont des valeurs supérieures (de 3 à 7%).

Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des **Clothoïdes** :

✚ Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la **Clothoïde** jusqu'au début de l'arc de cercle.

✚ Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance **D_{min}** .

Appelée longueur de gauchissement.

$$D_{min} = \frac{5}{36} \times Vr \Delta d$$

✚ Pour les courbes en **S**, il est souhaitable de prendre le devers nul au point d'inflexion.

✚ Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens le devers peut unique peut être conservé.

III.7 - LA VITESSE DE RÉFÉRENCE DE BASE :

La vitesse de référence (**Vr**) 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 (traversée d'une ville, modification du relief, etc.....).

a) - 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.

b) - Vitesse de projet :

La vitesse de projet Vr_{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.

Remarque :

<i>La</i>	<i>Paramètres</i>	<i>symboles</i>	<i>valeurs</i>
Pour	<i>Vitesse (km/h)</i>	<i>V</i>	<i>100</i>
situé	<i>Rayon horizontal minimal (m)</i>	<i>RHm (7%)</i>	<i>450</i>
	<i>Rayon horizontal normal (m)</i>	<i>RHN (7%)</i>	<i>650</i>
	<i>Rayon horizontal déversé (m)</i>	<i>RHd (2.5%)</i>	<i>1600</i>
	<i>Rayon horizontal non déversé (m)</i>	<i>RHnd (2.5%)</i>	<i>2200</i>

notre projet ,
dans un
environnement (*E1*), et classé en catégorie (*C1*) avec une vitesse de base de **100km/h**, donc à partir du règlement **B40** on peut avoir le tableau suivant:

Tableau .III.1 : rayons du tracé en plan

III. 8 –PARAMÈTRES FONDAMENTAUX :

D'après le règlement des normes algériennes **B40**, pour un environnement **E₁** et une catégorie **C₁**, avec une vitesse de base de **100km/h**, on définit les paramètres suivants :

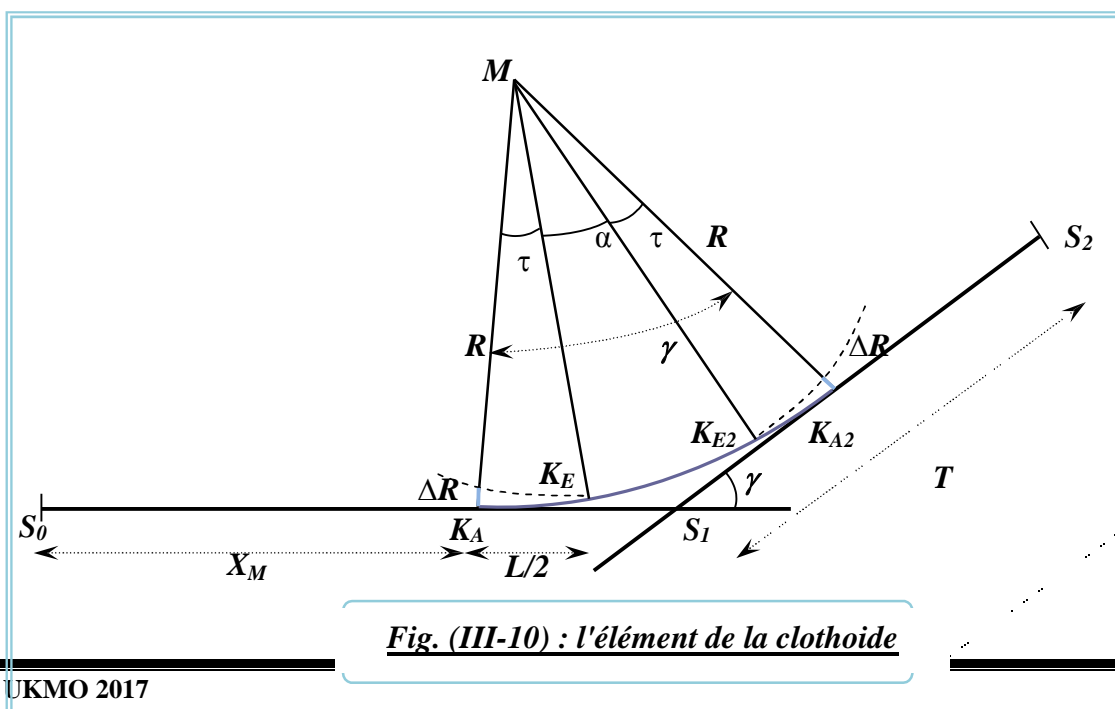
Tableau .III.2 : Paramètres fondamentaux

Paramètres	Symboles	Valeurs
------------	----------	---------

Vitesse (km/h)	V	100
Longueur minimale (m)	L _{min}	139
Longueur maximale (m)	L _{max}	1667
Devers minimal (%)	D _{min}	2.5
Devers maximal (%)	D _{max}	7
Temps de perception réaction (s)	t ₁	1.8
Frottement longitudinal	f _L	0.36
Frottement transversal	f _t	0.11
Distance de freinage (m)	d ₀	111
Distance d'arrêt (m)	d ₁	161
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	d _m	425
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	d _n	625
Distance de visibilité de manoeuvre de dépassement (m)	d _{md}	300

III.9 – CALCUL D'AXE :

Dans un calcul d'axe, la grande partie est celle de la courbe de clothoïde (fig III-1), cet élément géométrique particulier qui se définit par des formules mathématiques approchées.



L'opération de calcul d'axe n'aura lieu, qu'après avoir déterminé le couloir par le quel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. 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.

III.9.1 - 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 :

$V_r=100\text{Km/h}$	$X (m)$	$Y (m)$	$R (m)$
$S0(P1)$	770343.18	3669208.61	1040
$S1(P2)$	771021.52	3669176.80	
$S2(P3)$	771595.94	3668870.29	

III.9.2 - Caractéristiques De La Courbe De Raccordement :

a)- Calcul du paramètre A:

On sait que : $A^2 = L \times R$

b)- Détermination de L:

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

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

➤ $RHN \leq R \leq RHd$

$\Delta d = ?$

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

$\Rightarrow \Delta d = 5 - (-2.5) = 7.5 \%$

$L \geq \frac{5}{36} \times 5 \times 100 = 69.444 \text{ m} \dots\dots\dots(1)$

b).2- Condition confort optique :

$\frac{R}{3} \leq A \leq R$ D'où $346 \leq A \leq 1040$

➤ $1040 < R \leq 3120 \text{ m}$ **$L \geq R/9$**

$L \geq 1040 / 9 = 115.55 \text{ m} \dots\dots\dots(2)$

De (1) et (2) on aura : $L \geq 116 \text{ m}$

$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = (115.55 \times 1040)^{1/2} = 346.658 \text{ m}$

On prend : $A = 350 \text{ m}$ $L = A^2/R$ donc **$L = 118 \text{ m}$**

Calcul de ΔR :

$\Delta R = L^2 / 24R = 118^2 / (24 \times 1040) = 0.557 \text{ m}$ **$\Delta R = 0.557 \text{ m}$**

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.

$S_0 S_1 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S1} - X_{S0}| = 678.34 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |Y_{S1} - Y_{S0}| = 31.81 \text{ m} \end{array} \right.$

$S_1 S_2 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X_1| = |X_{S2} - X_{S1}| = 574.42 \text{ m} \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = 306.51 \text{ m} \end{array} \right.$

D'où:

$G_{s_0}^{s_1} = 200 - \text{arc tg} \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 102.983 \text{ grades}$

$$G_{s1}^{s2} = 200 - \text{arc tg} \frac{|\Delta X_1|}{|\Delta Y_1|} = 131.205 \text{ grades}$$

$$\begin{aligned} G_{s0}^{s1} &= 102.983 \text{ grades} = 92.685^\circ \\ G_{s1}^{s2} &= 131.205 \text{ grades} = 118.084^\circ \end{aligned}$$

c).1- Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{s1}^{s2} - G_{s0}^{s1}| = 28.222 \text{ grades}$$

c).2- Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{118}{2 \times 1040} \times \frac{200}{3.14} = 3.611 \text{ grades}$$

c).3- Vérification de non chevauchement:

$$\tau = 3.611 \text{ grades}$$

$$\gamma / 2 = 28.222 / 2 = 14.111 \text{ grades}$$

D'où :

$$\tau < \gamma / 2 \Rightarrow \text{pas de chevauchement.}$$

c).4- Calcul des distances

$$\overline{S_1 S_0} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = 679.085 \text{ m}$$

$$\overline{S_2 S_1} = \sqrt{(\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2)} = 651.081 \text{ m}$$

d)- Caractéristiques de la courbe de raccordement

d.1). Calcul de l'abscisse du centre du cercle:

$$X_m = \frac{A^2}{2.R} = \frac{L}{2} = 59 \text{ m.}$$

d.2). Abscisse de KE:

$$x = L \left(1 - \frac{L^2}{40.R^2} \right) = 118 \text{ m.}$$

d.3). Origine de KE:

$$y = \frac{L^2}{6.R} = 2.23 \text{ m.}$$

d.4). Calcul de la tangente:

$$T = X_m + (R + \Delta R) \text{tg} \left(\frac{\gamma}{2} \right) = 293.497 \text{ m.}$$

d.5). Calcul des Coordonnées SL:

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{118^2 + 2.23^2} = 118.021 \text{ m.}$$

d.6). Calcul de σ :

$$\sigma = \arctg\left(\frac{y}{x}\right) = \arctg\left(\frac{2.23}{118}\right) = 1.202 \text{ gr.}$$

d.7). Calcul de l'arc :

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 28.222 - (3.611 \times 2) = 21 \text{ gr.}$$

$$\widehat{K_{E1}K_{E2}} = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{200} = \frac{1040 \times \pi \times 28.222}{200} = 459.229 \text{ m.}$$

d.8). Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$K_{A1} \begin{cases} X_{KA1} = X_{S0} - (S_0 S_1 - T) \times \sin(G_{S0}^{S1} - 200) \\ Y_{KA1} = Y_{S0} - (S_0 S_1 - T) \times \cos(G_{S0}^{S1} - 200) \end{cases}$$

$$K_{A1} \begin{cases} X_{KA1} = 770728.344 \text{ m} \\ Y_{KA1} = 3669190.549 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + S_L \times \sin(G_{S0}^{S1} - \sigma) \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + S_L \times \cos(G_{S0}^{S1} - \sigma) \end{cases}$$

$$K_{E1} \begin{cases} X_{KE1} = 770846.535 \text{ m} \\ Y_{KE1} = 3669188.912 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{KA2} = X_{S1} + T \times \sin(200 - G_{S1}^{S2}) \\ Y_{KA2} = Y_{S1} - T \times \cos(200 - G_{S1}^{S2}) \end{cases}$$

$$K_{A2} \begin{cases} X_{KA2} = 771280.459 \text{ m} \\ Y_{KA2} = 3669038.629 \text{ m} \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - S_L \times \sin(G_{S1}^{S2} + \sigma) \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - S_L \times \cos(G_{S1}^{S2} + \sigma) \end{cases}$$

$$K_{E2} \begin{cases} X_{KE2} = 771177.402 \text{ m} \\ Y_{KE2} = 3669.096.146 \text{ m} \end{cases}$$

Les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe

Note :

Dans ce tronçon l'axe de dédoublement est projeté du côté gauche de la chaussée existante. Avec un TPC de 4 m.

Dans ce tronçon aucune intersection rencontrée sur toute la longueur du tronçon.

CHAPITRE : IV

PROFIL EN LONG



❧ 1- DÉFINITION

❧ 2- RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ DU PROFIL EN LONG

❧ 3- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG

❧ 4- DECLIVITES

❧ 5- RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG

❧ 6- DETERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG

❧ 7- APPLICATION AU PROJET

I. PROFIL EN LONG

IV.1- DÉFINITION :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci.

C'est en général une succession d'alignement droit (rampes et pentes) raccordés par courbe circulaires.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- ✓ L'altitude du terrain naturelle
- ✓ L'altitude du projet
- ✓ La déclivité du projet ... etc.

IV.2- RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ DU PROFIL EN LONG :

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur :

- ✓ Eviter les angles entrants 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 devers nuls dans une pente du profil en long.
- ✓ Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve.
- ✓ 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 des 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.

IV. 3 - COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :

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

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

IV. 4 - DECLIVITES :

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nombre de pente pour les descentes et rampe pour montées.

IV. 4.1 - Déclivité minimum :

Dans un terrain plat on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement au long de la route au bord de la chaussée.

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- Au moins 0,5% et de préférences 1 %, si possible.
- $I_{\min} = 0,5 \%$ dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.
- $I_{\min} = 0,5 \%$ dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

IV. 4.2 - Déclivité maximum :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à **1500m**, à cause de :

- la réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite

(cas de rampe Max).

- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique
- (Cas de pente max.).
- Donc, La déclivité maximale dépend de :
- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de **PL**.
- Condition économique.

Tableau .IV.1 : valeur de I_{max} Selon le B40

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

Pour notre cas la vitesse $V_R=100$ Km/h donc la pente maximale $I_{max} = 5\%$.

IV.5 - RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long.

Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort.

On distingue deux types :

IV. 5.1- Raccordement convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements parabolique en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et visibilité d'autre part.

a)- Condition de confort :

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle le véhicule sera soumis lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe.

Limitation de l'accélération verticale :

$g/40$: pour C 1 -2 $g/30$: pour C 3- 4- 5

$$\frac{V_R^2}{RV} < \frac{g}{40}$$

Pour : $g= 10$ m/s

Dans notre cas :

Avec :

$$RV_{min} = \begin{cases} 0.3 V_R^2 & \text{pour C (1 - 2)} \\ 0.23 V_R^2 & \text{pour C (3 - 4 - 5)} \end{cases}$$

$$RV_{min} = 0.3 V_R^2$$

RV : rayon vertical (m).

VR : vitesse référence (km/h)

b) - Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des pointes des points hauts comme condition supplémentaires à celle de confort.

Il faut que deux véhicule 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 l'expression :

$$RV = \frac{d_0^2}{2} (h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \times h_1})$$

Avec :

d₀ : distance d'arrêt (m).

h₀ : hauteur de l'œil (m).

h₁ : hauteur de l'obstacle (m).

IV. 5.2- Raccordement concave (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 :

$$R'V = \frac{d_0^2}{(1.5 + 0.035 \times d_0)}$$

Avec :

d₀ : distance d'arrêt (m).

Condition esthétique

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur des distances courtes, pour éviter cet effet on impose une minimale ($b > 50$) pour dévers $d < 10\%$ (spécial échangeur).

$$RV_{min} = 100 \times \frac{50}{\Delta d(\%)}$$

Avec :

Δd : changement de dévers

RV_{min} : rayon verticale minimale

V.6 - DETERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG :

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

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

A l'équation de la parabole

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

Pratiquement le calcul de raccordement se fait de la façon suivante :

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

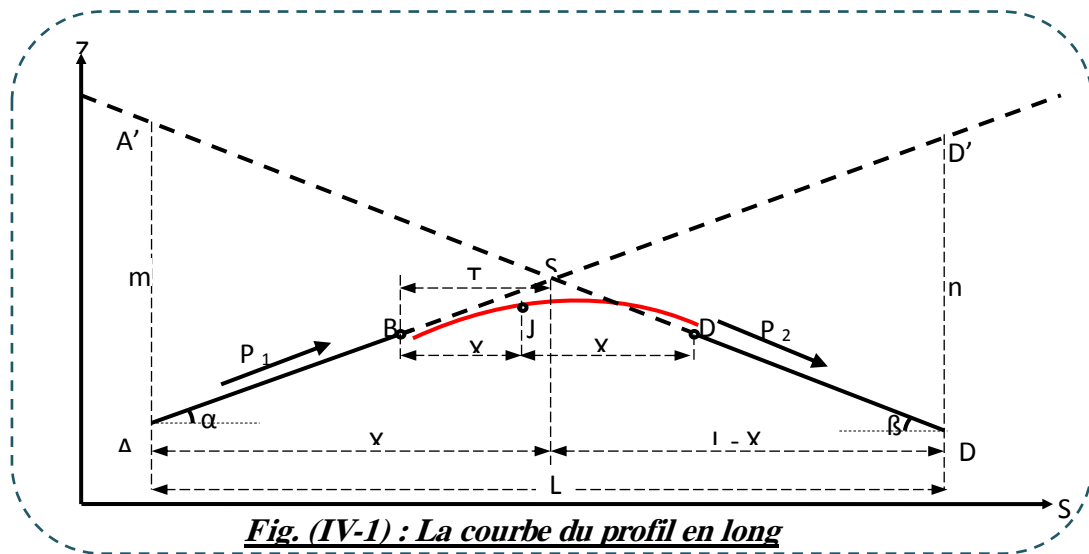


Fig. (IV-1) : La courbe du profil en long

1) - Détermination de la position du point d'encontre (s) :

On a :

$$Z_{A'} = Z_D + L.P_2 \quad , \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_{D'} = Z_A + L.P_1 \quad , \quad n = Z_{D'} - Z_D$$

Les deux triangles (A'SA) et (SDD') sont semblables donc :

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

$$S_S = S_A + x$$

$$Z_S = Z_A + x.P_1$$

2) - Calcul des points de tangente :

$$T = \frac{R}{2} (|P_1| \mp |P_2|)$$

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires,

On prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

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

$$\begin{array}{l}
 \text{B} \left\{ \begin{array}{l} S_B = S_S - T \\ Z_B = Z_S - T.P_1 \end{array} \right. \qquad \text{C} \left\{ \begin{array}{l} S_C = S_S + T \\ Z_C = Z_S - T.P_2 \end{array} \right.
 \end{array}$$

3) - Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J) :

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

$X_1 = R \times P_1$

$X_2 = R \times P_2$

$$\begin{array}{l}
 S_J = S_B - X_1 \\
 Z_J = Z_B + X_1 \times P_1 - \frac{X_1^2}{(2R)}
 \end{array}$$



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

IV. 7- APPLICATION AU PROJET :

IV.7.1- Caractéristiques des rayons en long :

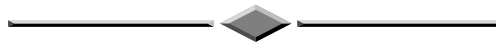
Pour notre projet on a les paramètre géométrique concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableaux suivant (selon le B40) :

Tableau (IV-2) : Caractéristique des rayons verticaux

Catégorie		C1	
Environnement		E1	
Vitesse (km/h)		100	
Rayon en angle saillant RV 	Chaussée unidirectionnelle (2x2voies)		
	Rvm2 (minimal absolu) en m	6000	
	RVN2 (minimal normal) en m	12000	
Rayon en angle rentrant RV 	Chaussée unidirectionnelle (2x2 voies)		
	Rvm2 (minimal absolu) en m	3000	
	RVN2 (minimal normal) en m	4200	
Déclivité maximale I _{max} (%)		5	

CHAPITRE : V

PROFIL EN TRAVERS



❧ 1-DÉFINITION

❧ 2 - DIFFERENT TYPE DE PROFIL EN TRAVERS

❧ 3-LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS

❧ 4. APPLICATION AU NOTRE PROJET

V. PROFIL EN TRAVERS

V. 1 – DÉFINITION :

Les profils en travers sont des sections transversales, effectuées selon des plans verticaux perpendiculaires à l'axe de la route.

