



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
كلية العلوم و التكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie



N° d'ordre : M...../GCA/2017

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics

Spécialité :(VOIE ET OUVRAGE D'ART)

Thème

Etude d'un deuxième boulevard périphérique de Mostaganem a deux
chaussées unidirectionnelles (cw07 Bis) entre les sablettes et mazagan
Du Pk 1 au Pk 5 + 400

Présenté par :

1. M^r : DJILALI AYAD MOKHTAR
2. M^r : HAMCHERIF HABIB

Soutenu le 25/06/ 2019 devant le jury composé de :

Président : M^r KERAOUTI RABEH
Examineur : M^{me} El MASCRI SETTI
Encadreur : M^r TALIA AHMED
Invite d'honneur : Mr CHERIF Mourad

Année Universitaire : 2018 / 2019



الاهداء

بسم الله والصلاة والسلام على اشرف خلق الله
الحمد لله على ما وفقني إليه من عملي هذا
نحمده ونشكره على كل نعمه

أهدي ثمرة دراستي إلى من لا يمكن للكلمات أن توفي حقهما إلى من لا يمكن للأرقام أن
تعصي فضائلهم إلى والداي العزيزين أدامهما الله لي و إلى اخوتي و إلى كل عائلة حمريفة

✓ إلى كل الذين عرفتهم في مشواري وحياتي الدراسية وإلى كل الأصدقاء

✓ إلى كل من أماننا في إنجاز هذا العمل المتواضع

✓ إلى من وافقني في إنجاز هذا العمل صديقي جيلالي عياد مختار

✓ إلى كل طلبة جامعة عبد الحميد بن باديس و بالأخص زملائي في قسم الأشغال العمومية

✓ إليك أنت أيها القارئ .



حمريفة الحبيب



الاهداء

بسم الله والصلاة والسلام على اشرف خلق الله
الحمد لله على ما وفقني إليه من عملي هذا
نحمده ونشكره على كل نعمه

أهدي ثمرة دراستي إلى من لا يمكن للكلمات أن توفي حقها إلى من لا يمكن للأرقام أن
تحصي فضائلهم إلى والدائي العزيزين أدامهما الله لي و إلى اخوتي و إلى كل عائلة جيلالي
حياد

✓ إلى كل الذين عرفتهم في مشواري وحياتي الدراسية وإلى كل الأصدقاء

✓ إلى كل من أماننا في إنجاز هذا العمل المتواضع

✓ إلى من رافقني في إنجاز هذا العمل صديقي حمدي بن عبد الحبيب

✓ إلى من هو بعيد عني قريب إلى قلبي

✓ إلى كل طلبة جامعة عبد الحميد بن باديس و بالأخص زملائي في قسم الأشغال العمومية

✓ إليك أنت أيها القارئ .



جيلالي حياد مختار

Remerciements

*Nous tenons d'abord à remercier en premier lieu notre bon **DIEU** pour son soutien total durant notre vie.*

*Un remerciement particulier va à **Mr TALIA AHMED** qui nous a fait l'honneur de nous encadrer grâce à sa compétence, à sa bonne volonté et pour ses conseils avisés tout au long de la réalisation de notre travail. Sans son assistance, ce travail n'aurait jamais vu ce jour.*

Un remerciement va à tous les enseignants de génie civil qui ont contribué de près ou loin à notre formation durant notre cursus universitaire.

Enfin, nous remercions les gens de DTP de wilaya de Mostaganem .

sommaire

Introduction

CHAPITRE I : PRESENTATION DE PROJET

1. Cadre de l'étude	1
2. Objectif de projet	1
3. Détermination des paramètres de base du projet	2

CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ROUTES

1. Introduction	3
2. Classification Des Routes	3
2.1. Classification selon la liaison	3
2.2. Classification Selon La Catégorie De Route	3
2.3. Classification fonctionnelle	4

CHAPITRE III : ETUDE DE TRAFIC

1. Introduction.....	6
2. Analyse du trafic	6
3. Différents types de trafics	7
4. Prolongation de l'évolution passée	7
5. Calcul de la capacité	7
6. Application au projet	11

CHAPITRE IV : TRACE EN PLAN

1. Introduction.....	13
2. Définition du tracé en plan	13
3. Règles à respecter	13
4. les éléments de tracé en plan.....	14
4.1. Les alignements droits	14
4.2. Les arcs en cercles	15
4.3. Les courbes de raccordement	15
5. Etude des variantes	16
5.1. Environnement	16
5.2. La vitesse de référence	17
5.3. les rayons en plan	17
5.4. Calcul d'axe	20
5.5. Détermination des éléments de raccordement	21
5.6. Calcul des Cubatures Approchées	23
6. Application au Projet	25
6.1. Etude de la variante N° 1	25
6.2. Etude de la variante N°2	36
6.3. Le choix de la variante	45

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG

1. Définition.....	46
2. Règles a respectée dans le tracé du profil en long.....	46
3. Coordination du tracé en plan et du profil en long	47
4. Eléments Constituants la ligne rouge	47
5. Raccordement en profil en long.....	49
6. Calcul du raccordement parabolique	52
7. Application au projet	5 3

CHAPITRE VI : LES PARAMETRES CINEMATIQUES

1. Définition	54
2. Distance de freinage.....	54
3. Temps de réaction	55
4. Distance d'arrêt.....	55
5. Distance de perception.....	56
6. Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	57
7. Distance de sécurité entre deux véhicules	58
8. Application au projet	59

CHAPITRE VII : PROFIL EN TRAVERS

1. Généralités	64
2. Différent type de profil en travers.....	64
3. Les éléments constituant un profil en travers type	65
4. Profil en travers type de notre projet	67

CHAPITRE VIII : CUBATURE

1. Définition	68
2. les résultats du calcul de cubature.....	69

CHAPITRE IX : LE RACCORDEMENT PROGRESSIF « CLOTHOIDE »

1. Introduction	86
2. Définition de la clothoïde	86
3. Propriétés de la clothoïde.....	87
4. Longueur de raccords.....	87
5. Vérification de non chevauchement	89
6. Notion de devers	90
7. Détermination des devers aux rayons en plan	91
8. Application à notre projet	92

CHAPITRE X : IMPLANTATION

1. Définition	99
2. Implantation planimétrique des sommets des alignements.....	100
3. Implantation de courbes	100
4. Application au notre projet	103

CHAPITRE XI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1. Introduction.....	108
2. Facteurs a considères dans le dimensionnement	108
3. La chaussée	108
4. Les différentes couches de chaussée	109
5. Les différentes types de chaussée	110
6. Structures de chaussée	112
7. Les principales méthodes de dimensionnement	113
8. Les paramètres de dimensionnement	114
9. Application au projet	115

CHAPITRE XII : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

I. Signalisation	117
1. Introduction.....	117
2. L'objet de la signalisation routière	117
3. Catégories de signalisation	117
4. Règles à respecter pour la signalisation.....	117
5. Les différentes types de signalisation.....	118
II. Eclairage	121
1. Généralités	121
2. Catégories d'éclairage.....	121
3. Paramètre de l'implantation des luminaires	122
4. Application au projet	122

CHAPITRE XIII : ASSAINISSEMENT

1. Définition	123
2. Objectif de l'assainissement	124
3. Assainissement de la chaussée	124
4. Définitions	125
5. Application au projet	127

CHAPITRE XIV : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

1. Devis quantitatif	128
2. Devis estimatif	128
3. Les éléments du devis quantitatif et estimatif	129
4. Application au projet	130

Conclusion

Liste des Figures

Figure	page
Figure01 : zone d'étude.	03
Figure02 : Photo Google earth	04
Figure 03 : tracé en plan.....	10
Figure 4: Détermination de l'angle au centre.....	12
Figure 5 : Schéma représentant la surface entre profil.....	15
Figure 6 : calcul de surfaces cas de remblai.....	16
Figure 7 : calcul de surfaces cas de déblais.....	17
Figure8 : levé de variante « 1 ».....	23
Figure 09 : levé de variante « 2 ».....	32
Figure 11: élément de la clothoïde.....	45
Figure 12 : la propriété de la clothoïde.....	47
Figure 13 : Condition de gauchissement.....	51
Figure 14 : vérification de non chevauchement.....	52
Figure15 : profil en long.....	71

Figure 16 : le profil en long (ligne rouge).....	71
Figure 17 : raccordement.....	78
Figure18 : Distance d'arrêt et de freinage.....	84
Figure19 : Distance de perception.....	86
Figure 20 : Distance de sécurité " d".....	87
Figure 21 : L'espace entre deux véhicules.....	59
Figure 22 : profil en travers.....	90
Figure 23 : profil en travers type.....	91
Figure 24: Les éléments d'une route.....	92
Figure 25 : Coupe type d'une chaussée souple.....	98
Figure 26: les différentes catégories de chaussée.....	99
Figure 27 : Corps de chaussée type.....	101
Figure 28 : Différentes couches	
du corps de chaussée de la variante choisi.....	106
Figure29 : les signalisations verticales.....	114
Figure 30 : détail des lignes longitudinales et transversales.....	115
Figure 31 : les signalisations horizontales.....	117

Figure 32 : Paramètre de l'implantation	119
Figure 33 :implantation partie circulaire.....	122
Figure 34 : Méthode d'implantation.....	123

Liste des Tableaux

Tableau	page
Tableau 1 : type de topologie	14
Tableau 2 : vitesse de référence.....	15
Tableau 3 : dévers	19
Tableau 4 : valeur du coefficient transversal ft	19
Tableau 5 : valeur du Le coefficient F	20
Tableau 6 : les coordonnées des sommets de l'axe de « variante 1 »	21
Tableau 7 : les valeurs des gisements, distances et angle au centre « variantel ».....	22
Tableau 8 : Dénivelée cumulée « variante 01 ».....	25
Tableau 9 : récapitulatif « variante 1 ».....	26
Tableau 10: éléments des raccordements.....	26
Tableau 11: Eléments des raccordements circulaires « variante 1 ».....	27
Tableau 12 :Longueur totale des alignements droits et des courbes.....	27
Tableau 13: Eléments des raccordements circulaires « variante 1 ».....	27

Tableau 14 : Déclivité du profil en long « variante 1 ».....	28
Tableau 15 : rayon en plan « variante 1 ».....	29
Tableau 16 : Cubatures approchées.....	31
Tableau 17: les coordonnées des sommets de l'axe de « variante 2 ».....	32
Tableau18 : Les valeurs des glissements, distances et des angles au centres « variante 2».....	33
Tableau 19 : Dénivelée cumulée « variante 02 ».....	36
Tableau 20 : récapitulatif « variante 2 ».....	37
Tableau 21: Eléments des raccordements circulaires « variante 1 »... ..	37
Tableau 22 : Longueur totale des alignements droits et des courbes.....	37
Tableau 23 : La longueur totale du tronçon alignements droits et de courbe « variante 2 »... ..	38
Tableau 24: Déclivité du profil en long « variante 2 ».....	38
Tableau 25 : rayon en plan « variante 2 ».....	39
Tableau 26 : Cubatures approchées « variante 2 ».....	42
Tableau 27 : Comparaison entre les deux variantes.....	43
Tableau 28 : les éléments de la clothoïde.....	46

Tableau29 : Devers en fonction de l'environnement.....	49
Tableau30 : longueur de la Clothoïde« L ».....	52
Tableau 31 : les dévers	52
Tableau 32 : les rayons en plan.....	52
Tableau 33 : les dévers associés aux rayons de la variante choisie.....	53
Tableau 34 : les éléments de la clothoïde de la variante choisie.....	54
Tableau 35 : variation du dévers dans la clothoïde de 1ère virage.....	55
Tableau 36 : Variation du dévers dans la clothoïde de 2eme virage.....	56
Tableau 37 : Variation du dévers dans la clothoïde de 3eme virage.....	57
Tableau 38 : Variation du dévers dans la clothoïde de 4eme virage.....	58
Tableau 39 : valeurs du coefficient P.....	65
Tableau 40 : Valeur de K1	66
Tableau 41: Valeur de K2	66
Tableau 42 : valeurs de capacité théorique	67
Tableau 43 : Résultats de calcul trafic.....	69
Tableau 44 : Valeur de déclivité maximale.....	74
Tableau 45 : Rayon Convexes (angle saillant).....	76

Tableau 46 : Rayon Concave (angle rentrant).....	77
Tableau 47 : Rayons convexes (angle saillant) de la variante chois.....	78
Tableau 48 : Rayons concaves (angle rentrant) de la variante choisi.....	78
Tableau 49 : les valeurs de tangente et la flèche.....	80
Tableau 50 : Distance de freinage.....	81
Tableau 51 : Déclivité du profil en long.....	82
Tableau 52 : distance de freinage de la variante choisie.....	83
Tableau 53 : distance d'arrêt en alignement droit de la variante choisie.....	84
Tableau 54 : distance d'arrêt en courbe de la variante choisie.....	85
Tableau 55 : distance perception en alignement droit de la variante choisie.....	86
Tableau 56 : distance perception en courbe de la variante choisie.....	87
Tableau 57 : Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse.....	89
Tableau 58 : coefficient d'équivalence des.....	104
Tableau 59 : épaisseur du corps de chaussée.....	105
Tableau 60 : Types de modulation.....	116
Tableau 61 : coordonnées des points d'implantation du raccordement progressif.....	125

Tableau 62 : abscisse ordonnées de la courbe de virage.....	125
Tableau63 : coordonnées des points d’implantation du raccordement progressif.....	126
Tableau 64 : abscisse ordonnées de la courbe de virage.....	127
Tableau 65 : coordonnées des points d’implantation du raccordement progressif.....	128
Tableau 66 : abscisse ordonnées de la courbe de virage.....	129
Tableau 67 : coordonnées des points d’implantation du raccordement progressif.....	130
Tableau 68 : abscisse ordonnées de la courbe de virage.....	130
Tableau 69: récapitulatif des déblai-remblai par profil.....	134
Tableau 70 : quantité de déblai-remblai.....	134
Tableau 71: Devis quantitatif et estimatif.....	138

INTRODUCTION

La route reste un facteur de développement par excellence dans tous les pays du monde, industrialisés ou émergents. Les techniques, auxquelles la route moderne fait appel, se sont multipliées et ont pris une grande ampleur à l'heure actuelle.

La technologie moderne, logiciels, divers appareillages, matériels et matériaux, utilisés tant dans les études du projet routier que dans les moyens employés lors de la construction de la route. La route est une composante essentielle de l'infrastructure des transports terrestre.

La route doit être construite avec beaucoup de soin et de rigueur, de façon à équilibrer entre la bonne conception, la sécurité et le confort des usagers d'une part et les aspects économiques d'autre part.

Notre projet de fin d'étude fait partie d'un tracé neuf qui consiste en un tronçon d'environ quatre kilomètres du deuxième boulevard périphérique de Mostaganem reliant les Sablettes, Mazagran et le carrefour giratoire urgence rentrant dans le cadre des prévisions du schéma national d'aménagement du territoire et du schéma directeur routier.

Notre travail traitera en premier lieu la phase avant-projet sommaire où nous étudierons trois variantes. La comparaison de ces deux dernières fera sortir la variante qui présente le plus d'avantage qui sera étudiée en second lieu en phase avant-projet détaillé.

Présentation de projet

1. Cadre de l'étude :

Dans le cadre de l'étude d'un deuxième boulevard périphérique de Mostaganem à deux chaussées unidirectionnelles (CW07bis) entre les Sablettes, Mazagran et le carrefour giratoire urgence sur 26 km et suite à la demande de la Direction des Travaux Publics « D.T.P » de la wilaya de Mostaganem adressée à la SETS, une étude d'avant-projet détaillée, fera l'objectif de ce rapport technique.



Le tronçon qui fera objet de cette présente étude est d'environ quatre kilomètres où nous traiterons deux phases :

- Une Phase APS consacrée à l'étude de trois variantes
- Une phase APD, consacrée à l'étude de la variante choisie

2. Objectif de projet :

Le deuxième boulevard périphérique de Mostaganem a pour objet :

- Renforcer le réseau routier local et régional.
- D'assurer un rôle dans le rééquilibrage du territoire.

- Favoriser la mobilité douce et réduire la congestion, les temps de déplacement, et les accidents.
- D'accroître la sécurité routière des usagers.
- Soutenir les objectifs de développement économique de la wilaya, et de la région en générale.

3. Détermination des paramètres de base du projet :

Selon le manuel d'aménagement des route (B40) le tracée est classée comme suit :

- Catégorie « 2 ».
- ❖ **Le trafic :**
 - Trafic Moyen Journalier Annuel = 5000 V/J.
 - Pourcentage de poids lourds : 20%
 - Taux d'accroissement = 6%.
 - Durée d'étude et d'exécution : 6 ans.
 - Durée de vie : 20 ans.

Caractéristique géométrique des routes

1. Introduction :

Les caractéristiques géométriques des routes déterminées pour atteindre le niveau de service visé. Ces caractéristiques géométriques d'aménagement sont déterminées en fonction de paramètres physiques fondamentaux mesurables, communs à tous les projets. Ces paramètres dépendent des véhicules, des conducteurs et de la chaussée. Ils sont estimés (fixés) à partir d'études expérimentales et expriment le comportement dynamique du véhicule sur la chaussée et celui du conducteur.

2. Classification Des Routes :

2.1-Classification selon la liaison :

Selon le B40 (norme technique d'aménagement des routes Algériennes) les routes sont classées en cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives.

Les cinq catégories de la route sont :

Catégorie 1 : liaison entre les grands centres économique et industrie lourd

Catégorie 2 : liaison entre les centres d'industrie de transformation et d'industrie légères.

Catégorie 3 : liaison entre des chefs lieux de wilaya et de daïra non desservis par le réseau de CAT 1 et CAT 2.

Catégorie 4 : liaison des centres de vie non reliés au réseau de CAT 1-2-3.

Catégorie 5 : routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

2.2-Classification Selon La Catégorie De Route :

➤ **Routes exceptionnelles :**

Ce sont des routes avec deux chaussées unidirectionnelles séparées, on admet que leurs tracés comportent quelques points de croisement plan.

➤ **Routes 1^{ère} catégorie :**

Ces routes correspondent aux routes à grand trafic dont le tracé est sur un terrain facile et peu accidenté avec quelque passage en agglomération et des croisements.

➤ **Routes 2^{ème} catégorie :**

Ces routes correspondent aux routes supportant un trafic moyen et dont le tracé se développe dans un terrain vallonné, sortant du cadre de la première catégorie.

➤ **Routes 3^{ème} catégorie :**

Ce sont des routes qui supportent un trafic faible et dont le tracé correspondant à une section transversale difficile, dans un terrain à relief accidenté.

➤ **Routes de 4^{ème} catégorie :**

Ces routes sont tracées dans des sections très difficiles, ou leurs reliefs ne permettent pas de passer ou de réaliser des routes de catégories supérieures.

2.3-Classification fonctionnelle :

➤ **Chemins communaux CC:**

Les chemins communaux constituent un maillon important dans le réseau routier, elles permettent la liaison des villages au réseau principal de routes. Elles peuvent s'étendre sur une ou plusieurs communes, entretenues par les collectivités locales.

➤ **Chemins de wilaya CW:**

Les chemins de Wilaya ou Chemin Dpartment aux relie le réseau de routes communales au réseau national. Ces routes peuvent desservir uniquement la wilaya et sont à la charge de celle ci comme ils peuvent desservie deux Wilayas avoisinantes.

➤ **Routes nationaux RN:**

Les routes nationales sont d'un intérêt commun pour plusieurs Wilayas (départements) ou pour le pays entier. Elles constituent des itinéraires inter-wilaya qui supportent un grand trafic. La construction, l'aménagement, l'entretien et la gestion de ces routes est faite par le budget de l'état.

➤ **Autoroutes :**

Les autoroutes sont des routes nationales d'une catégorie spéciale, elles sont constituées de deux chaussées unidirectionnelles séparées par terre plein central, ne comportant aucun passage ou carrefour à niveau. Les autoroutes sont réservées à la circulation mécanique rapide et ne sont accessible qu'à des points spécialement aménagés. Les autoroutes sont

réalisées, aménagées, entretenues et gérer le plus souvent sur des capitaux privés ou groupes d'investissement. Les autoroutes offre :

- Une Grande réserve de capacité.
- Des conditions meilleures de circulation.
- Une sécurité maximum pour les usagers.

Tracé en plan

1. Introduction :

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long visent à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort adaptées à chaque catégorie d'autoroute.

S'il en résulte une économie sensible ou une meilleure insertion dans le site, il est possible de dissocier les deux chaussées par leur profil en long ou leur tracé en plan.

2. Définition du tracé en plan :

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

Il est constitué de :

- Lignes droites de longueur limitée en fonction de la vitesse de référence ;
- Courbes de raccordements à rayons de courbure variable ;
- Arcs de cercles à rayon de courbures constants.

3. Règles à respecter :

- Respecter les normes du **B 40** si possible.
- Utiliser les grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.

- Avoir le maximum d'adaptation au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.

- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.

4. les éléments de tracé en plan:

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

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

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

1. Des droites (alignements).
2. Des arcs de cercle.
3. Des courbes de raccordement progressives.

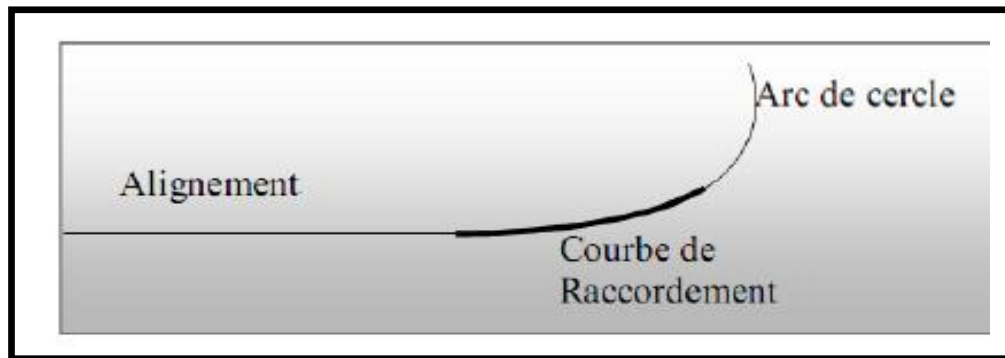


Figure01 : les éléments de tracé en plan

4.1 -Les alignements droits et les courbes :

Pendant longtemps le tracé rectiligne a été considéré comme le meilleur parce qu'il est plus court, mais ce tracé présente des inconvénients dans les grands alignements éblouissement, torpeur du conducteur, vitesse excessive, esthétique difficile.

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grandes rayons. Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droit d'une section de route .il est recommandé de limité ce pourcentage de 40% à 60%.

-Les arcs en cercles :

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

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

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

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

4.3 -Les courbes de raccordement :

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

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

5. Etude des variantes :

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements droits raccordés par des arcs de cercles. Notre présente étude s'effectue sur les étapes suivantes :

- ❖ Détermination des coordonnées définissant l'axe de notre variante ainsi que les angles au centre des parties circulaires.
- ❖ L'environnement de la route.
 - Dénivelée cumulée.
 - Sinuosité.
- ❖ Vitesse de référence V_r .
- ❖ Les rayons en plan R_{Hm} , R_{HN} , R_{hd} et R_{Hnd} .
- ❖ Choix des rayons.
- ❖ Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- ❖ Déclivités « profil en long ».
- ❖ Cubatures approchées.

5.1 -Environnement:

Le B40 propose Trois classes d'environnement (**E1**, **E2**, **E3**) Chaque classe d'environnement est caractérisée par deux indicateurs à savoir :

- la dénivelée cumulée moyenne (**h/L**).
- la sinuosité (σ).

❖ **La dénivelée cumulée moyenne :**

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulée total H à la longueur total de l'itinéraire L permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

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

❖ **Sinuosité :**

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).

$$\Rightarrow \sigma = \frac{L_s}{L_T}$$

5.2 -La vitesse de référence :

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

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

La vitesse est donc fonction de :

- ✓ La catégorie.
- ✓ L'environnement.

5.3 -Les rayons en plan :

a. **Le rayon horizontal 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.

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

b. Le rayon minimal normal (RHN) :

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

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

c. Le rayon au devers minimal (RHd) :

RHd est le rayon au deçà 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 %).

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2. dmin)}$$

d. Le rayon non déversé (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.

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

➤ **Détermination des dévers d_{max} et d_{min} :**

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

Tableau 06 : Dévers.

➤ **Détermination du coefficient transversal f_t :**

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	/

Tableau 07: Valeur du coefficient f_t .

➤ **Coefficients (F'') en fonction de la catégorie :**

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

Tableau 08: Valeur du coefficient F''

✓ **Règles pour l'utilisation des rayons en plan :**

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant de valeurs de rayon \geq à RHn que possible.
- Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près entre dmax et d (RHm).

➤ Si $RHm < R < RHn$:

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

➤ Si $RHn < R < RHd$:

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

- Si le rayon choisi $R \geq RHnd$ le devers associé est celui de alignement droit.
- Si Les rayons compris entre RHd et $RHnd$ sont celui d'alignement droit dévers minimal dmin.

