



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 mazagran
Du Pk 1 au Pk 5 + 400

Présenté par :

1. *M* : **MOSTEFA TAHA ZOUBIR**
2. *M* : **MERZOUGUE AHMED**

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

Président : Mr KERAOUTI RABEH
Examineur : Mme EL MASCRI SETTI
Encadreur : Mr TALIA AHMED
Invite d'honneur : Mr CHERIF Mourad

Année Universitaire : 2018 / 2019



الأهداء

بسم الله والصلاة والسلام على أشرف 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 حقيهما إلى من لا يمكن للأرقام أن
تعصي فضائلهم إلى والدائي العزيزين أدامهما الله لي و إلى اخوتي و إلى كل عائلة مرزوق

✓ 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 العزيز مصطفى طه زويبير

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

✓ إليك أنت أيها القارئ .



مرزوق احمد



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
تصفي فضائلهم إلى والداي العزيزين أدامهما الله لي والى اخوتي و إلى كل عائلة مصطفى

✓ إلى كل الذين معرفتهم في مشواري وحياتي الدراسية والى كل الأصدقاء

✓ إلى كل من أماننا في انجاز هذا العمل المتواضع

✓ إلى من وافقني في انجاز هذا العمل صديقي مرزوق احمد

✓ إلى كل طلبة جامعة عبد الحميد بن باديس و بالانص زملائي في قسم الاشغال العمومية

✓ إليك أنت أيها القارئ .



مصطفى طه زويبير

Remerciements

*Nous tenonstous 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 avoir 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

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

CHAPITRE I : PRESENTATION DE PROJET

1. Généralités de willaya de Mostaganem	2
2. Présentation de projet	4

CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ROUTES

1. Introduction	6
2. L'exigence de sécurité	6
3. Terminologie routière	7

CHAPITRE III : ETUDE EN APS

ETUDE DES VARIANTES

1. Règles générales du tracé en plan	10
2. Les éléments du tracé en plan	11
3. Les variantes	11
4. Calcul des Cubatures Approchées	15
5. Dévers	19
6. Pourcentage Alignement Droit	20

APPLICATION AU PROJET

7. Etude de la variante N°1	21
8. Etude de la variante N°2	32
9. Variante Choisie	43

CHAPITRE IV : ETUDE EN APD

RACCORDEMENT PROGRESSIF

1. Clothoïde.....	45
2. Elément de la clothoïde.....	46
3. Propriétés de la clothoïde	47
4. Le devers.....	47
5. Détermination des dévers aux rayons en plan	49
6. Le choix de la longueur d'une clothoïde	50
7. Vérification de non chevauchement	51
8. Application à notre projet	51

ETUDE DE TRAFIC

1. Introduction	59
2. Différent Types De trafic	59
3. Calcul La Capacité	64
4. Eterminat ion Du Nombre Des Voies	47
5. Application Au Projet	49

PROFIL EN LONG

1. Définition	70
2. La ligne de projet (lige rouge)	71
3. Règles à respecter dans le tracé du profil en long	59
4. Eléments constituant la ligne rouge	72
5. Raccordements en profil en long	73
6. Calcul du raccordement parabolique	77
7. Détermination pratique du raccordement en profil en long.....	79

PARAMETRES CINEMATIQUE

1. Définition.....	81
2. Distance de freinage.....	81
3. Temps De réaction	83

4. Distance D'arrêt.....	84
5. Distance de Perception.....	85
6. Distance De sécurité Entre Deux Véhicule	87
7. Manœuvre De Dépassement	88

PROFIL EN TRAVERS

1. Généralité.....	90
2. Profil en travers type	91
3. Les éléments constituant un profil en travers type	92
4. Profil en travers type de notre projet	84

DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSES

1. Introduction	95
2. Généralités	96
3. La chaussée	96
4. Les différentes catégories de chaussée	98
5. Principe de la constitution des chaussées	100
6. Constitution et rôle d'une chaussée	101
7. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement des chaussées	101
8. Méthodes de dimensionnement	101

ASSAINISSEMENT

1. Introduction	107
2. bjectif de l'assainissement	108
3. Assainissement de la chaussée.....	108
4. Définition des termes hydraulique.....	110
5. Principe de la constitution des chaussées	100
6. Conclusion	101

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1. Définition	112
---------------------	-----

2. Catégories des signalisations	112
3. Assainissement de la chaussée.....	108
4. types de signalisation	113
5. caractéristique générale des marquages :.....	117

IMPLANTATION

1. Généralité.....	121
2. Implantation de courbes.....	121
3. Méthode choisie	124

CUBATURE

1. Introduction	131
2. Définition	131
3. Variante choisie	132

CHAPITRE V : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

1. Devis estimatif	135
2. Devis quantitatif.....	135
3. Les éléments du devis quantitatif et estimatif.....	135
4. Application au projet:	135

CHAPITRE VI : CONCLUSION

conclusion	140
------------------	-----

Liste des Tableaux

Tableau	page
Tableau 1:coordonnées des sommets de l'axe de la route existante.....	10
Tableau 2:gisement, distance de la route existante.....	10
Tableau 3:Tangentes aux cercles et rayons "route existante".....	12
Tableau 4:Dénivelée cumulée route existante.....	17
Tableau 5:Type de topographie.....	18
Tableau 6:Sinuosité»	19
Tableau 7:Environnement de la route existante.....	19
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

Liste des Figures

Figure	page
FIGURE1 : wilaya de Mostaganem.....	3
Figure 2 : Localisation du projet.....	4
Figure 3 : détermination de l'angle au cent.....	9
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: élèment 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

INTRODUCTION :

L'histoire de la route est intimement liée au niveau de développement technologique et de la croissance économique des nations et des civilisations.

La route romaine dont les traces sont encore apparentes à ce jour, témoigne de l'avancée industrielle de l'empire et de la place privilégiée accordée aux réseaux de communication.

La route n'est pas la seule infrastructure de transport, on trouve aussi d'autres moyens comme le chemin de fer, les voies aériennes et les voies maritimes, mais le transport routier est dominant, et même si les technologies de l'information se développent, les déplacements routiers liés tant à la vie quotidienne qu'au tourisme sont des réalités incontournables pour encore de nombreuses années.

La route joue un rôle moteur dans l'aménagement du territoire, elle favorise l'implantation d'activités économiques et industrielles et réduit les coûts de transport et donc de production.

Notre projet de fin d'étude fait partie d'un tracé neuf qui consiste en un tronçon d'environ 4,5kilomètres 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.

Dans ce présent mémoire nous aborderons les différentes phases suivantes :

- Phase **APS** où nous étudierons deux variantes.
- Phase **APD** fera l'objet de l'étude de la variante choisie.

PRESENTATION DU PROJET

1. Généralités de wilaya de Mostaganem :

La wilaya de Mostaganem appartient à l'ensemble régional ouest du pays, frange littorale accessible, dynamique, par son activité touristique et commerciale dans toutes ces formes. Le territoire de la wilaya est délimité par la zone d'Arzew à l'ouest, mascara au sud-ouest, Tiaret au sud-est Relizane et chlef à l'est.

La wilaya de Mostaganem, est en possession d'un important port de commerce et d'un réseau d'infrastructures aspergeant convenablement la région.

Mostaganem prononcé est une commune algérienne de la wilaya de Mostaganem dont elle est le chef-lieu. C'est une ville portuaire de la Méditerranée, située au nord-ouest de L'Algérie, à 363 km à l'ouest d'Alger. Elle est parmi les plus grandes villes de l'ouest du pays après Oran.

Considérée en Algérie comme la « capitale du Dahra » Mostaganem est parfois surnommée la « ville des Mimosas » l'unité urbaine de Mostaganem s'étend en outre de la commune du même nom, sur les communes de Mazagran et de Sayada et comprend une population de 162 885 habitants en 2008 Elle est également une ville culturelle et artistique importante, foyer de la tariqa El-Alaouiya, implantée dans plusieurs pays et dotée d'un riche patrimoine et d'une création artistique active notamment dans la musique chaâbi.

❖ Littoral :

La wilaya est dotée d'un littoral de 124 km.

❖ Climat :

Le climat de la wilaya se caractérise par un climat semi-aride à hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra.

❖ Ressources hydriques :

La wilaya de Mostaganem comprend les barrages suivants :

- Barrage dru Cheliff
- Barrage de Kramis.
- Barrage de Gargar
- Barrage de Sidi Abed.

Ces barrages font partie des 65 barrages opérationnels en Algérie alors que 30 autres sont en cours de réalisation en 2015.

Ses infrastructures routières :

RN : 332 km

CW : 654 km

CC : 840 km

Les ouvrages d'art sur RN : 36

Les ouvrages d'art sur CW : 24

Ses infrastructures portuaires :

1 Phare

1 Port commercial

3 Port de pêche

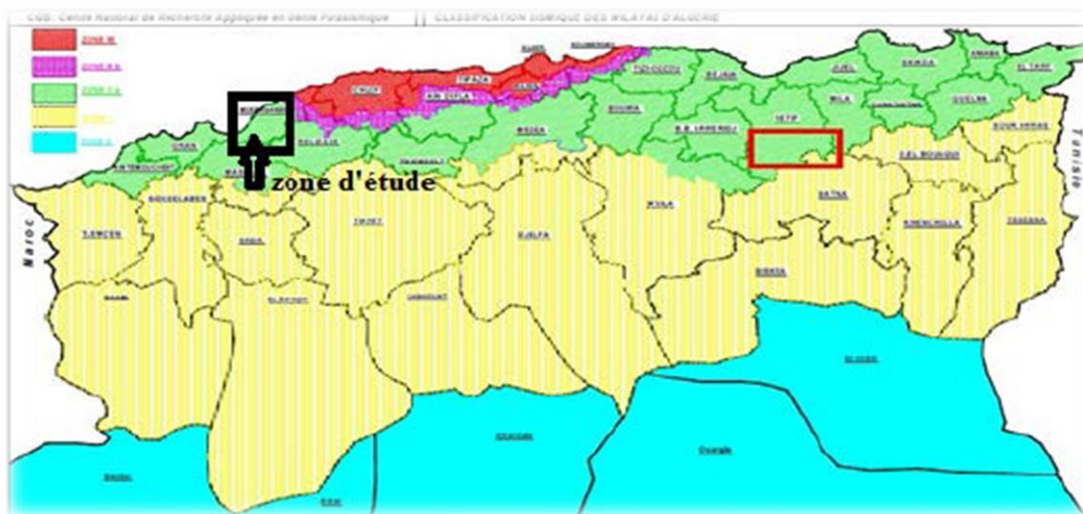


Figure01 : zone d'étude.

2. Présentation de projet :

2.1-Cadre de l'étude :

L'étude d'un deuxième boulevard périphérique de la ville à deux chaussées unidirectionnelles (CW07bis) entre les Sablettes, Mazagran et le carrefour giratoire urgence sur 26 km lancée, rentre dans le cadre du programme de développement de l'infrastructure de base de la wilaya de Mostaganem.

La Direction des Travaux Publics « D.T.P » de la wilaya de Mostaganem a procédé à la création de ce deuxième boulevard périphérique qui relie le coté est de la ville de Mostaganem (RN 11 et Pénétrante Autoroutière) au coté ouest (RN11 allant vers Oran) en passant par les deux ports (commercial et port de plaisance) de la wilaya pour répondre au grand trafic passant par le premier boulevard périphérique et pour assurer la circulation des usagers et des marchandises



Figure02 : Photo Google earth

Notre projet est un tronçon d'environ 4.5 kilomètres, fera l'objet de notre présente étude et ceci en deux phases

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

2.2 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

CARACTERISTIQUES ET CLASSIFICATION ROUTIERE

1. Introduction :

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

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

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

2. L'exigence de sécurité :

Le déplacement d'un véhicule sur une route est, aujourd'hui, l'interaction de trois composantes :

- L'homme, qui à partir de perception qu'il a des informations qui lui proviennent de son environnement, analyse et décide.
- L'automobile, structure mécanique, en liaison avec la chaussée par des pneumatiques, met directement en œuvre les décisions prises par le chauffeur jusqu'il y a une dizaine d'années, l'automobile ne disposait pas d'intelligence permettant d'assister le chauffeur, cette situation a évolué aujourd'hui.
- L'environnement qui fournit une très grande quantité d'information au chauffeur, et qui interagit avec l'automobile.

L'accident est alors conçu comme un dysfonctionnement rare de relation entre ces trois types de composants. L'interaction entre l'homme et le véhicule concerne essentiellement le domaine de l'ergonomie. Les interactions entre l'homme et l'environnement et entre le véhicule et l'environnement concernent, pour ce qui nous intéresse, la conception de routes.

L'étude de contraintes qui s'appliquent sur un véhicule, et du mode de fonctionnement du couple véhicule infrastructure permet de fixer les limites des principales caractéristiques du réseau routier.

De plus, pour que l'automobiliste puisse adapter son comportement, il est indispensable qu'il dispose à temps des informations nécessaires :

Cette contrainte est la visibilité.

3. Terminologie routière :

Un certain nombre de termes technique très précis doivent constituer le vocabulaire relatif aux travaux publics. Ils doivent être utilisés à bon escient ,et il convient donc de définir exactement.

Une route est une voie terrestre aménagée pour permettre la circulation de véhicules à la route elle est définie géométrique par son tracé en plan, son profil en long et de son profil en travers type.

La surface de la route est définie au moyen d'une coupe perpendiculaire à la ligne médiane. Cette coupe est appelée profil en travers que l'on fait glisser le long d'une ligne directrice qui est appelée Axe de la route.

L'axe de la route est défini par sa projection horizontale appelée tracé en plan.

Le tracé en plan met en défini par évidence les rayons des virages en plan « **RH** » est les longueurs d'alignements droits « **AD** ».

La donnée fondamentale d'usage de la route est la vitesse de référence « **Vr** »

Cette vitesse est celle qui peut être pratique en tout point de la section considérée par les véhicules rapides dans la plupart des conditions d'adhérence. Donc elle définit les caractéristiques minimales d'aménagement de la section.

Les caractéristiques géométriques des routes sont en général présentées en trois projections par :

- ❖ **Le tracé en plan.**
- ❖ **Le profil en long.**
- ❖ **Le profil en travers.**

Classification routière :

Il existe deux classifications routières, l'une fonctionnelles (selon la gestion) et l'autre selon la liaison comme suit :

1) Classification fonctionnelle :

- ✓ Cat 1 : les routes nationales RN : gérées par la DTP, et aménagées aux frais exclusifs de l'état.
- ✓ Cat 2 : les routes de wilaya CW : Aménagées et entretenues aux frais de wilaya avec l'aide de l'état.
- ✓ Cat 3 : les chemins communaux CC : qui relèvent de la compétence des subdivisions ou sous directions.

2) Classification selon la liaison :

L'infrastructure routière en Algérie est classée selon la liaison en 5 catégories :

- ✓ Catégorie 1 : liaison entre les grands centres économiques et les industries lourdes
- ✓ Catégorie 2 : liaison entre centres de transformation et les pôles d'industrie industries légères.
- ✓ Catégorie 3 : liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de daïra non desservis par le réseau de catégorie 1 et 2
- ✓ Catégorie 4 : liaison des centres ville non reliés au réseau de cat 1, 2 et 3.

- ✓ Catégorie 5 : routes de moindres importances, ou piste (wilaya ou certains pôles isolés).

Catégorie de notre projet :

Catégorie 02.

ETUDE DES VARIANTES :

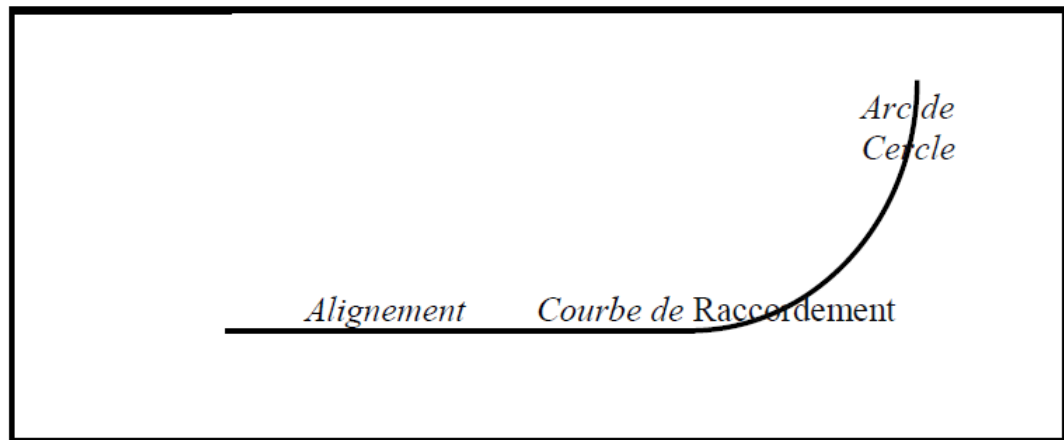


Figure 3 : tracé en plan

Dans sa définition, le tracé en situation ou le tracé horizontal ou Le tracé en plan est la projection verticale de la route sur un plan horizontal. Ce plan est en général une carte topographique ou un plan de situation ou le relief du terrain est représenté par des courbes de niveau.

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

1. Règles générales du tracé en plan :

Pour obtenir un tracé répondant aux normes B40, il faut respecter certaines exigences :

- Adapter le tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Raccorder le nouveau tracé au réseau routier existant ;
- Eviter au maximum le passage sur les propriétés privées ;

- Eviter le franchissement des oueds afin de réduire au maximum le nombre d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques ;
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques ;
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total du tracé ;
- Utiliser des grands rayons si le relief le permet.

2. Les éléments du tracé en plan :

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

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles d'autre part, elle se fait à l'aide 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 :

Des droites (alignements).

Des arcs de cercle.

Des courbes de raccordement progressives.

3. Les variantes :

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements raccords par des arcs cercles. Notre présente étude portera sur les différentes étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route.
- L'environnement de la route
 - Dénivelée cumulée.
 - Sinuosité

- Vitesse de référence **Vr**.
- Calcul des rayons en plan **RHm, RHN, RHd et RHnd**.
- Choix des rayons.
- Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- Déclivités « profil en long ».
- Cubatures approchées.

3.1 Détermination des coordonnées des sommets :

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

Une fois les coordonnées relevées, on calcule :

- Les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits.
- On détermine ensuite les angles aux centres de chaque raccordement
- Les distances entre les sommets.

3.2 calcul de gisement de distance et des angles au centre :

❖ 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.

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

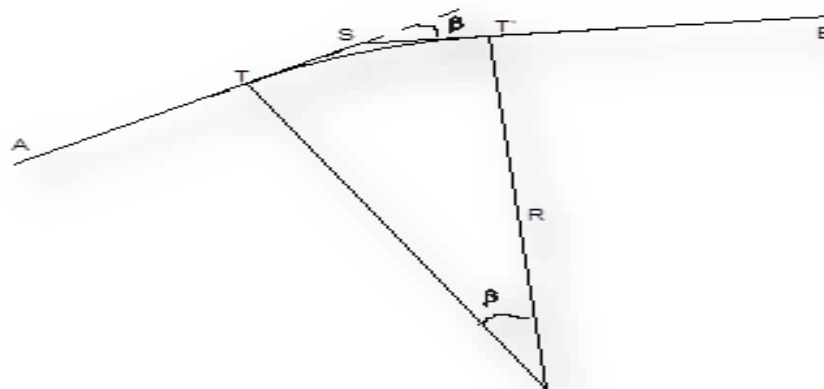


Figure 4: Détermination de l'angle au centre

❖ Distance :

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

❖ L'angle au centre :

$$\beta \text{ est donné par : } \beta = G_{SB} - G_{AS}$$

3.3. Détermination des éléments des Raccordements :

Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire :

❖ **La tangente :**

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

❖ **La Bissectrice :**

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

❖ **la développé :**

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

❖ **Flèche :**

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

3.4 Environnement de la route :

Il Ya deux indicateurs adoptés :

- a) La dénivelée cumulée moyenne.
- b) La sinuosité.

a) La dénivelée cumulée moyenne :

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

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

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

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulé
1	Plat	$Dc \leq 1.5\%$
2	Terrain Vallonné	$1.5\% < Dc \leq 4\%$
3	Terrain Montagneux	$Dc > 4\%$

Tableau1 : type de topologie

b) La sinuosité :

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

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

3.5 Vitesse de référence :

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

- La catégorie
- L'environnement

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminée la vitesse référence :

Catégorie	E1	E2	E3
Cat1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat4	100-80-60	80-60-40	60-40
Cat5	80-60-40	60-40	40

Tableau 2 : vitesse de référence

4. Calcul des Cubatures Approchées :

❖ **Méthode de calcul approximatif :**

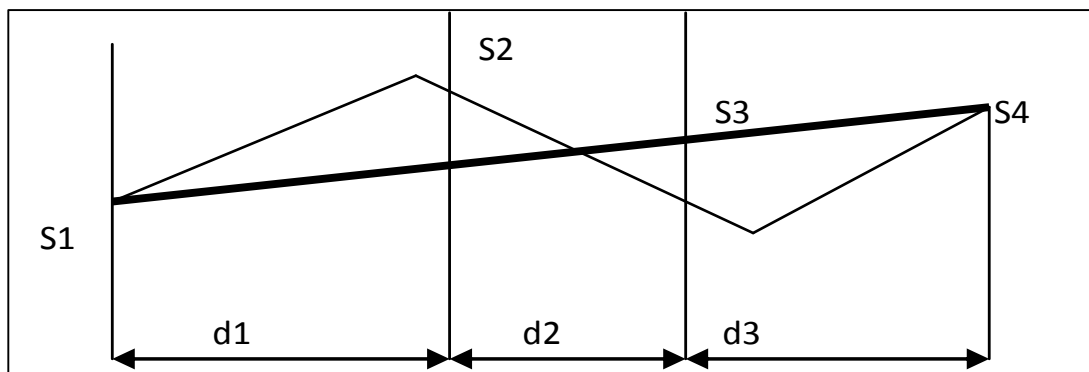


Figure 5 : Schéma représentant la surface entre profil

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

Par conséquent

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

❖ **Calcul des surfaces :**

➤ **En remblai :**

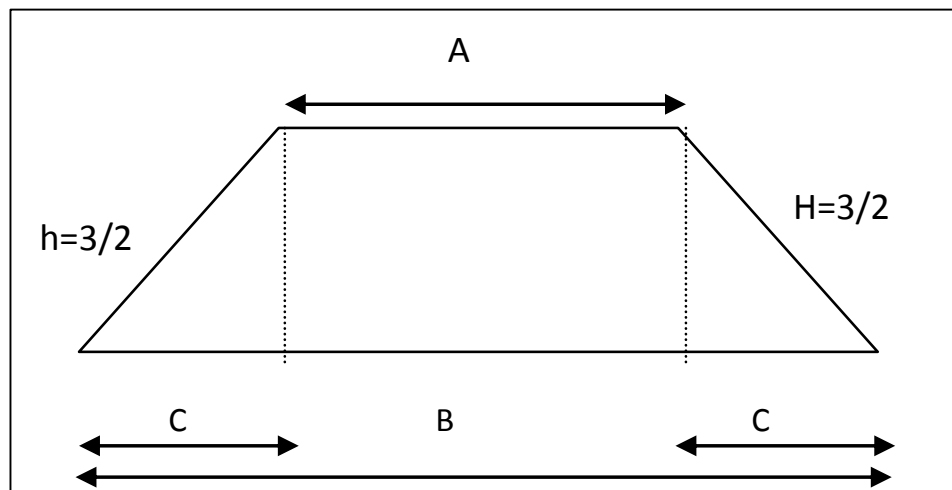


Figure 6 : calcul de surfaces cas de remblai

Avec :

A : largeur de la chaussée les 2 Accotements.

$$\mathbf{Tg \alpha = P = 2/3 = h/c}$$

$$\mathbf{c = 3h / 2}$$

h : différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel

$$\mathbf{B = A + 2c = A + 3h}$$

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

➤ **En déblai :**

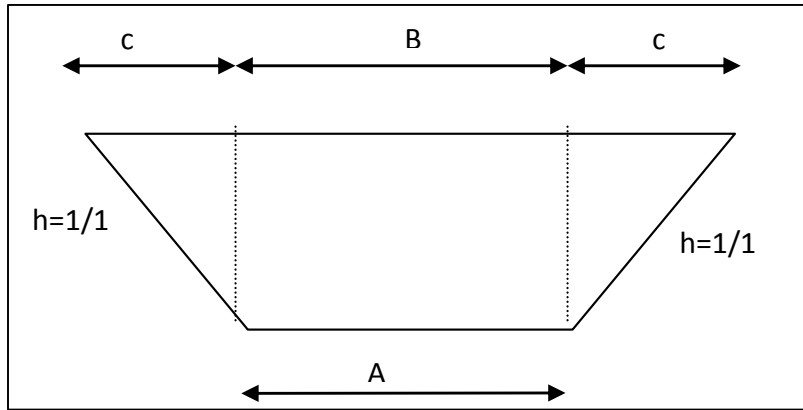


Figure 7 : calcul de surfaces cas de déblais

Avec :

h : différence entre C.T.N et C.P.

