



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم
University Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculty of Sciences and Technology
قسم الهندسة المدنية والمعمارية
Civil engineering & architecture department



N° d'ordre : M/GCA/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics

Spécialité : V.O.A

Thème :

Etude de réhabilitation du chemin de wilaya CW 01 reliant la commune de Tidda à la commune de Meghila (Wilaya de Tiaret) du Pk 17 +400 au PK 21 + 773.

Présenté par :

- M. BICHARA Mahamat Ahmat

Soutenu le 16 / 06 / 2022 devant le jury composé de :

Président : Pr MEBROUKI Abdelkader.....Université de Mostaganem

Examineur : M. BOUHALOUFA Ahmed.....Université de Mostaganem

Encadrant : M. TALIA AhmedUniversité de Mostaganem

Invité d'honneur : M. CHERIF MouradUniversité de Mostaganem

Invité d'honneur : M. BOUARFA ZohirUniversité de Mostaganem

Année Universitaire : 2021-2022

REMERCIEMENTS

Louange à ALLAH le saint tout puissant miséricordieux de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

*Mes sincères remerciement et reconnaissance pour Mr **Ahmed TALIA**, d'avoir accepté de diriger ce mémoire, et qui n'a pas cessé de m'encourager et de m'aider dans l'apprentissage et la maîtrise de tous les outils nécessaires demandés dans ce travail. La réalisation de ce travail aurait été impossible sans son soutien et sans aspect moral et affectif.*

Je tiens également à remercier les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail, et qu'ils me feront l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

A tous mes professeurs chacun en son nom, je vous remercie du fond du cœur pour votre dévouement et pour vos conseils.

Mes remerciements vont également à l'encontre de tous ceux et celles qui de près ou de loin m'ont apporté aide et encouragement ; qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

En fin, je remercie l'Algérie pour m'avoir formé pendant cinq ans et surtout son hospitalité la plus particulière que je n'oublierai jamais, je rends hommage vibrant à cette terre et à ses martyrs.

DEDICACES

« Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur que l'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant sa gratitude et sa reconnaissance durant toute notre existence ».

Au sens de gratitude et d'amour je dédie ce travail à Dieu tout puissant Allah qui m'a donné la volonté et la puissance pour réaliser cette étude dont je souhaiterai qu'elle soit acceptée par lui et qu'il m'aide à continuer.

Je dédie ce travail à :

A mon très cher papa qui m'a toujours poussé pour aller de l'avant avec ses conseils tantôt avec patience et tantôt avec sévèrement mais qui m'ont mené jusqu'à finir mon projet de fin d'études.

A ma chère maman qui m'a comblée d'amour et tendresse et qui a rendu les choses les plus difficiles sembler bien plus simple que je ne le croyais.

A mes frères et sœurs, qui je leurs souhaitent pleins de succès et de réussites dans la vie.

En fin, à mes professeurs du département de Génie civil en souhaitant qu'on ait été à la hauteur de ce qu'ils attendaient de nous.

RESUME :

Cette présente étude consiste à réhabiliter un tronçon de route du chemin de wilaya N° 1 reliant la commune de Tidida et la commune de Meghila (Wilaya de Tiaret) du 17 +400 au PK 21 +773. Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme national de développement des voies de la wilaya Tiaret.

Les opérations de réhabilitation sont des travaux d'amélioration. C'est-à-dire qu'on ne procède pas à la destruction du bien. On en conserve la totalité ou une partie et on procède à son aménagement, pour le rendre meilleur.

Pour la réhabilitation de la route, le début de l'opération consiste à inspecter visuellement l'état et le type du soutien. Il est essentiel d'évaluer les travaux. L'information résultante de l'étude permet d'apprécier le degré de la détérioration afin de déterminer les actions à entreprendre. Elle permet également de corriger les déficiences pouvant causer des éventuels problèmes.

Pour résumé, la présentation du projet est une suite de démarches qui demandent beaucoup de formalisme.

Nous avons commencé à étudier en première partie la route existante afin de déceler tous les éléments géométriques ne respectant pas les normes du B40.

Dans la seconde partie, l'objectif est de doter à ce tronçon route des caractéristiques d'un chemin de wilaya. Cela se concrétise moyennant les actions suivantes :

- Amélioration le niveau de service de cette route.
- Réduire le nombre d'accidents au niveau de la CW01.
- Assurer le confort, et la sécurité des usagers.
- Augmentation de la capacité de la route.
- Les Rectifications des virages.
- Le Renforcement de la chaussée pour un apport structurel.
- L'élargissement de la route en évitant les grands remblais

Abstract :

This present study consists in rehabilitating a section of the road of wilaya N ° 1 connecting the municipality of Tidda and the municipality of Meghila (Wilaya of Tiaret) from 17 +400 to PK 21 +773. This project is part of the national road development program for the Tiaret wilaya.

Rehabilitation operations are improvement works. That is to say that we do not proceed to the destruction of the property. We keep all or part of it and we proceed to its development, to make it better.

For road rehabilitation, the start of the operation is to visually inspect the condition and type of the support. It is essential to evaluate the work. The information resulting from the study makes it possible to assess the degree of deterioration in order to determine the actions to be taken. It also makes it possible to correct deficiencies that may cause possible problems.

To sum up, the presentation of the project is a series of steps that require a lot of formalism.

We have started to study the existing road in the first part in order to detect all the geometric elements not respecting the standards of the B40.

In the second part, the objective is to provide this road section with the characteristics of a wilaya road. This is achieved through the following actions :

- Improvement of the service level of this road.
- Reduce the number of accidents at CW01.
- Ensure the comfort and safety of users.
- Increase in road capacity.
- Rectifications of bends.
- Reinforcement of the pavement for a structural contribution.
- Widening of the road avoiding large embankments

ملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى إعادة تأهيل جزء من طريق الولاية رقم 2 الذي يربط بين بلدية تيدا وبلدية مغيلة (ولاية تيارت) من 17 +400 إلى 21 +773 PK. هذا المشروع هو جزء من البرنامج الوطني لتطوير الطرق لولاية تيارت.

عمليات إعادة التأهيل هي أعمال تحسين. وهذا يعني أننا لا نبدأ في تدمير الممتلكات. نحتفظ بها كلها أو جزء منها وننتقل إلى تطويرها لجعلها أفضل.

لإعادة تأهيل الطريق، فإن بدء العملية هو الفحص البصري لحالة ونوع الدعم. من الضروري تقييم العمل. تتيح المعلومات الناتجة عن الدراسة إمكانية تقييم درجة التدهور من أجل تحديد الإجراءات الواجب اتخاذها. كما أنه يجعل من الممكن تصحيح أوجه القصور التي قد تسبب مشاكل محتملة.

باختصار، عرض المشروع عبارة عن سلسلة من الخطوات التي تتطلب الكثير من الشكلية.

لقد بدأنا دراسة الطريق الحالي في الجزء الأول من أجل الكشف عن جميع العناصر الهندسية التي لا تحترم معايير B40.

في الجزء الثاني، الهدف هو تزويد هذا الجزء من الطريق بخصائص طريق الولاية. يتم تحقيق ذلك من خلال الإجراءات التالية:

- تحسين مستوى الخدمة لهذا الطريق.
- تقليل عدد الحوادث في CW01.
- ضمان راحة وسلامة المستخدمين.
- زيادة سعة الطريق.
- تصحيح الانحناءات.
- تدعيم الرصيف للمساهمة الإنشائية.
- توسيع الطريق وتجنب السدود الكبيرة.

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : Coordonnées des sommets de l'axe de la route existante	9
Tableau 2 : Les rayons de courbure en plan	10
Tableau 3 : Les éléments de raccordement	11
Tableau 4 : Longueur totale du tronçon.....	12
Tableau 5 : Pourcentage en alignement droit et courbe	12
Tableau 6 : Gisement, distance de la route existante.....	12
Tableau 7 : Environnement de la route.....	13
Tableau 8 : Type de topographie.....	14
Tableau 9 : Sinuosité	14
Tableau 10 : Vitesse de référence	15
Tableau 11 : dénivelée cumulée moyenne	15
Tableau 12 : Dévers	19
Tableau 13 : Valeur du coefficient ft	20
Tableau 14 : Valeur du coefficient "f "	20
Tableau 15 : Détermination des devers max et min	20
Tableau 16 : Récapitulatif des rayons en plan	20
Tableau 17 : coefficient d'équivalence	28
Tableau 18 : Valeur de K1.....	28
Tableau 19 : valeur de K2	29
Tableau 20 : Devers en fonction de l'environnement.....	33
Tableau 21 : Coordonnée planimétrique de la route réhabilitée	34
Tableau 22 : dénivelée cumulée moyenne de la route réhabilitée	35
Tableau 23 : Sinuosité de la route réhabilitée	38
Tableau 24 : Environnement de la route réhabilitée	38
Tableau 25 : Vitesse de référence	38
Tableau 26 : détermination des devers max et min	39
Tableau 27 : Récapitulatif des rayons en plan	39
Tableau 28 : Rayons en plan choisis.....	39
Tableau 29 : Détermination des gisements, distances et les angles au centre	40
Tableau 30 : Les éléments de raccordements de la route réhabilitée.....	40

Tableau 31 : pourcentage des alignements droit et courbe	41
Tableau 32 : Devers associé au rayon en plan normés	42
Tableau 33 : devers associés aux rayons.....	42
Tableau 34 : les dévers et variations associés aux rayons choisis	46
Tableau 35 : Longueur de la clothoïde "L"	47
Tableau 36 : Formule de calcul des éléments de la clothoïde	47
Tableau 37 : Valeur les éléments de la clothoïde	48
Tableau 38 : Variation de devers pour le rayon 650 m.....	49
Tableau 39 : Variation de devers pour le rayon 600 m.....	50
Tableau 40 : Variation de devers pour le rayon 320 m.....	50
Tableau 41 : Variation de devers pour le rayon 200 m.....	51
Tableau 42 : Variation de devers pour le rayon 150 m.....	51
Tableau 43 : Variation de devers pour le rayon 270 m.....	52
Tableau 44 : Valeur de déclivité maximale	55
Tableau 45 : Listing du profil en long du projet	56
Tableau 46 : Récapitulatif des rayons en angle saillant	58
Tableau 47 : Rayons concaves (angle rentrant)	59
Tableau 48 : Coefficient d'équivalence des matériaux	68
Tableau 49 : Classe de trafic.....	70
Tableau 50 : Classe de sol.....	70
Tableau 51 : Données du trafic	72
Tableau 52 : Epaisseur du corps de chaussée	73
Tableau 53 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40	72
Tableau 54 : Détermination des distances (freinage -d'arrêt -perception).....	74
Tableau 55 : Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse	75
Tableau 56 : volume cumulé de déblais et remblais.....	81
Tableau 57 : les cubatures.....	81
Tableau 58 : Modulation des lignes discontinue	89
Tableau 59 : Implantation par coordonnées X, Y et Z.....	96
Tableau 60 : Implantation de la branche de l'arc de cercle« 1er virage ».....	100
Tableau 61 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 2e virage »	101
Tableau 62 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 3e virage »	101

Tableau 63 : Implantation de la branche de clothoïde « 4e virage »	102
Tableau 64 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 4e virage »	102
Tableau 65 : Implantation de la branche de clothoïde « 5e virage »	103
Tableau 66 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 5e virage »	104
Tableau 67 : Implantation de la branche de clothoïde « 6e virage »	104
Tableau 68 Implantation de la branche de l'arc de cercle « 6e virage »	105
Tableau 69 : Implantation de la branche de clothoïde « 7e virage »	105
Tableau 70 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 7e virage »	106
Tableau 71 : Implantation de la branche de clothoïde « 8e virage »	107
Tableau 72 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 8e virage »	107
Tableau 73 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 9e virage »	108
Tableau 74 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 10e virage »	109
Tableau 75 : Implantation de la branche de clothoïde « 11e virage »	109
Tableau 76 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 11e virage »	110
Tableau 77 : Devis Quantitatif Et Estimatif	111

LISTE DE FIGURES

Figure 1 : projet global	2
Figure 2 : situation géographique de Tiaret	3
Figure 3 : carte du réseau de la wilaya	5
Figure 4 : tronçon de notre projet.....	5
Figure 5 : plan topographique de notre tronçon	6
Figure 6 : Eléments de raccordement circulaire	9
Figure 7 : Les éléments d'un tracé en plan	33
Figure 8 : les éléments d'un clothoïde	44
Figure 9 : Profil en long	53
Figure 10 : La constitution d'une chaussée	61
Figure 11 : chaussée souple	64
Figure 12 : Chaussée semi-rigides	65
Figure 13 : Chaussée rigide	65
Figure 14 : les différentes catégories de chaussée	66
Figure 15 : Les démarches du catalogue	72
Figure 16 : Corps de chaussée	73
Figure 17 : La distance d'arrêt.....	74
Figure 18 : profil en travers	76
Figure 19 : Les éléments d'une route.....	77
Figure 20 : profil en travers	79
Figure 21 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné	80
Figure 22 : Les signaux de danger	87
Figure 23 : Ligne continue interdisant le franchissement ou le chevauchement	88
Figure 24 : Types de modulation	90
Figure 25 : Les lignes transversales	90
Figure 26 : Paramètre de l'implantation	93
Figure 27 : Implantation partie circulaire.....	95
Figure 28 : Coordonnées polaires	95
Figure 29 : Méthode d'implantation	96

LISTE DES ABREVIATIONS

- RN : Route Nationale
- CW : Chemin de Wilaya
- CC : Chemin communal
- B40 : Normes techniques d'aménagement routier Algérien
- f_L : Coefficient de frottement longitudinal
- f_t : Coefficient de frottement transversal
- R_{hm} : Rayon minimal absolu
- R_{hn} : Rayon minimal normal
- R_{hd} : Rayon au dévers minimal
- R_{hnd} : Rayon minimal non déversé
- Δd : Variation des dévers
- I_{max} : Déclivité maximum
- I_{min} : Déclivité minimum
- R_{vmin} : Rayon vertical minimal
- R : rayon de cercle.
- L : longueur de la branche de clothoïde
- A : paramètre de la clothoïde
- T : Distance S-KA
- K_A : origine de la clothoïde
- K_E : extrémité de la clothoïde
- XKE : Abscisse de l'extrémité de la clothoïde
- YKE : Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde
- SL : Longueur de la corde KA-KE
- ΔR : ripage
- α : Angle des alignements droits
- β : Angle au centre (Raccordement circulaire)
- σ : Angle Polaire

- τ : angle des tangentes
- γ : Angle au centre Partie circulaire
- DT : Développée totale
- TK : tangente courte
- TL : tangente longue
- S_L : corde $K_E - K_A$.
- M : centre du cercle d'abscisse X_M .
- X_M : abscisse du centre du cercle de M à partir de K_A
- Y_M : ordonnée du centre du cercle M à partir de K_A
- d_0 : Distance d'arrêt
- d_f : Distance de freinage
- d_{vdm} : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne
- d_{vdN} : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale
- d_{md} : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement
- T.P.C : Terre-plein central
- B.A.U : Bande d'arrêt d'urgence
- B.D.G : Bande dérasée de gauche
- TN : Terrain naturel
- TP : Tracé en plan
- PL : Profil en long
- BB : Béton bitumineux
- GT : Grave traité
- GNT : Grave non traiter
- GB : Grave bitume
- TJMA : Trafic journalier moyen annuel
- a : coefficient qui dépend du nombre de voies
- TPL : Trafic poids lourd
- p : pourcentage de poids lourds.
- T_{eq} : trafic équivalent par essieu de 13t.

r : Taux d'accroissement annuel

PL: Poids lourd

CBR: California Bearing Ratio

I_{CBR} : Indice CBR

e : épaisseur équivalente

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

PK : Point kilométrique

U : unitaire

P.U : Prix unitaire

H.T : Hors taxe

TVA : Taxe à valeur ajouter

T.T.C : Tout taxes comprises

CTTP : Contrôle technique de travaux publics

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET	2
1. PRESENTATION DU PROJET :	2
2. OBJECTIF DU PROJET :	2
3. PRESENTATION DE LA WILAYA.....	3
3.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	3
3.2. SITUATION DEMOGRAPHIQUE.....	4
3.2.1. Le relief :	4
3.2.2. Le climat :	4
4. RESEAU ROUTIER :	4
4.1. POTENTIALITES EXISTANTES :	4
4.1.1. Notre Tronçon :	5
5. DONNEES DE BASE :	5
5.1. PLAN TOPOGRAPHIQUE :	5
5.1.1. TRAFIC.....	6
6. CATEGORIE DE LA ROUTE	6
CHAPITRE II : L'ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE	8
1. INTRODUCTION :	8
1.1. LES DIFFERENTES ETAPES :	8
2. COORDONNEES PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DEFINISSANT L'AXE :	8
3. CALCUL DE GISEMENT DE DISTANCE ET DES ANGLES AU CENTRE :	9
3.1. FORMULES DE CALCUL DES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS CIRCULAIRES.....	10
3.1.1. L'angle au centre	10
3.1.2. Gisement d'une direction.....	10
3.1.3. Distance	10
3.2. APPLICATION AU PROJET	10
3.2.1. Rayons de courbure en plan.....	10
4. LONGUEUR TOTALE DU TRONÇON :	12
4.1. LONGUEUR TOTALE DU TRONÇON	12
4.2. POURCENTAGE EN ALIGNEMENT DROIT ET COURBE :	12

5.	CALCUL DE GISEMENTS, D'ANGLES AU CENTRE ET DE DISTANCES :	12
6.	ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE EXISTANTE :	13
6.1.	DENIVELEE CUMULEE MOYENNE :	14
6.2.	SINUOSITE :	14
7.	VITESSE DE REFERENCE :	15
8.	APPLICATION AU PROJET :	15
8.1.	L'ENVIRONNEMENT	15
8.1.1.	Dénivelée Cumulée Moyenne :	15
8.1.2.	Sinuosité :	18
8.2.	VITESSE DE REFERENCE	18
9.	COURBES EN PLAN :	19
9.1.	LE RAYON MINIMAL ABSOLU RHM	19
9.2.	LE RAYON MINIMAL NORMAL RHN	19
9.3.	LE RAYON AU DEVERS MINIMAL RHd	19
9.4.	LE RAYON NON DEVERSE RHnd	19
9.5.	DETERMINATION DES DEVERS dmax ET dmin :	19
9.6.	DETERMINATION DU COEFFICIENT TRANSVERSAL FT :	20
9.7.	DETERMINATION DU COEFFICIENT F' EN FONCTION DE LA CATEGORIE :	20
9.8.	DETERMINATION DES DEVERS DMAX ET DMIN	20
9.9.	RAYON EN PLAN :	20
	CONCLUSION	8
	CHAPITRE III : ETUDE DE TRAFIC	23
1.	INTRODUCTION	23
2.	ANALYSE DE TRAFIC EXISTANT :	23
3.	LA MESURE DES TRAFICS :	23
3.1.	LES COMPTAGES :	23
3.1.1.	Les comptages manuels :	24
3.1.2.	Les comptages automatiques :	24
3.2.	LES ENQUETES :	24
3.2.1.	Les Enquêtes Origine Destination :	24
3.2.2.	Les Enquêtes papillons ou distributions :	25
3.2.3.	Relevé des plaques minéralogiques	25

3.2.4. Interview des conducteurs :.....	25
3.2.5. Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage	26
4. DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC :.....	26
4.1. TRAFIC NORMAL :	26
4.2. TRAFIC DEVIE :.....	26
4.3. TRAFIC INDUIT.....	26
4.4. TRAFIC TOTAL.....	26
5. CALCUL DE LA CAPACITE :.....	27
5.1. DEFINITION DE LA CAPACITE :.....	27
5.2. PROJECTION FUTURE DE TRAFIC :.....	27
5.3. CALCUL DE TRAFIC EFFECTIF :.....	27
5.4. DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL :.....	28
5.5. DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE :.....	28
5.6. DETERMINATION DE NOMBRE DES VOIES :.....	29
6. APPLICATION AU PROJET.....	29
6.1. LES DONNEES DE TRAFIC :.....	29
6.2. TRAFIC A L’ANNEE DE MISE EN SERVICE :.....	29
6.3. LE TRAFIC DE L’ANNEE HORIZON A LA 20EME ANNEE « DUREE DE VIE » :.....	29
6.4. DEBIT ADMISSIBLE « d » :.....	30
6.5. NOMBRE DE VOIES :.....	30
CHAPITRE IV : REHABILITATION DE LA ROUTE.....	31
1. INTRODUCTION	31
2. TRACE EN PLAN.....	31
2.1. DEFINITION.....	31
2.2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :.....	32
2.3. DEVERS EN ALIGNEMENT.....	32
2.4. DEVERS VERS L’INTERIEUR DES COURBES	32
3. APPLICATION AU PROJET.....	34
3.1. COORDONNEES PLANIMETRIQUE DEFINISSANT L’AXE.....	34
3.2. ENVIRONNEMENT	35
3.2.1. Dénivelée cumulée :.....	35
3.2.2 Sinuosité	38

3.3.	DEVERS	39
3.4.	RAYON EN PLAN NORMES	39
3.5.	RAYONS CHOISIS :	39
3.6.	CALCULS DES GISEMENTS DES ALIGNEMENTS DROITS, LES ANGLES AU CENTRE ET DISTANCES :	40
3.7.	CALCULS DES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS CIRCULAIRE :	40
3.8.	POURCENTAGE DES ALIGNEMENTS DROIT ET COURBE :	41
3.9.	DETERMINATION DES DEVERS AUX RAYONS EN PLAN :	41
3.10.	Devers associés au rayon en plan :	42
4.	RACCORDEMENT PROGRESSIFS :	42
4.1.	TYPE DE COURBE DE RACCORDEMENT :	43
4.1.1.	Parabole Cubique :	43
4.1.2.	LEMNISCATE :	43
4.1.3.	Clothoïde :	43
a)	Propriétés de la clothoïde	44
b)	Longueur des raccordements :	44
b.1)	La condition de confort dynamique	45
b.2)	La condition Optique	45
b.3)	Condition de gauchissement :	45
5.	VERIFICATION DE NON CHEVAUCHEMENT :	45
6.	APPLICATION AU PROJET :	46
6.1.	DETERMINATION DES LONGUEUR DES CLOTHOÏDES :	47
6.2.	CALCUL DES ELEMENTS D'UNE CLOTHOÏDE :	47
6.3.	VARIATION DU DEVERS DANS LA CLOTHOÏDE :	49
6.3.1.	Méthode de calcul de variation de dévers pour clothoïde	49
7.	APPLICATION AU PROJET	49
CHAPITRE V : PROFIL EN LONG		53
1.	DEFINITION :	53
2.	REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG	53
3.	LA LIGNE ROUGE	54
4.	DECLIVITES	54
4.1.	DECLIVITE MOYENNE	54

4.2. DECLIVITE MAXIMALE	55
5. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG	55
5.1. RACCORDEMENTS VERTICAUX :.....	55
5.2. RACCORDEMENT CONVEXE (ANGLE SAILLANT) :.....	56
6. CONDITION DE CONFORT :.....	56
7. CONDITION ESTHETIQUE :	56
8. APPLICATION AU PROJET.....	56
8.1. RACCORDEMENTS CONCAVES (ANGLE RENTRANT) :	59
8.1.1. Rayon minimal absolu	59
8.1.2. Rayon minimal normal	59
CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE	60
1. INTRODUCTION	60
2. PRINCIPE DE LA CONSTUTION DES CHAUSSEES :	60
❖ De la charge des véhicules :.....	60
❖ Des intempéries :.....	61
❖ Des efforts tangentiels :.....	61
3. LA CHAUSSEE :	61
❖ Les efforts dus aux véhicules :.....	62
❖ Résistance des sols de fondation :.....	62
3.1. LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE.....	63
3.1.1. Chaussées souples :.....	63
i. Couche de roulement (surface)	63
ii. Couche de base	63
iii. Couche de fondation.....	64
iv. Couche de forme.....	64
3.1.2. Chaussée semi –rigide.....	64
3.1.3. Chaussée rigide	65
4. LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :.....	67
4.1. METHODE C.B.R (CALIFORNIA - BEARING – RATIO) :.....	67
MATERIAUX UTILISES	68
COEFFICIENT D’EQUIVALENCE.....	68
4.2. METHODE A.A.S.H.O :(AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY FICIALS) :.....	69

4.3. METHODE D'ASPHALT INSTITUTE :	69
4.4. METHODE DU CATALOGUE DES STRUCTURES :	69
5. DETERMINATION DE LA CLASSE DE TRAFIC :	70
6. DETERMINATION DE LA CLASSE DU SOL :	70
7. LA METHODE L.C.P.C (LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES) :	71
8. METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES :	71
9. APPLICATION AU PROJET :	72
CHAPITRE VII : ETUDE CINEMATIQUE	72
1. INTRODUCTION	72
2. DISTANCE DE FREINAGE :	72
3. TEMPS DE REACTION :	73
4. DISTANCE D'ARRET :	73
5. APPLICATION :	74
6. MANŒUVRE DE DEPASSEMENT :	74
CHAPITRE VIII : PROFIL EN TRAVERS	76
1. DEFINITION :	76
2. LES ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL EN TRAVERS TYPE :	77
3. PROFIL EN TRAVERS TYPE DE NOTRE PROJET :	78
CHAPITRE IX : LES CUBATURES	79
1. INTRODUCTION	79
2. DEFINITION	79
3. CUBATURES DES TERRASSEMENTS	79
4. METHODES DE CALCUL DES CUBATURES :	79
4.1. FORMULE DE SARRAUS :	80
4.2. Méthode de GULDEN :	81
4.3. Méthode linéaire :	81
5. APPLICATION AU PROJET :	81
CHAPITRE X : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE	86
1. INTRODUCTION :	86
2. OBJECTIFS DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :	86
3. REGLES A RESPECTER DE LA SIGNALISATION ROUTIERE	86
4. TYPES DE SIGNALISATION	86

4.1.	Signalisation verticale	87
a)	Signaux de danger	87
b)	Signaux comportant une prescription absolue :	87
c)	Signaux à simple indication :	87
d)	Signaux de direction :	88
4.2.	Signalisation horizontale	88
a)	Marquage longitudinal :	88
a.1)	Lignes continue :	88
a.2)	Lignes discontinue :	89
a.3)	Marques sur chaussée :	89
a.4)	Les lignes mixtes :	90
b)	Marques transversales :	90
b.1)	Les lignes transversales :	90
b.2)	Ligne de stop :	91
b.3)	Ligne de cédez le passage :	91
b.4)	Ligne feux de circulation :	91
c)	Signalisations :	91
5.	LA LARGEUR DES LIGNES	91
6.	ECLAIRAGE :	92
6.1.	Introduction :	92
7.	CATEGORIES D'ECLAIRAGE :	92
8.	PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES :	92
CHAPITRE XI : IMPLANTATON.....		94
1.	INTRODUCTION	94
2.	PLAN DE PIQUETAGE DES AXES DES VOIES :	94
3.	IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS	94
3.1.	PAR RAYONNEMENT :	94
3.2.	PAR INTERSECTION :	94
3.3.	PAR COORDONNEES POLAIRES :	94
4.	IMPLANTATION DE COURBES :	94
4.1.	RACCORDEMENT CIRCULAIRE.....	94
4.1.1.	Méthode d'implantation des parties circulaires :	95

4.1.2. Raccordement progressif :	96
❖ Piquetage par coordonnées rectangulaires :	96
❖ Piquetage par coordonnées Polaires :	96
5. APPLICATION A NOTRE PROJET :	96
5.1. IMPLANTATION PAR COORDONNEES X, Y ET Z.....	96
5.2. IMPLANTATION DES PARTIES COURBES	100
CHAPITRE XII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	111
CONCLUSION GENERALE :.....	113

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

En vue de préserver le patrimoine routier algérien, l'état alloue annuellement des sommes qui, certes sont considérables mais restent toujours insuffisantes au vu de l'état actuel du réseau, pour s'en moderniser, lequel accuse des dégradations subies par l'ancienneté des routes et les techniques de construction utilisées.