On distingue trois types de profil :

1. profil en déblai
2. profil en remblai.
3. profil mixte.

V. 2 - DIFFERENTS TYPES DE PROFIL EN TRAVERS :

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

V. 2.1 - profil en travers type :

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

V. 2.2 - profil en travers courants :

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

V. 3 - LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS :

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

a) - La chaussée :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.

La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

b) - La largeur roulable :

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

c) - La plateforme :

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

Bandes d'arrêts.

d) - Assiette :

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

e) - L'emprise :

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances elle coïncidant généralement avec le domaine public.

f) - Les accotements :

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

- Ils comportent généralement les éléments suivants :
- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

g) - 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.

h) - Le fossé :

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

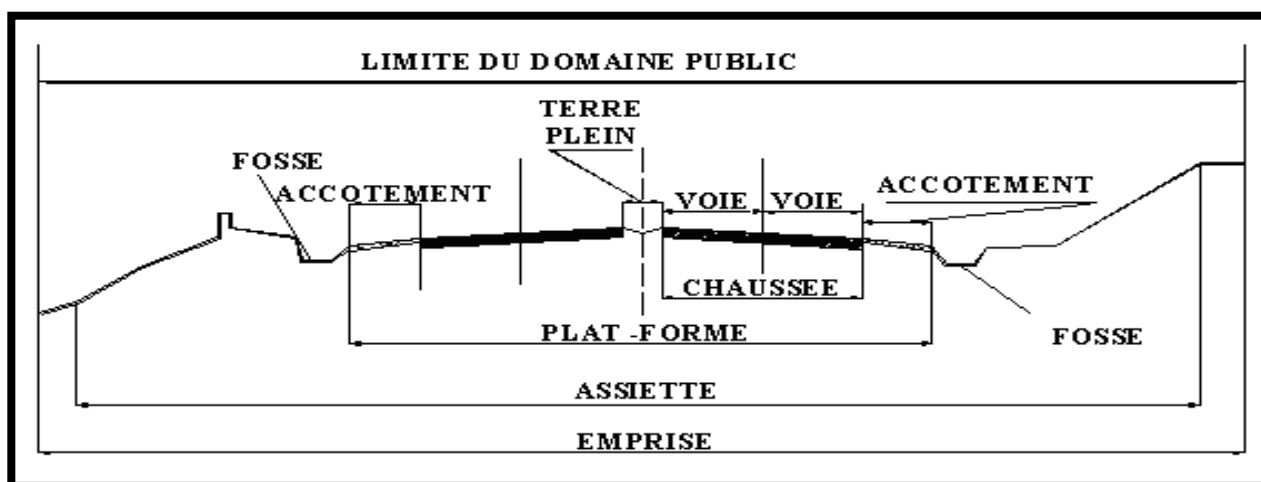


Fig. (V-1) : Le profil en travers

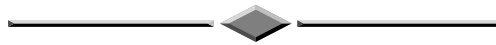
V. 4 - APPLICATION AU NOTRE PROJET :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel ((PISTE 5.05))

Voir ((Annexe))

CHAPITRE : VI

CALCUL DES CUBATURES



❧ 1- INTRODUCTION

❧ 2- CUBATURES DES TERRASEMENTS

❧ 3- Méthode utilisée

❧ 4- Méthode classique

VI. CALCUL DES CUBATURES

VI.1- INTRODUCTION :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- les profils en long
- les profils en travers
- les distances entre les profils.

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

VI.2 - CUBATURES DES TERRASEMENTS :

On entend par cubature le calcul des volumes déblais remblais à déplacer pour respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

Comme notre est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais remblais.

Le calcul exact est pratiquement impossible VU l'irrégularité des surfaces.

VI.3 - METHODE UTILISEE :


Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi lesquelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.


VI.3.1 - Description de la Méthode

En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_0)$$

Où h, S₁, S₂ et S₀ désignant respectivement :

 Hauteur entre deux profils.

 Hauteur des deux profils.

Surface limitée à mi-distances des profils.

ici à la figure ci-dessous on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.

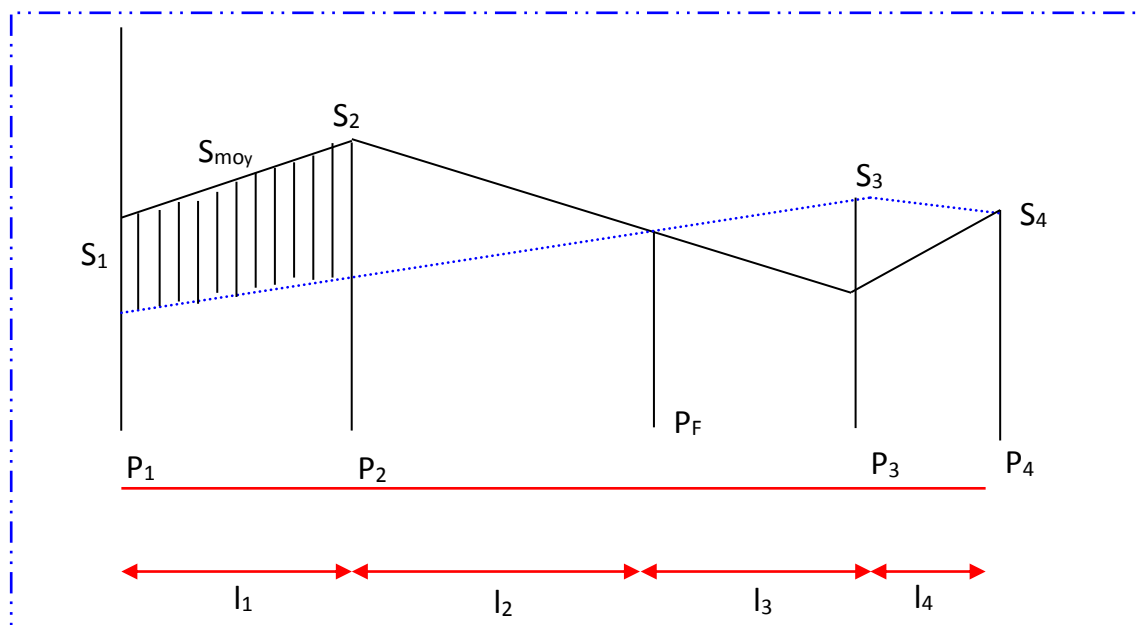


Fig. (VI-1) : Profil adopté pour tracé en long

Le volume compris entre les deux profils en travers P₁ et P₂ de section S₁ et S₂ sera égale à :

$$V = \frac{l_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines

les deux expressions S_{moy} et $\frac{(S_1 + S_2)}{2}$.

Ceci donne :
$$V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

Donc les volumes seront :

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 \quad V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

$$\text{Entre } P_2 \text{ et } P_F \quad V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$$

$$\text{Entre } P_F \text{ et } P_3 \quad V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$$

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

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} \times 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

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

VI.4 - METHODE 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 5.05** 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 : $V_D = 108\,987 \text{ m}^3$
- ✓ Le volume de remblai est de : $V_R = 37\,310 \text{ m}^3$

Voir l'annexe

CHAPITRE : VII

ETUDE GEOTECHNIQUE



❧ 1-INTRODUCTION

❧ 2 - LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE

❧ 3 - CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS

❧ 4 – CONCLUSION

VII. ETUDE GEOTECHNIQUE

VII.1- INTRODUCTION :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée.

Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés ; Ce qui exige des reconnaissances géotechniques.

VII.2- LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :

Les essais réalisés en laboratoire pour les échantillons prélevés de notre projet sont :

- ✓ Des essais d'identification.
- ✓ Des essais mécaniques.

1) Les essais d'identification :

- ✓ Analyses chimiques sommaires.
- ✓ Analyse granulométrique.
- ✓ Limites d'Atterberg.

2) Les essais mécaniques :

Essai PROCTOR et PROCTOR MODIFIE.

Essai CBR imbibé.

IV.2.1- Définitions des essais d'identification :

a) - Analyses chimiques sommaires

Le but des essais chimiques est de déterminer les différents pourcentages des : insolubles, gypse, calcaire, chlorures des matériaux du sol support.

b) - Analyses granulométriques :

Les résultats des analyses granulométriques sont des courbes dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique, cette analyse se fait par une série des tamis.

1) Principe de l'essai :

L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoirs reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes

2) But de l'essai :

C'est un essai pour objet de la détermination en poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).

3) Domaine d'utilisation :

La granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation.

c) - Limites d'Atterberg :

1) Limite de plasticité (W_p) :

caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plastique.

Elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%.

2) Limite de liquidité (W_L) :

Caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide

$$W_L = \omega (N/25)^{0.121}$$

ω : teneur en eau au moment de l'essai donnant n coups

N: nombre de coups

IP: L'indice de plasticité

$$IP = W_L - W_p$$

3) Principe de l'essai :

la détermination de W_L et W_p nous donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permette de le classer grâce à l'abaque de plasticité de Casa grande.

4) But de l'essai :

Cette essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action de la teneur en eau, il se fait uniquement sur les éléments fins du sol (caractériser les sols fins).

5) Domaine d'application :

L'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme).

VII.2.2-Définitions des essais mécaniques :

a) - Essai PROCTOR :

L'essai Proctor est un essai de compactage, il s'effectue à l'aide d'un moule normale ou un moule modifiée.

1) Principe de l'essai :

L'essai consiste à mesurer le poids volumique sec d'un sol dispose en trois couches dans un moule dit moule Proctor de volume connu, dans chaque couche étant compacte avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage pour obtenu la meilleure teneur en eau que ronde la meilleur portance de sol.

Les grains passants par le tamis de **5 mm** sont compactés dans le moule Proctor.

2) But de l'essai :

L'essai Proctor consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (La réduction de son volume par réduction des vides d'air) et la teneur en eau, c'est-à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour avoir un terrain bien compactée et une portance acceptable.

3) Domaine d'utilisation :

Cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de fondations (route, piste d'aérodromes...).

b) - Essai C.B.R (California Bearing Ration):

On réalise en général trois essais :

« CBR standard », « CBR immédiat », « CBR imbibé ».

On s'intéresse actuellement au « CBR imbibé ».

1) Principe de l'essai :

on compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, 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) heures ou bien (4) jours.

Les passants sur le tamis inférieur à **20 mm** dans le moule CBR.

2) But de l'essai :

L'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au

poinçonnement.

3) Domaine d'utilisation :

Cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orienter les travaux de terrassements.

Les Résultats des essais :

A travers les échantillons prélevés sur toute la longueur du projet on peut distinguer les informations suivantes :

1- Encrouement calcaire

Ce matériau se trouve en alternance avec la dalle calcaire au niveau du plateau.

Il présente les caractéristiques géotechniques suivantes :

- Un pourcentage des fines (<0.08 mm) allant de 17 % à 39 %

Analyse chimique :

- ❖ % d'insoluble : entre 8.7 et 46 %
- ❖ % SO_3^2 : entre 00 et 7.75 %

- Les caractéristiques mécaniques :
 - $\gamma_{d \max} = 1.64 - 1.90 \text{ t/m}^3$.
 - $W_{OPM} = 9.2 - 14\%$.
 - CBR = 8- 33% (imbibé a 4 heures).

2- Sable silteux:

Des échantillons ont été prélevés de ce faciès, il présente les caractéristiques géotechniques suivantes :

- Un pourcentage des fines (<0.08 mm) allant de 7 % à 39 %.
- Analyse chimique :
 - ❖ % d'insoluble : entre 77 et 84 %.
 - ❖ % SO_3^2 : 00.
 - ❖ % $CA CO_3$ entre 02 et 16 %.

Les caractéristiques mécaniques :

- $\gamma_{d \max} = 1.58 - 1.94 \text{ t/m}^3$.
- $W_{OPM} = 9.60 - 10.90 \%$.
- CBR = 8-33 % (imbibé à 4 jours).

Classification des matériaux :

Selon la classification G.T.R (Guide de terrassements routiers), les matériaux issus des puits axes font partie des classes suivants :

Classe B : principalement la sous -classe B₂

VII. 3 - CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- ✓ Pierre de dimension > 80mm.
- ✓ Matériaux plastique IP < 12% ou organique.
- ✓ On évite les sols à forte teneur en argile.
- ✓ Les remblais seront réalisés et soigneusement réglés et compactés sur l'emprise.

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 20cm d'épaisseur en moyenne et compacté à 96 % de l'OPN.

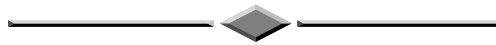
VII. 4- CONCLUSION :

L'étude de portance du sol support est identifiée comme phase essentielle pour toute géotechnique. L'état hydrique des matériaux existants ne peut pas être perdu de vue compte tenu qu'il a une influence directe sur la stabilité de l'ouvrage.

La structure de chaussée doit être posée sur une assise stable avec une portance homogène et invariable.

CHAPITRE : VIII

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE



- ❧ 1. INTRODUCTION
- ❧ 2. LA CHAUSSEE
- ❧ 3. LES DIFFERENTS FACTEURS POUR LES ETUDES DE
DIMENSIONNEMENT
- ❧ 4. METHODES DE DIMENSIONNEMENT
- ❧ 5. APPLICATION AU PROJET
- ❧ 6. CONCLUSION

VIII. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

VIII.1 - INTRODUCTION :

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

Gradients thermiques, pluie, vent etc... Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques structurelles lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

- ✓ Le trafic.
- ✓ L'environnement de la route (le climat essentiellement).
- ✓ Le sol support.

VIII.2 - LA CHAUSSEE :

VIII.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.

A la suite, la chaussée est appelée à :

- ✓ Supporter la circulation des différents véhicules.
- ✓ Repartir les charges sur le terrain de fondation.

La chaussée a tendance donc d'assurer une circulation rapide et un confort permanent aux usagers.

De point de vue structurel, la chaussée est définie comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

Pour ce faire, elle doit disposer d'une endurance continue et d'un uni régulier.

VIII.2.2 - Différents types de chaussées :

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

- ✓ *Chaussée souple.*
- ✓ *Chaussée semi-rigide.*
- ✓ *Chaussée rigide.*

VIII.2.2.1 - Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à 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) de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés

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, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

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

c)- Couche de fondation :

Complètement en matériaux non traités (en Algérie), elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer un

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

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.

L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.

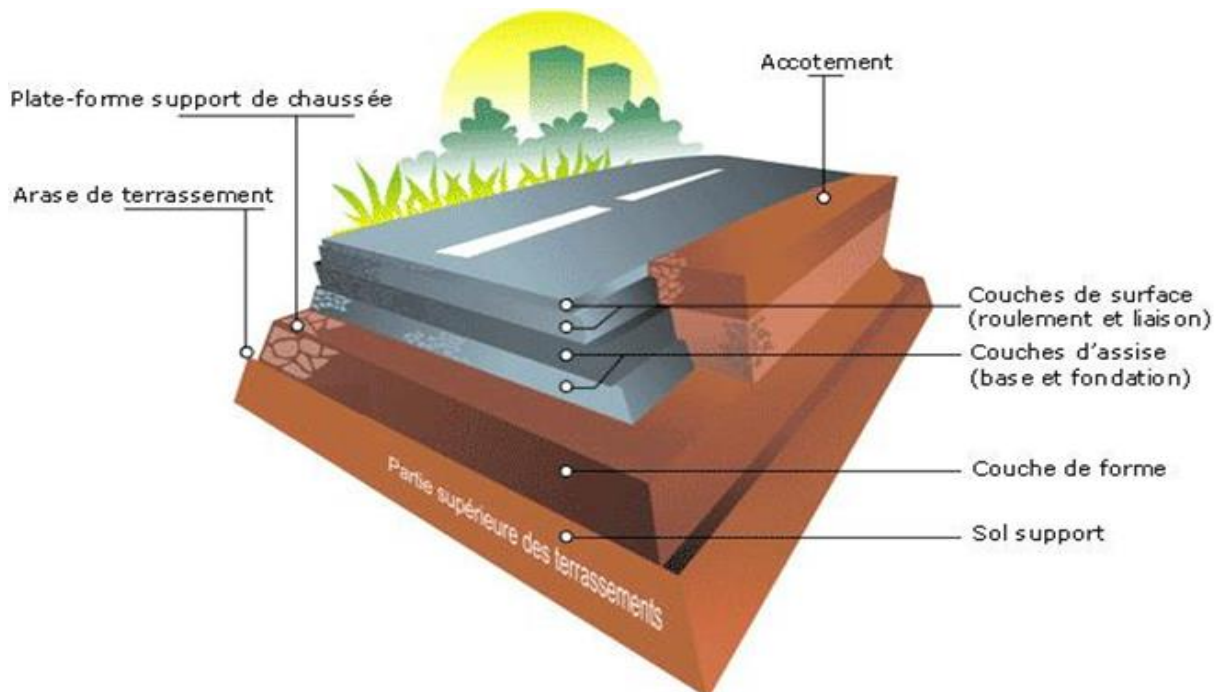


Fig. (VIII-1) : Les éléments du tracé en plan

VIII.2.2.2 - 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 mm.
- Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

VIII.2.2.3 - Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de la chaussée souple) qui, en 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 : elle peut être traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautiques).