A : largeur de la chaussée + 2 accotements $SD=Ah+h^2$

Conséquences :

a)1 Le rayon minimal absolu RHm :

Le rayon minimal absolu c'est le partit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un divers maximal et parcourue par la vitesse :

$$RHm = \frac{V_r^2 (Km/h)}{127(d_{max} + ft)}$$

Avec :

Ft : coefficient de frottement transversal.

V_r : vitesse de référence en km/h.

d_{max} : dévers en courbes (maximal) en fonction de la catégorie de la route.

b) Le rayon minimal normal RHN :

RHN est le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure. Il lui associe un dévers égal à :

d= d_{max} -2% pour les catégories 1-2-3et 4 .

d= d_{max} =-3% pour la catégorie 5.

c) Le rayon minimal normal RHd :

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

RHd est le rayon au deca duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'effet centrifuge résiduel soit équivalent à celui par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit (dévers :-dmin%).

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

d) Rayon minimal non déversé :

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

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

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

❖ **Le choix de rayons :**

Pour une route de catégorie donnée .il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm . autant que possible des valeurs de rayon supérieur ou égal au rayon minimum normal RHN .

5. Dévers :

Dévers max et min :

catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
dmin	-2.50%	-2.50%	-3.00%	-3.00%	-4%
dmax	7%	7%	8%	8%	9%

Tableau 3 : dévers

❖ **Le coefficient transversal ft:**

Vr(km/h)	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 4: valeur du coefficient transversal ft.

❖ **Le coefficient F' 'en fonction de la catégorie :**

0	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
F''	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075

Tableau5 : valeur du Le coefficient F.**8.Pourcentage Alignement Droit :**

Pendant longtemps le tracé rectiligne a été considéré comme le meilleur parce qu'il est plus court, mais ce tracé représente 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 alignement droit d'une section de route .il est recommandé de limité ce pourcentage de 40% à60%.

APPLICATION AU PROJET

Etude de la variante N°1 :

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

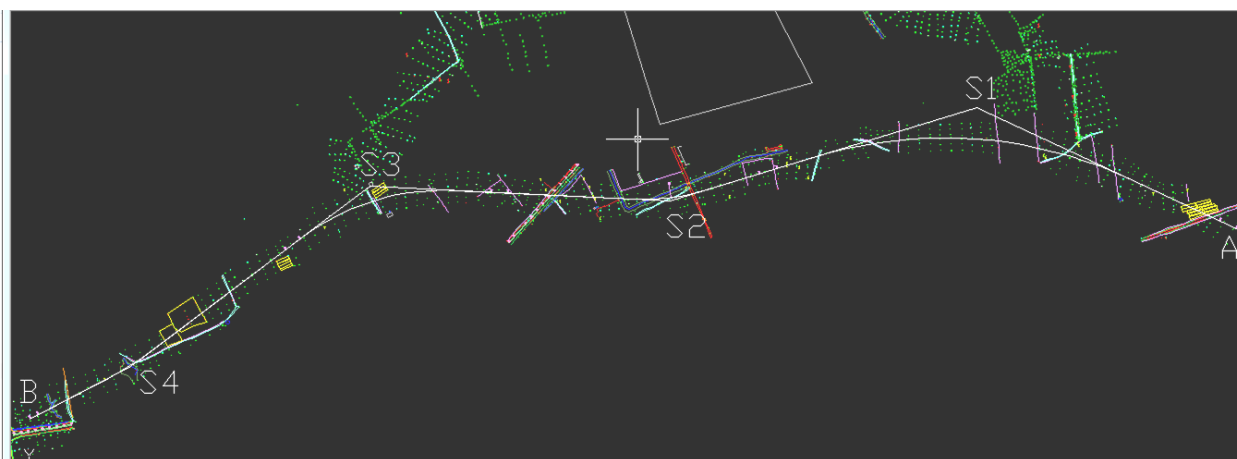


Figure8 : levé de variante « 1 »

1. Les coordonnées des sommets :

Pts	X(m)	Y(m)
A	242970,66	3981797,78
S1	242084,24	3982210,01
S2	241035,40	3981891,42
S3	240011,09	3981941,99
S4	239192,91	3981325,70
B	238848,22	3981148,76

Tableau 6 : les coordonnées des sommets de l'axe de « variante 1 »

2. Calcul de gisements et des angles au centre :

❖ Les calculs de gisements et angle au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Direct	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances(m)
A-S1	-886,42	412,22	327,7114			977,58
S1-S2	-1048,84	-318,59	281,2264	$\beta_1 =$	46,4850	1096,15
S2-S3	-1024,31	50,57	303,1405	$\beta_2 =$	21,9140	1025,56
S3-S4	-818,18	-616,29	258,9013	$\beta_3 =$	44,2390	1024,32
S4-B	-344,69	-176,94	269,8075	$\beta_3 =$	10,9060	387,46

Tableau 7 : les valeurs des gisements, distances et angle au centre « variantel ». ».

3. Détermination de l'environnement de la route :

3.1 Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distance(m)		Z(m)	ΔH (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	173,97	
2	30,00	30,00	172,73	-1,23
3	60,00	30,00	171,83	-0,90
4	90,00	30,00	171,78	-0,05
5	120,00	30,00	171,42	-0,36
6	150,00	30,00	170,81	-0,61
7	180,00	30,00	170,09	-0,72
8	210,00	30,00	170,11	0,02
9	240,00	30,00	170,74	0,62
10	270,00	30,00	168,33	-2,41
11	300,00	30,00	166,89	-1,44
12	330,00	30,00	165,52	-1,37
13	360,00	30,00	164,43	-1,09
14	390,00	30,00	163,91	-0,52
15	420,00	30,00	163,40	-0,52
16	450,00	30,00	163,26	-0,14
17	480,00	30,00	162,36	-0,90
18	510,00	30,00	162,31	-0,05
19	540,00	30,00	162,49	0,18
20	570,00	30,00	162,97	0,49
21	600,00	30,00	163,58	0,61
22	630,00	30,00	164,08	0,49
23	660,00	30,00	162,40	-1,68
24	690,00	30,00	160,70	-1,69
25	720,00	30,00	159,70	-1,01
26	750,00	30,00	158,14	-1,56
27	780,00	30,00	157,60	-0,54
28	810,00	30,00	157,06	-0,54
29	840,00	30,00	156,52	-0,54
30	870,00	30,00	156,01	-0,52

31	900,00	30,00	155,49	-0,52
32	930,00	30,00	155,28	-0,21
33	960,00	30,00	155,26	-0,02
34	990,00	30,00	155,42	0,16
35	1020,00	30,00	155,85	0,43
36	1050,00	30,00	156,34	0,49
37	1080,00	30,00	156,38	0,04
38	1110,00	30,00	156,67	0,29
39	1140,00	30,00	156,96	0,30
40	1170,00	30,00	156,93	-0,03
41	1200,00	30,00	156,50	-0,43
42	1230,00	30,00	155,66	-0,84
43	1260,00	30,00	153,92	-1,73
44	1290,00	30,00	152,52	-1,40
45	1320,00	30,00	151,01	-1,51
46	1350,00	30,00	149,81	-1,21
47	1380,00	30,00	148,83	-0,98
48	1410,00	30,00	148,29	-0,54
49	1440,00	30,00	147,88	-0,41
50	1470,00	30,00	147,65	-0,23
51	1500,00	30,00	147,41	-0,24
52	1530,00	30,00	147,10	-0,31
53	1560,00	30,00	146,86	-0,23
54	1590,00	30,00	146,80	-0,07
55	1620,00	30,00	146,84	0,04
56	1650,00	30,00	146,53	-0,31
57	1680,00	30,00	146,52	0,00
58	1710,00	30,00	145,94	-0,58
59	1740,00	30,00	145,86	-0,08
60	1770,00	30,00	145,79	-0,07
61	1800,00	30,00	145,64	-0,15
62	1830,00	30,00	145,55	-0,09
63	1860,00	30,00	145,66	0,11
64	1890,00	30,00	145,67	0,01
65	1920,00	30,00	145,79	0,12
66	1950,00	30,00	146,28	0,48
67	1980,00	30,00	145,25	-1,03
68	2010,00	30,00	144,76	-0,49
69	2040,00	30,00	145,32	0,56
70	2070,00	30,00	146,71	1,39
71	2100,00	30,00	144,26	-2,45
72	2130,00	30,00	146,12	1,85
73	2160,00	30,00	144,99	-1,13
74	2190,00	30,00	146,07	1,09
75	2220,00	30,00	145,06	-1,02
76	2250,00	30,00	144,81	-0,24
77	2280,00	30,00	144,92	0,11
78	2310,00	30,00	145,05	0,13
79	2340,00	30,00	144,90	-0,14
80	2370,00	30,00	144,83	-0,07

81	2400,00	30,00	144,96	0,13
82	2430,00	30,00	145,93	0,97
83	2460,00	30,00	144,88	-1,05
84	2490,00	30,00	144,54	-0,34
85	2520,00	30,00	144,54	0,00
86	2550,00	30,00	144,61	0,07
87	2580,00	30,00	145,58	0,97
88	2610,00	30,00	145,20	-0,38
89	2640,00	30,00	145,48	0,29
90	2670,00	30,00	145,89	0,41
91	2700,00	30,00	146,03	0,13
92	2730,00	30,00	146,43	0,40
93	2760,00	30,00	146,64	0,21
94	2790,00	30,00	146,97	0,33
95	2820,00	30,00	147,69	0,72
96	2850,00	30,00	148,61	0,93
97	2880,00	30,00	148,88	0,27
98	2910,00	30,00	148,89	0,00
99	2940,00	30,00	148,71	-0,18
100	2970,00	30,00	148,05	-0,66
101	3000,00	30,00	147,28	-0,77
102	3030,00	30,00	146,84	-0,44
103	3060,00	30,00	146,51	-0,33
104	3090,00	30,00	146,55	0,04
105	3120,00	30,00	144,49	-2,06
106	3150,00	30,00	144,28	-0,21
107	3180,00	30,00	145,61	1,33
108	3210,00	30,00	148,53	2,92
109	3240,00	30,00	151,15	2,62
110	3270,00	30,00	153,19	2,03
111	3300,00	30,00	154,76	1,57
112	3330,00	30,00	156,23	1,47
113	3360,00	30,00	158,05	1,82
114	3390,00	30,00	160,16	2,11
115	3420,00	30,00	163,21	3,05
116	3450,00	30,00	166,77	3,55
117	3480,00	30,00	169,75	2,99
118	3510,00	30,00	171,55	1,79
119	3540,00	30,00	171,75	0,20
120	3570,00	30,00	172,24	0,48
121	3600,00	30,00	173,49	1,26
122	3630,00	30,00	174,68	1,18
123	3660,00	30,00	175,16	0,48
124	3690,00	30,00	175,47	0,31
125	3720,00	30,00	175,78	0,31
126	3750,00	30,00	176,45	0,67
127	3780,00	30,00	178,17	1,72
128	3810,00	30,00	180,25	2,08
129	3840,00	30,00	180,76	0,51
130	3870,00	30,00	181,26	0,49

131	3900,00	30,00	181,48	0,22	
132	3930,00	30,00	180,99	-0,49	
133	3960,00	30,00	180,58	-0,41	
134	3990,00	30,00	180,03	-0,54	
135	4020,00	30,00	178,98	-1,05	
136	4050,00	30,00	176,40	-2,58	
137	4080,00	30,00	174,35	-2,04	
138	4110,00	30,00	176,77	2,42	
139	4140,00	30,00	176,40	-0,37	
140	4170,00	30,00	175,06	-1,33	
141	4200,00	30,00	172,95	-2,11	
142	4230,00	30,00	171,63	-1,32	
143	4260,00	30,00	170,20	-1,42	
144	4290,00	30,00	170,11	-0,09	
145	4320,00	30,00	170,34	0,23	
146	4350,00	30,00	170,29	-0,05	
147	4380,00	30,00	169,97	-0,32	
148	4410,00	30,00	168,79	-1,18	
149	4440,00	30,00	168,21	-0,58	
150	4451,38	11,38	168,27	0,05	
				Σ	5,70
				D cumulée	0,13%

Tableau 8 : Dénivelée cumulée « variante 01 »

❖ **D cumulée :**

DC=0.13%

DC=0.13%<1.5%

Donc : terrain plat

La sinuosité :

Ls = 0 (on ne choisira pas des rayons inférieur ou égaux à 200m ant que la topographie le permet)

Terrain Plat Sinuosité Faible	⇒ Environnement 1
----------------------------------	-------------------

❖ **Vitesse de référence :**

Catégorie 2	⇒ Vr =100 km/h
-------------	----------------

Environnement E1

Tableau récapitulatif :

Dévers	
dmin	2.5%
dmax	7.0%
ft	0.110
F''	0.060

Tableau 9 : récapitulatif « variante 1 ».

4.Détermination des éléments des raccordements :

Direct	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements(gr)	Angle au centre(gr)		Distances(m)
A-S1	-886,42	412,22	327,71140			977,58
S1-S2	-1048,84	-318,59	281,2264	$\beta_1 =$	46,4850	1096,15
S2-S3	-1024,31	50,57	303,1405	$\beta_2 =$	21,9140	1025,56
S3-S4	-818,18	-616,29	258,9013	$\beta_3 =$	44,2390	1024,32
S4-B	-344,69	-176,94	269,8075	$\beta_3 =$	10,9060	387,46

Tableau 10: éléments des raccordements.

5.Le choix de rayons :

Pour une route de catégorie données .il n’y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. Autant que possible des valeurs de rayon supérieures ou égale au rayon minimum normal RHN.

Rayon: **R1= 1000 m** **R2=800 m** **R3=750 m** **R3=1500 m**

6.Longueur totale des alignements droits LAD :

❖ **Calcul des élément parties circulaires**

Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
382,23	730,18	70,56	65,91
139,07	275,38	12,00	11,82
271,61	521,18	47,67	44,82
128,80	256,97	5,52	5,50

Tableau 11: Eléments des raccordements circulaires « variante 1 ».

Alignement droit(m)		Courbes(m)	
AT1	595,35	Dev (R1)	730,18
T'1T2	574,85	Dev (R2)	275,38
T'2T3	614,88	Dev (R3)	521,18
T'3TB	623,91	Dev (R4)	256,97
T'3TB	258,66		
Σ	2667,65	Σ	1783,71
$L_t =$		4451,36	

Tableau 12 : Longueur totale des alignements droits et des courbes

❖ **Pourcentage Alignement Droit et courbe**

Longueur Totale	% Alignement Droit	% Courbe
4451,36 m	60%	40%

Tableau 13 : Eléments des raccordements circulaires « variante 1 ».

➤ **La longueur totale Alignement Droit :**

Pourcentage Alignement Droit =60%condition vérifie (Pag 23)

➤ **La longueur totale des arcs de cercle :**

Pourcentage courbe=40%condition vérifie (Pag 23)

7. Coordonnées des points de sommet :

❖ **Déclivités - Profil en long :**

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant un plan vertical passant par l'axe du tracé.

Pratiquement le profil en long d'une route est composé d'éléments de

ligne droite, raccordées par des courbes (cercle, parabole).

- **On appelle rampe** : La progression croissante de l'inclinaison dans le sens du Kilométrage.
- **On appelle pente** : La progression décroissante de l'inclinaison dans le sens du Kilométrage.

❖ **Déclivités :**

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	173.966	242970.659, 3981797.784	173.966
Pente = -1.200 %	2631.173	2631.362				
			2631.173	142.392	240440.619, 3981920.785	145.440
Arc de parabole	543.960	544.037				
Rayon = 12000.0000						
S bas = 2775.173						
Z bas = 141.528						
			3175.133	148.194	239909.280, 3981848.795	145.277
Rampe = 3.333 %	598.846	599.179				
			3773.980	168.153	239423.616, 3981499.477	177.862
Arc de parabole	584.477	584.565				
Rayon = -10000.0000						
S haut = 4107.480						
Z haut = 173.708						
			4358.456	170.553	238929.205, 3981190.329	170.346
Pente = -2.512 %	91.033	91.062				
			4449.489	168.267	238848.219, 3981148.756	168.267
Longueur totale	4449.489					

Tableau 14 : Déclivité du profil en long « variante 1 ».

- $P_{\max} = 3.333\%$.
- $P_{\min} = -2.512\%$.

8.Le calcul des rayons en plan nous donnent les résultats suivants :

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

Tableau 15 : rayon en plan « variante 1 ».

Cubatures approchées (utilisation du logiciel Covadis):

n° Profil	Abs	Longueur d'app	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	6,67	11,21	17,88	268,16	268,16	0,03	0,02	0,05	0,72	0,72
P2	30,00	30,00	0,29	2,46	2,76	82,68	350,84	0,93	0,30	1,23	36,91	37,63
P3	60,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,01	350,85	4,52	3,50	8,03	240,87	278,51
P4	90,00	30,00	0,17	6,29	6,46	193,77	544,62	0,47	0,02	0,50	14,87	293,37
P5	120,00	30,00	5,06	8,89	13,96	418,69	963,31	0,04	0,02	0,06	1,72	295,10
P6	150,00	30,00	4,36	8,61	12,97	389,17	1352,49	0,03	0,02	0,05	1,48	296,58
P7	180,00	30,00	2,70	7,38	10,08	302,32	1654,81	0,11	0,02	0,13	3,80	300,38
P8	210,00	30,00	12,42	12,78	25,20	755,94	2410,74	0,02	0,02	0,04	1,23	301,61
P9	240,00	30,00	29,66	28,69	58,36	1750,69	4161,44	0,02	0,02	0,04	1,15	302,76
P10	270,00	30,00	3,37	6,81	10,18	305,40	4466,84	0,08	0,02	0,10	2,88	305,64
P11	300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4466,84	4,66	5,90	10,56	316,79	622,43
P12	330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4466,84	16,65	17,34	34,00	1019,87	1642,30
P13	360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4466,84	24,28	25,03	49,31	1479,25	3121,56
P14	390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4466,84	24,25	22,66	46,90	1407,13	4528,69
P15	420,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4466,84	23,03	20,89	43,91	1317,34	5846,03
P16	450,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4466,84	15,45	14,89	30,33	910,01	6756,04
P17	480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4466,84	23,04	15,71	38,76	1162,70	7918,75
P18	510,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4466,84	14,62	7,42	22,04	661,21	8579,95
P19	540,00	30,00	0,00	3,93	3,93	117,94	4584,78	3,97	0,32	4,29	128,74	8708,70
P20	570,00	30,00	10,96	17,11	28,07	842,00	5426,78	0,02	0,02	0,04	1,21	8709,91
P21	600,00	30,00	26,18	33,51	59,69	1790,60	7217,38	0,02	0,02	0,04	1,20	8711,11
P22	630,00	30,00	46,79	49,95	96,74	2902,33	10119,71	0,02	0,02	0,04	1,19	8712,30
P23	660,00	30,00	32,44	30,35	62,79	1883,71	12003,42	0,02	0,02	0,04	1,23	8713,53
P24	690,00	30,00	17,25	13,93	31,17	935,18	12938,60	0,02	0,02	0,04	1,23	8714,76
P25	720,00	30,00	10,70	4,61	15,30	459,05	13397,65	0,02	0,07	0,09	2,79	8717,55
P26	750,00	30,00	0,40	0,00	0,40	11,96	13409,62	1,85	6,52	8,37	251,16	8968,71
P27	780,00	30,00	0,04	0,00	0,04	1,27	13410,89	1,71	5,84	7,55	226,38	9195,09
P28	810,00	30,00	0,40	0,00	0,40	12,13	13423,02	1,02	5,03	6,05	181,59	9376,68
P29	840,00	30,00	0,86	0,00	0,86	25,83	13448,85	0,58	4,14	4,72	141,66	9518,34
P30	870,00	30,00	1,38	0,00	1,38	41,52	13490,37	0,22	2,74	2,96	88,82	9607,16
P31	900,00	30,00	2,20	0,01	2,20	66,09	13556,46	0,05	1,56	1,60	48,15	9655,31
P32	930,00	30,00	8,20	3,44	11,64	349,31	13905,78	0,02	0,05	0,07	2,18	9657,49
P33	960,00	30,00	16,56	11,75	28,31	849,29	14755,07	0,02	0,02	0,04	1,20	9658,68
P34	990,00	30,00	28,08	23,39	51,47	1544,03	16299,09	0,02	0,02	0,04	1,22	9659,90
P35	1020,00	30,00	42,88	40,34	83,22	2496,51	18795,60	0,02	0,02	0,04	1,21	9661,11
P36	1050,00	30,00	59,89	60,63	120,53	3615,78	22411,38	0,02	0,02	0,04	1,20	9662,31