Les structures de chaussées en place non renouvelées à ce jour représentent une grande majorité du réseau qui supporte l'intense trafic actuel, c'est ce qui a poussé à mener des études de renouvellement des chaussées dégradées selon l'intensité du trafic supporté ; pour celles menées sur quelques sections de route dont le trafic est inférieur à 3000 véhicules par jour ont montré que le taux de rentabilité pour les types de renforcement lourd est faible, d'autres part l'état de dégradation avancée de ces sections faisait que les travaux d'entretien classique ne soient plus suffisants. C'est précisément, ce type de route qu'il a été intéressant d'intégrer dans le cadre de la recherche d'une solution intermédiaire qui est la technique de réhabilitation :

Notre projet s'intitule étude de la réhabilitation du chemin de wilaya CW01 du PK reliant Tidda et Meghila (Wilaya de Tiaret) du 17 +400 au PK 21 +773.

Les travaux de réhabilitation du chemin de wilaya N°1 (CW01) consiste à :

- Recadrer : élargissement de la chaussée
- Ecrêter : modification du profil en long
- Traitement de perte de tracé
- Rectifier le tracé : modification du tracé en plan

Le présent mémoire est divisé en deux grandes parties. Dans la première partie nous étudierons la route existante tout en faisant ressortir tous les éléments géométriques afin de les comparer aux normes du B40 et on tirera les conclusions nécessaires. Dans la seconde partie nous feront tous les calculs nécessaires à la réhabilitation de notre tracé en dotant cette route des caractéristiques d'un chemin de wilaya.

***CHAPITRE I : PRESENTATION
DU PROJET***

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

1. PRESENTATION DU PROJET :

Le projet fait partie du réseau des routes de wilaya, c'est un tronçon de la CW 01 situé dans la wilaya de Tiaret reliant La ville de Tidda à la ville Meghila sur une longueur d'environ 17 kilomètres 300 m dans sa globalité.

Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme national de développement des voies de la wilaya Tiaret.

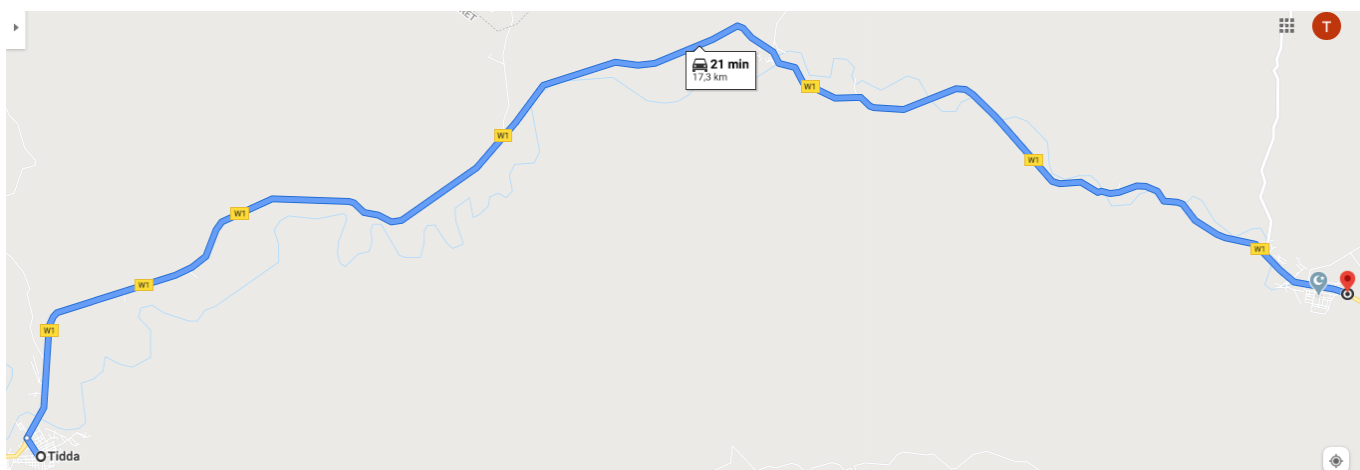


Figure 1 : projet global

2. OBJECTIF DU PROJET :

Le projet de réhabilitation du chemin de wilaya CW01 a pour objectif de doter cette route des caractéristiques d'un chemin de wilaya. Cela se concrétise moyennant les actions suivantes :

- Amélioration le niveau de service de cette route.
- Réduire le nombre d'accidents au niveau de la CW01.
- Assurer le confort, et la sécurité des usagers.
- Augmentation de la capacité de la route.
- Les Rectifications des virages.
- Le Renforcement de la chaussée pour un apport structurel.
- L'élargissement de la route en évitant les grands remblais.

3. PRESENTATION DE LA WILAYA

3.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La ville de Tiaret est située sur le mont du Gezoul qui fait partie de la chaîne de l'Atlas tellien. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 361 km à l'Ouest de la capitale, Alger. Elle s'étend sur une superficie de 20 050 km². Elle est limitée par plusieurs wilayas à savoir :

- Les Wilayas de Tissemsilet et Relizane au Nord ;
- Laghouat et El-Bayadh au Sud ;
- Les Wilayas de Mascara et Saida à l'Ouest ;
- La Wilaya de Djelfa à l'Est.



Figure 2 : situation géographique de Tiaret

La wilaya de Tiaret a un caractère agro-pastoral. Avec une superficie agricole totale de 1.610.703 ha réparties à raison de 704.596 ha agricoles utiles dont 14.561 ha en irrigué et un million d'hectares en steppe, parcours, alfa et forêts, la Wilaya de Tiaret est dominée par le système « céréales- élevage » dont l'intégration constitue l'essentiel de la production agricole et de la croissance économique.

Sur les 704.596 ha utiles, 330.000 ha sont cultivés annuellement en céréales, fourrages et légumes-secs, 7000 ha en cultures maraîchères dont les 4/5 en pomme de terre et oignon, l'arboriculture fruitière occupe 6453 ha. Les effectifs ovins (700.000 têtes

environ) et bovins (39200 têtes dont 25750 vaches laitières) représentent l'autre volet important du système de production agricole de la Wilaya.

3.2. SITUATION DEMOGRAPHIQUE

La population totale de la wilaya est estimée à 888 220 habitants, soit une densité de 44 habitants par Km².

La population ayant un âge inférieur à 15 ans représentant 30% du total de la population, constitue dans les années à venir une importante ressource humaine.

3.2.1. Le relief :

Au vu de son étendue, le relief de la Wilaya qui est hétérogène, est matérialisé par :

- Une zone de montage au Nord ;
- Des hautes plaines au Centre ;
- Des espaces semi-arides au Sud ;

3.2.2. Le climat :

Le climat dans la wilaya de Tiaret se caractérise par 02 périodes à savoir : un hiver rigoureux et un été chaud et sec avec une température moyenne de 37,2°C.

Un été chaud et sec avec une température moyenne de 24°C.

4. RESEAU ROUTIER :

4.1. POTENTIALITES EXISTANTES :

- Routes nationales (RN) : 569 km
- Chemins de Wilaya (CW) : 708 km
- Chemins communaux (CC) : 1135 km

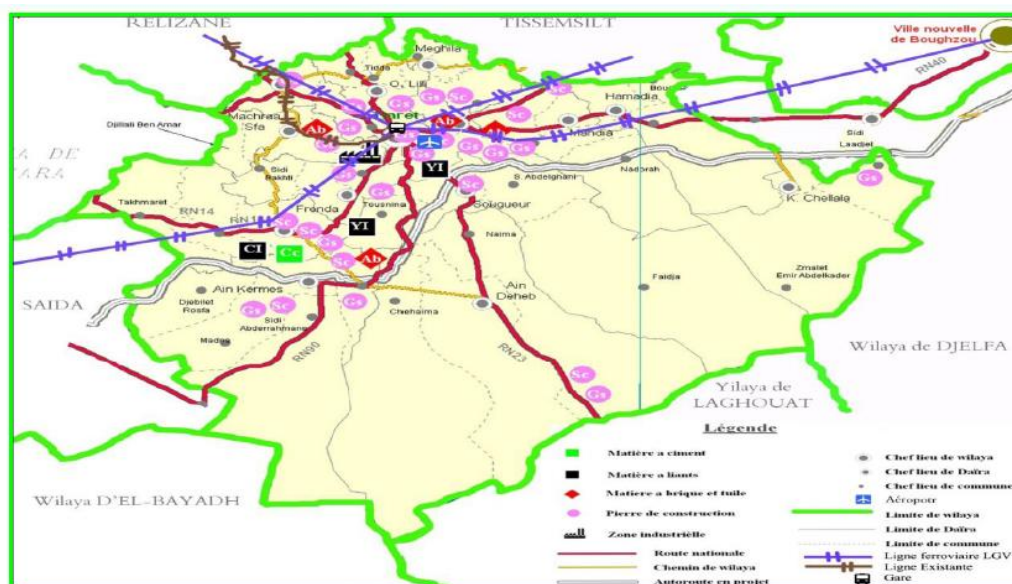


Figure 3 : carte du réseau de la wilaya

4.1.1. Notre Tronçon :

Notre tronçon qui fait l'objet de notre étude est d'une longueur d'environ 04 kilomètres 373 m du PK 17 +400 au PK 21 +773.

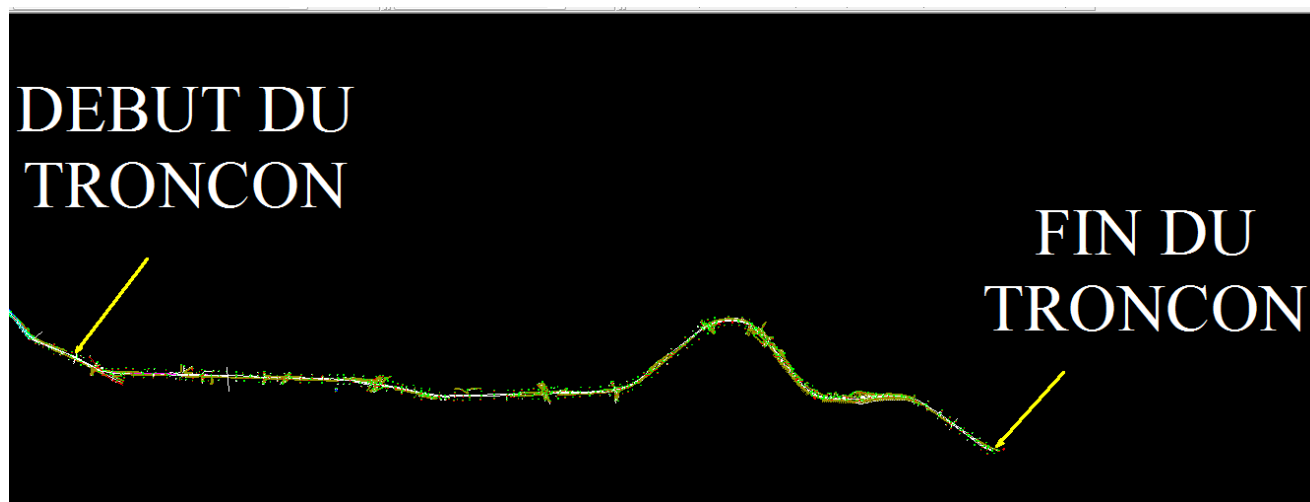


Figure 4 : tronçon de notre projet

5. DONNEES DE BASE :

5.1. PLAN TOPOGRAPHIQUE :

Tout projet de route nécessite un document de base, qui est le plan topographique. Pour l'étude de la réhabilitation du CW 01, on a eu l'occasion de le récupérer auprès des services de la direction des travaux publics de la wilaya

Ce plan doit représenter fidèlement le terrain en question.

- Il représente la forme du sol et des détails qui s'y trouvent, donc il reflète la réalité du projet tel qu'il est avant conception.
- Le nivellement, partie nécessaire du levé, qui permet de donner une côte exacte des points dans chaque profil.
- Il permet d'avoir un devis quantitatif plus exact.

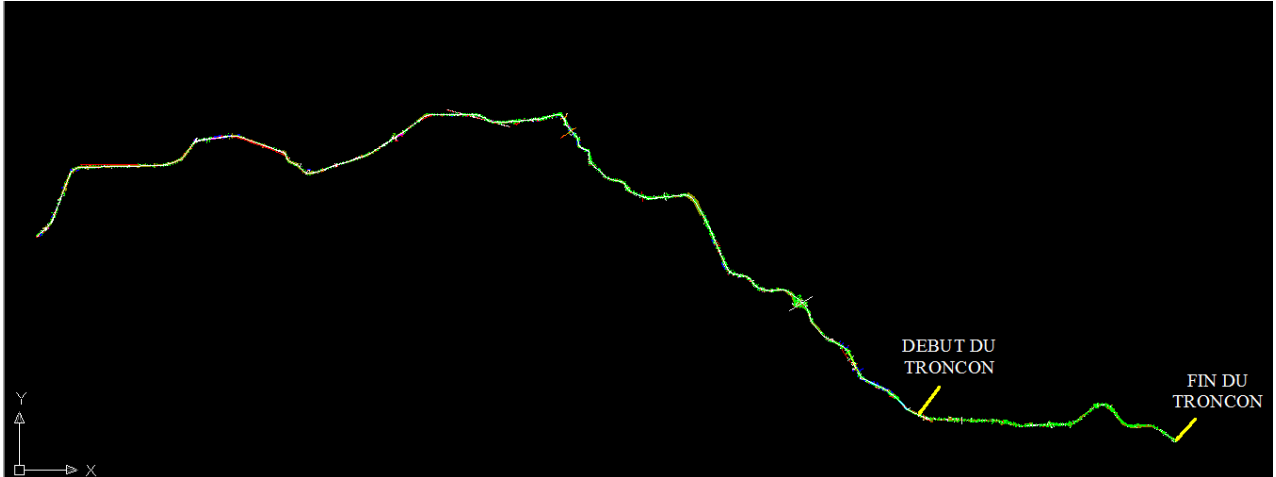


Figure 5 : plan topographique de notre tronçon

5.1.1. TRAFIC

- TMJA2019=1600V/J
- Pourcentage de poids lourds : 20 %
- Taux d'accroissement = 4%
- Durée d'étude et d'exécution : 4ans
- Durée de vie : 20 ans
- Indice CBR : $I = 7$

6. CATEGORIE DE LA ROUTE

La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio-économiques et administrative situées sur les localités desservies par la route.

Les routes Algérienne sont classées en cinq (5) catégories fonctionnelles et sont comme suit :

- **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourdes considérés deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.

- **Catégorie 2** : Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.
- **Catégorie 3** : Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2
- **Catégorie 4** : Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- **Catégorie 5** : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes

La catégorie de notre route est : **catégorie 3.**

***CHAPITRE II : L'ETUDE DE LA
ROUTE EXISTANTE***

CHAPITRE II : L'ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

1. INTRODUCTION :

L'étude de la route existante nous mènera sans doute à connaître les causes qui nous ont poussé à opter pour une réhabilitation du chemin de wilaya CW01. Et pour cela nous essayerons de faire ressortir tous les paramètres ne respectant pas les normes du B40.

Dans cette partie on calculera tous les éléments géométriques nécessaires de ce tronçon et on comparera les résultats trouvés aux normes du B40 afin de tirer les conclusions et connaître les causes de la réhabilitation de cette route.

1.1. LES DIFFERENTES ETAPES :

- Tracer l'axe de la route existante
- Détermination des coordonnées définissant cet axe
- Détermination des rayons des parties circulaires
- Calcul des éléments des raccordements circulaires
- Calcul du pourcentage d'alignement droit et courbe
- L'environnement de la route
 - Dénivelée cumulée
 - Sinuosité
- Détermination de vitesse de référence V_r
- Calcul des rayons en plan RH_m , RH_N , RH_d et RH_{nd}
- Conclusion

2. COORDONNEES PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DEFINISSANT L'AXE :

Dans cette partie on relèvera à partir du tracé en plan numérique, les coordonnées planimétriques définissant l'axe de la route.

Une fois les coordonnées relevées, on calcule, les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits ainsi que les distances de ces alignements, on détermine ensuite les angles au centre de chaque raccordement.

Tableau 1 : Coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

Sommet	X (m)	Y (m)	Sommet	X (m)	Y (m)
A	113709,1974	2130,6117	S19	116338,0516	2133,0804
S1	113755,4783	2107,4299	S20	116423,9991	2204,3844
S2	113850,8554	2057,3696	S21	116523,1604	2280,6741
S3	113942,5325	2053,6049	S22	116628,6230	2284,1530
S4	114041,5768	2053,0801	S23	116677,6336	2271,9978
S5	114194,1225	2046,6676	S24	116718,6402	2244,3303
S6	114330,1234	2043,2347	S25	116766,4853	2195,9817
S7	114775,8568	2029,4066	S26	116830,5708	2112,5231
S8	114941,1578	2025,1771	S27	116868,7113	2066,2788
S9	115012,2563	2013,5561	S28	116894,0576	2033,0765
S10	115257,1148	1964,6334	S29	116926,6164	1996,3921
S11	115336,2600	1953,4415	S30	116971,7775	1959,8762
S12	115429,4723	1953,8727	S31	117032,2329	1943,0335
S13	115896,9733	1968,6224	S32	117129,8754	1942,1217
S14	115996,9149	1970,7300	S33	117263,7064	1955,3397
S15	116092,7755	1977,6609	S34	117381,4624	1954,2705
S16	116166,2384	1999,8871	S35	117462,4023	1914,0515
S17	116231,8606	2044,3183	S36	117725,1401	1729,5250
S18	116307,4636	2106,5439	B	117751,8376	1715,5213

Remarque : On connotation que la route existante composée de 36 virages.

3. CALCUL DE GISEMENT DE DISTANCE ET DES ANGLES AU CENTRE :

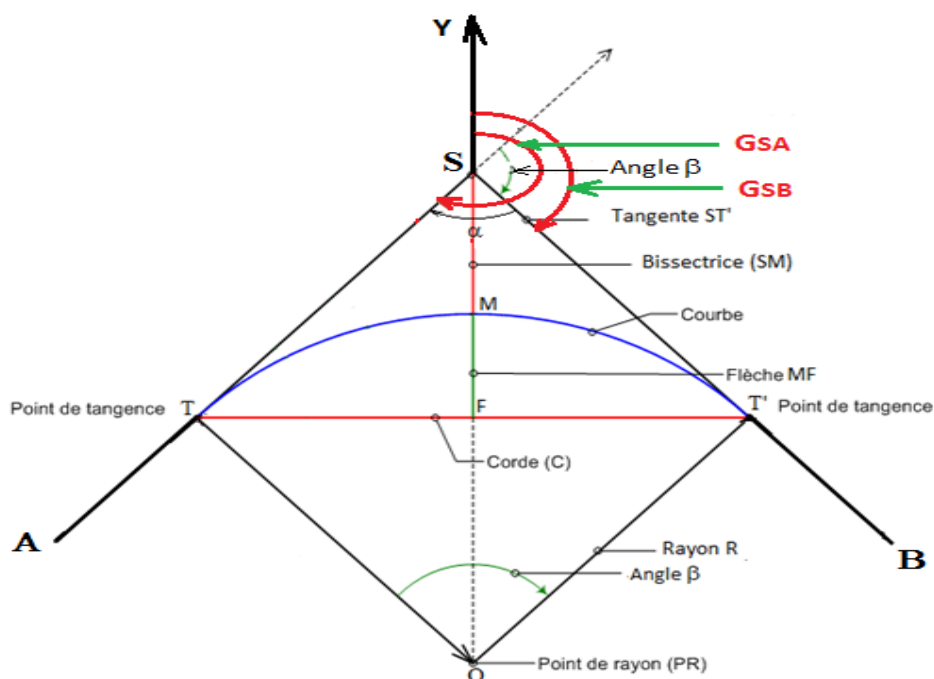


Figure 6 : Eléments de raccordement circulaire

3.1. FORMULES DE CALCUL DES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS CIRCULAIRES

La tangente $ST = ST' = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$

Bissectrice $B_{iss} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$

La développée $D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R\beta^{\text{rd}}$

La flèche $F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$

3.1.1. L'angle au centre

D'après le cas de figure, l'angle au centre β est donné par :

$$\alpha = G_{SA} - G_{SB} \quad \text{et} \quad \beta = 200 - \alpha$$

3.1.2. Gisement d'une direction

Le gisement d'une direction est l'angle dans le sens topographique (des aiguilles d'une montre) entre l'axe des Y et une direction donnée

Exemple : Calcul du Gisement de la direction S1S2

$$G_{SA} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \operatorname{arctg} \frac{X_A - X_S}{Y_A - Y_S}$$

3.1.3. Distance

La distance SA est donnée par la relation :

$$SA = \sqrt{(X_A - X_S)^2 + (Y_A - Y_S)^2}$$

3.2. APPLICATION AU PROJET**3.2.1. Rayons de courbure en plan**

Tableau 2 :: Les rayons de courbure en plan

Rayon en plan (m)							
R1	1000	R10	800	R19	200	R28	200
R2	100	R11	250	R20	1000	R29	80

R3	100	R12	1000	R21	180	R30	120
R4	5000	R13	1000	R22	130	R31	250
R5	1000	R14	1000	R23	100	R32	1100
R6	500	R15	330	R24	200	R33	800
R7	2000	R16	250	R25	400	R34	250
R8	450	R17	600	R26	1000	R35	150
R9	150	R18	1000	R27	80	R36	140

Tableau 3 : Les éléments de raccordement

N° de virage	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
R1	1000	9,49	18,98	0,05	0,05
R2	100	22,48	44,23	2,5	2,44
R3	100	1,79	3,57	0,02	0,02
R4	5000	91,8	183,57	0,84	0,84
R5	1000	8,39	16,78	0,04	0,04
R6	500	1,44	2,89	0	0
R7	2000	5,43	10,87	0,01	0,01
R8	450	30,75	61,4	1,05	1,05
R9	150	2,64	5,28	0,02	0,02
R10	800	22,7	45,38	0,32	0,32
R11	250	18,17	36,28	0,66	0,66
R12	1000	13,46	26,91	0,09	0,09
R13	1000	5,23	10,46	0,01	0,01
R14	1000	25,55	51,09	0,33	0,33
R15	330	36,72	73,13	2,04	2,02
R16	250	37,96	75,35	2,87	2,83
R17	600	28,06	56,08	0,66	0,66
R18	1000	12,98	25,95	0,08	0,08
R19	200	2,21	4,41	0,01	0,01
R20	1000	18,39	36,77	0,17	0,17
R21	180	57,94	112,1	9,09	8,66
R22	130	18,06	35,89	1,25	1,24
R23	100	17,7	35,04	1,56	1,53
R24	200	19,77	39,42	0,97	0,97
R25	400	25,1	50,13	0,79	0,79
R26	1000	17,41	34,82	0,15	0,15
R27	80	1,51	3,01	0,01	0,01
R28	200	7,39	14,77	0,14	0,14
R29	80	6,61	13,2	0,27	0,27
R30	120	24,84	48,99	2,54	2,49
R31	250	32,99	65,59	2,17	2,15

R32	1100	59,34	118,56	1,6	1,6
R33	800	43,05	86,02	1,16	1,16
R34	250	57,49	113,02	6,53	6,36
R35	150	11,36	22,67	0,43	0,43
R36	140	9,06	18,09	0,29	0,29
	Σ	805,26 m	1600,70 m		

4. LONGUEUR TOTALE DU TRONÇON :

4.1. LONGUEUR TOTALE DU TRONÇON

Tableau 4 : : Longueur totale du tronçon

Longueur des alignements droits	2771,47 m
Longueur des courbes	1600,70 m
Longueur totale	4372,17 m

4.2. POURCENTAGE EN ALIGNEMENT DROIT ET COURBE :

Tableau 5 : Pourcentage en alignement droit et courbe

Longueur Totale : Lt	4372,17 m
Pourcentage en alignement droit	63,39%
Pourcentage en Courbe	36,61%