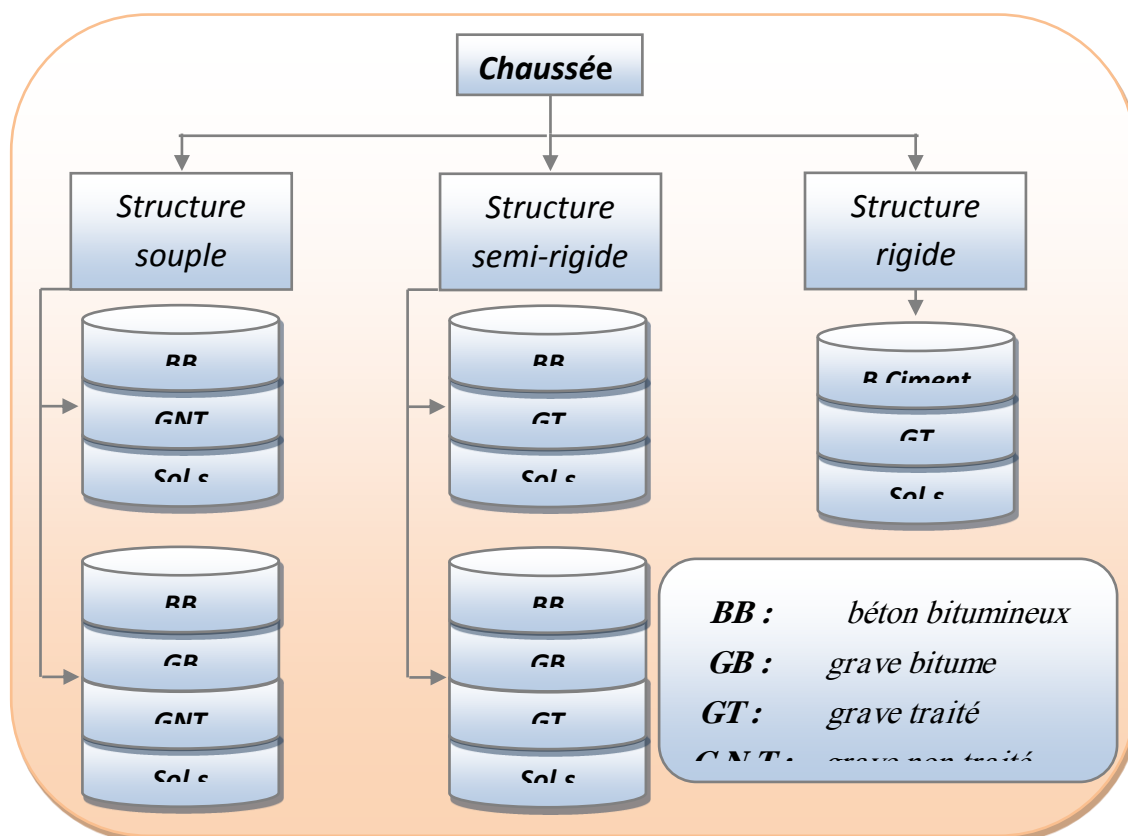


Fig. (VIII-2) : types de chaussées

VIII.3 - LES DIFFERENTS FACTEURS POUR LES ETUDES DE

DIMENSIONNEMENT :

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

VIII.3.1 - Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur a 3.5 tonnes) .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 :

$$N = T.A.C$$

Avec :

N : *trafic cumulé.*

A : *facteur d'agressivité globale du trafic.*

C : *facteur de croissance :*

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

Avec :

τ : *Taux de croissance du trafic.*

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

VIII.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 intervient 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 ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

VIII.3.3 - Le sol support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constitué 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.

VIII.3.4 - Matériaux :

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

VIII.4 - METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

Nous avons deux grandes familles de méthodes :

- Celle qui utilise la structure de la chaussée à travers un modèle mécanique pour la détermination des contraintes et déformations, cette méthode est dite rationnelle.
- L'autre qui consiste à observer le comportement sous trafic des chaussées (réelles ou expérimentales) et d'en déduire les règles pratiques du dimensionnement, et c'est la méthode empirique.

Cette dernière contient elle-même les méthodes suivantes :

VIII.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.

Avec:

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

(cm)

- **e**: épaisseur.
- **I_{CBR}** : 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:

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

Où:

C_1, C_2, C_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

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

Tableau .VIII.1 : Les valeurs des coefficients d'équivalence

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

VIII.5 - APPLICATION AU PROJET :

VIII.5.1 - Méthode de l'indice CBR :

1) Données de l'étude :

- Le trafic à l'année 2020 $TJMA_{2020} = 7761$ v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4$ %
- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 42,5$ %
- L'année de mise en service sera en 2020
- La durée de vie estimée de 20 ans

2) Répartition de trafic :

- $TJMA_{2020} = 7761$ (V/j).
- $TJMA_{2020} = 3881$ (V/j/sens)
- $T_{PL2020} = 0,425 \times 3881 = 1650$ PL /j/sens

➤ $TPL_{2040} = (1+\tau)^{20} \cdot PL_{2020} = (1+0,04)^{20} \times 1650 \approx 3616(PL/j/sens)$

3) Calcul d' épaisseur:

On a C.B.R= 8 %

$TMJA \times 365 \times 1.5t \geq 100000 \text{ t/ans} \Rightarrow 6634 \times 365 \times 1.5 = 3632115 \text{ (t/ans)} > 100000 \text{ (t/ans)}$

Donc : $e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5} \Rightarrow e = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log \frac{3616}{10})}{8 + 5} = 47,48 \text{ cm}$

L'épaisseur totale :

$e = 47,48 \text{ cm} \approx 48 \text{ cm}$

4) Epaisseur équivalente :

$e \text{ équivalente} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :

$a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 48 \text{ cm}$

Pour résoudre l'équation précédente, on fixe 2 épaisseurs et on calcule la 3^{ème}

- **Couche de roulement** en béton bitumineux (B.B) : $a_1 \times e_1 = 6 \times 2 = 12 \text{ cm}$.
- **Couche de base** en grave Concassée (G.B) : $a_2 \times e_2 = 12 \times 1.5 = 18 \text{ cm}$.

Donc L'épaisseur de la **couche de fondation** e_3 en (G.C) est de : $a_3 \times e_3 = 20 \times 1 = 20 \text{ cm}$

$e \text{ équivalent} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 6 \times 2 + 12 \times 1.5 + 20 \times 1 = 50 \text{ cm}$

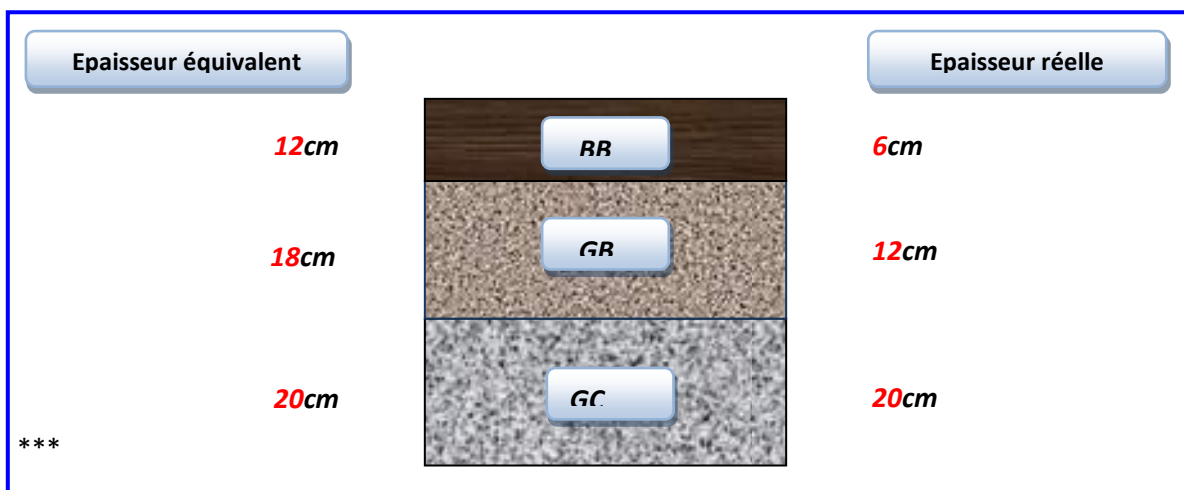


Fig. (VIII-3) : La structure de chaussée I

VIII.5.2. Méthode de catalogue des chaussées Neuves (CTTP) :

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 démarche de la méthode est présentée ci-dessous :

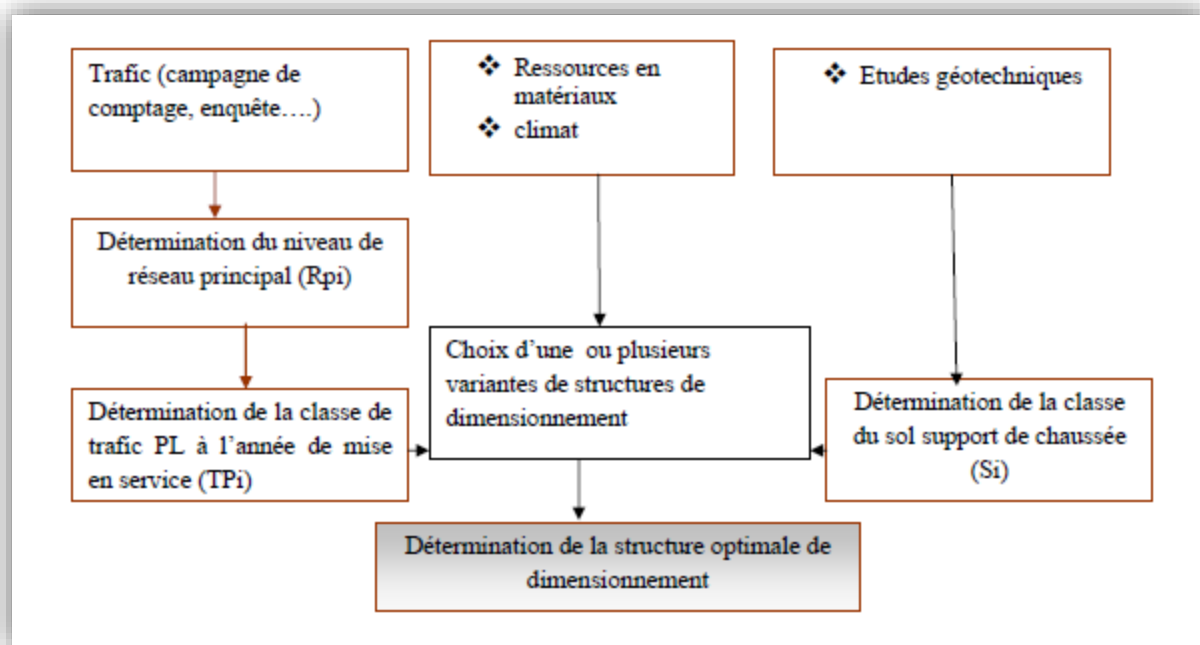


Figure (VIII.4) : La démarche de la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

❖ **Détermination du type des réseaux principaux :**

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

Tableau (VIII.2) : Réseaux principaux

RESEAU PRINCIPAL	TRAFIC (VEHICULES/JOUR)
RP1	>1500
RP2	<1500

Détermination de la classe de trafic :

Chaussée unidirectionnel à deux voies : 90% DU TRAFIC PL sur la voie lente de droit.

$$T_c = (3616 / 2) \times 0.9 = 1627.2 \quad T_c \approx 1700 \text{ pl/j/sens}$$

Les classes de trafic (TPL_i) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL par jour et par sens à l'année de mise en service.

Classe TPL_i pour RP1 :

Tableau (VIII.3) : La classe de trafic

TPL ₁	TPL ₃	TPL ₄	TPL ₅	TPL ₆	TPL ₇
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

TPL = 1700 (PL/j/sens).

La classe de trafic est **TPL₆**.

Donc : la classe de trafic est : **TPL₆**

Détermination de la classe du sol :

➤ **ICBR = 8 → ICBR (5 - 10)**

Donc : Le sol est classé sur la classe **S₃**.

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

Structure souple (s, fiche n° 2) on a sol **S₃** et trafic **TPL₆**

On a besoin de faire une couche de forme de 40 cm pour augmenter la portance de sol.

Tableau .VIII.4 : sur classement avec couche de forme en matériaux non traité

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

❖ **Détermination de la zone climatique :**

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet se situe dans la zone climatique IV (<100 mm/an).

❖ **Choix de dimensionnement :**

La route est classer 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 utilisant la méthode du catalogue français qui se base sur la nature la plateforme et les valeurs de portance du sol et le trafic, on obtient ce qui suit :

Nature du sol support	Plat forme	TCi	structure
Sable limoneux	PF2	TC6	8BB+14GB+20 SG

- **Revêtement** : Béton bitumineux (**BB**) = **8 cm**
- **couche de base** : Grave bitumineux (**GB**) = **14 cm**
- **Couche de fondation** : Sable Gypseux de (**SG**) = **20 cm**

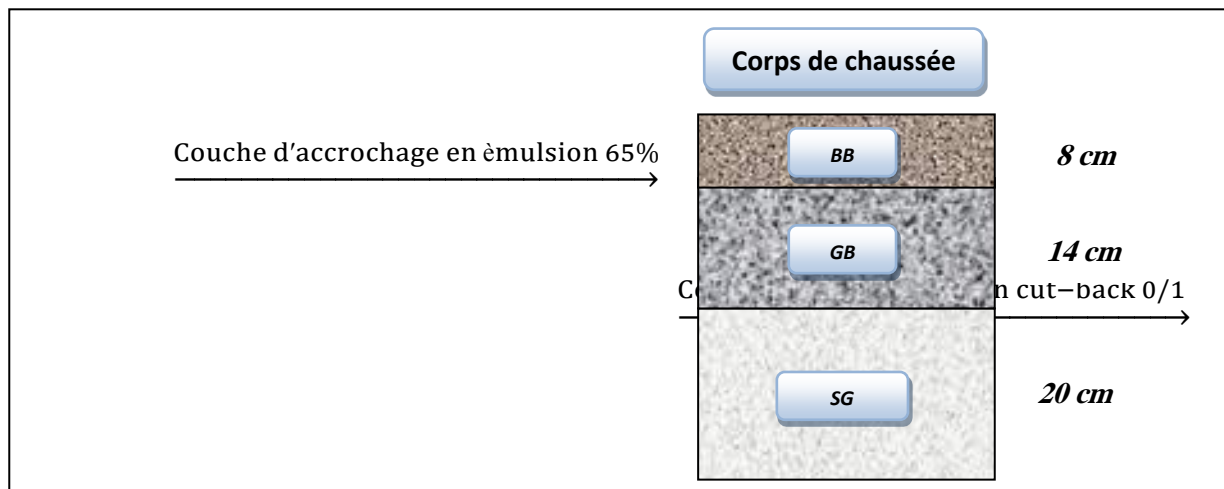


Fig. (VIII-5) : La structure de chaussée II

Résumé : L’application des deux méthodes nous donne les résultats suivants :

Méthode	C.B.R	Catalogue des structures
Corps de chaussée	6BB+14GB+20GC	8BB+14GB+20SG

VIII.6 - Conclusion :

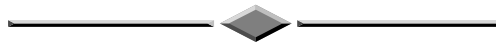
A la lumière de résultats obtenus par les deux méthodes, on adopte pour la totalité des travaux neufs les épaisseurs obtenues à travers la méthode CBR, pour des raisons économiques, Il est à signaler aussi que cette méthode est la plus répandue en Algérie.

Ainsi que la règle de répartition de module de rigidité n'est satisfait pas pour la méthode de CCTP.

- **Couche de roulement (BB)** de 6 cm.
- **Couche de base (GB)** de 12 cm
- **Couche de fondation** en (GC) de 20 cm
- **Couche de forme** en (TUF) de 20 cm

CHAPITRE : IX

ASSAINISSEMENT



- ❧ 1-INTRODUCTION
- ❧ 2-OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT
- ❧ 3-ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE
- ❧ 4-DEFINITION DES TERMES HYDRAULIQUE
- ❧ 5-APPLICATION AU PROJET

IX. ASSAINISSEMENT

IX.1 - INTRODUCTION :

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

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

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

1) Pour les chaussées :

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

2) Pour les talus :

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillements du pied de talus.