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

P37	1080,00	30,00	70,86	72,36	143,22	4296,53	26707,91	0,02	0,02	0,04	1,21	9663,53
P38	1110,00	30,00	87,14	90,50	177,64	5329,18	32037,09	0,02	0,02	0,04	1,21	9664,73
P39	1140,00	30,00	102,04	106,89	208,93	6267,91	38305,00	0,02	0,02	0,04	1,19	9665,93
P40	1170,00	30,00	112,99	117,74	230,73	6921,90	45226,90	0,02	0,02	0,04	1,19	9667,11
P41	1200,00	30,00	116,46	121,68	238,15	7144,35	52371,26	0,02	0,02	0,04	1,19	9668,30
P42	1230,00	30,00	114,67	117,76	232,44	6973,11	59344,36	0,02	0,02	0,04	1,20	9669,50
P43	1260,00	30,00	88,87	101,92	190,79	5723,69	65068,06	0,02	0,02	0,04	1,20	9670,70
P44	1290,00	30,00	77,60	77,56	155,17	4655,04	69723,10	0,02	0,02	0,04	1,23	9671,92
P45	1320,00	30,00	65,19	59,71	124,90	3746,90	73470,00	0,02	0,02	0,04	1,20	9673,13
P46	1350,00	30,00	51,60	56,28	107,89	3236,56	76706,55	0,02	0,02	0,04	1,20	9674,33
P47	1380,00	30,00	44,66	46,99	91,65	2749,62	79456,17	0,02	0,02	0,04	1,21	9675,54
P48	1410,00	30,00	43,08	44,12	87,20	2616,15	82072,32	0,02	0,02	0,04	1,21	9676,75
P49	1440,00	30,00	44,09	44,00	88,09	2642,71	84715,03	0,02	0,02	0,04	1,20	9677,95
P50	1470,00	30,00	47,70	47,04	94,73	2841,97	87557,00	0,02	0,02	0,04	1,20	9679,15
P51	1500,00	30,00	50,99	49,25	100,24	3007,08	90564,08	0,02	0,02	0,04	1,20	9680,35
P52	1530,00	30,00	52,90	49,62	102,52	3075,65	93639,73	0,02	0,02	0,04	1,20	9681,55
P53	1560,00	30,00	53,99	52,29	106,28	3188,39	96828,12	0,02	0,02	0,04	1,22	9682,77
P54	1590,00	30,00	59,42	57,52	116,94	3508,18	100336,30	0,02	0,02	0,04	1,20	9683,97
P55	1620,00	30,00	62,82	62,11	124,93	3747,93	104084,23	0,02	0,02	0,04	1,19	9685,16
P56	1650,00	30,00	62,14	61,66	123,80	3713,95	107798,18	0,02	0,02	0,04	1,21	9686,36
P57	1680,00	30,00	69,17	60,57	129,74	3892,09	111690,26	0,02	0,02	0,04	1,18	9687,54
P58	1710,00	30,00	59,86	59,01	118,87	3566,11	115256,37	0,02	0,02	0,04	1,22	9688,76
P59	1740,00	30,00	60,92	61,05	121,97	3659,11	118915,49	0,02	0,02	0,04	1,21	9689,98
P60	1770,00	30,00	61,52	61,60	123,12	3693,54	122609,03	0,02	0,02	0,04	1,20	9691,18
P61	1800,00	30,00	60,89	61,11	122,00	3660,00	126269,03	0,02	0,02	0,04	1,20	9692,38
P62	1830,00	30,00	61,30	61,61	122,91	3687,36	129956,38	0,02	0,02	0,04	1,20	9693,59
P63	1860,00	30,00	62,13	64,32	126,45	3793,43	133749,82	0,02	0,02	0,04	1,21	9694,79
P64	1890,00	30,00	63,31	63,69	127,00	3809,99	137559,81	0,02	0,02	0,04	1,20	9696,00
P65	1920,00	30,00	58,70	68,25	126,96	3808,69	141368,49	0,02	0,02	0,04	1,20	9697,20
P66	1950,00	30,00	66,91	73,44	140,35	4210,52	145579,01	0,02	0,02	0,04	1,18	9698,38
P67	1980,00	30,00	45,52	56,85	102,37	3071,11	148650,12	0,02	0,02	0,04	1,16	9699,54
P68	2010,00	30,00	36,30	58,62	94,92	2847,52	151497,64	0,02	0,02	0,04	1,08	9700,62
P69	2040,00	30,00	35,59	63,05	98,64	2959,32	154456,96	0,02	0,02	0,04	1,07	9701,70
P70	2070,00	30,00	44,59	51,43	96,02	2880,57	157337,53	0,02	0,02	0,04	1,18	9702,88
P71	2100,00	30,00	47,59	48,02	95,61	2868,28	160205,80	0,02	0,02	0,04	1,12	9703,99
P72	2130,00	30,00	40,23	48,70	88,93	2668,04	162873,84	0,03	0,02	0,05	1,46	9705,45
P73	2160,00	30,00	26,82	32,93	59,75	1792,45	164666,29	0,02	0,02	0,04	1,26	9706,71
P74	2190,00	30,00	44,62	38,74	83,36	2500,76	167167,04	0,02	0,02	0,04	1,06	9707,77
P75	2220,00	30,00	22,25	31,05	53,30	1599,00	168766,04	0,02	0,02	0,04	1,26	9709,04
P76	2250,00	30,00	16,01	13,72	29,73	891,81	169657,85	0,02	0,02	0,04	1,22	9710,25
P77	2280,00	30,00	11,33	9,35	20,68	620,38	170278,22	0,02	0,02	0,04	1,21	9711,47
P78	2310,00	30,00	7,48	5,44	12,92	387,58	170665,80	0,02	0,03	0,05	1,57	9713,04
P79	2340,00	30,00	0,90	0,02	0,93	27,78	170693,58	1,01	2,17	3,18	95,30	9808,33
P80	2370,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	8,64	9,01	17,64	529,33	10337,66
P81	2400,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	14,83	12,51	27,34	820,25	11157,90
P82	2430,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	8,98	17,32	26,31	789,20	11947,10
P83	2460,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	35,19	31,56	66,75	2002,51	13949,61
P84	2490,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	47,54	47,32	94,86	2845,82	16795,43
P85	2520,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	56,88	57,56	114,45	3433,37	20228,80
P86	2550,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	66,56	65,23	131,79	3953,84	24182,65
P87	2580,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	65,72	65,13	130,84	3925,33	28107,98
P88	2610,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	77,99	73,64	151,63	4548,89	32656,87
P89	2640,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	83,31	76,44	159,75	4792,60	37449,47
P90	2670,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	86,15	80,82	166,97	5009,24	42458,71
P91	2700,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	91,17	91,45	182,62	5478,51	47937,22
P92	2730,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	91,67	95,65	187,31	5619,37	53556,59
P93	2760,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	97,40	103,93	201,33	6039,97	59596,55
P94	2790,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	103,87	108,71	212,58	6377,46	65974,01
P95	2820,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	100,83	112,32	213,14	6394,28	72368,30
P96	2850,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	96,64	101,46	198,10	5942,96	78311,26
P97	2880,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	104,06	104,05	208,10	6243,13	84554,39

P98	2910,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	115,20	116,55	231,75	6952,50	91506,89
P99	2940,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	131,69	133,94	265,63	7968,84	99475,73
P100	2970,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	158,21	166,00	324,21	9726,19	109201,92
P101	3000,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	190,59	201,38	391,97	11759,19	120961,11
P102	3030,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	220,99	230,50	451,49	13544,58	134505,69
P103	3060,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	254,87	246,58	501,44	15043,30	149548,99
P104	3090,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	282,98	282,08	565,06	16951,71	166500,70
P105	3120,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	352,92	363,81	716,73	21502,00	188002,70
P106	3150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	361,13	377,25	738,38	22151,25	210153,96
P107	3180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	331,81	347,79	679,60	20387,91	230541,87
P108	3210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	261,00	281,13	542,12	16263,70	246805,57
P109	3240,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	200,22	224,61	424,83	12744,88	259550,44
P110	3270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	166,77	178,71	345,48	10364,50	269914,94
P111	3300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	145,48	141,38	286,87	8606,01	278520,95
P112	3330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	143,95	105,41	249,36	7480,79	286001,74
P113	3360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	103,97	77,29	181,27	5437,96	291439,69
P114	3390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	63,49	53,85	117,34	3520,27	294959,96
P115	3420,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170693,58	20,13	16,02	36,14	1084,23	296044,19
P116	3450,00	30,00	22,65	26,41	49,05	1471,58	172165,16	0,02	0,02	0,04	1,17	296045,36
P117	3480,00	30,00	62,47	64,18	126,65	3799,64	175964,80	0,02	0,02	0,04	1,16	296046,53
P118	3510,00	30,00	89,06	83,79	172,84	5185,32	181150,12	0,02	0,02	0,04	1,17	296047,70
P119	3540,00	30,00	81,88	79,78	161,66	4849,75	185999,86	0,02	0,02	0,04	1,16	296048,86
P120	3570,00	30,00	87,02	80,44	167,45	5023,59	191023,45	0,02	0,02	0,04	1,20	296050,06
P121	3600,00	30,00	101,90	91,23	193,13	5793,80	196817,25	0,02	0,02	0,04	1,22	296051,28
P122	3630,00	30,00	117,27	99,55	216,82	6504,65	203321,90	0,02	0,02	0,04	1,23	296052,52
P123	3660,00	30,00	116,34	99,87	216,21	6486,31	209808,21	0,02	0,02	0,04	1,24	296053,76
P124	3690,00	30,00	110,41	96,12	206,53	6195,82	216004,04	0,02	0,02	0,04	1,23	296054,99
P125	3720,00	30,00	102,60	93,49	196,09	5882,70	221886,73	0,02	0,02	0,04	1,22	296056,21
P126	3750,00	30,00	103,41	97,66	201,08	6032,25	227918,99	0,02	0,02	0,04	1,23	296057,43
P127	3780,00	30,00	126,35	122,01	248,36	7450,73	235369,71	0,02	0,02	0,04	1,11	296058,55
P128	3810,00	30,00	156,21	154,45	310,66	9319,84	244689,55	0,02	0,02	0,04	1,18	296059,73
P129	3840,00	30,00	152,92	161,14	314,06	9421,73	254111,28	0,02	0,02	0,04	1,17	296060,90
P130	3870,00	30,00	144,47	166,51	310,98	9329,34	263440,62	0,02	0,02	0,04	1,17	296062,07
P131	3900,00	30,00	136,45	162,71	299,16	8974,82	272415,44	0,02	0,02	0,04	1,17	296063,24
P132	3930,00	30,00	124,89	143,04	267,94	8038,14	280453,57	0,02	0,02	0,04	1,18	296064,42
P133	3960,00	30,00	107,66	127,77	235,42	7062,70	287516,28	0,02	0,02	0,04	1,21	296065,63
P134	3990,00	30,00	93,64	108,05	201,69	6050,65	293566,93	0,02	0,02	0,04	1,15	296066,79
P135	4020,00	30,00	72,38	86,06	158,44	4753,22	298320,15	0,02	0,02	0,04	1,16	296067,94
P136	4050,00	30,00	11,23	59,75	70,98	2129,33	300449,48	0,39	0,02	0,41	12,33	296080,27
P137	4080,00	30,00	0,31	28,78	29,09	872,76	301322,24	6,97	0,02	6,99	209,58	296289,86
P138	4110,00	30,00	25,82	57,59	83,41	2502,37	303824,61	0,02	0,02	0,04	1,14	296291,00
P139	4140,00	30,00	19,79	53,81	73,59	2207,81	306032,42	0,02	0,02	0,04	1,19	296292,19
P140	4170,00	30,00	7,76	37,96	45,72	1371,56	307403,97	0,98	0,02	1,00	29,90	296322,09
P141	4200,00	30,00	0,00	12,93	12,93	387,93	307791,90	13,68	0,30	13,97	419,25	296741,33
P142	4230,00	30,00	0,00	0,65	0,65	19,40	307811,30	29,35	5,91	35,26	1057,89	297799,22
P143	4260,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	307811,30	41,92	18,25	60,18	1805,36	299604,58
P144	4290,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	307811,30	31,77	14,23	46,00	1379,88	300984,46
P145	4320,00	30,00	0,00	0,68	0,68	20,49	307831,79	18,04	4,25	22,30	668,93	301653,39
P146	4350,00	30,00	0,00	4,96	4,96	148,68	307980,48	8,69	0,38	9,07	272,24	301925,63
P147	4380,00	30,00	0,62	12,74	13,36	400,80	308381,28	3,16	0,02	3,18	95,49	302021,12
P148	4410,00	30,00	0,00	8,46	8,46	253,74	308635,02	6,52	0,13	6,65	199,52	302220,64
P149	4440,00	20,69	0,35	8,91	9,26	191,68	308826,70	1,80	0,02	1,83	37,80	302258,44
P150	4451,38	5,69	5,40	10,50	15,90	90,50	308917,20	0,03	0,02	0,05	0,29	302258,73

Tableau 16 : Cubatures approchées « variante 1 ».

Volume cumulé déblais (m³)	308917,20
Volume cumulé remblais (m³)	302258,73
Excès de déblai (m³)	6658,47

Etude de la variante N°2 :

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

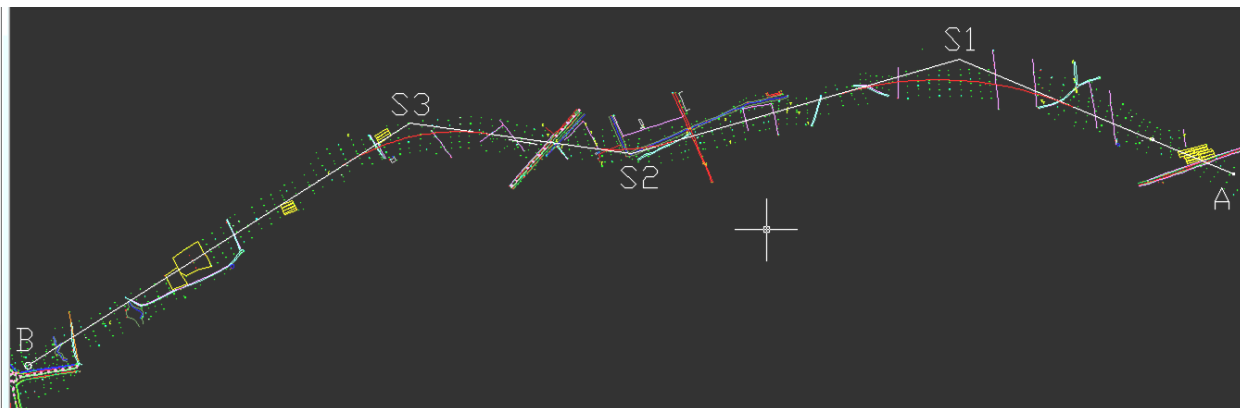


Figure 09 : levé de variante « 2 »

1. Les coordonnées des sommets :

Pts	X(m)	Y(m)
A	242970,65	3981797,78
S1	242144,24	3982222,28
S2	240882,72	3981846,01
S3	240134,63	3981972,89
B	238848,21	3981148,75

Tableau 17 : les coordonnées des sommets de l'axe de « variante 2 »

2. Calcul de gisements et des angles au centre :

- ❖ Les calculs de gisements et angle au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Direction	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	Gisements(gr)	Angle au centre(gr)		Distances(m)
				β		
A-S1	-826,41	424,49	330,2090			929,06
S1-S2	-1261,52	-376,26	281,5470	$\beta_1 =$	48,6620	1316,44
S2-S3	-748,09	126,87	310,6950	$\beta_2 =$	29,1480	758,78
S3-B	-1286,41	-824,13	263,7270	$\beta_3 =$	46,9680	1527,77

Tableau18 : Les valeurs des glissements, distances et des angles au centres « variante 2».

3.Détermination de l'environnement de la route:

❖ Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distance(m)		Z(m)	Dn(m)
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	173,97	
1	30,00	30,00	172,76	-1,21
2	60,00	30,00	171,85	-0,91
3	90,00	30,00	171,85	0,00
4	120,00	30,00	171,51	-0,34
5	150,00	30,00	170,93	-0,58
6	180,00	30,00	170,27	-0,67
7	210,00	30,00	170,04	-0,23
8	240,00	30,00	170,43	0,40
9	270,00	30,00	168,48	-1,95
10	300,00	30,00	166,92	-1,56
11	330,00	30,00	165,51	-1,40
12	360,00	30,00	164,41	-1,11
13	390,00	30,00	164,01	-0,40
14	420,00	30,00	163,56	-0,44
15	450,00	30,00	163,40	-0,16
16	480,00	30,00	163,21	-0,20
17	510,00	30,00	163,04	-0,16
18	540,00	30,00	163,30	0,26
19	570,00	30,00	163,67	0,36
20	600,00	30,00	164,21	0,55
21	630,00	30,00	164,51	0,30
22	660,00	30,00	162,66	-1,85
23	690,00	30,00	160,94	-1,71
24	720,00	30,00	159,74	-1,21
25	750,00	30,00	158,20	-1,54
26	780,00	30,00	157,65	-0,55
27	810,00	30,00	157,10	-0,54
28	840,00	30,00	156,56	-0,55
29	870,00	30,00	156,02	-0,54
30	900,00	30,00	155,50	-0,52
31	930,00	30,00	155,27	-0,22

32	960,00	30,00	155,25	-0,03
33	990,00	30,00	155,39	0,15
34	1020,00	30,00	155,71	0,32
35	1050,00	30,00	156,15	0,44
36	1080,00	30,00	156,17	0,02
37	1110,00	30,00	156,46	0,29
38	1140,00	30,00	156,64	0,18
39	1170,00	30,00	156,65	0,01
40	1200,00	30,00	156,24	-0,41
41	1230,00	30,00	155,48	-0,77
42	1260,00	30,00	153,54	-1,94
43	1290,00	30,00	152,40	-1,14
44	1320,00	30,00	151,13	-1,27
45	1350,00	30,00	149,71	-1,43
46	1380,00	30,00	148,82	-0,89
47	1410,00	30,00	148,25	-0,57
48	1440,00	30,00	147,86	-0,39
49	1470,00	30,00	147,64	-0,21
50	1500,00	30,00	147,42	-0,23
51	1530,00	30,00	147,12	-0,29
52	1560,00	30,00	146,87	-0,25
53	1590,00	30,00	146,80	-0,07
54	1620,00	30,00	146,82	0,02
55	1650,00	30,00	146,52	-0,30
56	1680,00	30,00	146,53	0,01
57	1710,00	30,00	145,94	-0,58
58	1740,00	30,00	145,86	-0,09
59	1770,00	30,00	145,78	-0,08
60	1800,00	30,00	145,64	-0,14
61	1830,00	30,00	145,56	-0,08
62	1860,00	30,00	145,66	0,10
63	1890,00	30,00	145,68	0,02
64	1920,00	30,00	145,80	0,12
65	1950,00	30,00	146,32	0,52
66	1980,00	30,00	145,20	-1,12
67	2010,00	30,00	144,81	-0,39
68	2040,00	30,00	145,73	0,92
69	2070,00	30,00	146,55	0,83
70	2100,00	30,00	144,15	-2,40
71	2130,00	30,00	146,07	1,92
72	2160,00	30,00	145,02	-1,05
73	2190,00	30,00	146,26	1,23
74	2220,00	30,00	145,09	-1,16
75	2250,00	30,00	145,14	0,05
76	2280,00	30,00	145,25	0,10
77	2310,00	30,00	145,34	0,09
78	2340,00	30,00	145,25	-0,09
79	2370,00	30,00	144,93	-0,32
80	2400,00	30,00	144,87	-0,06

81	2430,00	30,00	145,31	0,44
82	2460,00	30,00	144,85	-0,46
83	2490,00	30,00	144,52	-0,33
84	2520,00	30,00	144,57	0,05
85	2550,00	30,00	144,58	0,01
86	2580,00	30,00	145,53	0,95
87	2610,00	30,00	145,15	-0,38
88	2640,00	30,00	145,51	0,36
89	2670,00	30,00	145,91	0,40
90	2700,00	30,00	145,99	0,08
91	2730,00	30,00	146,39	0,41
92	2760,00	30,00	146,58	0,19
93	2790,00	30,00	146,93	0,35
94	2820,00	30,00	147,63	0,70
95	2850,00	30,00	148,52	0,88
96	2880,00	30,00	148,79	0,28
97	2910,00	30,00	148,76	-0,03
98	2940,00	30,00	148,57	-0,20
99	2970,00	30,00	147,97	-0,60
100	3000,00	30,00	147,26	-0,71
101	3030,00	30,00	146,70	-0,56
102	3060,00	30,00	146,09	-0,61
103	3090,00	30,00	145,78	-0,31
104	3120,00	30,00	144,21	-1,57
105	3150,00	30,00	144,60	0,39
106	3180,00	30,00	146,15	1,56
107	3210,00	30,00	148,88	2,72
108	3240,00	30,00	151,62	2,74
109	3270,00	30,00	153,15	1,53
110	3300,00	30,00	153,98	0,83
111	3330,00	30,00	154,77	0,79
112	3360,00	30,00	158,15	3,38
113	3390,00	30,00	160,78	2,63
114	3420,00	30,00	163,90	3,12
115	3450,00	30,00	167,43	3,53
116	3480,00	30,00	170,37	2,94
117	3510,00	30,00	171,77	1,40
118	3540,00	30,00	171,83	0,06
119	3570,00	30,00	172,45	0,61
120	3600,00	30,00	173,58	1,14
121	3630,00	30,00	174,64	1,05
122	3660,00	30,00	174,84	0,21
123	3690,00	30,00	175,08	0,24
124	3720,00	30,00	175,46	0,38
125	3750,00	30,00	176,30	0,84
126	3780,00	30,00	178,25	1,95
127	3810,00	30,00	180,08	1,83
128	3840,00	30,00	181,00	0,92
129	3870,00	30,00	181,76	0,77

130	3900,00	30,00	182,13	0,37
131	3930,00	30,00	181,66	-0,47
132	3960,00	30,00	181,09	-0,57
133	3990,00	30,00	180,15	-0,94
134	4020,00	30,00	179,20	-0,95
135	4050,00	30,00	178,24	-0,96
136	4080,00	30,00	178,04	-0,20
137	4110,00	30,00	178,35	0,31
138	4140,00	30,00	178,08	-0,27
139	4170,00	30,00	176,88	-1,21
140	4200,00	30,00	175,13	-1,75
141	4230,00	30,00	173,23	-1,90
142	4260,00	30,00	171,59	-1,64
143	4290,00	30,00	171,21	-0,38
144	4320,00	30,00	171,28	0,07
145	4350,00	30,00	170,90	-0,38
146	4380,00	30,00	170,27	-0,62
147	4410,00	30,00	168,70	-1,57
148	4440,00	30,00	168,31	-0,39
B	4443,22	3,22	168,27	-0,04
			Σ	5,70
			D cumulée	0,13%

Tableau 19 : Dénivelée cumulée « variante 02 ».

❖ **D cumulée:**

DC=0.13%

DC=0.13%<1.5%

Donc : terrain plat

❖ **La sinuosité :**

Ls=0 (on ne choisira pas des rayons inférieur ou égales à 200m car la topographie le permet)

$$\sigma = \frac{Ls}{LT} = 0$$

Terrain Plat Sinuosité Faible	⇒ environnement 1
----------------------------------	-------------------

❖ **Vitesse de référence :**

Catégorie 2	⇒ Vr = 100 km/h
Environnement E1	

➤ **Tableau récapitulatif :**

Dévers	
dmin	2.5%
dmax	7.0%
ft	0.110
F''	0.060

Tableau 20 : récapitulatif « variante 2 ».

4.Le choix de rayons :

Rayon: R1=1200 m R2=1600 m R3= 800 m

6.Longueur totale des alignements droits LAD :

❖ **Calcul des élément parties circulaires**

Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
482,35 m	917,26 m	93,31 m	86,58 m
372,82 m	732,57 m	42,86 m	41,74 m
309,27 m	590,22 m	57,70 m	53,82 m

Tableau 21: Eléments des raccordements circulaires « variante 1 ».

Alignement droit		Courbes	
AT1	446,71 m	Dev (R1)	917,26 m
T'1T2	461,27 m	Dev (R2)	732,57 m
T'2T3	76,69 m	Dev (R3)	590,22 m
T'3TB	1218,50 m		
Σ	2203,17 m	Σ	2240,05 m
<i>Lt =</i>		4443,22	

Tableau 22 : Longueur totale des alignements droits et des courbes

❖ **Pourcentage Alignement Droit et courbe**

Longueur Totale	% Alignement Droit	% Courbe
4443,22 m	50%	50%

Tableau 23 : La longueur totale du tronçon alignements droits et de courbe « variante 2 »

❖ **La longueur totale Alignement Droit :**

Pourcentage Alignement Droit = 50% condition non vérifiée (Pag 23)

❖ **La longueur totale des arcs de cercle :**

Pourcentage courbe=50% condition non vérifiée (Pag 23)

❖ **Déclivités :**

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	173.966	242970.659, 3981797.784	173.966
Pente = -1.412 %	2306.235	2306.465				
			2306.235	141.393	240765.471, 3981885.923	145.319
Arc de parabole	518.565	518.620				
Rayon = 12000.0000						
S bas = 2475.235						
Z bas = 140.197						
			2824.800	145.274	240249.925, 3981930.491	147.765
Rampe = 2.909 %	905.793	906.176				
			3730.592	171.623	239448.268, 3981533.175	175.649
Arc de parabole	551.069	551.139				
Rayon = -10000.0000						
S haut = 4021.592						
Z haut = 175.854						
			4281.661	172.470	238984.255, 3981235.906	171.298
Pente = -2.602 %	161.558	161.613				
			4443.219	168.267	238848.219, 3981148.756	168.267
Longueur totale	4443.219					

Tableau 24: Déclivité du profil en long « variante 2 »

- $P_{\max} = 2.909 \%$
- $P_{\min} = -2.602 \%$.