5.4 -Calcul d'axe:

- Le calcul d'axe est l'opération par lesquelles toute étude d'un projet routier doit commencer, elle consiste à calculer l'axe de la route, point par point du début de projet jusqu'à la fin de celui-ci en déterminant les coordonnées de ces points et les gisements des directions.

a)-Gisement :

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

$$G_{S_1S_2} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_{S_2} - X_{S_1}}{Y_{S_2} - Y_{S_1}}$$

b)-Distance :

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S_1S_2 = \sqrt{(X_{S_2} - X_{S_1})^2 + (Y_{S_2} - Y_{S_1})^2}$$

c)-L'angle au centre :

D'après le cas de figure,

l'angle au centre β est donné

par :

$$\Rightarrow \beta = G_{SB} - G_{AS}$$

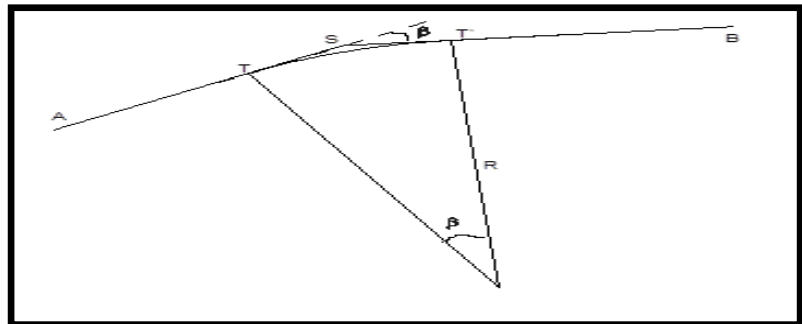


Figure02: Détermination de l'angle au centre

5.5-Détermination des éléments de Raccordement :

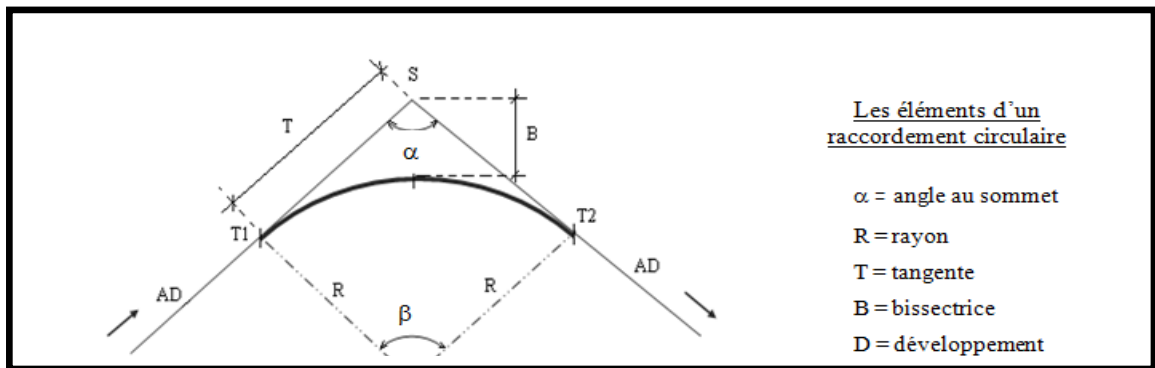


Figure 03: les éléments d'un raccordement circulaire

✓ **angles de déviation au sommet α :**

Quand on prolonge les alignements droits confondus avec l'axe de route.

a- La tangente :

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

b- La Bissectrice :

$$\Rightarrow \text{Biss} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$$

c- La développée :

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

d- La flèche :

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

5.6-Calcul des Cubatures Approchées

❖ Méthode de calcul approximatif :

$$V_t = \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right) d_1 + \left(\frac{S_2 + S_3}{2} \right) d_2 + \dots + \left(\frac{S_n + S_{n+1}}{2} \right) d_{n+1}$$

Par conséquent

$$V_t = \left(\frac{d_1}{2} \right) S_1 + \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right) S_2 + \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right) S_3 + \dots + \left(\frac{d_n + d_{n+1}}{2} \right) S_{n+1}$$

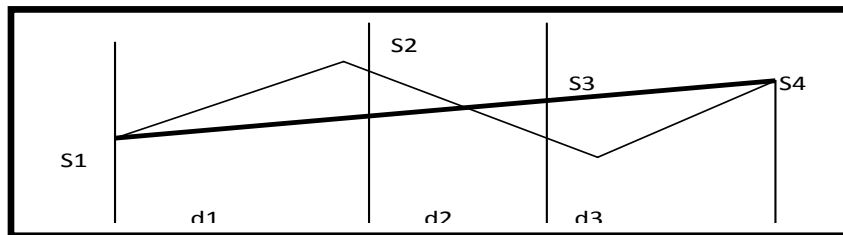


Figure 04: Schéma représentant la surface entre profil

❖ Calcul des surfaces :

• En remblai :

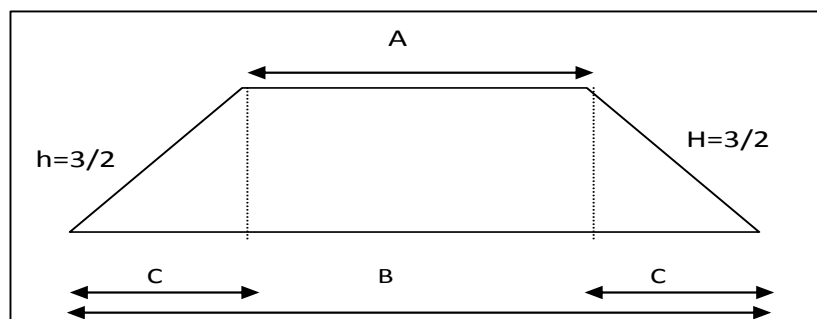


Figure05 : calcul de surfaces cas de remblai

Avec :

- ✓ **A** : largeur de la chaussée les 2 Accotements.
- ✓ **Tg $\alpha = P = 2/3 = h/c$**
- ✓ **$c = 3h / 2$**
- ✓ **h** : différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel
- ✓ **$B = A + 2c = A + 3h$**

D'où: $S = (A + B) h/2 \Rightarrow \mathbf{SR = Ah + 3 h^2/2}$

• **En déblai :**

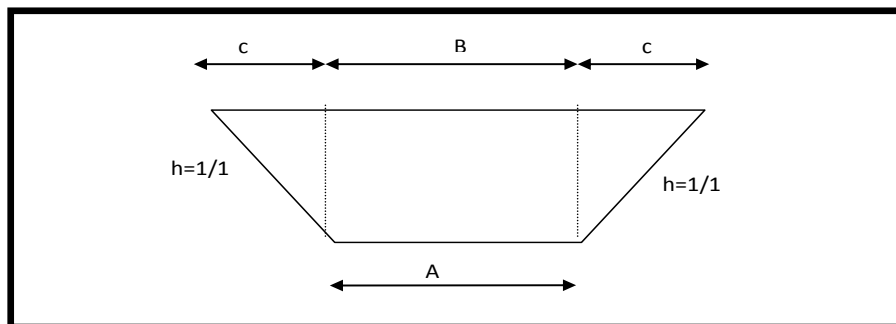


Figure 06: calcul de surfaces cas de déblais

Avec :

- ✓ **h** : différence entre C.T.N et C.P.
- ✓ **A** : largeur de la chaussée + 2 accotements
- ✓ **$SD = Ah + h^2$**

Application au projet

I. Etude de la variante N°1 :

La variante est composée des alignements droits AS₁, S₁S₂, S₂B raccordés par des arcs de cercle de Rayon R₁ et R₂.

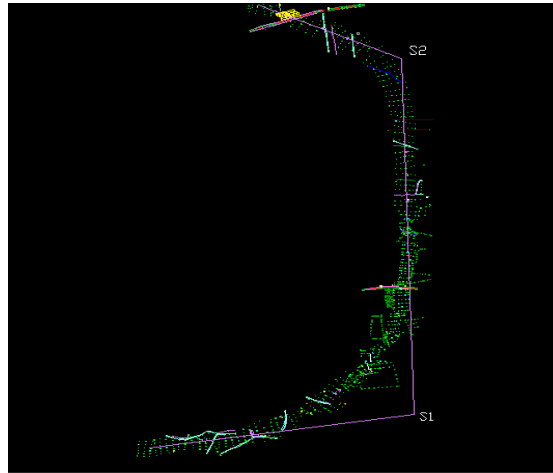


Figure07: tracé en plan de variante 01

1. Les coordonnées des sommets :

Pts	X (m)	Y (m)
A	242120,65	3979044,2
S1	243511,88	3979259,7
S2	243443,13	3981576,3
B	242700,27	3981923,7

Tableau 09: les coordonnées des sommets de l'axe de la "variante 1"

2. Calcul de gisements et des angles au centre :

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
				$\beta_1 =$	$\beta_2 =$	
A-S1	1391,23	215,47	90,2180			1407,81
S1-S2	-68,75	2316,63	398,1110	$\beta_1 =$	92,107	2317,65
S2-B	-742,85	347,41	327,8490	$\beta_2 =$	70,262	820,08

Tableau 101: Les valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 1"

3. Détermination de l'environnement :

3.1-Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distance (m)		Altitude (m)	Dn (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	172,06	
2	30,00	30,00	173,86	1,81
3	60,00	30,00	175,64	1,77
4	90,00	30,00	176,87	1,23
5	120,00	30,00	177,93	1,07
6	150,00	30,00	178,44	0,50
7	180,00	30,00	179,24	0,81
8	210,00	30,00	180,40	1,15
9	240,00	30,00	182,02	1,62
10	270,00	30,00	183,12	1,10
11	300,00	30,00	184,00	0,89
12	330,00	30,00	184,59	0,58
13	360,00	30,00	184,91	0,32
14	390,00	30,00	185,49	0,58
15	420,00	30,00	186,14	0,65
16	450,00	30,00	187,06	0,92
17	480,00	30,00	187,50	0,44
18	510,00	30,00	188,09	0,59
19	540,00	30,00	189,03	0,94
20	570,00	30,00	189,49	0,46
21	600,00	30,00	190,75	1,27
22	630,00	30,00	191,72	0,97
23	660,00	30,00	192,64	0,91
24	690,00	30,00	193,56	0,92
25	720,00	30,00	195,48	1,92
26	750,00	30,00	196,28	0,81
27	780,00	30,00	197,06	0,78
28	810,00	30,00	196,92	-0,15
29	840,00	30,00	195,30	-1,61
30	870,00	30,00	195,24	-0,06
31	900,00	30,00	196,51	1,27
32	930,00	30,00	197,64	1,13
33	960,00	30,00	202,70	5,07
34	990,00	30,00	203,89	1,19
35	1020,00	30,00	204,41	0,52
36	1050,00	30,00	204,90	0,49

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

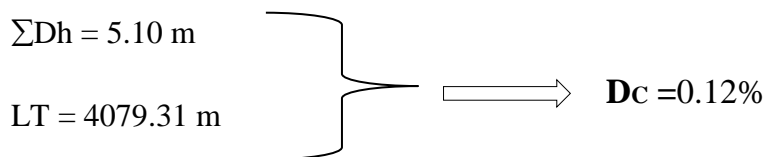
37	1080,00	30,00	205,80	0,90
38	1110,00	30,00	206,74	0,94
39	1140,00	30,00	206,99	0,25
40	1170,00	30,00	206,59	-0,40
41	1200,00	30,00	206,43	-0,16
42	1230,00	30,00	206,56	0,14
43	1260,00	30,00	206,17	-0,39
44	1290,00	30,00	205,97	-0,20
45	1320,00	30,00	205,63	-0,34
46	1350,00	30,00	207,05	1,41
47	1380,00	30,00	206,97	-0,08
48	1410,00	30,00	204,99	-1,98
49	1440,00	30,00	202,50	-2,49
50	1470,00	30,00	201,76	-0,74
51	1500,00	30,00	198,51	-3,26
52	1530,00	30,00	196,14	-2,37
53	1560,00	30,00	194,89	-1,25
54	1590,00	30,00	193,51	-1,37
55	1620,00	30,00	192,21	-1,30
56	1650,00	30,00	191,27	-0,94
57	1680,00	30,00	190,89	-0,39
58	1710,00	30,00	189,55	-1,34
59	1740,00	30,00	188,48	-1,07
60	1770,00	30,00	188,64	0,16
61	1800,00	30,00	189,90	1,26
62	1830,00	30,00	190,86	0,96
63	1860,00	30,00	191,66	0,81
64	1890,00	30,00	190,24	-1,43
65	1920,00	30,00	187,97	-2,27
66	1950,00	30,00	186,05	-1,92
67	1980,00	30,00	184,82	-1,24
68	2010,00	30,00	183,61	-1,21
69	2040,00	30,00	182,15	-1,46
70	2070,00	30,00	180,68	-1,47
71	2100,00	30,00	179,44	-1,24
72	2130,00	30,00	177,27	-2,18
73	2160,00	30,00	172,84	-4,43
74	2190,00	30,00	166,49	-6,35
75	2220,00	30,00	166,35	-0,14
76	2250,00	30,00	170,43	4,08
77	2280,00	30,00	177,42	6,98
78	2310,00	30,00	180,92	3,50

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

79	2340,00	30,00	183,38	2,46
80	2370,00	30,00	185,79	2,41
81	2400,00	30,00	188,04	2,25
82	2430,00	30,00	189,89	1,85
83	2460,00	30,00	187,60	-2,29
84	2490,00	30,00	187,75	0,15
85	2520,00	30,00	188,16	0,41
86	2550,00	30,00	189,45	1,30
87	2580,00	30,00	189,67	0,22
88	2610,00	30,00	189,67	-0,01
89	2640,00	30,00	189,66	-0,01
90	2670,00	30,00	189,22	-0,43
91	2700,00	30,00	187,49	-1,73
92	2730,00	30,00	186,62	-0,87
93	2760,00	30,00	186,70	0,08
94	2790,00	30,00	186,55	-0,15
95	2820,00	30,00	188,28	1,73
96	2850,00	30,00	189,17	0,89
97	2880,00	30,00	190,98	1,80
98	2910,00	30,00	193,56	2,58
99	2940,00	30,00	197,15	3,59
100	2970,00	30,00	198,79	1,64
101	3000,00	30,00	198,97	0,18
102	3030,00	30,00	199,08	0,10
103	3060,00	30,00	198,82	-0,26
104	3090,00	30,00	198,85	0,04
105	3120,00	30,00	199,43	0,58
106	3150,00	30,00	198,88	-0,56
107	3180,00	30,00	196,72	-2,15
108	3210,00	30,00	193,85	-2,87
109	3240,00	30,00	193,04	-0,82
110	3270,00	30,00	190,07	-2,97
111	3300,00	30,00	189,81	-0,25
112	3330,00	30,00	188,88	-0,93
113	3360,00	30,00	187,62	-1,26
114	3390,00	30,00	186,02	-1,60
115	3420,00	30,00	185,20	-0,83
116	3450,00	30,00	184,72	-0,48
117	3480,00	30,00	184,25	-0,47
118	3510,00	30,00	183,87	-0,38
119	3540,00	30,00	182,92	-0,95
120	3570,00	30,00	182,31	-0,61

121	3600,00	30,00	181,71	-0,60
122	3630,00	30,00	181,22	-0,49
123	3660,00	30,00	180,10	-1,12
124	3690,00	30,00	178,74	-1,36
125	3720,00	30,00	177,37	-1,37
126	3750,00	30,00	175,36	-2,00
127	3780,00	30,00	174,00	-1,36
128	3810,00	30,00	172,77	-1,24
129	3840,00	30,00	171,85	-0,91
130	3870,00	30,00	171,76	-0,09
131	3900,00	30,00	171,44	-0,32
132	3930,00	30,00	170,84	-0,60
133	3960,00	30,00	170,11	-0,72
134	3990,00	30,00	170,08	-0,03
135	4020,00	30,00	170,83	0,75
136	4050,00	30,00	168,41	-2,42
137	4079,31	29,31	166,96	-1,45
			Σ	5,10
			D cumulée	0,12%

Tableau 11: dénivelée cumulée "variante 1"



❖ Les valeurs ci-dessous permettent de caractériser trois types topographie.

N° : de code	classification	dénivelée cumulée
01	Terrain plat	$D_c \leq 1,50\%$
02	Terrain vallonné	$1,50\% \leq D_c \leq 4,00\%$
03	Terrain montagneux	$D_c \geq 4,00\%$

Tableau 12: Classification de terrain et Dénivelée cumulée

❖ En Conclusion le Terrain de ce projet est: Terrain Plat

3.2 -Sinuosité :

$L_s = 0 \text{ m}$ (on ne choisit pas des rayons inférieurs ou égaux 200 car la topographie le permet), $LT = 4079.31 \text{ m}$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{0}{4079.31} = 0$$

$$\Rightarrow \sigma = 0$$

- ❖ Les valeurs seuils, permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

N°	Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.10$
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma \geq 0.30$

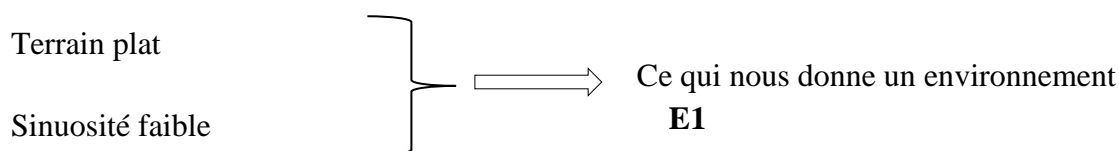
Tableau 13: Sinuosité

- ❖ Sinuosité : **faible**
- ❖ L'environnement est déterminé à partir de la sinuosité et le dénivelé cumulé moyenne d'après le tableau suivant:

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

Tableau 14: L'environnement de la route en fonction du dénivelé moyennée la sinuosité

On a :



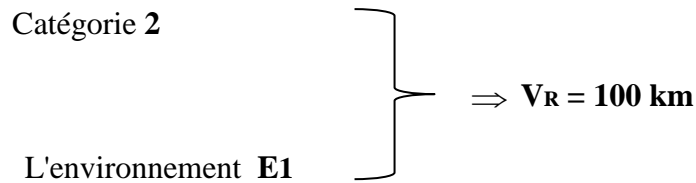
4. Vitesse de référence :

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
 - L'environnement
- Le tableau ci-dessous nous permet de déterminée la vitesse de référence :

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

Tableau 15: Vitesse de référence



5. Les rayons en plan :

❖ récapitulatif des paramètres cinématiques :

dmax	Dmin	Ft	F''
7,00%	-2,50%	0,11	0,06

Tableau 16: Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

➤ Les rayons en plan normé:

Rayon en plan (m)	Calculé	B40
RHm =	437,45	450
RHN =	708,66	650
RHd =	1574,80	1600
RHnd =	2249,72	2200

Tableau 17: rayon en plan "variante 1"

❖ Le choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon RHN .

$$R_1 = 1200 \text{ m} \quad R_2 = 650 \text{ m}$$

6. Détermination des éléments des Raccordements :

❖ Les résultats dans le tableau suivant :

Rayon(m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
1200	1059,74	1736,18	400,95	300,53
650	400,16	717,39	113,30	96,48

Tableau 18: Eléments des raccordements circulaires "variante 1"

7. La longueur des alignements droits « LAD » et des arcs de cercles « LC »

Alignement droit (m)		Courbes (m)	
AT1	348,07	Dev (R1)	1736,18
T'1T2	857,75	Dev (R2)	717,39
T'2B	419,92		
Σ	1625.74	Σ	2453.57
$L_t =$		4079,31 m	

Tableau 19: La longueur totale du tronçon alignements droits et de courbe

7.1 -Pourcentage de L'alignement droit :

% alignement Droit = 60% ⇒ condition vérifiée (voir page 21)

7.2 -Pourcentage Courbe :

% courbe = 40% ⇒ condition vérifiée

Longueur Totale	% Alignement Droit	% Courbe
4079.31	60%	40%

Tableau 20: pourcentage alignements droits et de courb

• Cubatures approchées :

N° de Profil	Distance entre profil	Mi dist	Long D'app	C.T.N	C. Projet	h	Déblai/ Remblai	Surface Déblai	Surface Remblai	Volume Déblai	Volume Remblai
A	0,00	0,00	15,00	172,06	172,06	0,00	P	-	-	-	-
1	30,00	15,00	30,00	173,86	172,85	1,02	D	26,95	-	808,45	-
2	30,00	15,00	30,00	175,64	173,64	2,00	D	55,94	-	1678,14	-
3	30,00	15,00	30,00	176,87	174,43	2,44	D	69,87	-	2095,97	-
4	30,00	15,00	30,00	177,93	175,22	2,71	D	78,87	-	2365,97	-
5	30,00	15,00	30,00	178,44	176,01	2,43	D	69,45	-	2083,38	-

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

6	30,00	15,00	30,00	179,24	176,80	2,44	D	69,93	-	2097,91	-
7	30,00	15,00	30,00	180,40	177,59	2,80	D	81,86	-	2455,81	-
8	30,00	15,00	30,00	182,02	178,38	3,63	D	110,59	-	3317,61	-
9	30,00	15,00	30,00	183,12	179,17	3,94	D	121,82	-	3654,67	-
10	30,00	15,00	30,00	184,00	179,97	4,04	D	125,45	-	3763,36	-
11	30,00	15,00	30,00	184,59	180,76	3,83	D	117,75	-	3532,60	-
12	30,00	15,00	30,00	184,91	181,55	3,36	D	101,04	-	3031,19	-
13	30,00	15,00	30,00	185,49	182,34	3,15	D	93,63	-	2809,01	-
14	30,00	15,00	30,00	186,14	183,13	3,01	D	88,94	-	2668,27	-
15	30,00	15,00	30,00	187,06	183,92	3,14	D	93,25	-	2797,65	-
16	30,00	15,00	30,00	187,50	184,71	2,79	D	81,26	-	2437,78	-
17	30,00	15,00	30,00	188,09	185,50	2,58	D	74,58	-	2237,49	-
18	30,00	15,00	30,00	189,03	186,29	2,73	D	79,50	-	2384,87	-
19	30,00	15,00	30,00	189,49	187,08	2,40	D	68,67	-	2060,17	-
20	30,00	15,00	30,00	190,75	187,88	2,88	D	84,41	-	2532,24	-
21	30,00	15,00	30,00	191,72	188,67	3,06	D	90,44	-	2713,29	-
22	30,00	15,00	30,00	192,64	189,46	3,18	D	94,60	-	2837,99	-
23	30,00	15,00	30,00	193,56	190,25	3,31	D	99,22	-	2976,57	-
24	30,00	15,00	30,00	195,48	191,04	4,44	D	140,42	-	4212,51	-
25	30,00	15,00	30,00	196,28	191,83	4,45	D	141,11	-	4233,22	-
26	30,00	15,00	30,00	197,06	192,62	4,44	D	140,69	-	4220,56	-
27	30,00	15,00	30,00	196,92	193,41	3,50	D	105,98	-	3179,45	-
28	30,00	15,00	30,00	195,30	194,20	1,10	D	29,29	-	878,60	-
29	30,00	15,00	30,00	195,24	194,99	0,25	D	6,24	-	187,22	-
30	30,00	15,00	30,00	196,51	195,79	0,72	D	18,86	-	565,77	-
31	30,00	15,00	30,00	197,64	196,58	1,06	D	28,16	-	844,72	-
32	30,00	15,00	30,00	202,70	197,37	5,34	D	176,15	-	5284,51	-
33	30,00	15,00	30,00	203,89	198,16	5,74	D	192,79	-	5783,84	-
34	30,00	15,00	30,00	204,41	198,95	5,46	D	181,26	-	5437,76	-
35	30,00	15,00	30,00	204,90	199,74	5,16	D	168,98	-	5069,37	-
36	30,00	15,00	30,00	205,80	200,53	5,27	D	173,57	-	5207,18	-
37	30,00	15,00	30,00	206,74	201,32	5,42	D	179,48	-	5384,46	-
38	30,00	15,00	30,00	206,99	202,11	4,87	D	157,44	-	4723,33	-
39	30,00	15,00	30,00	206,59	202,90	3,68	D	112,42	-	3372,65	-
40	30,00	15,00	30,00	206,43	203,69	2,73	D	79,46	-	2383,88	-
41	30,00	15,00	30,00	206,56	204,49	2,08	D	58,43	-	1752,81	-
42	30,00	15,00	30,00	206,17	205,28	0,90	D	23,58	-	707,30	-
43	30,00	15,00	30,00	205,97	206,07	-0,10	R	-	-2,44	-	-73,21
44	30,00	15,00	30,00	205,63	206,86	-1,23	R	-	-29,17	-	-875,08
45	30,00	15,00	30,00	207,05	207,65	-0,60	R	-	-14,71	-	-441,34
46	30,00	15,00	30,00	206,97	207,42	-0,45	R	-	-10,93	-	-327,81
47	30,00	15,00	30,00	204,99	206,55	-1,57	R	-	-36,70	-	-1100,93
48	30,00	15,00	30,00	202,50	205,69	-3,19	R	-	-69,56	-	-2086,66
49	30,00	15,00	30,00	201,76	204,83	-3,06	R	-	-67,17	-	-2015,22
50	30,00	15,00	30,00	198,51	203,96	-5,46	R	-	-106,62	-	-3198,54

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

51	30,00	15,00	30,00	196,14	203,10	-6,96	R	-	-125,59	-	-3767,75
52	30,00	15,00	30,00	194,89	202,23	-7,35	R	-	-129,72	-	-3891,52
53	30,00	15,00	30,00	193,51	201,37	-7,86	R	-	-134,69	-	-4040,78
54	30,00	15,00	30,00	192,21	200,51	-8,30	R	-	-138,57	-	-4157,04
55	30,00	15,00	30,00	191,27	199,64	-8,37	R	-	-139,19	-	-4175,79
56	30,00	15,00	30,00	190,89	198,78	-7,89	R	-	-135,03	-	-4051,04
57	30,00	15,00	30,00	189,55	197,92	-8,37	R	-	-139,15	-	-4174,55
58	30,00	15,00	30,00	188,48	197,05	-8,57	R	-	-140,83	-	-4224,86
59	30,00	15,00	30,00	188,64	196,19	-7,55	R	-	-131,75	-	-3952,43
60	30,00	15,00	30,00	189,90	195,33	-5,43	R	-	-106,25	-	-3187,53
61	30,00	15,00	30,00	190,86	194,46	-3,60	R	-	-77,09	-	-2312,80
62	30,00	15,00	30,00	191,66	193,60	-1,94	R	-	-44,63	-	-1338,92
63	30,00	15,00	30,00	190,24	192,74	-2,50	R	-	-56,25	-	-1687,50
64	30,00	15,00	30,00	187,97	191,87	-3,90	R	-	-82,32	-	-2469,73
65	30,00	15,00	30,00	186,05	191,01	-4,96	R	-	-99,32	-	-2979,69
66	30,00	15,00	30,00	184,82	190,15	-5,33	R	-	-104,78	-	-3143,51
67	30,00	15,00	30,00	183,61	189,28	-5,67	R	-	-109,63	-	-3288,85
68	30,00	15,00	30,00	182,15	188,42	-6,27	R	-	-117,46	-	-3523,86
69	30,00	15,00	30,00	180,68	187,55	-6,88	R	-	-124,63	-	-3738,96
70	30,00	15,00	30,00	179,44	186,69	-7,25	R	-	-128,69	-	-3860,63
71	30,00	15,00	30,00	177,27	185,83	-8,56	R	-	-140,74	-	-4222,26
72	30,00	15,00	30,00	172,84	184,96	-12,13	R	-	-156,11	-	-4683,28
73	30,00	15,00	30,00	166,49	184,10	-17,61	R	-	-130,17	-	-3905,06
74	30,00	15,00	30,00	166,35	183,24	-16,88	R	-	-137,04	-	-4111,18
75	30,00	15,00	30,00	170,43	182,37	-11,94	R	-	-155,94	-	-4678,09
76	30,00	15,00	30,00	177,42	181,51	-4,09	R	-	-85,59	-	-2567,67
77	30,00	15,00	30,00	180,92	180,77	0,15	D	3,76	-	112,75	-
78	30,00	15,00	30,00	183,38	181,44	1,93	D	53,96	-	1618,82	-
79	30,00	15,00	30,00	185,79	182,11	3,67	D	112,03	-	3360,76	-
80	30,00	15,00	30,00	188,04	182,79	5,25	D	172,72	-	5181,48	-
81	30,00	15,00	30,00	189,89	183,46	6,43	D	222,81	-	6684,35	-
82	30,00	15,00	30,00	187,60	184,13	3,47	D	104,78	-	3143,28	-
83	30,00	15,00	30,00	187,75	184,80	2,94	D	86,60	-	2598,02	-
84	30,00	15,00	30,00	188,16	185,47	2,68	D	77,87	-	2336,18	-
85	30,00	15,00	30,00	189,45	186,15	3,31	D	99,11	-	2973,43	-
86	30,00	15,00	30,00	189,67	186,82	2,86	D	83,60	-	2508,05	-
87	30,00	15,00	30,00	189,67	187,49	2,18	D	61,50	-	1845,07	-
88	30,00	15,00	30,00	189,66	188,16	1,50	D	40,73	-	1221,83	-
89	30,00	15,00	30,00	189,22	188,83	0,39	D	10,03	-	300,91	-
90	30,00	15,00	30,00	187,49	189,50	-2,01	R	-	-46,25	-	-1387,56
91	30,00	15,00	30,00	186,62	190,18	-3,55	R	-	-76,17	-	-2284,96
92	30,00	15,00	30,00	186,70	190,85	-4,14	R	-	-86,41	-	-2592,32
93	30,00	15,00	30,00	186,55	191,52	-4,97	R	-	-99,53	-	-2986,02
94	30,00	15,00	30,00	188,28	192,19	-3,91	R	-	-82,44	-	-2473,34
95	30,00	15,00	30,00	189,17	192,86	-3,69	R	-	-78,63	-	-2359,02