Les études hydrauliques inventorient l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

IX.2 - OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.

- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers le corps de chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

IX.3 - ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE :

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc. dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

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

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

a) Fossé de pied du talus de déblai :

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

b) Fossé de crête de déblai :

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate-forme.

c) Fossé de pied de talus de remblai :

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement).ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate-forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

d) Drain :

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau

circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

e) Descentes d'eau :

Dans les sections d'autoroute en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m.

IX.4 - DEFINITIONS DES TERMES HYDRAULIQUE :

a) Bassin versant :

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

b) Collecteur principal (canalisation) :

C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

c) Chambre de visite (cheminée) :

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

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

d) Sacs :

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés, par les eaux superficielles.

e) Fossés de crêtes :

C'est un outil construit à fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

f) Décence d'eau :

Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

g) Les regards :

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

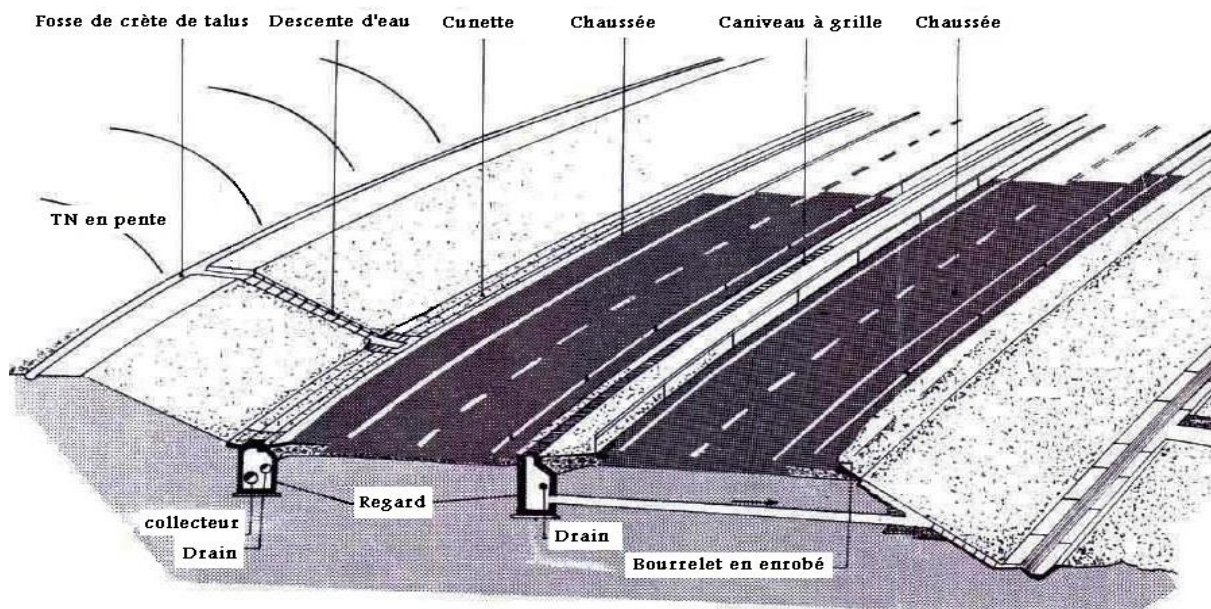


Fig. (IX-1) : l'emplacement des ouvrages d'assainissements

IX.5 - APPLICATION A NOTRE PROJET D'ETUDE :

La wilaya d'OUARGLA en général se trouve dans une zone désertique ayant un climat aride « sec et chaud », possédant une précipitation moyenne annuelle de 40 à 30 mm par an d'où on déduit une faible quantité d'eau qui est absorbée rapidement par le sol sableux.

Le sol sableux possédant des cuvettes et des dépressions qui a une caractéristique de la porosité, ne demande pas la réalisation des drainages « caniveaux, conduites fermées ».

Le système de drainage de routes dans la région de Ouargla est réalisé sur la base des pentes « dévers » des terrains qui entourent les chaussées, permettant d'accueillir les eaux de pluies qui proviennent des chaussées celles-ci seront évacuées par infiltration et évaporation.

Tenant compte de la pluviométrie qui est accidentelle, les caractéristiques de terrain sableux « l'évacuation rapide des eaux tombées » et l'existence des pentes de part et d'autre des chaussées, le système de drainage n'est pas préconisé dans ce cas, donc nous utilisons le système des pentes des bandes latérales de la route.

CHAPITRE : X

SIGNALISATION



❧ 1- INTRODUCTION

❧ 2 - L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIÈRE

❧ 3- CATÉGORIES DE SIGNALISATION

❧ 4 - RÈGLES À RESPECTER POUR LA SIGNALISATION

❧ 5- TYPES DE SIGNALISATION

❧ 6- CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES MARQUES

X. SIGNALISATION

X.1 - INTRODUCTION :

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

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

X.2 - L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIÈRE :

La signalisation routière a pour objet :

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

X.3 - CATÉGORIES 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.4 - RÈGLES À RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :

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

- ♣ Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- ♣ Cohérence 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.5 - TYPES DE SIGNALISATION :

X.5.1- Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

Elles peuvent être classées dans quatre classes :

a) - Signaux de danger :

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

b) - Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

c) - Signaux à simple indication :

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

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

d) - Signaux de position des dangers :

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

X. 5.2 - Signalisation Horizontale :

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

a) - Marquage longitudinal :

Lignes continue :

Les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.

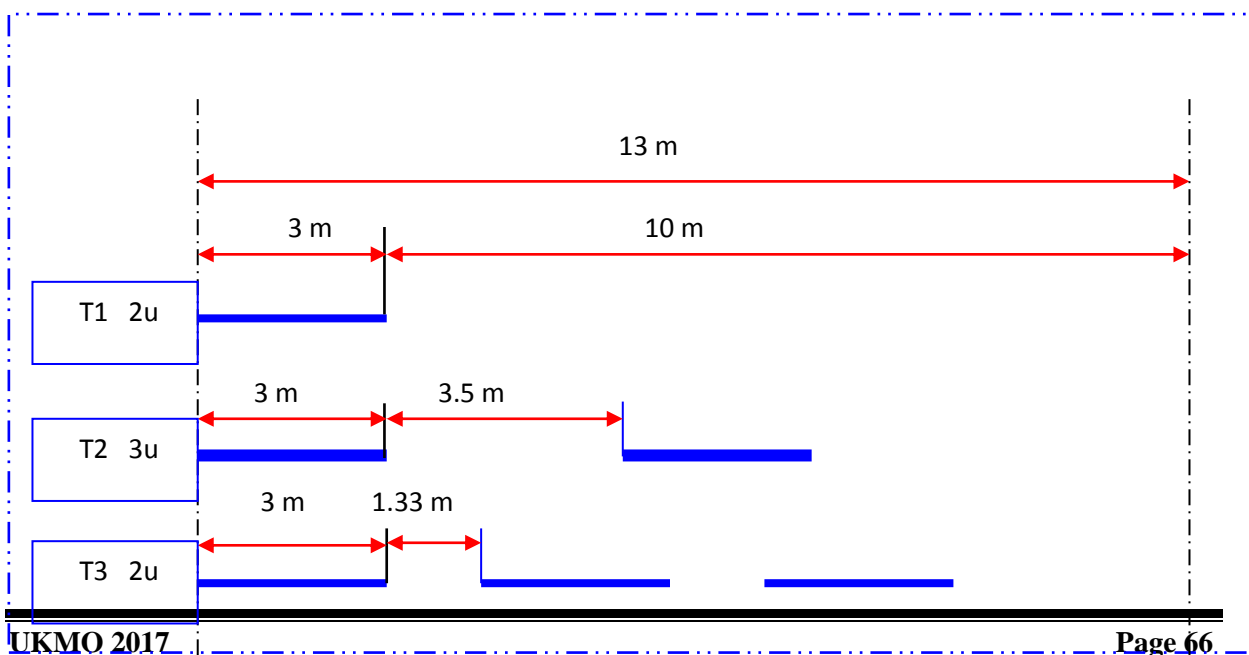
Lignes discontinues :

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

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

Modulation des lignes discontinues :

Elles sont basées sur une longueur périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :



Fig(X.1) : Types de modulation**Tableau.X.1 : Caractéristiques des lignes discontinues**

Rapport Plein/Vide	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Longueur du trait (m)	Type de modulation
$\approx 1/3$	10 5	3 1.5	T ₁ T' ₁
≈ 1	3.5 0.5	6 0.5	T ₂ T' ₂
≈ 3	1.33 6	3 20	T ₃ T' ₃

b) - Marquage transversal :**Lignes transversales continue :**

Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

Lignes transversales discontinue :

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

X.6 - CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES MARQUES :

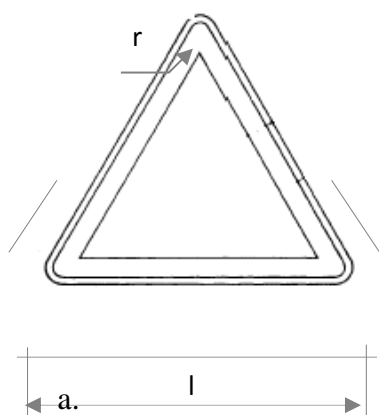
- ♣ Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- ♣ La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route, à savoir :
 - U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.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

6.1 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 :

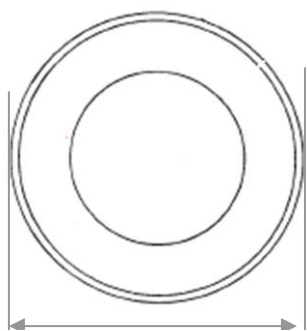
- la planéité de la surface du panneau doit être parfaite
- les panneaux peuvent avoir les formes triangulaires, circulaires, rectangulaires, carrées ou octogonales conformes aux schémas suivants :

a. Panneaux triangulaires



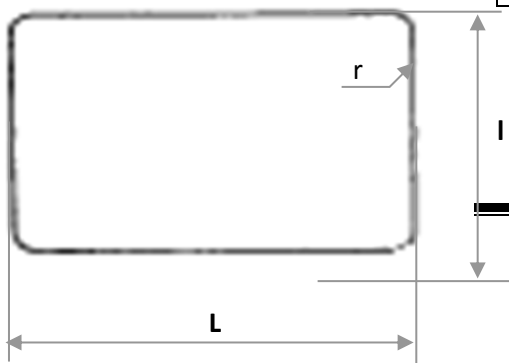
Dimensions (m)	l			
	0,85	1,00	1,25	1,50
	Difficultés locales	Normales	> 03 voies	Exceptionnelles
Rayon		r = 5 cm pour les dimensions normales		

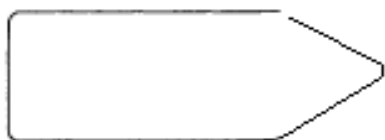
b. Panneaux circulaires



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

c. Panneaux rectangulaires

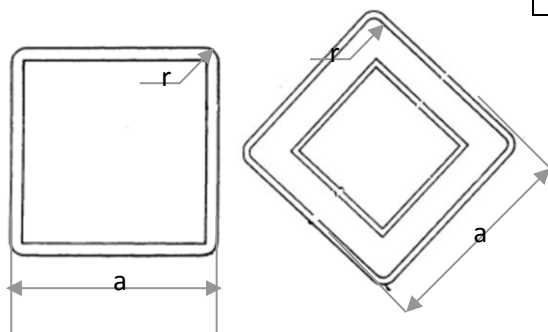




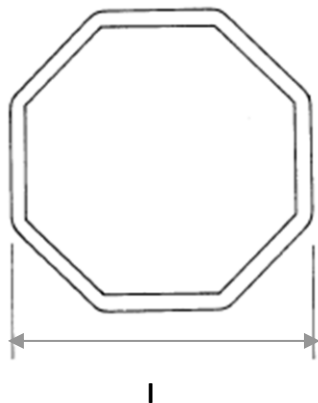
Dimensions (m)	L X l			
	Variables selon le type de panneaux			
	r = variable			
Pointe de flèche	$\alpha = 75^\circ$			

b. panneaux carrés

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



d. Panneaux octogonaux



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

X.7 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 A1a, A1b).
- ✓ Panneaux de signalisation d’interdiction ou de restriction (type C1).
- ✓ Panneaux de signalisation type (E1 E2).



A1a

A1b



C1



E1

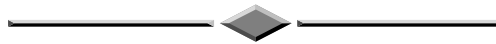


E2

PK 403+236	PK 403+888
PK 405+917	PK 405+130
PK 407+823	PK 407+269
PK 409+724	PK 408+473
PK 410+645	PK 410+985
PK 411+411	PK 412+022
PK 412+791	PK413+627
PK 414+147	PK 414+729
PK 415+900	PK 416+525
PK 417+011	
PK 417+640	

CHAPITRE : XI

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIS



XI. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

1Article s	Désignation des ouvrages	U	Quantité	Prix	Montant
			Marche	Unitaire	
01	Installation de chantier et amenée de matériels	F	1.00	3 000 000.00	3 000 000.00
02	Déblais mis en remblais	M ³	37 310	250.00	9 327 500.00
03	Déblais mis en dépôt	M ³	71 677	350,00	25 086 950.00
04	Exécution d'une couche de forme sur 11m de largeur et 20cm d'épaisseur en TUF y compris réglage, arrosage, malaxage et compactage à 96% de l'OPN	M ³	33 000	400,00	13 200 000.00
05	Exécution d'une couche de fondation en Grave concassé 0/31.5 sur 11m de largeur et 20 cm d'épaisseur y compris réglage, arrosage, malaxage et compactage à 98% de l'OPN	M ³	41 117	1900,00	78 122 300.00
06	Couche d'imprégnation en cut-back 0/1	M ²	165 000	95,00	13 440 000.00
07	Exécution de couche de base en Grave Bitume 0/20 sur une largeur de 7m et 20cm d'épaisseur	T	12 666	3900,00	49 397 400.00
08	Couche d'accrochage en émulsion cationique 65%	M ²	105 000	70.00	11 200 000.00
09	Exécution de couche de roulement en Béton Bitumineux 0/14 sur une largeur de 7m et 6cm d'épaisseur	T	6 333	5200,00	32 931 600.00
10	Rechargement des accotements en TUF y compris réglage, arrosage, malaxage et compactage à 98% de l'OPM	M ³	12 000	500,00	6 000 000.00
11	Repli de matériels	F	1.00	3 000 000.00	3 000 000.00
Signalisations					
12	Bande axiale discontinue	M ²	1130.85	340.00	384489.00
13	Bande de rive discontinue	M ²	909.35	340.00	309 179.00
14	Bande de rive continue	M ²	1334.52	340.00	453 736.80

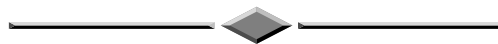
15	Signaux de direction	U	20	36 000.00	720 000.00
16	Signaux d'interdiction et de restriction	U	15	5 500.00	99 000.00
				TOTAL HT	246 672 154.80
				TVA 19%	46 867 709.41
				TOTAL TTC	293 539 864.21

Arrête le présent décompte à la somme de :(en TTC)

Deux cent quatre-vingts treize million cinq-cents trente-neuf milles et huit-cents soixante-quatre Dinars et 21 Cts

CHAPITRE : XII

EFFICACITE DE DEDOUBLEMENT



- ❧ 1. INTRODUCTION
- ❧ 2. AVANTAGES DE DEDOUBLEMENT
- ❧ 3. INCONVENIENTS DE DEDOUBLEMENT
- ❧ 4. EVALUATION DE L'EFFICACITE DE DEDOUBLEMENT
- ❧ 5. CONCLUSION

XII. EFFICACITE DU DEDOUBLEMENT

XII.1 Introduction :

Le dédoublement consiste à transformer une route bidirectionnelle en une route à deux chaussées unidirectionnelles dans le but de :

- ✓ faciliter l'écoulement du trafic routier
- ✓ réduire les accidents routiers
- ✓ embellir les agglomérations traversées

Plusieurs possibilités pour dédoubler une route existante sont offertes :

Elargissement des deux côtés par réalisation des épaulements au niveau des accotements.

Elargissement en intra-muros ou en extramuros. Soit :

- ✓ La projection d'une nouvelle chaussée à droite de l'existante.
- ✓ La projection d'une nouvelle chaussée à gauche de l'existante.
- ✓ La combinaison entre les cas précédents.

En général le dédoublement d'un seul côté n'est toujours pas possible techniquement et économiquement et le concepteur est appelé à basculer d'un côté à l'autre pour éviter les contraintes insurmontables ou trop coûteuses à condition de :

- ✓ minimiser au maximum les changements de coté
- ✓ les modifications du tracé et du profil en long sont faites généralement au niveau des points noirs.

