



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



N° d'ordre : M/GCA/2022

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE
MASTERACADEMIQUE**

Filière : Travaux Publics

Spécialité : VOA

Thème

**« Etude de dédoublement de la RN1 du carrefour reliant
RN1 au CW 49 PK 0.000 au PK 5+800 a wilaya de ghardaya
vers la wilaya de ménia »**

Présenté par :

-Mr BELADJAL Mohamed

- Mm HAMDANE AHLEM

Soutenu le 07/ 07/ 2022 devant le jury composé de :

Président: Mr ROUAM SERRIK MOHAMED

Université Mostaganem

Examineur: Mr TALIA AHMED

Université Mostaganem

Invité d'honneur: Mr CHERIF MOURAD

Université Mostaganem

Encadrant : Mr BOUHALOFA AHMED

Université Mostaganem

Co-Encadrant : Mr BOUARFA ZOUHIR

Université Mostaganem

Année Universitaire : 2021 / 2022

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à mes parents qui m'ont beaucoup aidé
à trouver en moi le courage et la volonté de poursuivre
mes études.

A mon frère et mes sœur : « Imane , Hasnia ,Sohbi
,khadidja »

Son oublier mon binôme « Mohamed »

A mes cousines « Khadidja , Mama , Meriem ,
Hibat EL-Rahman »

H. AHLEM

DEDICACES

Je dédie ce mémoire a mes chers parents ma mère et mon
père pour leur patience, leur amour,
Leur soutien et leurs encouragements.

A mes chérés sœur et mes frères

A ma future femme

A tout ma grande famille et toute qu'a une relation avec
elle soit proche ou lointain.

A mes amies surtout mon amis « ABDENOUR » et les
collègues de la classe.

Sons oublier tous les enseignants qui ont contribué à mon
soutien scolaire.

B.MOHAMED

REMERCEMENTS

Tout d'abord, Nous tenons à remercier Allah, le clément
Et le miséricordieux de nous avoir donné la force, le courage
Et la patience pour mener à bien ce modeste travail.

Nos remerciements vont particulièrement à nos parents pour
leur soutien et leurs encouragements. Nous tenons à remercier notre
encadreur

Mr Bouhalofa pour son incroyable dévotion à parfaire notre travail
et à nous aider par ses orientations et ses précieux conseils pour
l'élaboration de cette étude.

Nos remerciements également à l'ensemble du corps enseignants de
l'université ABDELHAMID IBN BADIS en générale et plus
particulièrement à ceux du département Génie Civil pour avoir
contribuer à notre formation.

Nous adressons nos remerciements à notre pays hôte l'Algérie
ainsi qu'à tous les collègues de notre promotion qui nous ont
accompagnés depuis

2022

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui nous
ont conseillées, qui se sont simplement intéressées à ce
travail, et aussi celles
Qui, nous l'espérons me pardonneront de les avoir oubliées.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre I : PRESENTATION DE PROJET

1-généralité sur la wilaya.....	04
2 –localisation de projet	05
3 –objectif de projet	06
4- Trafic.....	07

Chapitre II : CARACTERISTIQUE GEOMETRIQUE DES ROUTES

1-Introduction	09
2-Classification de la route	09
2-1- Classification selon la liaison	09
2-2- Classification des routes urbaines	10
2-3- Caractéristique géométrique d'une route	10
3- l'exigence de sécurité	11
4-terminologie routière	12
Trace en plan	13
Règles à respecter pour le tracé en plan	13
Les variante	14
Les déférentes étapes	14
Environnement de la route.....	15
Dénivelée cumulée moyenne.....	15
Vitesse de référence	16
5- courbe en plan	16
6- le choix des rayons.....	17
7- calcule de l'axe	17
Détermination des coordonnées des sommets	17
Calcule de gisements de distance et des angle au centre	18
Détermination des éléments des raccordements	19

8- Calcule des cubature approché	20
--	----

Chapitre III :TRACE EN PLAN

1- Application de projet	23
Etude de route existante	23
Conclusion	37
Etude de variante 01	39
Tableau de calcule de cubature approchées « variante 01 ».....	50
Le choix de variante	55

Chapitre IV :ETUDE DE TRAFIC

1- Introduction	57
2- définition de la capacité	57
3- différent type de trafic	58
4- projection future du trafic	58
Calcule du trafic effectif	59
Débit de point horaire normal.....	59
Les données de trafic	61