5. CALCUL DE GISEMENTS, D'ANGLES AU CENTRE ET DE DISTANCES :

Tableau 6 : Gisement, distance de la route existante

Direction	ΔX	ΔY	Gisements	Angle au centre		Distances
A-S1	46,2809 m	-23,1818 m	129,5622 gr			51,76 m
S1-S2	95,3771 m	-50,0603 m	130,7706 gr	β_1	1,2084 gr	107,72 m
S2-S3	91,6771 m	-3,7647 m	102,6128 gr	β_2	28,1578 gr	91,75 m
S3-S4	99,0443 m	-0,5248 m	100,3373 gr	β_3	2,2755 gr	99,05 m
S4-S5	152,5457 m	-6,4125 m	102,6746 gr	β_4	2,3373 gr	152,68 m
S5-S6	136,0009 m	-3,4329 m	101,6066 gr	β_5	1,0680 gr	136,04 m
S6-S7	445,7334 m	-13,8281 m	101,9744 gr	β_6	0,3678 gr	445,95 m
S7-S8	165,3010 m	-4,2295 m	101,6285 gr	β_7	0,3459 gr	165,36 m
S8-S9	71,0985 m	-11,6210 m	110,3143 gr	β_8	8,6858 gr	72,04 m
S9-S10	244,8585 m	-48,9227 m	112,5543 gr	β_9	2,2400 gr	249,70 m
S10-S11	79,1452 m	-11,1919 m	108,9431 gr	β_{10}	3,6112 gr	79,93 m
S11-S12	93,2123 m	0,4312 m	99,7055 gr	β_{11}	9,2376 gr	93,21 m
S12-S13	467,5010 m	14,7497 m	97,9921 gr	β_{12}	1,7134 gr	467,73 m
S13-S14	99,9416 m	2,1076 m	98,6577 gr	β_{13}	0,6656 gr	99,96 m
S14-S15	95,8606 m	6,9309 m	95,4051 gr	β_{14}	3,2526 gr	96,11 m

S15-S16	73,4629 m	22,2262 m	81,2965 gr	β_{15}	14,1086 gr	76,75 m
S16-S17	65,6222 m	44,4312 m	62,1100 gr	β_{16}	19,1865 gr	79,25 m
S17-S18	75,6030 m	62,2256 m	56,1596 gr	β_{17}	5,9504 gr	97,92 m
S18-S19	30,5880 m	26,5365 m	54,5076 gr	β_{18}	1,6520 gr	40,49 m
S19-S20	85,9475 m	71,3040 m	55,9113 gr	β_{19}	1,4037 gr	111,67 m
S20-S21	99,1613 m	76,2897 m	58,2524 gr	β_{20}	2,3411 gr	125,11 m
S21-S22	105,4626 m	3,4789 m	97,9007 gr	β_{21}	39,6483 gr	105,52 m
S22-S23	49,0106 m	-12,1552 m	115,4766 gr	β_{22}	17,5759 gr	50,50 m
S23-S24	41,0066 m	-27,6675 m	137,7865 gr	β_{23}	22,3099 gr	49,47 m
S24-S25	47,8451 m	-48,3486 m	150,3332 gr	β_{24}	12,5467 gr	68,02 m
S25-S26	64,0855 m	-83,4586 m	158,3115 gr	β_{25}	7,9783 gr	105,22 m
S26-S27	38,1405 m	-46,2443 m	156,0950 gr	β_{26}	2,2165 gr	59,94 m
S27-S28	25,3463 m	-33,2023 m	158,4914 gr	β_{27}	2,3964 gr	41,77 m
S28-S29	32,5588 m	-36,6844 m	153,7886 gr	β_{28}	4,7028 gr	49,05 m
S29-S30	45,1611 m	-36,5159 m	143,2866 gr	β_{29}	10,5020 gr	58,08 m
S30-S31	60,4554 m	-16,8427 m	117,2974 gr	β_{30}	25,9892 gr	62,76 m
S31-S32	97,6425 m	-0,9118 m	100,5945 gr	β_{31}	16,7029 gr	97,65 m
S32-S33	133,8310 m	13,2180 m	93,7327 gr	β_{32}	6,8618 gr	134,48 m
S33-S34	117,7560 m	-1,0692 m	100,5780 gr	β_{33}	6,8453 gr	117,76 m
S34-S35	80,9399 m	-40,2190 m	129,3586 gr	β_{34}	28,7806 gr	90,38 m
S35-S36	262,7378 m	-184,5265 m	138,9791 gr	β_{35}	9,6205 gr	321,06 m
S36-B	26,6975 m	-14,0037 m	130,7538 gr	β_{36}	8,2253 gr	30,15 m
					Σ	4381,99 m

6. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE EXISTANTE :

Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

Tableau 7 : Environnement de la route

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

6.1. DENIVELEE CUMULEE MOYENNE :

La somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportée à la longueur de cet itinéraire, permet de mesurer la variation longitudinale du relief. (B40).

$$\frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i \ell_i + \sum_{P_i < 0} P_i \ell_i \right|}{L}$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie.

Tableau 8 : Type de topographie

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$D_c \leq 1.5\%$
2-a	Plat mais inondable	$D_c = 1.5\%$
2-b	Terrain Vallonné	$1.5\% < DC < 4\%$
3	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

6.2. SINUOSITE :

La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L_s sur la longueur totale de l'itinéraire.

La longueur sinueuse L_s est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m, $L_s = \sum D (R \leq 200 \text{ m})$

$$\sigma = \frac{L_s}{LT}$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

Tableau 9 : Sinuosité

N°	Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.10$

2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

7. VITESSE DE REFERENCE :

La vitesse de référence est la vitesse de circulation des véhicules sur une route à circulation normale et au-dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement en dehors des pointes. Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de route et par les conditions géographiques. La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : Vitesse de référence

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

8. APPLICATION AU PROJET :

8.1. L'ENVIRONNEMENT

8.1.1. Dénivelée Cumulée Moyenne :

Tableau 11 : dénivelée cumulée moyenne

N°	Distance (m)	Altitudes (m)	Dn i (m)	N°	Distance (m)	Altitudes (m)	Dn i (m)
----	--------------	------------------	-------------	----	--------------	------------------	-------------

	Cumulée	Partielle				Cumulée	Partielle			
A	0,00	0,00	640,59			74	2220,00	30,00	653,46	0,44
1	30,00	30,00	639,99	-0,59		75	2250,00	30,00	654,84	1,38
2	60,00	30,00	640,11	0,11		76	2280,00	30,00	656,09	1,25
3	90,00	30,00	640,04	-0,06		77	2310,00	30,00	657,07	0,99
4	120,00	30,00	640,12	0,08		78	2340,00	30,00	658,02	0,95
5	150,00	30,00	640,26	0,13		79	2370,00	30,00	658,65	0,62
6	180,00	30,00	640,50	0,25		80	2400,00	30,00	658,85	0,20
7	210,00	30,00	641,69	1,19		81	2430,00	30,00	659,13	0,28
8	240,00	30,00	642,03	0,34		82	2460,00	30,00	659,94	0,81
9	270,00	30,00	642,66	0,62		83	2490,00	30,00	660,48	0,54
10	300,00	30,00	643,56	0,91		84	2520,00	30,00	660,73	0,25
11	330,00	30,00	644,38	0,82		85	2550,00	30,00	661,30	0,56
12	360,00	30,00	645,07	0,69		86	2580,00	30,00	661,16	-0,13
13	390,00	30,00	645,53	0,46		87	2610,00	30,00	662,86	1,69
14	420,00	30,00	646,92	1,39		88	2640,00	30,00	662,82	-0,04
15	450,00	30,00	647,98	1,06		89	2670,00	30,00	662,45	-0,37
16	480,00	30,00	648,80	0,81		90	2700,00	30,00	661,16	-1,29
17	510,00	30,00	650,31	1,51		91	2730,00	30,00	661,41	0,26
18	540,00	30,00	649,30	-1,01		92	2760,00	30,00	661,68	0,27
19	570,00	30,00	648,73	-0,58		93	2790,00	30,00	661,14	-0,54
20	600,00	30,00	648,07	-0,66		94	2820,00	30,00	661,98	0,84
21	630,00	30,00	648,29	0,22		95	2850,00	30,00	662,40	0,41
22	660,00	30,00	648,25	-0,04		96	2880,00	30,00	662,77	0,38
23	690,00	30,00	647,33	-0,92		97	2910,00	30,00	662,69	-0,08
24	720,00	30,00	647,35	0,02		98	2940,00	30,00	663,29	0,60
25	750,00	30,00	647,89	0,54		99	2970,00	30,00	663,80	0,51
26	780,00	30,00	647,82	-0,07		100	3000,00	30,00	665,12	1,32
27	810,00	30,00	647,62	-0,20		101	3030,00	30,00	664,40	-0,72
28	840,00	30,00	647,11	-0,51		102	3060,00	30,00	665,34	0,95
29	870,00	30,00	647,19	0,09		103	3090,00	30,00	665,24	-0,11
30	900,00	30,00	647,40	0,21		104	3120,00	30,00	664,70	-0,53

31	930,00	30,00	648,02	0,62	105	3150,00	30,00	665,21	0,51
32	960,00	30,00	648,27	0,25	106	3180,00	30,00	666,12	0,92
33	990,00	30,00	648,93	0,67	107	3210,00	30,00	666,93	0,81
34	1020,00	30,00	649,27	0,33	108	3240,00	30,00	668,57	1,64
35	1050,00	30,00	649,62	0,35	109	3270,00	30,00	670,20	1,63
36	1080,00	30,00	649,84	0,23	110	3300,00	30,00	671,34	1,14
37	1110,00	30,00	650,00	0,16	111	3330,00	30,00	671,64	0,29
38	1140,00	30,00	650,21	0,21	112	3360,00	30,00	673,11	1,47
39	1170,00	30,00	650,17	-0,04	113	3390,00	30,00	672,88	-0,23
40	1200,00	30,00	650,05	-0,12	114	3420,00	30,00	674,17	1,29
41	1230,00	30,00	649,25	-0,80	115	3450,00	30,00	675,68	1,51
42	1260,00	30,00	648,64	-0,62	116	3480,00	30,00	677,26	1,57
43	1290,00	30,00	647,96	-0,68	117	3510,00	30,00	677,87	0,61
44	1320,00	30,00	644,97	-2,99	118	3540,00	30,00	679,28	1,40
45	1350,00	30,00	643,71	-1,26	119	3570,00	30,00	679,47	0,20
46	1380,00	30,00	642,34	-1,36	120	3600,00	30,00	679,19	-0,28
47	1410,00	30,00	643,26	0,92	121	3630,00	30,00	679,68	0,49
48	1440,00	30,00	644,35	1,09	122	3660,00	30,00	680,01	0,33
49	1470,00	30,00	645,28	0,92	123	3690,00	30,00	680,57	0,56
50	1500,00	30,00	646,02	0,75	124	3720,00	30,00	680,80	0,23
51	1530,00	30,00	646,28	0,26	125	3750,00	30,00	683,72	2,92
52	1560,00	30,00	647,35	1,07	126	3780,00	30,00	680,19	-3,53
53	1590,00	30,00	648,12	0,77	127	3810,00	30,00	677,13	-3,06
54	1620,00	30,00	648,46	0,35	128	3840,00	30,00	675,30	-1,83
55	1650,00	30,00	649,44	0,97	129	3870,00	30,00	673,50	-1,80
56	1680,00	30,00	649,39	-0,04	130	3900,00	30,00	671,63	-1,87
57	1710,00	30,00	650,00	0,60	131	3930,00	30,00	670,03	-1,60
58	1740,00	30,00	650,14	0,15	132	3960,00	30,00	668,51	-1,53
59	1770,00	30,00	650,27	0,13	133	3990,00	30,00	668,20	-0,31
60	1800,00	30,00	650,72	0,45	134	4020,00	30,00	667,91	-0,29
61	1830,00	30,00	650,97	0,25	135	4050,00	30,00	667,63	-0,29
62	1860,00	30,00	651,19	0,22	136	4080,00	30,00	667,48	-0,15

63	1890,00	30,00	651,42	0,23	137	4110,00	30,00	667,43	-0,04
64	1920,00	30,00	651,55	0,13	138	4140,00	30,00	667,64	0,21
65	1950,00	30,00	651,65	0,10	139	4170,00	30,00	667,94	0,30
66	1980,00	30,00	650,97	-0,68	140	4200,00	30,00	667,91	-0,03
67	2010,00	30,00	649,26	-1,71	141	4230,00	30,00	668,01	0,10
68	2040,00	30,00	648,60	-0,66	142	4260,00	30,00	668,27	0,26
69	2070,00	30,00	647,64	-0,96	143	4290,00	30,00	668,54	0,27
70	2100,00	30,00	647,67	0,03	144	4320,00	30,00	668,94	0,40
71	2130,00	30,00	648,07	0,41	145	4350,00	30,00	669,45	0,51
72	2160,00	30,00	649,67	1,59	B	4372,24	22,24	669,79	0,35
73	2190,00	30,00	653,02	3,35				Σ	103.64
								Dcumulée	2.37 %

$$Dc = 2.37 \%$$

$$Dc = 1.5 \% < 2.37\% < 4 \%$$

Donc : Le terrain est vallonné

8.1.2. Sinuosité :

$$Ls = 400.64m$$

$$\sigma = \frac{Ls}{L} = \frac{400.64}{4372.17} = 0.09$$

$$\sigma \leq 0.10 \rightarrow \text{Sinuosité faible}$$

Dans notre cas nous avons :

- **Terrain : vallonné**
- **Sinuosité : Faible**

L'environnement de la route existante est : E2

8.2. VITESSE DE REFERENCE

- **L'environnement : E2**
- **Catégorie 3**

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

9. COURBES EN PLAN :

9.1. LE RAYON MINIMAL ABSOLU RHM

C'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et parcourue par la vitesse de référence.

$$RHM = \frac{Vr^2 \text{ (Km/h)}}{127(d + ft)}$$

9.2. LE RAYON MINIMAL NORMAL RHN

RHN est le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure. Il lui est associé un dévers égal à $d_{max} - 2\%$ pour les catégories 1-2-3 et 4. Ce dévers est réduit à 6% ($= d_{max} - 3\%$) pour la catégorie 5.

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

9.3. LE RAYON AU DEVERS MINIMAL RHd

RHd est le rayon au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'effet centrifuge résiduel soit équivalent à celui subi par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit (devers : $-d_{min} \%$).

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2 \cdot d_{min})}$$

9.4. LE RAYON NON DEVERSE RHnd

C'est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle que peut parcourir un véhicule roulant à la vitesse $V = Vr$ et présente un dévers vers l'extérieur.

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

9.5. DETERMINATION DES DEVERS d_{max} ET d_{min} :

Tableau 12 : Dévers

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
d_{min}	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
d_{max}	7%	7%	8%	8%	9%

9.6. DETERMINATION DU COEFFICIENT TRANSVERSAL FT :**Tableau 13 : Valeur du coefficient ft**

Vr	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,22	0,16	0,13	0,11	0,1	0,1
CAT 3-4-5	0,22	0,18	0,15	0,125	0,11	/

9.7. DETERMINATION DU COEFFICIENT F' EN FONCTION DE LA CATEGORIE :**Tableau 14 : Valeur du coefficient "f "**

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
F''	0,06	0,06	0,07	0,075	0,075

9.8. DETERMINATION DES DEVERS DMAX ET DMIN**Tableau 15 : Détermination des devers max et min**

Dévers	Cat3
dmin	-3,0%
dmax	8,0%
ft =	0,15
F'' =	0,07

9.9. RAYON EN PLAN :**Tableau 16 : Récapitulatif des rayons en plan**

Rayons en plan	Calculés	Normes B40
RHm =	219.10m	220 m
RHN =	374.95 m	375 m
RHd =	839.90 m	800 m
RHnd =	1259.84m	1200 m

CONCLUSION

Pour une route de catégorie donnée, aucun rayon ne doit être inférieur au rayon minimal absolu RHm. On doit utiliser, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

L'étude de la route existante nous a permis de relever ce qui suit :

- Le nombre de virage est : 36.
- La route est d'une sinuosité moyenne.
- Quatorze (14) virages sont inférieurs au RHm.
- La largeur de la chaussée varie entre 4 et 5 m.

On a aussi constaté que la chaussée existante est en mauvais état dans son ensemble sauf quelques points de l'axe.

Pour assurer donc, la sécurité et le confort et donner à l'infrastructure la capacité à écouler le trafic actuel qu'elle doit supporter, cette route doit être réduite au maximum le nombre de virage d'une part et renforçant le corps de chaussée d'autre part.

A cet effet la réhabilitation de cette route est donc justifiée.

Dans la partie qui suit, nous proposerons une solution tout en optant pour le tracé que nous jugerons meilleur.

***CHAPITRE III : ETUDE
DE TRAFIC***

CHAPITRE III : ETUDE DE TRAFIC

1. INTRODUCTION

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, sur une partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretiens.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

2. ANALYSE DE TRAFIC EXISTANT :

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

3. LA MESURE DES TRAFICS :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Les comptages
- Les enquêtes

3.1. LES COMPTAGES :

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

- Les comptages manuels.

- Les comptages automatiques.

3.1.1. Les comptages manuels :

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs.

Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

3.1.2. Les comptages automatiques :

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée.

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires :

Les comptages permanents : sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

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

L'inconvénient de cette méthode : est que tous les matériels de comptage actuellement utilisés ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds.

3.2. LES ENQUETES :

3.2.1. Les Enquêtes Origine Destination :

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

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination. Il existe plusieurs types d'enquêtes :

3.2.2. Les Enquêtes papillons ou distributions :

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

Les avantages de la méthode : sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

Les inconvénients de la méthode : c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

3.2.3. Relevé des plaques minéralogiques

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre à chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

3.2.4. Interview des conducteurs :

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :(origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

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

3.2.5. Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'une interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

4. DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC :

4.1. TRAFIC NORMAL :

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

4.2. TRAFIC DEVIE :

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

4.3. TRAFIC INDUIT

C'est le trafic qui résulte de :

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

4.4. TRAFIC TOTAL

C'est le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

5. CALCUL DE LA CAPACITE :

5.1. DEFINITION DE LA CAPACITE :

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminer.

La capacité dépend :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

5.2. PROJECTION FUTURE DE TRAFIC :

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

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

Avec : TJMAh : le trafic à l'année horizon.

TJMA₀ : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

5.3. CALCUL DE TRAFIC EFFECTIF :

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

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

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

Avec :

- T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).
- Z : pourcentage de poids lourd.
- P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd.

Tableau 17 : coefficient d'équivalence

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite	3-6	6-12	16-24

5.4. DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL :

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule :

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

Avec : Q : débit de pointe horaire

n : nombre d'heure, (en général $n=8$ heures)

T_{eff} : trafic effectif

5.5. DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE :

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

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

Tableau 18 : Valeur de K_1

Environnement	E1	E2	E3
K_1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 19 : valeur de K2

Environnement	1	2	3	4	5
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

5.6. DETERMINATION DE NOMBRE DES VOIES :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle : on compare Q à Q_{adm} et on opte le profil auquel correspond la valeur de Q_{adm} la plus proche à Q.
- Cas d'une chaussée unidirectionnelle : le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport $S.Q/Q_{adm}$.

Avec : Q_{adm} : débit admissible par voie

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

6. APPLICATION AU PROJET**6.1. LES DONNEES DE TRAFIC :**

- TJMA2019 = 1600 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- Le pourcentage de poids lourds %PL = 20%
- La durée de vie estimée de 20 ans
- Année de mise en service : 2023

6.2. TRAFIC A L'ANNEE DE MISE EN SERVICE :

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^4 = 1600(1 + 0.04)^4 = 1872 \text{ V / J}$$

6.3. LE TRAFIC DE L'ANNEE HORIZON A LA 20EME ANNEE « DUREE DE VIE » :

$$T_n = T_1(1 + \tau)^n = 1872 (1 + 0.04)^{20} = 4101 \text{ VPL/J}$$

$$T_{20} = 4101 \text{ UVP/J}$$

$$T_{eff} = [(1 - Z) + P.Z] \times T_{20}$$

Les valeurs de P « coefficient d'équivalence » sont données par le tableau des normes B40.

Pour notre cas : P = 6 (Environnement 2).

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.20) + 6 \times 0.20] \times 4102$$

$$T_{\text{eff}} = 8203 \text{ V/j}$$

$$1/n = 0.12$$

$$Q_{\text{Horizon}} = 0.12 T_{\text{eff}}$$

$$Q = 0.12 \times 5743 = 984 \text{ UVP/h}$$

$$Q = 984 \text{ UVP/h}$$

6.4. DEBIT ADMISSIBLE « d » :

$$d = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$$

Les valeurs de K_1 sont données par le tableau B40, elles sont en fonction du niveau de service (environnement, catégorie).

K_1 : coefficient dépendant de l'environnement

K_2 : coefficient de réduction

Les valeurs de K_1 sont les suivants :

Catégorie 3 et Environnement 1 $\Rightarrow K_1 = 0.85, K_2 = 0.99$

Pour la chaussée bidirectionnelle : $C_{th} = Q_{\text{Horizon}}$

$$C_{th} = 1500 \text{ UVP/h}$$

$$Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1.00 \times 1500 = 1262.25 \text{ UVP/J}$$

$$d = 1262.25 \text{ UVP/J}$$

6.5. NOMBRE DE VOIES :

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{Q}{d} = \frac{2}{3} \times \frac{984}{1262.25} = 0.52 \approx 1 \text{ voies / sens}$$

CHAPITRE IV :
REHABILITATION DE LA
ROUTE

CHAPITRE IV : REHABILITATION DE LA ROUTE

1. INTRODUCTION

Définir les caractéristiques d'une route, c'est concevoir les trois éléments géométriques simples qui la composent :

1. Le tracé en plan, projection de la route sur un plan horizontal.
2. Le profil en long, développement de l'intersection de la surface de la route avec le cylindre à génératrice verticale passant par l'axe de celui-ci.
3. Le profil en travers, coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe.

Les normes fixent les règles relatives à la construction de ces trois éléments. Les exigences qui ont prévalu à l'élaboration des normes sont de deux ordres : sécurité des usagers et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent.

2. TRACE EN PLAN

2.1. DEFINITION

Le tracé en plan est une projection de la route sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée, il est constitué d'une succession de droites, raccordés par arcs de cercle. Il doit permettre d'assurer les bonnes conditions de sécurité et de confort.

L'inconfort de l'utilisateur est d'autant plus important que le rayon des courbes est plus faible, que l'on suppose la courbe parcourue à la vitesse maximale réglementaire ou à la vitesse effectivement adoptée par les usagers (plus faible pour les petits rayons). Cela conduit, en fonction de la catégorie de route, à fixer des rayons minimaux

Cependant l'utilisation fréquente ou systématique de grands rayons de courbure peut se révéler néfaste en aboutissant à une limitation des possibilités de dépassement sûr, et en encourageant les usagers à pratiquer une vitesse continûment élevée.

D'autre part, dans certaines conditions (liées notamment au tracé situé en amont), les courbes de faible rayon peuvent créer des problèmes de sécurité, ce qui conduit à ne les utiliser qu'en respectant certaines contraintes relatives à l'enchaînement des éléments du tracé en plan.

2.2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE 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 de 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.

2.3. DEVERS EN ALIGNEMENT

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

L'épaisseur du film d'eau est conditionnée par deux types de paramètres :

- Paramètres indépendants de la route : intensité et durée de la pluie.
- Paramètres liés à la route : nature et état du revêtement de surface.

2.4. DEVERS VERS L'INTERIEUR DES COURBES

En courbe, le devers 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.

Le devers minimal nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

Le devers maximal admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologiques exceptionnelles.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Tableau 20 : Devers en fonction de l'environnement

Environnement Devers	Facile	Moyen	Difficile
Devers Minimal			
- Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%
- Cat 3-4-5	3%	3%	3%
Devers Maximal			
- Cat 1-2	7%	7%	7%
- Cat 3-4	8%	8%	7%
- Cat 5	9%	9%	9%

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

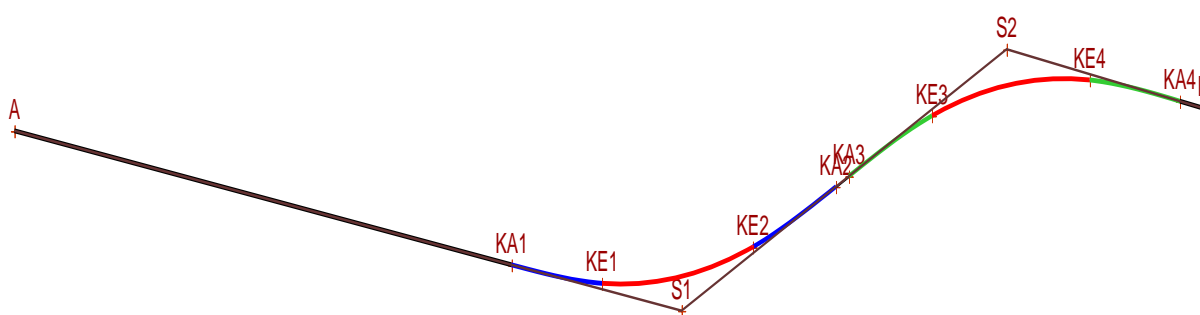


Figure 7 : Les éléments d'un tracé en plan

Notre présente étude portera sur les différentes étapes suivantes :

A- Tracé en plan :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route.