➤ **8.Le calcul des rayons en plan nous donne les résultats suivants :**

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

Tableau 25 : rayon en plan « variante 2 »

Cubatures approchées (utilisation du logiciel Covadis):

n° Profil	Abs	Longueur d'appl	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	6,51	11,40	17,91	268,59	268,59	0,03	0,02	0,05	0,76	0,76
P2	30,00	30,00	0,00	1,14	1,14	34,14	302,73	3,02	0,99	4,01	120,25	121,01
P3	60,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	302,73	9,37	7,98	17,35	520,51	641,52
P4	90,00	30,00	0,00	1,45	1,45	43,54	346,27	5,97	1,10	7,07	212,19	853,71
P5	120,00	30,00	0,00	1,40	1,40	41,93	388,20	3,46	0,84	4,31	129,20	982,90
P6	150,00	30,00	0,00	0,33	0,33	9,88	398,09	5,84	2,28	8,12	243,60	1226,50
P7	180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	398,09	9,69	4,83	14,52	435,61	1662,11
P8	210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	398,09	4,09	4,07	8,15	244,64	1906,75
P9	240,00	30,00	9,98	2,40	12,38	371,45	769,53	0,02	0,17	0,19	5,65	1912,40
P10	270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	16,34	12,73	29,07	871,95	2784,35
P11	300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	32,75	32,00	64,74	1942,29	4726,65
P12	330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	49,28	49,32	98,60	2957,91	7684,55
P13	360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	61,62	60,83	122,45	3673,44	11358,00
P14	390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	62,47	61,29	123,76	3712,82	15070,82
P15	420,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	63,56	59,64	123,20	3696,04	18766,86
P16	450,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	58,28	59,99	118,27	3548,07	22314,92
P17	480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	61,34	50,09	111,43	3342,87	25657,79
P18	510,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	53,97	45,77	99,74	2992,24	28650,03
P19	540,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	42,77	34,27	77,04	2311,17	30961,20
P20	570,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	28,92	22,22	51,14	1534,25	32495,45
P21	600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	769,53	13,47	7,78	21,25	637,58	33133,03
P22	630,00	30,00	0,00	0,05	0,05	1,63	771,16	2,08	1,36	3,44	103,06	33236,09
P23	660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	20,64	21,90	42,54	1276,27	34512,37

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

P24	690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	41,53	43,24	84,77	2543,20	37055,57
P25	720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	53,17	62,10	115,27	3458,23	40513,79
P26	750,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	73,65	80,73	154,38	4631,38	45145,17
P27	780,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	78,00	84,48	162,48	4874,43	50019,60
P28	810,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	81,09	87,07	168,16	5044,87	55064,46
P29	840,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	83,47	89,39	172,87	5185,98	60250,45
P30	870,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	86,02	91,18	177,20	5316,08	65566,53
P31	900,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	87,87	93,18	181,05	5431,45	70997,98
P32	930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	81,42	89,67	171,08	5132,51	76130,49
P33	960,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	74,64	81,32	155,96	4678,71	80809,20
P34	990,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	63,63	69,67	133,31	3999,18	84808,38
P35	1020,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	50,65	53,68	104,32	3129,72	87938,10
P36	1050,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	37,29	37,20	74,49	2234,78	90172,88
P37	1080,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	29,92	29,73	59,64	1789,32	91962,20
P38	1110,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	19,03	18,57	37,59	1127,80	93089,99
P39	1140,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	771,16	10,64	8,60	19,24	577,05	93667,05
P40	1170,00	30,00	0,00	0,01	0,01	0,37	771,53	5,44	2,87	8,31	249,30	93916,34
P41	1200,00	30,00	0,00	0,02	0,02	0,64	772,18	5,31	2,78	8,10	242,96	94159,31
P42	1230,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	7,86	8,12	15,98	479,48	94638,79
P43	1260,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	31,15	26,45	57,59	1727,75	96366,54
P44	1290,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	43,87	44,16	88,03	2640,82	99007,36
P45	1320,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	58,45	63,23	121,68	3650,30	102657,65
P46	1350,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	73,85	77,10	150,95	4528,46	107186,11
P47	1380,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	83,92	82,33	166,25	4987,50	112173,61
P48	1410,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	87,40	86,97	174,37	5231,15	117404,77
P49	1440,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	87,04	87,65	174,70	5240,90	122645,67
P50	1470,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	83,06	83,97	167,03	5010,86	127656,53
P51	1500,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	78,24	80,93	159,17	4775,11	132431,65
P52	1530,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	74,89	79,19	154,08	4622,29	137053,93
P53	1560,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	71,67	74,36	146,03	4380,80	141434,73
P54	1590,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	63,01	66,14	129,15	3874,48	145309,21
P55	1620,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	57,88	58,35	116,23	3486,90	148796,11
P56	1650,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	55,36	55,83	111,19	3335,71	152131,82
P57	1680,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	45,30	53,14	98,44	2953,17	155084,99
P58	1710,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	49,50	50,70	100,20	3006,00	158090,99
P59	1740,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	43,88	43,99	87,86	2635,89	160726,89
P60	1770,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	38,56	38,52	77,08	2312,42	163039,31
P61	1800,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	33,59	33,46	67,05	2011,39	165050,70
P62	1830,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	32,18	27,35	59,54	1786,05	166836,75
P63	1860,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	25,19	19,12	44,30	1329,05	168165,80
P64	1890,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	17,60	13,30	30,91	927,27	169093,06
P65	1920,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	772,18	9,29	4,72	14,02	420,46	169513,53
P66	1950,00	30,00	4,37	6,26	10,63	318,90	1091,08	0,01	0,02	0,03	0,95	169514,47
P67	1980,00	30,00	0,00	0,52	0,52	15,54	1106,61	6,88	1,46	8,34	250,31	169764,78
P68	2010,00	30,00	0,00	11,54	11,54	346,17	1452,79	6,70	0,44	7,14	214,07	169978,85
P69	2040,00	30,00	3,14	21,39	24,54	736,10	2188,89	0,82	0,02	0,83	24,97	170003,82
P70	2070,00	30,00	19,73	17,60	37,33	1119,93	3308,82	0,03	0,02	0,05	1,43	170005,25
P71	2100,00	30,00	29,45	24,87	54,31	1629,38	4938,20	0,02	0,02	0,04	1,10	170006,35
P72	2130,00	30,00	32,32	39,02	71,34	2140,21	7078,41	0,02	0,02	0,04	1,10	170007,45
P73	2160,00	30,00	33,47	31,60	65,07	1951,96	9030,37	0,02	0,02	0,04	1,26	170008,71
P74	2190,00	30,00	45,24	58,29	103,53	3105,88	12136,25	0,02	0,02	0,04	1,16	170009,87
P75	2220,00	30,00	44,61	44,82	89,43	2682,96	14819,22	0,02	0,02	0,04	1,23	170011,09
P76	2250,00	30,00	53,58	51,48	105,06	3151,72	17970,93	0,02	0,02	0,04	1,20	170012,29
P77	2280,00	30,00	68,60	60,30	128,90	3866,99	21837,92	0,02	0,02	0,04	1,20	170013,50
P78	2310,00	30,00	72,92	70,47	143,39	4301,79	26139,71	0,02	0,02	0,04	1,22	170014,72
P79	2340,00	30,00	75,93	75,76	151,69	4550,73	30690,44	0,02	0,02	0,04	1,20	170015,91
P80	2370,00	30,00	75,25	77,40	152,65	4579,49	35269,93	0,02	0,02	0,04	1,21	170017,12
P81	2400,00	30,00	76,49	82,10	158,59	4757,75	40027,69	0,02	0,02	0,04	1,21	170018,33
P82	2430,00	30,00	87,83	100,24	188,07	5642,23	45669,92	0,02	0,02	0,04	1,14	170019,47
P83	2460,00	30,00	83,76	82,90	166,66	4999,74	50669,66	0,02	0,02	0,04	1,18	170020,65
P84	2490,00	30,00	74,59	79,51	154,10	4622,92	55292,58	0,02	0,02	0,04	1,21	170021,86

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

P85	2520,00	30,00	72,86	78,32	151,18	4535,37	59827,95	0,02	0,02	0,04	1,20	170023,06
P86	2550,00	30,00	70,98	76,71	147,70	4430,86	64258,81	0,02	0,02	0,04	1,20	170024,26
P87	2580,00	30,00	79,43	87,99	167,42	5022,69	69281,50	0,02	0,02	0,04	1,20	170025,46
P88	2610,00	30,00	75,73	78,72	154,45	4633,42	73914,92	0,02	0,02	0,04	1,20	170026,66
P89	2640,00	30,00	76,58	73,34	149,91	4497,39	78412,30	0,02	0,02	0,04	1,21	170027,86
P90	2670,00	30,00	76,62	71,67	148,28	4448,53	82860,83	0,02	0,02	0,04	1,19	170029,05
P91	2700,00	30,00	70,46	62,45	132,91	3987,36	86848,19	0,02	0,02	0,04	1,21	170030,27
P92	2730,00	30,00	67,54	57,29	124,83	3744,80	90593,00	0,02	0,02	0,04	1,21	170031,48
P93	2760,00	30,00	60,07	48,65	108,71	3261,38	93854,38	0,02	0,02	0,04	1,21	170032,69
P94	2790,00	30,00	52,26	41,93	94,19	2825,79	96680,17	0,02	0,02	0,04	1,20	170033,89
P95	2820,00	30,00	48,63	41,53	90,15	2704,63	99384,80	0,02	0,02	0,04	1,20	170035,09
P96	2850,00	30,00	47,02	42,65	89,67	2690,23	102075,04	0,02	0,02	0,04	1,20	170036,28
P97	2880,00	30,00	35,95	35,02	70,97	2129,13	104204,16	0,02	0,02	0,04	1,20	170037,48
P98	2910,00	30,00	22,77	20,78	43,55	1306,45	105510,61	0,02	0,02	0,04	1,20	170038,68
P99	2940,00	30,00	7,37	4,87	12,24	367,35	105877,96	0,02	0,04	0,06	1,71	170040,39
P100	2970,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	11,79	16,76	28,55	856,42	170896,81
P101	3000,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	35,94	43,71	79,65	2389,65	173286,46
P102	3030,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	62,48	68,95	131,43	3942,94	177229,40
P103	3060,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	95,73	95,11	190,84	5725,16	182954,57
P104	3090,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	132,75	117,01	249,75	7492,61	190447,18
P105	3120,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	187,43	190,73	378,16	11344,89	201792,07
P106	3150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	184,29	209,97	394,26	11827,70	213619,77
P107	3180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	155,04	191,84	346,88	10406,40	224026,17
P108	3210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	114,65	137,65	252,31	7569,21	231595,37
P109	3240,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	86,15	87,25	173,40	5201,87	236797,24
P110	3270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	71,55	71,97	143,52	4305,46	241102,70
P111	3300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	63,16	62,79	125,95	3778,52	244881,22
P112	3330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	58,61	56,89	115,50	3465,04	248346,27
P113	3360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105877,96	26,78	30,38	57,16	1714,87	250061,14
P114	3390,00	30,00	0,04	0,00	0,04	1,12	105879,08	3,10	4,91	8,02	240,45	250301,59
P115	3420,00	30,00	30,24	26,58	56,82	1704,63	107583,71	0,02	0,02	0,04	1,20	250302,79
P116	3450,00	30,00	68,19	72,37	140,56	4216,72	111800,44	0,02	0,02	0,04	1,17	250303,96
P117	3480,00	30,00	108,56	107,34	215,91	6477,17	118277,60	0,02	0,02	0,04	1,15	250305,10
P118	3510,00	30,00	123,43	115,34	238,77	7163,03	125440,63	0,02	0,02	0,04	1,15	250306,25
P119	3540,00	30,00	110,31	102,24	212,54	6376,31	131816,94	0,02	0,02	0,04	1,19	250307,44
P120	3570,00	30,00	113,55	96,31	209,86	6295,90	138112,83	0,02	0,02	0,04	1,20	250308,65
P121	3600,00	30,00	119,09	100,25	219,34	6580,32	144693,16	0,02	0,02	0,04	1,22	250309,87
P122	3630,00	30,00	124,44	99,73	224,17	6724,98	151418,14	0,02	0,02	0,04	1,24	250311,11
P123	3660,00	30,00	110,10	91,79	201,89	6056,85	157474,99	0,02	0,02	0,04	1,23	250312,34
P124	3690,00	30,00	94,59	80,58	175,17	5255,23	162730,22	0,02	0,02	0,04	1,23	250313,56
P125	3720,00	30,00	82,79	72,71	155,50	4664,91	167395,13	0,02	0,02	0,04	1,22	250314,78
P126	3750,00	30,00	79,47	73,14	152,62	4578,48	171973,61	0,02	0,02	0,04	1,22	250316,00
P127	3780,00	30,00	101,65	94,91	196,56	5896,85	177870,47	0,02	0,02	0,04	1,21	250317,21
P128	3810,00	30,00	123,05	119,64	242,69	7280,73	185151,20	0,02	0,02	0,04	1,20	250318,41
P129	3840,00	30,00	128,77	128,30	257,07	7712,13	192863,32	0,02	0,02	0,04	1,21	250319,62
P130	3870,00	30,00	131,87	132,41	264,28	7928,40	200791,73	0,02	0,02	0,04	1,19	250320,81
P131	3900,00	30,00	129,66	131,80	261,46	7843,89	208635,62	0,02	0,02	0,04	1,14	250321,95
P132	3930,00	30,00	111,32	114,36	225,68	6770,50	215406,12	0,02	0,02	0,04	1,15	250323,10
P133	3960,00	30,00	98,12	97,66	195,78	5873,48	221279,60	0,02	0,02	0,04	1,16	250324,26
P134	3990,00	30,00	78,38	80,27	158,65	4759,47	226039,06	0,02	0,02	0,04	1,17	250325,43
P135	4020,00	30,00	60,40	62,80	123,20	3695,91	229734,97	0,02	0,02	0,04	1,19	250326,62
P136	4050,00	30,00	44,24	47,30	91,54	2746,18	232481,15	0,02	0,02	0,04	1,20	250327,82
P137	4080,00	30,00	45,07	46,00	91,07	2732,13	235213,28	0,02	0,02	0,04	1,23	250329,04
P138	4110,00	30,00	51,27	55,82	107,09	3212,78	238426,06	0,02	0,02	0,04	1,15	250330,19
P139	4140,00	30,00	47,42	59,70	107,13	3213,76	241639,82	0,02	0,02	0,04	1,11	250331,30
P140	4170,00	30,00	31,70	49,76	81,46	2443,72	244083,54	0,02	0,02	0,04	1,19	250332,49
P141	4200,00	30,00	12,17	31,87	44,05	1321,38	245404,92	0,04	0,02	0,07	1,99	250334,48
P142	4230,00	30,00	0,01	12,60	12,60	378,03	245782,95	7,17	0,02	7,20	215,86	250550,34
P143	4260,00	30,00	0,00	1,84	1,84	55,16	245838,11	20,25	3,76	24,01	720,26	251270,60
P144	4290,00	30,00	0,00	3,60	3,60	107,88	245945,98	13,49	1,53	15,02	450,63	251721,23
P145	4320,00	30,00	0,65	13,46	14,11	423,27	246369,26	2,65	0,02	2,67	80,12	251801,35

P146	4350,00	30,00	5,92	19,64	25,56	766,88	247136,14	0,17	0,02	0,20	5,90	251807,25
P147	4380,00	30,00	6,65	21,74	28,40	851,87	247988,00	0,08	0,02	0,10	3,02	251810,27
P148	4410,00	30,00	0,02	12,03	12,05	361,62	248349,62	3,88	0,02	3,90	117,06	251927,33
P149	4440,00	16,61	3,77	12,29	16,06	266,77	248616,39	0,19	0,02	0,21	3,53	251930,86
P150	4443,22	1,61	5,24	12,36	17,60	28,33	248644,72	0,05	0,02	0,07	0,12	251930,98

Tableau 26 : Cubatures approchées « variante 2 ».

Volume cumulé déblais (m ³)	248644,72
Volume cumulé remblais (m ³)	251930,98
Excès de remblais (m ³)	-3286,26

VARIANTE CHOISIE

Pour choix de variante, on a dressé un tableau compactif des deux solutions étudiées.

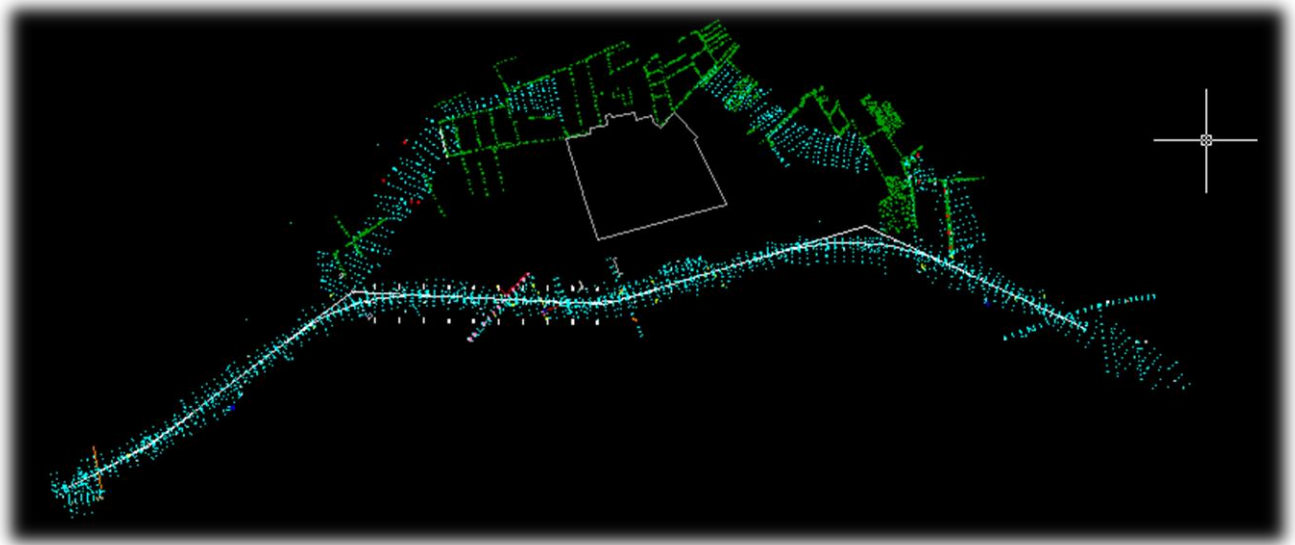
Ce tableau tient compte de plusieurs paramètres forts importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux normes.

Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2		
Longueur totale de l'itinéraire	m	4451,36	4443,22	+	+
Pourcentage Alignement droit	%	60	50	+	-
Pourcentage courbe	%	40	50	+	-
Nombre de courbes		4	3	-	+
Déblai – Remblai	m³	6658,47	-3286,26	+	-
				4	2

Tableau 27 : Comparaison entre les deux variantes

Conclusion :

Après la comparaison entre les critères des deux variantes, on a opté pour la variante plus avantageuse qui est la variante N°1 car elle présente plus d'avantages que deuxième variante (voir le tableau ci –dessus).



Les coordonnées des sommets :

Pts	X(m)	Y(m)
A	242970,66	3981797,78
S1	242084,24	3982210,01
S2	241035,40	3981891,42
S3	240011,09	3981941,99
S4	239192,91	3981325,70
B	238848,22	3981148,76

Rayon: **R1= 1000 m** **R2=800 m** **R3=750 m** **R3=1500 m**

RACCORDEMENT PROGRESSIF

1. Clothoïde :

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

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

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

- Le choix de la longueur de la clothoïde doit respecter en plus de la condition dynamique et la condition de gauchissement, la condition optique et la condition du confort.

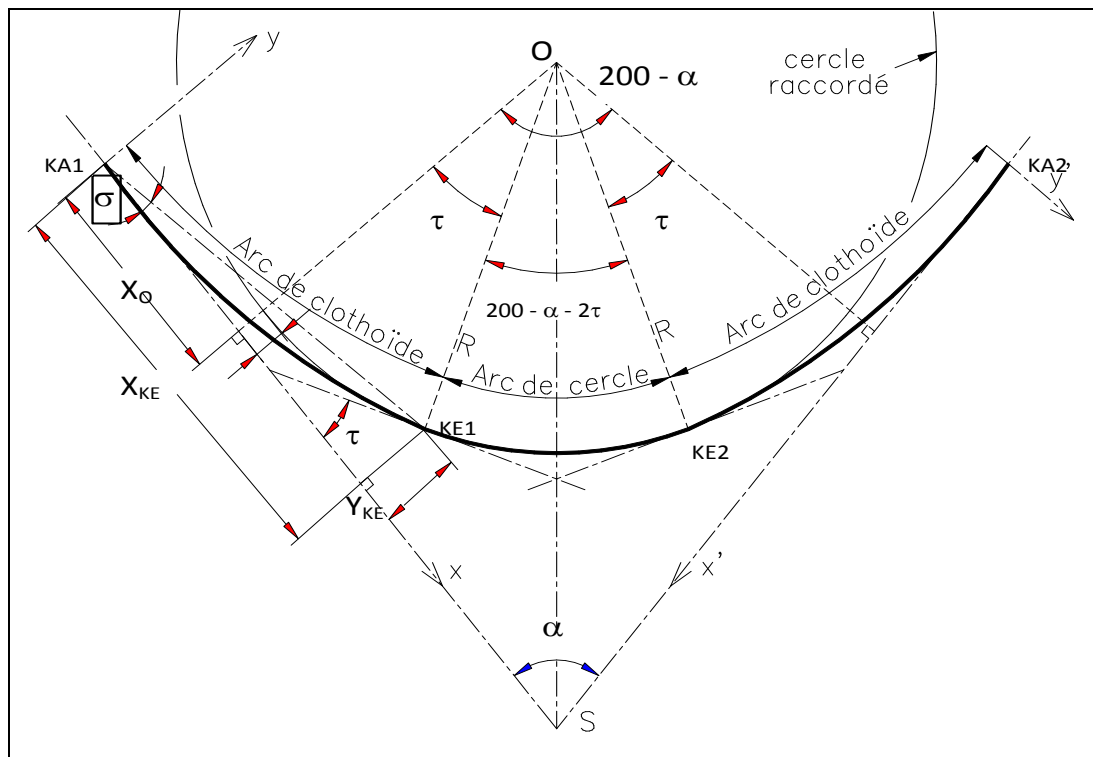


Figure 11: élément de la clothoïde

2.Element de la clothoïde :

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 tangentes	$\tau = \frac{L}{2R}$
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	$Y_o = Y_{KE} + R \cos \tau$
KA-O	distance Ka-cente	$KAO = \sqrt{X_o^2 + Y_o^2}$
DR	Ripage	$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$
DT	Developé totale	DT = 2L+Dcercle
T	distance S-KA	$T = X_o + (R + \Delta R) \cot g(\alpha/2)$
TK	tangentecourte	$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$
TL	Tangente longue	$TL = X_{KE} - \left(\frac{Y_{KE}}{\cos \tau} \right)$
t		
Biss	Bissectrice	$B = \frac{(R + \Delta R)}{\cos \frac{\alpha}{2}}$

Tableau 28 : les éléments de la clothoïde

3. Propriétés de la clothoïde :

Le rayon de courbure d'une clothoïde (fig.) Varie progressivement d'une valeur infinie en O, Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminué progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

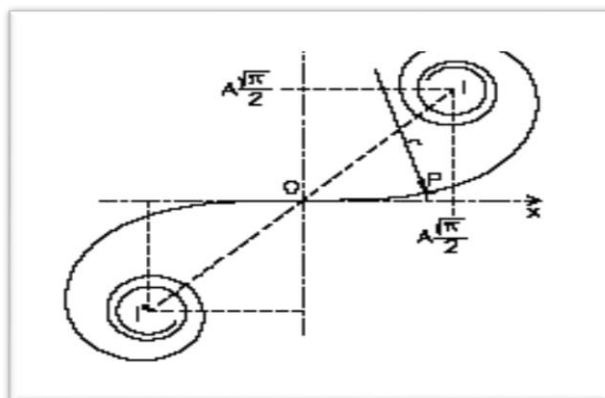


Figure 12 : la propriété de la clothoïde.