XII.2 Avantages de dédoublement :

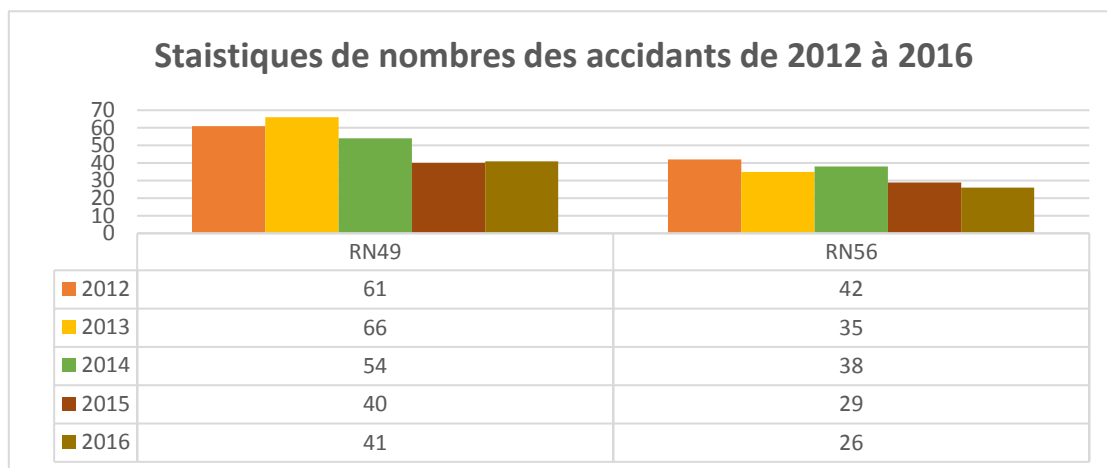
- ✓ Offrir aux usagers de la route des dépassements sécuritaires.
- ✓ Améliorer la distance de visibilité.
- ✓ Eviter les risques de croisements des véhicules.
- ✓ Augmenter la fluidité de trafic et le gain en temps
- ✓ Le gai du temps

- ✓ Assurer le confort pour les usagers de la route.
- ✓ Faciliter l'écoulement en cas d'intervention au niveau d'une voie.

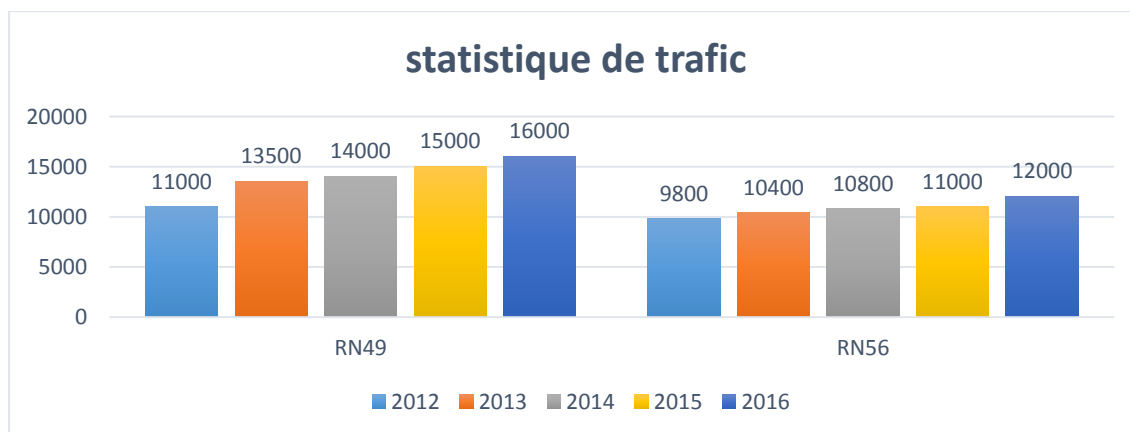
XII.2.1 La sécurité routière :

Les accidents de la route comptent parmi les plus importants problèmes de santé publique en ces dernières années. De nombreuses interventions sont mises en œuvre ou d'autres ont été améliorées pour tenter de minimiser le taux d'accidents enregistrés. Malgré les efforts déployés pour réduire le taux d'accident routier qui reste l'un des facteurs les plus importants de la menace de la vie humaine. Notre étude s'intéresse spécifiquement à la comparaison entre le taux d'accidents avant et après la réalisation du dédoublement de la route au niveau du réseau routier dans la Wilaya de Ouargla et l'évaluation de leur efficacité.

Statistique des accidents dans les réseaux routiers de Ouargla :



Figure(XII.1) : Evolution du nombre d'accident en fonction des années.



Figure(XII.1) : Evolution du trafic en fonction des années.

XII.3 Inconvénients du dédoublement :

- Epuisement rapide des ressources naturelles en agrégats qui sont très rares.
- Augmenter le cout de projet.

XII.4 Evaluation de l'efficacité de dédoublement :

- Dans la RN49 on constate que le nombre des accidents diminue après la mise en service de la voie après le dédoublement à l'année 2015 de **35%**.
- Alors que pour la RN56, on remarque que le nombre des accidents après la mise en service de la route après le dédoublement à la même année a diminué jusqu'à **31%**.

XII.4 CONCLUSION :

On conclue de ce qui précède, que le dédoublement de la voie malgré qu'il est assez couteux mais il peut réduire énormément les accidents et sauver des vies humaines qui ne peut guère être évaluée.

Bien que les statistiques ont été élaborées sur la RN49 et RN56 à titre d'exemple pour justifier l'efficacité du notre dédoublement de la RN1B reliant la ville de TOUGGOURT par les frontières de la Wilaya de DJELFA.

Nous jugeant que la zone d'étude est pratiquement ressort de la même zone (Ouargla) à ce propos nous estimons que le même comportement aura lieu dans notre cas de route.

CONCLUSION GENERALE:

A travers notre étude et nos prérequis les points les plus importants peuvent se résumer comme suit:

- ✓ Collecter toutes les données topographiques, géotechniques, climatiques et statistiques des accidents de ce site ainsi que les caractéristiques des véhicules qui empruntent ces voies actuellement et à long terme.
- ✓ Le point sur lequel il faut mettre l'accent c'est le tracé en plan parce que tous les plans et les travaux à effectuer en dépendent. Le tracé en plan doit obéir à toutes les conditions techniques et économiques et prend en considération le réseau existant et les expansions futures.
- ✓ Le profil en long est pris selon les variations du terrain naturel sans dépasser les pentes tolérées et ceci à cause de son influence sur les cubatures.
- ✓ Le dimensionnement de chaussée se fait, en prenant en considération les côtés économiques et sécuritaires. La chaussée doit être réalisée de préférence par des matériaux locaux, Pour assurer la durée de vie de la chaussée.
- ✓ Le réexamen des taux d'accidents avant et après la construction des dédoublements nous a permis d'évaluer leur impact sur l'amélioration de la sécurité routière.

Cette étude m'a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier.

Il était pour nous 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 des travaux publics.

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels de PISTE + (version 5.06) et l'AUTO CAD Compte tenu de leur traitement rapide et exact des données.

BIBLIOGRAPHIE

- Aménagement des routes principales (ARP).
- B40 et B41 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité 1972).
- Fascicule 3 du catalogue algérien.
- Le guide des terrassements routière (**GTR**).
- Anciennes mémoires de fin d'étude (Etude de dédoublement de la RN 03 entre (PK160+000 la limite de la Wilaya de Oum ElBouagui et PK 179+200 sur 19.2 Km) Mokadem Omar 2007.



ANNEXES

ANNEXES

AXE EN PLAN

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0	770343.184	3669208.61
D1	GIS = 92.684°	385.696			
			385.696	770728.457	3669190.54
L1	A = 350.000				
	Rf= -1040.000				
	L = 117.788				
			503.485	770845.975	3669182.81
	XC= 770738.547				
	YC= 3668148.372				
	R = -1040.000				
	L = 343.264				
			846.748	771175.438	3669092.16
	Rd= -1040.000				
	A = 350.000				
	L = 117.788	578.84			
			964.537	771280.37	3669038.68
D2	GIS = 118.085°	73.084			
			1037.621	771344.849	3669004.28
L2	A = 350.000				
	Rf= 1020.000				
	L = 120.098				
			1157.719	771451.878	3668949.84
	XC= 771878.290				
	YC= 3669876.427				
	R = 1020.000				
	L = 321.735				
			1479.453	771760.365	3668863.27
	Rd= 1020.000				
	A = 350.000				
	L = 120.098	561.931			
			1599.551	771880.092	3668854.08
D3	GIS = 93.266°	603.305			
			2202.856	772482.417	3668819.71
L3	A = 200.000				
	Rf= 520.000				
	L = 76.923				
			2279.779	772559.281	3668817.22
	XC= 772550.460				
	YC= 3669337.142				
	R = 520.000				
	L = 139.076				
			2418.855	772696.371	3668838.03

ANNEXES

	Rd= 520.000				
	A = 200.000				
	L = 76.923	292.922			
			2495.778	772769.032	3668863.23
D4	GIS = 69.466°	451.879			
			2947.657	773192.202	3669021.73
L4	A = 350.000				
	Rf= -1025.000				
	L = 119.512				
			3067.169	773304.897	3669061.46
	XC= 773607.886				
	YC= 3668082.262				
	R = -1025.000				
	L = 374.412				
			3441.581	773674.666	3669105.08
	Rd= -1025.000				
	A = 350.000				
	L = 119.512	613.436			
			3561.093	773793.514	3669092.67
D5	GIS = 97.076°	736.45			
			4297.543	774524.355	3669001.95
L5	A = 360.000				
	Rf= 1070.000				
	L = 121.121				
			4418.664	774644.797	3668989.31
	XC= 774716.323				
	YC= 3670056.913				
	R = 1070.000				
	L = 291.679				
			4710.344	774934.874	3669009.47
	Rd= 1070.000				
	A = 360.000				
	L = 121.121	533.922			
			4831.465	775052.407	3669038.66
D6	GIS = 74.971°	31.462			
			4862.927	775082.793	3669046.82
L6	A = 300.000				
	Rf= -820.000				
	L = 109.756				
			4972.683	775189.382	3669072.9
	XC= 775348.573				
	YC= 3668268.503				
	R = -820.000				
	L = 372.690				
			5345.373	775558.685	3669061.13

ANNEXES

	Rd= -820.000				
	A = 300.000				
	L = 109.756	592.202			
			5455.129	775663.396	3669028.31
D7	GIS = 108.681°	44.007			
			5499.136	775705.084	3669014.21
L7	A = 300.000				
	Rf= 725.000				
	L = 124.138				
			5623.274	775823.73	3668977.83
	XC= 775996.372				
	YC= 3669681.977				
	R = 725.000				
	L = 385.652				
			6008.926	776204.727	3668987.56
	Rd= 725.000				
	A = 300.000				
	L = 124.138	633.928			
			6133.064	776321.362	3669029.95
D8	GIS = 68.393°	628.056			
			6761.12	776905.286	3669261.22
L8	A = 300.000				
	Rf= -800.000				
	L = 112.500				
			6873.62	777010.8	3669300.18
	XC= 777252.405				
	YC= 3668537.530				
	R = -800.000				
	L = 237.132				
			7110.752	777244.1	3669337.49
	Rd= -800.000				
	A = 300.000				
	L = 112.500	462.132			
			7223.252	777356.5	3669333.38
D9	GIS = 93.434°	459.249			
			7682.5	777814.924	3669305.88
L9	A = 300.000				
	Rf= -800.000				
	L = 112.500				
			7795	777927.009	3669296.51
	XC= 777823.109				
	YC= 3668503.286				
	R = -800.000				
	L = 45.049				
			7840.05	777971.488	3669289.41

ANNEXES

	Rd= -800.000				
	A = 300.000				
	L = 112.500	270.049			
			7952.55	778080.913	3669263.39
D10	GIS = 104.717°	40.917			
			7993.467	778120.488	3669252.99
L10	A = 400.000				
	Rf= 1130.000				
	L = 141.593				
			8135.06	778258.133	3669219.89
	XC= 778476.219				
	YC= 3670328.650				
	R = 1130.000				
	L = 125.378				
			8260.438	778382.242	3669202.56
	Rd= 1130.000				
	A = 400.000				
	L = 141.593	408.564			
			8402.031	778523.689	3669196.69
D11	GIS = 91.181°	60.01			
			8462.041	778583.686	3669195.46
L11	A = 250.000				
	Rf= -630.000				
	L = 99.206				
			8561.248	778682.756	3669190.81
	XC= 778620.272				
	YC= 3668563.916				
	R = -630.000				
	L = 373.445				
			8934.693	779022.317	3669048.95
	Rd= -630.000				
	A = 250.000				
	L = 99.206	571.858			
			9033.899	779095.249	3668981.74
D12	GIS = 134.166°	41.73			
			9075.629	779125.183	3668952.67
L12	A = 250.000				
	Rf= 650.000				
	L = 96.154				
			9171.783	779195.769	3668887.41
	XC= 779612.960				
	YC= 3669385.855				
	R = 650.000				
	L = 640.922				
			9812.705	779798.298	3668762.84

ANNEXES

	Rd= 650.000				
	A = 250.000				
	L = 96.154	833.229			
			9908.859	779888.975	3668794.76
D13	GIS = 69.195°	32.262			
			9941.12	779919.133	3668806.22
C13	XC= 780107.381				
	YC= 3668310.774				
	R = -530.000	618.972			
			10560.092	780489.333	3668678.22
D14	GIS = 136.109°	154.424			
			10714.516	780596.393	3668566.93
L14	A = 170.000				
	Rf= 465.000				
	L = 62.151				
			10776.667	780640.459	3668523.12
	XC= 780953.292				
	YC= 3668867.153				
	R = 465.000				
	L = 331.767				
			11108.434	780941.922	3668402.29
	Rd= 465.000				
	A = 170.000				
	L = 62.151	456.068			
			11170.584	781004.048	3668403.54
D15	GIS = 87.572°	50.688			
			11221.273	781054.69	3668405.69
L15	A = 200.000				
	Rf= -530.000				
	L = 75.472				
			11296.744	781130.132	3668407.09
	XC= 781114.857				
	YC= 3667877.314				
	R = -530.000				
	L = 31.750				
			11328.495	781161.823	3668405.23
	Rd= -530.000				
	A = 200.000				
	L = 75.472	182.694			
			11403.966	781236.579	3668394.98
D16	GIS = 99.163°	369.145			
			11773.112	781601.013	3668336.2
L16	A = 300.000				
	Rf= 850.000				
	L = 105.882				

ANNEXES

			11878.994	781705.853	3668321.51
	XC= 781788.722				
	YC= 3669167.463				
	R = 850.000				
	L = 147.313				
			12026.307	781852.973	3668319.9
	Rd= 850.000				
	A = 300.000				
	L = 105.882	359.077			
			12132.189	781958.111	3668332.27
D17	GIS = 82.096°	576.443			
			12708.632	782529.078	3668411.54
C17	XC= 783037.858				
	YC= 3664746.685				
	R = -3700.000	341.855			
			13050.487	782869.374	3668442.85
D18	GIS = 87.390°	574.949			
			13625.436	783443.727	3668469.03
L18	A = 150.000				
	Rf= 450.000				
	L = 50.000				
			13675.436	783493.617	3668472.23
	XC= 783448.197				
	YC= 3668919.931				
	R = 450.000				
	L = 257.623				
			13933.059	783728.91	3668568.22
	Rd= 450.000				
	A = 150.000				
	L = 50.000	357.623			
			13983.059	783766.802	3668600.83
D19	GIS = 48.222°	127.867			
			14110.926	783862.156	3668686.02
L19	A = 150.000				
	Rf= -450.000				
	L = 50.000				
			14160.926	783900.048	3668718.63
	XC= 784180.761				
	YC= 3668366.923				
	R = -450.000				
	L = 291.649				
			14452.575	784169.29	3668816.78
	Rd= -450.000				
	A = 150.000				
	L = 50.000	391.649			

ANNEXES

			14502.575	784219.28	3668816.2
D20	GIS = 91.722°	237.417			
			14739.992	784456.589	3668809.06
L20	A = 150.000				
	Rf= -450.000				
	L = 50.000				
			14789.992	784506.524	3668806.64
	XC= 784468.043				
	YC= 3668358.284				
	R = -450.000				
	L = 138.513				
			14928.505	784640.552	3668773.91
	Rd= -450.000				
	A = 150.000				
	L = 50.000	238.513			
			14978.505	784685.984	3668753.04
D21	GIS = 115.725°	100			
			15078.505	784776.073	3668709.64
LONGUEUR DE L'AXE			15078.505		

ANNEXES

TABULATION

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU
1	0	112.628	112.628	770343.184	3669208.61	182.684°	2.5
2	25	112.382	112.492	770368.157	3669207.44	182.684°	2.5
3	50	112.163	112.356	770393.13	3669206.27	182.684°	2.5
4	75	112.081	112.22	770418.102	3669205.1	182.684°	2.5
5	100	112.077	112.084	770443.075	3669203.92	182.684°	2.5
6	125	112.134	111.947	770468.047	3669202.75	182.684°	2.5
7	150	112.102	111.811	770493.02	3669201.58	182.684°	2.5
8	175	112.187	111.675	770517.992	3669200.41	182.684°	2.5
9	200	112.203	111.539	770542.965	3669199.24	182.684°	2.5
10	225	112.162	111.403	770567.938	3669198.07	182.684°	2.5
11	250	112.04	111.28	770592.91	3669196.9	182.684°	2.5
12	275	111.929	111.215	770617.883	3669195.73	182.684°	2.5
13	300	111.721	111.213	770642.855	3669194.56	182.684°	2.5
14	325	111.71	111.274	770667.828	3669193.39	182.684°	2.5
15	350	111.65	111.396	770692.8	3669192.22	182.684°	2.5
16	375	111.435	111.576	770717.773	3669191.05	182.684°	2.5
17	385.696	111.616	111.657	770728.457	3669190.54	182.684°	2.5
18	400	111.672	111.765	770742.745	3669189.87	182.732°	1.59
19	425	111.823	111.955	770767.714	3669188.62	183.046°	0
20	450	112.298	112.144	770792.672	3669187.17	183.651°	-1.59
21	475	112.591	112.333	770817.608	3669185.39	184.549°	-3.19
22	500	112.743	112.523	770842.508	3669183.16	185.740°	-4.78
23	503.485	112.754	112.549	770845.975	3669182.81	185.929°	-5
24	525	112.812	112.712	770867.351	3669180.37	187.114°	-5
25	550	112.878	112.902	770892.119	3669176.97	188.492°	-5
26	575	112.812	113.091	770916.798	3669172.98	189.869°	-5
27	600	112.916	113.248	770941.374	3669168.4	191.246°	-5
28	625	112.751	113.327	770965.833	3669163.23	192.624°	-5
29	650	112.696	113.328	770990.161	3669157.48	194.001°	-5
30	675	112.793	113.251	771014.343	3669151.14	195.378°	-5
31	700	112.814	113.095	771038.366	3669144.22	196.755°	-5
32	725	112.598	112.895	771062.215	3669136.72	198.133°	-5
33	750	112.261	112.695	771085.878	3669128.66	199.510°	-5
34	775	112.12	112.494	771109.34	3669120.03	200.887°	-5
35	800	111.804	112.294	771132.588	3669110.83	202.265°	-5
36	825	111.628	112.093	771155.608	3669101.08	203.642°	-5
37	846.748	111.583	111.919	771175.438	3669092.16	204.840°	-5
38	850	111.578	111.893	771178.387	3669090.79	205.017°	-4.79
39	875	111.45	111.693	771200.925	3669079.97	206.210°	-3.2