- Détermination des angles au centre des parties circulaires.
 - L'environnement de la route.
 - Dénivelée cumulée.
 - Sinuosité.
 - Détermination de la vitesse de référence V_r .
 - Calculs des rayons en plan RH_m , RH_N , Rh_d et RH_{nd} .
 - Choix des rayons.
 - Calcul des devers associées aux rayons.
 - Calcul de tous les éléments des raccordements circulaires ainsi que le pourcentage d'alignement droit et courbe.
 - Passage des raccordements circulaires aux raccordements progressifs
 - Calcul des éléments de chaque clothoïde
 - Calcul des devers associées
- B-** Profil en long
- C-** Profil en travers
- D-** Cubatures
- E-** Signalisation
- F-** Implantation
- G-** Devis quantitatif et estimatif

3. APPLICATION AU PROJET

3.1. COORDONNEES PLANIMETRIQUE DEFINISSANT L'AXE

Tableau 21 : Coordonnée planimétrique de la route réhabilitée

Pts	X (m)	Y (m)
A	113709,1974	2130,6117
S1	113854,8281	2056,4633

S2	114100,2072	2050,3674
S3	114775,8568	2029,4066
S4	114955,993	2024,7976
S5	115324,4812	1951,1735
S6	116148,199	1976,0447
S7	116624,9599	2368,1993
S8	116968,8104	1943,6258
S9	117129,8754	1942,1217
S10	117263,7064	1955,3397
S11	117405,3002	1954,054
B	117751,8376	1711,2892

3.2. ENVIRONNEMENT

3.2.1. Dénivelée cumulée :

Tableau 22 : dénivelée cumulée moyenne de la route réhabilitée

N°	Distance (m)		Altitude (m)	Dni (m)
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	640,59	
1	30,00	30,00	639,99	-0,60
2	60,00	30,00	640,10	0,12
3	90,00	30,00	640,04	-0,06
4	120,00	30,00	640,12	0,08
5	133,93	13,93	640,10	-0,03
6	150,00	16,07	640,26	0,16
7	180,00	30,00	640,51	0,25
8	191,93	11,93	640,69	0,18
9	210,00	18,07	641,71	1,02
10	240,00	30,00	642,06	0,35
11	270,00	30,00	642,69	0,63
12	300,00	30,00	643,57	0,88

N°	Distance (m)		Altitude (m)	Dni (m)
	Cumulée	Partielle		
85	2250,00	30,00	654,85	1,35
86	2280,00	30,00	656,09	1,24
87	2310,00	30,00	657,08	1,00
88	2340,00	30,00	658,03	0,94
89	2353,79	13,79	658,30	0,27
90	2370,00	16,21	658,66	0,36
91	2400,00	30,00	658,92	0,27
92	2430,00	30,00	659,20	0,27
93	2460,00	30,00	659,93	0,73
94	2490,00	30,00	660,49	0,56
95	2520,00	30,00	660,75	0,26
96	2550,00	30,00	661,27	0,52
97	2564,39	14,39	661,44	0,17

13	330,00	30,00	644,38	0,80
14	360,00	30,00	645,08	0,71
15	390,00	30,00	645,52	0,44
16	392,46	2,46	645,64	0,12
17	420,00	27,54	646,93	1,29
18	423,33	3,33	647,07	0,14
19	450,00	26,67	648,00	0,93
20	480,00	30,00	648,86	0,86
21	510,00	30,00	650,35	1,49
22	540,00	30,00	649,35	-1,00
23	570,00	30,00	648,77	-0,58
24	600,00	30,00	647,98	-0,79
25	630,00	30,00	648,30	0,31
26	660,00	30,00	648,25	-0,05
27	690,00	30,00	647,33	-0,92
28	720,00	30,00	647,35	0,02
29	750,00	30,00	647,89	0,54
30	780,00	30,00	647,81	-0,08
31	810,00	30,00	647,60	-0,21
32	840,00	30,00	647,11	-0,49
33	870,00	30,00	647,20	0,09
34	900,00	30,00	647,40	0,20
35	930,00	30,00	648,03	0,62
36	960,00	30,00	648,26	0,24
37	990,00	30,00	648,94	0,67
38	1020,00	30,00	649,27	0,33
39	1050,00	30,00	649,62	0,35
40	1070,29	20,29	649,99	0,37
41	1080,00	9,71	649,83	-0,16
42	1097,45	17,45	649,94	0,10
43	1110,00	12,55	650,00	0,06
44	1140,00	30,00	650,21	0,21
45	1170,00	30,00	650,17	-0,04
46	1200,00	30,00	650,04	-0,12
47	1208,15	8,15	649,90	-0,15
48	1230,00	21,85	649,24	-0,66

98	2580,00	15,61	661,22	-0,22
99	2610,00	30,00	662,94	1,72
100	2640,00	30,00	662,94	0,00
101	2670,00	30,00	662,48	-0,46
102	2700,00	30,00	661,06	-1,42
103	2730,00	30,00	661,36	0,30
104	2760,00	30,00	661,66	0,30
105	2790,00	30,00	661,14	-0,52
106	2820,00	30,00	661,97	0,83
107	2850,00	30,00	662,40	0,43
108	2870,91	20,91	662,70	0,30
109	2880,00	9,09	662,80	0,11
110	2910,00	30,00	662,60	-0,20
111	2940,00	30,00	663,38	0,77
112	2970,00	30,00	663,82	0,44
113	3000,00	30,00	665,33	1,52
114	3030,00	30,00	664,46	-0,87
115	3060,00	30,00	665,32	0,85
116	3090,00	30,00	665,13	-0,18
117	3120,00	30,00	664,71	-0,43
118	3150,00	30,00	665,23	0,52
119	3180,00	30,00	666,19	0,96
120	3186,59	6,59	666,36	0,18
121	3210,00	23,41	667,02	0,65
122	3240,00	30,00	668,51	1,49
123	3270,00	30,00	670,11	1,60
124	3300,00	30,00	671,42	1,32
125	3330,00	30,00	671,75	0,33
126	3360,00	30,00	673,28	1,52
127	3390,00	30,00	672,79	-0,48
128	3420,00	30,00	674,23	1,44
129	3450,00	30,00	675,65	1,41
130	3460,73	10,73	676,06	0,42
131	3480,00	19,27	676,71	0,65
132	3510,00	30,00	678,05	1,34
133	3540,00	30,00	678,95	0,90

49	1260,00	30,00	648,59	-0,65
50	1290,00	30,00	647,98	-0,61
51	1319,70	29,70	644,98	-3,00
52	1320,00	0,30	644,97	-0,01
53	1350,00	30,00	643,74	-1,23
54	1380,00	30,00	642,36	-1,38
55	1410,00	30,00	643,27	0,91
56	1440,00	30,00	644,37	1,10
57	1470,00	30,00	645,28	0,92
58	1500,00	30,00	646,03	0,74
59	1530,00	30,00	646,29	0,26
60	1560,00	30,00	647,36	1,07
61	1571,05	11,05	647,63	0,27
62	1590,00	18,95	648,14	0,50
63	1620,00	30,00	648,48	0,34
64	1650,00	30,00	649,44	0,96
65	1680,00	30,00	649,37	-0,07
66	1707,48	27,48	649,91	0,54
67	1710,00	2,52	650,00	0,09
68	1740,00	30,00	650,16	0,16
69	1770,00	30,00	650,23	0,07
70	1800,00	30,00	650,73	0,49
71	1830,00	30,00	650,98	0,25
72	1860,00	30,00	651,20	0,22
73	1890,00	30,00	651,43	0,23
74	1920,00	30,00	651,54	0,12
75	1950,00	30,00	651,64	0,10
76	1980,00	30,00	650,96	-0,69
77	2010,00	30,00	649,24	-1,71
78	2040,00	30,00	648,58	-0,66
79	2070,00	30,00	647,63	-0,95
80	2100,00	30,00	647,60	-0,03
81	2130,00	30,00	648,08	0,48
82	2160,00	30,00	649,68	1,60
83	2190,00	30,00	653,02	3,34

134	3570,00	30,00	679,10	0,14
135	3592,84	22,84	679,17	0,08
136	3600,00	7,16	679,00	-0,17
137	3630,00	30,00	679,62	0,61
138	3640,07	10,07	679,90	0,28
139	3660,00	19,93	679,99	0,09
140	3690,00	30,00	680,54	0,55
141	3720,00	30,00	680,64	0,11
142	3726,30	6,30	680,86	0,22
143	3750,00	23,70	684,10	3,24
144	3780,00	30,00	680,26	-3,84
145	3790,72	10,72	679,17	-1,09
146	3810,00	19,28	677,19	-1,98
147	3840,00	30,00	675,45	-1,75
148	3844,48	4,48	675,22	-0,22
149	3870,00	25,52	673,67	-1,56
150	3875,35	5,35	673,24	-0,42
151	3900,00	24,65	671,75	-1,50
152	3930,00	30,00	670,13	-1,61
153	3960,00	30,00	668,56	-1,57
154	3990,00	30,00	668,29	-0,27
155	4020,00	30,00	667,85	-0,44
156	4037,90	17,90	667,69	-0,17
157	4050,00	12,10	667,64	-0,05
158	4080,00	30,00	667,39	-0,24
159	4110,00	30,00	667,52	0,12
160	4140,00	30,00	667,61	0,10
161	4170,00	30,00	667,94	0,33
162	4200,00	30,00	667,92	-0,02
163	4230,00	30,00	668,01	0,09
164	4260,00	30,00	668,24	0,24
165	4290,00	30,00	668,49	0,25
166	4320,00	30,00	668,90	0,41
167	4350,00	30,00	669,43	0,53
B	4377,19	27,19	669,77	0,33

84	2220,00	30,00	653,49	0,48		Σ	104.91
						Dcumulée	2.40 %

3.2.2 Sinuosité

$$L_s = \Sigma D \quad (R \leq 200 \text{ m})$$

$$L_s = 532.20 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{L_s}{L} = \frac{532.20}{4377.19} = 0.12$$

$$0.10 < \sigma \leq 0.30 \quad \rightarrow \quad \text{Sinuosité Moyenne}$$

Tableau 23 : Sinuosité de la route réhabilitée

Longueur Totale	4377,185 m	
Pourcentage en alignement Droit	69,73%	
Pourcentage en Courbe	30,27%	
$\sigma =$	0,12	Sinuosité Moyenne
Dc =	2.40 %	Terrain vallonné

Tableau 24 : Environnement de la route réhabilitée

<u>Relief</u>	<u>Sinuosité</u>		
	<u>Faible</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Forte</u>
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

Tableau 25 : Vitesse de référence

<u>Vitesse de Référence Vr :</u>			
Env/ Cat	E1	E2	E3
Cat 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40

Cat 2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat 4	100-80-60	80-60-40	60-40
Cat 5	80-60-40	60-40	40

Nous avons un environnement **E2** et catégorie3 (**Cat3**), donc la vitesse de référence choisie dans notre projet est : $V_r = 80\text{km/h}$.

3.3. DEVERS

Tableau 26 : détermination des devers max et min

Tableau des dévers des devers max pour les rayons horizontal					
Dévers	C1	C2	C3	C4	C5
dmin	-2,5%	-2,5%	-3,0%	-3,0%	-3,5%
dmax	7,0%	7,0%	8,0%	8,0%	9,0%

3.4. RAYON EN PLAN NORMES

Tableau 27 : Récapitulatif des rayons en plan

Rayons en plan	Normes B40
RHm =	220
RHN =	375
RHd =	800
RHnd =	1200

3.5. RAYONS CHOISIS :

Tableau 28 : Rayons en plan choisis

Choix des rayons choisis (m)										
R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
130	5000	5000	650	600	320	200	150	800	500	270

3.6. CALCULS DES GISEMENTS DES ALIGNEMENTS DROITS, LES ANGLES AU CENTRE ET DISTANCES :

Tableau 29 : Détermination des gisements, distances et les angles au centre

Direction	ΔX	ΔY	Gisements	Angle au centre	Distances
A-S1	145,6307 m	-74,1484 m	129,9812 gr		
S1-S2	245,3791 m	-6,0959 m	101,5812 gr	$\beta_1 = 28,4000$ gr	245,4550 m
S2-S3	675,6496 m	-20,9608 m	101,9744 gr	$\beta_2 = 0,3932$ gr	675,9750 m
S3-B	180,1362 m	-4,6090 m	101,6285 gr	$\beta_3 = 0,3459$ gr	180,1950 m
S3-B	368,4882 m	-73,6241 m	112,5544 gr	$\beta_4 = 10,9259$ gr	375,7710 m
S3-B	823,7178 m	24,8712 m	98,0784 gr	$\beta_5 = 14,4760$ gr	824,0930 m
S3-B	476,7609 m	392,1546 m	56,1793 gr	$\beta_6 = 41,8991$ gr	617,3220 m
S3-B	343,8505 m	-424,5735 m	156,6633 gr	$\beta_7 = 100,4840$ gr	546,3480 m
S3-B	161,0650 m	-1,5041 m	100,5945 gr	$\beta_8 = 56,0688$ gr	161,0720 m
S3-B	133,8310 m	13,2180 m	93,7327 gr	$\beta_9 = 6,8618$ gr	134,4820 m
S3-B	141,5938 m	-1,2857 m	100,5780 gr	$\beta_{10} = 6,8453$ gr	141,6000 m
S3-B	346,5374 m	-242,7648 m	138,9033 gr	$\beta_{11} = 38,3253$ gr	423,1110 m
Σ					4488,8450 m

3.7. CALCULS DES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS CIRCULAIRE :

Tableau 30 : Les éléments de raccordements de la route réhabilitée

Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
130	29,49	57,99	3,30	3,22
5000	15,44	30,88	0,02	0,02
5000	13,58	27,17	0,02	0,02
650	55,91	111,56	2,40	2,39
600	68,51	136,43	3,90	3,87
320	109,28	210,61	18,14	17,17

200	201,53	315,68	83,92	59,12
150	70,68	132,11	15,82	14,31
800	43,16	86,23	1,16	1,16
500	26,91	53,76	0,72	0,72
270	83,82	162,54	12,71	12,14
Σ	718,31	1324,96		

3.8. POURCENTAGE DES ALIGNEMENTS DROIT ET COURBE :

Tableau 31 : pourcentage des alignements droit et courbe

Longueur Totale	% Alignement Droit	% Courbe
4377,185	69,73%	30,27%

3.9. DETERMINATION DES DEVERS AUX RAYONS EN PLAN :

1er cas :

Le rayon choisi : $R \geq R_{Hnd}$ \rightarrow Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit.

2ème cas :

Le rayon choisi : $R_{Hd} \leq R \leq R_{Hnd}$ \rightarrow Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

3ème cas :

Si $R_{HN} \leq R \leq R_{Hd}$ \rightarrow le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à R_{HN} et celui associé à R_{Hd} .

$$\frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{HN}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}} \Rightarrow d(R) = \left[\frac{d(R_{HN}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}} \right] \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}} \right) + d(R_{Hd})$$

4ème cas :

Si $RH_m < R < RH_N$, la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

$$\frac{d(R) - d(RH_N)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_N}} = \frac{d(RH_m) - d(RH_N)}{\frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_N}} \quad d(R) = \left[\frac{d(RH_m) - d(RH_N)}{\frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_N}} \right] \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_N} \right) + d(RH_N)$$

3.10. Devers associés au rayon en plan :**Tableau 32 : Devers associé au rayon en plan normés**

Rayons en Plan Normés	Calculés (m)	Normes B40 (m)	Devers
RH _m =	219,10	220	8%
RH _N =	374,95	375	6%
RH _d =	839,90	800	3%
RH _{nd} =	1259,84	1200	3%

Tableau 33 : devers associés aux rayons

Rayons en plan Choisis (m)		Devers associé d(R)	Rayons en plan Choisis (m)		Devers associé d(R)
R1	130	8.00%	R7	200	8.00%
R2	5000	7.00%	R8	150	8.00%
R3	5000	7.00%	R9	800	3.00%
R4	650	3.61%	R10	500	4,59%
R5	600	3.88%	R11	270	7.10%
R6	320	6,49%			

4. RACCORDEMENT PROGRESSIFS :

Le fait que le tracé soit constitué d'alignement et d'arc ne suffit pas, il faut donc prévoir des raccordements à courbure progressif, qui permettent d'éviter la variation

brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaires et ça pour assurer :

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

4.1. TYPE DE COURBE DE RACCORDEMENT :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont la condition désirée d'une variation continue de la courbe, on a trois types de courbes suivantes :

4.1.1. Parabole Cubique :

L'emploi de cette courbe est limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemins de fer).

4.1.2. LEMNISCATE :

Courbe utilisée pour certains problèmes de tracé de route par exemple trèfle d'autoroute sa courbure est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur à partir du point d'inflexion ou centre de symétrie.

4.1.3. Clothoïde :

La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul la courbure de la clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

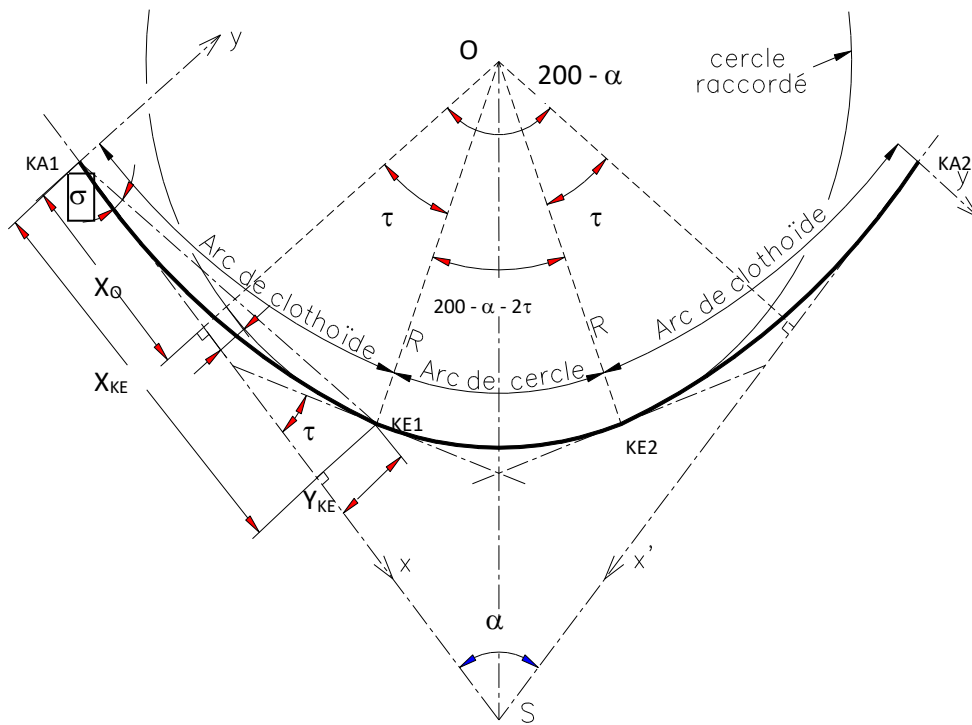


Figure 8 : les éléments d'un clothoïde

a) Propriétés de la clothoïde

Le rayon de courbure d'une clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

L'équation caractéristique est donnée par :

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

Le calcul des caractéristiques de ces raccords à courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usagers. Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules. Dans la pratique, ceci revient à fixer une limite à la variation d'accélération tolérée par seconde.

b) Longueur des raccords :

La longueur des raccords progressifs est une combinaison de plusieurs conditions de natures différentes : parmi ces conditions les trois principales sont :

b.1) La condition de confort dynamique

Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon en particulier à respecter les conditions de stabilité et de « confort dynamiques », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale des véhicules.

$$L_1 \geq \frac{Vr^2}{18} \left(\frac{Vr^2}{127R} - \Delta d \right)$$

b.2) La condition Optique

Cette condition a pour objet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels, et en particulier de rendre perceptible suffisamment à l'avance la courbure du tracé, de façon à obtenir la sécurité de conduite le plus grand possible.

$$L_2 \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

b.3) Condition de gauchissement :

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

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

$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr$$

L : longueur de raccordement.

l : largeur de la chaussée.

5. Vérification de non chevauchement :

Nous avons trois cas sur la vérification de non chevauchement ci-dessous :

1^{er} cas :

$$\tau = \frac{\beta}{2} \implies \text{Clothoïde sans arc de cercle ;}$$

2^{ème} cas :

$$\tau < \frac{\beta}{2} \implies \text{Clothoïde avec arc de cercle ;}$$

3^{ème} cas :

$$\tau > \frac{\beta}{2} \implies \text{Clothoïde impossible.}$$

6. APPLICATION AU PROJET :

Tableau 34 : les dévers et variations associés aux rayons choisis

Rayon		Dévers associés
R1	130 m	8,00%
R2	5000 m	3,00%
R3	5000 m	3,00%
R4	650 m	3,61%
R5	600 m	3,88%
R6	320 m	6,49%
R7	200 m	8,00%
R8	150 m	8,00%
R9	800 m	3,00%
R10	500 m	4,59%
R11	270 m	7,10%

6.1. DETERMINATION DES LONGUEUR DES CLOTHOÏDES :**Tableau 35 : Longueur de la clothoïde "L"**

N° Virages	Conditions				Lmax	L choisie	$\beta/2$	
	Gauchissement L1	Confort odynamique L2	Optique L3	Chevauchement τ				
1	61,60 m	98,72 m	39,50 m	24,24 gr	98,72 m	99 m	14,200 gr	Chevauchement
2	33,60 m	17,75 m	244,95 m	1,56 gr	244,95 m	245 m	0,197 gr	Chevauchement
3	33,60 m	17,75 m	244,95 m	1,56 gr	244,95 m	245 m	0,173 gr	Chevauchement
4	37,02 m	4,06 m	88,32 m	4,36 gr	88,32 m	89 m	5,463 gr	Pas de chevauchement
5	38,54 m	5,39 m	84,85 m	4,51 gr	84,85 m	92 m	7,238 gr	Pas de chevauchement
6	53,13 m	22,26 m	61,97 m	6,17 gr	61,97 m	62 m	20,950 gr	Pas de chevauchement
7	61,60 m	50,48 m	48,99 m	9,87 gr	61,60 m	62 m	50,242 gr	Pas de chevauchement
8	61,60 m	80,34 m	42,43 m	17,19 gr	80,34 m	81 m	28,034 gr	Pas de chevauchement
9	33,60 m	1,06 m	97,98 m	3,90 gr	97,98 m	98 m	3,431 gr	Chevauchement
10	42,49 m	8,86 m	77,46 m	4,97 gr	77,46 m	78 m	3,423 gr	Chevauchement
11	56,58 m	30,44 m	56,92 m	6,7199 gr	56,92 m	57 m	19,163 gr	Pas de chevauchement

6.2. CALCUL DES ELEMENTS D'UNE CLOTHOÏDE :**Tableau 36 : Formule de calcul des éléments de la clothoïde**

Paramètre de la clothoïde (m)	$A = \sqrt{R \cdot L}$
Angle des alignements droits	α
Angle au centre (Raccordement circulaire)	$\beta = 200 - \alpha$

Angle des tangentes	$\tau = \frac{L}{2R}$
Angle Polaire	$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$
Angle au centre Partie circulaire	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$
Abscisse de l'extrémité de la clothoïde	$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$
Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$
Longueur de la corde KA-KE	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$
Abscisse du centre	$X_O = X_{KE} - R \sin \tau$
Ordonnées du centre	$Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$
Ripage	$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$
Développée totale	$DT = 2L + \text{Dev cercle}$
Distance S-KA	$T = X_O + (R + \Delta R) \cotg(\alpha/2)$
Tangente courte	$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$

Tableau 37 : Valeur les éléments de la clothoïde

Paramètres de la clothoïde		Virage 4	Virage 5	Virage 6	Virage 7	Virage 8	Virage 11
R	Rayon (m)	650 m	600 m	320 m	200 m	150 m	270 m
L	Longueur de la clothoïde (m)	89	85	62	62	81	57
A	Paramètre de la clothoïde (m)	240,52	225,83	140,85	111,36	110,23	124,06
α	Angle au sommet (gr)	189,074	185,524	158,101	99,516	143,931	161,675
β	Angle au centre Partie circulaire (gr)	10,926	14,476	41,899	100,484	56,069	38,325
τ	Angle des tangentes (gr)	4,358	4,509	6,167	9,868	17,189	6,720
γ	Angle au centre Partie circulaire (gr)	2,210	5,458	29,565	80,748	21,691	24,885
X _{KE}	Abscisse de l'extrémité de la cloth. (m)	89,00	85,00	62,00	62,00	81,00	57,00

YKE	Ordonnée de l'extrémité de la cloth. (m)	2,03	2,01	2,00	3,20	7,29	2,01
σ	Angle Polaire (gr)	1,4525	1,5029	2,0550	3,2863	5,7142	2,2390
Lcercle	longueur de la partie circulaire (m)	22,56	51,44	148,61	253,68	51,11	105,54
SL	Longueur de la corde KA-KE (m)	89,02	85,02	62,03	62,08	81,33	57,04
Xo	Abscisse du centre (m)	44,54	42,54	31,05	31,12	40,99	28,55
Yo	Ordonnées du centre (m)	650,51	600,50	320,50	200,81	151,86	270,50
KA-O	Distance Ka-centre (m)	652,03	602,00	322,00	203,21	157,29	272,00
ΔR	Ripage (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00
DT	Développée totale (m)	200,56	221,44	272,61	377,68	213,11	219,54
T = SKA	Distance S-KA (m)	100,54	111,17	140,67	233,65	112,62	112,68
TK	Tangente courte (m)	29,69	28,36	20,70	20,75	27,33	19,03
TL	Tangente Longue (m)	86,96	82,99	59,99	58,76	73,44	54,98
Biss	Bissectrice (m)	3,40	4,91	19,20	85,34	18,03	13,76

6.3. VARIATION DU DEVERS DANS LA CLOTHOÏDE :

Selon la variation du dévers et la longueur de la clothoïde on peut déterminer le dévers relatif à un point quelconque de la clothoïde.