L'équation caractéristique est donnée par : $A^2 = r \times L$

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. Le devers :

a) Devers en alignement

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

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

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

Les valeurs suivantes seront adoptées en Algérie.

Devers minimal : **d_{min}** = 2.5 %

Ce devers ne sera prévu que si la chaussée doit être exécutée dans de bonnes conditions (couche de base réalisée au finisher et guidée sur fil). Il sera réservé essentiellement aux routes de catégorie 1 et 2.

b) Devers vers l'intérieur des courbes :

En courbe, le devers permet de :

- Assurer un bon écoulement des eaux superficielles.
 - Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules.
 - Améliorer le guidage optique.
- Le devers minimal nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.
- Le devers maximal admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologiques exceptionnelles.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Environnement	Facile	moyen	Difficile
Devers Minimal	2.50%	2.50%	2.50%
Cat 1-2			
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 29 : Devers en fonction de l'environnement.

5. Détermination des dévers aux rayons en plan :

➤ **1^{er} cas :**

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

➤ **2^{ème} cas :**

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

➤ **3^{ème} cas :**

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

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

6. Le choix de la longueur d'une clothoïde :

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

a) 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.

Avec :

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

V_r : vitesse de référence en (km/h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

b) La condition optique :

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

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

c) Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle se traduit par la limitation de pente relative du profil en long du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de 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.

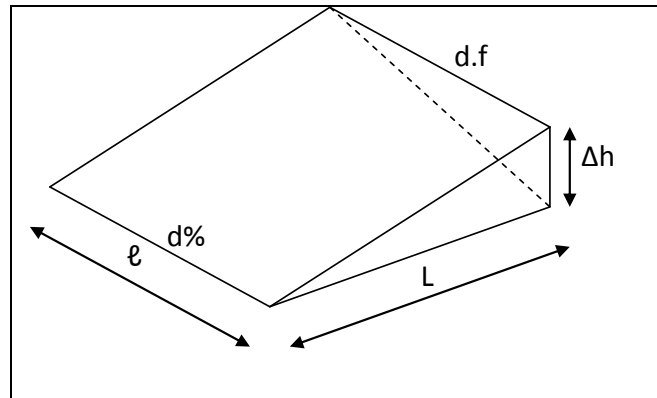


Figure13: Condition de gauchissement

7. Vérification de non chevauchement :

Les cas	le schéma	Clothoïde
$\tau = \frac{\beta}{2}$	<p>L_1 : 1^{ère} branche L_2 : 2^{ème} branche</p>	Clothoïde sans arc de cercle.
$\tau < \frac{\beta}{2}$	<p>1^{ère} Branche Arc de cercle 2^{ème} branche</p> <p>L_1 L_2</p>	Clothoïde avec arc de cercle.

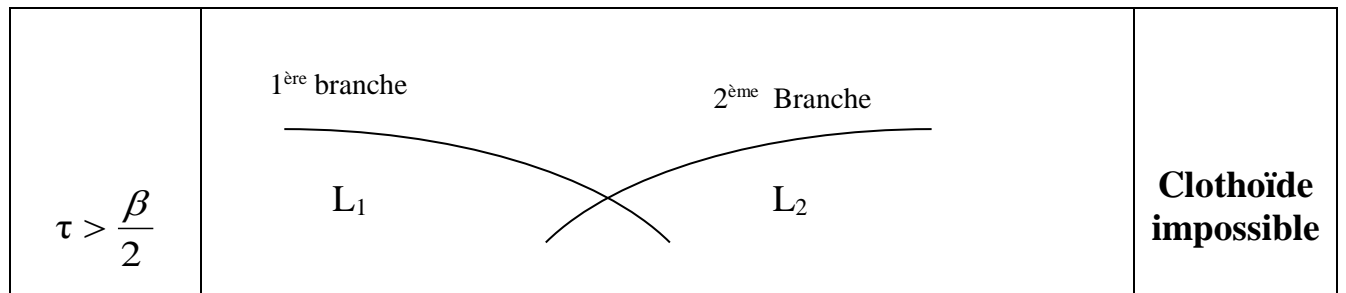


Figure 14 : vérification de non chevauchement

8. Application à notre projet :

8.1 Calcul de la longueur de Clothoïde et la vérification de non chevauchement :

N° Virages	Conditions					
	gauchissement	confort dynamique	Optique	Non Chevauchement,		
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	τ_{gr}	Lmax(m)	L choisie(m)
1	42,18	43,41	154,92	4,9312	154,92	155
2	46,97	54,31	138,56	5,5133	138,56	139
3	48,57	57,94	134,16	5,6941	134,16	135
4	35,80	28,88	189,74	4,0263	189,74	190

Tableau 30 : longueur de la Clothoïde « L »

8.2 Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie:

Dévers	
dmin	2.5%
dmax	7.0%
ft	0.110
F''	0.060

Tableau 31 : les dévers

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

Tableau 32 : les rayons en plan

➤ **1^{er} virage :**

$R = 1000 \text{ m} \Rightarrow R_{HN} \leq R \leq R_{Hd} \Rightarrow$ Interpolation entre devers R_{HN} et celui de R_{Hd} .

➤ **2^{ème} virage :**

$R = 800 \text{ m} \Rightarrow R_{HN} \leq R \leq R_{Hd} \Rightarrow$ Interpolation entre devers R_{HN} et celui de R_{Hd} .

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

➤ **3^{ème} virage :**

$R = 750 \text{ m} \Rightarrow R_{HN} \leq R \leq R_{Hd} \Rightarrow$ Interpolation entre devers R_{HN} et celui de R_{Hd} .

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

➤ **4^{ème} virage :**

$R = 750 \text{ m} \Rightarrow R_{HN} \leq R \leq R_{Hd} \Rightarrow$ Interpolation entre devers R_{HN} et celui de R_{Hd} .

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

R1 =	1000 m	R2 =	800 m	R3 =	750 m	R4 =	1500 m
d(R1) =	3,53%	d(R2) =	4,21%	d(R3) =	4,44%	d(R4) =	2,61%

Tableau 33 : les dévers associés aux rayons de la variante choisie.

8.3. calcul des paramètres d'un chaque clothoïde :

Paramètre de la clothoïde		Virage 1	Virage 2	Virage 3	Virage 4
R	Rayon	1000 m	800 m	750 m	1500 m
L	Longueur de la clothoïde	155 m	139 m	135 m	190 m
A	Paramètre de la clothoïde	393,70	333,47	318,20	533,85
σ	angle au sommet	153,5150 gr	178,0859 gr	155,7608 gr	189,0938 gr
β	angle au centre	46,4850 gr	21,9141 gr	44,2392 gr	10,9062 gr
τ	angle des tangentes	4,9340 gr	5,5310 gr	5,7300 gr	4,0320 gr
γ	angle au centre Partie circulaire	36,6170 gr	10,8521 gr	32,7792 gr	2,8422 gr
X _{KE}	abscisse de l'extrémité de la cloth.	155,00	139,00	135,00	190,00
Y _{KE}	ordonnée de l'extrémité de la cloth.	4,00	4,03	4,05	4,01
σ	angle Polaire	1,6442 gr	1,8430 gr	1,9093 gr	1,3438 gr
L _{cercle}	Long, de la partie circulaire	575,18 m	136,37 m	386,17 m	66,97 m
SL	longueur de la corde KA-KE	155,05 m	139,06 m	135,06 m	190,04 m
X _o	abscisse du centre	77,57 m	69,58 m	67,59 m	95,06 m
Y _o	ordonnées du centre	1001,00 m	801,01 m	751,01 m	1501,00 m
KA-O	distance Ka-cente	1004,00 m	804,03 m	754,05 m	1504,01 m
ΔR	Ripage	1,00 m	1,00 m	1,00 m	1,00 m
DT	Developpée totale	885,18 m	414,37 m	656,17 m	446,97 m
T	distance S-KA	460,18 m	208,82 m	339,56 m	223,95 m
TK		51,72 m	46,39 m	45,06 m	63,37 m
TL		150,98 m	134,96 m	130,93 m	185,98 m
t		382,61 m	139,24 m	271,97 m	128,89 m
biss		71,63 m	13,01 m	48,73 m	6,52 m

Tableau 34 : les éléments de la clothoïde de la variante choisie.

➤ 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.

➤ **Clothoïde 1 :**

R = 1000 m L = 155 m d(R) = 3.53 % dmin = 2.50% Δd = 6.03%

Bord extérieur

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

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 155}{3.53 + 2.50} = 154.23m$$

Donc à partir de cette distance 154.23 m $d_{int} = d_{ext}$

L = 155,00 m		x = 154,32 m	
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-2,11%	-2,50%
P2	20	-1,72%	-2,50%
P3	30	-1,33%	-2,50%
P4	40	-0,94%	-2,50%
P5	50	-0,56%	-2,50%
P6	60	-0,17%	-2,50%
P7	70	0,22%	-2,50%
P8	80	0,61%	-2,50%
P9	90	1,00%	-2,50%
P10	100	1,39%	-2,50%
P11	110	1,78%	-2,50%
P12	120	2,17%	-2,50%
P13	130	2,55%	-2,50%
P14	140	2,94%	-2,50%
P15	150	3,33%	-2,50%
KE	155	3,53%	3,53%

Tableau 35 : variation du dévers dans la clothoïde de 1^{ère} virage

➤ **Clothoïde 2 :**

R = 800 m L = 139.00 m d(R) 4.21% dmin = 2.50% Δd = 6.71 %

Bord extérieur

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

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 139}{4.21 + 2.50} = 124.29m$$

Donc à partir de cette distance 124.29 m $d_{int} = d_{ext}$

L = 139,00 m		x = 124,28 m	
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-2,02%	-2,50%
P2	20	-1,53%	-2,50%
P3	30	-1,05%	-2,50%
P4	40	-0,57%	-2,50%
P5	50	-0,09%	-2,50%
P6	60	0,40%	-2,50%
P7	70	0,88%	-2,50%
P8	80	1,36%	-2,50%
P9	90	1,84%	-2,50%
P10	100	2,33%	-2,50%
P11	110	2,81%	-2,50%
P12	120	3,29%	-2,50%
P13	130	3,78%	3,78%
KE	139	4,21%	4,21%

Tableau 36 : Variation du dévers dans la clothoïde de 2^{ème} virage

➤ **Clothoïde 3 :**

R = 750m L = 135.00 m d(R) = 4.44 % d_{min} = 2.50% Δd = 6.94%

Bord extérieur

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

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 135}{4.44 + 2.50} = 116.72m$$

Donc à partir de cette distance 116.72 m \longrightarrow $d_{int} = d_{ext}$

L = 135,00 m		x = 116,74 m	
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-1,99%	-2,50%
P2	20	-1,47%	-2,50%
P3	30	-0,96%	-2,50%
P4	40	-0,44%	-2,50%
P5	50	0,07%	-2,50%
P6	60	0,58%	-2,50%
P7	70	1,10%	-2,50%
P8	80	1,61%	-2,50%
P9	90	2,13%	-2,50%
P10	100	2,64%	-2,50%
P11	110	3,15%	-2,50%
P12	120	3,67%	3,67%
P13	130	4,18%	4,18%
KE	135	4,44%	4,44%

Tableau 37 : Variation du dévers dans la clothoïde de 3^{ème} virage

➤ **Clothoïde 4 :**

R = 1000 m L = 192.00m d(R) = 2.61 % $d_{min} = 2.50\%$ $\Delta d = 5.11\%$

Bord extérieur

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

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 190}{2.61 + 2.50} = 223.09m$$

Donc à partir de cette distance 223.09 m \longrightarrow $d_{int} = d_{min}$

L = 190,00 m		x = 222,92 m	
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-2,13%	-2,50%
P2	20	-1,77%	-2,50%
P3	30	-1,40%	-2,50%
P4	40	-1,04%	-2,50%
P5	50	-0,67%	-2,50%
P6	60	-0,31%	-2,50%
P7	70	0,06%	-2,50%
P8	80	0,42%	-2,50%
P9	90	0,79%	-2,50%
P10	100	1,15%	-2,50%
P11	110	1,52%	-2,50%
P12	120	1,88%	-2,50%
P13	130	2,25%	-2,50%
P14	140	2,61%	-2,50%
P15	150	2,98%	-2,50%
P16	160	3,34%	-2,50%
P17	170	3,71%	-2,50%
P18	180	4,07%	-2,50%
KE	190	4,44%	-2,50%

Tableau 38 : Variation du dévers dans la clothoïde de 4^{ème} virage

ETUDE DE TRAFIC

1. Introduction :

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

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

Cette conception repose, sur une partie (stratégie, planification), sur la prévision des trafics, sur les réseaux routiers, qui est nécessaire pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les couts d'entretien du réseau routiers, qui sont en fonction du volume de circulation.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues (Nombre de voies).

2. L'analyse Des Traffic Existants :

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à

adopter le niveau de connaissance aux besoins. Le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire, mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause. Enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

Celles qui permettent de quantifier le trafic : les comptages.

Celles qui en outre permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs : les enquêtes.

2.1 La mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Les comptages : ils permettent de quantifier le trafic.
- Les enquêtes : elles permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

a) Les comptages :

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

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

a.1) les comptages manuels :

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

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

a.2) les comptages automatiques :

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

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

- Les comptages permanents : sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseaux autoroutier, réseaux routier national et les chemins de wilaya les plus circulés.
- Les comptages temporaires : s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les axes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.
- L'inconvénient de cette méthode : est que tous le matériel de comptage actuellement utilisé ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds.

b) les Enquêtes Origine Destination :

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

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

b.1) Les Enquêtes papillons ou distributions :

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

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

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

b.2) Relevé des plaques minéralogiques :

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

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

b.3) Interview des conducteurs :

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

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

b.4) les enquêteurs à domicile-Enquête ménage :

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

3. Différent Types De trafic :

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

3.1Trafic dévié :

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

3.2 Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

Des nouveaux déplacements des 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 vent grâce à l'abaissement des cotes de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

3.3 Trafic total :

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

4. Calcul La Capacité :

4.1 Définition de la capacité :

La capacité est le nombre de véhicules qui peuvent raisonnablement passer par une direction de la route « ou deux directions » avec des caractéristiques géométriques et de Circulation qui lui sont propre durant une période bien déterminé. La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

La capacité dépend :

- Des conditions du trafic
- Des conditions météorologiques
- Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre)

- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

4.2 Projection Future Du Trafic :

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est : $TJMAh = TJMA0 (1 + \tau)^n$

Avec :

TJMAh : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

4.3 Calcul Du Trafic Effectif :

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

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

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

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 39 : valeurs du coefficient P

4.4 Débit De Pointe Horaire Normal :

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

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

Avec :

Q : débit de pointe horaire

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

Teff : trafic effective.

1/n:0 .125

4.5 Débit Horaire Admissible :

Le début horaire maximal accepté par vois est déterminé par application de la formule :

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

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

Tableau 40 : Valeur de K1 .

		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 41: Valeur de K2 .

Avec :

K1 : coefficient lie 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.

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 42 : valeurs de capacité théorique.

5. Détermination Du Nombre Des Voies :

Cas d'une chaussée bidirectionnelle : On compare Q à Q_{adm}.

ET en opte le profil auquel correspondant la valeur de Q_{adm}.

La plus proche à Q.

Cas d'une chaussée unidirectionnelle : le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport :

$$S.Q / Q_{adm}$$

Avec :

Q_{adm} : débit admissible par voie.

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

6. Application Au Projet :

TMJA	5000 V/J
τ	6%
% Poids lourd	20%
Durée de vie	20
Coefficient d'équivalence P	3,00
K_1	0.75
K_2	1
Durée d'étude et de réalisation	6

6.2 Projection future de trafic :

1. Trafic à l'année de mise :

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

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

$$\begin{aligned} \text{Teff1} &= [(1 - Z) + P.Z] \times T_1 = [(1 - 0.20) + 3 \times 0.20] \times 7093 \\ &\Rightarrow \text{Teff1} = 9930 \text{ UVP/J} \end{aligned}$$

3. Trafics Effectifs à l'année horizon :

$$\begin{aligned} \text{Teffn} &= [(1 - Z) + P.Z] \times T_{20} = [(1 - 0.20) + 3 \times 0.20] \times 22749 \\ &\Rightarrow \text{Teffn} = 31849 \text{ UVP/J} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Q &= 0.12 \text{ Teff} \quad Q = 0.12 \times 31849 \\ &\Rightarrow Q = 3981 \text{ UVP/h} \end{aligned}$$

5. Débit horaire admissible « d » :

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

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

6. Nombre de voie :

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

Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Trafi c de l'année de mise en service T1	7093 V/J
Trafic de l'année horizon T20	22749 UVP/J
Teff1	9930 UVP/J
Teffn	31849
Débit horaire prévisible "Q"	3981UVP/h
Cth	1800 UVP/h
Débit admissible "d"	1350UVP/h
Nombre de voie par sens	2

Tableau 43 : Résultats de calcul trafic.

PROFIL EN LONG

1. Définition :

Le profil en long est une coupe verticale, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle.

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 tracé et une bonne perception des points singuliers.

Le profil en long est constitué deux éléments géométriques :

Lignes droites (déclivités).

Arcs de cercle tangents.

Les profils en travers fictifs (surface nulle) dont on doit déterminer la position (abscisse et éventuellement l'altitude) sont les points d'intersection entre le terrain naturel et l'axe du projet ; ces On peut colorier de manière différente les remblais et les déblais.

Les profils en travers fictifs (surface nulle) dont on doit déterminer la position (abscisse et éventuellement l'altitude) sont les points d'intersection entre le terrain naturel et l'axe du projet ; ces profils particuliers sont utiles pour le calcul des cubatures. Il faut connaître leur position en abscisse par rapport aux deux profils en travers qui les encadrent.

Procédure de tracé :

- 1) Choix du plan horizontal de référence (Plan de comparaison).
- 2) Définir le TN : tracé + cotes.
- 3) Définir de projet : tracé + cotes.
- 4) Numéroté la position des profils en travers.
- 5) Indiquer les distances (partielles et cumulées).
- 6) Indiquer la déclivité du projet.

7) Indiquer les caractéristiques géométriques du projet : alignements et courbes (vue en plan).

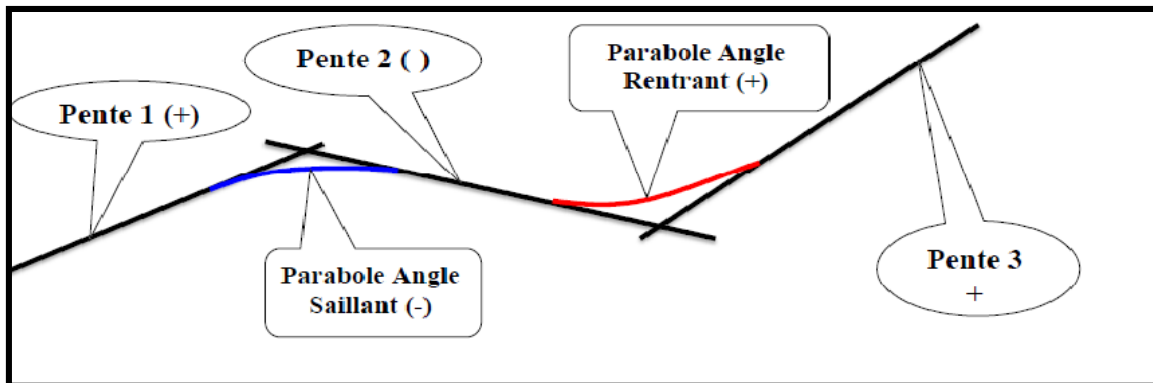


Figure15 : profil en long

2. La ligne de projet (ligne rouge) :

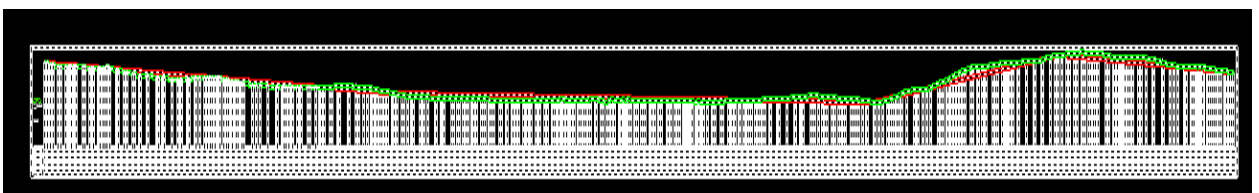


Figure 16: le profil en long (ligne rouge).

Le profil en long donne une idée sur la forme du terrain naturel qui nous permis choisir la ligne du projet de façon à tenir en compte :

- Equilibrer les surfaces remblais et déblais et d'éviter les grands terrassements.
 - Assurer une bonne visibilité
 - Assurer un confort dynamique
 - Permettre l'évacuation des eaux en prenant des déclivités supérieures ou égale 0.5%.

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

Eviter une hauteur excessive en remblai :

- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment ;
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon ;
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique ;
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage

Eviter une hauteur excessive en remblai ;

- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon ;
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique ;
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage

4. 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) Déclivités :

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

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

b.1) Déclivité minimale :

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

Au moins **0,5%** et de préférences **1 %**, si possible.

I_{min}=0,5 % dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.

I_{min}= 0,5 % dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

b-2) Déclivité maximale :

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

- 1- Condition d'adhérence.
- 2- Vitesse minimum de PL.
- 3- Condition économique.
- 4- La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à (I_{max} =6%) dans le franchissement de la côtière.

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

Tableau 44 : Valeur de déclivité maximale

5. Raccordements en profil en long :

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

Long. Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort. On distingue deux types de raccordements :

5.1 Raccordements convexes (angle saillant) :

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

- **Condition de confort.**
- **Condition de visibilité.**

a) Condition de confort :

Lorsque le profile en long comporte une courbe à forte courbure, les véhicules sont soumis à une accélération verticale importante qui modifie les conditions de stabilité et affecte sensiblement le confort des usagers.

- Elle consiste à limiter l'accélération verticale est représenté par la formule suivante :

$$\boxed{\frac{Vr^2}{Rv} \leq \frac{g}{40}}$$

D'où : $Rv \geq 0,30 V^2$ (catégorie 1-2).

$Rv \geq 0,23 V^2$ (catégorie 3-4-5).

Avec :

g : (accélération de la pesanteur) = 10 m/s^2 .

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

V_r : vitesse de référence (km /h).

b) Condition de visibilité :

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

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

➤ **Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :**

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

Avec :

D₁ : la distance d'arrêt.

h₀ : hauteur de l'œil.

h₁ : 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 $d_{(v_r)}$

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

Avec :

$a = 0.24$ pour les catégories 1 et 2.

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

d : la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 100 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
	Rayon (m)					
CAT 1-2	Rv'M	300	1000	2500	6000	12000
	Rv'N	1000	2500	6000	12000	18000
CAT 3-4-5	Rv' M	450	1300	3500	8000	16000
	Rv'N	1300	3500	8000	16000	16000

Tableau 45 : Rayon Convexes (angle saillant).