ANNEXES

40		900	111.251	111.492	771223.262	3669068.74	207.111°	-1.61
41		925	111.138	111.292	771245.45	3669057.22	207.719°	-0.02
42		950	110.99	111.091	771267.543	3669045.52	208.035°	1.57
43		964.537	110.87	110.975	771280.37	3669038.68	208.085°	2.5
44		975	110.847	110.891	771289.602	3669033.76	208.085°	2.5
45		1000	111.061	110.691	771311.658	3669021.99	208.085°	2.5
46		1025	110.48	110.518	771333.714	3669010.22	208.085°	2.5
47		1037.621	110.385	110.446	771344.849	3669004.28	208.085°	2.5
48		1050	110.303	110.387	771355.772	3668998.45	208.049°	2.5
49		1075	112.043	110.297	771377.86	3668986.74	207.758°	2.5
50		1100	111.167	110.24	771400.037	3668975.2	207.175°	2.5
51		1125	110.581	110.186	771422.359	3668963.95	206.299°	2.96
52		1150	110.438	110.132	771444.878	3668953.09	205.131°	4.52
53		1157.719	110.429	110.116	771451.878	3668949.84	204.712°	5
54		1175	110.453	110.078	771467.637	3668942.74	203.741°	5
55		1200	110.559	110.024	771490.643	3668932.96	202.337°	5
56		1225	110.586	109.97	771513.881	3668923.74	200.932°	5
57		1250	110.535	109.917	771537.338	3668915.1	199.528°	5
58		1275	110.581	109.863	771561	3668907.03	198.124°	5
59		1300	111.443	109.809	771584.853	3668899.55	196.719°	5
60		1325	110.629	109.755	771608.882	3668892.65	195.315°	5
61		1350	110.017	109.701	771633.073	3668886.34	193.911°	5
62		1375	109.904	109.647	771657.411	3668880.63	192.506°	5
63		1400	109.866	109.593	771681.881	3668875.52	191.102°	5
64		1425	109.791	109.539	771706.47	3668871	189.698°	5
65		1450	110.125	109.485	771731.162	3668867.09	188.293°	5
66		1475	109.651	109.431	771755.942	3668863.79	186.889°	5
67		1479.453	109.585	109.421	771760.365	3668863.27	186.639°	5
68		1500	109.546	109.377	771780.795	3668861.09	185.584°	3.72
69		1525	109.541	109.323	771805.697	3668858.89	184.566°	2.5
70		1550	109.89	109.269	771830.631	3668857.06	183.840°	2.5
71		1575	109.727	109.215	771855.581	3668855.49	183.407°	2.5
72		1599.551	109.46	109.162	771880.092	3668854.08	183.266°	2.5
73		1600	109.457	109.161	771880.54	3668854.05	183.266°	2.5
74		1625	110.049	109.107	771905.499	3668852.63	183.266°	2.5
75		1650	109.859	109.053	771930.458	3668851.2	183.266°	2.5
76		1675	109.71	108.999	771955.418	3668849.78	183.266°	2.5
77		1700	109.844	108.945	771980.377	3668848.35	183.266°	2.5
78		1725	109.412	108.891	772005.337	3668846.93	183.266°	2.5
79		1750	109.168	108.837	772030.296	3668845.5	183.266°	2.5
80		1775	110.326	108.783	772055.255	3668844.08	183.266°	2.5
81		1800	109.129	108.729	772080.215	3668842.66	183.266°	2.5
82		1825	109.205	108.675	772105.174	3668841.23	183.266°	2.5
83		1850	109.805	108.621	772130.134	3668839.81	183.266°	2.5
84		1875	108.759	108.567	772155.093	3668838.38	183.266°	2.5

ANNEXES

85		1900	109.003	108.514	772180.052	3668836.96	183.266°	2.5
86		1925	108.39	108.46	772205.012	3668835.53	183.266°	2.5
87		1950	108.769	108.406	772229.971	3668834.11	183.266°	2.5
88		1975	108.312	108.352	772254.931	3668832.69	183.266°	2.5
89		2000	108.059	108.298	772279.89	3668831.26	183.266°	2.5
90		2025	108.073	108.244	772304.849	3668829.84	183.266°	2.5
91		2050	108.256	108.19	772329.809	3668828.41	183.266°	2.5
92		2075	108.65	108.136	772354.768	3668826.99	183.266°	2.5
93		2100	108.525	108.082	772379.728	3668825.56	183.266°	2.5
94		2125	108.133	108.028	772404.687	3668824.14	183.266°	2.5
95		2150	108.245	107.974	772429.646	3668822.72	183.266°	2.5
96		2175	108.761	107.952	772454.606	3668821.29	183.266°	2.5
97		2200	109.108	108.019	772479.565	3668819.87	183.266°	2.5
98		2202.856	108.595	108.032	772482.417	3668819.71	183.266°	2.5
99		2225	108.152	108.148	772504.527	3668818.49	182.915°	2.5
100		2250	108.245	108.278	772529.505	3668817.46	181.674°	2.5
101		2275	108.437	108.409	772554.502	3668817.16	179.538°	4.53
102		2279.779	108.559	108.434	772559.281	3668817.22	179.028°	5
103		2300	108.724	108.54	772579.487	3668817.95	176.800°	5
104		2325	109.681	108.671	772604.405	3668819.95	174.045°	5
105		2350	108.731	108.802	772629.198	3668823.14	171.291°	5
106		2375	109.303	108.921	772653.809	3668827.52	168.536°	5
107		2400	108.265	108.982	772678.182	3668833.07	165.782°	5
108		2418.855	108.376	108.986	772696.371	3668838.03	163.704°	5
109		2425	108.314	108.98	772702.259	3668839.79	163.054°	4.4
110		2450	107.88	108.922	772726.026	3668847.54	160.967°	2.5
111		2475	108.068	108.854	772749.561	3668855.97	159.775°	2.5
112		2495.778	108.834	108.797	772769.032	3668863.23	159.466°	2.5
113		2500	108.664	108.785	772772.986	3668864.71	159.466°	2.5
114		2525	107.454	108.717	772796.398	3668873.47	159.466°	2.5
115		2550	107.826	108.649	772819.809	3668882.24	159.466°	2.5
116		2575	107.904	108.581	772843.221	3668891.01	159.466°	2.5
117		2600	107.925	108.512	772866.633	3668899.78	159.466°	2.5
118		2625	108.155	108.444	772890.044	3668908.55	159.466°	2.5
119		2650	108.335	108.376	772913.456	3668917.32	159.466°	2.5
120		2675	107.962	108.308	772936.868	3668926.09	159.466°	2.5
121		2700	107.351	108.239	772960.279	3668934.86	159.466°	2.5
122		2725	107.695	108.171	772983.691	3668943.63	159.466°	2.5
123		2750	107.586	108.103	773007.103	3668952.4	159.466°	2.5
124		2775	107.096	108.035	773030.514	3668961.16	159.466°	2.5
125		2800	107.133	107.966	773053.926	3668969.93	159.466°	2.5
126		2825	107.708	107.898	773077.338	3668978.7	159.466°	2.5
127		2850	107.842	107.83	773100.749	3668987.47	159.466°	2.5
128		2875	108.034	107.762	773124.161	3668996.24	159.466°	2.5
129		2900	107.871	107.693	773147.572	3669005.01	159.466°	2.5

ANNEXES

130		2925	107.641	107.625	773170.984	3669013.78	159.466°	2.5
131		2947.657	107.273	107.563	773192.202	3669021.73	159.466°	2.5
132		2950	107.262	107.557	773194.396	3669022.55	159.468°	2.35
133		2975	107.219	107.489	773217.817	3669031.29	159.641°	0.78
134		3000	107.426	107.42	773241.287	3669039.9	160.107°	-0.78
135		3025	107.553	107.352	773264.847	3669048.26	160.865°	-2.35
136		3050	107.469	107.284	773288.536	3669056.25	161.916°	-3.92
137		3067.169	107.355	107.237	773304.897	3669061.46	162.807°	-5
138		3075	107.308	107.216	773312.387	3669063.74	163.244°	-5
139		3100	107.384	107.147	773336.411	3669070.66	164.642°	-5
140		3125	107.412	107.079	773360.596	3669076.98	166.039°	-5
141		3150	107.016	107.011	773384.929	3669082.72	167.437°	-5
142		3175	106.999	106.943	773409.394	3669087.86	168.834°	-5
143		3200	107.539	106.874	773433.978	3669092.4	170.232°	-5
144		3225	107.806	106.806	773458.665	3669096.34	171.629°	-5
145		3250	108.064	106.738	773483.44	3669099.68	173.026°	-5
146		3275	107.039	106.67	773508.29	3669102.41	174.424°	-5
147		3300	106.816	106.601	773533.199	3669104.54	175.821°	-5
148		3325	106.838	106.533	773558.152	3669106.05	177.219°	-5
149		3350	106.713	106.465	773583.135	3669106.96	178.616°	-5
150		3375	106.731	106.397	773608.132	3669107.26	180.014°	-5
151		3400	106.804	106.33	773633.13	3669106.95	181.411°	-5
152		3425	106.499	106.296	773658.112	3669106.03	182.809°	-5
153		3441.581	106.237	106.296	773674.666	3669105.08	183.736°	-5
154		3450	106.188	106.303	773683.065	3669104.5	184.190°	-4.47
155		3475	106.347	106.352	773707.977	3669102.41	185.342°	-2.9
156		3500	106.14	106.442	773732.849	3669099.89	186.203°	-1.33
157		3525	105.831	106.574	773757.688	3669097.05	186.771°	0.23
158		3550	105.818	106.725	773782.505	3669094.04	187.047°	1.8
159		3561.093	105.717	106.792	773793.514	3669092.67	187.076°	2.5
160		3575	105.602	106.876	773807.315	3669090.96	187.076°	2.5
161		3600	105.592	107.026	773832.124	3669087.88	187.076°	2.5
162		3625	105.677	107.177	773856.934	3669084.8	187.076°	2.5
163		3650	106.128	107.328	773881.743	3669081.72	187.076°	2.5
164		3675	106.801	107.479	773906.553	3669078.64	187.076°	2.5
165		3700	107.42	107.629	773931.363	3669075.56	187.076°	2.5
166		3725	107.839	107.78	773956.172	3669072.48	187.076°	2.5
167		3750	109.024	107.931	773980.982	3669069.4	187.076°	2.5
168		3775	109.087	108.082	774005.791	3669066.32	187.076°	2.5
169		3800	109.224	108.233	774030.601	3669063.24	187.076°	2.5
170		3825	109.764	108.381	774055.411	3669060.16	187.076°	2.5
171		3850	109.855	108.472	774080.22	3669057.08	187.076°	2.5
172		3875	110.157	108.479	774105.03	3669054	187.076°	2.5
173		3900	109.164	108.403	774129.839	3669050.92	187.076°	2.5
174		3925	107.244	108.244	774154.649	3669047.85	187.076°	2.5

ANNEXES

175		3950	106.748	108.022	774179.459	3669044.77	187.076°	2.5
176		3975	106.447	107.797	774204.268	3669041.69	187.076°	2.5
177		4000	106.134	107.572	774229.078	3669038.61	187.076°	2.5
178		4025	105.435	107.347	774253.887	3669035.53	187.076°	2.5
179		4050	104.637	107.122	774278.697	3669032.45	187.076°	2.5
180		4075	104.595	106.897	774303.507	3669029.37	187.076°	2.5
181		4100	104.567	106.672	774328.316	3669026.29	187.076°	2.5
182		4125	104.501	106.447	774353.126	3669023.21	187.076°	2.5
183		4150	104.601	106.222	774377.935	3669020.13	187.076°	2.5
184		4175	104.832	105.997	774402.745	3669017.05	187.076°	2.5
185		4200	105.237	105.772	774427.555	3669013.97	187.076°	2.5
186		4225	105.48	105.547	774452.364	3669010.89	187.076°	2.5
187		4250	105.632	105.322	774477.174	3669007.81	187.076°	2.5
188		4275	105.462	105.097	774501.983	3669004.73	187.076°	2.5
189		4297.543	105.273	104.894	774524.355	3669001.95	187.076°	2.5
190		4300	105.253	104.872	774526.793	3669001.65	187.074°	2.5
191		4325	105.047	104.647	774551.606	3668998.6	186.909°	2.5
192		4350	104.858	104.422	774576.435	3668995.68	186.468°	2.5
193		4375	104.884	104.199	774601.291	3668993.01	185.750°	2.5
194		4400	104.787	104.01	774626.185	3668990.71	184.755°	3.84
195		4418.664	104.461	103.895	774644.797	3668989.31	183.833°	5
196		4425	104.347	103.862	774651.119	3668988.9	183.494°	5
197		4450	104.269	103.755	774676.088	3668987.67	182.155°	5
198		4475	104.022	103.691	774701.079	3668987.02	180.816°	5
199		4500	104.199	103.668	774726.079	3668986.96	179.478°	5
200		4525	104.64	103.679	774751.073	3668987.48	178.139°	5
201		4550	105.061	103.693	774776.048	3668988.58	176.800°	5
202		4575	105.152	103.706	774800.99	3668990.27	175.462°	5
203		4600	105.723	103.72	774825.887	3668992.54	174.123°	5
204		4625	105.339	103.734	774850.723	3668995.39	172.784°	5
205		4650	105.227	103.748	774875.486	3668998.82	171.445°	5
206		4675	105.323	103.762	774900.162	3669002.82	170.107°	5
207		4700	104.803	103.776	774924.738	3669007.41	168.768°	5
208		4710.344	104.65	103.782	774934.874	3669009.47	168.214°	5
209		4725	104.53	103.79	774949.201	3669012.56	167.477°	4.09
210		4750	104.277	103.804	774973.553	3669018.21	166.438°	2.54
211		4775	104.472	103.818	774997.814	3669024.24	165.676°	2.5
212		4800	104.582	103.832	775022.008	3669030.54	165.190°	2.5
213		4825	104.455	103.846	775046.163	3669036.99	164.981°	2.5
214		4831.465	104.422	103.85	775052.407	3669038.66	164.971°	2.5
215		4850	104.406	103.86	775070.308	3669043.47	164.971°	2.5
216		4862.927	104.311	103.867	775082.793	3669046.82	164.971°	2.5
217		4875	104.185	103.874	775094.454	3669049.95	165.018°	1.68
218		4900	104.538	103.888	775118.622	3669056.34	165.409°	-0.03
219		4925	104.366	103.902	775142.855	3669062.49	166.198°	-1.74

ANNEXES

220		4950	104.312	103.916	775167.19	3669068.21	167.385°	-3.45
221		4972.683	104.086	103.928	775189.382	3669072.9	168.806°	-5
222		4975	104.054	103.93	775191.656	3669073.35	168.968°	-5
223		5000	103.685	103.944	775216.263	3669077.76	170.715°	-5
224		5025	103.145	103.958	775240.993	3669081.42	172.461°	-5
225		5050	103.362	103.972	775265.823	3669084.32	174.208°	-5
226		5075	103.711	103.986	775290.73	3669086.46	175.955°	-5
227		5100	103.852	104	775315.691	3669087.84	177.702°	-5
228		5125	104.134	104.013	775340.682	3669088.47	179.449°	-5
229		5150	103.635	104.027	775365.681	3669088.33	181.195°	-5
230		5175	103.484	104.041	775390.663	3669087.42	182.942°	-5
231		5200	103.415	104.055	775415.607	3669085.76	184.689°	-5
232		5225	103.189	104.069	775440.488	3669083.34	186.436°	-5
233		5250	103.158	104.083	775465.284	3669080.16	188.183°	-5
234		5275	103.242	104.097	775489.972	3669076.22	189.930°	-5
235		5300	103.235	104.111	775514.528	3669071.53	191.676°	-5
236		5325	103.188	104.125	775538.929	3669066.1	193.423°	-5
237		5345.373	103.009	104.136	775558.685	3669061.13	194.847°	-5
238		5350	102.954	104.139	775563.154	3669059.93	195.163°	-4.68
239		5375	102.98	104.153	775587.193	3669053.07	196.637°	-2.98
240		5400	103.037	104.167	775611.073	3669045.67	197.714°	-1.27
241		5425	102.88	104.181	775634.838	3669037.91	198.392°	0.44
242		5450	102.732	104.195	775658.537	3669029.95	198.673°	2.15
243		5455.129	102.787	104.198	775663.396	3669028.31	198.681°	2.5
244		5475	103.08	104.209	775682.22	3669021.94	198.681°	2.5
245		5499.136	103.194	104.222	775705.084	3669014.21	198.681°	2.5
246		5500	103.413	104.223	775705.903	3669013.93	198.681°	2.5
247		5525	103.4	104.237	775729.596	3669005.96	198.468°	2.5
248		5550	103.446	104.251	775753.346	3668998.15	197.858°	2.5
249		5575	104.598	104.265	775777.203	3668990.68	196.849°	2.5
250		5600	103.305	104.279	775801.212	3668983.71	195.443°	3.59
251		5623.274	103.33	104.292	775823.73	3668977.83	193.776°	5
252		5625	103.501	104.293	775825.407	3668977.42	193.640°	5
253		5650	103.992	104.307	775849.799	3668971.95	191.664°	5
254		5675	103.209	104.32	775874.365	3668967.32	189.688°	5
255		5700	104.517	104.334	775899.076	3668963.54	187.712°	5
256		5725	104.066	104.348	775923.903	3668960.61	185.737°	5
257		5750	103.935	104.362	775948.816	3668958.54	183.761°	5
258		5775	103.768	104.376	775973.785	3668957.33	181.785°	5
259		5800	103.906	104.39	775998.781	3668956.98	179.810°	5
260		5825	104.362	104.404	776023.775	3668957.5	177.834°	5
261		5850	104.394	104.418	776048.736	3668958.87	175.858°	5
262		5875	105.241	104.405	776073.634	3668961.11	173.882°	5
263		5900	104.309	104.334	776098.441	3668964.2	171.907°	5
264		5925	103.956	104.251	776123.127	3668968.14	169.931°	5