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

96	30,00	15,00	30,00	190,98	193,54	-2,56	R	-	-57,45	-	-1723,39	
97	30,00	15,00	30,00	193,56	194,21	-0,65	R	-	-15,80	-	-474,11	
98	30,00	15,00	30,00	197,15	194,88	2,27	D	64,48	-	1934,38	-	
99	30,00	15,00	30,00	198,79	195,55	3,24	D	96,82	-	2904,48	-	
100	30,00	15,00	30,00	198,97	196,22	2,75	D	80,16	-	2404,81	-	
101	30,00	15,00	30,00	199,08	196,89	2,19	D	61,79	-	1853,59	-	
102	30,00	15,00	30,00	198,82	197,57	1,25	D	33,62	-	1008,68	-	
103	30,00	15,00	30,00	198,85	198,24	0,62	D	16,00	-	479,88	-	
104	30,00	15,00	30,00	199,43	198,91	0,52	D	13,51	-	405,36	-	
105	30,00	15,00	30,00	198,88	199,15	-0,27	R	-	-6,68	-	-200,31	
106	30,00	15,00	30,00	196,72	198,11	-1,38	R	-	-32,68	-	-980,54	
107	30,00	15,00	30,00	193,85	197,07	-3,22	R	-	-70,06	-	-2101,72	
108	30,00	15,00	30,00	193,04	196,03	-2,99	R	-	-65,89	-	-1976,58	
109	30,00	15,00	30,00	190,07	194,99	-4,93	R	-	-98,87	-	-2966,08	
110	30,00	15,00	30,00	189,81	193,95	-4,14	R	-	-86,36	-	-2590,81	
111	30,00	15,00	30,00	188,88	192,91	-4,03	R	-	-84,53	-	-2535,78	
112	30,00	15,00	30,00	187,62	191,87	-4,25	R	-	-88,17	-	-2645,13	
113	30,00	15,00	30,00	186,02	190,83	-4,81	R	-	-97,16	-	-2914,80	
114	30,00	15,00	30,00	185,20	189,80	-4,60	R	-	-93,82	-	-2814,73	
115	30,00	15,00	30,00	184,72	188,76	-4,04	R	-	-84,64	-	-2539,34	
116	30,00	15,00	30,00	184,25	187,72	-3,47	R	-	-74,73	-	-2241,81	
117	30,00	15,00	30,00	183,87	186,68	-2,81	R	-	-62,30	-	-1868,87	
118	30,00	15,00	30,00	182,92	185,64	-2,72	R	-	-60,58	-	-1817,46	
119	30,00	15,00	30,00	182,31	184,60	-2,29	R	-	-51,97	-	-1558,95	
120	30,00	15,00	30,00	181,71	183,56	-1,85	R	-	-42,78	-	-1283,55	
121	30,00	15,00	30,00	181,22	182,52	-1,30	R	-	-30,79	-	-923,63	
122	30,00	15,00	30,00	180,10	181,48	-1,38	R	-	-32,66	-	-979,87	
123	30,00	15,00	30,00	178,74	180,44	-1,70	R	-	-39,65	-	-1189,60	
124	30,00	15,00	30,00	177,37	179,40	-2,04	R	-	-46,75	-	-1402,64	
125	30,00	15,00	30,00	175,36	178,37	-3,00	R	-	-66,04	-	-1981,14	
126	30,00	15,00	30,00	174,00	177,33	-3,32	R	-	-72,05	-	-2161,53	
127	30,00	15,00	30,00	172,77	176,29	-3,52	R	-	-75,65	-	-2269,37	
128	30,00	15,00	30,00	171,85	175,25	-3,39	R	-	-73,33	-	-2199,92	
129	30,00	15,00	30,00	171,76	174,21	-2,45	R	-	-55,19	-	-1655,62	
130	30,00	15,00	30,00	171,44	173,17	-1,73	R	-	-40,28	-	-1208,36	
131	30,00	15,00	30,00	170,84	172,13	-1,29	R	-	-30,68	-	-920,27	
132	30,00	15,00	30,00	170,11	171,09	-0,98	R	-	-23,54	-	-706,19	
133	30,00	15,00	30,00	170,08	170,05	0,03	D	0,70	-	21,04	-	
134	30,00	15,00	30,00	170,83	169,01	1,81	D	50,23	-	1506,75	-	
135	30,00	15,00	29,65	168,41	167,98	0,43	D	11,11	-	329,35	-	
136	29,31	14,65	#REF!	166,96	166,96	0,00	P	-	-	-	-	
										S	169502,74	-169169,39
										Excès de Deblai	333,35	

II. Etude de la variante N°2 :

La variante une est composée des alignements droits AS₁, S₁S₂, S₂S₃ et S₃B et raccordés par des arcs de cercle de Rayon R₁, R₂ et R₃.

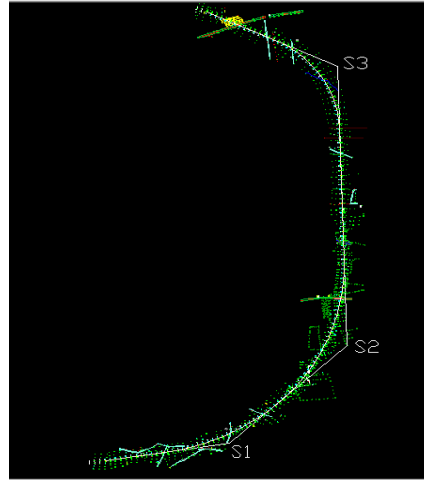


Figure08: tracé en plan de variante 02

1. Les coordonnées des sommets :

Pts	X (m)	Y (m)
A	242120,65	3979044,23
S1	242830,48	3979154,16
S2	243496,47	3979778,92
S3	243443,13	3981576,33
B	242700,27	3981923,74

Tableau 21: les coordonnées des sommets de l'axe de la "variante 2

2.Calcul de gisements et des angles au centre :

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
				β	Value	
A-S1	709,83	109,94	90,2180			718,29
S1-S2	665,99	624,75	52,0330	$\beta_1 =$	38,1850	913,16
S2-S3	-53,34	1797,41	398,1110	$\beta_2 =$	53,9220	1798,20
S3-B	-742,85	347,41	327,8490	$\beta_3 =$	70,2620	820,08

Tableau 222: Les valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 2"

3.Détermination de l'environnement :

3.1 -Dénivelée cumulée moyenne

N°	Distance (m)		Altitude (m)	Dn (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	172,06	
2	30,00	30,00	173,86	1,81
3	60,00	30,00	175,64	1,77
4	90,00	30,00	176,87	1,23
5	120,00	30,00	177,93	1,07
6	150,00	30,00	178,44	0,50
7	180,00	30,00	179,24	0,81
8	210,00	30,00	180,40	1,15
9	240,00	30,00	182,02	1,62
10	270,00	30,00	183,12	1,10
11	300,00	30,00	184,00	0,89
12	330,00	30,00	184,59	0,58
13	360,00	30,00	184,91	0,32
14	390,00	30,00	185,49	0,58
15	420,00	30,00	186,14	0,65
16	450,00	30,00	187,06	0,92
17	480,00	30,00	187,49	0,44
18	510,00	30,00	188,08	0,59
19	540,00	30,00	189,02	0,94
20	570,00	30,00	189,48	0,46
21	600,00	30,00	190,75	1,27
22	630,00	30,00	191,72	0,97
23	660,00	30,00	192,64	0,92
24	690,00	30,00	193,55	0,91
25	720,00	30,00	195,47	1,92
26	750,00	30,00	196,27	0,81
27	780,00	30,00	197,06	0,78
28	810,00	30,00	196,90	-0,16
29	840,00	30,00	195,27	-1,62
30	870,00	30,00	195,24	-0,03
31	900,00	30,00	196,51	1,27
32	930,00	30,00	197,62	1,11
33	960,00	30,00	202,77	5,16
34	990,00	30,00	203,88	1,10
35	1020,00	30,00	204,40	0,52
36	1050,00	30,00	204,89	0,49
37	1080,00	30,00	205,80	0,91
38	1110,00	30,00	206,70	0,90
39	1140,00	30,00	206,98	0,27
40	1170,00	30,00	206,58	-0,40
41	1200,00	30,00	206,41	-0,17

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

42	1230,00	30,00	206,54	0,14
43	1260,00	30,00	206,14	-0,40
44	1290,00	30,00	205,94	-0,20
45	1320,00	30,00	205,61	-0,33
46	1350,00	30,00	207,07	1,45
47	1380,00	30,00	206,95	-0,12
48	1410,00	30,00	204,94	-2,01
49	1440,00	30,00	202,47	-2,46
50	1470,00	30,00	201,73	-0,75
51	1500,00	30,00	198,46	-3,27
52	1530,00	30,00	196,11	-2,36
53	1560,00	30,00	194,86	-1,24
54	1590,00	30,00	193,49	-1,37
55	1620,00	30,00	192,19	-1,30
56	1650,00	30,00	191,26	-0,93
57	1680,00	30,00	190,85	-0,41
58	1710,00	30,00	189,54	-1,32
59	1740,00	30,00	188,47	-1,07
60	1770,00	30,00	188,65	0,18
61	1800,00	30,00	189,92	1,27
62	1830,00	30,00	190,87	0,95
63	1860,00	30,00	191,67	0,80
64	1890,00	30,00	190,21	-1,46
65	1920,00	30,00	187,95	-2,26
66	1950,00	30,00	186,03	-1,91
67	1980,00	30,00	184,81	-1,23
68	2010,00	30,00	183,59	-1,21
69	2040,00	30,00	182,13	-1,46
70	2070,00	30,00	180,66	-1,47
71	2100,00	30,00	179,42	-1,25
72	2130,00	30,00	177,25	-2,17
73	2160,00	30,00	172,74	-4,51
74	2190,00	30,00	166,48	-6,27
75	2220,00	30,00	166,38	-0,10
76	2250,00	30,00	170,52	4,14
77	2280,00	30,00	177,50	6,98
78	2310,00	30,00	180,95	3,45
79	2340,00	30,00	183,41	2,46
80	2370,00	30,00	185,82	2,41
81	2400,00	30,00	188,07	2,25
82	2430,00	30,00	189,86	1,80
83	2460,00	30,00	187,60	-2,26
84	2490,00	30,00	187,75	0,15
85	2520,00	30,00	188,16	0,41
86	2550,00	30,00	189,47	1,30
87	2580,00	30,00	189,68	0,21

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

88	2610,00	30,00	189,66	-0,01
89	2640,00	30,00	189,66	-0,01
90	2670,00	30,00	189,20	-0,46
91	2700,00	30,00	187,46	-1,73
92	2730,00	30,00	186,62	-0,84
93	2760,00	30,00	186,71	0,09
94	2790,00	30,00	186,58	-0,13
95	2820,00	30,00	188,29	1,71
96	2850,00	30,00	189,18	0,89
97	2880,00	30,00	191,00	1,82
98	2910,00	30,00	193,59	2,59
99	2940,00	30,00	197,19	3,60
100	2970,00	30,00	198,79	1,60
101	3000,00	30,00	198,98	0,18
102	3030,00	30,00	199,08	0,10
103	3060,00	30,00	198,81	-0,27
104	3090,00	30,00	198,86	0,05
105	3120,00	30,00	199,44	0,58
106	3150,00	30,00	198,85	-0,59
107	3180,00	30,00	196,70	-2,15
108	3210,00	30,00	193,84	-2,85
109	3240,00	30,00	193,01	-0,83
110	3270,00	30,00	190,07	-2,94
111	3300,00	30,00	189,80	-0,27
112	3330,00	30,00	188,87	-0,93
113	3360,00	30,00	187,60	-1,26
114	3390,00	30,00	186,00	-1,60
115	3420,00	30,00	185,19	-0,81
116	3450,00	30,00	184,71	-0,48
117	3480,00	30,00	184,24	-0,47
118	3510,00	30,00	183,87	-0,37
119	3540,00	30,00	182,91	-0,96
120	3570,00	30,00	182,30	-0,61
121	3600,00	30,00	181,71	-0,60
122	3630,00	30,00	181,22	-0,49
123	3660,00	30,00	180,08	-1,14
124	3690,00	30,00	178,73	-1,35
125	3720,00	30,00	177,34	-1,39
126	3750,00	30,00	175,35	-1,99
127	3780,00	30,00	173,99	-1,36
128	3810,00	30,00	172,75	-1,23
129	3840,00	30,00	171,85	-0,91
130	3870,00	30,00	171,79	-0,06
131	3900,00	30,00	171,43	-0,35
132	3930,00	30,00	170,83	-0,60
133	3960,00	30,00	170,10	-0,72

134	3990,00	30,00	170,09	-0,01
135	4020,00	30,00	170,79	0,70
136	4050,00	30,00	168,38	-2,42
137	4078,94	28,94	166,96	-1,42
			Σ	5,10
			D cumulée	0,12%

Tableau 23: Dénivelée cumulée "variante 02"

$$\Sigma D_h = 5.10 \text{ m}$$

$$LT = 4078.94 \text{ m}$$

$$\Rightarrow D_c = 0.12\%$$

❖ En Conclusion le Terrain est: Terrain Plat

3.2 -Sinuosité :

$L_s = 0 \text{ m}$ (on ne choisit pas des rayons inférieurs ou égaux 200 car la topographie le permet) , $LT = 4078.94 \text{ m}$ $\Rightarrow \sigma = \frac{0}{4078.94} = 0$

$$\Rightarrow \sigma = 0$$

❖ La sinuosité est : **faible**

On a :

Terrain Plat

Sinuosité faible

Ce qui nous donne un environnement **E1**

4. Vitesse de référence

Catégorie 2

L'environnement **E1**

$$\Rightarrow V_R = 100 \text{ km/h}$$

5. Les rayons en plan :

Dévers	C1
Dmin	-2,5%
Dmax	7,0%
Ft	0,130
F''	0,06

Tableau 24: récapitulatif "variante 02"

Rayons	Calculés	B 40	Dévers
RHm =	251,97 m	450 m	7.0%
RHN =	437,45 m	650 m	5.0%
RHd =	1007,87 m	1600 m	-2.50%
RHnd =	1439,82 m	2200 m	-2.50%

Tableau 25: les rayons en plan "variante 02"

❖ Le choix des rayons

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

$$R_1 = 1200m \quad R_2 = 1200m \quad R_3 = 650m$$

6. Détermination des éléments des Raccordements

❖ Tableau de résultats :

Rayon(m)	Tg (m)	Dev (m)	Biss (m)	Flèche (m)
1200	371,08	719,77	56,06	53,56
1200	540,94	1016,41	116,29	106,01
650	400,16	717,39	113,30	96,48

Tableau 26: les éléments des raccordements circulaires "variante 2"

7. La longueur total des alignements droits « LAD » et des arcs de cercles « LC » :

Alignements Droits (m)		Courbes (m)	
AT1	347,21	Dev(R1)	719,77
T'1T2	1,14	Dev(R2)	1016,41
T'2T3	857,10	Dev(R3)	717,39
T'3TB	419,92		
Σ	1625,37	Σ	2453,57 m
Lt =		4078,94 m	

Tableau 27: La longueur totale du tronçon alignements droits et de courbe "variante 2"

7.1 -Pourcentage Alignement droit :

% alignement Droit = 56% \Rightarrow condition non vérifiée. (voir page 21)

7.2 -Pourcentage Courbe :

% courbe = 44% \Rightarrow condition non vérifiée.

Longueur Totale	% Alignement Droit	% Courbe
4078,94	56%	44%

Tableau 28: pourcentage alignements droits et de courbe "variante 2"

Cubature approchée

N° de Profil	Distance entre profil	Mi dist	Long D'app	C.T.N	C. Projet	h	Deblai/ Remblai	Surface Deblai	Surface Remblai	Volume Deblai	Volume Remblai
A	0,00	0,00	30,00	172,06	172,06	0,00	P	-	-	-	-
1	30,00	30,00	60,00	173,86	172,98	0,88	D	23,13	-	1388,04	-
2	30,00	30,00	60,00	175,64	173,91	1,72	D	47,56	-	2853,50	-
3	30,00	30,00	60,00	176,87	174,84	2,03	D	56,84	-	3410,29	-
4	30,00	30,00	60,00	177,93	175,77	2,17	D	61,16	-	3669,35	-
5	30,00	30,00	60,00	178,44	176,70	1,74	D	48,07	-	2884,30	-
6	30,00	30,00	60,00	179,24	177,62	1,62	D	44,38	-	2662,61	-
7	30,00	30,00	60,00	180,40	178,55	1,84	D	51,20	-	3072,03	-
8	30,00	30,00	60,00	182,02	179,48	2,54	D	73,05	-	4382,82	-
9	30,00	30,00	60,00	183,12	180,41	2,71	D	78,70	-	4721,99	-
10	30,00	30,00	60,00	184,00	181,34	2,67	D	77,41	-	4644,62	-

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

11	30,00	30,00	60,00	184,59	182,26	2,32	D	66,17	-	3970,17	-
12	30,00	30,00	60,00	184,91	183,19	1,72	D	47,41	-	2844,45	-
13	30,00	30,00	60,00	185,49	184,12	1,37	D	37,04	-	2222,17	-
14	30,00	30,00	60,00	186,14	185,05	1,09	D	29,15	-	1748,72	-
15	30,00	30,00	60,00	187,06	185,98	1,08	D	28,78	-	1726,67	-
16	30,00	30,00	60,00	187,49	186,90	0,59	D	15,22	-	913,12	-
17	30,00	30,00	60,00	188,08	187,83	0,25	D	6,42	-	385,26	-
18	30,00	30,00	60,00	189,02	188,76	0,26	D	6,65	-	399,18	-
19	30,00	30,00	60,00	189,48	189,69	-0,21	R	-	-5,16	-	-309,40
20	30,00	30,00	60,00	190,75	190,61	0,13	D	3,33	-	199,57	-
21	30,00	30,00	60,00	191,72	191,54	0,18	D	4,50	-	269,85	-
22	30,00	30,00	60,00	192,64	192,47	0,17	D	4,17	-	249,95	-
23	30,00	30,00	60,00	193,55	193,40	0,15	D	3,71	-	222,44	-
24	30,00	30,00	60,00	195,47	194,33	1,14	D	30,45	-	1826,96	-
25	30,00	30,00	60,00	196,27	195,25	1,02	D	27,00	-	1620,27	-
26	30,00	30,00	60,00	197,06	196,18	0,87	D	22,97	-	1378,09	-
27	30,00	30,00	60,00	196,90	197,11	-0,22	R	-	-5,33	-	-319,73
28	30,00	30,00	60,00	195,27	198,04	-2,77	R	-	-61,52	-	-3691,12
29	30,00	30,00	60,00	195,24	198,97	-3,73	R	-	-79,28	-	-4757,07
30	30,00	30,00	60,00	196,51	199,89	-3,38	R	-	-73,11	-	-4386,72
31	30,00	30,00	60,00	197,62	200,82	-3,20	R	-	-69,82	-	-4188,95
32	30,00	30,00	60,00	202,77	201,75	1,03	D	27,20	-	1632,06	-
33	30,00	30,00	60,00	203,88	202,68	1,20	D	32,19	-	1931,32	-
34	30,00	30,00	60,00	204,40	203,61	0,80	D	20,82	-	1249,38	-
35	30,00	30,00	60,00	204,89	204,53	0,35	D	9,01	-	540,71	-
36	30,00	30,00	60,00	205,80	205,46	0,34	D	8,67	-	520,40	-
37	30,00	30,00	60,00	206,70	206,39	0,31	D	8,00	-	479,87	-
38	30,00	30,00	60,00	206,98	207,04	-0,07	R	-	-1,62	-	-97,25
39	30,00	30,00	60,00	206,58	206,56	0,01	D	0,35	-	21,02	-
40	30,00	30,00	60,00	206,41	206,08	0,32	D	8,21	-	492,33	-
41	30,00	30,00	60,00	206,54	205,60	0,94	D	24,80	-	1487,85	-
42	30,00	30,00	60,00	206,14	205,12	1,02	D	27,03	-	1621,95	-
43	30,00	30,00	60,00	205,94	204,64	1,30	D	35,04	-	2102,10	-
44	30,00	30,00	60,00	205,61	204,16	1,45	D	39,37	-	2362,46	-
45	30,00	30,00	60,00	207,07	203,68	3,38	D	101,78	-	6106,63	-
46	30,00	30,00	60,00	206,95	203,21	3,74	D	114,59	-	6875,40	-
47	30,00	30,00	60,00	204,94	202,73	2,21	D	62,64	-	3758,36	-
48	30,00	30,00	60,00	202,47	202,25	0,23	D	5,78	-	346,68	-
49	30,00	30,00	60,00	201,73	201,77	-0,04	R	-	-0,95	-	-56,91
50	30,00	30,00	60,00	198,46	200,64	-2,18	R	-	-49,79	-	-2987,33
51	30,00	30,00	60,00	196,11	199,52	-3,41	R	-	-73,69	-	-4421,68
52	30,00	30,00	60,00	194,86	198,40	-3,54	R	-	-75,90	-	-4553,80
53	30,00	30,00	60,00	193,49	197,27	-3,78	R	-	-80,26	-	-4815,83
54	30,00	30,00	60,00	192,19	196,15	-3,96	R	-	-83,27	-	-4996,03
55	30,00	30,00	60,00	191,26	195,03	-3,77	R	-	-80,00	-	-4800,13

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

56	30,00	30,00	60,00	190,85	193,90	-3,05	R	-	-66,95	-	-4016,85
57	30,00	30,00	60,00	189,54	192,78	-3,25	R	-	-70,61	-	-4236,81
58	30,00	30,00	60,00	188,47	191,66	-3,19	R	-	-69,54	-	-4172,20
59	30,00	30,00	60,00	188,65	190,54	-1,89	R	-	-43,61	-	-2616,85
60	30,00	30,00	60,00	189,92	189,41	0,50	D	12,98	-	778,86	-
61	30,00	30,00	60,00	190,87	188,29	2,58	D	74,55	-	4473,01	-
62	30,00	30,00	60,00	191,67	187,17	4,50	D	142,88	-	8572,50	-
63	30,00	30,00	60,00	190,21	186,04	4,16	D	130,11	-	7806,50	-
64	30,00	30,00	60,00	187,95	184,92	3,03	D	89,39	-	5363,10	-
65	30,00	30,00	60,00	186,03	183,80	2,24	D	63,46	-	3807,78	-
66	30,00	30,00	60,00	184,81	182,67	2,14	D	60,21	-	3612,74	-
67	30,00	30,00	60,00	183,59	181,55	2,04	D	57,34	-	3440,15	-
68	30,00	30,00	60,00	182,13	180,43	1,71	D	47,02	-	2820,94	-
69	30,00	30,00	60,00	180,66	179,30	1,36	D	36,77	-	2206,46	-
70	30,00	30,00	60,00	179,42	178,18	1,24	D	33,22	-	1993,22	-
71	30,00	30,00	60,00	177,25	177,06	0,19	D	4,88	-	292,85	-
72	30,00	30,00	60,00	172,74	176,86	-4,12	R	-	-85,98	-	-5158,52
73	30,00	30,00	60,00	166,48	177,55	-11,07	R	-	-154,21	-	-9252,48
74	30,00	30,00	60,00	166,38	178,23	-11,86	R	-	-155,84	-	-9350,35
75	30,00	30,00	60,00	170,52	178,92	-8,40	R	-	-139,47	-	-8368,37
76	30,00	30,00	60,00	177,50	179,61	-2,11	R	-	-48,30	-	-2897,87
77	30,00	30,00	60,00	180,95	180,30	0,65	D	16,88	-	1013,03	-
78	30,00	30,00	60,00	183,41	180,99	2,42	D	69,28	-	4157,08	-
79	30,00	30,00	60,00	185,82	181,68	4,14	D	129,10	-	7745,83	-
80	30,00	30,00	60,00	188,07	182,37	5,70	D	191,19	-	11471,57	-
81	30,00	30,00	60,00	189,86	183,06	6,81	D	239,59	-	14375,22	-
82	30,00	30,00	60,00	187,60	183,75	3,86	D	118,67	-	7119,99	-
83	30,00	30,00	60,00	187,75	184,43	3,32	D	99,43	-	5965,72	-
84	30,00	30,00	60,00	188,16	185,12	3,04	D	89,83	-	5389,70	-
85	30,00	30,00	60,00	189,47	185,81	3,66	D	111,41	-	6684,81	-
86	30,00	30,00	60,00	189,68	186,50	3,18	D	94,50	-	5669,76	-
87	30,00	30,00	60,00	189,66	187,19	2,48	D	71,10	-	4265,75	-
88	30,00	30,00	60,00	189,66	187,88	1,78	D	49,19	-	2951,52	-
89	30,00	30,00	60,00	189,20	188,57	0,63	D	16,37	-	982,33	-
90	30,00	30,00	60,00	187,46	189,26	-1,79	R	-	-41,57	-	-2494,04
91	30,00	30,00	60,00	186,62	189,94	-3,32	R	-	-72,05	-	-4323,06
92	30,00	30,00	60,00	186,71	190,63	-3,93	R	-	-82,75	-	-4965,22
93	30,00	30,00	60,00	186,58	191,32	-4,74	R	-	-96,08	-	-5764,74
94	30,00	30,00	60,00	188,29	192,01	-3,72	R	-	-79,11	-	-4746,53
95	30,00	30,00	60,00	189,18	192,70	-3,52	R	-	-75,52	-	-4531,19
96	30,00	30,00	60,00	191,00	193,39	-2,38	R	-	-53,92	-	-3234,99
97	30,00	30,00	60,00	193,59	194,08	-0,48	R	-	-11,84	-	-710,50
98	30,00	30,00	60,00	197,19	194,77	2,42	D	69,41	-	4164,82	-
99	30,00	30,00	60,00	198,79	195,45	3,34	D	100,23	-	6014,00	-
100	30,00	30,00	60,00	198,98	196,14	2,83	D	82,86	-	4971,83	-