5.2 Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

❖ Rayons Minimum Normal et Minimum Absolu :

Les rayons de courbure des raccordements saillants à la distance d'arrêt :

- Sur obstacle sans épaisseur avec le **Rmin.**
- Sur obstacle de 0,30 m d'épaisseur avec le **Rmax.**

a) Rayons Minimum Absolu :

- $\frac{g}{40}$ Pour la CAT 1-2 :

$$\frac{Vr^2}{RVM'} = \frac{g}{40} \Rightarrow RVM' = 0.30Vr^2. \Rightarrow RVm = \frac{d_1^2}{0.035d_1 + 1.5}$$

- $\frac{g}{30}$ Pour la CAT 3-4-5 :

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

b) Rayons Minimum Normal :

➤ $\frac{g}{40}$ **Pour la CAT 1-2 :**

$$\Rightarrow RVN' = RVM'(vr + 20). \Rightarrow Rvn = Rvm(vr+20)$$

➤ $\frac{g}{30}$ **Pour la CAT 3-4-5 :**

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

	$V_r(\text{km/h})$ rayon	40	60	80	100	120
C A T	$R_{V'_m}$	500	1200	1400	3000	4200
1 - 2	$R_{V'_n}$	1200	2400	3000	4200	6000
C A T	$R_{V'_m}$	500	1100	1600	2400	3500
3 - 4 - 5	$R_{V'_n}$	1100	1600	2400	3500	4500

Tableau 46 : Rayon Concave (angle rentrant).

➤ **Condition de confort :**

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable.

Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

6. Calcul du raccordement parabolique :

6.1 Calcul de la tangente :

On prend (+) pour les rampes et (-) pour les pentes.

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

L'équation de la parabole est:

L'équation de la parabole est :

$$Y = \frac{X^2}{2R}$$

$$\cos\alpha_1 = \frac{T}{AS} \Rightarrow T = AS \cdot \cos\alpha_1$$

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

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

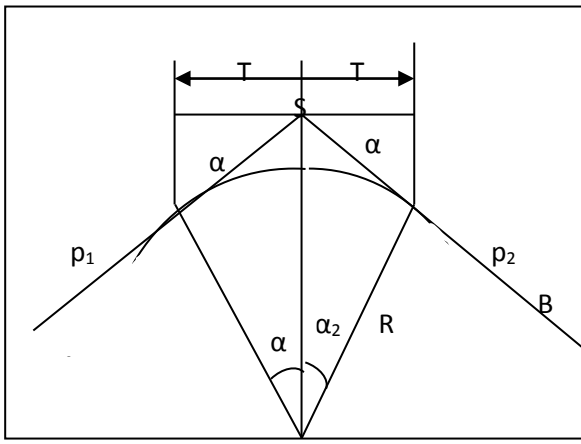


Figure 17 : raccordement

6.2 la flèche : $\Rightarrow F' = \frac{R}{2} \left(\frac{p \pm p'}{2}\right)^2$

❖ Application au projet :

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

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	RV'm	6000
Min normale	RV'n	12000

Tableau 47 : Rayons convexes (angle saillant) de la variante chois

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

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	RV'm	3000
Min normale	RV'N	4200

Tableau 48 : Rayons concaves (angle rentrant) de la variante choisi

7. Détermination pratique du raccordement en profil en long :

a) 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 :

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

$$R_v = 12000m$$

$$P_1 = -1.2 \%$$

$$P_2 = 3.33 \%$$

Les pentes sont de sens contraire ce qui implique

1^{er} cas :

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

$$\Rightarrow a = \frac{12000|-0.012 + 0.0333|}{2} = 127.8m$$

$$R_v = 10000$$

$$P_1 = 3.33 \%$$

$$P_2 = -2.512 \%$$

Les pentes sont de sens contraire ce qui implique

1^{er} cas :

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

$$\Rightarrow a = \frac{10000|0.0333 - 0.02512|}{2} = 40.9m$$

c) calcul de la flèche :

$$\Rightarrow f = \frac{a^2}{2R_v} = \frac{(127.8)^2}{2 \times 12000} = 0.68\text{m}$$

$$f = \frac{a^2}{2R_v} = \frac{(40.9)^2}{2 \times 10000} = 0.084\text{m}$$

❖ Tableau récapitulatif :

P1 % P2 %	Rayon (m)	Tangente (m)	Flèche (m)
-1.2	12000	127.8	0.68
3.33			
3.33	10000	40.9	0.084
-2.512			

Tableau 49 : les valeurs de tangente et la flèche.

PARAMETRES CINEMATIQUE

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.

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.

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_R^2}{(f_{r1} \pm e)}$$

Avec :

V_R : vitesse de référence en Km/h.

e : déclivité.

f_{r1} : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse V_R .

	V(Km/h)	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	f_1	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	d_0	14	34	65	111	175	269
CAT 3-4-5	f_{l2}	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/
	d_0	13	31	59	100	160	/

Tableau 50 : Distance de freinage.

Pour notre projet on a $f_{r1} = 0.36$

Application :

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	173.966	242970.659, 3981797.784	173.966
Pente = -1.200 %	2631.173	2631.362				
			2631.173	142.392	240440.619, 3981920.785	145.440
Arc de parabole	543.960	544.037				
Rayon = 12000.0000						
S bas = 2775.173						
Z bas = 141.528						
			3175.133	148.194	239909.280, 3981848.795	145.277
Rampe = 3.333 %	598.846	599.179				
			3773.980	168.153	239423.616, 3981499.477	177.862
Arc de parabole	584.477	584.565				
Rayon = -10000.0000						
S haut = 4107.480						
Z haut = 173.708						
			4358.456	170.553	238929.205, 3981190.329	170.346
Pente = -2.512 %	91.033	91.062				
			4449.489	168.267	238848.219, 3981148.756	168.267
Longueur totale	4449.489					

Tableau 51 : Déclivité du profil en long

➤ **En alignement droit :** $e = 0$ (cas purement théorique)

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_R^2}{(fr1 \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36)} \Rightarrow d_0 = 111.11 \text{ m}$$

• **En rampe :** $e = +3.333 \%$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_R^2}{(fr1 \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0,36+0.03333)} \Rightarrow d_0 = 101.78 \text{ m}$$

En pente : $e = -1.200 \%$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_R^2}{(fr1 \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0,36-0.012)} \Rightarrow d_0 = 114.94 \text{ m}$$

En pente : $e = -2.512 \%$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_R^2}{(fr1 \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0,36 - 0.02512)} \Rightarrow d_0 = 119.40m$$

les rampes (%)	Distance de freinage (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
3.333	101.78	-1.200	114.94
-	-	-2.512	119.40

Tableau 52 : distance de freinage de la variante choisie

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 :

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

4.Distance D'arrêt :

La distance parcourue par le conducteur entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est désigné sous le nom de distance d'arrêt (d) $d = d_1 + d_0$

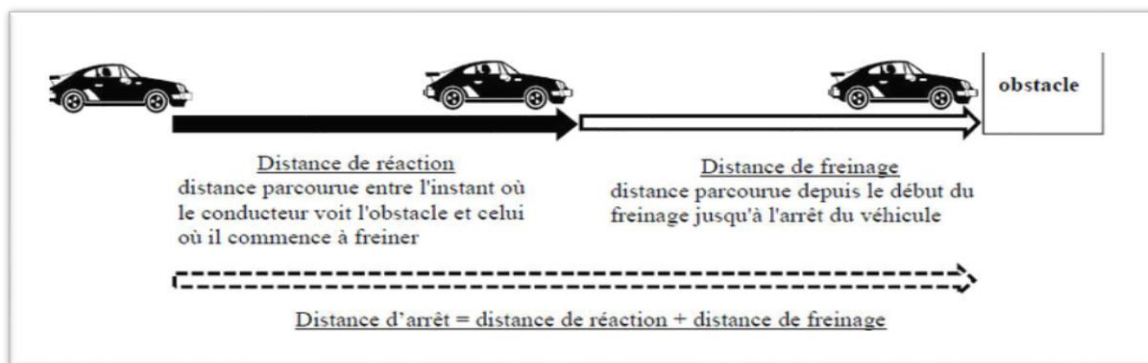


Figure18 : Distance d'arrêt et de freinage

➤ **En alignement droit :**

Pour $V_R < 100$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d = d_0 + (0,55 \times V_R)$

Pour $V_R \geq 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = d_0 + (0,50 \times V_R)$

Application :

$V_R = 100$ Km /h $t = 1.8$ s $d = d_0 + (0,50 \times V_R)$

En palier : $d = 111.11 + (0.50 \times 100) = 161.11$ m

En rampe : $d = 101.78 + (0.50 \times 100) = 151.78$ m

En pente : $d = 114.94 + (0.50 \times 100) = 164.94$ m

En pente : $d = 119.40 + (0.50 \times 100) = 169.40$ m

❖ **Tableau récapitulatif :**

les rampes (%)	Distance d'arrêt (m)	Les pentes (%)	Distance d'arrêt (m)
3.333	151.78	-1.200	164.94
-	-	-2.512	169.40

Tableau 53 : distance d'arrêt en alignement droit de la variante choisie.

➤ **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 $V_R \leq 100$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d = 1,25 \times d_0 + (0,55 \times V_R)$

Pour $V_R > 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = 1,25 \times d_0 + (0,50 \times V_R)$

Application :

$V_R = 100$ Km/h $t = 2$ s $\Rightarrow d = 1,25 \times d_0 + (0,55 \times V_R)$

En palier : $d = (1.25 * 111.11) + (0.55 \times 100) = 193.89$ m

En rampe : $d = (1.25 * 101.78) + (0.55 \times 100) = 182.23$ m

En pente : $d = (1.25 * 114.94) + (0.55 \times 100) = 198.68$ m

En pente : $d = (1.25 * 119.40) + (0.55 \times 100) = 204.25$ m

❖ **Tableau récapitulatif :**

les rampes (%)	Distance d'arrêt (m)	Les pentes (%)	Distance d'arrêt (m)
3.333	182.23	-1.200	198.68
-	-	-2.512	204.25

Tableau 54 : distance d'arrêt en courbe de la variante choisie.

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.

$$d_p = d + \frac{6}{3,6} \cdot V_R \Rightarrow (V_R \text{ est en Km/h})$$

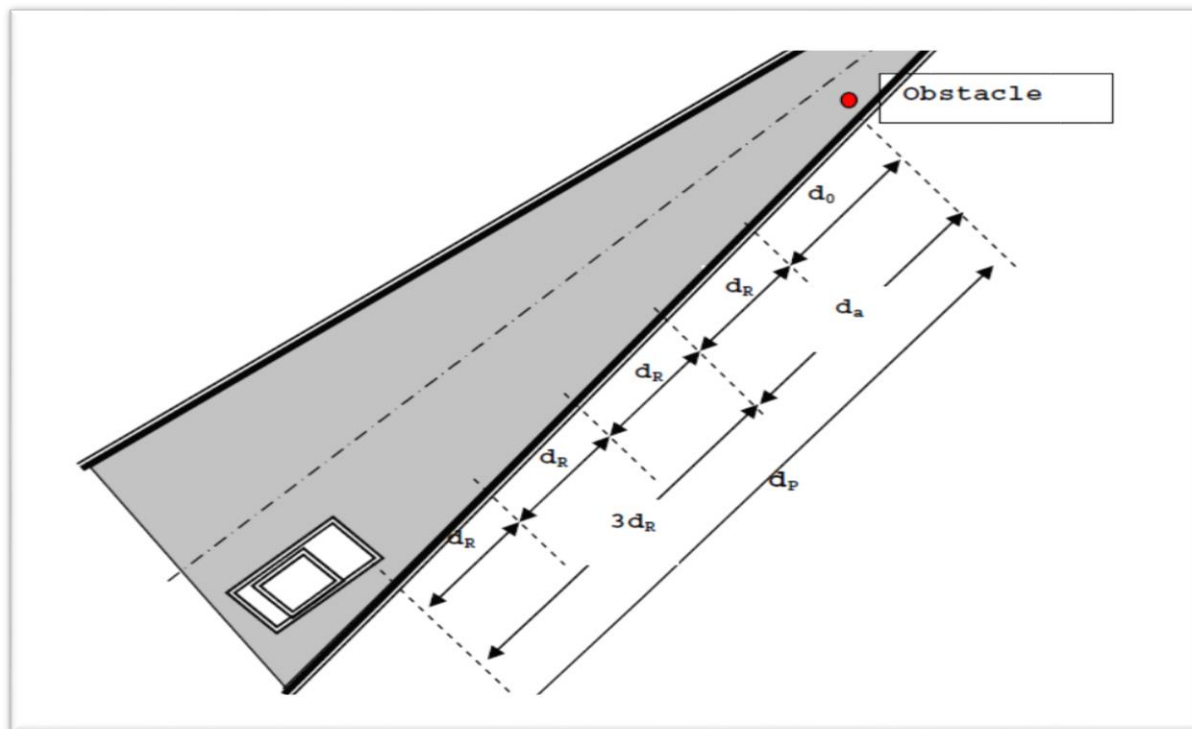


Figure19 : Distance de perception.

Application :

➤ **En alignement droit :**

En palier : $d_p = 161.11 + \frac{6}{3,6} \times 100 \Rightarrow d_p = 327.78 \text{ m}$

En rampe : $d_p = 151.78 + \frac{6}{3,6} \times 100 \Rightarrow d_p = 318.45 \text{ m}$

En pente : $d_p = 164.94 + \frac{6}{3,6} \times 100 \Rightarrow d_p = 331.61 \text{ m}$

En pente : $d_p = 169.40 + \frac{6}{3,6} \times 100 \Rightarrow d_p = 336.07 \text{ m}$

❖ **Tableau récapitulatif :**

Les rampes (%)	Distance de perception (m)	Les pentes (%)	Distance de perception (m)
3.333	318.45	-1.200	331.61
-	-	-2.512	336.07

Tableau 55 : distance perception en alignement droit de la variante choisie.

➤ **En courbe :**

En palier : $d_p = 193.89 + \frac{6}{3,6} \times 60 \Rightarrow d_p = 360.56\text{m}$

En pente : $d_p = 182.23 + \frac{6}{3,6} \times 100 \Rightarrow d_p = 348.90\text{ m}$

En rampe : $d_p = 198.68 + \frac{6}{3,6} \times 100 \Rightarrow d_p = 365.35\text{ m}$

En pente : $d_p = 204.25 + \frac{6}{3,6} \times 100 \Rightarrow d_p = 370.92\text{ m}$

❖ **Tableau récapitulatif :**

Les rampes (%)	Distance de perception (m)	Les pentes (%)	Distance de perception (m)
3.333	348.90	-1.200	365.35
-	-	-2.512	370.92

Tableau 56 : distance perception en courbe de la variante choisie.

6.Distance De sécurité Entre Deux Véhicule :

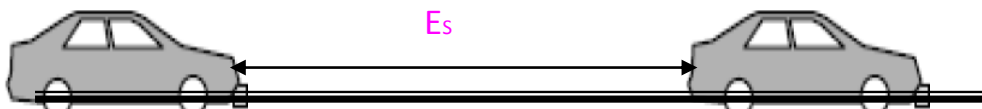


Figure 20 : Distance de sécurité " d''

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.

L'espace 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 $t' = 0.75$ s

En pratique, on prend $t = 3$ s

Distance de sécurité sera donc : $d'_2 = d_2 + V \times (t + t') + L$ (t en s et v en m/s)

Soit E l'espace supplémentaire de sécurité : $E = V \times t' + L$

Sachons que $V = \frac{V(Km/h)}{3,6}$ et $t' = 0.75$ s $\Rightarrow Es = \frac{V}{5} + L$

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 « Es », en prenant un créneau temps de sécurité entre deux véhicules T_s égale à 1,2 secondes.

$$Es = 1,2 \times v \quad \text{ou} \quad Es = \frac{V}{3}$$

Exemple : si deux véhicules se suivent à une vitesse de $V = 100$ Km/h .La distance de sécurité sera.

➤ **1er Cas :**

$$Es = \frac{V}{5} + L = \frac{100}{5} + 5 \Rightarrow Es = 25m$$

➤ **2ème Cas :**

$$Es = \frac{V}{3} = \frac{100}{3} \Rightarrow Es = 33.33m$$

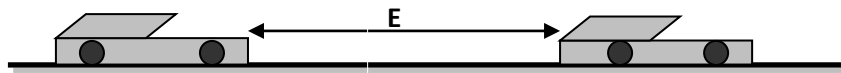


Figure 21 : L'espace entre deux véhicules.

7. Manœuvre De Dépassement :

dvd_m : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne.

dvd_N : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale.

dmd : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement.

V _r (km/h)	40	60	80	100	120	140
dmd	3v	3v	3v	3v	3v	3v
	120	180	240	300	360	420
dnd	4v	4v	4v	4v	4v	4v
	160	240	320	400	480	560
dvd	6v	6v	6v	6v	6v	6v
	240	360	480	600	720	840

Tableau 57 : Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse.

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

Application :

V_R = 100 Km/h **dnd** = 400 m **dvd_n** = 600 m **dmd** = 300 m

PROFIL EN TRAVERS

1. Généralité :

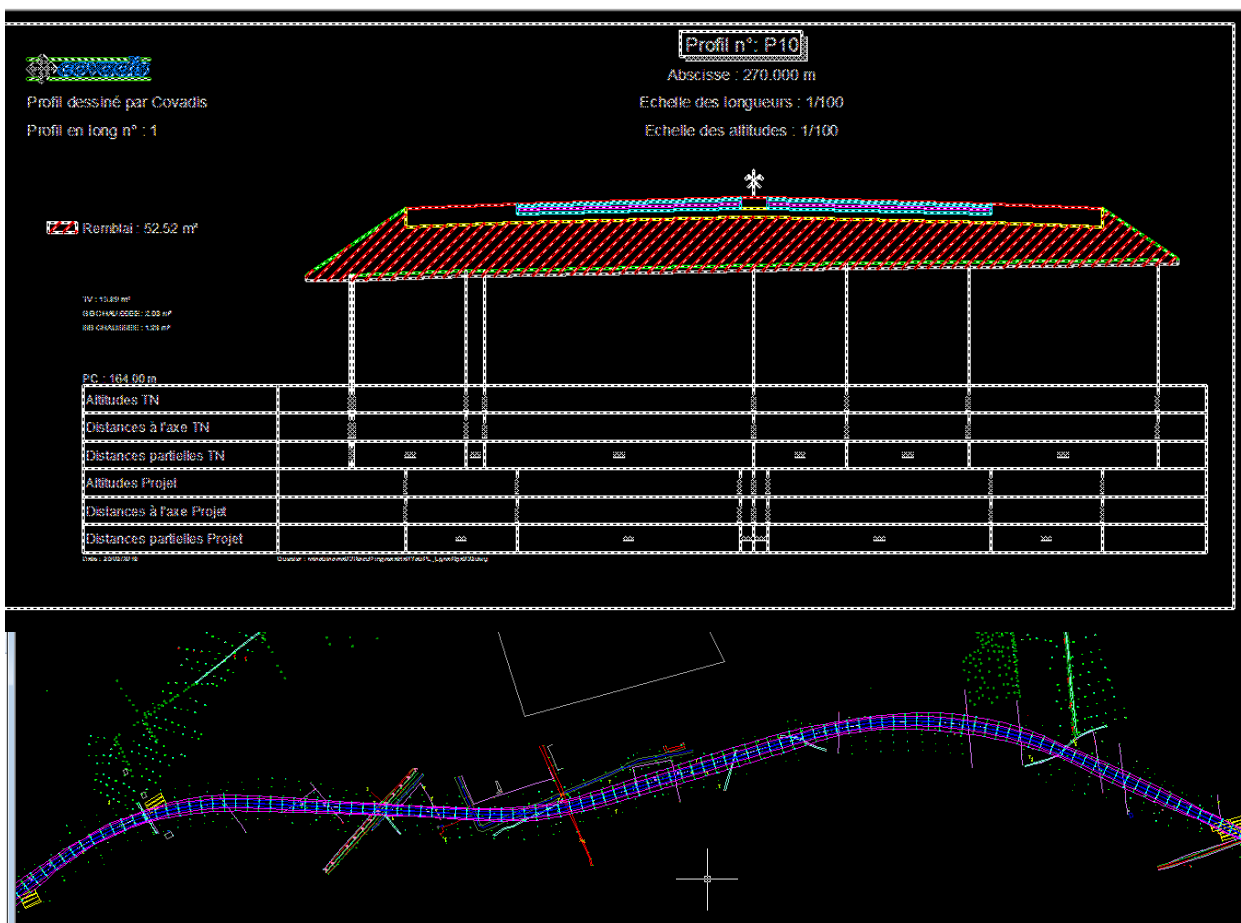


Figure 22 : profil en travers

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

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil 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. Profil en travers type :

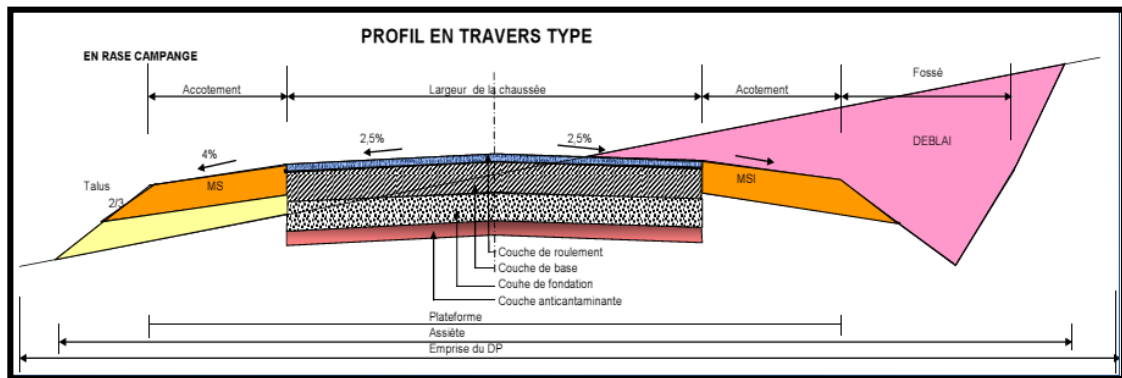


Figure 23 : profil en travers type

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 :

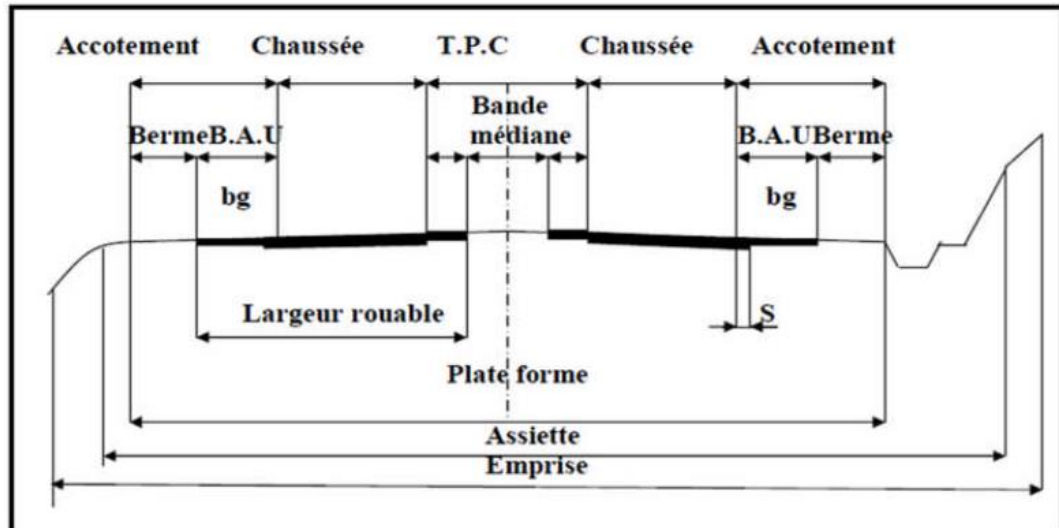


Figure 24: Les éléments d'une route

❖ 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 rouable :

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

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

❖ La plateforme :

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

❖ Assiette :

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

❖ L'emprise :

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

❖ **Les accotements :**

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

❖ **Le terre-plein central :**

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

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

❖ **Le fossé :**

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

❖ **Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) :**

C'est une partie de l'accotement, contiguë à la chaussée, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée, elle inclut la sur largeur structurelle de la chaussée.