ANNEXES

265		5950	103.958	104.167	776147.661	3668972.94	167.955°	5
266		5975	104.778	104.084	776172.016	3668978.58	165.980°	5
267		6000	103.954	104	776196.162	3668985.05	164.004°	5
268		6008.926	103.84	103.97	776204.727	3668987.56	163.298°	5
269		6025	103.615	103.917	776220.073	3668992.34	162.110°	4.03
270		6050	103.242	103.833	776243.755	3669000.35	160.589°	2.52
271		6075	102.921	103.75	776267.246	3669008.9	159.466°	2.5
272		6100	102.783	103.666	776290.597	3669017.84	158.741°	2.5
273		6125	102.742	103.583	776313.864	3669026.98	158.414°	2.5
274		6133.064	102.747	103.556	776321.362	3669029.95	158.393°	2.5
275		6150	102.745	103.5	776337.108	3669036.18	158.393°	2.5
276		6175	102.675	103.416	776360.351	3669045.39	158.393°	2.5
277		6200	102.567	103.333	776383.594	3669054.6	158.393°	2.5
278		6225	102.708	103.249	776406.838	3669063.8	158.393°	2.5
279		6250	102.723	103.166	776430.081	3669073.01	158.393°	2.5
280		6275	102.71	103.082	776453.324	3669082.21	158.393°	2.5
281		6300	102.693	102.999	776476.568	3669091.42	158.393°	2.5
282		6325	102.769	102.915	776499.811	3669100.63	158.393°	2.5
283		6350	102.89	102.832	776523.054	3669109.83	158.393°	2.5
284		6375	102.819	102.748	776546.298	3669119.04	158.393°	2.5
285		6400	102.733	102.665	776569.541	3669128.24	158.393°	2.5
286		6425	102.795	102.582	776592.784	3669137.45	158.393°	2.5
287		6450	102.986	102.498	776616.028	3669146.65	158.393°	2.5
288		6475	103.192	102.415	776639.271	3669155.86	158.393°	2.5
289		6500	103.462	102.331	776662.514	3669165.07	158.393°	2.5
290		6525	104.435	102.248	776685.758	3669174.27	158.393°	2.5
291		6550	102.521	102.173	776709.001	3669183.48	158.393°	2.5
292		6575	102.081	102.138	776732.244	3669192.68	158.393°	2.5
293		6600	101.936	102.144	776755.488	3669201.89	158.393°	2.5
294		6625	102.111	102.189	776778.731	3669211.1	158.393°	2.5
295		6650	101.986	102.243	776801.974	3669220.3	158.393°	2.5
296		6675	101.897	102.297	776825.218	3669229.51	158.393°	2.5
297		6700	101.793	102.352	776848.461	3669238.71	158.393°	2.5
298		6725	101.801	102.406	776871.704	3669247.92	158.393°	2.5
299		6750	101.789	102.46	776894.948	3669257.13	158.393°	2.5
300		6761.12	101.711	102.484	776905.286	3669261.22	158.393°	2.5
301		6775	101.753	102.514	776918.193	3669266.33	158.455°	1.57
302		6800	102.039	102.568	776941.474	3669275.44	158.874°	-0.09
303		6825	101.882	102.622	776964.852	3669284.29	159.692°	-1.76
304		6850	102.489	102.677	776988.384	3669292.73	160.908°	-3.43
305		6873.62	103.112	102.728	777010.8	3669300.18	162.422°	-5
306		6875	103.16	102.731	777012.116	3669300.59	162.521°	-5
307		6900	103.074	102.785	777036.075	3669307.73	164.311°	-5
308		6925	103.021	102.839	777060.245	3669314.11	166.102°	-5
309		6950	103.47	102.893	777084.603	3669319.73	167.892°	-5

ANNEXES

310		6975	103.359	102.947	777109.125	3669324.6	169.683°	-5
311		7000	103.771	103.001	777133.787	3669328.69	171.473°	-5
312		7025	104.403	103.056	777158.564	3669332.01	173.264°	-5
313		7050	103.895	103.11	777183.434	3669334.55	175.054°	-5
314		7075	104.047	103.164	777208.37	3669336.32	176.845°	-5
315		7100	103.685	103.218	777233.35	3669337.3	178.635°	-5
316		7110.752	103.52	103.241	777244.1	3669337.49	179.405°	-5
317		7125	103.464	103.272	777258.348	3669337.51	180.361°	-4.05
318		7150	103.426	103.326	777283.343	3669337.04	181.726°	-2.38
319		7175	105.273	103.381	777308.323	3669336.07	182.693°	-0.72
320		7200	102.71	103.435	777333.289	3669334.75	183.262°	0.95
321		7223.252	103.816	103.485	777356.5	3669333.38	183.434°	2.5
322		7225	103.98	103.489	777358.245	3669333.28	183.434°	2.5
323		7250	102.364	103.535	777383.2	3669331.78	183.434°	2.5
324		7275	102.178	103.515	777408.155	3669330.28	183.434°	2.5
325		7300	103.264	103.418	777433.111	3669328.79	183.434°	2.5
326		7325	102.365	103.249	777458.066	3669327.29	183.434°	2.5
327		7350	102.336	103.069	777483.021	3669325.79	183.434°	2.5
328		7375	102.339	102.889	777507.976	3669324.29	183.434°	2.5
329		7400	103.033	102.709	777532.931	3669322.8	183.434°	2.5
330		7425	102.377	102.529	777557.886	3669321.3	183.434°	2.5
331		7450	102.431	102.349	777582.841	3669319.8	183.434°	2.5
332		7475	102.327	102.168	777607.796	3669318.31	183.434°	2.5
333		7500	102.064	101.988	777632.752	3669316.81	183.434°	2.5
334		7525	101.881	101.808	777657.707	3669315.31	183.434°	2.5
335		7550	101.835	101.628	777682.662	3669313.81	183.434°	2.5
336		7575	101.894	101.448	777707.617	3669312.32	183.434°	2.5
337		7600	101.695	101.268	777732.572	3669310.82	183.434°	2.5
338		7625	101.298	101.088	777757.527	3669309.32	183.434°	2.5
339		7650	100.987	100.922	777782.482	3669307.82	183.434°	2.5
340		7675	100.726	100.817	777807.437	3669306.33	183.434°	2.5
341		7682.5	100.793	100.797	777814.924	3669305.88	183.434°	2.5
342		7700	100.847	100.773	777832.392	3669304.82	183.531°	1.33
343		7725	100.354	100.792	777857.339	3669303.19	184.009°	-0.33
344		7750	100.338	100.874	777882.264	3669301.27	184.884°	-2
345		7775	100.385	101.018	777907.149	3669298.88	186.157°	-3.67
346		7795	100.707	101.179	777927.009	3669296.51	187.462°	-5
347		7800	100.805	101.225	777931.964	3669295.85	187.820°	-5
348		7825	101.093	101.478	777956.674	3669292.06	189.611°	-5
349		7840.05	101.204	101.632	777971.488	3669289.41	190.689°	-5
350		7850	101.283	101.734	777981.255	3669287.5	191.370°	-4.34
351		7875	101.916	101.99	778005.697	3669282.25	192.803°	-2.67
352		7900	102.745	102.246	778030.021	3669276.48	193.838°	-1
353		7925	102.294	102.502	778054.258	3669270.35	194.476°	0.66
354		7950	102.384	102.758	778078.447	3669264.04	194.715°	2.33

ANNEXES

355		7952.55	102.414	102.784	778080.913	3669263.39	194.717°	2.5
356		7975	102.579	103.014	778102.627	3669257.68	194.717°	2.5
357		7993.467	102.787	103.198	778120.488	3669252.99	194.717°	2.5
358		8000	102.861	103.258	778126.807	3669251.33	194.710°	2.5
359		8025	103.822	103.451	778150.995	3669245.01	194.539°	2.5
360		8050	103.628	103.592	778175.213	3669238.81	194.145°	2.5
361		8075	103.54	103.681	778199.486	3669232.83	193.527°	2.5
362		8100	103.97	103.719	778223.833	3669227.15	192.685°	3.14
363		8125	103	103.704	778248.27	3669221.88	191.620°	4.47
364		8135.06	103.067	103.683	778258.133	3669219.89	191.128°	5
365		8150	103.164	103.637	778272.81	3669217.11	190.370°	5
366		8175	102.916	103.518	778297.45	3669212.88	189.103°	5
367		8200	102.332	103.346	778322.177	3669209.2	187.835°	5
368		8225	102.173	103.126	778346.979	3669206.07	186.567°	5
369		8250	102.683	102.894	778371.845	3669203.48	185.300°	5
370		8260.438	102.684	102.797	778382.242	3669202.56	184.771°	5
371		8275	102.663	102.662	778396.761	3669201.44	184.070°	4.23
372		8300	102.931	102.43	778421.713	3669199.9	183.045°	2.9
373		8325	103.025	102.198	778446.687	3669198.76	182.243°	2.5
374		8350	103.746	101.966	778471.672	3669197.91	181.666°	2.5
375		8375	101.782	101.734	778496.664	3669197.27	181.312°	2.5
376		8400	102.653	101.502	778521.658	3669196.73	181.182°	2.5
377		8402.031	102.81	101.483	778523.689	3669196.69	181.181°	2.5
378		8425	102.639	101.27	778546.653	3669196.22	181.181°	2.5
379		8450	101.438	101.038	778571.648	3669195.7	181.181°	2.5
380		8462.041	101.191	100.926	778583.686	3669195.46	181.181°	2.5
381		8475	100.962	100.806	778596.642	3669195.18	181.258°	1.52
382		8500	100.823	100.574	778621.633	3669194.53	181.841°	-0.37
383		8525	100.474	100.342	778646.612	3669193.49	182.998°	-2.26
384		8550	100.389	100.114	778671.555	3669191.83	184.727°	-4.15
385		8561.248	100.341	100.028	778682.756	3669190.81	185.692°	-5
386		8575	100.353	99.94	778696.425	3669189.3	186.943°	-5
387		8600	100.06	99.831	778721.175	3669185.78	189.216°	-5
388		8625	99.854	99.788	778745.767	3669181.29	191.490°	-5
389		8650	99.809	99.811	778770.16	3669175.83	193.764°	-5
390		8675	100.15	99.9	778794.318	3669169.4	196.037°	-5
391		8700	100.563	100.054	778818.202	3669162.02	198.311°	-5
392		8725	100.624	100.275	778841.774	3669153.69	200.585°	-5
393		8750	101.522	100.561	778864.997	3669144.44	202.858°	-5
394		8775	102.393	100.912	778887.835	3669134.28	205.132°	-5
395		8800	102.963	101.307	778910.252	3669123.21	207.406°	-5
396		8825	102.752	101.703	778932.212	3669111.27	209.679°	-5
397		8850	102.792	102.098	778953.681	3669098.46	211.953°	-5
398		8875	102.408	102.494	778974.625	3669084.81	214.226°	-5
399		8900	103.081	102.889	778995.011	3669070.35	216.500°	-5

ANNEXES

400		8925	103.203	103.274	779014.807	3669055.08	218.774°	-5
401		8934.693	103.063	103.405	779022.317	3669048.95	219.655°	-5
402		8950	102.878	103.586	779033.989	3669039.05	220.940°	-3.84
403		8975	102.82	103.814	779052.623	3669022.38	222.576°	-1.95
404		9000	102.642	103.959	779070.86	3669005.28	223.640°	-0.06
405		9025	102.663	104.021	779088.864	3668987.94	224.130°	1.83
406		9033.899	102.754	104.023	779095.249	3668981.74	224.166°	2.5
407		9050	102.964	103.999	779106.798	3668970.52	224.166°	2.5
408		9075	102.923	103.901	779124.731	3668953.1	224.166°	2.5
409		9075.629	102.917	103.898	779125.183	3668952.67	224.166°	2.5
410		9100	102.306	103.789	779142.691	3668935.71	223.894°	2.5
411		9125	101.991	103.676	779160.819	3668918.5	223.049°	2.5
412		9150	101.86	103.564	779179.284	3668901.64	221.631°	3.3
413		9171.783	101.925	103.466	779195.769	3668887.41	219.929°	5
414		9175	101.885	103.451	779198.241	3668885.35	219.645°	5
415		9200	101.964	103.339	779217.793	3668869.77	217.441°	5
416		9225	102.131	103.226	779237.93	3668854.96	215.238°	5
417		9250	102.368	103.114	779258.621	3668840.93	213.034°	5
418		9275	102.423	103.002	779279.837	3668827.71	210.830°	5
419		9300	102.447	102.889	779301.545	3668815.31	208.627°	5
420		9325	102.607	102.777	779323.714	3668803.76	206.423°	5
421		9350	102.879	102.664	779346.311	3668793.07	204.219°	5
422		9375	102.838	102.552	779369.302	3668783.25	202.016°	5
423		9400	104.001	102.439	779392.654	3668774.33	199.812°	5
424		9425	103.376	102.327	779416.331	3668766.31	197.608°	5
425		9450	103.18	102.217	779440.299	3668759.21	195.405°	5
426		9475	103.065	102.155	779464.523	3668753.03	193.201°	5
427		9500	102.653	102.154	779488.966	3668747.79	190.997°	5
428		9525	102.461	102.217	779513.593	3668743.5	188.793°	5
429		9550	102.591	102.341	779538.366	3668740.15	186.590°	5
430		9575	102.668	102.52	779563.25	3668737.76	184.386°	5
431		9600	102.675	102.705	779588.207	3668736.33	182.182°	5
432		9625	102.789	102.89	779613.201	3668735.86	179.979°	5
433		9650	103.188	103.075	779638.195	3668736.35	177.775°	5
434		9675	103.625	103.261	779663.151	3668737.8	175.571°	5
435		9700	104.184	103.446	779688.033	3668740.21	173.368°	5
436		9725	106.051	103.631	779712.805	3668743.57	171.164°	5
437		9750	105.197	103.816	779737.428	3668747.88	168.960°	5
438		9775	104.569	104.001	779761.867	3668753.14	166.757°	5
439		9800	104.206	104.187	779786.086	3668759.34	164.553°	5
440		9812.705	104.071	104.281	779798.298	3668762.84	163.433°	5
441		9825	103.926	104.372	779810.051	3668766.45	162.419°	4.04
442		9850	103.742	104.557	779833.765	3668774.36	160.783°	2.5
443		9875	103.694	104.742	779857.288	3668782.83	159.721°	2.5
444		9900	104.287	104.927	779880.693	3668791.61	159.231°	2.5