6.3.1. Méthode de calcul de variation de dévers pour clothoïde

Cette méthode consiste à déterminer la distance (X) entre le début de la clothoïde et le profil en travers et déterminer son dévers.

$$d_{int} = \begin{cases} d_{min} & \text{si } x < \frac{6L}{\Delta d} \\ d_{ext} & \text{si } x > \frac{6L}{\Delta d} \end{cases}$$

7. Application au projet

Tableau 38 : Variation de devers pour le rayon 650 m

Virage 4	
L =	89 m
$\Delta d =$	6,61%

x =	81 m
-----	------

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA1	0	-3,00%	3,00%
P1	10	-2,26%	3,00%
P2	20	-1,51%	3,00%
P3	30	-0,77%	3,00%
P4	40	-0,03%	3,00%
P5	50	0,71%	3,00%
P6	60	1,46%	3,00%
P7	70	2,20%	3,00%
P8	80	2,94%	3,00%
KE1	89,00 m	3,61%	3,61%

Tableau 39 : Variation de devers pour le rayon 600 m

Virage 5	
L =	85 m
$\Delta d =$	6,88%
x =	74 m

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA3	0	-3,00%	3,00%
P1	10	-2,19%	3,00%
P2	20	-1,38%	3,00%
P3	30	-0,57%	3,00%
P4	40	0,24%	3,00%
P5	50	1,05%	3,00%
P6	60	1,86%	3,00%
P7	70	2,67%	3,00%
P8	80	3,48%	3,48%
KE3	85,00 m	3,88%	3,88%

Tableau 40 : Variation de devers pour le rayon 320 m

Virage 6	
L =	62 m
$\Delta d =$	9,49%
x =	39 m

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA5	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-1,47%	-1,47%
P2	20	0,06%	0,06%

P3	30	1,59%	1,59%
P4	40	3,12%	3,12%
P5	50	4,65%	4,65%
P6	60	6,18%	6,18%
KE5	62,00 m	6,49%	6,49%

Tableau 41 : Variation de devers pour le rayon 200 m

Virage 7	
L =	62 m
$\Delta d =$	11,00%
x =	34 m

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA7	0	-3,00%	3,00%
P1	10	-1,23%	3,00%
P2	20	0,55%	3,00%
P3	30	2,32%	3,00%
P4	40	4,10%	4,10%
P5	50	5,87%	5,87%
P6	60	7,65%	7,65%
KE7	62,00 m	8,00%	8,00%

Tableau 42 : Variation de devers pour le rayon 150 m

Virage 8	
L =	81 m
$\Delta d =$	11,00%
x =	44 m

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA9	0	-3,00%	3,00%
P1	10	-1,64%	3,00%
P2	20	-0,28%	3,00%
P3	30	1,07%	3,00%
P4	40	2,43%	3,00%
P5	50	3,79%	3,79%
P6	60	5,15%	5,15%
P7	70	6,51%	6,51%
P8	80	7,86%	7,86%
KE9	81,00 m	8,00%	8,00%

Tableau 43 : Variation de devers pour le rayon 270 m

Virage 11	
L =	57 m
$\Delta d =$	10,10%
x =	34 m

N° Profil	xi (m)	dext	dint
KA11	0	-3,00%	3,00%
P1	10	-1,23%	3,00%
P2	20	0,55%	3,00%
P3	30	2,32%	3,00%
P4	40	4,09%	4,09%
P5	50	5,86%	5,86%
KE11	57,00 m	7,10%	7,10%

***CHAPITRE V : PROFIL EN
LONG***

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

1. DEFINITION :

Le profil en long est une représentation plane de la surface du terrain naturel suivant un plan vertical contenant l'axe du tracé. Il détermine la configuration du terrain au droit de l'axe de la route caractérisé par des droites (pente, rampe), courbe horizontal ou incliné et paliers rigoureusement droits.

Le profil en long est l'un des facteurs principaux qui interviennent dans l'économie de déclivité maximale et autres caractéristiques techniques, il conditionne le degré ainsi que le volume de terrassement aussi bien que le cout de réalisation de la construction.

Pratiquement, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel (ligne noire).
- L'altitude du projet (ligne rouge).

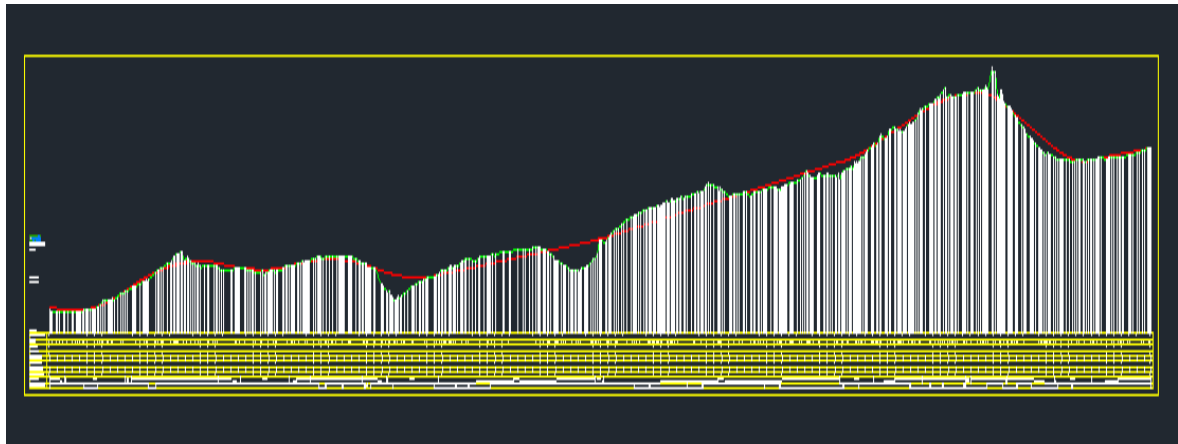


Figure 9 : Profil en long

2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG

Parmi les règles à tenir en compte on peut citer :

- Assurer la coordination entre tracé en plan et profil en long.
- Respecter la valeur maximale et minimale des pentes et rampes.
- Assurer l'écoulement et l'évacuation des eaux de ruissellement de la chaussée tout le long du tracé.
- Rechercher un équilibre entre le volume des déblais et remblais.
- Eviter les angles aux rentrant pour raison de stagnation des eaux.

- Eviter les hauteurs excessives de remblai.
- Assurer la visibilité de dépassement.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.
- Doit suivre autant que possible le terrain naturel en léger remblai.

3. LA LIGNE ROUGE

La ligne rouge a une influence sur le cout de la réalisation du projet, pour cela nous avons essayé de respecter :

- Les rayons préconisés par les règlements actuels.
- Les déclivités (ne pas dépasser la valeur maximale).
- Eviter les angles rentrants en déblais (problèmes de stagnation des eaux).
- Assurer si possible une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Le profil en long nous donne une idée sur la forme du terrain naturel qui nous permet de choisir la ligne du projet de façon à tenir compte du passage impératif en déblai dans les pentes.
- Equilibrer les surfaces remblai et déblai et éviter les grands terrassements.
- Assurer une bonne visibilité ;
- Assurer un confort dynamique pour l'utilisateur ;
- Permettre l'évacuation des eaux en prenant des déclivités supérieures ou égales à 0.5%.

4. DECLIVITES

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

4.1. DECLIVITE MOYENNE

La stagnation des eaux sur une chaussée est très préjudiciable vis-à-vis la conversation et la sécurité, donc il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

4.2. DECLIVITE MAXIMALE

Du point de vue technique, la déclivité maximale dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée (ce phénomène concerne tous les véhicules), ainsi de la réduction des vitesses qu'elle provoque, ou les camions (poids lourds) sont déterminants car la plupart des véhicules légers ont une grande puissance. Donc il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 8%.

Et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

Tableau 44 : Valeur de déclivité maximale

Vr (Km/h)	40	60	80	100	120	140
Déclivité max (%)	8	7	6	5	4	4

Remarque : l'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

- Effort de traction est considérable.
- Consommation excessive de carburant.
- Faibles vitesses.
- Gène des véhicules.

La vitesse de base qu'on a retenue dans notre projet est 80Km/h, donc la déclivité maximale est de 6%.

5. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG

5.1. RACCORDEMENTS VERTICAUX :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d'une déclivité à un autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement parabolique où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement :

5.2. RACCORDEMENT CONVEXE (ANGLE SAILLANT) :

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

Leur conception doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

6. CONDITION DE CONFORT :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe, le véhicule subit une accélération verticale importante, qui modifie sa stabilité et gêne les usagers.

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

D_1 : la distance d'arrêt

h_0 : hauteur de l'œil

h_1 : hauteur de l'obstacle

7. CONDITION ESTHETIQUE :

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur des distances courtes.

8. APPLICATION AU PROJET

Tableau 45 : Listing du profil en long du projet

COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Description

Nom du dessin :

C:\Users\Hmida\Documents\BICHARA_DOSSIER\Dossier_Bichara_01_05_2022\BicharaLast\Bichara_Mai01_suite02_recover

Nom du listing :

C:\Users\Hmida\Documents\BICHARA_DOSSIER\Dossier_Bichara_01_05_2022\BicharaLast\Bichara_Mai01_suite02_recover_CLOTHOIDE_27_03_22_1_PROJET.rtf

Date du listing : 27/05/2022 à 09:34:42

Profil en long : 1

Courbe projet : Proj 1

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	640.657	113709.197, 2130.612	640.587
Pente = -0.800 %	24.532	24.533				
			24.532	640.460	113731.059, 2119.481	639.953

Arc de parabole	295.499	295.546				
Rayon = 7000.0000						
S bas = 80.532						
Z bas = 640.236						
			320.031	644.333	114012.371, 2052.549	644.122
Rampe = 3.421 %	4.466	4.469				
			324.497	644.486	114016.836, 2052.439	644.236
Arc de parabole	353.713	353.768				
Rayon = -8000.0000						
S haut = 598.497						
Z haut = 649.169						
			678.210	648.769	114370.393, 2041.985	647.645
Pente = -1.000 %	42.845	42.847				
			721.055	648.340	114413.217, 2040.657	647.353
Arc de parabole	247.768	247.772				
Rayon = 12000.0000						
S bas = 841.055						
Z bas = 647.740						
			968.822	648.420	114660.866, 2032.974	648.374
Rampe = 1.065 %	66.904	66.908				
			1035.726	649.133	114727.737, 2030.899	649.358
Arc de parabole	207.760	207.766				
Rayon = -8000.0000						
S haut = 1120.726						
Z haut = 649.586						
			1243.486	648.647	114935.360, 2023.857	648.828
Pente = -1.532 %	19.647	19.649				
			1263.132	648.346	114954.917, 2021.989	648.193
Arc de parabole	359.016	359.027				
Rayon = 14000.0000						
S bas = 1478.132						
Z bas = 646.703						
			1622.148	647.448	115307.937, 1957.219	648.501
Rampe = 1.032 %	530.783	530.811				
			2152.931	652.927	115838.382, 1966.690	649.112
Arc de parabole	59.822	59.826				
Rayon = 14000.0000						
			2212.752	653.672	115898.177, 1968.496	652.650
Rampe = 1.459 %	923.023	923.121				
			3135.776	667.143	116716.076, 2244.723	664.791
Arc de parabole	163.246	163.299				
Rayon = 8000.0000						
			3299.022	671.191	116823.848, 2122.620	671.577
Rampe = 3.500 %	116.612	116.684				
			3415.634	675.272	116897.240, 2031.999	674.132
Arc de parabole	147.000	147.047				
Rayon = -7000.0000						
			3562.634	678.874	117013.148, 1947.493	679.022
Rampe = 1.400 %	18.773	18.775				
			3581.407	679.136	117031.700, 1944.663	679.330
Arc de parabole	260.000	260.048				
Rayon = -5000.0000						
S haut = 3651.407						
Z haut = 679.626						
			3841.407	676.016	117291.115, 1955.091	675.198
Pente = -3.800 %	117.286	117.371				
			3958.693	671.560	117406.754, 1939.624	668.460

Arc de parabole	250.000	250.047				
Rayon = 5000.0000						
S bas = 4148.693						
Z bas = 667.950						
			4208.693	668.310	117617.001, 1805.748	668.002
Rampe = 1.200 %	164.631	164.642				
			4373.324	670.285	117751.838, 1711.289	669.765
Longueur totale	4373.324					

Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 1.10 m de hauteur, la visibilité derrière l'angle saillant de l'obstacle éventuel de 0.15m cat 1-2 ou 0.20 m cat 3-4-5 a la distance d'arrêt $d_{(Vr)}$.

$$R_{vm} = a.d^2$$

$a = 0.24$ pour les catégories 1 et 2

$a = 0.22$ pour les catégories 3, 4 et 5

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base de 80 km/h est de : $R_{vm_1} = 0.22 d^2 = 901.12 \text{ m}$

Les rayons minimaux normaux sont obtenus par application de mêmes relations pour la vitesse $V = V_r + 20 = 80 \text{ km/h}$ et $d = 99 \text{ m}$

$$R_{vn} = 0.22 d^2 = 2156.22 \text{ m}$$

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B40) sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 46 : Récapitulatif des rayons en angle saillant

Rayon RV	V_{v1} Symbole	120	100	80	60	40
CAT 3-4-5 unidirectionnel	min. absolu					
	min. normal					
Bidirectionnel	min. absolu					
	min. normal					
	dépassement					

$$R_{Vm} = 3500$$

$$R_{Vn} = 8000$$

$$R_{VD} = 9000$$

8.1. RACCORDEMENTS CONCAVES (ANGLE RENTRANT) :

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

Le véhicule abordant un angle rentrant doit avoir une limitation de l'accélération aux sets suivants :

Soit : $\frac{g}{30}$ pour la CAT 3.

8.1.1. Rayon minimal absolu

$$\frac{V_r^2}{RVM'} = \frac{g}{30} \Rightarrow RVM' = 0.30 V_r^2.$$

$$Rvm_{(V_r)} = 0.3 V_r^2 = 0.3 \times 80^2 = 1920 \text{ m}$$

8.1.2. Rayon minimal normal

Les rayons verticaux minimaux normaux en angle rentrant sont obtenus par application de la formule suivante :

$$Rvn' = Rvm'(V_r + 20).$$

$$Rvn = Rvm_{(V_r+20)}$$

$$Rvn = 0.3 \times 100^2 = 3000 \text{ m}$$

Les valeurs retenues pour les rayons absolus sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 47 : Rayons concaves (angle rentrant)

Rayon R'V	V _{v1} Symbole	120	100	80	60	40
CAT 3-4-5						
. min. absolu	R'Vm	3500	2400	1600	1100	500
. min. normal	R'Vn	4500	3500	2400	1600	1100

$$R'Vm = 1600$$

$$R'Vn = 2400$$

CHAPITRE VI :
DIMENSIONNEMENT DU
CORPS DE CHAUSSEE

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1. INTRODUCTION

L'estimation d'un projet routier ne se limite pas en un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisée, elle devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas, pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonne caractéristique géométrique mais aussi de bonne caractéristique mécanique lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

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.

2. PRINCIPE DE LA CONSTRUCTION DES CHAUSSEES :

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

❖ De la charge des véhicules :

La charge maximale autorisée sur un jumelage isolé est de 65 KN (6.5 tonnes) soit un essieu standard de 130 KN (13 T).

Il arrive également que cette charge maximale dépassée à cause de phénomène de surcharge.

❖ Des intempéries :

Les variations des températures peuvent engendrer dans les solides élastiques des champs de contrainte et engendrer aussi : les effets du gel, les efforts de l'ensoleillement sur la déformation des mélanges bitumineux, et sur le vieillissement du bitume.

❖ Des efforts tangentiels :

Lorsqu'un véhicule est en mouvement apparaissent des efforts horizontaux du fait :

- De la transmission de l'effort moteur ou du freinage.
- De la mise en rotation des roues non motrice.
- De la résistance aux efforts transversaux.

Toutes ces actions tangentiels s'accompagnent de frottement dans lesquels se dissipent de l'énergie et qui usent les pneumatiques et les chaussées.

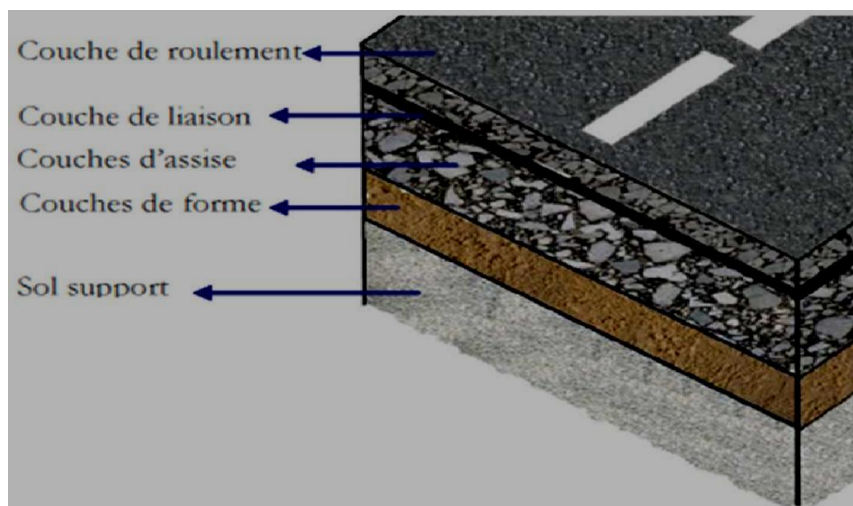


Figure 10 : La constitution d'une chaussée

3. LA CHAUSSEE :

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 « comme nous avons vu », à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature.

- En reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens 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.

❖ Les efforts dus aux véhicules :

Des études complexes ont montré qu'un véhicule transmettait à la chaussée :

- Des forces verticales dues au poids du véhicule entraînant un poinçonnement en cas de stationnement prolongé ;
- Des efforts tangentiels dus à l'effort du moteur pour faire avancer le véhicule, à l'effort inverse en cas de freinage et à la résistance aux efforts transversaux (force centrifuge)
- Des forces dynamiques dues aux vibrations des véhicules (mouvement relatif entre les roues et le châssis par l'intermédiaire des amortisseurs.
- Il existe enfin une cause importante de l'usure des chaussées qui est la répétition de passage des charges. La route se fatigue au fur et à mesure d'une façon irréversible.
- Il est intéressant de signaler que les actions des agents atmosphériques collaborant à l'usure de la structure de la chaussée provoquée par l'infiltration d'eau et la variation journalière et saisonnière de la température.

❖ Résistance des sols de fondation :

La connaissance du sol de fondation est indispensable pour déterminer la résistance d'une chaussée. En effet suivant la résistance propre du sol on sera amené à diminuer ou à augmenter l'épaisseur de la chaussée.

Il faut noter que la présence de l'eau dans le sol rend difficiles tous calculs théoriques car cette eau peut provoquer des modifications importantes de certains sols et causer des désordres très graves en cas de gel.

Enfin, le compactage du sol de fondation peut améliorer sa résistance.

3.1. LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE

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

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

3.1.1. Chaussées souples :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

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

i. Couche de roulement (surface)

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.

ii. Couche de base

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les

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

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

iii. 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 une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie. Aussi elle a le même rôle que celui de la couche de base.

iv. Couche de forme

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée. Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme.

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

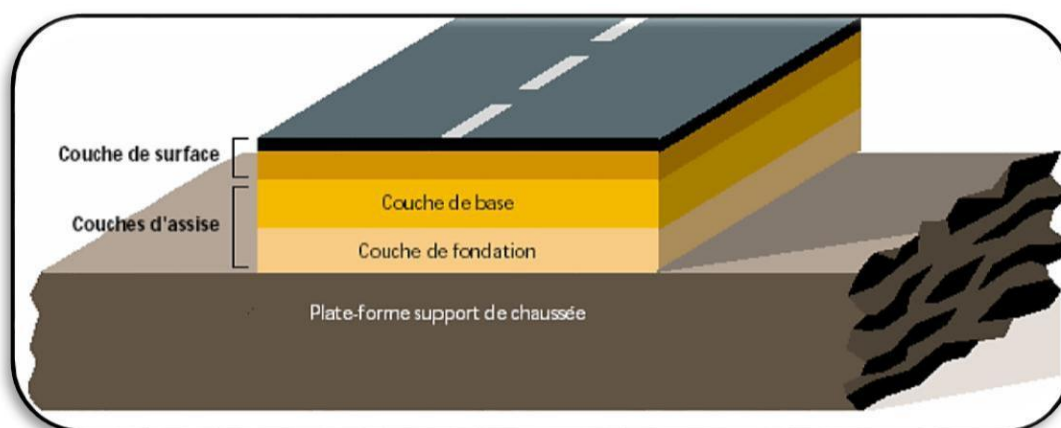


Figure 11 : chaussée souple

3.1.2. 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 hydrocarbonés et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

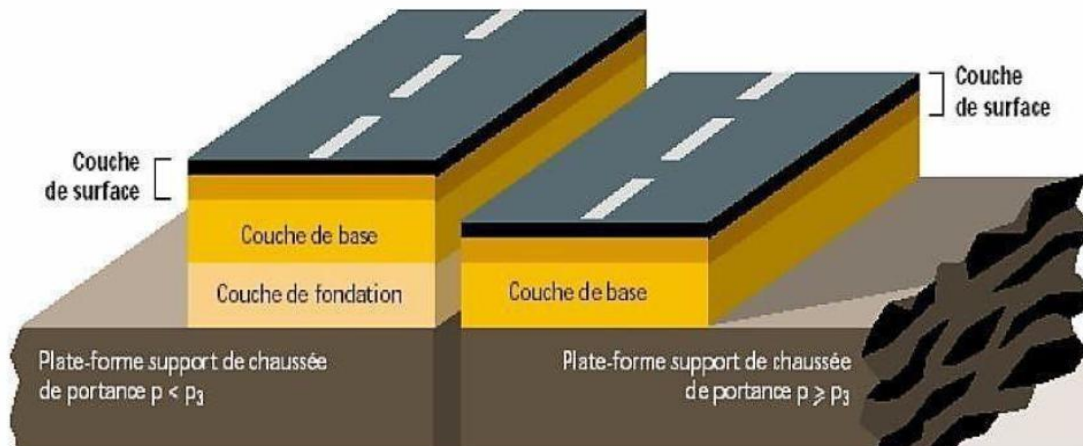


Figure 12 : Chaussée semi-rigides

3.1.3. Chaussée rigide

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

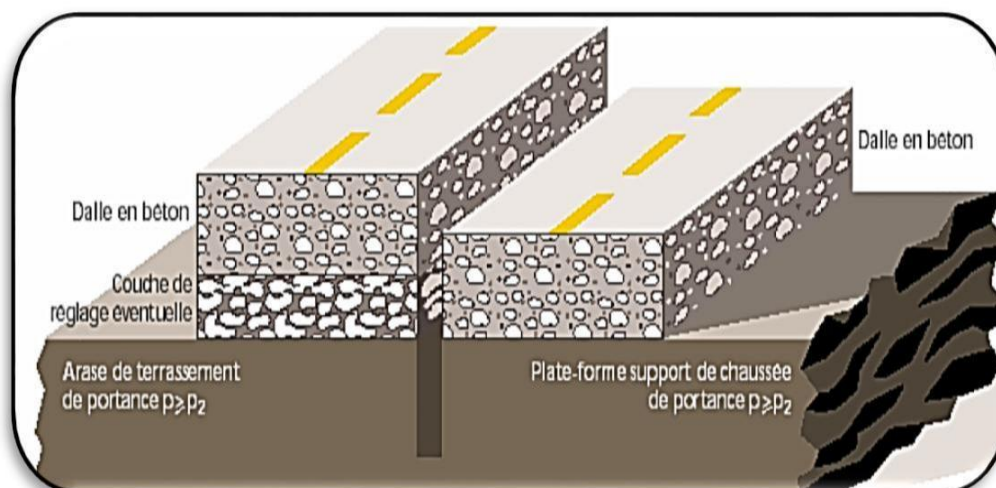


Figure 13 : Chaussée rigide

❖ Les différents types de chaussée sont groupées dans une même figure :

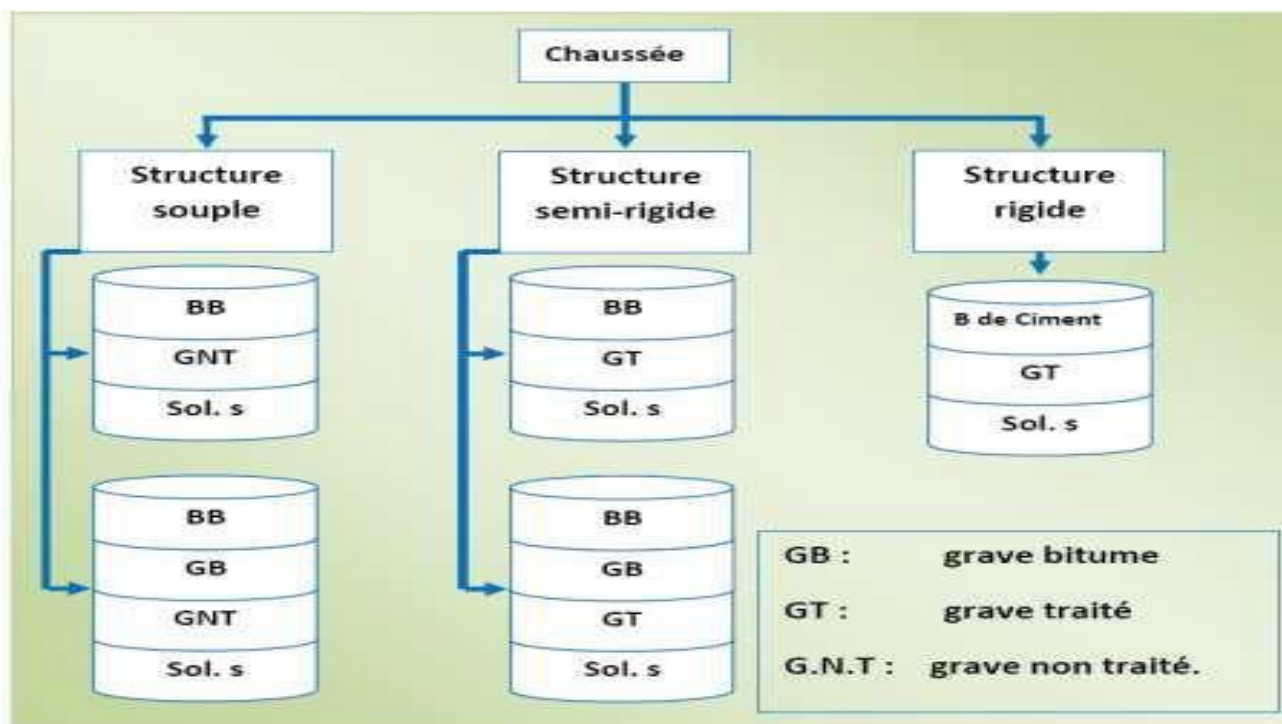


Figure 14 : les différentes catégories de chaussée

B.B: béton bitumineux

G.B: grave bitume

G.T: grave traité

G.N.T: grave non traité.

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car 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 chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas.

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

Enfin, on examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet.

4. LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

On distingue deux familles des méthodes :

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

4.1. METHODE C.B.R (CALIFORNIA - BEARING - RATIO) :

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

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

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

Avec :

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log : logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

$a_1 \times e_1$: couche de roulement

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

Où :

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

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

Tableau 48 : Coefficient d'équivalence des matériaux

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.50 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	0.75

4.2. METHODE A.A.S.H.O :(AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY FICIALS) :

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

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

- L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- L'influence des charges et de leur répétition.