❖ **Bande dérasée de gauche (B.D.G):**

Les bandes dérasées sont situées de part et d'autre de la chaussée et s'y raccordent sans dénivellement. Elles sont dégagées de tout obstacle et destinée en particulier à éviter à l'utilisateur un effet de paroi très gênant à haute vitesse.

Elles sont constituées à partie de bord géométrique de la chaussée par une sur largeur de 0.50m ou de 1.00m suivant que cette structure est en béton de ciment ou en béton bitumineux.

3. Profil en travers type de notre projet :

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

- ❖ Deux chaussées de deux voies de 3.50m chacune : $(2 \times 3.50) \times 2 = 14.00$ m
- ❖ Une B.A.U. de 3 m
- ❖ Un terre-plein central de 3 m
- ❖ Un accotement de 1.00m

DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSES

1- Introduction :

On entend par dimensionnement des chaussées l'épaisseur à donner à un corps de chaussée, Elle doit être suffisante pour qu'elle ait une durée convenable, et non

Surabondante pour éviter les dépenses superflues.

Pour cela la qualité de la construction des chaussées, passe d'abord par une Bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, lui permettant de résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges

D'exploitation.

La chaussée doit permettre la circulation des véhicules dans les conditions de confort et de sécurité voulue. Si le corps de chaussée se repose sur un sous-sol présentant une portance insuffisante. On est donc amène à apporter sur le sol naturel une épaisseur quelque fois importante de matériaux choisis dont la qualité va croître au fur et à mesure qu'on se rapproche de la surface de la chaussée car les matériaux seront soumis à pression fort au fur et à mesure qu'il se rapproche de la surface de roulement.

Le calcul et la justification des épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée retenue, sont fixes en fonction des paramètres fondamentaux qui sont :

L'environnement de la route.

Le trafic.

La nature du sol support.

Les matériaux choisis.

La durée de vie de la chaussée.

2- Généralités :

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

Et aussi des 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 lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vide.

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

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

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

3- La chaussée :

- **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 catégories de chaussée :

Il existe deux catégories de chaussées :

- Les chaussées classiques (souples et rigides).
- Les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides).

3.1 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.

❖ Couche de surface (roulement) :

Cette couche est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Généralement réalisées en matériaux traités aux liants hydrocarbonés. On a longtemps utilisé les enduits superficiels (ES) avant de généraliser la technique des bétons bitumineux (BB) compte tenu de l'évolution de l'agressivité du trafic.

En général, elle est composée d'une couche de roulement et une couche de liaison.

La couche de roulement a pour rôle :

- D'imperméabiliser la surface de la chaussée.
- D'assurer la sécurité et le confort des usagers.
- Protéger les couches inférieures de la chaussée.
- Assurer un uni acceptable.

La couche de liaison a pour rôle :

- D'assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

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

❖ Couche de base :

La couche de base a pour rôle essentiel de reprendre les efforts verticaux et de répartir les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

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

❖ **Couche de fondation :**

La couche de fondation est identique à celui de la couche de base, elle reprend les contraintes normales et les répartir sur le sol-support.

L'épaisseur de la couche de fondation varie selon le sol-support.

En plus si on a une mauvaise terre on ajoute une quatrième couche (couche de forme).

❖ **Couche de forme :**

La couche de forme est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol-support :

- Sur un sol rocheux, la couche de forme aura un rôle de nivellement afin d'aplanir la surface avant de mettre en œuvre la couche de fondation.
- Sur un sol peu portant, la couche de forme est mise en œuvre essentiellement pour assurer une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

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

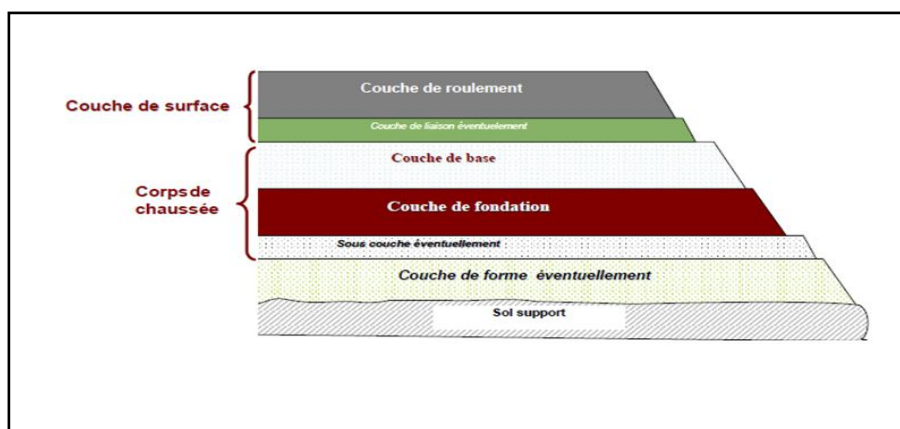


Figure 25 : Coupe type d'une chaussée souple

3.2 Chaussée semi-rigide :

On distingue :

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

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

- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

3.3 Chaussée rigide :

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

Structures de chaussée :

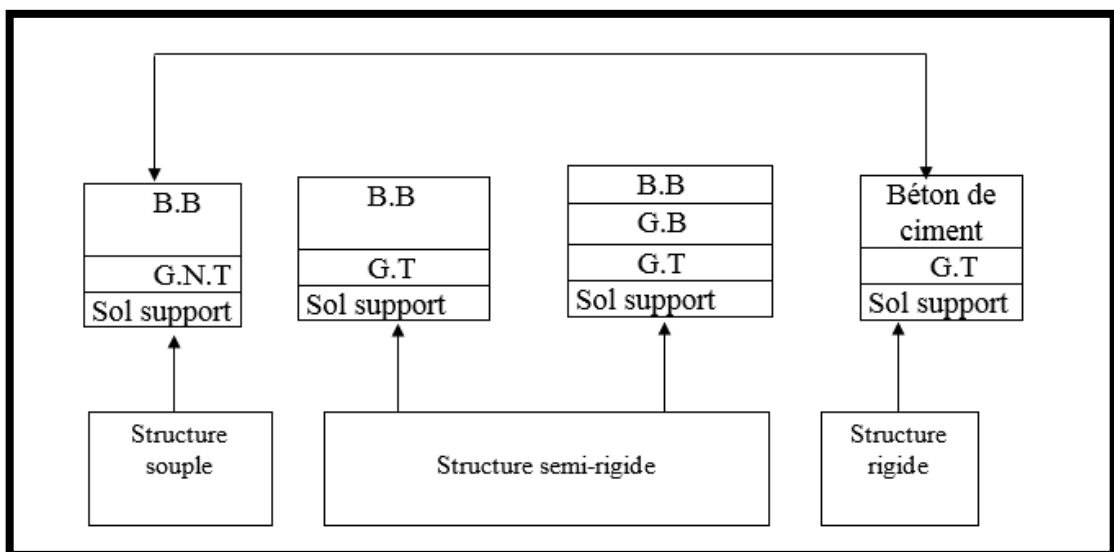


Figure 26 : les différentes catégories de chaussée

Avec :

BB: béton bitumineux

GB: grave bitume

GT: grave traité

G.N.T: grave non trait.

5- Principe de la constitution des chaussées

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

➤ **De la charge des véhicules :**

La charge maximale autorisée sur un jumelage isolé est de 65 KN (6.5 tonnes) soit un essieu standard de 130 KN (13 T). Il arrive également que cette charge maximale dépassée à cause de phénomène de surcharge.

➤ **Des intempéries :**

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

➤ **Des efforts tangentiels :**

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

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

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

6- Constitution et rôle d'une chaussée :

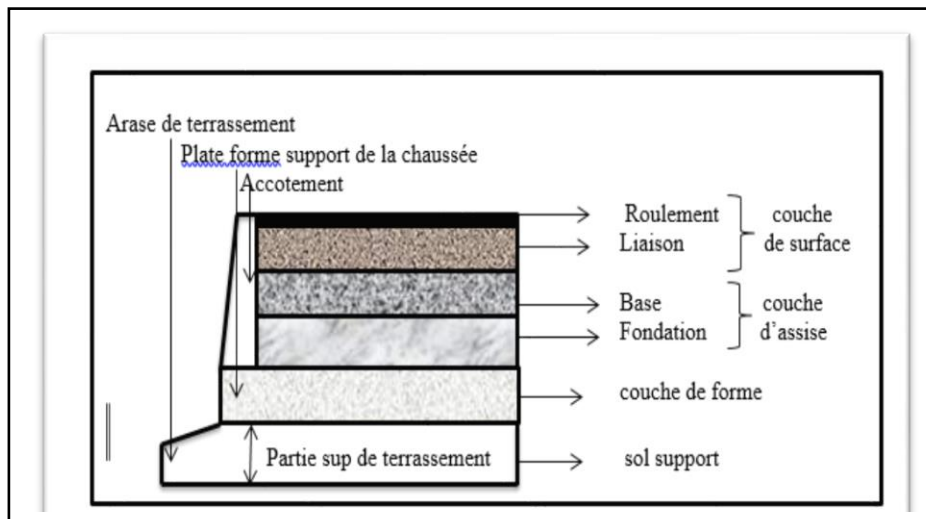


Figure 27 : Corps de chaussée type

7- Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement des chaussées :

Toutes les méthodes de dimensionnement basées sur la connaissance de certains paramètres fondamentaux liés aux :

a) Trafic :

Le trafic principalement le trafic poids lourds est l'un des paramètres prépondérants dans la conception des structures. Il intervient en fait d'abord dans le choix des matériaux puis dans le dimensionnement proprement dit de façon plus détaillée, le trafic gouverne les choix suivants :

- Choix d'un niveau de service qui se traduira notamment par le choix de la couche de surface.
- Choix de l'épaisseur des structures qui implique la fixation d'un niveau de risque.

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) Le sol support :

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

Les plates-formes sont définies à partir :

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

d) Matériaux :

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

8- Méthodes de dimensionnement :

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

C'est une méthode (Semi-Empirique) qui est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90-100) % de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau de moins de 15 (cm). Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivant la théorie de BOUSSINESQ, soit inférieure à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

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

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.

❖ **Notion de l'épaisseur équivalente :**

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches et l'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient numérique « a » appelé coefficient d'équivalence. L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches :

➤ L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

Avec:

a₁, a₂, a₃, a₄: coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃, e₄: 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 ou enrobe dense	2.00
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave ciment	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0,75
Sable	0,50
Tuf	0,60

Tableau 58 : coefficient d'équivalence des

Remarque :

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe « e_1 » et « e_2 » et « e_3 ». ET on calcule

« e_4 ». généralement les épaisseurs adoptées sont :

BB = 6cm - 10 cm

GB = 10 cm - 20 cm

GC = 15 cm - 25 cm

GE = 15 cm - 30 cm

TVO = 25 cm et plus.

❖ 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 : 6.5t.

1.Trafic à l'année de mise en service T₁ :

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

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

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 :

$$e_{\text{équi}} = a_1e_1 + a_2e_2 + a_3e_3 + a_4e_4$$

$$a_4 = \frac{e_{\text{équi}} - (a_1e_1 + a_2e_2 + a_3e_3)}{e_4}$$

$$a_4 = \frac{70 - (16 + 21 + 18)}{0.50} = 30 \Rightarrow a_4 = 30 \Rightarrow a_4e_4 = 15$$

➤ 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 59 : épaisseur du corps de chaussée

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

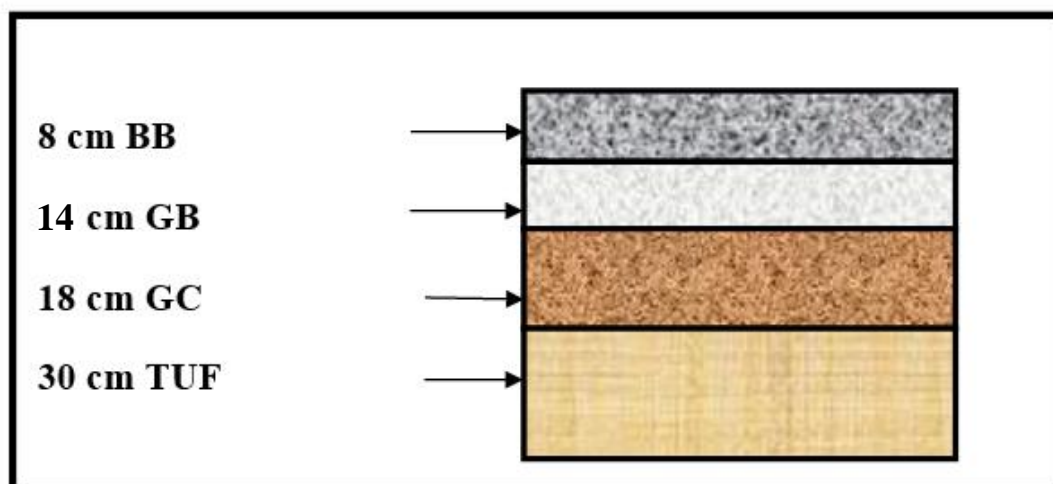


Figure 28 : Différentes couches du corps de chaussée de la variante choisi

ASSAINISSEMENT

1. Introduction :

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, curettes, rigoles, gondoles, etc....

Les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).

Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...).

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

1.1 Pour les chaussées :

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

1.2 Pour les talus :

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

Les études hydrauliques inventorient l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles

détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

2. Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée. (Danger de ramollissement du terrain sous – jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plat – forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

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 les dalots et buses à section circulaire.
- Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :
- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).

- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot) .
- Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus le but d'assainir les chaussées et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

3.1 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 profile en long les 3%.

3.2 Fossé de crête de déblai :

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

3.3 Fossé de crête de déblai :

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

3.4 Drain :

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

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

3.5 Descentes d'eau :

Dans les sections d'autoroute en remblais dépassant 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 30m et 40 m.

4. Définition des termes hydraulique :

4.1 Bassin versant :

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

4.2 Collecteur principal (canalisation) :

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

4.3 Chambre de visite (cheminée) :

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent. Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne doit pas dépasser 80 à 100 m.

4.4 Sacs :

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles.

Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés, par les eaux superficielles.

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

4.6 Décente d'eau :

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

4.7 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 conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

Conclusion :

Les ouvrages d'écoulement longitudinaux des eaux de ruissellement sont constitués de fossés trapézoïdaux en béton ou en terre de 0.5m de large et 0.5m de profondeur dans les Zones de déblai. Dans les zones en remblai la réalisation de fossés se fera uniquement lorsque la pente du terrain naturel converge vers les pieds des talus

En plus des pentes transversales et longitudinales permettant l'évacuation des eaux, il a été prévu des ouvrages buses.

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1. Définition :

La signalisation fait une 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 manoeuvre

2. l'objectif de la signalisation routière :

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

2. catégories des signalisations :

On distingue :

- 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.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

5. types de signalisation :

5.1 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 :

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

Le signal B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

Signalisation de position :

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

Signalisation de direction :

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

a) Signaux de danger :

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

b) Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.

- L'obligation.
- La fin de prescription.

c) Signaux à simple indication :

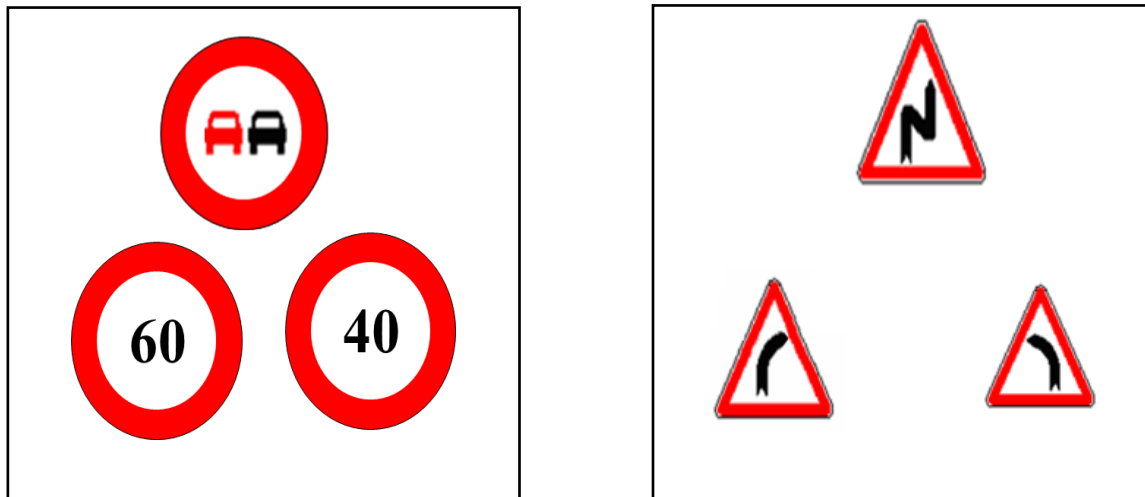
Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminées en pointe de flèche :

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

d) Signaux de position des dangers :

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

❖ **Exemples des signalisations verticales :**



Signaux de direction Signaux d'avertissement de danger

Figure29 : les signalisations verticales

5.2 Signalisation Horizontale :

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

En trois types :

a) Marquage longitudinal :

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

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

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

Modulation des lignes discontinues : elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

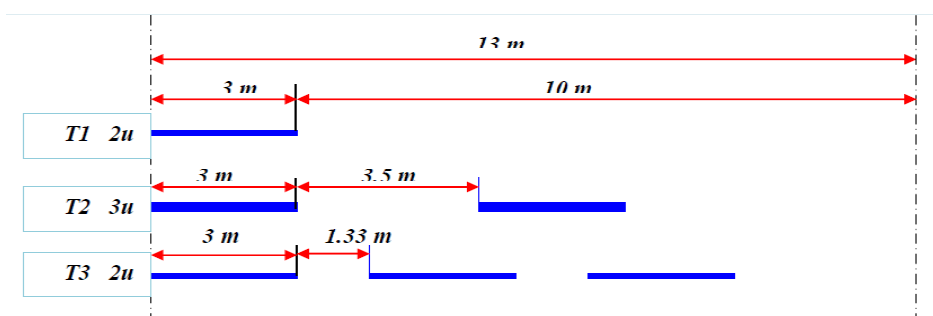


Figure 30 : détail des lignes longitudinales et transversales.

Type de Modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
T1 T'1	3.00 1.50	10.00 5.00	Environ 1/3
T2 T'2	3.00 0.50	3.50 0.50	Environ 1
T3 T'3	3.00 20.00	1.33 6.00	Environ 3

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 60 : Types de modulation.

b) 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.

c) 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.

❖ **Exemple des signalisations horizontales:**

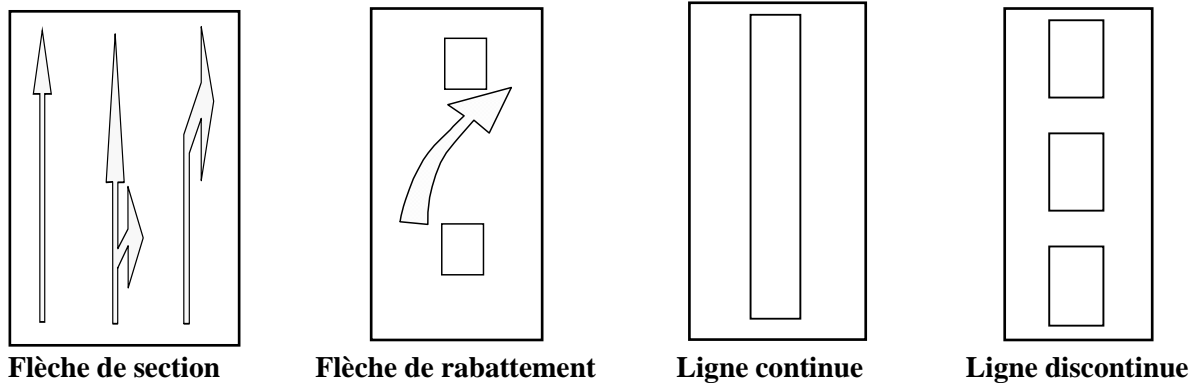


Figure 31 : les signalisations horizontales

6. caractéristique générale des marquages :

- Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « **U** » différente suivant le type de route, à savoir :

⇒ **U = 7.5cm** sur les autoroutes et voies rapides urbaines.

⇒ **U = 6cm** sur les routes et voies urbaines.

⇒ **U = 5cm** pour les autres routes.

ECLAIRAGE :

1. Définition :

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentielles.

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.

Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.

Eclairage des voies de cercle, catégorie C.

Eclairage d'un point singulier (carre four, virage...) situé sur un itinéraire nonéclairé, catégorie D.

2. Catégories d'éclairage :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

Paramètre de l'implantation des luminaires :



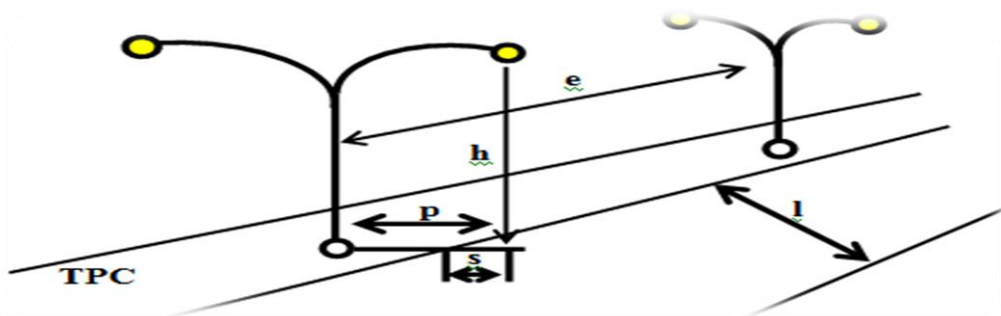


Figure 32 : Paramètre de l'implantation

L'espace (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.

La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.

La largeur (l) de la chaussée.

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

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

e : l'espace 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 horizontal:**
 - Lignes continues.
 - Lignes discontinues.

- Signalisation vertical:
- Peneaux de signalisation.
 - Glissière en bétons.
 - Séparation en bétons.

Conclusion :

La signalisation routière acquiert une grande importance dans un notre projet suivant tous le long de l'itinéraire qui rend la circulation plus faciles sûre aux usagers.

L'éclairage serve à garantir aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible car la situation de projet.

IMPLANTATION

1. Généralité :

L'implantation est 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 ou figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

1. Implantation planimétrique des sommets des alignements :

a) Par rayonnement :

On stationne 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 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.

2. Implantation de courbes :

a) Raccordement circulaire :

Méthode d'implantation :

❖ **Par abscisse et ordonnées sur la tangente :**

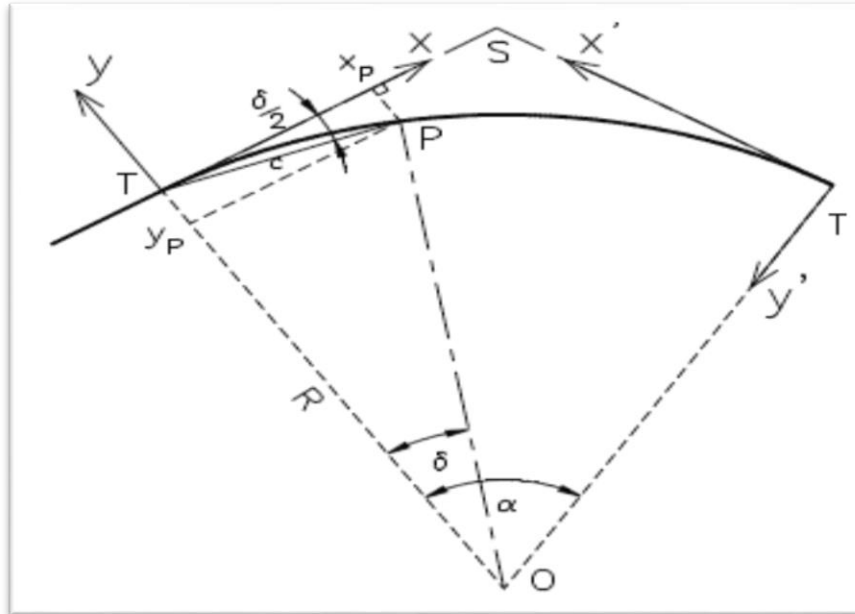


Figure 33 :implantation partie circulaire

❖ **Par abscisse et ordonnées sur la corde:**

1.origine :point de tangence.