ANNEXES

445		9908.859	104.118	104.993	779888.975	3668794.76	159.195°	2.5
446		9925	104.475	105.113	779904.064	3668800.49	159.195°	2.5
447		9941.12	104.476	105.232	779919.133	3668806.22	159.195°	2.5
448		9950	104.48	105.298	779927.46	3668809.3	160.155°	-5
449		9975	104.583	105.483	779951.167	3668817.23	162.858°	-5
450		10000	105.401	105.654	779975.221	3668824.03	165.560°	-5
451		10025	105.91	105.734	779999.569	3668829.69	168.263°	-5
452		10050	105.583	105.709	780024.157	3668834.2	170.966°	-5
453		10075	105.37	105.579	780048.931	3668837.54	173.668°	-5
454		10100	105.395	105.346	780073.834	3668839.71	176.371°	-5
455		10125	104.803	105.009	780098.812	3668840.71	179.074°	-5
456		10150	104.545	104.58	780123.809	3668840.52	181.776°	-5
457		10175	104.782	104.138	780148.769	3668839.16	184.479°	-5
458		10200	103.793	103.696	780173.638	3668836.62	187.181°	-5
459		10225	103.574	103.254	780198.359	3668832.91	189.884°	-5
460		10250	102.35	102.812	780222.877	3668828.04	192.587°	-5
461		10275	102.683	102.37	780247.139	3668822.02	195.289°	-5
462		10300	101.933	101.971	780271.09	3668814.86	197.992°	-5
463		10325	102.157	101.694	780294.676	3668806.58	200.695°	-5
464		10350	101.848	101.543	780317.846	3668797.19	203.397°	-5
465		10375	101.793	101.517	780340.548	3668786.73	206.100°	-5
466		10400	101.741	101.616	780362.731	3668775.21	208.803°	-5
467		10425	102	101.832	780384.346	3668762.65	211.505°	-5
468		10450	102.054	102.077	780405.345	3668749.09	214.208°	-5
469		10475	102.277	102.321	780425.681	3668734.55	216.910°	-5
470		10500	102.75	102.565	780445.309	3668719.07	219.613°	-5
471		10525	103.649	102.809	780464.185	3668702.68	222.316°	-5
472		10550	103.552	103.053	780482.267	3668685.42	225.018°	-5
473		10560.092	104.148	103.152	780489.333	3668678.22	226.109°	-5
474		10575	104.718	103.298	780499.668	3668667.47	226.109°	2.5
475		10600	105.157	103.542	780517	3668649.46	226.109°	2.5
476		10625	105.477	103.786	780534.333	3668631.44	226.109°	2.5
477		10650	104.927	103.979	780551.665	3668613.42	226.109°	2.5
478		10675	104.197	104.068	780568.997	3668595.41	226.109°	2.5
479		10700	103.426	104.053	780586.329	3668577.39	226.109°	2.5
480		10714.516	103.251	103.997	780596.393	3668566.93	226.109°	2.5
481		10725	103.123	103.934	780603.666	3668559.38	226.000°	2.5
482		10750	103.283	103.711	780621.178	3668541.54	224.861°	2.5
483		10775	103.799	103.383	780639.228	3668524.24	222.483°	4.8
484		10776.667	103.941	103.358	780640.459	3668523.12	222.280°	5
485		10800	104.521	102.952	780658.109	3668507.86	219.405°	5
486		10825	102.663	102.454	780677.843	3668492.52	216.325°	5
487		10850	101.566	101.955	780698.373	3668478.26	213.244°	5
488		10875	100.579	101.456	780719.64	3668465.12	210.164°	5
489		10900	99.465	100.957	780741.582	3668453.14	207.084°	5

ANNEXES

490		10925	99.918	100.457	780764.135	3668442.37	204.003°	5
491		10950	99.201	99.958	780787.236	3668432.81	200.923°	5
492		10975	98.417	99.459	780810.816	3668424.52	197.842°	5
493		11000	98.487	98.96	780834.808	3668417.5	194.762°	5
494		11025	97.307	98.461	780859.142	3668411.78	191.682°	5
495		11050	97.009	97.965	780883.749	3668407.38	188.601°	5
496		11075	96.799	97.528	780908.556	3668404.31	185.521°	5
497		11100	96.432	97.169	780933.493	3668402.57	182.440°	5
498		11108.434	96.297	97.065	780941.922	3668402.29	181.401°	5
499		11125	96.192	96.887	780958.487	3668402.16	179.632°	3
500		11150	95.944	96.684	780983.48	3668402.72	177.992°	2.5
501		11170.584	96.01	96.576	781004.048	3668403.54	177.572°	2.5
502		11175	96.05	96.559	781008.459	3668403.73	177.572°	2.5
503		11200	96.217	96.512	781033.437	3668404.79	177.572°	2.5
504		11221.273	96.164	96.534	781054.69	3668405.69	177.572°	2.5
505		11225	96.118	96.543	781058.414	3668405.85	177.582°	2.13
506		11250	96.299	96.653	781083.396	3668406.81	178.163°	-0.35
507		11275	96.609	96.84	781108.39	3668407.32	179.640°	-2.84
508		11296.744	97.431	97.067	781130.132	3668407.09	181.652°	-5
509		11300	97.398	97.106	781133.386	3668406.99	182.004°	-5
510		11325	97.004	97.442	781158.341	3668405.53	184.706°	-5
511		11328.495	97.006	97.491	781161.823	3668405.23	185.084°	-5
512		11350	97.193	97.79	781183.204	3668402.93	187.078°	-2.86
513		11375	98.553	98.138	781207.966	3668399.5	188.562°	-0.38
514		11400	98.316	98.486	781232.663	3668395.62	189.152°	2.11
515		11403.966	98.337	98.541	781236.579	3668394.98	189.163°	2.5
516		11425	98.083	98.834	781257.344	3668391.64	189.163°	2.5
517		11450	97.744	99.182	781282.025	3668387.65	189.163°	2.5
518		11475	98.406	99.531	781306.706	3668383.67	189.163°	2.5
519		11500	100.07	99.879	781331.387	3668379.69	189.163°	2.5
520		11525	100.824	100.227	781356.068	3668375.71	189.163°	2.5
521		11550	100.225	100.575	781380.749	3668371.73	189.163°	2.5
522		11575	100.763	100.897	781405.429	3668367.75	189.163°	2.5
523		11600	101.14	101.178	781430.11	3668363.77	189.163°	2.5
524		11625	101.417	101.417	781454.791	3668359.79	189.163°	2.5
525		11650	102.051	101.615	781479.472	3668355.8	189.163°	2.5
526		11675	102.454	101.771	781504.153	3668351.82	189.163°	2.5
527		11700	102.732	101.885	781528.834	3668347.84	189.163°	2.5
528		11725	101.913	101.958	781553.515	3668343.86	189.163°	2.5
529		11750	101.986	101.989	781578.196	3668339.88	189.163°	2.5
530		11773.112	101.67	101.98	781601.013	3668336.2	189.163°	2.5
531		11775	101.663	101.978	781602.877	3668335.9	189.162°	2.5
532		11800	101.576	101.925	781627.564	3668331.95	188.933°	2.5
533		11825	101.331	101.831	781652.279	3668328.19	188.306°	2.5
534		11850	101.211	101.696	781677.046	3668324.79	187.282°	2.95

ANNEXES

535		11875	101.269	101.545	781701.879	3668321.91	185.859°	4.72
536		11878.994	101.203	101.521	781705.853	3668321.51	185.595°	5
537		11900	100.864	101.394	781726.783	3668319.72	184.179°	5
538		11925	100.758	101.243	781751.739	3668318.27	182.494°	5
539		11950	100.545	101.092	781776.728	3668317.55	180.809°	5
540		11975	99.914	100.942	781801.727	3668317.56	179.123°	5
541		12000	99.396	100.791	781826.715	3668318.31	177.438°	5
542		12025	99.293	100.64	781851.67	3668319.8	175.753°	5
543		12026.307	99.271	100.632	781852.973	3668319.9	175.665°	5
544		12050	98.891	100.489	781876.573	3668321.99	174.247°	3.32
545		12075	98.603	100.338	781901.419	3668324.75	173.137°	2.5
546		12100	98.001	100.187	781926.219	3668327.91	172.426°	2.5
547		12125	97.709	100.036	781950.99	3668331.28	172.113°	2.5
548		12132.189	97.681	99.993	781958.111	3668332.27	172.096°	2.5
549		12150	97.627	99.886	781975.753	3668334.72	172.096°	2.5
550		12175	97.698	99.735	782000.515	3668338.16	172.096°	2.5
551		12200	97.789	99.584	782025.278	3668341.6	172.096°	2.5
552		12225	97.52	99.433	782050.04	3668345.03	172.096°	2.5
553		12250	97.284	99.282	782074.803	3668348.47	172.096°	2.5
554		12275	97.174	99.131	782099.565	3668351.91	172.096°	2.5
555		12300	96.993	98.98	782124.328	3668355.35	172.096°	2.5
556		12325	96.732	98.829	782149.09	3668358.79	172.096°	2.5
557		12350	96.585	98.679	782173.853	3668362.22	172.096°	2.5
558		12375	96.539	98.528	782198.615	3668365.66	172.096°	2.5
559		12400	96.535	98.377	782223.378	3668369.1	172.096°	2.5
560		12425	96.614	98.226	782248.14	3668372.54	172.096°	2.5
561		12450	96.818	98.075	782272.903	3668375.97	172.096°	2.5
562		12475	96.727	97.924	782297.665	3668379.41	172.096°	2.5
563		12500	96.627	97.773	782322.428	3668382.85	172.096°	2.5
564		12525	96.557	97.623	782347.19	3668386.29	172.096°	2.5
565		12550	96.511	97.472	782371.953	3668389.72	172.096°	2.5
566		12575	96.97	97.321	782396.716	3668393.16	172.096°	2.5
567		12600	96.944	97.17	782421.478	3668396.6	172.096°	2.5
568		12625	97.123	97.066	782446.241	3668400.04	172.096°	2.5
569		12650	97.33	97.087	782471.003	3668403.48	172.096°	2.5
570		12675	97.777	97.232	782495.766	3668406.91	172.096°	2.5
571		12700	98.175	97.503	782520.528	3668410.35	172.096°	2.5
572		12708.632	98.444	97.625	782529.078	3668411.54	172.096°	2.5
573		12725	98.987	97.898	782545.296	3668413.75	172.350°	2.5
574		12750	99.646	98.419	782570.084	3668417	172.737°	2.5
575		12775	100.558	99.064	782594.894	3668420.07	173.124°	2.5
576		12800	101.78	99.835	782619.724	3668422.98	173.511°	2.5
577		12825	102.32	100.714	782644.573	3668425.72	173.898°	2.5
578		12850	103.489	101.607	782669.44	3668428.3	174.285°	2.5
579		12875	105.015	102.501	782694.324	3668430.7	174.673°	2.5

ANNEXES

580		12900	107.362	103.395	782719.224	3668432.94	175.060°	2.5
581		12925	106.956	104.288	782744.138	3668435.01	175.447°	2.5
582		12950	108.679	105.117	782769.066	3668436.91	175.834°	2.5
583		12975	108.08	105.842	782794.006	3668438.64	176.221°	2.5
584		13000	108.142	106.463	782818.957	3668440.2	176.608°	2.5
585		13025	108.028	106.979	782843.918	3668441.6	176.995°	2.5
586		13050	108.739	107.392	782868.888	3668442.83	177.383°	2.5
587		13050.487	108.733	107.399	782869.374	3668442.85	177.390°	2.5
588		13075	107.757	107.7	782893.862	3668443.96	177.390°	2.5
589		13100	107.514	107.904	782918.836	3668445.1	177.390°	2.5
590		13125	107.555	108.004	782943.81	3668446.24	177.390°	2.5
591		13150	106.963	108	782968.784	3668447.38	177.390°	2.5
592		13175	106.556	107.891	782993.758	3668448.52	177.390°	2.5
593		13200	106.117	107.693	783018.732	3668449.66	177.390°	2.5
594		13225	105.923	107.482	783043.706	3668450.79	177.390°	2.5
595		13250	105.599	107.271	783068.68	3668451.93	177.390°	2.5
596		13275	105.397	107.06	783093.654	3668453.07	177.390°	2.5
597		13300	105.412	106.849	783118.628	3668454.21	177.390°	2.5
598		13325	105.523	106.638	783143.602	3668455.35	177.390°	2.5
599		13350	105.281	106.427	783168.577	3668456.49	177.390°	2.5
600		13375	105.447	106.216	783193.551	3668457.62	177.390°	2.5
601		13400	105.411	106.005	783218.525	3668458.76	177.390°	2.5
602		13425	105.451	105.808	783243.499	3668459.9	177.390°	2.5
603		13450	105.473	105.642	783268.473	3668461.04	177.390°	2.5
604		13475	105.498	105.507	783293.447	3668462.18	177.390°	2.5
605		13500	105.372	105.403	783318.421	3668463.32	177.390°	2.5
606		13525	105.464	105.326	783343.395	3668464.45	177.390°	2.5
607		13550	105.709	105.252	783368.369	3668465.59	177.390°	2.5
608		13575	105.648	105.177	783393.343	3668466.73	177.390°	2.5
609		13600	105.702	105.103	783418.317	3668467.87	177.390°	2.5
610		13625	105.522	105.029	783443.291	3668469.01	177.390°	2.5
611		13625.436	105.527	105.028	783443.727	3668469.03	177.390°	2.5
612		13650	105.707	104.955	783468.26	3668470.26	176.622°	2.5
613		13675	105.393	104.88	783493.184	3668472.19	174.262°	4.93
614		13675.436	105.397	104.879	783493.617	3668472.23	174.207°	5
615		13700	105.525	104.806	783517.976	3668475.37	171.079°	5
616		13725	105.448	104.732	783542.553	3668479.93	167.896°	5
617		13750	105.529	104.658	783566.839	3668485.85	164.713°	5
618		13775	105.641	104.583	783590.76	3668493.11	161.530°	5
619		13800	105.52	104.509	783614.24	3668501.69	158.347°	5
620		13825	105.072	104.435	783637.207	3668511.55	155.164°	5
621		13850	105.285	104.361	783659.592	3668522.68	151.981°	5
622		13875	105.534	104.286	783681.324	3668535.03	148.798°	5
623		13900	105.172	104.212	783702.337	3668548.57	145.615°	5
624		13925	105.146	104.138	783722.566	3668563.25	142.432°	5

ANNEXES

625		13933.059	105.15	104.114	783728.91	3668568.22	141.405°	5
626		13950	104.897	104.064	783741.971	3668579.01	139.614°	2.5
627		13975	104.939	103.989	783760.789	3668595.47	138.305°	2.5
628		13983.059	105.081	103.965	783766.802	3668600.83	138.222°	2.5
629		14000	104.975	103.915	783779.435	3668612.12	138.222°	2.5
630		14025	104.702	103.841	783798.078	3668628.77	138.222°	2.5
631		14050	104.773	103.766	783816.721	3668645.43	138.222°	2.5
632		14075	104.647	103.692	783835.365	3668662.09	138.222°	2.5
633		14100	104.721	103.618	783854.008	3668678.74	138.222°	2.5
634		14110.926	104.975	103.586	783862.156	3668686.02	138.222°	2.5
635		14125	104.801	103.544	783872.665	3668695.38	138.474°	0.39
636		14150	104.708	103.469	783891.586	3668711.72	140.166°	-3.36
637		14160.926	104.743	103.437	783900.048	3668718.63	141.405°	-5
638		14175	104.609	103.395	783911.184	3668727.24	143.197°	-5
639		14200	104.408	103.321	783931.607	3668741.65	146.380°	-5
640		14225	104.212	103.247	783952.799	3668754.91	149.563°	-5
641		14250	103.987	103.172	783974.694	3668766.97	152.747°	-5
642		14275	103.857	103.098	783997.225	3668777.79	155.930°	-5
643		14300	103.743	103.024	784020.323	3668787.35	159.113°	-5
644		14325	103.612	102.95	784043.916	3668795.61	162.296°	-5
645		14350	103.155	102.875	784067.93	3668802.55	165.479°	-5
646		14375	102.99	102.801	784092.293	3668808.14	168.662°	-5
647		14400	102.725	102.727	784116.929	3668812.37	171.845°	-5
648		14425	102.746	102.653	784141.762	3668815.23	175.028°	-5
649		14450	102.685	102.578	784166.716	3668816.7	178.211°	-5
650		14452.575	102.677	102.571	784169.29	3668816.78	178.539°	-5
651		14475	102.575	102.504	784191.713	3668816.87	180.754°	-1.64
652		14500	102.302	102.43	784216.706	3668816.28	181.714°	2.11
653		14502.575	102.283	102.422	784219.28	3668816.2	181.722°	2.5
654		14525	102.267	102.356	784241.694	3668815.53	181.722°	2.5
655		14550	102.543	102.281	784266.683	3668814.77	181.722°	2.5
656		14575	102.374	102.207	784291.672	3668814.02	181.722°	2.5
657		14600	102.734	102.133	784316.66	3668813.27	181.722°	2.5
658		14625	102.082	102.059	784341.649	3668812.52	181.722°	2.5
659		14650	102.033	101.984	784366.638	3668811.77	181.722°	2.5
660		14675	101.833	101.91	784391.627	3668811.02	181.722°	2.5
661		14700	102.298	101.836	784416.615	3668810.27	181.722°	2.5
662		14725	101.957	101.761	784441.604	3668809.51	181.722°	2.5
663		14739.992	101.749	101.717	784456.589	3668809.06	181.722°	2.5
664		14750	101.669	101.687	784466.592	3668808.76	181.850°	1
665		14775	101.743	101.613	784491.569	3668807.69	183.283°	-2.75
666		14789.992	101.66	101.568	784506.524	3668806.64	184.905°	-5
667		14800	101.654	101.539	784516.484	3668805.67	186.180°	-5
668		14825	101.54	101.464	784541.252	3668802.29	189.363°	-5
669		14850	101.379	101.39	784565.793	3668797.54	192.546°	-5

ANNEXES

670		14875	101.128	101.316	784590.033	3668791.43	195.729°	-5
671		14900	100.978	101.242	784613.896	3668783.99	198.912°	-5
672		14925	100.873	101.167	784637.309	3668775.24	202.095°	-5
673		14928.505	100.866	101.157	784640.552	3668773.91	202.541°	-5
674		14950	100.8	101.093	784660.23	3668765.26	204.690°	-1.78
675		14975	100.676	101.019	784682.826	3668754.57	205.709°	1.97
676		14978.505	100.654	101.008	784685.984	3668753.04	205.725°	2.5
677		15000	100.614	100.945	784705.349	3668743.71	205.725°	2.5
678		15025	100.582	100.87	784727.871	3668732.86	205.725°	2.5
679		15050	100.637	100.796	784750.393	3668722.01	205.725°	2.5
680		15075	100.705	100.722	784772.915	3668711.16	205.725°	2.5
681		15078.505	100.714	100.711	784776.073	3668709.64	205.725°	2.5