4.3. METHODE D'ASPHALT INSTITUTE :

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

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

4.4. METHODE DU CATALOGUE DES STRUCTURES :

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

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

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

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.

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

Trafic cumulé de poids lourds à la 15^{ème} année Tj.

Les caractéristiques de sol (Sj).

5. Détermination De La Classe De Trafic :

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

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant :

Tableau 49 : Classe de trafic

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

Le trafic cumulé est donné par la formule :

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

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

n : durée de vie (n = 20 ans)

6. Détermination de la classe du sol :

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

Tableau 50 : Classe de sol

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

7. LA METHODE L.C.P.C (LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES) :

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

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

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

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

a = coefficient qui dépend du nombre de voies.

Z = taux d'accroissement annuel.

n = durée de vie de la route.

p = pourcentage de poids lourds.

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

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

8. METHODE DU CATALOGUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES :

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

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

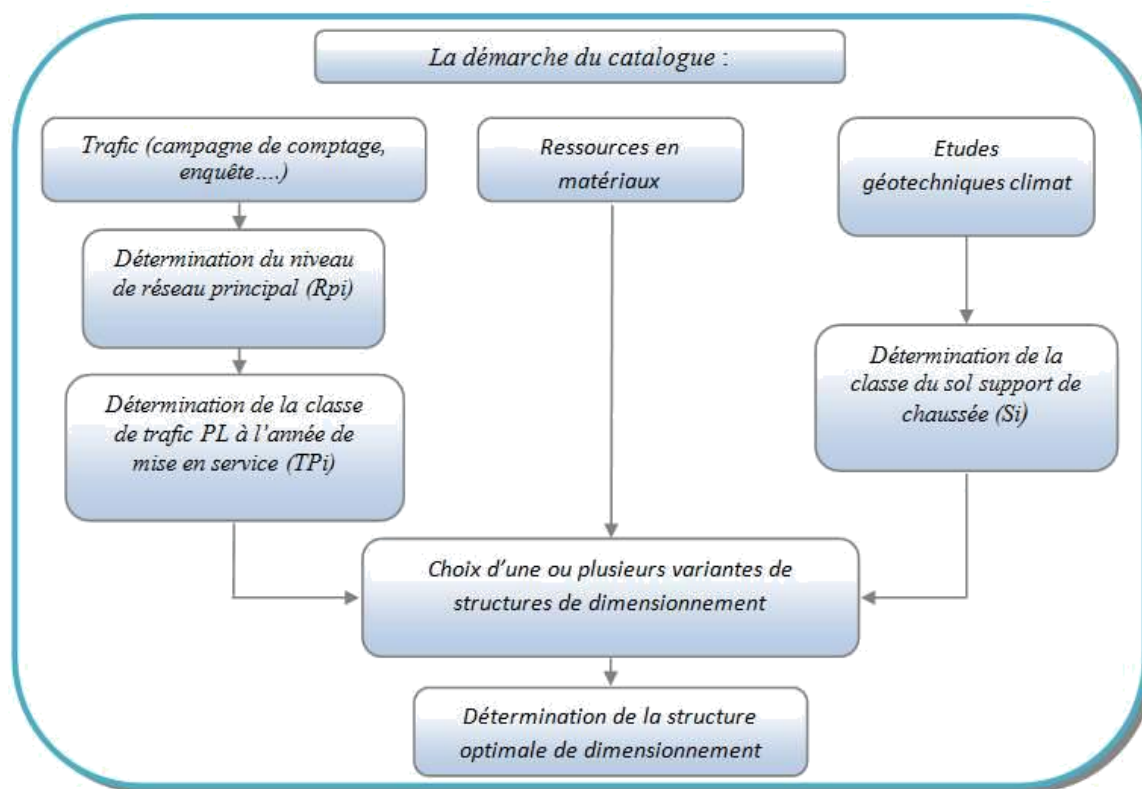
❖ *La démarche du catalogue :*

Figure 15 : Les démarches du catalogue

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on a utilisé : **la méthode CBR.**

9. APPLICATION AU PROJET :

Tableau 51 : Données du trafic

TMJA2019	1600 v/j
Année de comptage	2019
Année de mise en service	2023
Le pourcentage des poids lourds	20%
Taux d'accroissement	4%
La durée de vie	20
n =	4

$$TJMA2019 = 1600 \text{ v/j}$$

$$N_0 = (TJMA \times \% \text{ pl})$$

$$N_0 = (1600 \times 0.20) = 320$$

$$N_1 = (1+\tau)^4 \times N_0 = (1+0.04)^4 \times 320 = 374/\text{j/sens}$$

$$N_{20} = (1+\tau)^n \times N_1$$

$$N_{20} = (1+0.04)^{20} \times 374 = 820 \text{ pl/j/sens}$$

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

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log 820/10)}{7+5} = 44.6 \text{ cm}$$

$$\mathbf{E_{eq} = 45 \text{ cm}}$$

On a : $E_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$

Tableau 52 : Epaisseur du corps de chaussée

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient D'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	6	02	12
GB	10	1.7	17
TUF	25	0.75	18.75
TOTAL	41		47.75

Notre structure comporte : **6BB + 10GB + 25TUF**

6 cm BB (Béton Bitumineux)

10 cm GB (Graves Bitume)

25 cm TUF



Figure 16 : Corps de chaussée

***CHAPITRE VII : ETUDE
CINEMATIQUE***

CHAPITRE VII : ETUDE CINEMATIQUE

1. INTRODUCTION

L'étude cinématique, sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules sur la route, ces paramètres déterminent les caractéristiques nécessaires au tracé du projet. Elle a pour but de déterminer les paramètres cinématiques nécessaire à l'évaluation de la visibilité qui conditionne le comportement de l'utilisateur sur la route.

2. DISTANCE DE FREINAGE :

Les possibilités de freinage sont limitées, du fait du jeu de l'adhérence, il existe une distance minimum pour obtenir l'arrêt complet du véhicule.

La distance de freinage d_0 est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans la condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée.

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

$$\text{En palier : } d_0 = 0.04 \cdot \frac{V_r^2 (km/h)}{g \cdot f_l}$$

$$\text{En rampe : } d_0 = 0.04 \cdot \frac{V_r^2 (km/h)}{g \cdot (f_l - i)}$$

$$\text{En pente : } d_0 = 0.04 \cdot \frac{V_r^2 (km/h)}{g \cdot (f_l + i)}$$

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h.

e : déclivité.

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

Tableau 53 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

V_r (Km/h)	40	60	80	100	120	140
--------------	----	----	----	-----	-----	-----

f _{rl}	Catégorie 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	Catégorie 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/

Pour notre projet on a $f_{rl} = 0.43$.

3. TEMPS DE REACTION :

Souvent l'obstacle est imprévisible et le conducteur a besoin d'un temps pour réaliser la nature de l'obstacle ou du danger qui lui apparaît. Ce temps est en général appelé **temps de perception** du conducteur, il diffère d'une personne à une autre et varie en fonction de l'état psychique et physiologique.

De nombreuses études faites sur le comportement des conducteurs, ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne :

Dans une attention concentrée :

$t = 1.2 \text{ s}$ pour un obstacle imprévisible

$t = 0.6 \text{ s}$ pour un obstacle prévisible

En moyenne on peut prendre 0.9 s, mais en pratique on prend toujours :

Catégorie 3- 4 – 5 (normes B40)

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

$t = 1.8 \text{ s}$ pour des vitesses $> 80 \text{ Km/h}$

Donc la distance parcourue pendant le temps de réaction et de perception est :

$$d_1 = v \times t$$

Avec :

v : vitesse en m/s

t : temps en seconde

4. DISTANCE D'ARRET :

La distance parcourue par le conducteur entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est désigné sous le nom de

distance d'arrêt (d) : $d = d_1 + d_0$

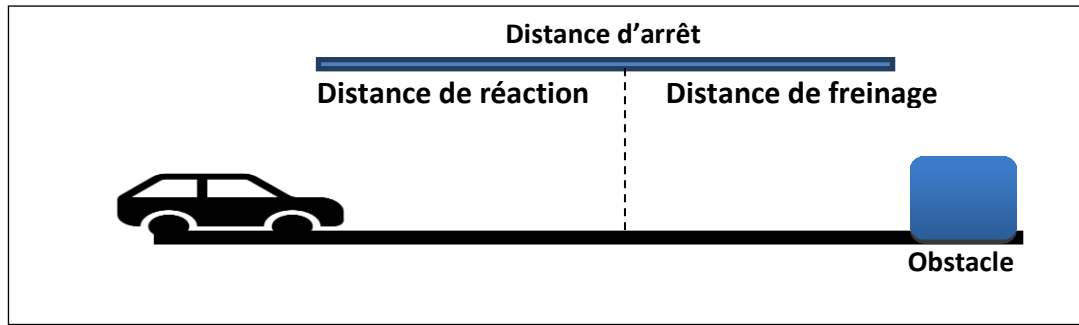


Figure 17 : La distance d'arrêt

-En alignement droit

Pour $V_r > 80 \text{ Km/h}$ et quand $t = 1.8 \text{ s}$: $d = d_0 + 0.50 \times V_r$

Pour $V_r \leq 80 \text{ Km/h}$ et quand $t = 2 \text{ s}$: $d = d_0 + 0.56 \times V_r$

-En courbe

On doit majorer la distance de freinage de 25% car le freinage est moins énergique afin de ne pas perdre le contrôle du véhicule.

5. Application :**Tableau 54 : Détermination des distances (freinage -d'arrêt -perception)**

N°	Déclivités	d_0 (m) Distance de freinage	d(m) Distance d'arrêt	d(m) Distance d'arrêt en courbe
1	Pente = -0.800 %	60.66	105.46	119.83
2	Rampe = 3.421 %	64.68	109.48	124.85
3	Pente = -1.000 %	60.95	105.75	120.19
4	Rampe = 1.065 %	61.05	105.85	120.31
5	Pente = -1.532 %	61.73	106.53	121.16
6	Rampe = 1.032 %	61.00	105.80	120.25
7	Rampe = 1.459 %	60.63	105.43	119.79
8	Rampe = 3.500 %	64.81	109.61	125.01
9	Rampe = 1.400 %	61.54	106.34	120.93
10	Pente = -3.800 %	65.31	110.11	125.64
11	Rampe = 1.200 %	61.24	106.04	120.55

6. Manœuvre de dépassement :

dvdm : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

dvDN : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

dmd : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement.

Tableau 55 : Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

Vr(Km/h)	40	60	80	100	120	140
Distance de visibilité et de dépassement (m)	4v	4v	4v	4.2v	4.6v	5v
	160	240	320	420	550	700
Distance de visibilité et de dépassement (m)	6v	6v	6v	6.2v	6.6v	7v
	240	360	480	620	790	980
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	70	120	200	300	425	/

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de dvd_m, dvd_N et dmd en fonction de la vitesse.

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

$$\mathbf{dvd}_m = 320 \text{ m}$$

$$\mathbf{dvd}_N = 480 \text{ m}$$

$$\mathbf{dmd} = 200 \text{ m}$$

***CHAPITRE VIII : PROFIL
EN TRAVERS***

CHAPITRE VIII : PROFIL EN TRAVERS

1. DEFINITION :

Le profil en travers est la coupe de l'autoroute suivant un plan perpendiculaire à son axe. Il définit notamment la largeur et le dévers des chaussées et les zones non roulables de l'autoroute (terre-plein central, bandes dérasées).

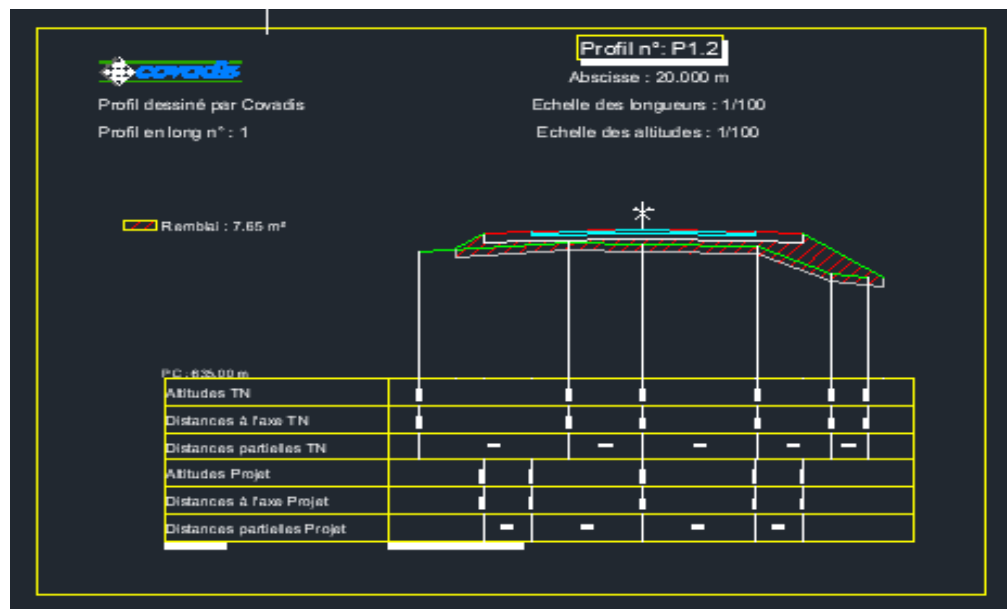


Figure 18 : profil en travers

Le choix d'un profil en travers dépend essentiellement du trafic projeté sur l'autoroute, qui définit le nombre de voies.

On distingue trois types de profil :

- Profil en déblai
- Profil en remblai.
- Profil mixte.

Le Profil en travers type : contient toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeur des voies, chaussée, et autres bandes, pente, des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation d'eau, etc....).

Les Profils en travers courants : sont levés perpendiculairement à l'axe de la route ; ils contiennent généralement comme indication chiffrée et l'altitude du terrain et celle de la chaussée finie, dans l'axe de la route.

2. LES ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL EN TRAVERS TYPE :

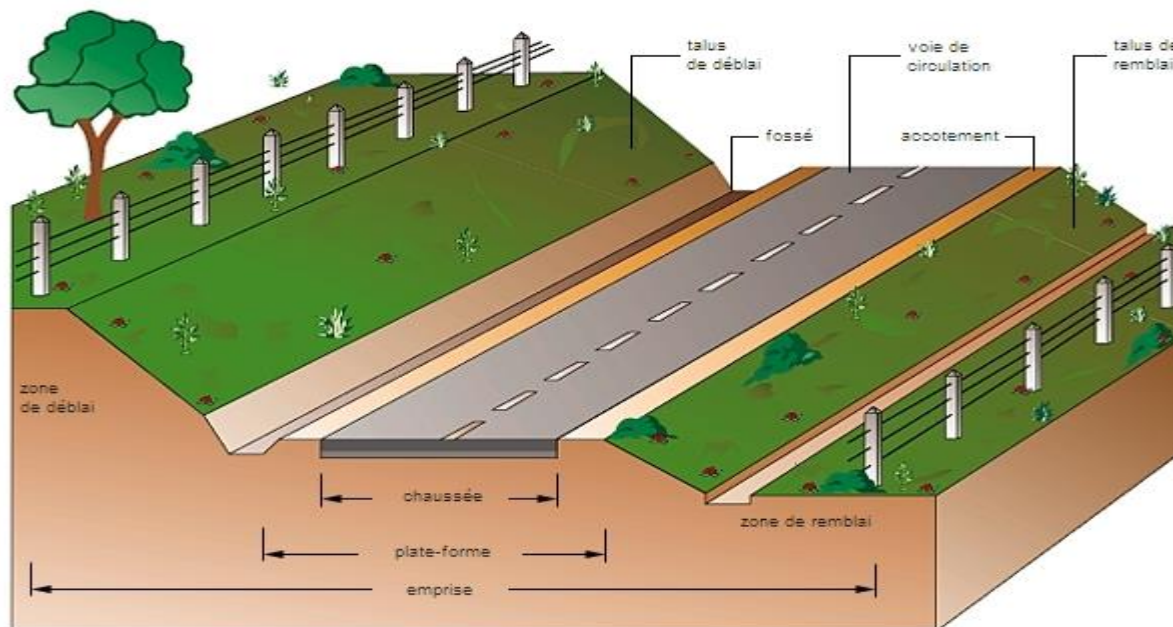


Figure 19 : Les éléments d'une route

La largeur roulable : Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.

Surlargeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

La plate-forme : 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.

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

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

Les accotements : Les accotements sont les zones latérales de la plate-forme 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.

Le terre-plein central : Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

- Les surlargeurs de chaussée (bande de guidage).
- Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

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.

3. PROFIL EN TRAVERS TYPE DE NOTRE PROJET :

Notre tronçon comportera un profil en travers type, qui contient les éléments suivants :

- Deux chaussées de deux voies de 3.80 m chacune : $(2 \times 3.5) = 7$ m.
- Un accotement de 1.5 m pour de part et d'autre : $2 \times 1.5 = 3.00$ m

***CHAPITRE IX : LES
CUBATURES***

CHAPITRE IX : LES CUBATURES

1. INTRODUCTION

Les cubatures de déblai et de remblai se calculent différemment selon le type de terrassement à réaliser. Il est relativement simple lorsqu'il s'agit d'exécuter des travaux de décapage ou des tranchées. Il devient plus complexe pour les fouilles en pleine masse ou pour la réalisation des voies.

2. DEFINITION

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais et remblais 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 :

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

3. CUBATURES DES TERRASSEMENTS

Cubature c'est le calcul des volumes déblais-remblais à déplacer pour respecter les profils en long et en travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

4. METHODES DE CALCUL DES CUBATURES :

Les cubatures sont calculées pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais :

- Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.
- Le travail consiste a calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

- **TN** : Terrain Naturelle.
- **SD** : Surface Déblai.
- **SR** : Surface Remblai.

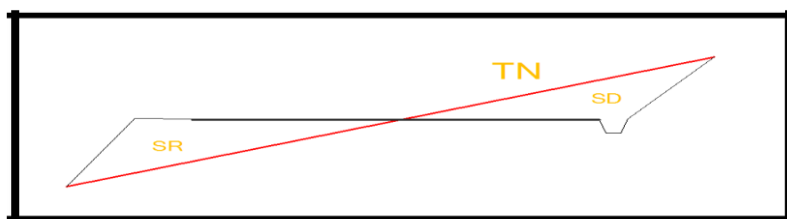


Figure 20 : profil en travers

4.1. FORMULE DE SARRAUS :

On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule des trois niveaux.

$$V_1 = \frac{L_1}{6} \cdot (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

$$S_{moy} = \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

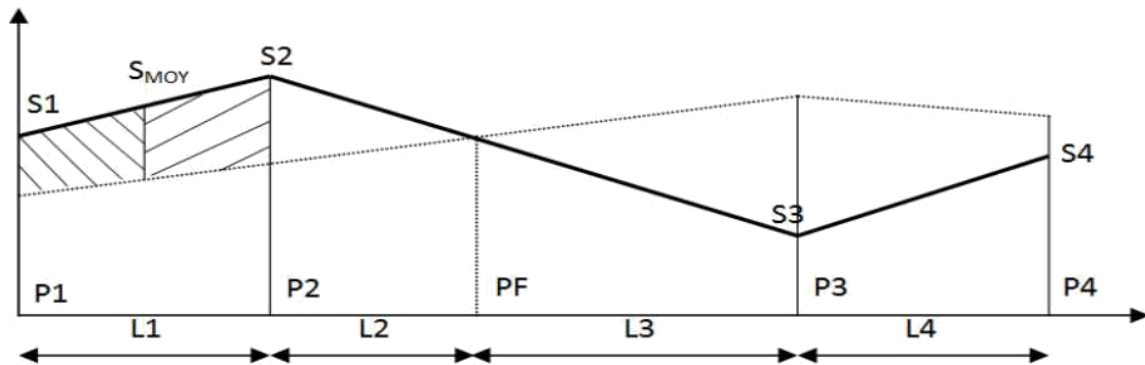


Figure 21 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

- PF : profil fictive, surface nulle.
- Si : surface de profil en travers Pi.
- Li : distance entre ces deux profils.
- SMOY : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li)

Pour un calcul plus simple on à considérer que :

$$\text{Entre P1 et P2} \Rightarrow V_1 = L_1 \cdot \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

$$\text{Entre P2 et PF} \Rightarrow V_2 = L_2 \cdot \frac{(S_2 + 0)}{2}$$

$$\text{Entre PF et P3} \Rightarrow V_3 = L_3 \cdot \frac{(0 + S_3)}{2}$$

Le volume total V :

$$V = \left(\frac{L_1}{2}\right) \cdot S_1 + \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) \cdot S_2 + \left(\frac{L_2 + L_3}{2}\right) \cdot 0 + \left(\frac{L_3 + L_4}{2}\right) \cdot S_3 + \left(\frac{L_4}{2}\right) \cdot S_4$$

4.2. Méthode de GULDEN :

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

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. Si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.

4.3. Méthode linéaire :

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

5. APPLICATION AU PROJET :

Dans notre projet, le calcul est fait par la méthode linéaire (logiciel Covadis10. 1). Les résultats détaillés sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

L'objectif fixé est de réduire au maximum la différence entre les volumes de déblais et remblais.

Tableau 56 : volume cumulé de déblais et remblais

Méthode :	Linéaire
Volume cumulé déblais (m ³)	40578,20
Volume cumulé remblais (m ³)	39043,21
Excès de deblais (m ³)	1534,99

Tableau 57 : les cubatures

n° Profil	Abs-cisse	Long. appli.	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol . (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol . (m ³)
P1	0,00	15,00	2,64	0,01	2,64	39,66	39,66	0,04	2,24	2,28	34,18	34,18
P2	30,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,66	1,12	2,04	3,16	94,80	128,98
P3	60,00	30,00	0,46	0,00	0,46	13,69	53,35	0,11	0,48	0,59	17,77	146,75
P4	90,00	30,00	0,31	0,00	0,31	9,37	62,72	0,19	0,36	0,55	16,57	163,32
P5	120,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,08	62,80	2,42	0,57	3,00	89,86	253,18
P6	150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,01	62,81	0,84	0,95	1,79	53,68	306,86

P7	180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,81	1,28	1,59	2,87	86,09	392,95
P8	210,00	30,00	3,44	2,37	5,81	174,32	237,13	0,05	0,04	0,09	2,68	395,63
P9	240,00	30,00	1,89	0,50	2,40	71,90	309,03	0,05	0,04	0,09	2,66	398,29
P10	270,00	30,00	1,97	0,00	1,97	59,08	368,11	0,05	0,79	0,84	25,19	423,47
P11	300,00	30,00	1,13	0,01	1,14	34,11	402,22	0,05	0,25	0,30	8,95	432,42
P12	330,00	30,00	0,41	0,00	0,41	12,21	414,44	0,31	1,95	2,26	67,90	500,32
P13	360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	414,44	2,07	2,96	5,03	150,93	651,26
P14	390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	414,44	3,13	6,36	9,49	284,76	936,02
P15	420,00	30,00	0,31	0,00	0,31	9,25	423,69	0,26	1,63	1,88	56,54	992,56
P16	450,00	30,00	3,36	1,81	5,17	155,15	578,84	0,05	0,05	0,09	2,82	995,38
P17	480,00	30,00	7,87	3,07	10,94	328,24	907,09	0,05	0,04	0,09	2,79	998,17
P18	510,00	30,00	13,66	12,66	26,32	789,56	1696,65	0,05	0,04	0,09	2,66	1000,83
P19	540,00	30,00	6,94	2,90	9,84	295,27	1991,92	0,06	0,04	0,11	3,25	1004,08
P20	570,00	30,00	1,28	0,00	1,28	38,50	2030,41	0,27	2,86	3,13	94,05	1098,12
P21	600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2030,41	5,45	8,71	14,15	424,61	1522,73
P22	630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2030,41	3,46	5,02	8,48	254,51	1777,24
P23	660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2030,41	2,59	4,63	7,22	216,51	1993,76
P24	690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2030,41	6,22	8,34	14,56	436,86	2430,61
P25	720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2030,41	3,89	5,96	9,85	295,52	2726,13
P26	750,00	30,00	0,77	0,00	0,77	23,09	2053,50	0,11	0,69	0,80	23,99	2750,12
P27	780,00	30,00	1,45	0,07	1,52	45,58	2099,08	0,05	0,07	0,11	3,43	2753,55
P28	810,00	30,00	0,32	0,00	0,32	9,62	2108,70	0,13	0,41	0,53	16,02	2769,57
P29	840,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2108,70	2,10	3,93	6,03	180,86	2950,43
P30	870,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2108,70	3,05	3,27	6,32	189,65	3140,08
P31	900,00	30,00	0,00	0,05	0,05	1,35	2110,06	3,41	0,68	4,10	122,88	3262,96
P32	930,00	30,00	0,70	0,98	1,67	50,25	2160,30	0,08	0,07	0,15	4,58	3267,54
P33	960,00	30,00	0,14	1,02	1,16	34,77	2195,07	0,05	0,07	0,11	3,36	3270,90
P34	990,00	30,00	2,70	2,40	5,10	152,94	2348,01	0,04	0,04	0,09	2,62	3273,52
P35	1020,00	30,00	1,43	2,16	3,59	107,64	2455,65	0,08	0,05	0,12	3,73	3277,25
P36	1050,00	30,00	3,68	2,98	6,66	199,81	2655,46	0,05	0,04	0,09	2,61	3279,87
P37	1080,00	30,00	4,05	3,16	7,21	216,29	2871,75	0,05	0,04	0,09	2,63	3282,49
P38	1110,00	30,00	3,93	3,08	7,01	210,27	3082,02	0,04	0,04	0,09	2,59	3285,09
P39	1140,00	30,00	5,63	3,64	9,27	277,99	3360,02	0,05	0,04	0,09	2,64	3287,72
P40	1170,00	30,00	6,38	4,85	11,23	336,83	3696,85	0,05	0,04	0,09	2,62	3290,35
P41	1200,00	30,00	7,28	5,64	12,92	387,61	4084,45	0,05	0,04	0,09	2,64	3292,98
P42	1230,00	30,00	4,56	2,96	7,52	225,64	4310,10	0,05	0,04	0,09	2,70	3295,68
P43	1260,00	30,00	2,83	2,01	4,84	145,28	4455,38	0,05	0,05	0,09	2,76	3298,44
P44	1290,00	30,00	2,08	0,40	2,49	74,58	4529,95	0,05	0,02	0,07	2,11	3300,55
P45	1320,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4529,95	14,56	18,49	33,05	991,48	4292,04
P46	1350,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4529,95	22,91	29,51	52,42	1572,61	5864,65
P47	1380,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4529,95	37,98	38,10	76,08	2282,32	8146,97
P48	1410,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4529,95	28,86	27,00	55,86	1675,84	9822,81
P49	1440,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4529,95	16,11	15,79	31,90	956,97	10779,79
P50	1470,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4529,95	8,83	9,57	18,40	552,07	11331,86
P51	1500,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4529,95	4,69	3,94	8,64	259,08	11590,93