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

101	30,00	30,00	60,00	199,08	196,83	2,25	D	63,78	-	3826,82	-	
102	30,00	30,00	60,00	198,81	197,52	1,29	D	34,78	-	2086,50	-	
103	30,00	30,00	60,00	198,86	198,21	0,65	D	16,94	-	1016,26	-	
104	30,00	30,00	60,00	199,44	198,90	0,54	D	13,96	-	837,84	-	
105	30,00	30,00	60,00	198,85	199,15	-0,30	R	-	-7,41	-	-444,60	
106	30,00	30,00	60,00	196,70	198,11	-1,42	R	-	-33,37	-	-2002,37	
107	30,00	30,00	60,00	193,84	197,07	-3,23	R	-	-70,32	-	-4219,03	
108	30,00	30,00	60,00	193,01	196,03	-3,03	R	-	-66,49	-	-3989,60	
109	30,00	30,00	60,00	190,07	194,99	-4,93	R	-	-98,91	-	-5934,89	
110	30,00	30,00	60,00	189,80	193,96	-4,16	R	-	-86,61	-	-5196,66	
111	30,00	30,00	60,00	188,87	192,92	-4,05	R	-	-84,81	-	-5088,82	
112	30,00	30,00	60,00	187,60	191,88	-4,27	R	-	-88,57	-	-5313,99	
113	30,00	30,00	60,00	186,00	190,84	-4,84	R	-	-97,51	-	-5850,79	
114	30,00	30,00	60,00	185,19	189,80	-4,61	R	-	-93,95	-	-5637,03	
115	30,00	30,00	60,00	184,71	188,76	-4,05	R	-	-84,83	-	-5089,84	
116	30,00	30,00	60,00	184,24	187,72	-3,48	R	-	-74,89	-	-4493,38	
117	30,00	30,00	60,00	183,87	186,68	-2,81	R	-	-62,41	-	-3744,72	
118	30,00	30,00	60,00	182,91	185,64	-2,73	R	-	-60,84	-	-3650,17	
119	30,00	30,00	60,00	182,30	184,60	-2,30	R	-	-52,19	-	-3131,38	
120	30,00	30,00	60,00	181,71	183,56	-1,86	R	-	-42,96	-	-2577,32	
121	30,00	30,00	60,00	181,22	182,52	-1,31	R	-	-30,92	-	-1855,32	
122	30,00	30,00	60,00	180,08	181,48	-1,41	R	-	-33,22	-	-1993,05	
123	30,00	30,00	60,00	178,73	180,45	-1,72	R	-	-39,98	-	-2398,61	
124	30,00	30,00	60,00	177,34	179,41	-2,07	R	-	-47,40	-	-2844,15	
125	30,00	30,00	60,00	175,35	178,37	-3,02	R	-	-66,40	-	-3983,91	
126	30,00	30,00	60,00	173,99	177,33	-3,34	R	-	-72,40	-	-4343,96	
127	30,00	30,00	60,00	172,75	176,29	-3,54	R	-	-75,91	-	-4554,88	
128	30,00	30,00	60,00	171,85	175,25	-3,40	R	-	-73,51	-	-4410,77	
129	30,00	30,00	60,00	171,79	174,21	-2,42	R	-	-54,72	-	-3283,45	
130	30,00	30,00	60,00	171,43	173,17	-1,74	R	-	-40,45	-	-2427,05	
131	30,00	30,00	60,00	170,83	172,13	-1,30	R	-	-30,90	-	-1853,98	
132	30,00	30,00	60,00	170,10	171,09	-0,99	R	-	-23,72	-	-1423,43	
133	30,00	30,00	60,00	170,09	170,05	0,04	D	1,00	-	60,14	-	
134	30,00	30,00	60,00	170,79	169,01	1,78	D	49,25	-	2955,16	-	
135	30,00	30,00	58,94	168,38	167,98	0,40	D	10,34	-	609,69	-	
B	28,94	28,94	28,94	166,96	166,97	-0,01	R	-	-0,32	-	-9,40	
										Σ	234698,44	-226969,06
										Excès de Déblai	7729,38	

III. Etude de la variante N°3 :

La variante une est composée des alignements droits AS₁, S₁S₂, S₂S₃, S₃S₄ et S₄B et raccordés par des arcs de cercle de Rayon R₁, R₂, R₃ et R₄.

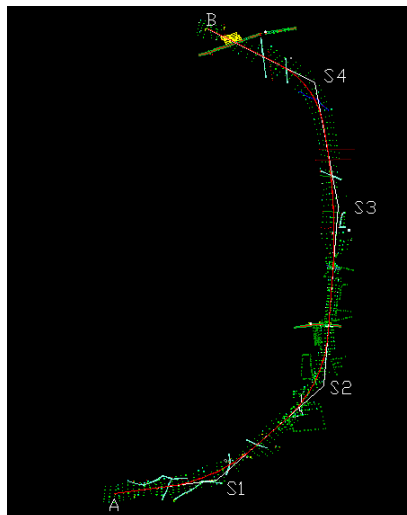


Figure09: tracé en plan de variante 03

2. Les coordonnées des sommets :

Pts	X (m)	Y (m)
A	242120,30	3979042,48
S1	242755,30	3979126,14
S2	243419,99	3979708,75
S3	243509,59	3980827,85
S4	243366,70	3981588,28
B	242700,28	3981923,74

Tableau 21: les coordonnées des sommets de l'axe de la "variante 2"

2.Calcul de gisements et des angles au centre :

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	635,00	83,66	91,6608			640,48
S1-S2	664,69	582,61	54,1833	$\beta_1 =$	37,4780	883,89
S2-S3	89,60	1119,10	5,0860	$\beta_2 =$	49,0970	1122,68
S3-S4	-142,89	760,43	388,1755	$\beta_3 =$	16,9110	773,73
S4-B	-666,43	335,46	329,6882	$\beta_3 =$	58,4870	746,09

Tableau 223: Les valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 2"

3.Détermination de l'environnement :

4.1-Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distance (m)		Altitude (m)	Dn (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	172,05	
2	30,00	30,00	173,94	1,89
3	60,00	30,00	175,75	1,81
4	90,00	30,00	177,19	1,44
5	120,00	30,00	178,31	1,12
6	150,00	30,00	178,81	0,50
7	180,00	30,00	179,23	0,42
8	210,00	30,00	180,35	1,12
9	240,00	30,00	181,97	1,62
10	270,00	30,00	183,07	1,10
11	300,00	30,00	184,23	1,16
12	330,00	30,00	184,88	0,66
13	360,00	30,00	185,38	0,49
14	390,00	30,00	185,64	0,27
15	420,00	30,00	186,36	0,71
16	450,00	30,00	187,36	1,00
17	480,00	30,00	188,01	0,66
18	510,00	30,00	188,26	0,24
19	540,00	30,00	189,32	1,06
20	570,00	30,00	189,74	0,43
21	600,00	30,00	190,95	1,21
22	630,00	30,00	191,74	0,79
23	660,00	30,00	192,61	0,87
24	690,00	30,00	193,53	0,91
25	720,00	30,00	195,33	1,80
26	750,00	30,00	196,25	0,92
27	780,00	30,00	196,75	0,50
28	810,00	30,00	196,97	0,22
29	840,00	30,00	194,79	-2,18
30	870,00	30,00	194,98	0,19
31	900,00	30,00	196,39	1,42
32	930,00	30,00	198,41	2,02
33	960,00	30,00	202,36	3,95
34	990,00	30,00	202,72	0,36
35	1020,00	30,00	203,91	1,19
36	1050,00	30,00	204,35	0,44
37	1080,00	30,00	205,65	1,31
38	1110,00	30,00	206,19	0,54

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

39	1140,00	30,00	206,75	0,56
40	1170,00	30,00	206,41	-0,34
41	1200,00	30,00	206,16	-0,24
42	1230,00	30,00	206,49	0,33
43	1260,00	30,00	206,27	-0,22
44	1290,00	30,00	206,23	-0,04
45	1320,00	30,00	205,95	-0,28
46	1350,00	30,00	206,87	0,93
47	1380,00	30,00	207,30	0,42
48	1410,00	30,00	205,78	-1,52
49	1440,00	30,00	203,06	-2,72
50	1470,00	30,00	202,69	-0,37
51	1500,00	30,00	198,91	-3,78
52	1530,00	30,00	196,69	-2,22
53	1560,00	30,00	195,48	-1,21
54	1590,00	30,00	193,95	-1,53
55	1620,00	30,00	192,54	-1,41
56	1650,00	30,00	191,55	-0,99
57	1680,00	30,00	191,23	-0,32
58	1710,00	30,00	189,74	-1,48
59	1740,00	30,00	188,61	-1,13
60	1770,00	30,00	188,64	0,03
61	1800,00	30,00	189,88	1,24
62	1830,00	30,00	190,98	1,10
63	1860,00	30,00	191,76	0,77
64	1890,00	30,00	190,65	-1,10
65	1920,00	30,00	188,36	-2,29
66	1950,00	30,00	186,45	-1,91
67	1980,00	30,00	185,02	-1,43
68	2010,00	30,00	183,77	-1,25
69	2040,00	30,00	182,47	-1,30
70	2070,00	30,00	181,41	-1,06
71	2100,00	30,00	180,10	-1,31
72	2130,00	30,00	177,71	-2,39
73	2160,00	30,00	173,69	-4,03
74	2190,00	30,00	166,64	-7,04
75	2220,00	30,00	166,22	-0,43
76	2250,00	30,00	169,84	3,62
77	2280,00	30,00	176,81	6,97
78	2310,00	30,00	181,07	4,26
79	2340,00	30,00	183,52	2,45
80	2370,00	30,00	186,09	2,57
81	2400,00	30,00	188,72	2,63
82	2430,00	30,00	191,11	2,39

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

83	2460,00	30,00	187,83	-3,27
84	2490,00	30,00	187,98	0,15
85	2520,00	30,00	188,25	0,27
86	2550,00	30,00	189,69	1,44
87	2580,00	30,00	189,83	0,14
88	2610,00	30,00	189,84	0,01
89	2640,00	30,00	189,80	-0,03
90	2670,00	30,00	189,42	-0,38
91	2700,00	30,00	188,10	-1,32
92	2730,00	30,00	186,70	-1,40
93	2760,00	30,00	186,70	0,00
94	2790,00	30,00	186,50	-0,20
95	2820,00	30,00	188,23	1,73
96	2850,00	30,00	188,93	0,70
97	2880,00	30,00	190,38	1,45
98	2910,00	30,00	192,74	2,36
99	2940,00	30,00	196,09	3,35
100	2970,00	30,00	197,67	1,58
101	3000,00	30,00	197,94	0,27
102	3030,00	30,00	198,14	0,20
103	3060,00	30,00	197,87	-0,27
104	3090,00	30,00	197,93	0,05
105	3120,00	30,00	198,63	0,70
106	3150,00	30,00	198,56	-0,07
107	3180,00	30,00	196,48	-2,09
108	3210,00	30,00	194,34	-2,13
109	3240,00	30,00	193,00	-1,34
110	3270,00	30,00	189,99	-3,01
111	3300,00	30,00	189,72	-0,27
112	3330,00	30,00	188,82	-0,90
113	3360,00	30,00	187,55	-1,27
114	3390,00	30,00	185,94	-1,60
115	3420,00	30,00	185,16	-0,78
116	3450,00	30,00	184,62	-0,54
117	3480,00	30,00	184,09	-0,54
118	3510,00	30,00	183,69	-0,39
119	3540,00	30,00	182,65	-1,04
120	3570,00	30,00	181,85	-0,80
121	3600,00	30,00	181,09	-0,76
122	3630,00	30,00	180,56	-0,53
123	3660,00	30,00	179,85	-0,71
124	3690,00	30,00	178,53	-1,32
125	3720,00	30,00	176,76	-1,78
126	3750,00	30,00	174,95	-1,81

127	3780,00	30,00	173,67	-1,28
128	3810,00	30,00	172,60	-1,07
129	3840,00	30,00	171,74	-0,86
130	3870,00	30,00	171,56	-0,18
131	3900,00	30,00	171,28	-0,28
132	3930,00	30,00	170,66	-0,62
133	3960,00	30,00	169,96	-0,70
134	3990,00	30,00	170,17	0,21
135	4020,00	30,00	170,53	0,36
136	4050,00	30,00	168,13	-2,40
137	4075,95	25,95	166,96	-1,17
			Σ	5,09
			D cumulée	0,12%

Tableau 23: Dénivelée cumulée "variante 02"

$$\left. \begin{array}{l} \Sigma Dh = 5,09 \text{ m} \\ LT = 4075,95 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow Dc = 0.12\%$$

❖ En Conclusion le Terrain est: Terrain Plat

4.2 -Sinuosité :

$L_s = 0$ (on ne choisit pas des rayons inférieurs ou égaux 200 car la topographie le permet)

$$\text{, } LT = 4075.95 \text{ m} \Rightarrow \sigma = \frac{0}{4776.53} = 0$$

$$\Rightarrow \sigma = 0$$

❖ La sinuosité est : faible

On a :

Terrain Plat
Sinuosité faible

} Ce qui nous donne un environnement **E1**

8. Vitesse de référence

Catégorie 2
L'environnement **E1**

} \Rightarrow **VR = 100 km/h**

9. Les rayons en plan :

Rayons	Calculés (m)	B 40 (m)	Dévers
RHm =	437,45	450	7.0%
RHN =	708,66	650	5.0%
RHd =	1574,80	1600	-2.50%
RHnd =	2249,72	2200	-2.50%

Tableau 24: les rayons en plan "variante 02"

Dévers	C1
<i>Dmin</i>	-2,5%
<i>Dmax</i>	7,0%
ft	0,130
F''	0,06

Tableau 25: récapitulatif "variante 02"

❖ Le choix des rayons

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

$$R_1 = 1000m \quad R_2 = 800m \quad R_3 = 3500m \quad R_4 = 500m$$

10. Détermination des éléments des Raccordements

❖ Tableau de résultats :

Rayon(m)	Tg (m)	Dev (m)	Biss (m)	Flèche (m)
1000	303,15	588,70	44,94	43,01
800	324,75	616,97	63,40	58,74
3500	467,60	929,70	31,10	30,82
500	247,32	459,36	57,83	51,83

Tableau 26: les éléments des raccordements circulaires "variante 2"

11. La longueur total des alignements droits « LAD » et des arcs de cercles « LC » :

Alignement droit (m)		Courbes (m)	
AT1	337,33	Dev (R1)	588,70
T'1T2	255,99	Dev (R2)	616,97
T'2T3	330,33	Dev (R3)	929,70
T'3TB	58,81	Dev (R3)	459,36
T'3TB	498,77		
Σ	1481,23	Σ	2594,73
<i>Lt</i> =		4075,96 m	

Tableau 27: La longueur totale du tronçon alignements droits et de courbe "variante 2"

8.1 -Pourcentage Alignement droit :

% alignement Droit = 36% ⇒ condition non vérifiée. (voir page 21)

8.2 -Pourcentage Courbe :

% courbe = 64% ⇒ condition non vérifiée.

Longueur Totale	% Alignement Droit	% Courbe
4075,96	36%	64%

Tableau 28 : pourcentage alignements droits et de courbe "variante 2"

Cubature approchée :

N° de Profil	Distance entre profil	Mi dist	Long D'app	C.T.N	C. Projet	h	Déblai/Remblai	Surface Déblai	Surface Remblai	Volume Déblai	Volume Remblai
A	0,00	0,00	15,00	172,05	172,05	0,00	P	-	-	-	-
1	30,00	15,00	30,00	173,94	172,98	0,96	D	25,33	-	759,80	-
2	30,00	15,00	30,00	175,75	173,91	1,84	D	51,05	-	1531,44	-
3	30,00	15,00	30,00	177,19	174,84	2,36	D	67,19	-	2015,82	-
4	30,00	15,00	30,00	178,31	175,77	2,55	D	73,37	-	2201,20	-
5	30,00	15,00	30,00	178,81	176,69	2,12	D	59,71	-	1791,31	-
6	30,00	15,00	30,00	179,23	177,62	1,61	D	44,05	-	1321,46	-
7	30,00	15,00	30,00	180,35	178,55	1,80	D	49,95	-	1498,54	-
8	30,00	15,00	30,00	181,97	179,48	2,50	D	71,71	-	2151,38	-
9	30,00	15,00	30,00	183,07	180,40	2,67	D	77,34	-	2320,33	-
10	30,00	15,00	30,00	184,23	181,33	2,90	D	85,01	-	2550,42	-
11	30,00	15,00	30,00	184,88	182,26	2,62	D	75,93	-	2277,84	-
12	30,00	15,00	30,00	185,38	183,19	2,19	D	61,94	-	1858,32	-

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

13	30,00	15,00	30,00	185,64	184,12	1,53	D	41,67	-	1250,18	-
14	30,00	15,00	30,00	186,36	185,04	1,31	D	35,41	-	1062,33	-
15	30,00	15,00	30,00	187,36	185,97	1,39	D	37,50	-	1125,07	-
16	30,00	15,00	30,00	188,01	186,90	1,11	D	29,71	-	891,34	-
17	30,00	15,00	30,00	188,26	187,83	0,43	D	11,03	-	330,82	-
18	30,00	15,00	30,00	189,32	188,76	0,56	D	14,52	-	435,71	-
19	30,00	15,00	30,00	189,74	189,68	0,06	D	1,51	-	45,16	-
20	30,00	15,00	30,00	190,95	190,61	0,34	D	8,65	-	259,42	-
21	30,00	15,00	30,00	191,74	191,54	0,20	D	5,11	-	153,34	-
22	30,00	15,00	30,00	192,61	192,47	0,15	D	3,68	-	110,46	-
23	30,00	15,00	30,00	193,53	193,40	0,13	D	3,35	-	100,55	-
24	30,00	15,00	30,00	195,33	194,32	1,00	D	26,56	-	796,68	-
25	30,00	15,00	30,00	196,25	195,25	0,99	D	26,33	-	789,96	-
26	30,00	15,00	30,00	196,75	196,18	0,57	D	14,63	-	438,92	-
27	30,00	15,00	30,00	196,97	197,11	-0,14	R	-	-3,51	-	-105,15
28	30,00	15,00	30,00	194,79	198,03	-3,25	R	-	-70,59	-	-2117,85
29	30,00	15,00	30,00	194,98	198,96	-3,98	R	-	-83,73	-	-2511,83
30	30,00	15,00	30,00	196,39	199,89	-3,50	R	-	-75,18	-	-2255,34
31	30,00	15,00	30,00	198,41	200,82	-2,41	R	-	-54,40	-	-1632,05
32	30,00	15,00	30,00	202,36	201,75	0,61	D	15,92	-	477,46	-
33	30,00	15,00	30,00	202,72	202,67	0,05	D	1,23	-	36,86	-
34	30,00	15,00	30,00	203,91	203,60	0,31	D	7,82	-	234,49	-
35	30,00	15,00	30,00	204,35	204,53	-0,18	R	-	-4,54	-	-136,25
36	30,00	15,00	30,00	205,65	205,46	0,19	D	4,91	-	147,19	-
37	30,00	15,00	30,00	206,19	206,39	-0,20	R	-	-4,84	-	-145,11
38	30,00	15,00	30,00	206,75	207,04	-0,29	R	-	-7,09	-	-212,78
39	30,00	15,00	30,00	206,41	206,56	-0,15	R	-	-3,70	-	-111,08
40	30,00	15,00	30,00	206,16	206,08	0,09	D	2,16	-	64,83	-
41	30,00	15,00	30,00	206,49	205,60	0,89	D	23,49	-	704,80	-
42	30,00	15,00	30,00	206,27	205,12	1,15	D	30,82	-	924,57	-
43	30,00	15,00	30,00	206,23	204,64	1,59	D	43,66	-	1309,84	-
44	30,00	15,00	30,00	205,95	204,16	1,79	D	49,53	-	1485,77	-
45	30,00	15,00	30,00	206,87	203,68	3,20	D	95,19	-	2855,61	-
46	30,00	15,00	30,00	207,30	203,20	4,10	D	127,68	-	3830,33	-
47	30,00	15,00	30,00	205,78	202,72	3,06	D	90,48	-	2714,31	-
48	30,00	15,00	30,00	203,06	202,24	0,82	D	21,56	-	646,91	-
49	30,00	15,00	30,00	202,69	201,76	0,93	D	24,52	-	735,59	-
50	30,00	15,00	30,00	198,91	200,64	-1,72	R	-	-40,13	-	-1203,83
51	30,00	15,00	30,00	196,69	199,51	-2,82	R	-	-62,61	-	-1878,17
52	30,00	15,00	30,00	195,48	198,39	-2,91	R	-	-64,36	-	-1930,76
53	30,00	15,00	30,00	193,95	197,27	-3,32	R	-	-71,98	-	-2159,33
54	30,00	15,00	30,00	192,54	196,14	-3,61	R	-	-77,16	-	-2314,94
55	30,00	15,00	30,00	191,55	195,02	-3,48	R	-	-74,80	-	-2243,98
56	30,00	15,00	30,00	191,23	193,90	-2,67	R	-	-59,64	-	-1789,22
57	30,00	15,00	30,00	189,74	192,77	-3,03	R	-	-66,61	-	-1998,21

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN

58	30,00	15,00	30,00	188,61	191,65	-3,04	R	-	-66,76	-	-2002,75
59	30,00	15,00	30,00	188,64	190,53	-1,89	R	-	-43,70	-	-1310,97
60	30,00	15,00	30,00	189,88	189,41	0,47	D	12,19	-	365,61	-
61	30,00	15,00	30,00	190,98	188,28	2,70	D	78,50	-	2355,04	-
62	30,00	15,00	30,00	191,76	187,16	4,60	D	146,74	-	4402,20	-
63	30,00	15,00	30,00	190,65	186,04	4,62	D	147,48	-	4424,33	-
64	30,00	15,00	30,00	188,36	184,91	3,45	D	104,14	-	3124,17	-
65	30,00	15,00	30,00	186,45	183,79	2,67	D	77,28	-	2318,35	-
66	30,00	15,00	30,00	185,02	182,67	2,35	D	67,16	-	2014,86	-
67	30,00	15,00	30,00	183,77	181,54	2,23	D	63,18	-	1895,33	-
68	30,00	15,00	30,00	182,47	180,42	2,05	D	57,52	-	1725,68	-
69	30,00	15,00	30,00	181,41	179,30	2,11	D	59,46	-	1783,78	-
70	30,00	15,00	30,00	180,10	178,17	1,93	D	53,81	-	1614,20	-
71	30,00	15,00	30,00	177,71	177,05	0,66	D	17,21	-	516,22	-
72	30,00	15,00	30,00	173,69	176,85	-3,17	R	-	-69,15	-	-2074,35
73	30,00	15,00	30,00	166,64	177,54	-10,90	R	-	-153,69	-	-4610,60
74	30,00	15,00	30,00	166,22	178,23	-12,01	R	-	-156,01	-	-4680,38
75	30,00	15,00	30,00	169,84	178,92	-9,08	R	-	-144,55	-	-4336,40
76	30,00	15,00	30,00	176,81	179,61	-2,80	R	-	-62,14	-	-1864,22
77	30,00	15,00	30,00	181,07	180,30	0,78	D	20,30	-	609,10	-
78	30,00	15,00	30,00	183,52	180,99	2,54	D	73,01	-	2190,43	-
79	30,00	15,00	30,00	186,09	181,67	4,41	D	139,54	-	4186,11	-
80	30,00	15,00	30,00	188,72	182,36	6,35	D	219,41	-	6582,30	-
81	30,00	15,00	30,00	191,11	183,05	8,05	D	298,65	-	8959,51	-
82	30,00	15,00	30,00	187,83	183,74	4,09	D	127,38	-	3821,38	-
83	30,00	15,00	30,00	187,98	184,43	3,55	D	107,58	-	3227,47	-
84	30,00	15,00	30,00	188,25	185,12	3,13	D	92,91	-	2787,33	-
85	30,00	15,00	30,00	189,69	185,81	3,88	D	119,73	-	3591,85	-
86	30,00	15,00	30,00	189,83	186,50	3,34	D	100,06	-	3001,75	-
87	30,00	15,00	30,00	189,84	187,18	2,65	D	76,85	-	2305,49	-
88	30,00	15,00	30,00	189,80	187,87	1,93	D	53,81	-	1614,20	-
89	30,00	15,00	30,00	189,42	188,56	0,86	D	22,47	-	674,15	-
90	30,00	15,00	30,00	188,10	189,25	-1,15	R	-	-27,50	-	-824,87
91	30,00	15,00	30,00	186,70	189,94	-3,24	R	-	-70,58	-	-2117,29
92	30,00	15,00	30,00	186,70	190,63	-3,93	R	-	-82,82	-	-2484,67
93	30,00	15,00	30,00	186,50	191,32	-4,82	R	-	-97,24	-	-2917,11
94	30,00	15,00	30,00	188,23	192,01	-3,78	R	-	-80,18	-	-2405,30
95	30,00	15,00	30,00	188,93	192,70	-3,77	R	-	-80,04	-	-2401,11
96	30,00	15,00	30,00	190,38	193,38	-3,01	R	-	-66,13	-	-1983,99
97	30,00	15,00	30,00	192,74	194,07	-1,34	R	-	-31,64	-	-949,12
98	30,00	15,00	30,00	196,09	194,76	1,33	D	35,76	-	1072,75	-
99	30,00	15,00	30,00	197,67	195,45	2,22	D	62,73	-	1882,03	-
100	30,00	15,00	30,00	197,94	196,14	1,80	D	49,83	-	1494,89	-
101	30,00	15,00	30,00	198,14	196,83	1,31	D	35,41	-	1062,33	-
102	30,00	15,00	30,00	197,87	197,52	0,36	D	9,09	-	272,70	-

**ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
TRACE EN PLAN**

103	30,00	15,00	30,00	197,93	198,21	-0,28	R	-	-6,87	-	-206,18	
104	30,00	15,00	30,00	198,63	198,89	-0,27	R	-	-6,58	-	-197,38	
105	30,00	15,00	30,00	198,56	199,14	-0,58	R	-	-14,19	-	-425,62	
106	30,00	15,00	30,00	196,48	198,11	-1,63	R	-	-38,05	-	-1141,49	
107	30,00	15,00	30,00	194,34	197,07	-2,72	R	-	-60,64	-	-1819,22	
108	30,00	15,00	30,00	193,00	196,03	-3,03	R	-	-66,49	-	-1994,80	
109	30,00	15,00	30,00	189,99	194,99	-5,00	R	-	-99,94	-	-2998,20	
110	30,00	15,00	30,00	189,72	193,95	-4,23	R	-	-87,82	-	-2634,72	
111	30,00	15,00	30,00	188,82	192,91	-4,09	R	-	-85,52	-	-2565,66	
112	30,00	15,00	30,00	187,55	191,87	-4,33	R	-	-89,42	-	-2682,58	
113	30,00	15,00	30,00	185,94	190,83	-4,89	R	-	-98,31	-	-2949,22	
114	30,00	15,00	30,00	185,16	189,79	-4,63	R	-	-94,36	-	-2830,81	
115	30,00	15,00	30,00	184,62	188,75	-4,13	R	-	-86,21	-	-2586,30	
116	30,00	15,00	30,00	184,09	187,71	-3,63	R	-	-77,56	-	-2326,66	
117	30,00	15,00	30,00	183,69	186,67	-2,98	R	-	-65,64	-	-1969,16	
118	30,00	15,00	30,00	182,65	185,64	-2,98	R	-	-65,64	-	-1969,16	
119	30,00	15,00	30,00	181,85	184,60	-2,75	R	-	-61,09	-	-1832,70	
120	30,00	15,00	30,00	181,09	183,56	-2,47	R	-	-55,63	-	-1668,87	
121	30,00	15,00	30,00	180,56	182,52	-1,96	R	-	-45,14	-	-1354,12	
122	30,00	15,00	30,00	179,85	181,48	-1,63	R	-	-38,09	-	-1142,79	
123	30,00	15,00	30,00	178,53	180,44	-1,91	R	-	-44,06	-	-1321,79	
124	30,00	15,00	30,00	176,76	179,40	-2,65	R	-	-59,13	-	-1773,87	
125	30,00	15,00	30,00	174,95	178,36	-3,41	R	-	-73,69	-	-2210,84	
126	30,00	15,00	30,00	173,67	177,32	-3,65	R	-	-77,93	-	-2337,83	
127	30,00	15,00	30,00	172,60	176,28	-3,69	R	-	-78,55	-	-2356,37	
128	30,00	15,00	30,00	171,74	175,24	-3,50	R	-	-75,30	-	-2259,12	
129	30,00	15,00	30,00	171,56	174,20	-2,65	R	-	-59,19	-	-1775,64	
130	30,00	15,00	30,00	171,28	173,16	-1,89	R	-	-43,61	-	-1308,43	
131	30,00	15,00	30,00	170,66	172,13	-1,47	R	-	-34,57	-	-1037,01	
132	30,00	15,00	30,00	169,96	171,09	-1,13	R	-	-26,93	-	-807,83	
133	30,00	15,00	30,00	170,17	170,05	0,12	D	3,10	-	92,93	-	
134	30,00	15,00	30,00	170,53	169,01	1,52	D	41,50	-	1244,85	-	
135	30,00	15,00	27,98	168,13	167,97	0,16	D	4,06	-	113,69	-	
136	25,95	12,98	12,98	166,96	167,07	-0,11	R	-	-2,74	-	-35,53	
										Σ	123563,37	-116228,92
										Excès de Déblai	7334,45 m³	

Le choix de la variante :

Pour le choix de la variante, on adresse un tableau comparatif des avantages et inconvénients des deux solutions étudiés.

Ce tableau tient compte plusieurs paramètres fort importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux conditions du projet.

Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2	Variante N° 3s	V1	V2	V3
Longueur totale de l'itinéraire	m	4079.31	4078.94	4075,95	+	+	+
Pourcentage Alignement droit	%	60	56	36	+	-	-
Pourcentage courbe	%	40	44	64	+	-	-
Nombre de courbes		2	3	4	+	-	-
Déblai - Remblai	m ³	333,35	7729,38	7334,45	+	-	-
					5	1	1

Tableau 29: Comparaison entre les deux variantes

On remarque après la comparaison entre les critères des trois variantes que la **variante 01** présente un plus avantage. (Voir tableau 29)

Le raccordement progressif

1. Introduction :

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

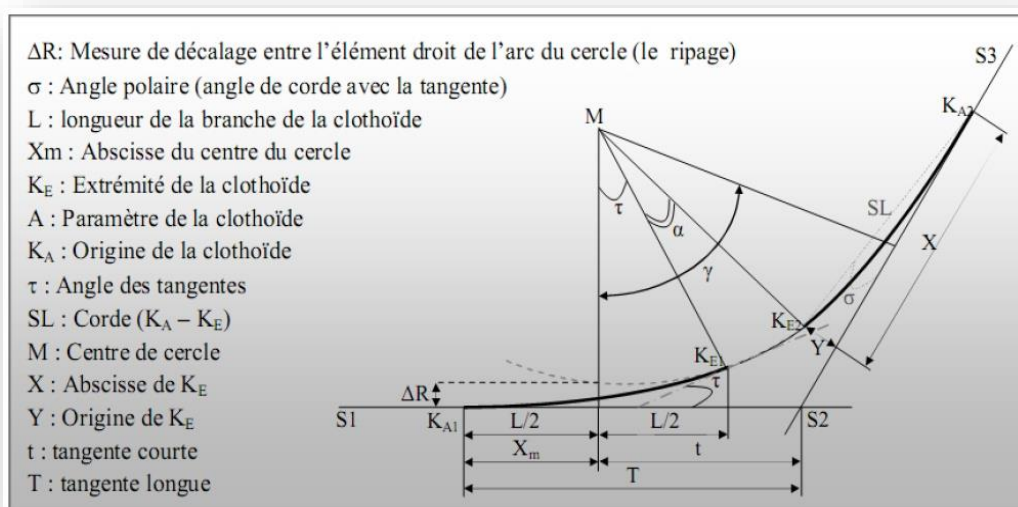
La courbe de raccordement la plus utilisée est la Clothoïde grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de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

2. Définition de la Clothoïde :

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbe décroît d'une façon continue de 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.



Paramètre de la clothoïde		
R	Rayon	
L	Longueur de la clothoïde	
A	Paramètre de la clothoïde	$A = \sqrt{R \cdot L}$
β	Angle au sommet	
α	Angle au centre	$\alpha = 200 - \beta$
τ	Angle des tangents	$\tau = \frac{L}{2R}$
γ	Angle au centre Partie circulaire	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$
X_{KE}	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde.	$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$
Y_{KE}	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$
σ	Angle Polaire	$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$
L cercle	Long, de la partie circulaire	D cercle : $D = \frac{\pi R \theta}{200}$
SL	Longueur de la corde KA-KE	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$
X_O	abscise du Centre	$X_O = X_{KE} - R \sin \tau$
Y_O	Ordonnées du centre (m)	$Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$
KA-O	Distance Ka-centre	$KAO = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2}$
DR	Ripage	$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$
DT	Développée totale	$DT = 2L + D_{cercle}$
T	distance S-KA	$T = X_O + (R + \Delta R) \cotg(\alpha/2)$
TK	Courte tangente	$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$
TL	Longue tangente	$TL = X_{KE} - \left(\frac{Y_{KE}}{\cos \tau} \right)$
T		
Biss	Bissectrice	$B = \frac{(R + \Delta R)}{\cos \frac{\alpha}{2}}$

Tableau 16 : élément de la clothoïde

3. 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 : $A^2 = R.L$

Le calcul des caractéristiques de ces raccordements 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.

4. Longueur de raccordements :

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

4.1-Condition optique :

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

On admet en général que : pour être perceptible un raccordement doit correspondre à un changement de direction en plan supérieur ou égale à 3, comme le raccordement progressif est une clothoïde cette condition peut S'écrire :

$$R > A \geq R/3$$

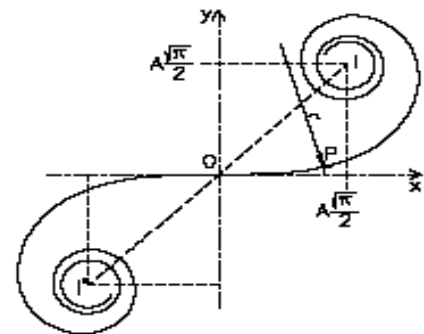


Figure 17 : la propriété de clothoïde

D'après les règles générales de B (40) :

- Pour $R \leq 1500\text{m}$ $\Delta R = 1\text{m}$

$$L_1 \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

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

$$L_1 \geq R/9$$

- si $R > 5000 \text{ m}$

$$L_1 \geq 7.75 \sqrt{R}$$

4.2-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 dynamique », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale des véhicules.

$$L_2 \geq \frac{V_r^2}{18} \cdot \left(\frac{V_r^2}{127 R} - \Delta d \right)$$

Avec :

- ✓ **V_r**: vitesse de référence en (km/h).
- ✓ **R**: rayon en (m).
- ✓ **Δd**: variation de dévers.

4.3-Condition de gauchissement :

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

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

Avec :

- ✓ **L**:longueur de raccordement.
- ✓ **l** : largeur de la chaussée.
- ✓ **Δd** : variation de dévers.

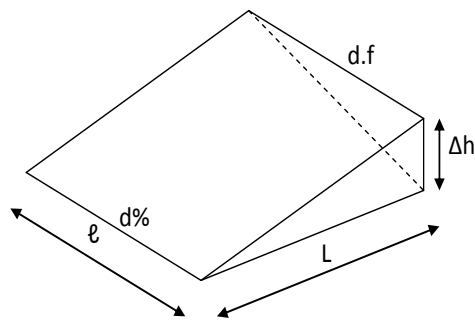


Figure 18: Condition de gauchissement

5. Vérification de non chevauchement :

Les cas	le schéma	Clothoïde
$\tau = \frac{\beta}{2}$		Clothoïde sans arc de cercle.
$\tau < \frac{\beta}{2}$		Clothoïde avec arc de cercle.
$\tau > \frac{\beta}{2}$		Clothoïde impossible

Figure 19:vérification de non chevauchement

6. Notion de devers :

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

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

❖ **Devers en alignement :**

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

Il est pris égal à:

$d_{min} = 2.5\%$

❖ **Devers en courbe :**

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.
- Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

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	7%	7%	7%
Cat 1-2	8%	8%	7%
Cat 3-4-5	9%	9%	9%

Tableau 46: Devers en fonction de l'environnement

7. Détermination des dévers aux rayons en plan

- **1^{er} cas :**

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

- **2^{ème} cas :**

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

- **3^{ème} cas :**

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

$$\frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{HN}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

- **4^{ème} cas :**

Le rayon choisi : $R_{Hm} < R < R_{HN} \rightarrow$ la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

$$\frac{d(R) - d(R_{HN})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{HN}}} = \frac{d(R_{Hm}) - d(R_{HN})}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}}$$

Application au projet :

1-Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisi

Rayon en plan	R _{Hm}	R _{HN}	R _{Hd}	R _{HNd}
Valeur calculé(m)	437,45	708,66	1574,80	2249,72
Valeur de B 40	450	650	1600	2200
Dévers (%)	7	5	2.5	2.5

Tableau 47: les dévers des rayons en plan

- **1^{eme} rayon :**

$R = 1200 \text{ m} \Rightarrow RHN \leq R \leq RHd \Rightarrow$ Interpolation entre devers RHN et celui de RHd.

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

- **2^{eme} rayon :**

$R = 650 \text{ m} \Rightarrow$ Le rayon choisi : **RHm < R < RHN** \rightarrow la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en 1/R.

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

R	d (R)	$\Delta d = d (R) - d_{min}$
1200m	3,07%	5.57%
650m	5,00%	7.50%

Tableau 48: les dévers associés aux rayons de la variante choisi

2- calcul des paramètres d'un chaque Clothoïde :

Paramètre de la clothoïde		Virage 1	Virage 2
R	Rayon (m)	1200	650
L	Longueur de la clothoïde (m)	170	125
A	Paramètre de la clothoïde (m)	451,66	285,04
α	Angle au sommet	107,8930	129,7380
β	Angle au centre	92,1070	70,2620
τ	Angle des tangentes	4,5090	6,1210
γ	Angle au centre Partie circulaire	83,0890	58,0200
XKE	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde. (m)	170,00	125,00
YKE	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde. (m)	4,01	4,01
σ	Angle Polaire	1,5029	2,0397
L cercle	Long, de la partie circulaire (m)	1566,19	592,39
SL	Longueur de la corde KA-KE (m)	170,05	125,06
Xo	Abscisse du centre (m)	85,08	62,60
Yo	Ordonnées du centre (m)	1201,01	651,00
KA-O	Distance Ka-centre (m)	1204,02	654,00
DR	Ripage (m)	1,00	1,00
DT	Développée totale (m)	1906,19	842,39
T	Distance S-KA (m)	1145,70	463,38
TK	Courte tangente (m)	56,72	41,73
TL	Longue tangente (m)	165,98	120,97
T		1060,62	400,78
Biss		402,28	114,48

Tableau 50: les éléments de la clothoïde de la varaité choisi

3-Calcul de la longueur de Clothoïde et la vérification de non chevauchement :

N° Virages	Conditions				$\beta_i/2$ (gr)	Lmax (m)	L choisie (m)
	Gauchissement	Confort Dynamique	Optique	Non chevauchement			
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	τ (gr)			
1	38,99	36,14	169,71	4,5016	46,05400	169,71	170
2	52,50	66,88	124,90	6,1164	35,1310	124,90	125

4-Variation du dévers 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.

➤ **Méthode de calcul des dévers en clothoïde :**

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

Bord extérieur :

$$d_{ext} = \left(\frac{\Delta d}{L} \cdot x \right) - 2.5$$

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

Calcul des devers extérieures et intérieurs

Les calculs des devers extérieurs et intérieurs de chaque profil tous les 10 m se trouve dans les tableaux suivants :

• **Clothoïde 1**

- R = 1200m L = 170 m d(R) = 3,07% dmin = 2.50% Δd = 5.57%

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 170}{5.57} = 183.12m$$

L =	170,00 m	x =	183,12 m
N° Profil	xi	Dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-2,17%	-2,50%
P2	20	-1,84%	-2,50%
P3	30	-1,52%	-2,50%
P4	40	-1,19%	-2,50%
P5	50	-0,86%	-2,50%
P6	60	-0,53%	-2,50%
P7	70	-0,21%	-2,50%
P8	80	0,12%	-2,50%
P9	90	0,45%	-2,50%
P10	100	0,78%	-2,50%
P11	110	1,10%	-2,50%
P12	120	1,43%	-2,50%
P13	130	1,76%	-2,50%

P14	140	2,09%	-2,50%
P15	150	2,41%	-2,50%
P16	160	2,74%	2,74%
KE	170	3,07%	3,07%

Tableau 51 : Variation de devers pour le rayon 1200m

- Clothoïde 2**

R = 650 m L = 125 m d(R) = 5.00 % dmin = 2.50% Δd = 7.50%

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 125}{7.50} = 100.00m$$

L = 125,00 m		x = 100,00 m	
N° Profil	Xi	Dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-1,90%	-2,50%
P2	20	-1,30%	-2,50%
P3	30	-0,70%	-2,50%
P4	40	-0,10%	-2,50%
P5	50	0,50%	-2,50%
P6	60	1,10%	-2,50%
P7	70	1,70%	-2,50%
P8	80	2,30%	-2,50%
P9	90	2,90%	-2,50%
P10	100	3,50%	3,50%
P11	110	4,10%	4,10%
P12	120	4,70%	4,70%
KE	125,00 m	5,00%	5,00%

Tableau 52 : Variation de devers pour le rayon 650m

Etude de trafic

1. Introduction :

L'étude du trafic est une phase fondamentale qui doit intervenir à l'amont de toute réflexion relative à un projet routier. Elle permet de déterminer l'intensité du trafic et son agressivité (poids lourds). Le dimensionnement du corps de chaussée nécessite la connaissance du trafic journalier moyen annuel (TJMA) ainsi que sa répartition sur les différentes catégories de véhicules.

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 du trafic :

Pour connaître en un point et un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage, ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriée.

L'analyse de circulation sur les diverses artères des réseaux routiers sont nécessaire pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, et par la détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales
- Comptages sur routes.
- Enquête de circulation

3. Différents types de trafics :

3.1-Trafic normal :

C'est un trafic recensé sur l'itinéraire de la route avant son aménagement à une année donnée.

3.2-Trafic dévié (dérivé) :

C'est le trafic dévié sur d'autre itinéraire suite au faible niveau de service offert par la route avant aménagement.

3.3-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.

3.4.-Trafic total :

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

4. Prolongation de l'évolution passée :

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

Le trafic T_n à l'année horizon sera :

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

Où:

- ✓ T_0 : est le trafic à l'année l'origine.
- ✓ τ : le taux de croissance
- ✓ n : durée de vie.

5. Calcul de la capacité :

La capacité et le nombre de véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route « ou deux directions » avec des caractéristiques géométriques de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

5.1-Projection future du trafic :

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

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

Avec :

$TJMA_h$: Le trafic à l'année horizon.

$TJMA_0$: Le trafic à l'année de référence.

n : Nombre d'année.

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

5.2-La procédure de détermination de nombre de voies :

Le choix du nombre de voie résulte de la comparaison entre l'offre et la demande. C'est-à-dire, le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.

Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

5.3-Calcul de TJMA à horizon :

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

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

T_0, τ, n : sont définies précédemment.

❖ Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de :

- Type de route et de l'environnement :

Pour cela, on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les (PL) en (U.V.P).(unité de véhicule particulier).

Le trafic effectif est donné par la relation :

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

Avec :

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j).

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2,5	5	10
4 voies et +	2	4	8

Tableau 01: valeurs du coefficient P

Ce tableau nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « P » pour le poids lourd en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

❖ Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une **fraction** du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

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

Avec :

- ✓ $\left(\frac{1}{n}\right)$: Coefficient de pointe prise égale 0.12.
- ✓ Q : est exprimé en UVP/h.

❖ Débit horaire admissible

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

$$Q_{\text{adm}} (\text{uvp/h}) = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}}$$

Avec :

- ✓ K_1 : coefficient lié à l'environnement.

- ✓ **K₂** : coefficient de réduction de capacité.
- ✓ **C_{th}**: capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.
- ✓ **Valeur de K₁** :

La valeur de k₁ est en fonction de l'environnement dans le tableau suivant :

Coefficient K ₁			
Environnement	E1	E2	E3
K ₁	0,75	0,85	0,90 à 0,95

Tableau 02: Valeurs de K₁ en fonction de l'environnement

- ✓ **Valeurs de K₂** :

Coefficient K ₂					
Environnement	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Tableau 03: Valeurs de K₂ en fonction de l'environnement.

- ✓ **Valeurs de C_{th}** : Capacité théorique du profil en travers en régime stable

Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau 041: Valeurs de capacité théorique

- ❖ **Calcul du nombre de voie :**
- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :**

On compare Q à Q_{adm} et en prend le profil permettant d'avoir :

$$\Rightarrow Q_{adm} = Q$$

▪ **Cas d'une chaussée unidirectionnelle :**

Dans ce cas il ya lieu de tenir compte d'un coefficient de dissymétrie $S=2/3$

D'un sens le plus chargé par rapport a l'autre.

Le nombre de voie est calculé par les relations suivantes :

- Chaussé bidirectionnelle :

$$N = Q/d$$

- Chaussé unidirectionnelle :

$$N = S \cdot Q / d \Rightarrow N = \frac{2}{3} \times \frac{Q}{d}$$

Avec :

- ✓ **S** : coefficient dissymétrie en général.
- ✓ **Q_{adm}** : débit admissible par voie.

✓ **Application au projet :**

Les données de trafic :

TMJA	5000 V/J
τ	6%
% Poids lourd	20%
Durée de vie	20
Coefficient d'équivalence P	3
K_1	0.75
K_2	1
Durée d'étude et d'exécution	6

1-Trafic à l'année de mise service:

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^6 = 5000 (1 + 0.06)^6 \Rightarrow T_1 = \mathbf{7093 \text{ V/J}}$$

2-Le trafic de l'année horizon à la 20ème année « durée de vie »:

$$T_n = T_1 (1 + \tau)^n = 7093 (1 + 0.06)^{20} \Rightarrow T_{20} = \mathbf{22749 \text{ UVP/J}}$$

3-Trafics Effectifs à l'année horizon :

$$T_{\text{eff1}} = [(1 - Z) + P.Z] \times T_1 = [(1 - 0.20) + 3 \times 0.20] \times 7093$$

$$\Rightarrow T_{\text{eff1}} = 9930 \text{ UVP/J}$$

$$T_{\text{effn}} = [(1 - Z) + P.Z] \times T_{20} = [(1 - 0.20) + 3 \times 0.20] \times 22749$$

$$\Rightarrow T_{\text{effn}} = 31849 \text{ UVP/J}$$

4-Débit de point horaire à l'année horizon :

$$Q = 0.12 T_{\text{eff}} \quad Q = 0.12 \times 31849$$

$$\Rightarrow Q = 3981 \text{ UVP/h}$$

5-Débit horaire admissible « d » :

$$d = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}} = 0.75 \times 1 \times 1800$$

$$\Rightarrow d = 1350 \text{ UVP/h}$$

6-Nombre de voie :

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{Q}{d} \quad \Rightarrow N = \frac{2}{3} \times \frac{3981}{1350} = 1.96 \quad \Rightarrow N = 2 \text{ Voies par sens}$$

Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Trafic de l'année de mise en service T1	7093 V/J
Trafic de l'année horizon T20	22749 UVP/J
T _{eff1}	9930 UVP/J
T _{effn}	31849
Débit horaire prévisible "Q"	3981 UVP/h
C _{th}	1800 UVP/h
Débit admissible "d"	1350 UVP/h
Nombre de voie par sens	2

Tableau 052 : Résultats de calcul trafic

Profil en long

1. Définition :

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé, il est toujours composé d'éléments de lignes droites inclinées (rampes et pentes) et arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du trace et une bonne perception des points singuliers.

Afin d'éviter des terrassement importants une correction de la ligne rouge sera exécutée tout en respectant les conditions techniques d'aménagements des routes.

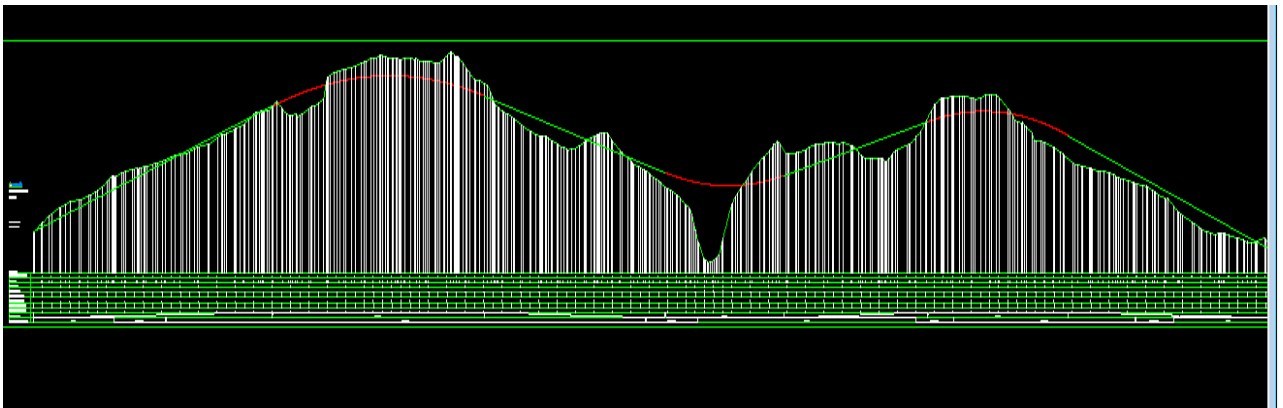


Figure09 : profil en long de variante choisi

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

La ligne rouge : c'est la ligne du projet qui doit tenir compte des critères suivants :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Les sections où la visibilité de dépassement est assurée doivent alterner fréquemment avec celles où ne peut pas l'être.
- Eviter les hauteurs excessives des remblais.

- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre le volume des remblais et le volume des déblais.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Il faut éviter de placer un point bas du profil en long dans une zone de déblai et en sens inverse, il est contre indiqué de prévoir un remblai dans un point haut.
- Comme pour les tracés en plan, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à certaines règles, notamment :
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercle et d'arcs à courbe progressive de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

3. Tracé de la ligne rouge :

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire, mais il doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la stabilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Parmi ces conditions il a lieu :

- De ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les règlements ;
- D'adapter le terrain pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux ;
- De rechercher un équilibre entre le volume des déblais et le volume des remblais ;
- D'éviter de maintenir une forte déclivité sur de grande distances ;
- D'éviter les hauteurs excessives des remblais ;
- D'assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long ;
- De prévoir le raccordement avec le réseau routier existant ;

4. Coordination du tracé en plan et du profil en long :

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

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

5. Eléments constituant la ligne rouge :

Sur le profil en long terrain naturel qui est constitué par des fichiers de commande du logiciel **COVADIS** en utilisant la coordonnée z comme étant la cote projet de la route, on a conçu la ligne rouge de notre dédoublement qui est lui-même constituée de :

A- Les alignements :

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

B- Déclivité :

On appelle déclivité d'une route, la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

Le raccordement entre une pente et une rampe se fait par un arc de cercle dont la nature est fixée par la différence m des deux déclivités

- Raccordement pente- rampe ($m < 0$) : arc concave.
- Raccordement rampe- pente ($m > 0$) : arc convexe.

B-1 -Déclivité minimale :

La pente d'une route ne doit pas être au-dessous de 0.5 % et de préférence 1 %, dans les zones où le terrain est plat, afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux de pluie le long de la route au bord de la chaussée.

B-2 -Déclivité maximale :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500 m Elle dépend de :

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).
- Condition d'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tous les véhicules.
- Vitesse minimale du poids lourd.

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

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

Tableau 30: Valeur de déclivité maximale

Remarque :

L'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

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

➤ Application au projet :

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

6. Raccordement en profil en long :

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

A cet effet, le passage d'une déclivité à une 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 :

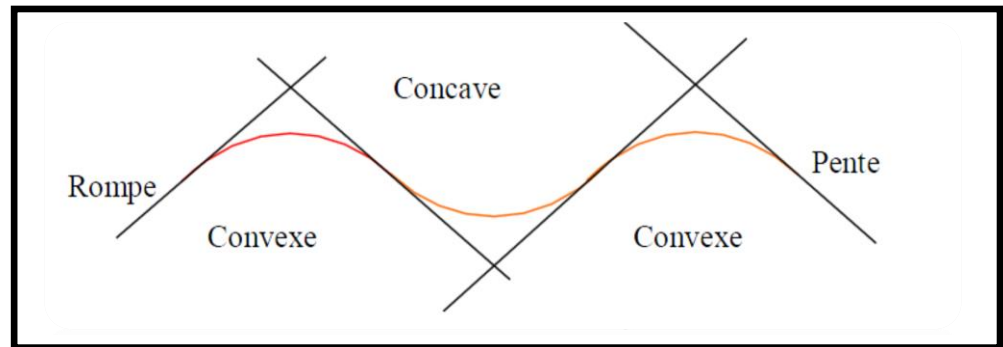


Figure10: raccordement en Profil en long

5.1-Raccordement convexe (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

➤ **Condition de confort :**

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable. Elle consiste à limiter l'accélération verticale est représenté par la formule suivante :

$$\frac{Vr^2}{Rv} \leq \frac{g}{40} \quad \text{D'où : } Rv \geq 0,30 V2 \text{ (catégorie 1-2).}$$

$$Rv \geq 0,23 V2 \text{ (catégorie 3-4-5).}$$

Avec:

- ✓ **g**: (accélération de la pesanteur) = 10 m /s².
- ✓ **Rv** : c'est le rayon vertical (m).
- ✓ **Vr** : vitesse de référence (km /h).

➤ **Condition de visibilité :**

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

Avec :

D_1 : la distance d'arrêt

h_0 : hauteur de l'œil

h_1 : hauteur de l'obstacle

Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 1.10m 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 à la distance d'arrêt $d_{(VR)}$.

$$R_{vm} = a \cdot d^2$$

$a = 0.24$ pour les catégories 1et 2.

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

d : la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 80 Km/h.

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

	Vr (km/h)	40	60	80	100	120
	Rayons					
CAT 1-2	Rv' m	300	1000	2500	6000	12000
	Rv' N	1000	2500	6000	12000	18000

Tableau 31: Rayon Convexes (angle saillant)

5.2-Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

Les rayons minimaux des raccordements paraboliques en angle rentrant doivent satisfaire la condition de confort suivant :

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

Soit :

❖ $\frac{g}{40}$ pour la CAT 1-2.

a. **Rayon minimal absolu :**

$$\frac{V_r^2}{RVM'} = \frac{g}{40} \Rightarrow RVM' = 0.30V_r^2.$$

$$Rvm = \frac{d_1^2}{0.035d_1 + 1.5}$$

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

b. **Rayon minimal normal :**

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

$$RVN' = RVM'(v_r + 20).$$

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

$$Rvn = 0.3 \times 100^2 = 3000 m$$

❖ $\frac{g}{30}$ Pour la CAT 3-4-5 :

a. **Rayon minimal absolu :**

$$\Rightarrow \frac{V_r^2}{RVM'} = \frac{g}{30} \Rightarrow RVM' = 0.23V_r^2.$$

b. **Rayon minimal normal :**

$$\Rightarrow RVN' = RVM'(v_r + 20).$$

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

	V r					
	Rayon	40	60	80	100	120
C A T 1 - 2	R'_{v_m}	500	1200	1400	3000	4200
	R'_{v_n}	1200	2400	3000	4200	6000
C A T 3 - 4 - 5	R'_{v_m}	500	1100	1600	2400	3500
	R'_{v_n}	1100	1600	2400	3500	4500

Tableau 32: Rayon Concave (angle rentrant)

7. Calcul du raccordement parabolique:

6.1-La tangente :

L'équation de la parabole est :

D'ou $\alpha_1, \alpha_2 = 0 = p \cdot \cos \alpha_1$

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$$

$\operatorname{tg} \alpha_1 \quad \alpha_1 = p_1, \quad \operatorname{tg} \alpha_2 \quad \alpha_2 = p_2$

$$T = R \cdot \left(\frac{p_1 + p_2}{2} \right)$$

finalement : $T = R \cdot \left| \frac{\Delta p}{2} \right|$

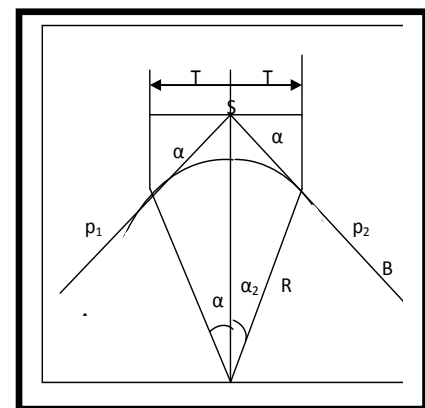


Figure11 : la tangente

6.2 la flèche :

$$F' = \frac{R}{2} \left(\frac{p \pm p'}{2} \right)^2$$

Application au projet :

1. Calcul des tangentes :

➤ Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

$$\Rightarrow a = a' = \frac{R}{2} (p + p')$$

➤ Dans le cas où les déclivités sont de même sens :

$$\Rightarrow a = a' = \frac{R}{2}(p - p')$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = 3.2\% \\ P_2 = -2.586\% \end{array} \right. \quad R_1 = 12000 \text{ m}$$

$$\Rightarrow a = \frac{12000|0.032 - 0.02586|}{2} = 36.84\text{m}$$

2. calcul de la flèche :

$$\Rightarrow f = \frac{a^2}{2Rv} = \frac{(36.84)^2}{2 \times 12000} = 0.06 \text{ m}$$

❖ Tableau récapitulatif :

P ₁ % P ₂ %	Rayon (m)	Tangente (m)	Flèche (m)
3.2 -2.586	12000	36.84	0.06
-2.586 2.280	8000	12.24	0.009
2.28 -3.466	8000	47.44	0.14

Tableau 33 : les valeurs de tangente et la flèche

Paramètres cinématique

1. Définition :

Les paramètres cinématique prennent en compte le mouvement des véhicules sur la route en fonction de la vitesse de référence, donc ils sont d'une importance primordiale pour la détermination des différentes distances nécessaires à la projection du tracé du projet.

Ces paramètres sont :

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.

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

Avec :

V_R : vitesse de référence en Km/h.

e : déclivité.

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

❖ En alignement droit (Palier) :

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

❖ En rampe :

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

❖ En pente :

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

3. Temps de réaction :

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 :

- $t = 2 \text{ s}$ pour des vitesses $< 100 \text{ Km/h}$
- $t = 1.8 \text{ s}$ pour des vitesses $\geq 100 \text{ Km/h}$

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

$$d_1 = v \times t \quad \text{Avec :} \quad v : \text{m/s} \quad t : \text{s}$$

4. Distance d'arrêt:

C'est la distance qui permet à un véhicule circulant à une vitesse v de s'arrêter à l'approche d'un obstacle en toute sécurité.

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

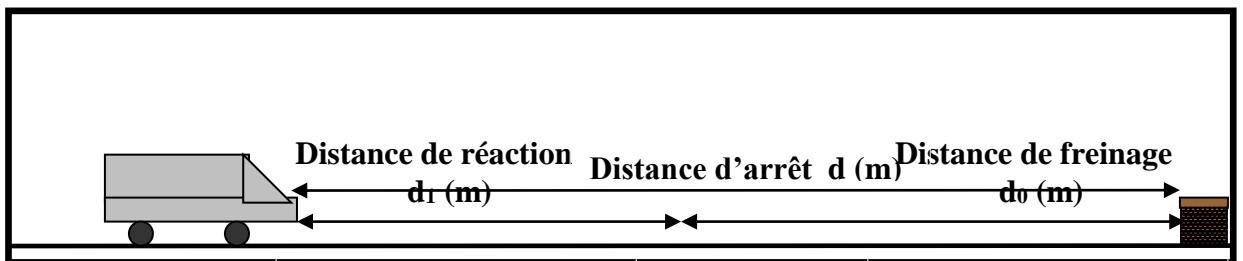


Figure 12: Distance d'arrêt et de freinage

❖ En alignement droit :

- Pour $V_r < 100 \text{ Km/h}$ et quand $t = 2 \text{ s}$ $\Rightarrow d = d_0 + 0.55 \times V_r$
- Pour $V_r \geq 100 \text{ Km/h}$ et quand $t = 1.8 \text{ s}$ $\Rightarrow d = d_0 + 0.50 \times V_r$

❖ **En courbe :**

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

- Pour $V_r \leq 100 \text{ Km/h}$ et quand $t = 2 \text{ s} \Rightarrow d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$
- Pour $V_r > 100 \text{ Km/h}$ et quand $t = 1.8 \text{ s} \Rightarrow d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$

Le tableau suivant donne les valeurs des distances de freinages (d_0) et d'arrêts(d) en palier correspondant aux différentes valeurs des vitesses et f_l selon les normes de (B40) :

	V (km/h)	40	60	80	100	120
CAT 1-2	f_l	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33
	d_0	14	34	65	111	175
	D	36	67	109	161	235
CAT 3-4-5	f_l	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36
	d_0	13	31	59	100	160
	D	35	64	99	150	220

Tableau 34: Les valeurs de " f_l " et " d_0 " et " d " Selon les normes de (B40)

5. Distance de perception :

Le temps nécessaire pour effectuer une manœuvre d'arrêt, une manœuvre de changement de file ou une manœuvre d'insertion est de 6 s.

On appelle distance de perception d_p , la somme de la distance d'arrêt d et la distance parcourue en 6s.

$$d_p = d + \frac{6}{3,6} \cdot V_R$$

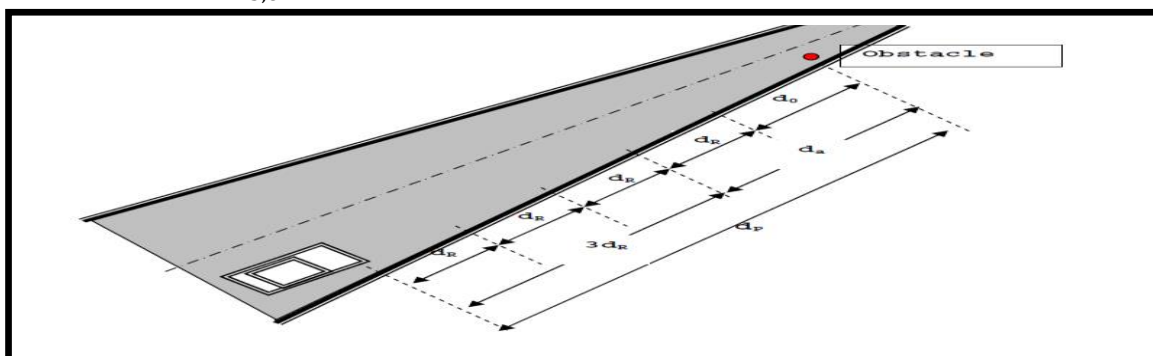


Figure13: Distance de perception

6. Distance de visibilité de manœuvre de dépassement :

C'est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule dépassant d'abandonner en freinant ou de pour suivre en accélérant une manœuvre de dépassement amorcée dans l'hypothèse où le véhicule adverse freine.

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 et de dépassement.

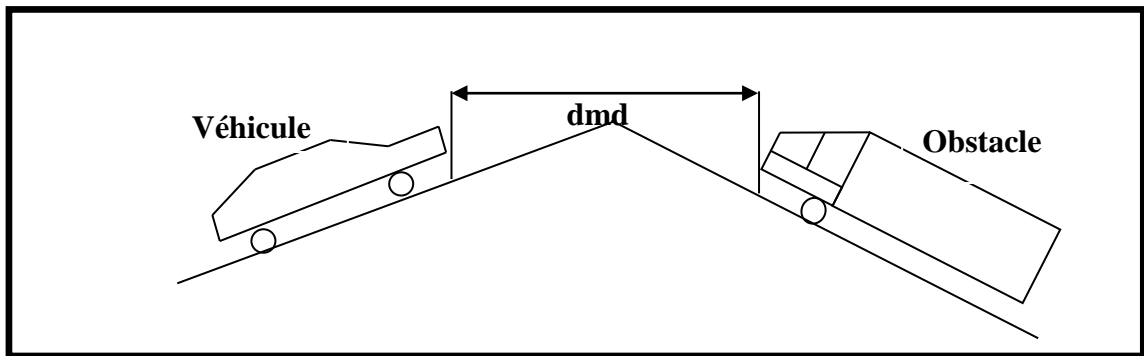


Figure14 : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement « dmd »

Le tableau suivant donne les valeurs des distances dvd_m, dvd_N et dmd selon les normes de (B40) :

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

Tableau 351: Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

7. Distance de sécurité entre deux véhicules :

Supposons que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse. Et nous recherchons l'espacement entre les deux véhicules de telle façon que si le premier véhicule est obligé d'amorcer un freinage au maximum pour éviter un obstacle quelconque, cet espacement doit permettre au second véhicule de s'arrêter sans risque de collision.

La distance de freinage ne change pas et reste d_0 , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de second véhicule augmente d'une durée $(t + t')$, avec t' temps de perception et de réaction de second véhicule aux feux arrières de stop de premier véhicule.

$$\text{L'espacement sera donc théoriquement : } d'_2 = d_2 + v \times t' + l$$

d_2 : distance parcourue pendant temps de perception et de réaction du premier véhicule

L : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend $t' = 0.75 \text{ s}$

En pratique, on prend $t = 3 \text{ s}$

$$\text{Distance de sécurité sera donc : } d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l \quad (t \text{ en s et } v \text{ en m/s})$$

$$\text{Soit } E \text{ l'espacement supplémentaire de sécurité : } E = v \times t' + l$$

$$\text{Sachons que } V = \frac{v \text{ (km/h)}}{3.6} \quad \text{et } t' = 0.75 \text{ s} \Rightarrow E_s = \frac{V}{5} + l$$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

Pour plus de sécurité on est souvent amené à augmenter la distance « E_s », en prenant un créneau temps de sécurité entre deux véhicules T_s égale à 1,2 secondes.

$$E_s = 1,2.v \quad \text{ou} \quad E_s = \frac{V}{3}$$

❖ **Application au projet**

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	172.056	242120.652, 3979044.227	172.056
Rampe = 3.200 %	778.304	778.702				
			778.304	196.962	242868.790, 3979238.630	196.913
Arc de parabole	694.344	694.444				
Rayon = -12000.0000						
S haut = 1162.304						
Z haut = 203.106						
			1472.648	199.093	243344.737, 3979730.856	201.501
Pente = -2.586 %	587.601	587.798				
			2060.250	183.896	243480.071, 3980296.689	181.063
Arc de parabole	389.296	389.335				
Rayon = 8000.0000						
S bas = 2267.250						
Z bas = 181.221						
			2449.546	183.300	243469.556, 3980685.835	188.171
Rampe = 2.280 %	467.085	467.206				
			2916.630	193.950	243455.574, 3981152.710	194.447
Arc de parabole	459.678	459.749				
Rayon = -8000.0000						
S haut = 3099.130						
Z haut = 196.029						
			3376.308	191.224	243300.854, 3981575.859	186.590
Pente = -3.466 %	700.064	700.484				
			4076.372	166.960	242700.275, 3981923.735	166.960
Longueur totale	4076.372					

Tableau 36 : déclivité du profil en long

1-Distance de freinage :

Pour notre projet on a : $f_{rl} = 0.36$

En alignement droit : $e = 0$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(f_{rl})} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{0.36} = 111.11m$$

❖ **En rampe : $e = 3.200 \%$**

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(f_{rl} + e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 + 0.032)} = 102.04m$$

❖ **En rampe : $e = 2.280 \%$**

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(f_{rl} + e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 + 0.0228)} = 104.49m$$

❖ **En pente :** $e = -2.586 \%$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} - e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 - 0.02586)} = 119.71m$$

❖ **En pente :** $e = -3.466 \%$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} - e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 - 0.03466)} = 122.94m$$

❖ **Tableau récapitulatif :**

les rampes (%)	Distance de freinage (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
3.200	102.04	-2.586	119.71
2.280	104.49	-3.466	122.94

Tableau 37: distance de freinage de la variante choisi

2-Distance d'arrêt :

❖ **En alignement droit :**

On a : $V_r = 100 \text{ Km/h}$ $t = 1.8 \text{ s}$ $\Rightarrow d = d_0 + 0.50V_r$

- En palier : $d = 111.11 + 0.50 \times 100 = 161.11m$
- En rampe : $d = 102.04 + 0.50 \times 100 = 152.04m$
- En rampe : $d = 104.49 + 0.50 \times 100 = 154.49m$
- En pente : $d = 119.71 + 0.50 \times 100 = 169.71m$
- En pente : $d = 122.94 + 0.50 \times 100 = 172.94m$
- **Tableau récapitulatif :**

les rampes (%)	Distance d'arrêt (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
3.200	152.04	-2.586	169.71
2.280	154.49	-3.466	172.94

Tableau 38: distance d'arrêt en alignement droit de la variante choisi

❖ **En courbe :**

On a : $V_r = 100 \text{ Km/h}$ $t = 2 \text{ s}$ $\Rightarrow d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$

- En palier : $d = 1.25 \times 111.11 + 0.55 \times 100 = 193.89 \text{ m}$
- En rampe : $d = 1.25 \times 102.04 + 0.55 \times 100 = 182.55 \text{ m}$
- En rampe : $d = 1.25 \times 104.49 + 0.55 \times 100 = 185.61 \text{ m}$
- En pente : $d = 1.25 \times 119.71 + 0.55 \times 100 = 204.64 \text{ m}$
- ❖ En pente : $d = 1.25 \times 122.94 + 0.55 \times 100 = 208.68 \text{ m}$
- ❖ Tableau récapitulatif :

les rampes (%)	Distance d'arrêt (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
2.200	183.55	-2.5846	204.64
2.280	185.61	-3.466	208.68

Tableau 39: distance d'arrêt en courbe de la variante choisi

3-Distance de perception :

❖ **En alignement droit :**

On a : $V_r = 100 \text{ Km/h}$ $d_p = d + \frac{6}{3.6} \cdot V_R$

- En palier : $d_p = 161.11 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 327.78 \text{ m}$
- En rampe : $d_p = 152.04 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 318.71 \text{ m}$
- En rampe : $d_p = 154.49 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 312.16 \text{ m}$
- En pente : $d_p = 169.71 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 336.38 \text{ m}$
- En pente : $d_p = 172.94 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 339.61 \text{ m}$
- Tableau récapitulatif :

les rampes (%)	Distance de perception (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
2.200	318.71	-2.586	336.38
2.280	312.16	-3.466	339.61

Tableau 40: distance de perception en alignement droit de la variante choisi

❖ **En courbe :**

On a : $V_r = 100 \text{ Km/h}$ $d_p = d + \frac{6}{3,6} \cdot V_R$

- En palier : $dp = 193.89 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 360.56\text{m}$
- En rampe : $dp = 182.55 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 349.22\text{m}$
- En rampe : $dp = 185.61 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 352.28\text{m}$
- En pente : $dp = 204.64 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 371.31\text{m}$
- En pente : $dp = 208.68 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 375.35\text{m}$
- Tableau récapitulatif :

les rampes (%)	Distance de perception (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
2.200	349.22	-2.586	371.31
2.280	352.28	-3.466	375.35

Tableau 41: distance de perception en courbe de la variante choisi

4-Manœuvre de dépassement :

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

On a : $V_r = 100\text{Km/h}$

Donc : **dvdm** 420 m **dvN** 620 m **dmd** = 300 m

5-Distance de sécurité entre deux véhicules :

Si deux véhicules se suivent à une vitesse de $V = 80 \text{ Km/h}$.La distance de sécurité sera

$$\mathbf{1^{er} \text{ Cas :}} \quad \Rightarrow E_s = \frac{V}{5} + 1 = \frac{100}{5} + 5 = 25 \text{ m}$$

$$\mathbf{2^{eme} \text{ Cas :}} \quad \Rightarrow E_s = \frac{V}{3} = \frac{100}{3} = 33.33 \text{ m}$$

Profil en travers

1. Généralité :

Le profil en travers d'une route est la coupe transversale de cette chaussée suivant un plan vertical de cette dernière suivant un plan vertical perpendiculaire à son axe.

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

2. Différent type de profil en travers :

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

a- profil en travers type :

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

b- profil en travers courants :

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

2.1-Profil en travers type :

C'est une pièce dessinée de base des projets de route nouvelle, il représente une section transversale dans le corps de la chaussée. Étant composé en trois couches (couche de roulement, couche de base, couche de fondation).

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet lue sur le profil en long, permet l'avant métré des terrassements.

❖ On a pris 6 profils en travers avec l'épaisseur du corps de chaussé :

- Un profil en alignement droit en déblai.
- Un profil en alignement droit en remblai.
- Un profil en alignement droit mixte.

- Un profil déversé en remblai.
- Un profil déversé en déblai.
- Un profil mixte déversé.

3. Les éléments constituant un profil en travers type :

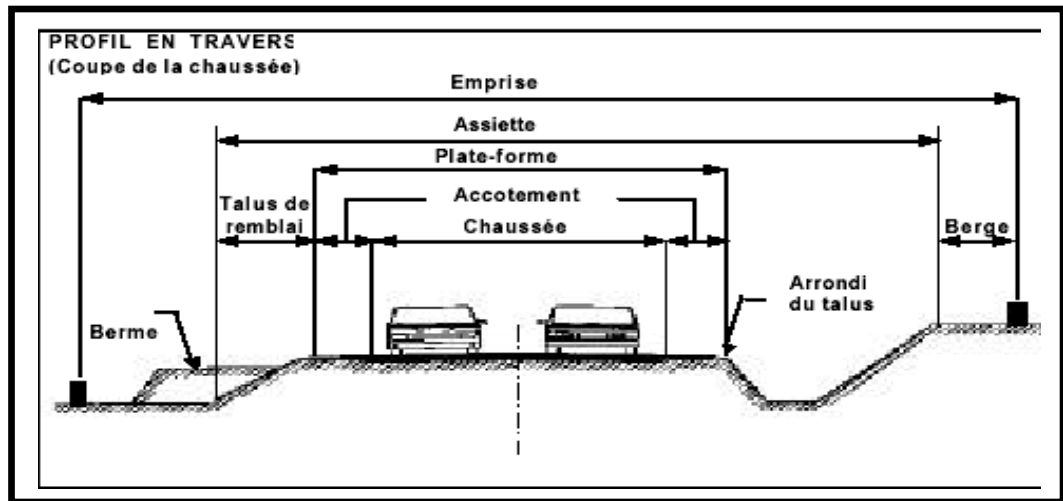


Figure15 : 1Les éléments constitutifs du profil en travers type

❖ **Chaussée :**

Au sens géométrique, c'est la surface aménagée pour la circulation des véhicules.

Au sens structural, c'est l'ensemble des couches de matériaux disposés pour supporter la circulation.

❖ **La largeur roulable :**

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.

❖ **La plate forme :**

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

❖ **Assiette :**

Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai, c'est -à-dire les limites des terrassements.

❖ **Accotements :**

L'accotement comprend une partie dégagée de tout obstacle appelée bande dérasée, généralement bordée à l'extérieur d'une berme engazonnée. La bande dérasée située à l'extérieur de la chaussée (coté accotement) et non l'éventuelle bande dérasée de gauche qui ne fait pas partie de l'accotement. Sur l'accotement et au de-là, dans une « zone de sécurité », il est primordial d'exclure tout obstacle agressif, et d'éviter les fossés profonds.

Ils comportent généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

❖ **L'emprise :**

L'emprise de la route est la surface de terrain appartenant à la collectivité, c'est-à-dire dans les limites du domaine public.

❖ **Terre-plein central :**

Le T.P.C assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Sa largeur résulte de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

a) Bande dérasée de gauche (B.D.G) :

Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité.

- Elle est dégagée de tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée sans dénivellation. Sa largeur est de 1,00 m.

b) Bande médiane :

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux) et, le cas échéant, des piles d'ouvrages et des aménagements paysagers.

Sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

Si elle est inférieure ou égale à 3 m, elle est stabilisée et revêtue pour en faciliter l'entretien.

Sinon, elle peut être engazonnée et plantée d'arbustes, à moins que sa largeur et la topographie du site ne permettent la conservation du terrain naturel et de la végétation existante ; dans ce cas, une berme de 1,00 m est maintenue en bordure de la B.D.G.

Il comprend :

- Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage).
- Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.
- La largeur du T.P.C retenu est de 2m.

Le rôle :

Rôle de séparation : C'est la raison essentielle du T.P.C lorsque sa largeur est Inférieure à 12m, il comporte des dispositifs de sécurité qui peuvent être souples ou rigides.

❖ Fossé :

Ouvrage hydraulique destinés à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la route et des talus (éventuellement les eaux du talus).