2.origine:milieu de la corde.

❖ **Par coordonnées polaires :**

b)Raccordement progressif :

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

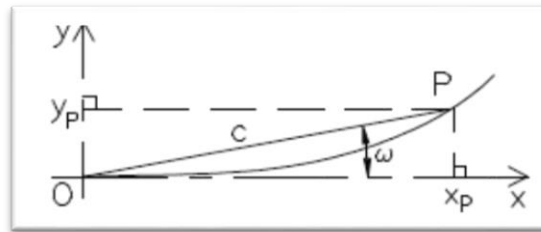


Figure 34 : Méthode d'implantation

- **Piquetage par coordonnées rectangulaires :**

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

- **Piquetage par coordonnées Polaires :**

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

Méthode choisie :

Virage N°1 :

1. Raccordement progressif 1 (forme symétrique) :

➤ Partie clothoïde :

Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS.

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

➤ Partie circulaire :

par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS.

L = 155 m

R = 1000mA = 393.70 m

Nombre de point : On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : (**$\Delta L = 10m$**).

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	10	10,00	0,00
2	20	20,00	0,01
3	30	30,00	0,03
4	40	40,00	0,07
5	50	50,00	0,13
6	60	60,00	0,23
7	70	70,00	0,37
8	80	80,00	0,55
9	90	90,00	0,78
10	100	99,99	1,08
11	110	109,98	1,43
12	120	119,97	1,86
13	130	129,96	2,36
14	140	139,94	2,95

15	150	149,92	3,63
KE	155	154,91	4,00

Tableau 61 : coordonnées des points d’implantation du raccordement progressif.

➤ **Partie circulaire :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

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

$$Y_i = R(1 - \cos (\delta/2))$$

R= 1000 m $\gamma = 36.6170\text{gr}$ $\gamma/2 = 18.3085 \text{ gr}$ n = 10pts

Pts	iδ (gr)	Xi = (m)	Yi (m)
M	0,0000	0,00	0,00
1	1,8310	28,76	0,41
2	3,6620	57,49	1,65
3	5,4930	86,18	3,72
4	7,3240	114,79	6,61
5	9,1550	143,31	10,32
6	10,9860	171,71	14,85
7	12,8170	199,97	20,20
8	14,6480	228,07	26,35
9	16,4790	255,97	33,32
T	18,3090	283,64	41,07

Tableau 62: abscisse ordonnées de la courbe de virage.

Virage N⁰2 :

1. Raccordement progressif 2 (forme symétrique) :

- **Clothoïde 2 :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS

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

L = 139 m R= 800 m A =333.47 m

Nombre de point : On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : ($\Delta L = 10m$).

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	10	10,00	0,00
2	20	20,00	0,01
3	30	30,00	0,04
4	40	40,00	0,10
5	50	50,00	0,19
6	60	60,00	0,32
7	70	70,00	0,51
8	80	79,99	0,77
9	90	89,98	1,09
10	100	99,98	1,50
11	110	109,97	1,99
12	120	119,95	2,59
13	130	129,92	3,29
KE	139	138,89	4,02

Tableau63 : coordonnées des points d'implantation du raccordement progressif.

➤ **Partie circulaire :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

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

$$Y_i = R(1 - \cos (\delta/2))$$

R= 800 m $\gamma = 10.8521\text{gr}/2 = 5.4260\text{gr}$ n =10pts

$$\delta=0.5430 \text{ gr.}$$

Pts	iδ (gr)	Xi (m)	Yi (m)
M	0,0000	0,00	0,00
1	0,5430	6,82	0,023
2	1,0860	13,65	0,11
3	1,6290	20,47	0,26
4	2,1720	27,29	0,47
5	2,7150	34,11	0,73
6	3,2580	40,92	1,05
7	3,8010	47,74	1,43
8	4,3440	54,55	1,86
9	4,8870	61,35	2,36
T	5,4260	68,10	2,90

Tableau 64: abscisse ordonnées de la courbe de virage.

Virage N°3 :

1.Raccordement progressif 3 (forme symétrique) :

➤ **Clothoïde3:**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS

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

L = 135 m R= 750 m A =318.20m

Nombre de point : On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : ($\Delta L = 10 \text{ m}$).

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00

1	10	10,00	0,00
2	20	20,00	0,01
3	30	30,00	0,04
4	40	40,00	0,10
5	50	49,99	0,20
6	60	59,99	0,35
7	70	69,99	0,56
8	80	79,99	0,84
9	90	89,98	1,20
10	100	99,97	1,64
11	110	109,96	2,19
12	120	119,93	2,84
13	130	129,90	3,61
KE	135	134,89	4,04

Tableau 55 : coordonnées des points d’implantation du raccordement progressif.

➤ **Partie circulaire :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

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

$$Y_i = R(1 - \cos (\delta/2))$$

$$R = 750 \text{ m} \quad \gamma = 32.7792\text{gr} \quad \gamma/2 = 16.3896\text{gr} \quad n = 10\text{pts}$$

$$\delta = 1.6390\text{gr}$$

Pts	$i\delta$ (gr)	X_i (m)	Y_i (m)
M	0,00	0,00	0,00
1	1,63	19,30	0,24
2	3,27	38,60	0,99
3	4,91	57,86	2,23

4	6,55	77,10	3,97
5	8,19	96,27	6,20
6	9,83	115,39	8,93
7	11,47	134,43	12,14
8	13,11	153,38	15,85
9	14,75	172,23	20,04
T	16,39	190,96	24,71

Tableau 66: abscisse ordonnées de la courbe de virage.

Virage N°4 :

1. Raccordement progressif 4 (forme symétrique) :

➤ Clothoïde4 :

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS

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

L = 190 m

R = 1500 m

A = 533.85m

Nombre de point : On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : ($\Delta L = 10$ m).

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	10	10,00	0,00
2	20	20,00	0,01
3	30	30,00	0,02
4	40	40,00	0,04
5	50	50,00	0,07
6	60	60,00	0,12
7	70	69,99	0,20
8	80	79,99	0,29
9	90	89,99	0,42

10	100	99,99	0,58
11	110	109,99	0,77
12	120	119,99	1,01
13	130	129,98	1,28
14	140	139,98	1,60
15	150	149,97	1,97
16	160	159,96	2,39
17	170	169,95	2,87
18	180	179,94	3,41
KE	190	189,92	4,01

Tableau 67 : coordonnées des points d’implantation du raccordement progressif.

➤ **Partie circulaire :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

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

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

$$R = 1500 \text{ m} \quad \gamma = 2.8422\text{gr} \quad \gamma/2 = 1.4211\text{gr} \quad n = 3\text{pts}$$

$$\delta = 0.4740\text{gr}$$

Pts	$i\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R(\cos(i\delta) - \cos(\gamma/2))$ (m)
M	0,00	0,00	0,00
1	0,47	11,16	0,04
2	0,94	22,33	0,16
T	1,42	33,48	0,37

Tableau 68: abscisse ordonnées de la courbe de virage.

CUBATURE

1. Introduction :

La réalisation d'une infrastructure de travaux publics nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel sera implanté le projet. Pour les voies de circulations celles-ci sont très visibles sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par apport à la 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 trouvant entre le tracé du projet et celui du terrain 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 à fin 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 COVADIS.

Variante choisie :

n° Profil	Absc	Long. d'app	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Vol (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Vol (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	15,00	6,67	11,21	17,88	268,16	268,16	0,03	0,02	0,05	0,72	0,72
P2	30,00	30,00	0,00	0,58	0,58	17,37	285,53	3,88	1,74	5,62	168,54	169,26
P3	60,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	285,53	11,31	10,15	21,46	643,80	813,05
P4	90,00	30,00	0,00	0,15	0,15	4,62	290,15	10,47	3,89	14,36	430,84	1243,90
P5	120,00	30,00	0,00	0,01	0,01	0,22	290,37	8,15	4,44	12,59	377,58	1621,47
P6	150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	290,37	12,30	7,95	20,25	607,35	2228,82
P7	180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	290,37	17,95	12,56	30,51	915,26	3144,09
P8	210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	290,37	10,96	10,59	21,55	646,60	3790,69
P9	240,00	30,00	2,19	1,64	3,83	114,84	405,21	0,17	0,30	0,47	14,12	3804,81
P10	270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	28,57	23,95	52,52	1575,58	5380,39
P11	300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	42,03	43,39	85,42	2562,68	7943,07
P12	330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	60,90	62,30	123,20	3696,08	11639,15
P13	360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	75,64	76,66	152,30	4569,04	16208,20
P14	390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	80,70	78,19	158,88	4766,51	20974,71
P15	420,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	84,03	80,46	164,49	4934,82	25909,53
P16	450,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	79,34	77,11	156,45	4693,53	30603,06
P17	480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	95,14	81,05	176,18	5285,51	35888,56
P18	510,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	89,26	74,70	163,96	4918,69	40807,26
P19	540,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	79,19	64,79	143,97	4319,23	45126,48
P20	570,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	62,14	51,17	113,31	3399,45	48525,93
P21	600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	45,02	35,31	80,32	2409,71	50935,64
P22	630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	29,96	24,15	54,11	1623,32	52558,96
P23	660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	48,42	49,13	97,56	2926,67	55485,63
P24	690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	69,44	75,33	144,76	4342,91	59828,54
P25	720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	85,31	95,01	180,32	5409,55	65238,09
P26	750,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	106,83	117,66	224,50	6734,91	71973,00
P27	780,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	113,96	122,53	236,49	7094,63	79067,63
P28	810,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	119,37	126,85	246,22	7386,66	86454,28
P29	840,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	123,28	130,70	253,98	7619,33	94073,61
P30	870,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	127,31	133,87	261,17	7835,22	101908,84
P31	900,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	130,68	137,58	268,26	8047,87	109956,71
P32	930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	124,41	134,82	259,23	7776,88	117733,58
P33	960,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	117,55	126,36	243,91	7317,31	125050,89
P34	990,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	105,74	112,34	218,08	6542,50	131593,39
P35	1020,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	91,26	94,01	185,27	5558,12	137151,51
P36	1050,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	76,01	74,50	150,51	4515,45	141666,95
P37	1080,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	68,37	66,53	134,90	4046,95	145713,90
P38	1110,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	55,81	53,21	109,01	3270,33	148984,23
P39	1140,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	46,03	42,80	88,84	2665,08	151649,31
P40	1170,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	40,48	37,75	78,23	2346,77	153996,08
P41	1200,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	41,67	38,72	80,39	2411,74	156407,82
P42	1230,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	48,17	46,47	94,64	2839,21	159247,03
P43	1260,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	79,55	65,08	144,64	4339,07	163586,10
P44	1290,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	97,09	92,43	189,52	5685,63	169271,74
P45	1320,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	117,26	117,33	234,59	7037,76	176309,49
P46	1350,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	137,81	133,10	270,90	8127,07	184436,56
P47	1380,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	150,79	148,27	299,06	8971,92	193408,49

Chapitre 04 : Etude En APD

P48	1410,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	156,44	155,68	312,11	9363,39	202771,88
P49	1440,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	166,11	158,70	324,81	9744,16	212516,03
P50	1470,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	162,83	156,28	319,11	9573,26	222089,29
P51	1500,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	158,38	154,81	313,19	9395,84	231485,13
P52	1530,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	155,86	154,36	310,22	9306,56	240791,69
P53	1560,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	152,89	149,75	302,64	9079,16	249870,85
P54	1590,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	143,41	140,17	283,58	8507,32	258378,17
P55	1620,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	138,56	132,93	271,49	8144,68	266522,85
P56	1650,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	136,77	129,48	266,25	7987,53	274510,38
P57	1680,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	126,51	128,90	255,41	7662,40	282172,78
P58	1710,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	131,41	125,72	257,13	7713,78	289886,56
P59	1740,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	125,47	118,37	243,83	7315,03	297201,59
P60	1770,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	120,10	113,14	233,23	6996,96	304198,55
P61	1800,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	114,96	107,45	222,41	6672,32	310870,87
P62	1830,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	101,06	100,18	201,24	6037,21	316908,08
P63	1860,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	95,01	90,15	185,15	5554,56	322462,63
P64	1890,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	87,85	83,66	171,51	5145,35	327607,98
P65	1920,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	78,97	72,92	151,89	4556,67	332164,65
P66	1950,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	62,35	58,39	120,73	3622,01	335786,66
P67	1980,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	82,59	68,12	150,71	4521,20	340307,86
P68	2010,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	83,45	54,40	137,85	4135,44	344443,30
P69	2040,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	73,48	45,76	119,24	3577,18	348020,48
P70	2070,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	53,01	47,06	100,07	3002,16	351022,64
P71	2100,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	41,91	38,53	80,44	2413,10	353435,73
P72	2130,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	35,87	30,90	66,77	2003,10	355438,83
P73	2160,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	38,88	36,23	75,11	2253,41	357692,25
P74	2190,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	14,91	17,14	32,05	961,47	358653,72
P75	2220,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	25,90	18,60	44,51	1335,24	359988,96
P76	2250,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	19,91	22,36	42,27	1267,96	361256,92
P77	2280,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	13,60	15,74	29,35	880,40	362137,32
P78	2310,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	405,21	6,56	8,73	15,29	458,83	362596,15
P79	2340,00	30,00	0,06	0,00	0,06	1,78	406,99	3,27	5,29	8,55	256,63	362852,78
P80	2370,00	30,00	0,53	0,32	0,85	25,49	432,48	1,03	1,08	2,11	63,36	362916,14
P81	2400,00	30,00	5,91	7,95	13,85	415,58	848,07	0,03	0,02	0,05	1,39	362917,53
P82	2430,00	30,00	23,24	17,03	40,27	1207,96	2056,03	0,02	0,01	0,04	1,05	362918,58
P83	2460,00	30,00	12,31	15,30	27,61	828,25	2884,28	0,02	0,02	0,04	1,21	362919,79
P84	2490,00	30,00	15,24	15,33	30,56	916,90	3801,18	0,02	0,02	0,04	1,20	362921,00
P85	2520,00	30,00	20,93	20,54	41,46	1243,90	5045,08	0,02	0,02	0,04	1,20	362922,20
P86	2550,00	30,00	26,85	27,82	54,67	1640,09	6685,16	0,02	0,02	0,04	1,20	362923,40
P87	2580,00	30,00	41,25	42,83	84,08	2522,40	9207,57	0,02	0,02	0,04	1,20	362924,60
P88	2610,00	30,00	46,81	50,01	96,83	2904,78	12112,35	0,02	0,02	0,04	1,20	362925,80
P89	2640,00	30,00	57,46	62,44	119,90	3596,93	15709,27	0,02	0,02	0,04	1,21	362927,01
P90	2670,00	30,00	70,28	73,90	144,18	4325,29	20034,57	0,02	0,02	0,04	1,19	362928,19
P91	2700,00	30,00	79,28	78,67	157,95	4738,44	24773,01	0,02	0,02	0,04	1,20	362929,40
P92	2730,00	30,00	91,69	87,03	178,72	5361,72	30134,72	0,02	0,02	0,04	1,21	362930,61
P93	2760,00	30,00	98,09	90,01	188,10	5642,91	35777,63	0,02	0,02	0,04	1,21	362931,82
P94	2790,00	30,00	103,05	95,42	198,47	5954,11	41731,74	0,02	0,02	0,04	1,20	362933,02
P95	2820,00	30,00	113,13	108,53	221,67	6650,02	48381,76	0,02	0,02	0,04	1,21	362934,23
P96	2850,00	30,00	125,84	125,01	250,85	7525,44	55907,20	0,02	0,02	0,04	1,19	362935,42
P97	2880,00	30,00	126,53	126,13	252,66	7579,82	63487,01	0,02	0,02	0,04	1,20	362936,62
P98	2910,00	30,00	121,16	119,34	240,49	7214,77	70701,78	0,02	0,02	0,04	1,20	362937,82
P99	2940,00	30,00	110,45	107,20	217,65	6529,59	77231,37	0,02	0,02	0,04	1,20	362939,01
P100	2970,00	30,00	90,59	84,42	175,01	5250,22	82481,59	0,02	0,02	0,04	1,20	362940,22
P101	3000,00	30,00	67,99	60,54	128,54	3856,14	86337,73	0,02	0,02	0,04	1,21	362941,42
P102	3030,00	30,00	48,95	43,51	92,46	2773,78	89111,51	0,02	0,02	0,04	1,20	362942,63
P103	3060,00	30,00	30,10	29,36	59,46	1783,85	90895,36	0,02	0,02	0,04	1,20	362943,82
P104	3090,00	30,00	18,09	14,86	32,96	988,76	91884,12	0,02	0,02	0,04	1,15	362944,98
P105	3120,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91884,12	20,92	28,32	49,24	1477,33	364422,30
P106	3150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91884,12	33,94	39,68	73,62	2208,75	366631,05
P107	3180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91884,12	27,57	31,42	58,99	1769,70	368400,75
P108	3210,00	30,00	1,43	0,00	1,43	42,78	91926,89	0,49	5,16	5,65	169,41	368570,16
P109	3240,00	30,00	24,73	15,05	39,78	1193,27	93120,16	0,02	0,02	0,04	1,20	368571,36

P110	3270,00	30,00	35,50	31,86	67,36	2020,84	95141,00	0,02	0,02	0,04	1,20	368572,56
P111	3300,00	30,00	42,75	47,64	90,38	2711,45	97852,46	0,02	0,02	0,04	1,18	368573,74
P112	3330,00	30,00	44,93	60,03	104,96	3148,71	101001,17	0,02	0,02	0,04	1,29	368575,04
P113	3360,00	30,00	63,68	78,02	141,70	4250,91	105252,07	0,02	0,02	0,04	1,31	368576,35
P114	3390,00	30,00	91,87	95,62	187,49	5624,69	110876,77	0,02	0,02	0,04	1,25	368577,60
P115	3420,00	30,00	133,58	133,54	267,13	8013,82	118890,58	0,02	0,02	0,04	1,21	368578,80
P116	3450,00	30,00	188,04	188,31	376,35	11290,61	130181,19	0,02	0,02	0,04	1,18	368579,99
P117	3480,00	30,00	236,33	229,47	465,81	13974,17	144155,37	0,02	0,02	0,04	1,16	368581,15
P118	3510,00	30,00	261,06	241,60	502,66	15079,72	159235,09	0,02	0,02	0,04	1,16	368582,30
P119	3540,00	30,00	239,85	226,05	465,90	13977,03	173212,12	0,02	0,02	0,04	1,21	368583,52
P120	3570,00	30,00	239,28	217,57	456,86	13705,70	186917,82	0,02	0,02	0,04	1,23	368584,75
P121	3600,00	30,00	248,85	219,94	468,79	14063,79	200981,61	0,02	0,02	0,04	1,22	368585,97
P122	3630,00	30,00	258,19	218,63	476,82	14304,68	215286,29	0,02	0,02	0,04	1,23	368587,20
P123	3660,00	30,00	242,52	207,84	450,36	13510,76	228797,04	0,02	0,02	0,04	1,24	368588,44
P124	3690,00	30,00	221,91	191,87	413,78	12413,46	241210,51	0,02	0,02	0,04	1,26	368589,70
P125	3720,00	30,00	200,58	178,49	379,07	11372,14	252582,65	0,02	0,02	0,04	1,23	368590,93
P126	3750,00	30,00	190,61	173,77	364,38	10931,40	263514,05	0,02	0,02	0,04	1,23	368592,15
P127	3780,00	30,00	206,36	193,49	399,84	11995,34	275509,39	0,02	0,02	0,04	1,11	368593,27
P128	3810,00	30,00	230,05	218,95	449,00	13469,87	288979,26	0,02	0,02	0,04	1,16	368594,43
P129	3840,00	30,00	215,29	219,23	434,52	13035,58	302014,85	0,02	0,02	0,04	1,18	368595,61
P130	3870,00	30,00	197,66	218,22	415,89	12476,55	314491,40	0,02	0,02	0,04	1,17	368596,77
P131	3900,00	30,00	183,16	208,64	391,81	11754,22	326245,62	0,02	0,02	0,04	1,17	368597,95
P132	3930,00	30,00	158,79	181,58	340,38	10211,28	336456,91	0,02	0,02	0,04	1,18	368599,13
P133	3960,00	30,00	140,81	160,43	301,24	9037,23	345494,13	0,02	0,02	0,04	1,17	368600,30
P134	3990,00	30,00	120,53	134,28	254,81	7644,34	353138,47	0,02	0,02	0,04	1,15	368601,46
P135	4020,00	30,00	93,33	107,43	200,76	6022,79	359161,27	0,02	0,02	0,04	1,15	368602,61
P136	4050,00	30,00	18,03	75,65	93,68	2810,40	361971,67	0,32	0,02	0,34	10,15	368612,76
P137	4080,00	30,00	10,36	53,94	64,30	1928,92	363900,59	0,03	0,02	0,05	1,49	368614,25
P138	4110,00	30,00	38,43	71,71	110,14	3304,13	367204,72	0,02	0,02	0,04	1,15	368615,40
P139	4140,00	30,00	30,94	64,90	95,84	2875,19	370079,91	0,02	0,02	0,04	1,18	368616,58
P140	4170,00	30,00	14,31	45,48	59,79	1793,80	371873,71	0,01	0,02	0,03	0,91	368617,49
P141	4200,00	30,00	0,06	18,45	18,52	555,45	372429,16	9,49	0,02	9,52	285,47	368902,96
P142	4230,00	30,00	0,00	2,35	2,35	70,46	372499,63	25,26	3,48	28,74	862,09	369765,05
P143	4260,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	372499,63	37,15	14,72	51,86	1555,92	371320,97
P144	4290,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	372499,63	26,97	10,45	37,43	1122,79	372443,76
P145	4320,00	30,00	0,00	2,62	2,62	78,71	372578,34	14,16	1,83	15,99	479,60	372923,36
P146	4350,00	30,00	0,00	8,75	8,75	262,41	372840,74	5,03	0,04	5,07	152,09	373075,45
P147	4380,00	30,00	2,24	15,69	17,93	537,96	373378,70	0,99	0,02	1,01	30,31	373105,75
P148	4410,00	30,00	0,00	9,53	9,53	285,82	373664,53	5,44	0,08	5,52	165,66	373271,42
P149	4440,00	19,74	1,11	9,90	11,01	217,45	373881,98	1,08	0,02	1,11	21,84	373293,26
P150	4449,49	4,74	5,40	12,59	17,99	85,35	373967,33	0,03	0,02	0,05	0,24	373293,50

Tableau 69 : récapitulatif des déblai-remblai par profil

Volume cumulé déblais (m³)	373967,33
Volume cumulé remblais (m³)	373293,50
Excès de déblais (m³)	673,82

Tableau 70 : quantité de déblai-remblai

CONCLUSION :

Dans notre étude, nous avons essayé de respecter toutes les normes existantes qu'on ne peut pas négliger et qu'on a pris en considération, le confort, la sécurité des usagers puis l'économie.

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation.

Cette étude d'APD nous a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier.

Elle était l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine, et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration d'un projet de travaux publics.

Encore une fois, ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels :

AUTOCAD et COVADIS, vu leur traitement rapide et la précision de leurs résultats.

En conclusion notre projet de fin d'étude nous a immergé dans le milieu professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.