P52	1530,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4529,95	1,37	2,87	4,24	127,20	11718,14
P53	1560,00	30,00	2,87	2,21	5,08	152,31	4682,26	0,05	0,01	0,06	1,77	11719,91
P54	1590,00	30,00	7,31	5,33	12,64	379,19	5061,45	0,04	0,04	0,08	2,51	11722,41
P55	1620,00	30,00	8,17	8,55	16,72	501,60	5563,05	0,04	0,05	0,09	2,69	11725,11
P56	1650,00	30,00	11,99	12,30	24,30	728,96	6292,01	0,04	0,04	0,08	2,50	11727,61
P57	1680,00	30,00	11,74	9,58	21,32	639,68	6931,69	0,04	0,04	0,09	2,60	11730,21
P58	1710,00	30,00	12,85	12,64	25,49	764,75	7696,44	0,04	0,04	0,09	2,63	11732,84
P59	1740,00	30,00	12,01	10,89	22,90	687,08	8383,52	0,04	0,04	0,09	2,64	11735,48
P60	1770,00	30,00	8,16	10,47	18,63	558,78	8942,31	0,04	0,04	0,08	2,52	11738,00
P61	1800,00	30,00	11,14	10,44	21,59	647,58	9589,89	0,04	0,05	0,09	2,68	11740,69
P62	1830,00	30,00	10,64	10,58	21,22	636,54	10226,43	0,04	0,05	0,09	2,66	11743,34
P63	1860,00	30,00	9,98	10,06	20,03	601,01	10827,44	0,04	0,05	0,09	2,65	11745,99
P64	1890,00	30,00	9,10	9,44	18,54	556,16	11383,60	0,04	0,05	0,09	2,65	11748,65
P65	1920,00	30,00	7,29	8,36	15,65	469,56	11853,16	0,04	0,05	0,09	2,65	11751,30
P66	1950,00	30,00	5,70	7,36	13,05	391,63	12244,79	0,04	0,05	0,09	2,64	11753,94
P67	1980,00	30,00	0,11	0,82	0,93	27,82	12272,60	0,13	0,18	0,32	9,46	11763,39
P68	2010,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12272,60	17,07	11,08	28,15	844,58	12607,97
P69	2040,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12272,60	27,25	20,40	47,65	1429,54	14037,51
P70	2070,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12272,60	39,31	33,65	72,96	2188,85	16226,36
P71	2100,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12272,60	44,96	41,42	86,38	2591,30	18817,66
P72	2130,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12272,60	37,56	37,47	75,02	2250,63	21068,29
P73	2160,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12272,60	23,28	24,78	48,06	1441,71	22510,00
P74	2190,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12272,60	0,87	1,01	1,88	56,39	22566,39
P75	2220,00	30,00	0,00	0,60	0,60	17,97	12290,58	1,07	0,23	1,30	38,97	22605,35
P76	2250,00	30,00	5,30	5,59	10,88	326,55	12617,13	0,05	0,04	0,09	2,61	22607,96
P77	2280,00	30,00	11,24	10,77	22,01	660,32	13277,45	0,05	0,04	0,09	2,60	22610,56
P78	2310,00	30,00	16,53	15,25	31,78	953,32	14230,77	0,05	0,04	0,09	2,62	22613,19
P79	2340,00	30,00	21,02	18,44	39,46	1183,77	15414,54	0,05	0,04	0,09	2,63	22615,82
P80	2370,00	30,00	21,79	20,03	41,82	1254,60	16669,14	0,05	0,04	0,09	2,63	22618,45
P81	2400,00	30,00	16,91	20,03	36,93	1108,03	17777,17	0,05	0,04	0,09	2,61	22621,06
P82	2430,00	30,00	13,26	16,47	29,73	891,85	18669,02	0,04	0,03	0,08	2,38	22623,44
P83	2460,00	30,00	24,10	21,40	45,50	1365,10	20034,12	0,05	0,04	0,09	2,67	22626,10
P84	2490,00	30,00	25,76	21,59	47,35	1420,52	21454,64	0,05	0,04	0,09	2,71	22628,82
P85	2520,00	30,00	23,80	16,80	40,61	1218,19	22672,83	0,05	0,03	0,08	2,48	22631,30
P86	2550,00	30,00	23,88	16,24	40,12	1203,53	23876,36	0,05	0,04	0,09	2,83	22634,13
P87	2580,00	30,00	26,03	12,63	38,67	1160,03	25036,39	0,06	0,04	0,10	2,90	22637,03
P88	2610,00	30,00	41,06	21,79	62,85	1885,52	26921,91	0,05	0,04	0,09	2,76	22639,78
P89	2640,00	30,00	43,70	15,09	58,80	1763,91	28685,82	0,00	0,04	0,04	1,17	22640,95
P90	2670,00	30,00	25,74	11,11	36,85	1105,38	29791,20	0,05	0,04	0,09	2,73	22643,68
P91	2700,00	30,00	7,06	0,51	7,57	227,09	30018,29	0,05	0,66	0,71	21,40	22665,08
P92	2730,00	30,00	3,58	0,54	4,12	123,68	30141,97	0,05	0,40	0,44	13,29	22678,37
P93	2760,00	30,00	1,71	0,38	2,09	62,56	30204,53	0,05	0,80	0,85	25,36	22703,73
P94	2790,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30204,53	4,00	4,60	8,60	257,94	22961,67
P95	2820,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30204,53	1,91	2,34	4,24	127,24	23088,91
P96	2850,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30204,53	2,12	2,80	4,92	147,64	23236,55

97	2880,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30204,53	2,52	3,70	6,22	186,66	23423,22
P98	2910,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30204,53	9,86	22,63	32,50	974,92	24398,14
P99	2940,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30204,53	3,08	11,31	14,39	431,73	24829,87
P100	2970,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30204,53	2,93	4,52	7,45	223,41	25053,28
P101	3000,00	30,00	3,77	0,40	4,17	125,08	30329,61	0,05	0,22	0,27	8,07	25061,35
P102	3030,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,06	30329,68	3,30	7,03	10,33	309,76	25371,11
P103	3060,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30329,68	2,07	6,50	8,57	257,11	25628,22
P104	3090,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30329,68	6,07	8,11	14,18	425,51	26053,73
P105	3120,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30329,68	13,32	20,39	33,71	1011,24	27064,97
P106	3150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30329,68	13,42	20,91	34,33	1029,88	28094,85
P107	3180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30329,68	8,60	15,61	24,21	726,33	28821,18
P108	3210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30329,68	9,27	13,32	22,58	677,54	29498,72
P109	3240,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30329,68	2,15	4,57	6,72	201,58	29700,30
P110	3270,00	30,00	5,58	0,19	5,76	172,88	30502,56	0,04	3,65	3,69	110,76	29811,06
P111	3300,00	30,00	11,05	0,95	12,00	360,09	30862,64	0,06	0,66	0,71	21,42	29832,48
P112	3330,00	30,00	5,97	0,00	5,97	179,17	31041,81	0,09	2,54	2,64	79,08	29911,56
P113	3360,00	30,00	2,55	0,00	2,55	76,44	31118,25	0,13	2,72	2,85	85,59	29997,15
P114	3390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31118,25	10,44	7,35	17,80	533,89	30531,04
P115	3420,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31118,25	5,32	7,24	12,56	376,68	30907,72
P116	3450,00	30,00	3,07	0,00	3,07	91,99	31210,24	0,26	4,79	5,05	151,56	31059,28
P117	3480,00	30,00	5,62	0,00	5,62	168,60	31378,84	0,05	2,30	2,36	70,72	31130,00
P118	3510,00	30,00	8,69	5,48	14,17	425,22	31804,06	0,07	0,05	0,12	3,67	31133,67
P119	3540,00	30,00	10,29	6,84	17,13	513,84	32317,90	0,12	0,06	0,18	5,41	31139,08
P120	3570,00	30,00	6,70	2,09	8,79	263,62	32581,52	0,08	0,00	0,08	2,32	31141,40
P121	3600,00	30,00	0,00	0,30	0,30	8,86	32590,39	3,03	0,03	3,06	91,85	31233,25
P122	3630,00	30,00	4,11	1,78	5,89	176,83	32767,22	0,09	0,05	0,14	4,07	31237,32
P123	3660,00	30,00	4,08	3,32	7,40	222,11	32989,33	0,05	0,05	0,10	3,12	31240,44
P124	3690,00	30,00	25,48	9,11	34,59	1037,73	34027,06	0,18	0,04	0,22	6,70	31247,14
P125	3720,00	30,00	23,27	20,03	43,30	1298,91	35325,97	0,19	0,05	0,24	7,21	31254,34
P126	3750,00	30,00	81,51	31,67	113,19	3395,61	38721,58	0,07	0,04	0,11	3,18	31257,52
P127	3780,00	30,00	38,53	7,93	46,45	1393,58	40115,16	0,15	0,05	0,20	5,95	31263,47
P128	3810,00	30,00	14,00	0,16	14,15	424,54	40539,70	0,00	0,18	0,18	5,46	31268,93
P129	3840,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	2,59	5,07	7,67	229,96	31498,89
P130	3870,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	6,47	10,27	16,74	502,31	32001,20
P131	3900,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	12,13	16,33	28,46	853,94	32855,14
P132	3930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	17,52	21,77	39,28	1178,49	34033,63
P133	3960,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	18,58	29,02	47,60	1427,90	35461,53
P134	3990,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	14,06	18,14	32,20	965,96	36427,50
P135	4020,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	10,12	12,16	22,28	668,41	37095,90
P136	4050,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	6,93	8,82	15,76	472,67	37568,57
P137	4080,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	4,81	4,30	9,12	273,56	37842,13
P138	4110,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	2,09	4,34	6,44	193,06	38035,19
P139	4140,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40539,70	0,59	0,77	1,37	41,05	38076,24
P140	4170,00	30,00	0,93	0,36	1,28	38,50	40578,20	0,08	0,02	0,10	3,09	38079,33
P141	4200,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40578,20	0,75	0,82	1,56	46,88	38126,21

P142	4230,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40578,20	2,52	2,19	4,71	141,37	38267,57
P143	4260,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40578,20	3,34	2,89	6,24	187,07	38454,64
P144	4290,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40578,20	4,38	3,16	7,53	225,91	38680,56
P145	4320,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40578,20	3,10	3,14	6,24	187,28	38867,84
P146	4350,00	26,66	0,00	0,00	0,00	0,00	40578,20	1,90	2,22	4,12	109,83	38977,67
P147	4373,32	11,66	0,00	0,00	0,00	0,00	40578,20	1,76	3,86	5,62	65,55	39043,21

CHAPITRE X :
SIGNALISATION ET
ECLAIRAGE

CHAPITRE X : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1. INTRODUCTION :

La signalisation routière permet d'informer les usagers qu'ils soient conducteurs ou piétons, quant aux règles à respecter lors de leurs déplacements. Qu'elle soit verticale ou horizontale, permanente ou temporaire, la signalisation routière a été conçue et intégrée dans le code de la route avec un objectif très précis : limiter les causes d'accident de la route et l'excès de la vitesse.

2. Objectifs de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour rôle de :

- De rendre plus sûre la circulation routière en informant les usagers d'éventuels dangers qu'ils peuvent rencontrer ;
- De faciliter cette circulation en indiquant par exemple les directions à suivre ;
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police ;
- De donner des informations relatives aux usagers de la route.

3. Règles à respecter de la signalisation routière

Dans la signalisation routière, 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 ;
- Éviter la publicité irrégulière ;
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

4. Types de signalisation

En générale, les types de la signalisation de route sont : la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

4.1. 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).

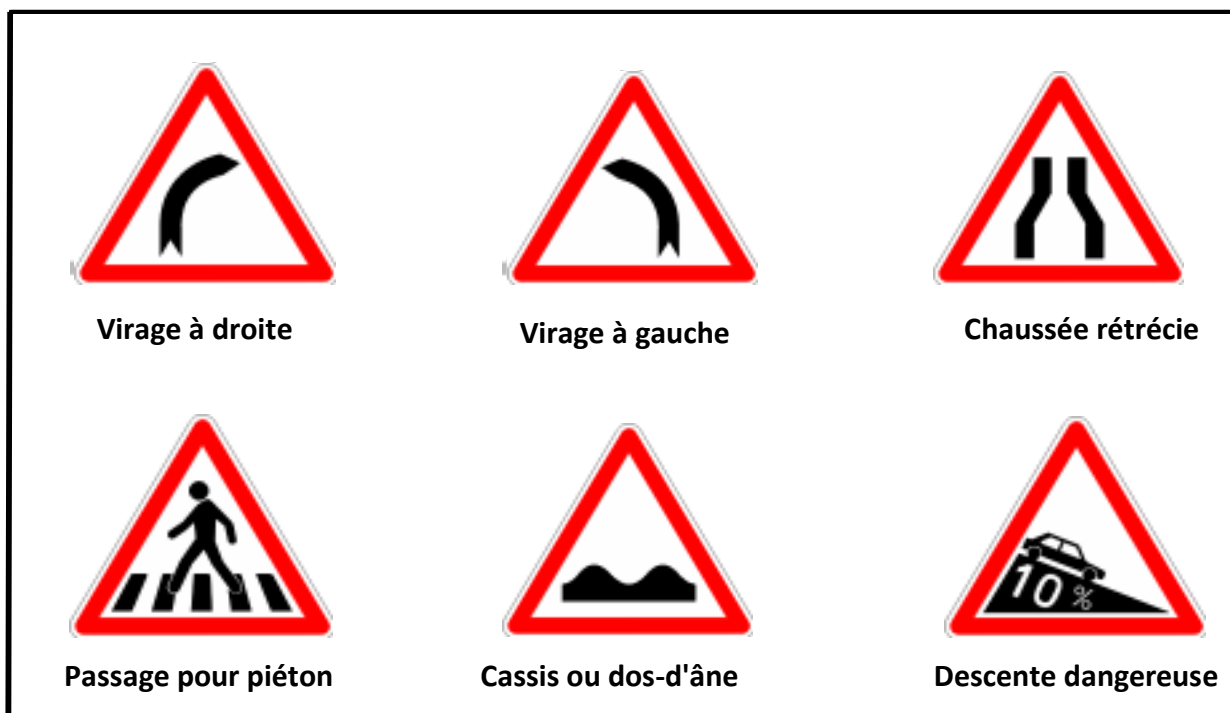


Figure 22 : Les signaux de danger

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 terminées en pointe de flèche :

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.

d) Signaux de direction :

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

4.2. Signalisation horizontale

La signalisation horizontale est représentée par des marques sur les chaussées, à indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

a) Marquage longitudinal :

a.1) 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.

Nous avons dans la figure suivante la ligne continue interdisant le franchissement ou le chevauchement.



Figure 23 : Ligne continue interdisant le franchissement ou le chevauchement

a.2) Lignes discontinue :

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

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur du trait est environ égale ou tiers (1/3) de leur intervalle.
- Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalle.
- Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence dont la longueur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13m, elles sont définies par rapport à une valeur unité **T**.

Leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant ci-dessous :

Tableau 58 : Modulation des lignes discontinue

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du Trait (en m)	Intervalle entre 2 Trait successifs(m)	Rapport plein/vide
Ligne longitudinale axiale	T1	3	10	1/3
	T'1	1,5	5	1/3
	T3	3	1,33	3
Ligne longitudinale de rive	T2	3	3,5	1
	T'3	20	6	3
Ligne transversale	T'2	0,5	0,5	1

Pour les routes, autoroutes et en milieu urbain, il existe 3 modulations différentes (**T1, T'1 et T3**) pour les lignes axiales et 2 modulations (**T2 et T'3**) pour les lignes de rives (lignes séparant l'accotement de la chaussée).

a.3) Marques sur chaussée :

Nous avons dans la figure suivante les types de modulation.

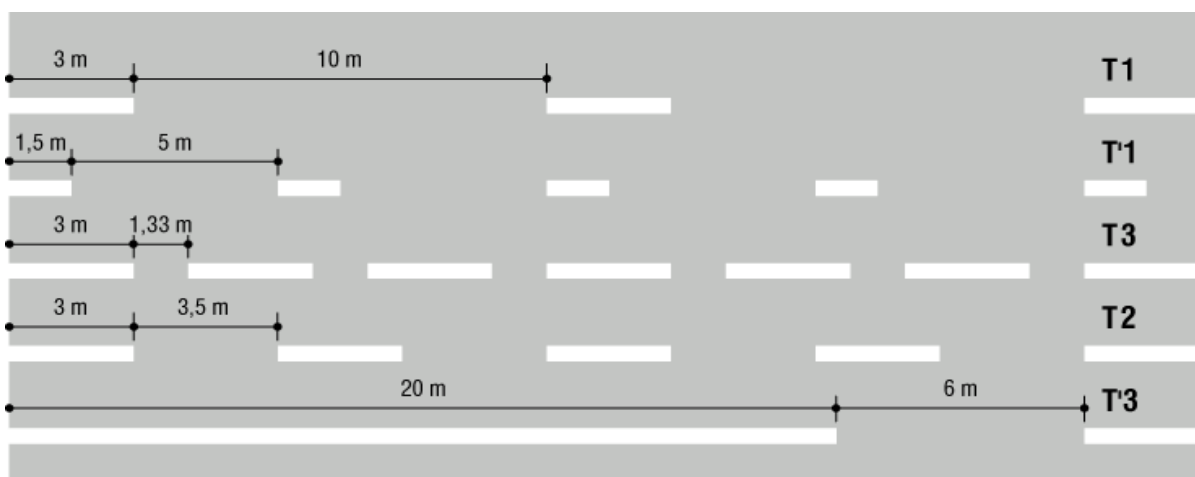


Figure 24 : Types de modulation

Avec :

T1, T'1 et T3 : Pour les lignes axiales ;

T2 et T'3 : Pour les lignes dérivées.

a.4) Les lignes mixtes :

Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

b) Marques transversales :

Elles sont utilisées pour le marquage on distingue :

b.1) Les lignes transversales :

Pour les lignes transversales, la modulation **T'2** comporte alternativement 0,5 mètre de trait et 0,5 mètre de vide.

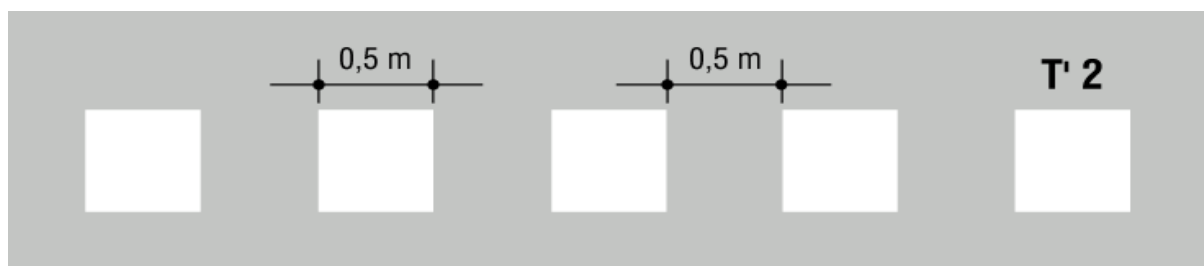


Figure 25 : Les lignes transversales

b.2) Ligne de stop :

C'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.

b.3) Ligne de cédez le passage :

Une marque routière transversale discontinue blanche qui a pour objet d'indiquer aux conducteurs la règle de priorité s'appliquant à l'intersection de deux voies.

b.4) Ligne feux de circulation :

C'est une ligne discontinue qui indique l'emplacement où les véhicules doivent s'arrêter en amont des feux tricolores.

Autres Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

c) Signalisations :

- ❖ Les flèches de rabattement :
- ❖ Les flèches de sélection :

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

5. La largeur des lignes

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "U" différente selon le type de route.

On adopte les valeurs suivantes pour "U" :

- U= 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase campagne ;
- U= 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation ;
- U= 5 cm sur toutes les autres routes ;
- U= 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

Par exemple, en milieu urbain "2U" représente une ligne de 10 cm de large (2x5

cm).

La valeur de "U" doit être homogène sur tout un itinéraire.

En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre.

6. ECLAIRAGE :

6.1. Introduction :

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts sont de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

7. Catégories d'éclairage :

- On distingue quatre catégories d'éclairages publics :
- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

8. Paramètres de l'implantation des luminaires :

- L'espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

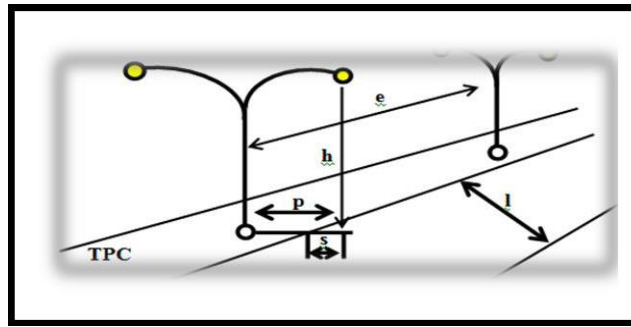


Figure 26 : Paramètre de l'implantation

e: l'espacement entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.

h: la hauteur du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées.

l: la largeur (l) de la chaussée.

p: la porte à faux (p) du foyer par rapport au support.

s: l'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

CHAPITRE XI : IMPLANTATON

CHAPITRE XI : IMPLANTATION

1. INTRODUCTION

On sait que le tracé d'une route comme toutes les autres voies de communication se compose d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires ou progressives en tenant compte des points de passage obligés de relief du terrain des obstacles rencontrés pour implanter un alignement droit, deux points principaux suffisent entre lequel il est facile de mettre en place des points intermédiaires, par contre implanter une courbe on a besoin d'un certain nombre de points.

2. PLAN DE PIQUETAGE DES AXES DES VOIES :

C'est le plan où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

3. IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS

3.1. PAR RAYONNEMENT :

On pose un point connu avec un théodolite et après avoir fait une orientation sur un point pris comme référence (affichage du gisement), on affiche le gisement du point à implanter et on reporte ensuite sur cette direction la distance correspondante jusqu'à matérialiser le point.

3.2. PAR INTERSECTION :

On stationne simultanément deux points connus et de chacun et après orientation on affiche les angles et on matérialise l'intersection.

3.3. PAR COORDONNEES POLAIRES :

Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

4. IMPLANTATION DE COURBES :

4.1. RACCORDEMENT CIRCULAIRE

Pour implanter un raccordement circulaire, il faut implanter au préalable les alignements droits adjacents et leur intersection.

La valeur du rayon R est une donnée, l'angle au centre β est calculé.

Après l'implantation des alignements, on implante les points de tangences T, T' et le sommet M de la courbe à partir du sommet S.

Plusieurs méthodes d'implantation peuvent être utilisées pour l'implantation de la partie circulaire.

4.1.1. Méthode d'implantation des parties circulaires :

Il existe plusieurs méthodes d'implantation :

- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente ;
- Par Abscisses et ordonnées sur la corde ;
- Origine : point de tangence ;
- Origine : milieu de la corde ;
- Par coordonnées polaires.

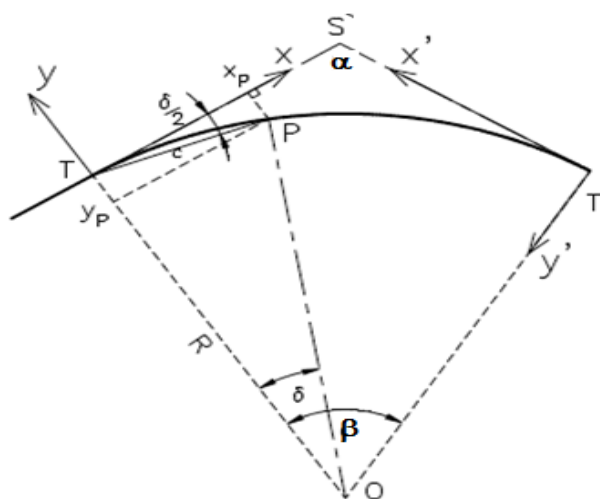


Figure 27 : Implantation partie circulaire

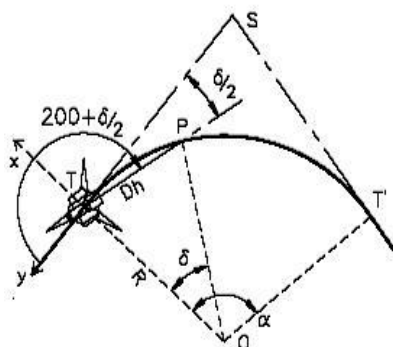


Figure 28 : Coordonnées polaires

4.1.2. Raccordement progressif :

Le piquetage peut être réalisé soit par coordonnées rectangulaires à partir des tangentes, soit par la méthode des cordes et angles. Ce sont surtout les appareils de mesure dont on dispose qui fixeront le choix du procédé. Tandis que le piquetage par les coordonnées rectangulaires peut se faire à l'aide d'un jalon, d'un ruban métrique et d'une équerre optique, un théodolite est nécessaire pour appliquer la méthode des cordes et angles.