❖ Bande Dérasé :

Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non, dégagée de tout obstacle ; elle comporte le marquage en rive.

❖ B.D.G :

Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

❖ Bande médiane :

Partie non rouable du terre-plein central comprise entre les deux bandes dérasées de gauche.

4. 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 3.50m chacune : $(2 \times 3.50) \times 2 = 14.00\text{m}$.
- Un terre-plein central de 3 m
- Un accotement de 1m
- Une B.A.U de 3 m de part et d'autre

Dimensionnement du corps de chaussée

1. Introduction:

La qualité d'un projet routier ne se limite pas seulement à l'obtention d'un bon tracé et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions extérieures (gradients thermiques, pluie, neige, verglas...etc)

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

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

2. Facteurs à considérer dans le dimensionnement :

Les principaux facteurs à prendre en considération sont les suivants :

- ✓ Portance du sol (naturel ou plate-forme).
- ✓ Trafic (son influence se traduit par l'usure, le fluage et la rupture par fatigue).
- ✓ Climat et environnement : influence de la température et de l'eau et le vieillissement du bitume.

1. La chaussée :

3.1-Définition :

➤ **Au sens géométrique** : c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

➤ **Au sens structurel** : c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges.

4. Les différentes couches de chaussée :

➤ Couche de surface :

La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillements provoqués par la circulation. Elle est en générale composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

- D'imperméabiliser la surface de chaussée.
 - D'assurer la sécurité (par l'adhérence) et le confort des usagers (diminution de bruit, bon uni).
- La couche de liaison a pour rôle essentiel d'assurer une transition avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

➤ **Couche de base :**

La couche de base constitue, au-dessous de la couche de roulement, une partie du Corps de la chaussée pour résister aux charges verticales résultant du passage des Véhicules. Elle est généralement composée de graves (pierres roulées ou concassées) Enrobées au bitume, de plus grandes dimensions que pour les bétons bitumineux.

➤ **Couche de fondation :**

Elle a le même rôle que celui de la couche de base. Couche inférieure du corps de chaussée, d'une résistance et d'une épaisseur suffisantes pour répartir sur le terrain les pressions résultant des charges verticales. Elle est

Composée, en général, de graves traitées avec du bitume, du ciment ou du laitier (Matière vitreuse produite dans les hauts-fourneaux).

➤ **Couche de forme :**

Elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol support :

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

Actuellement, on tient de plus en plus compte du rôle de portance à long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l'optimisation des structures de chaussée.

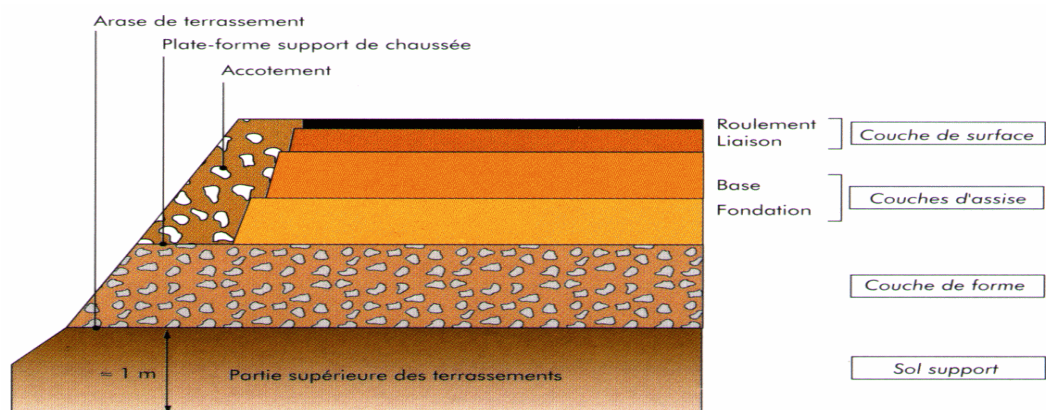


Figure 22: Structure de chaussée type.

5. Les différents types de chaussée:

Il existe trois types de chaussée:

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

5.1-Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée par un empilage des matériaux granulaires recouverts d'un revêtement plus ou moins épais à base de bitume généralement elle est caractérisée par une grande flexibilité et une diffusion localisée des charges.Elle constitue la majorité des routes actuelles.

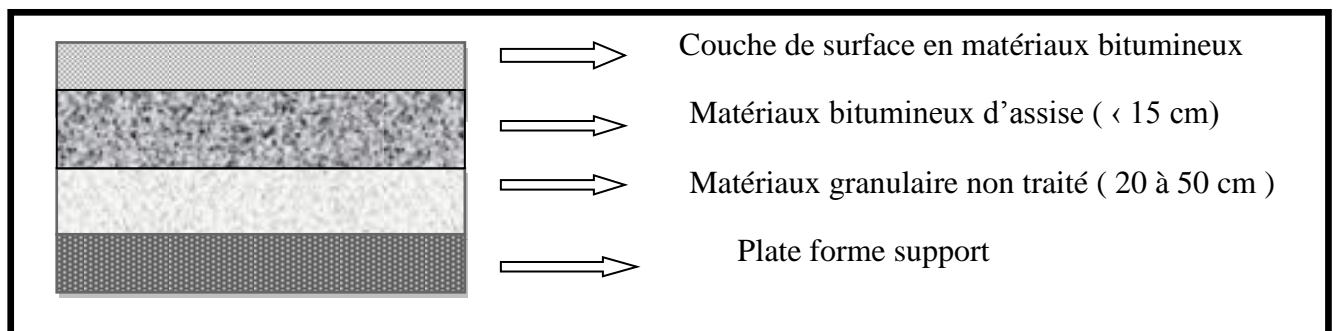


Figure 23 : Chaussée souple

5.2-Chaussée semi-rigide :

Elle comporte une couche de surface bitumineuse repose sur une assise en matériaux traités aux liants hydraulique (ciment, granulat,...) disposés en une couche (base) ou deux couches (base et fondation).

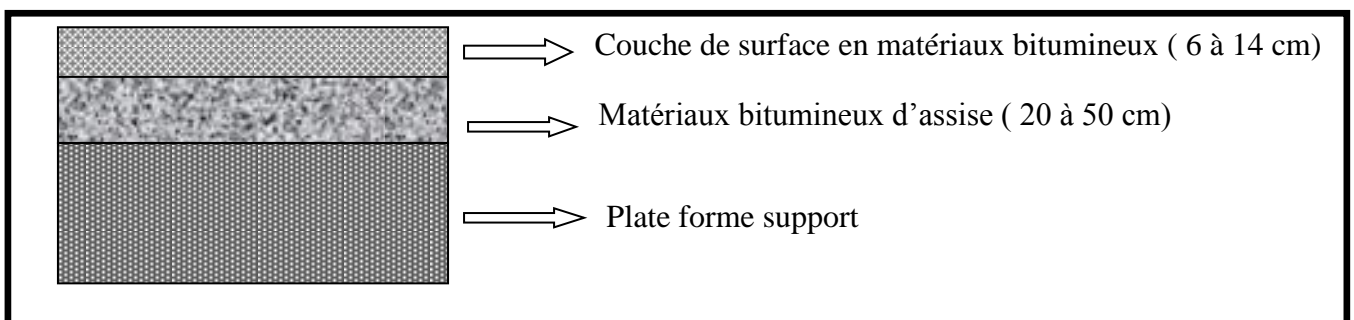


Figure 24 : chaussée semi- rigide

5.3-Chaussée rigide :

Elles sont composées principalement de dalles en béton qui réfléchissent élastiquement, transmettent et répartissent sur les grandes surfaces les charges. Ceci entraîne que les contraintes dans le sol de fondation sont très faibles mais la fatigue de la dalle est très grande. La fatigue des chaussées rigides se caractérise par des fissures et s'ensuit des détériorations rapides. Elles sont recommandées pour les routes à trafic lourd et sont à éviter sur des sols souples.

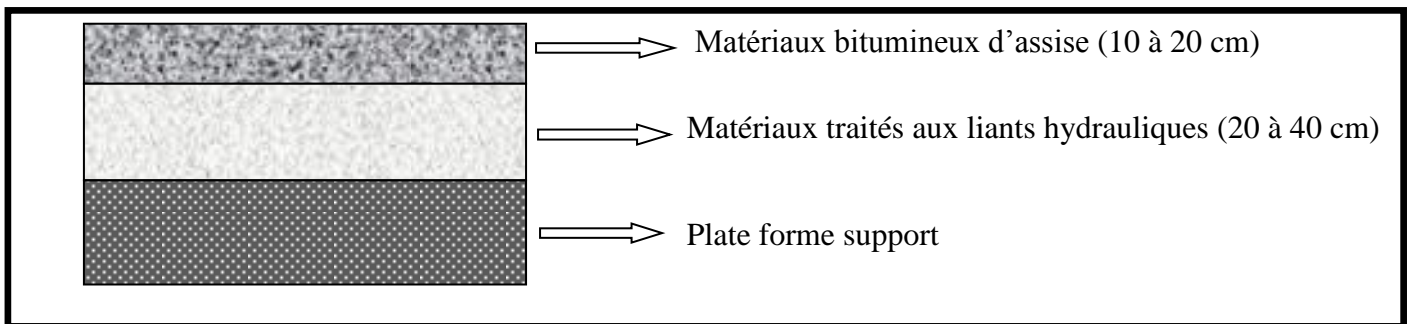


Figure 25: Chaussée rigide

6. Structures de chaussée :

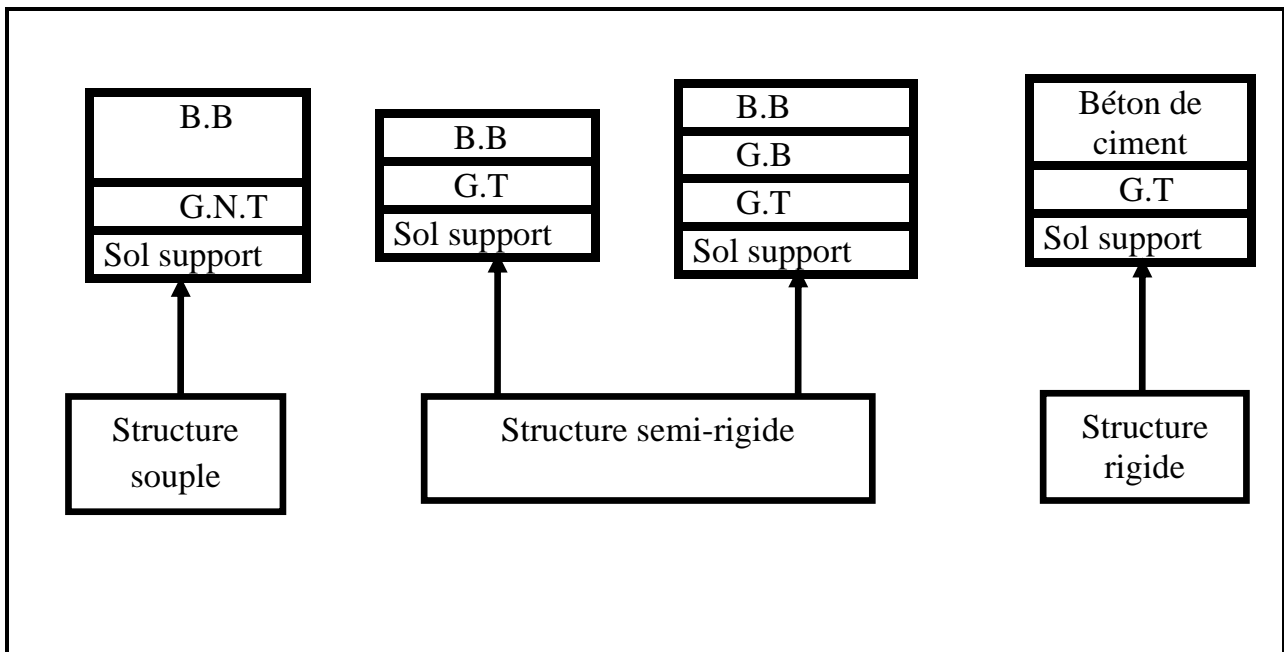


Figure26: les différentes catégories de chaussée

Avec :

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

7. Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

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

-Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont :

- La méthode de C.B.R (Californie - Baring - Ratio):
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.

- Méthode du catalogue des structures.

NB : la méthode C.B.R donne le corps de chaussée le plus économique et tout en sachant que cette méthode est la plus utilisée en Algérie donc on utilise dans notre projet la méthode C.B.R.

7.1-Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

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

Avec:

- **e:** épaisseur équivalente.
- **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:

$$e = a1 \times e1 + a2 \times e2 + a3 \times e3 + a4 \times e4$$

- **a1×e1** : couche de roulement
- **a2×e2** : couche de base
- **a3× e3** : couche de fondation
- Où: **a1, a2, a3** : coefficients d'équivalence.
- **e1, e2, e3** : épaisseurs réelles des couches.

❖ **Coefficient d'équivalence :**

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

Matériaux Utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux BB	2,00
Grave Bitume GB	1,70
Grave Ciment GC	1,50
Sable Ciment SC	1,20
Grave concassé GCC	1,00
TVO	0,75
Tuf	0,50 à 0,75

Tableau601: coefficient d'équivalence des matériaux

8. Les paramètres de dimensionnement :

Bien que performant, les logiciels utilisés pour le dimensionnement nécessitent la maîtrise des paramètres caractérisant :

a. Trafic :

Le trafic à prendre en compte dans le dimensionnement des chaussées est le trafic cumulé poids lourds N (en nombre d'essieux standard).

b. Environnement :

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, la température a une influence marquée sur les propriétés des matériaux bitumineux et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants hydrauliques.

c. Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois.

d. Les sols de plate-forme :

La plate-forme supporte les charges transmises par les autres couches de la chaussée sans subir de dommages.

❖ Application au projet

Données :

- ✓ TMJA = 5000 VPL/J
- ✓ % poids lourd : 20 %
- ✓ Taux d'accroissement $\tau = 6 \%$
- ✓ Durée de vie : 20 ans
- ✓ Indice « CBR » : $I_{CBR} = 4$
- ✓ Poids max de la roue : 6.5 t

1-Trafic à l'année de mise en service T_1 :

$$T_0 = TMJA \times PL\% = 5000 \times 0.20 \quad \Rightarrow T_0 = 1000 \text{ VPL/J}$$

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^6 = 1000 (1 + 0.06)^6 \quad \Rightarrow T_1 = 1419 \text{ VPL/J}$$

2-Le trafic de l'année horizon à la 20 ème année « durée de vie »:

$$T_n = T_1 (1 + \tau)^n = 1419 (1 + 0.06)^{20} \Rightarrow T_{20} = 4551 \text{ UVP/J}$$

$$e \text{ (m)} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \left(75 + 50 \cdot \log \frac{4551}{10} \right)}{4 + 5}$$

$$\Rightarrow e = 70 \text{ cm}$$

Chaque matériau est donné par son coefficient d'équivalence :

➤ L'épaisseur totale équivalente sera :

$$e_{\text{équi}} = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3 + a_4 e_4$$

$$a_1 = (6 \text{ cm} - 10 \text{ cm})$$

$$a_2 = (10 \text{ cm} - 20 \text{ cm})$$

$$a_3 = (15 \text{ cm} - 25 \text{ cm})$$

$$e_1 = 2$$

$$e_2 = 1.7$$

$$e_3 = 1.5$$

} voir tableau 601

$$a_4 = \frac{e_{\text{équi}} - (a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3)}{e_4}$$

$$a_4 = \frac{70 - (16 + 21 + 18)}{0.50} = 30$$

$$a_4 e_4 = 30 * 0.50 = 15$$

➤ Tableau des différentes couches :

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	08	02	16
GB	14	1.50	21
GC	18	1.00	18
TUF	30	0.50	15
TOTAL	70		70

Tableau 612: épaisseur du corps de chaussée

Donc: Notre structure comporte : **8BB + 14GB+ 18GC+ 30TUF.**

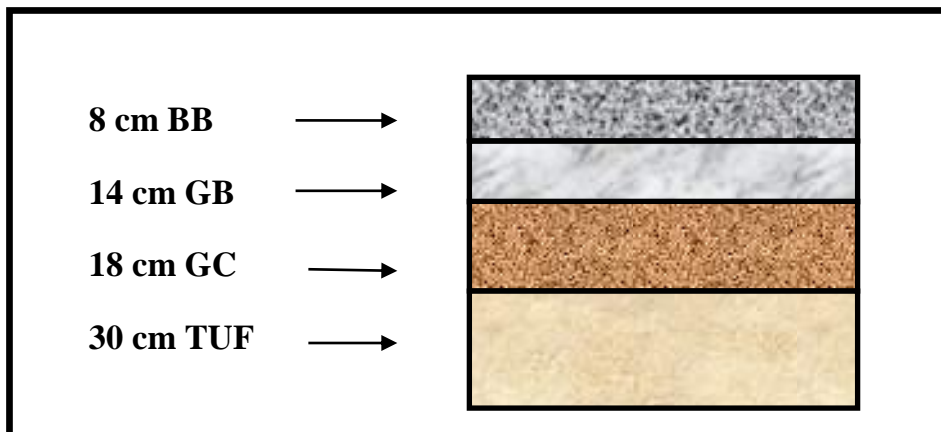


Figure27: Différentes couches du corps de chaussée

Signalisation et éclairage

I-Signalisation :

1. Introduction :

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentielle pour l'utilisateur de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route le long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent, et ce, en évitant l'hésitation et la fausse manœuvre.

2. L'objectif de la signalisation routière :

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaine prescription du code de la route.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

3. Catégories de signalisation :

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

4. Règles à respecter pour la signalisation :

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

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière.

5. Types de signalisation:

A. Signalisation Verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

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

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

a. Signaux de danger :

L'objet de la signalisation routière de danger est d'attirer de façon toute spéciale l'attention des usagers de la route aux endroits où leur vigilance doit redoubler en raison de la présence d'obstacles ou de points dangereux.

b. Signaux comportant une prescription absolue :

Les signaux routiers de prescription se répartissant en :

- Signaux d'interdiction.
- Signaux d'obligation.
- Signaux de fin d'interdiction.
- Signaux de fin d'obligation.

c. Signaux à simple indication :

L'objet de la signalisation d'indication est de porter à la connaissance des usagers de la route des informations utiles à la conduite des véhicules.

Les signaux sont des panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche.

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

d. Signaux de position des dangers :

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



Figure28: Signalisation Verticale

B. Signalisation Horizontale:

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation.

Elle se divise en trois types :

1- Marquage longitudinal :

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

➤ **Lignes 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.

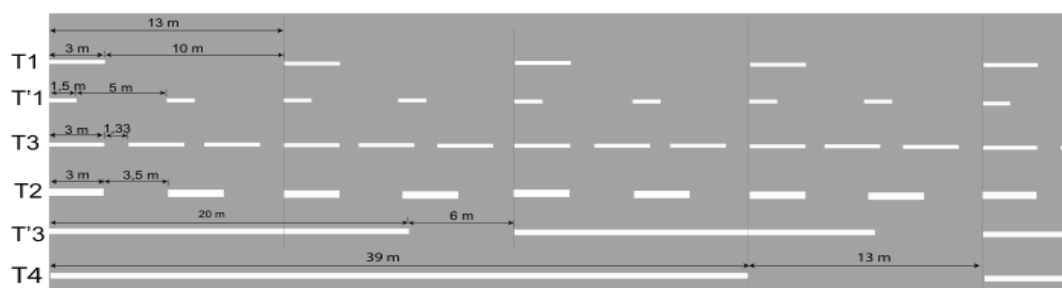


Figure29: les lignes « continue et discontinue »

2- Marquage transversal :

- **Lignes transversales continues** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient marquer un temps d'arrêt.
- **Lignes transversales discontinues** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

3- Autre marquage :

- **Flèche de rabattement** : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.
- **Flèches de sélection** : flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

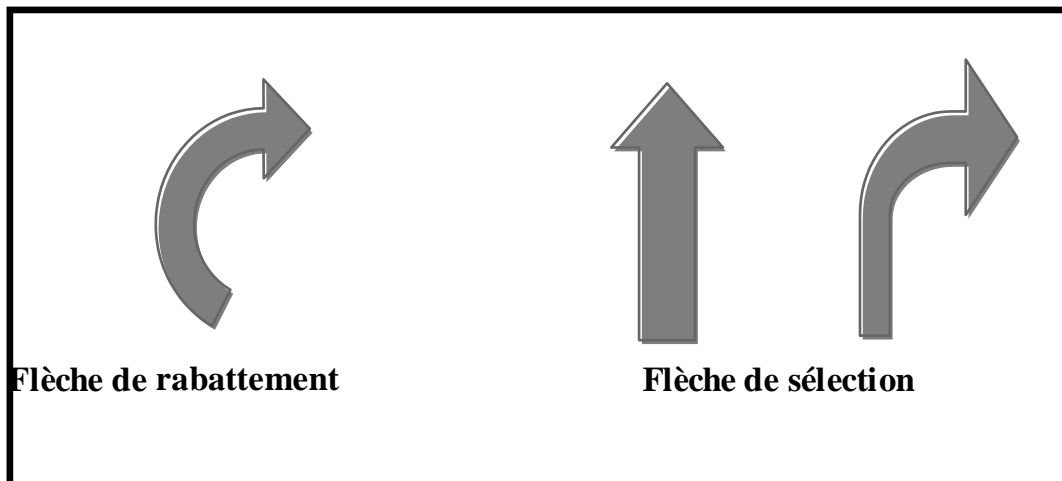


Figure 30: Flèches « rabattement et sélection »

II. Eclairage :

1. Généralité :

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible, c'est -à- dire voir tout ce qu'il pourra exister comme obstacles sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours.....etc.).

Une bonne visibilité des bordures de trottoir des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

2. Catégories d'éclairage :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

Catégorie **A** : éclairage général d'une route ou autoroute.

Catégorie **B** : éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).

Catégorie **C** : éclairage des voies dessertes.

Catégorie **D** : éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

3. Paramètre de l'implantation des luminaires :

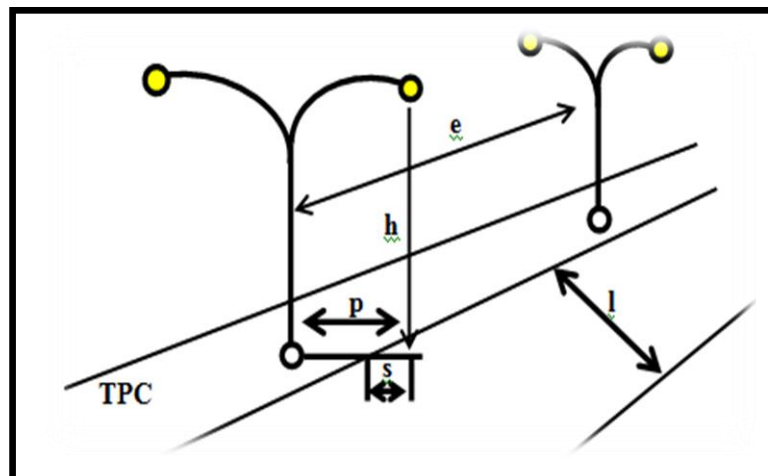


Figure 31: Paramètre de l'implantation

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 12 m 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.

❖ **Application au projet :**

La signalisation de notre projet est basée sur le point suivant :

- **Signalisation horizontale :**
 - ✓ Lignes continues.
 - ✓ Lignes discontinues.
- **Signalisation verticale :**
 - ✓ Panneaux de signalisation.
 - ✓ Glissière en bétons.
 - ✓ Séparation en bétons.

Assainissement

1. Définition :

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire :

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, cunettes, rigoles, gondoles, etc....
- **Les drainages** : ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainant et canalisations drainant).
- **Les canalisations** : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...)

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

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

a. Pour les chaussées :

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

b. Pour les talus :

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

2. Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement.
- Sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosion.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

3. Assainissement de la chaussée

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

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

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

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

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

4. Les définitions

➤ Fossé de crête de déblai :

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

➤ Fossé de pied du talus de déblai :

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

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

➤ Réseau de crête de talus de remblai :

Il a pour rôle d'éviter l'érosion du talus lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur .le risque d'érosion augmente avec la hauteur et la pente des talus, il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence ou de l'état de végétation.

En principe, on prévoit un tel réseau des que la hauteur du talus dépasse 2m dans les régions ou les pluies ont une forte intensité, ou 4m dans les autre cas.

➤ Fossé de pied de talus de remblai :

Ce type de réseau peut avoir les deux fonctions suivantes:

- a. Canaliser les eaux issues de la plate-forme jusqu'à exutoire lorsque les débits sont trop importants pour être évacués librement sans dommages ou préjudices pour les riverains;
- b. Collecter et canaliser vers un ouvrage de traversée les eaux de ruisselant sur le terrain naturel vers le remblai.

Dans les deux cas, et pour les consécutions d'entretien, le fossé est réalisé à une distance minimale de 1m du pied de talus .pour des remblais de faible hauteur, sans glissière, il est recommandé d'adoucir le profil du fossé pour améliorer le comportement d'un véhicule qui quitterait la plate-forme. Dans certain cas la pente du talus peut également être adoucie pour améliore la sécurité.

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

➤ **Bassin versant :**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, où la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

➤ **Descentes d'eau :**

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

➤ **Les regards :**

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

➤ **Buses et dalots :**

En général, il est nécessaire de faire passer l'eau sous les routes ou moyen de buses ou dalot.

Ceux-ci doivent être construits en béton ou en maçonnerie et conduisent les eaux dans un bassin d'amortissement.

➤ **Drain :**

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainante longeant la route. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

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

Implantation

1. Définition :

On sait que le trace d'une route comme toute les autres voies de communication se composent 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 courbes on a besoin d'un certain nombre de points et il existe plusieurs méthodes d'implantation :

- ✓ Implantation par abscisses et ordonnées sur la tangente.
- ✓ Implantation par abscisses et ordonnées sur la corde.
- ✓ Implantation par rayonnement classique.
- ✓ Implantation par coordonnées polaires.

À partir des coordonnées rectangulaires déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de base qui a servi au levé du terrain. Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction.

L'implantation est donc une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet. Les implantations sont calculées au préalable à partir des éléments graphiques (mesures sur le plan).

❖ **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.

2. Implantation planimétrique des sommets des alignements

- A-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.

B-Par intersection :

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

C-Par coordonnées polaires :

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

3. Implantation de courbes

a. Raccordement circulaire :

Pour implanter un raccordement circulaire, il faut implanter au préalable les alignements droits adjacent 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.

Méthode d'implantation :

- ❖ Par Abscisses et ordonnées sur la tangente

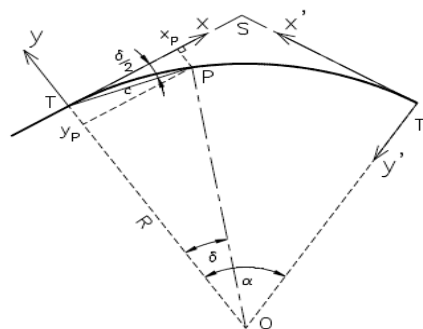


Figure20: Implantation partie circulaire

- ❖ Par Abscisses et ordonnées sur la corde

Origine : point de tangence

Origine : milieu de la corde

- ❖ Par coordonnées polaires.

b. 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.

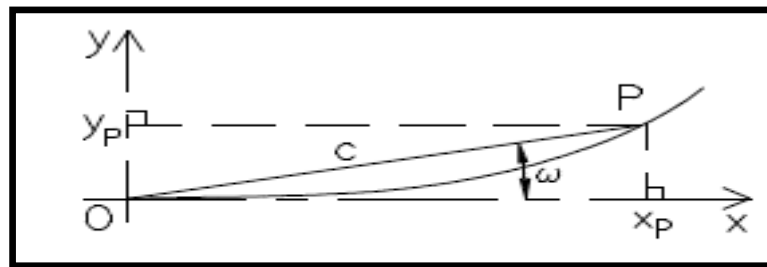


Figure21 : Méthode d'implantation

- Piquetage par coordonnées rectangulaires

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

- Piquetage par coordonnées Polaires

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

Application de projet :

❖ Raccordement progressif 1 (forme symétrique) :

➤ Clothoïde 1 :

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS

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

Implantation de clothoïde	
Données	
R =	1200 m
L =	170 m
A =	451.66 m
$\Delta L =$	10 m
n =	17

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,00 m	0,00 m
1	10 m	10,00 m	0,00 m
2	20 m	20,00 m	0,01 m
3	30 m	30,00 m	0,02 m
4	40 m	40,00 m	0,05 m
5	50 m	50,00 m	0,10 m
6	60 m	60,00 m	0,18 m
7	70 m	69,99 m	0,28 m
8	80 m	79,99 m	0,42 m
9	90 m	89,99 m	0,60 m
10	100 m	99,99 m	0,82 m
11	110 m	109,99 m	1,09 m
12	120 m	119,99 m	1,41 m
13	130 m	129,98 m	1,80 m
14	140 m	139,97 m	2,24 m
15	150 m	149,95 m	2,76 m
16	160 m	159,94 m	3,35 m
KE	170 m	169,92 m	4,01 m

Tableau 54: les éléments d'implantation clothoïde « 01 »

➤ **Partie circulaire :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

$$X_i = R \sin i \delta$$

$$Y_i = R(\cos(i\delta) - \cos(\gamma/2))$$

Implantation de l'arc de cercle	
Données	
R =	1200 m
$\gamma =$	83,0890 gr
$\gamma/2 =$	41,5445 gr
n =	15 pts
=	2,7700 gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(cos (iδ)-cos (γ/2))
M	0	0,00 m	246,58 m
1	2,77	52,20 m	245,44 m
2	5,54	104,30 m	242,04 m
3	8,31	156,20 m	236,37 m
4	11,08	207,80 m	228,45 m
5	13,85	259,01 m	218,29 m
6	16,62	309,73 m	205,91 m
7	19,39	359,87 m	191,34 m
8	22,16	409,32 m	174,61 m
9	24,93	458,00 m	155,74 m
10	27,7	505,81 m	134,76 m
11	30,47	552,67 m	111,73 m
12	33,24	598,48 m	86,69 m
13	36,01	643,15 m	59,67 m
14	38,78	686,61 m	30,73 m
T	41,5445	728,69 m	0,00 m

Tableau 55:les éléments d'implantation cercle « 01 »

❖ **Raccordement progressif 2 (forme symétrique) :**

➤ **Clothoïde 2 :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS

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

Implantation de clothoïde	
Données	
R =	650 m
L =	125 m
A =	285,04 m
ΔL =	10 m
n =	12

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,00 m	0,00 m
1	10 m	10,00 m	0,00 m
2	20 m	20,00 m	0,02 m
3	30 m	30,00 m	0,07 m
4	40 m	40,00 m	0,13 m
5	50 m	49,99 m	0,26 m
6	60 m	59,99 m	0,44 m
7	70 m	69,99 m	0,70 m
8	80 m	79,99 m	1,05 m

9	90 m	89,98 m	1,50 m
10	100 m	99,96 m	2,05 m
11	110 m	109,94 m	2,73 m
12	120 m	119,91 m	3,54 m
KE	125 m	124,88 m	4,00 m

Tableau 56: les éléments d'implantation clothoïde « 02 »

➤ **Partie circulaire :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente

$$X_i = R \sin i \delta$$

$$Y_i = R(\cos(i\delta) - \cos(\gamma/2))$$

Implantation de l'arc de cercle	
Données	
R =	650 m
$\gamma =$	58,0200 gr
$\gamma/2 =$	29,0100 gr
n =	10 pts
$\delta =$	2,9010 gr

Pts	$i\delta$	$X_i = R \cdot \sin i\delta$	$Y_i = R(\cos(i\delta) - \cos(\gamma/2))$
M	0,0000 gr	0,000m	66,33 m
1	2,9010 gr	29,61 m	65,65 m
2	5,8020 gr	59,16 m	63,63 m
3	8,7030 gr	88,58 m	60,26 m
4	11,6040 gr	117,82 m	55,56 m
5	14,5050 gr	146,82 m	49,53 m
6	17,4060 gr	175,51 m	42,18 m
7	20,3070 gr	203,84 m	33,54 m
8	23,2080 gr	231,74 m	23,61 m
9	26,1090 gr	259,17 m	12,43 m
T	29,0100 gr	286,05 m	0,00 m

Tableau 57: les 1éléments d'implantation cercle « 02 »

Cubature

1. Généralité :

La réalisation d'un ouvrage génie civil nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté.

Pour les voies de circulations ceci est très visibles sur les profils en longs et les profils en travers courants.

Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai.

Soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge : déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre se trouve entre le tracé du projet et celui du naturel.

Ce calcul s'appelle ((les cubatures des terrassements)).

2. Définition:

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 :

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

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

Remarque :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai et pour notre projet on a utilisé le logiciel **COVAD**

3. les résultats du calcul de la cubature :

Les résultats du calcul sont illustrés dans les tableaux suivants :

2.3–Tableau de calcul de cubature APD « variante choisie » :

n° Profil	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	15,00	4,79	12,87	17,65	264,82	264,82	0,07	0,02	0,10	1,43	1,43
P2	30,00	30,00	13,19	26,61	39,80	1194,10	1458,92	0,02	0,02	0,04	1,19	2,62
P3	60,00	30,00	23,84	40,44	64,28	1928,39	3387,31	0,02	0,02	0,04	1,18	3,80
P4	90,00	30,00	27,07	51,62	78,69	2360,59	5747,90	0,02	0,02	0,04	1,22	5,02
P5	120,00	30,00	29,44	54,79	84,23	2526,85	8274,75	0,02	0,02	0,04	1,26	6,28
P6	150,00	30,00	26,77	42,24	69,02	2070,53	10345,28	0,02	0,02	0,04	1,27	7,55
P7	180,00	30,00	28,78	32,00	60,79	1823,65	12168,94	0,02	0,02	0,04	1,24	8,80
P8	210,00	30,00	34,63	33,43	68,06	2041,87	14210,81	0,02	0,02	0,04	1,24	10,03
P9	240,00	30,00	41,27	43,45	84,72	2541,57	16752,38	0,02	0,02	0,04	1,20	11,23
P10	270,00	30,00	45,91	45,00	90,90	2727,13	19479,51	0,02	0,02	0,04	1,19	12,42
P11	300,00	30,00	40,51	46,72	87,24	2617,08	22096,59	0,02	0,02	0,04	1,21	13,63
P12	330,00	30,00	33,67	40,77	74,44	2233,28	24329,87	0,02	0,02	0,04	1,21	14,84
P13	360,00	30,00	26,13	31,19	57,32	1719,69	26049,56	0,02	0,02	0,04	1,21	16,05
P14	390,00	30,00	21,07	21,12	42,20	1265,92	27315,48	0,02	0,02	0,04	1,23	17,28
P15	420,00	30,00	13,29	16,62	29,91	897,42	28212,90	0,02	0,02	0,04	1,21	18,49
P16	450,00	30,00	12,11	16,65	28,75	862,59	29075,50	0,02	0,02	0,04	1,21	19,70
P17	480,00	30,00	6,31	10,18	16,49	494,60	29570,10	0,04	0,02	0,07	1,96	21,66
P18	510,00	30,00	2,84	2,54	5,38	161,36	29731,46	0,11	0,02	0,12	3,64	25,29
P19	540,00	30,00	1,56	3,37	4,94	148,16	29879,62	0,20	0,03	0,23	6,99	32,28
P20	570,00	30,00	0,00	0,11	0,11	3,21	29882,82	4,77	3,05	7,82	234,62	266,90
P21	600,00	30,00	0,00	1,32	1,32	39,51	29922,33	1,36	0,07	1,44	43,15	310,06
P22	630,00	30,00	0,52	0,12	0,64	19,23	29941,57	0,22	0,83	1,04	31,30	341,36
P23	660,00	30,00	0,00	0,04	0,04	1,17	29942,73	1,23	1,40	2,63	78,83	420,19
P24	690,00	30,00	0,00	1,41	1,41	42,28	29985,01	5,34	0,32	5,66	169,76	589,95
P25	720,00	30,00	9,69	14,12	23,81	714,40	30699,41	0,02	0,02	0,04	1,16	591,11
P26	750,00	30,00	7,39	9,96	17,35	520,63	31220,04	0,00	0,02	0,03	0,76	591,87
P27	780,00	30,00	4,50	9,25	13,75	412,46	31632,50	0,16	0,02	0,18	5,49	597,36
P28	810,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31632,50	11,59	7,47	19,06	571,79	1169,15
P29	840,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31632,50	57,07	40,16	97,24	2917,15	4086,30
P30	870,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31632,50	59,22	62,64	121,86	3655,83	7742,13
P31	900,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31632,50	46,75	56,14	102,89	3086,72	10828,85
P32	930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31632,50	31,75	40,36	72,11	2163,29	12992,14
P33	960,00	30,00	27,47	11,70	39,17	1175,11	32807,61	0,02	0,30	0,32	9,49	13001,63
P34	990,00	30,00	32,28	38,86	71,14	2134,12	34941,73	0,02	0,02	0,04	1,10	13002,72
P35	1020,00	30,00	38,28	39,18	77,46	2323,86	37265,59	0,02	0,02	0,04	1,19	13003,92
P36	1050,00	30,00	40,42	43,05	83,46	2503,93	39769,51	0,02	0,02	0,04	1,19	13005,11
P37	1080,00	30,00	54,50	51,64	106,14	3184,24	42953,75	0,02	0,02	0,04	1,20	13006,31
P38	1110,00	30,00	62,18	64,79	126,97	3809,22	46762,97	0,02	0,02	0,04	1,19	13007,50
P39	1140,00	30,00	68,33	65,27	133,60	4008,05	50771,02	0,02	0,02	0,04	1,15	13008,65
P40	1170,00	30,00	61,14	58,88	120,02	3600,62	54371,65	0,02	0,02	0,04	1,19	13009,84
P41	1200,00	30,00	55,30	62,44	117,74	3532,21	57903,85	0,02	0,02	0,04	1,19	13011,03
P42	1230,00	30,00	58,51	67,84	126,35	3790,48	61694,34	0,02	0,02	0,04	1,22	13012,25
P43	1260,00	30,00	54,64	66,33	120,97	3629,04	65323,37	0,02	0,02	0,04	1,20	13013,45
P44	1290,00	30,00	55,78	67,95	123,74	3712,10	69035,47	0,02	0,02	0,04	1,24	13014,70

**ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
CUBATURE**

P45	1320,00	30,00	60,41	66,31	126,72	3801,55	72837,02	0,02	0,02	0,04	1,24	13015,94
P46	1350,00	30,00	104,28	93,41	197,69	5930,76	78767,79	0,02	0,02	0,04	1,18	13017,12
P47	1380,00	30,00	102,76	106,36	209,13	6273,75	85041,54	0,02	0,02	0,04	1,19	13018,31
P48	1410,00	30,00	73,22	80,26	153,48	4604,38	89645,92	0,02	0,02	0,04	1,20	13019,51
P49	1440,00	30,00	45,18	46,84	92,02	2760,66	92406,57	0,02	0,02	0,04	1,22	13020,73
P50	1470,00	30,00	40,67	48,78	89,45	2683,53	95090,10	0,00	0,02	0,02	0,58	13021,31
P51	1500,00	30,00	19,79	4,70	24,48	734,50	95824,60	0,02	0,02	0,04	1,33	13022,64
P52	1530,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95824,60	14,35	14,12	28,47	854,06	13876,70
P53	1560,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95824,60	23,94	20,77	44,72	1341,51	15218,21
P54	1590,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95824,60	32,98	31,33	64,31	1929,38	17147,59
P55	1620,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95824,60	39,89	40,95	80,85	2425,36	19572,95
P56	1650,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95824,60	43,29	42,27	85,56	2566,79	22139,74
P57	1680,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95824,60	41,35	33,75	75,10	2253,08	24392,82
P58	1710,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95824,60	46,06	46,47	92,54	2776,11	27168,93
P59	1740,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95824,60	48,12	55,33	103,45	3103,46	30272,39
P60	1770,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95824,60	28,28	38,46	66,74	2002,26	32274,65
P61	1800,00	30,00	2,58	0,00	2,58	77,32	95901,92	0,31	6,36	6,67	200,20	32474,86
P62	1830,00	30,00	27,53	18,74	46,27	1388,08	97290,01	0,02	0,02	0,04	1,21	32476,07
P63	1860,00	30,00	51,63	40,14	91,77	2753,11	100043,11	0,02	0,02	0,04	1,19	32477,26
P64	1890,00	30,00	37,14	31,91	69,05	2071,52	102114,63	0,02	0,02	0,04	1,21	32478,47
P65	1920,00	30,00	15,08	9,30	24,38	731,30	102845,93	0,02	0,02	0,04	1,21	32479,68
P66	1950,00	30,00	0,60	0,00	0,60	17,94	102863,87	1,23	6,58	7,81	234,37	32714,06
P67	1980,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	6,64	12,12	18,76	562,80	33276,86
P68	2010,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	14,39	18,41	32,79	983,72	34260,58
P69	2040,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	22,73	32,43	55,17	1654,95	35915,54
P70	2070,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	29,24	46,36	75,60	2268,15	38183,68
P71	2100,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	38,09	62,70	100,79	3023,82	41207,50
P72	2130,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	67,35	94,36	161,71	4851,30	46058,81
P73	2160,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	150,77	224,37	375,14	11254,29	57313,10
P74	2190,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	309,43	347,53	656,96	19708,73	77021,83
P75	2220,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	371,92	323,52	695,44	20863,18	97885,01
P76	2250,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	222,45	189,51	411,96	12358,82	110243,82
P77	2280,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102863,87	53,73	42,23	95,96	2878,78	113122,60
P78	2310,00	30,00	0,66	9,70	10,36	310,66	103174,54	2,03	0,02	2,05	61,42	113184,02
P79	2340,00	30,00	34,17	43,64	77,81	2334,41	105508,94	0,02	0,02	0,04	1,20	113185,22
P80	2370,00	30,00	68,51	83,81	152,32	4569,60	110078,55	0,02	0,02	0,04	1,23	113186,45
P81	2400,00	30,00	100,78	123,74	224,52	6735,63	116814,18	0,02	0,02	0,04	1,21	113187,66
P82	2430,00	30,00	116,23	143,63	259,86	7795,91	124610,09	0,02	0,02	0,04	1,16	113188,82
P83	2460,00	30,00	72,88	77,71	150,59	4517,68	129127,77	0,02	0,02	0,04	1,20	113190,02
P84	2490,00	30,00	62,79	68,20	131,00	3929,89	133057,65	0,02	0,02	0,04	1,19	113191,21
P85	2520,00	30,00	58,97	63,66	122,63	3678,93	136736,58	0,02	0,02	0,04	1,20	113192,41
P86	2550,00	30,00	62,38	77,74	140,11	4203,42	140940,00	0,02	0,02	0,04	1,14	113193,55
P87	2580,00	30,00	60,75	62,24	122,99	3689,69	144629,69	0,02	0,02	0,04	1,19	113194,74
P88	2610,00	30,00	48,97	53,76	102,73	3082,01	147711,69	0,02	0,02	0,04	1,18	113195,92
P89	2640,00	30,00	32,33	40,82	73,15	2194,49	149906,18	0,02	0,02	0,04	1,18	113197,10
P90	2670,00	30,00	16,80	23,22	40,02	1200,55	151106,73	0,02	0,02	0,04	1,15	113198,24
P91	2700,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151106,73	18,10	9,31	27,41	822,40	114020,64
P92	2730,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151106,73	40,77	36,22	76,98	2309,48	116330,12
P93	2760,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151106,73	54,83	45,15	99,98	2999,42	119329,54
P94	2790,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151106,73	71,42	50,74	122,16	3664,86	122994,40
P95	2820,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151106,73	51,11	33,96	85,06	2551,91	125546,32
P96	2850,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151106,73	47,57	29,56	77,13	2313,83	127860,14
P97	2880,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151106,73	28,31	13,81	42,13	1263,83	129123,97
P98	2910,00	30,00	4,04	12,68	16,72	501,54	151608,27	0,12	0,02	0,14	4,19	129128,16
P99	2940,00	30,00	44,21	52,86	97,06	2911,92	154520,19	0,02	0,02	0,04	1,21	129129,37
P100	2970,00	30,00	58,23	73,63	131,85	3955,61	158475,80	0,02	0,02	0,04	1,17	129130,54
P101	3000,00	30,00	59,43	65,72	125,15	3754,41	162230,20	0,02	0,02	0,04	1,21	129131,76
P102	3030,00	30,00	56,24	61,13	117,36	3520,94	165751,14	0,02	0,02	0,04	1,20	129132,96
P103	3060,00	30,00	47,37	51,22	98,60	2957,93	168709,08	0,02	0,02	0,04	1,21	129134,17
P104	3090,00	30,00	46,73	53,08	99,81	2994,36	171703,43	0,02	0,02	0,04	1,20	129135,37
P105	3120,00	30,00	56,77	59,83	116,60	3498,13	175201,56	0,02	0,02	0,04	1,19	129136,56

ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHERIQUE DE MOSTAGANEM RELIANT LES SABLETTES, MAZAGRAN
CUBATURE

P106	3150,00	30,00	51,92	48,83	100,75	3022,52	178224,08	0,02	0,02	0,04	1,17	129137,73
P107	3180,00	30,00	22,02	18,43	40,45	1213,49	179437,57	0,02	0,02	0,04	1,20	129138,93
P108	3210,00	30,00	2,32	0,00	2,32	69,46	179507,03	2,86	25,82	28,69	860,55	129999,48
P109	3240,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	14,45	26,76	41,20	1236,15	131235,63
P110	3270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	50,35	52,85	103,20	3095,94	134331,57
P111	3300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	56,86	51,15	108,01	3240,20	137571,77
P112	3330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	57,52	52,57	110,08	3302,55	140874,31
P113	3360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	61,55	63,18	124,73	3741,86	144616,17
P114	3390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	70,17	72,09	142,26	4267,89	148884,07
P115	3420,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	71,47	63,56	135,03	4050,92	152934,99
P116	3450,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	60,58	52,41	112,99	3389,76	156324,75
P117	3480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	50,16	43,05	93,21	2796,25	159121,00
P118	3510,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	36,33	34,39	70,72	2121,52	161242,52
P119	3540,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	33,86	33,47	67,33	2019,92	163262,44
P120	3570,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	28,24	25,64	53,88	1616,44	164878,88
P121	3600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	22,69	16,55	39,24	1177,09	166055,97
P122	3630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	14,44	11,07	25,51	765,20	166821,17
P123	3660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	12,07	13,68	25,75	772,60	167593,77
P124	3690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	16,22	16,82	33,04	991,22	168584,99
P125	3720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	26,37	17,78	44,15	1324,51	169909,50
P126	3750,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	40,24	34,30	74,54	2236,24	172145,74
P127	3780,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	44,80	38,21	83,02	2490,52	174636,26
P128	3810,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	45,52	41,52	87,03	2610,99	177247,26
P129	3840,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	42,46	40,67	83,12	2493,75	179741,00
P130	3870,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	29,12	20,73	49,85	1495,53	181236,54
P131	3900,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	16,87	12,63	29,50	885,10	182121,64
P132	3930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	179507,03	11,08	6,69	17,77	532,98	182654,62
P133	3960,00	30,00	0,00	0,36	0,36	10,66	179517,69	6,51	2,31	8,82	264,49	182919,11
P134	3990,00	30,00	10,82	10,08	20,89	626,76	180144,45	0,02	0,02	0,04	1,23	182920,34
P135	4020,00	30,00	31,15	32,40	63,55	1906,59	182051,05	0,02	0,02	0,04	1,15	182921,49
P136	4050,00	28,19	11,05	14,75	25,79	726,97	182778,02	0,02	0,02	0,04	1,14	182922,63
P137	4076,37	13,19	9,99	8,89	18,88	248,91	183026,92	0,02	0,02	0,04	0,51	182923,13

Tableau 44: cubature APD « variante choisi »

Volume cumulé déblais (m³)	183026,92
Volume cumulé remblais (m³)	182923,13
Volume excès déblais (m³)	103,79

Tableau 45: quantité de déblai remblai

Devis quantitatif et estimatif

1-Devis estimatif :

C'est une pièce technique établie à partir d'une part du devis descriptif et de l'autre part ; il fournit une prévision de dépenses ; il permet au service technique de vérifier la demande et de faire ordonner les paiements en temps utile.

2- Devis quantitatif :

C'est le classement rationnel et respectif des quantités d'ouvrages de même nature et de qualité défini par l'avant métré.

3-Les éléments du devis quantitatif et estimatif :

- ❖ Décapage de la terre végétale (T.V).
- ❖ Ouverture des fossés.
- ❖ Accotement.
- ❖ Corps de chaussée (BB-GC-GC-TUF).
- ❖ Déblais mis en remblai.

Application au projet

N	Désignation	Unité	quantité	Prix .u.	montant
Section I : installation de chantier					
01	installation de chantier	F	1.00	2 000 000	2 000 000.00
Section II : terrassement					
02	Déblai toute nature y compris évacuation des terres excédentaires, transport et toutes sujétions de mise	M ³	183026,92	500	91513460.00

	en œuvre.				
03	Décapage de la terre végétale	M ²	101909.25	200	20381850.00
04	Remblais provenant d'emprunt y compris transport, compactage arrosage réglage et toutes sujétions de mise en œuvre.	M ³	182923,13	850	155484660.50
Section III : chaussée					
05	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de forme en tuf sur 28 cm d'épaisseur y compris transport, nettoyage de l'assiette étalage, compactage arrosage, et toutes sujétions de bonne exécution.	M ³	15979.37	1 300	20773181.00
06	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de fondation en grave concassée 0/40 sur 19 cm d'épaisseur y/c compactage	M ³	10843.14	2 000	21686280.00

	arrosage et toutes sujétions de bonne exécution.				
07	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'imprégnation en cut-back 0/1 dosé à 1kg/cm ² .	M ²	57069.18	150	8560377.00
08	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de base en grave bitume 0/20 sur 14 cm d'épaisseur y/c compactage et toutes sujétions de bonne exécution.	T	7989.69*2.4=19175.27	5 000	95876280.00
09	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'accrochage en émulsion cationique 65% dosée à 0.3 kg/m ² .	M ²	17120.75	130	2225698 .02
10	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de roulement en béton bitumineux 0/14 sur 08 cm d'épaisseur y/c	T	45655.34	6 500	98150000.00

	compactage et toutes sujétions de bonne exécution.				
11	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de tuf pour accotement y compris transport, nettoyage de l'assiette étalage, compactage arrosage, et toutes sujétions de bonne exécution.	M ³	22501.56	1 400	3150218.40
Section IV : assainissement et protection					
15	Réalisation d'un fossé en béton légèrement armé an treillis soudé de dimensions (1.5×0.5×0.5 épai 10cm) (forme trapézoïdale).	ML	2190	4 000	8760000.00
16	Fourniture et mise en place de buses ϕ 1000 y compris béton pour radier et d'ouvrages.	ML	60.00	65 000	3900000.00
Section V : signalisation					
17	Séparateur en béton.	ML	8152.74	4 500	36687330.00

18	Signalisation horizontale.	ML	16305.48	150	2445822.00
19	Signalisation verticale (panneau de signalisation)		30.00	5 500	165000.00
20	Glissière en bétons	U	4574.28	5 500	38 445 000.00
				Total HT	573 804 656.40
				TVA19%	109 022 884.72
				Total TTC	682 827 541.12

Tableau 67: Devis quantitatif et estimatif

➤ Arrête le présent devis quantitatif et estimatif a la somme en TTC de :

Six Cent Quarante Quatre Millions Vingt Deux Mille Six Cent Trente Neuf Dinars.

CONCLUSION

Cette étude était une super occasion pour connaître le déroulement d'un projet des travaux publics en générale et un projet routier en particulier, d'autre part était une réelle occasion pour améliorer et perfectionner nos connaissances acquises durant les cinq années de notre formation dans le domaine des routes.

Cette étude concerne un tronçon d'environ près de quatre kilomètres, de la deuxième boulevard périphérique de Mostaganem qui relie les Sablette, Mazagran et le carrefour giratoire urgence.

Trois variantes ont été étudiées en traitant les conceptions, plane, longitudinale. Après comparaison de ces trois variantes on a opté pour la variante qui présente plus d'avantage. Cette dernière a fait l'objet de l'étude plus détaillée en respectant les normes imposées par le B40 pour assurer le confort et la sécurité de l'usager car toute négligence peut être fatale.

Cette étude nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour cerner les problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers. ET une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels Autocad et Covadis.

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.