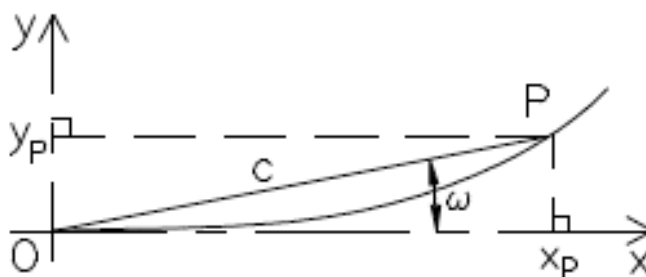


Figure 29 : Méthode d'implantation

❖ Piquetage par coordonnées rectangulaires :

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \quad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

❖ Piquetage par coordonnées Polaires :

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \quad W_{\text{radians}} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6}$$

5. APPLICATION A NOTRE PROJET :

5.1. IMPLANTATION PAR COORDONNEES X, Y ET Z

Tableau 59 : Implantation par coordonnées X, Y et Z

N°	Point d'axe		Altitude Z (m)	
	X (m)	Y (m)	Z Projet	Z TN
1	113709,20	2130,61	640,66	640,59
2	113735,93	2117,00	640,42	639,99
3	113762,67	2103,39	640,27	640,10
4	113789,40	2089,78	640,24	640,04
5	113816,13	2076,16	640,35	640,12
6	113843,28	2063,46	640,58	640,26
7	113872,41	2056,57	640,94	640,51
8	113902,37	2055,28	641,43	641,71

9	113932,37	2054,54	642,05	642,06
10	113962,36	2053,79	642,80	642,69
11	113992,35	2053,05	643,68	643,57
12	114022,34	2052,30	644,67	644,38
13	114052,33	2051,56	645,62	645,08
14	114082,32	2050,81	646,46	645,52
15	114112,31	2049,99	647,18	646,93
16	114142,29	2049,06	647,80	648,00
17	114172,28	2048,13	648,30	648,86
18	114202,26	2047,20	648,68	650,35
19	114232,25	2046,27	648,96	649,35
20	114262,24	2045,34	649,12	648,77
21	114292,22	2044,41	649,17	647,98
22	114322,21	2043,48	649,11	648,30
23	114352,19	2042,55	648,93	648,25
24	114382,18	2041,62	648,65	647,33
25	114412,16	2040,69	648,35	647,35
26	114442,15	2039,76	648,09	647,89
27	114472,13	2038,83	647,90	647,81
28	114502,12	2037,90	647,78	647,60
29	114532,11	2036,97	647,74	647,11
30	114562,09	2036,04	647,78	647,20
31	114592,08	2035,11	647,89	647,40
32	114622,06	2034,18	648,07	648,03
33	114652,05	2033,25	648,33	648,26
34	114682,03	2032,32	648,65	648,94
35	114712,02	2031,39	648,97	649,27
36	114742,00	2030,46	649,27	649,62
37	114771,99	2029,54	649,48	649,83
38	114801,98	2028,74	649,58	650,00
39	114831,97	2027,97	649,56	650,21
40	114861,96	2027,20	649,44	650,17
41	114891,95	2026,30	649,20	650,04
42	114921,91	2024,83	648,84	649,22
43	114951,80	2022,33	648,39	648,58
44	114981,55	2018,49	647,96	647,96
45	115011,14	2013,53	647,59	644,90
46	115040,60	2007,88	647,28	643,74
47	115070,02	2002,01	647,04	642,36
48	115099,44	1996,14	646,87	643,27
49	115128,86	1990,26	646,75	644,37
50	115158,28	1984,38	646,70	645,28
51	115187,70	1978,50	646,72	646,03

52	115217,12	1972,63	646,80	646,29
53	115246,56	1966,85	646,94	647,36
54	115276,10	1961,62	647,15	648,14
55	115305,80	1957,46	647,43	648,47
56	115335,68	1954,75	647,74	649,41
57	115365,65	1953,53	648,05	649,39
58	115395,65	1953,53	648,36	650,01
59	115425,64	1954,23	648,66	650,16
60	115455,63	1955,13	648,97	650,23
61	115485,61	1956,04	649,28	650,73
62	115515,60	1956,94	649,59	650,98
63	115545,59	1957,85	649,90	651,20
64	115575,57	1958,76	650,21	651,43
65	115605,56	1959,66	650,52	651,55
66	115635,54	1960,57	650,83	651,64
67	115665,53	1961,47	651,14	650,95
68	115695,52	1962,38	651,45	649,24
69	115725,50	1963,28	651,76	648,58
70	115755,49	1964,19	652,07	647,62
71	115785,48	1965,09	652,38	647,56
72	115815,46	1966,00	652,69	648,08
73	115845,45	1966,90	653,00	649,68
74	115875,43	1967,81	653,36	653,02
75	115905,42	1968,71	653,78	653,51
76	115935,41	1969,62	654,22	654,85
77	115965,39	1970,53	654,65	656,09
78	115995,38	1971,43	655,09	657,09
79	116025,37	1972,38	655,53	658,03
80	116055,31	1974,14	655,97	658,64
81	116085,05	1978,02	656,40	658,87
82	116114,30	1984,64	656,84	659,11
83	116142,80	1993,97	657,28	659,91
84	116170,30	2005,92	657,72	660,51
85	116196,57	2020,40	658,16	660,75
86	116221,38	2037,24	658,59	661,29
87	116245,01	2055,72	659,03	661,26
88	116268,20	2074,75	659,47	662,96
89	116291,37	2093,81	659,91	662,93
90	116314,54	2112,87	660,35	662,45
91	116337,71	2131,92	660,78	661,04
92	116360,88	2150,98	661,22	661,36
93	116384,05	2170,04	661,66	661,66
94	116407,22	2189,10	662,10	661,18

95	116430,38	2208,15	662,53	661,98
96	116453,57	2227,20	662,97	662,41
97	116477,31	2245,52	663,41	662,78
98	116502,75	2261,38	663,85	662,75
99	116530,22	2273,37	664,29	663,29
100	116559,17	2281,12	664,72	663,81
101	116588,96	2284,46	665,16	665,29
102	116618,91	2283,30	665,60	664,38
103	116648,35	2277,69	666,04	665,14
104	116676,62	2267,73	666,47	665,18
105	116703,09	2253,67	666,91	664,64
106	116727,15	2235,80	667,36	665,30
107	116748,45	2214,70	667,91	666,20
108	116767,82	2191,80	668,57	667,11
109	116786,70	2168,49	669,34	668,60
110	116805,58	2145,17	670,23	670,42
111	116824,46	2121,86	671,23	671,72
112	116843,35	2098,55	672,28	672,07
113	116862,23	2075,23	673,33	673,05
114	116881,11	2051,92	674,38	672,79
115	116899,99	2028,61	675,42	674,23
116	116919,23	2005,60	676,39	675,98
117	116940,26	1984,22	677,23	677,15
118	116964,28	1966,33	677,94	677,95
119	116991,35	1953,50	678,52	679,38
120	117020,40	1946,18	678,98	679,37
121	117050,24	1943,26	679,36	679,24
122	117080,23	1942,59	679,58	679,71
123	117110,23	1942,65	679,62	680,01
124	117140,20	1943,81	679,48	680,57
125	117170,11	1946,10	679,16	680,90
126	117199,97	1949,04	678,65	683,71
127	117229,82	1951,99	677,97	680,19
128	117259,72	1954,42	677,11	677,20
129	117289,71	1955,10	676,07	675,27
130	117319,70	1954,62	674,93	673,45
131	117349,63	1952,57	673,79	671,56
132	117379,18	1947,51	672,65	669,97
133	117407,99	1939,20	671,51	668,53
134	117435,70	1927,74	670,47	668,18
135	117461,99	1913,32	669,61	667,90
136	117487,02	1896,78	668,92	667,62
137	117511,60	1879,59	668,42	667,51

138	117536,17	1862,37	668,10	667,41
139	117560,74	1845,16	667,96	667,66
140	117585,31	1827,95	668,00	667,95
141	117609,88	1810,74	668,21	667,91
142	117634,45	1793,52	668,57	668,01
143	117659,02	1776,31	668,93	668,28
144	117683,59	1759,10	669,29	668,55
145	117708,16	1741,88	669,65	668,96
146	117732,74	1724,67	670,01	669,49
147	117751,84	1711,29	670,29	669,77

5.2. IMPLANTATION DES PARTIES COURBES

Tableau 60 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 1er virage »

VIRAGE 1

Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	130 m
β =	28,4000 gr
$\beta/2$ =	14,2000 gr
n =	10 pts
δ =	1,4200 gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1 - \cos i\delta)$ (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,4200 gr	2,899 m	0,032 m
2	2,8400 gr	5,797 m	0,129 m
3	4,2600 gr	8,693 m	0,291 m
4	5,6800 gr	11,583 m	0,517 m
5	7,1000 gr	14,468 m	0,808 m
6	8,5200 gr	17,346 m	1,162 m
7	9,9400 gr	20,215 m	1,581 m
8	11,3600 gr	23,075 m	2,064 m
9	12,7800 gr	25,922 m	2,611 m
M	14,2000 gr	28,757 m	3,221 m

Tableau 61 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 2e virage »

VIRAGE 2

Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	5000 m
β =	0,3932 gr
$\beta/2$ =	0,1966 gr
n =	3 pts
δ =	0,0655 gr

Méthode d'implantation

1- Abcisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	X = Rsin $i\delta$ (m)	Y= R(1-cos $i\delta$) (m)
<i>T</i>	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
<i>I</i>	0,0655 gr	5,147 m	0,003 m
<i>2</i>	0,1311 gr	10,294 m	0,011 m
<i>M</i>	0,1966 gr	15,441 m	0,024 m

Tableau 62 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 3e virage »

VIRAGE 3

Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	5000 m
β =	0,3459 gr
$\beta/2$ =	0,1730 gr
n =	3 pts
δ =	0,0577 gr

Méthode d'implantation

1- Abcisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	X = Rsin $i\delta$ (m)	Y= R(1-cos $i\delta$) (m)
<i>T</i>	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
<i>I</i>	0,0577 gr	4,528 m	0,002 m
<i>2</i>	0,1153 gr	9,056 m	0,008 m
<i>M</i>	0,1730 gr	13,583 m	0,018 m

Tableau 63 : Implantation de la branche de clothoïde « 4e virage »**VIRAGE 4****Implantation de clothoïde****Données**

$R = 650 \text{ m}$
 $L = 89 \text{ m}$
 $A = 240,52 \text{ m}$
 $\Delta L = 10 \text{ m}$
 $n = 8$

Méthode d'implantation**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	iΔL (m)	X(m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,003 m
2	20 m	20,000 m	0,023 m
3	30 m	30,000 m	0,078 m
4	40 m	39,999 m	0,184 m
5	50 m	49,998 m	0,360 m
6	60 m	59,994 m	0,622 m
7	70 m	69,987 m	0,988 m
8	80 m	79,976 m	1,475 m
KE	89 m	88,958 m	2,030 m

Tableau 64 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 4e virage »**VIRAGE 4****Implantation de l'arc de cercle****Données**

$R = 650 \text{ m}$
 $\gamma = 2,2099 \text{ gr}$
 $\gamma/2 = 1,1050 \text{ gr}$
 $n = 3 \text{ pts}$
 $\delta = 0,3683 \text{ gr}$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées
sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R\sin i\delta$ (m)	$Y = R(1-\cos i\delta)$ (m)
<i>T</i>	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
<i>I</i>	0,3683 gr	3,761 m	0,011 m
<i>2</i>	0,7366 gr	7,521 m	0,044 m
<i>M</i>	1,1050 gr	11,281 m	0,098 m

Tableau 65 : Implantation de la branche de clothoïde « 5e virage »

VIRAGE 5

Implantation de clothoïde

Données

R = 600 m
L = 85 m
A = 225,83 m
 $\Delta L = 10$ m
n = 8

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
<i>KA</i>	0 m	0,000 m	0,000 m
<i>I</i>	10 m	10,000 m	0,003 m
<i>2</i>	20 m	20,000 m	0,026 m
<i>3</i>	30 m	30,000 m	0,088 m
<i>4</i>	40 m	39,999 m	0,209 m
<i>5</i>	50 m	49,997 m	0,408 m
<i>6</i>	60 m	59,993 m	0,706 m
<i>7</i>	70 m	69,984 m	1,121 m
<i>8</i>	80 m	79,969 m	1,673 m
<i>KE</i>	85 m	84,957 m	2,006 m

Tableau 66 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 5e virage »**VIRAGE 5****Implantation de l'arc de cercle****Données**

$$\begin{aligned}
 R &= 600 \text{ m} \\
 \gamma &= 5,4580 \text{ gr} \\
 \gamma / 2 &= 2,7290 \text{ gr} \\
 n &= 4 \text{ pts} \\
 \delta &= 0,6823 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Méthode d'implantation**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1 - \cos i\delta)$ (m)
<i>T</i>	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
<i>I</i>	0,6823 gr	6,430 m	0,034 m
<i>2</i>	1,3645 gr	12,859 m	0,138 m
<i>3</i>	2,0468 gr	19,287 m	0,310 m
<i>M</i>	2,7290 gr	25,712 m	0,551 m

Tableau 67 : Implantation de la branche de clothoïde « 6e virage »**VIRAGE 6****Implantation de clothoïde****Données**

$$\begin{aligned}
 R &= 320 \text{ m} \\
 L &= 62 \text{ m} \\
 A &= 141 \text{ m} \\
 \Delta L &= 10 \text{ m} \\
 n &= 6
 \end{aligned}$$

Méthode d'implantation**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
<i>KA</i>	0 m	0,000 m	0,000 m
<i>I</i>	10 m	10,000 m	0,008 m
<i>2</i>	20 m	20,000 m	0,067 m
<i>3</i>	30 m	29,998 m	0,227 m

4	40 m	39,993 m	0,538 m
5	50 m	49,980 m	1,050 m
6	60 m	59,951 m	1,813 m
KE	62 m	61,942 m	2,001 m

Tableau 68 Implantation de la branche de l'arc de cercle « 6e virage »

VIRAGE 6

Implantation de l'arc de cercle

Données

$$R = 320 \text{ m}$$

$$\gamma = 29,5651 \text{ gr}$$

$$\gamma / 2 = 14,7826 \text{ gr}$$

$$n = 10 \text{ pts}$$

$$\delta = 1,4783 \text{ gr}$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ (gr)	X = R sin iδ (m)	Y = R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,4783 gr	7,430 m	0,086 m
2	2,9565 gr	14,856 m	0,345 m
3	4,4348 gr	22,274 m	0,776 m
4	5,9130 gr	29,679 m	1,379 m
5	7,3913 gr	37,069 m	2,154 m
6	8,8695 gr	44,439 m	3,101 m
7	10,3478 gr	51,785 m	4,218 m
8	11,8260 gr	59,103 m	5,505 m
9	13,3043 gr	66,389 m	6,962 m
M	14,7826 gr	73,639 m	8,588 m

Tableau 69 : Implantation de la branche de clothoïde « 7e virage »

VIRAGE 7

Implantation de clothoïde

Données

$$R = 200 \text{ m}$$

$$L = 62 \text{ m}$$

$$A = 111 \text{ m}$$

$$\Delta L = 10 \text{ m}$$

$$n = 6$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
<i>KA</i>	0 m	0,000 m	0,000 m
<i>1</i>	10 m	10,000 m	0,013 m
<i>2</i>	20 m	19,999 m	0,108 m
<i>3</i>	30 m	29,996 m	0,363 m
<i>4</i>	40 m	39,983 m	0,860 m
<i>5</i>	50 m	49,949 m	1,679 m
<i>6</i>	60 m	59,874 m	2,899 m
<i>KE</i>	62 m	61,851 m	3,198 m

Tableau 70 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 7e virage »

VIRAGE 7

Implantation de l'arc de cercle

Données

$$\begin{aligned}
 R &= 200 \text{ m} \\
 \gamma &= 80,7480 \text{ gr} \\
 \gamma/2 &= 40,3740 \text{ gr} \\
 n &= 10 \text{ pts} \\
 \delta &= 4,0374 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ (gr)	X = Rsin iδ (m)	Y= R(1-cos iδ) (m)
<i>T</i>	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
<i>1</i>	4,0374 gr	12,675 m	0,402 m
<i>2</i>	8,0748 gr	25,300 m	1,607 m
<i>3</i>	12,1122 gr	37,822 m	3,609 m
<i>4</i>	16,1496 gr	50,193 m	6,401 m
<i>5</i>	20,1870 gr	62,362 m	9,971 m
<i>6</i>	24,2244 gr	74,280 m	14,305 m
<i>7</i>	28,2618 gr	85,899 m	19,386 m
<i>8</i>	32,2992 gr	97,173 m	25,193 m
<i>9</i>	36,3366 gr	108,057 m	31,703 m
<i>M</i>	40,3740 gr	118,506 m	38,890 m

Tableau 71 : Implantation de la branche de clothoïde « 8e virage »**VIRAGE 8****Implantation de clothoïde****Données**

R = 150 m

L = 81 m

A = 110 m

$\Delta L = 10$ m

n = 8

Méthode d'implantation**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,014 m
2	20 m	19,999 m	0,110 m
3	30 m	29,996 m	0,370 m
4	40 m	39,983 m	0,878 m
5	50 m	49,947 m	1,713 m
6	60 m	59,868 m	2,958 m
7	70 m	69,716 m	4,691 m
8	80 m	79,447 m	6,989 m
KE	81 m	80,412 m	7,252 m

Tableau 72 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 8e virage »**VIRAGE 8****Implantation de l'arc de cercle****Données**

R = 150 m

$\gamma = 21,6908$ gr

$\gamma / 2 = 10,8454$ gr

n = 8 pts

$\delta = 1,3557$ gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \sin$ $i\delta$ (m)	$Y = R(1 - \cos$ $i\delta)$ (m)
<i>T</i>	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
<i>1</i>	1,3557 gr	3,194 m	0,034 m
<i>2</i>	2,7114 gr	6,387 m	0,136 m
<i>3</i>	4,0670 gr	9,576 m	0,306 m
<i>4</i>	5,4227 gr	12,761 m	0,544 m
<i>5</i>	6,7784 gr	15,941 m	0,849 m
<i>6</i>	8,1341 gr	19,113 m	1,223 m
<i>7</i>	9,4897 gr	22,277 m	1,663 m
<i>M</i>	10,8454 gr	25,430 m	2,171 m

Tableau 73 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 9e virage »

VIRAGE 9

Implantation de l'arc de cercle

Données

R =	800 m
β =	6,8618 gr
$\beta/2$ =	3,4309 gr
n =	8 pts
δ =	0,4289 gr

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \sin$ $i\delta$ (m)	$Y = R(1 - \cos$ $i\delta)$ (m)
<i>T</i>	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
<i>1</i>	0,4289 gr	5,389 m	0,018 m
<i>2</i>	0,8577 gr	10,778 m	0,073 m
<i>3</i>	1,2866 gr	16,167 m	0,163 m
<i>4</i>	1,7155 gr	21,554 m	0,290 m
<i>5</i>	2,1443 gr	26,941 m	0,454 m
<i>6</i>	2,5732 gr	32,327 m	0,653 m
<i>7</i>	3,0020 gr	37,711 m	0,889 m
<i>M</i>	3,4309 gr	43,093 m	1,161 m

Tableau 74 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 10e virage »**VIRAGE 10****Implantation de l'arc
de cercle****Données**

R =	500 m
β =	6,8453 gr
$\beta/2$ =	3,4227 gr
n =	8 pts
γ =	0,4278 gr

Méthode d'implantation**1- Abscisses et ordonnées sur la tangente**

Pts	iδ (gr)	X = Rsin iδ (m)	Y= R(1-cos iδ) (m)
<i>T</i>	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
<i>1</i>	0,4278 gr	3,360 m	0,011 m
<i>2</i>	0,8557 gr	6,720 m	0,045 m
<i>3</i>	1,2835 gr	10,080 m	0,102 m
<i>4</i>	1,7113 gr	13,439 m	0,181 m
<i>5</i>	2,1392 gr	16,798 m	0,282 m
<i>6</i>	2,5670 gr	20,156 m	0,406 m
<i>7</i>	2,9948 gr	23,513 m	0,553 m
<i>M</i>	3,4227 gr	26,868 m	0,722 m

Tableau 75 : Implantation de la branche de clothoïde « 11e virage »**VIRAGE 11****Implantation de clothoïde****Données**

R =	270 m
L =	57 m
A =	124 m
ΔL =	10 m
n =	5

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,011 m
2	20 m	20,000 m	0,087 m
3	30 m	29,997 m	0,292 m
4	40 m	39,989 m	0,693 m
5	50 m	49,967 m	1,353 m
KE	57 m	56,937 m	2,004 m

Tableau 76 : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 11e virage »

VIRAGE 11

Implantation de l'arc de cercle

Données

$R = 270 \text{ m}$
 $\gamma = 24,8853 \text{ gr}$
 $\gamma/2 = 12,4427 \text{ gr}$
 $n = 10 \text{ pts}$
 $\delta = 1,2443 \text{ gr}$

Méthode d'implantation

1- Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ (gr)	X = Rsin iδ (m)	Y= R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,2443 gr	5,277 m	0,052 m
2	2,4885 gr	10,552 m	0,206 m
3	3,7328 gr	15,822 m	0,464 m
4	4,9771 gr	21,087 m	0,825 m
5	6,2213 gr	26,344 m	1,288 m
6	7,4656 gr	31,590 m	1,854 m
7	8,7099 gr	36,825 m	2,523 m
8	9,9541 gr	42,045 m	3,294 m
9	11,1984 gr	47,249 m	4,166 m
M	12,4427 gr	52,436 m	5,141 m

***CHAPITRE XII : DEVIS
QUANTITATIF ET ESTIMATIF***

CHAPITRE XII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Tableau 77 : Devis Quantitatif Et Estimatif

Devis Quantitatif et Estimatif					
N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Prix.u.	Quantité	Prix
1	décapage de la terre végétale	m²	30,00 DA	57225	1716750,00
2	abattage et dessouchage des arbres	U	2000,00 DA	300,00	600000,00
SERIE 01 PREPARATION DU TERRAIN					
SERIE 01TERRASSEMENT					
3	Déblais	m³	600,00 DA	40578,20	24346920,00
4	Remblai	m³	900,00 DA	39043,21	35138889,00
5	Déblais mis en Remblai	m³	800	3150.20	2520160,00
SERIE 02: CORPS DE CHAUSSEE ET AUTRES					
6	Couche de fondation en tuf 25 cm	m³	1000,00 DA	17167,50	17167500,00
7	Couche de base en GB 10 cm	t	9500,00 DA	7193	68333500,00
8	Couche de roulement en béton bitumineux 6 cm	t	9000,00 DA	4462	40158000,00
SERIE 03. TRAVAUX DE FINITION					
9	Rechargement des accotements sur une épaisseur de 21 cm y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises	m³	450,00 DA	2804,03	1261813,50
10	Panneaux de signalisation verticale	U	8000,00 DA	60,00	480000,00
11	Peinture de signalisation horizontale	ml	100,00 DA	22890	2289000,00
12	Ouverture de fossé bétonné	ml	1500,00 DA	2000,00	3000000,00
13	Réalisation d'un ouvrage busé diamètre 600	ml	29,00 DA	144,00	4176,00
				PRIX HT	197016708,50

TVA 19%		37433174,62
PRIX TTC		234449883.10

Le présent devis et arrêté à la somme de : Deux cent trente-quatre millions quatre cent quarante-neuf mille huit cent quatre-vingt-trois dinars et dix centimes algérien.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE :

Il ressort de ce travail que la réalisation d'un projet routier n'est pas une chose aisée. C'est par une documentation très ample qu'on doit s'orienter dans une réflexion tout en faisant appel à des connaissances théoriques.

Les travaux de réhabilitation du chemin de wilaya N°1 (CW01) consistait à :

- Recadrer : élargissement de la chaussée,
- Ecrêter : modification du profil en long,
- Traitement de perte de tracé,
- Rectifier le tracé : modification du tracé en plan.

En diminuant le nombre de virage de 36 à 11 ; en choisissant des rayons en plan et verticaux obéissant aux normes du B40 (sauf dans le cas où la topographie ne le permet pas) et en optant pour la largeur de la chaussée de 2 x 3.5 m avec un accotement de 1.5 m de part et d'autre et enfin un corps de chaussée donnant à l'infrastructure la capacité à écouler le trafic actuel qu'elle doit supporter et ceci afin d'assurer la sécurité et le confort, on peut conclure que la nouvelle route a été dotée des caractéristiques d'un chemin de wilaya. Et ceci s'est concrétisé en moyennant les actions suivantes qui résument l'objectif de notre étude :

- Amélioration le niveau de service de cette route.
- Assurer le confort, et la sécurité des usagers.
- Augmentation de la capacité de la route.
- Les Rectifications des virages.
- Le Renforcement de la chaussée pour un apport structurel.
- L'élargissement de la route en évitant les grands remblais.

Le document de base qui est le plan numérique, par sa richesse en points topographiques nous a beaucoup aidé à passer d'une étape à une autre sans rencontrer de problème.

C'est un travail de base qu'on vient de réaliser, il est d'une utilité incontestable parce qu'il nous a confrontés à certains problèmes et nous a permis entre autres de tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine

Nous espérons acquérir plus dans notre vie professionnelle et toucher les grands projets et surtout voir tout cela de près c'est-à-dire sur terrain.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- Topographie et topométrie modernes (Tome 1) : Techniques de mesure et de représentation **Serge Milles et Jean Lagofun**
- Topographie et topométrie modernes (Tome 2) : Calculs **Serge Milles et Jean Lagofun**
- Les travaux Publics **R. ALLARD et G. KIENERT**
- Métré de travaux Publics **P. PEYRONNET**
- Voies de communications **Nicolas BOS**
- Cour de Routes **Hervé BRUNEL**

B40

- Normes techniques d'aménagement des routes
- Etudes générales techniques et économiques des aménagements routiers

Mémoires

1. Etude de la réhabilitation d'un tronçon du chemin de wilaya N° 24 « CW24 ». *Mémoire de master* Encadré par : M. A.TALIA
2. Etude de la modernisation de la RN90 *Mémoire de master* Encadré par : M. A.TALIA
3. la modernisation d'un tronçon « Tronçon Ain tedles – Sour » *Mémoire de master* Encadré par : M. A.TALIA
4. la conception du dédoublement d'un tronçon routier reliant AIN TEDELES – SOUR. *Mémoire de master* Encadré par : M. A.TALIA
5. Etude d'APS et d'APD d'un tronçon de la bretelle autoroutière reliant la ville de Mostaganem à l'autoroute Est Ouest. *Mémoire de master* Encadré par M. A.TALIA