Chapitre V : LE RACORDEMENT PROGRESSIF

1-introduction	65
2- définition de la Clothoïde	65
3- propriétés de la Clothoïde	66
4- longueur de raccordements	67
5- vérification de nom chevauchement	68
6- Notion de devers	69
7-les devers aux rayons en plan	71
8- application au projet	72

Chapitre VI : PROFIL EN LANGUE

1- Définition	76
2- Règles à respecter dans le tracé du profil en langue	76
3- Coordination entre le tracé en plan et le profil en long	77

4- Les éléments de composition du profil en long	77
5- Déclivité	77
6- Les raccordements en profil en long	89

Chapitre VII : PARAMETRE CINEMATIQUE

1-définition	86
2- distance de farinage	86
3-Temps de réaction.....	87
4-Distance d'arrêt	87
5-Distance de perception	88
6-Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	99
7-Distance de sécurité être deux véhicules	9
Application au projet	91

Chapitre VIII : PROFL EN TRAVER

1-définition	99
2- Définition type de profile en travers	99
3-les éléments constituant un profil en travers type	100
4- application de projet	101

Chapitre IX : DEMSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1- Introduction	104
2- La chaussée.....	104
3- différent types de chaussée	105
4-les défirent facture a prendre en compote pour les dimensionnement	107
5- application de projet.....	112

Ch00apitre X : CUBATURE

1- définition	116
Résultant de calcule de cubature APD	117

Chapitre XI : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

Signalisation	122
1-Introduction	122
2- l'objectif de la signalisation routière.....	122
3- catégories de signalisation	122
4- règles a respecter pour la signalisation	122
5- les types de signalisation	123
Eclairage	125
1-Catégories d'éclairage	125
2- paramètre de l'implantation des luminaires	126
Application de projet	126

Chapitre XII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Devis quantitatif	128
Devis estimatif	128
Application de projet	129
CONCLUSION GENERAL	131
Bibliographie	

Liste de figure

Figure 01 : schéma du wilaya Ghardaïa.....	05
Figure 2 : présentation du notre projet.....	05
Figure 03 : Tracé de notre projet	06
Figure 04 : Tracé en plan.....	13
Figure 05 :La dénivelée cumulée moyenne H/L.....	15
Figure 06 : détermination de l'angle au centre.....	18
Figure 07 : tracé en plan de route existant.....	23
Figure 08 : tracé en plan de variante 01.....	39
Figure 09 : Éléments d'un clothoïde.....	65
Figure 10 : la propriété de la clothoïde.....	66
Figure 11 :condition de gauchissement.....	68
Figure 12 : profil en long de variante choisie.....	76
Figure 13 : raccordement en Profil en long.....	79
Figure 14 : Temps de perception-réaction.....	88
Figure 15 : Distance de perception.....	89
Figure 16 : profil en travers de variante choisie.....	99
Figure 17 : Le profil en travers.....	102
Figure 18: Dimensions du fossé.....	102
Figure 19 : Structure type d'une chaussée souple.....	107
Figure 20 : La structure de chaussée.....	114
Figure 21 : Signalisation Verticale.....	124
Figure 22 : les lignes « continue et discontinue ».....	124
Figure 23 : Flèches « rabattement et sélection ».....	125
Figure 24 : Paramètre de l'implantation.....	126

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Les coordonnées des sommets de l'axe de "route existant "	23
Tableau 02:les valeur gisements, distances et des angles de la route existante.....	24
Tableau 03: dénivelé cumulée " route existante "	26
Tableau 04 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée	31
Tableau 05: Sinuosité "route existante "	31
Tableau 06 : Environnement de la route en fonction du dénivelé moyennée la sinuosité	32
Tableau 07: vitrasse référence	32
Tableau 08: Devers	33
Tableau 09 : Valeur du coefficient ft	33
Tableau 10 : Valeur du coefficient f''	33
Tableau 11: tableau récapitulatif des paramètre cinématique	33
Tableau 12:rayon en plan	34
Tableau 13 : le rayon de route existant	35
Tableau 14 : la longueur total du tronçon alignement droits et de courbe	35
Tableau 15 : pourcentage d'alignement doit de courbe	37
Tableau 16 : Les coordonnées des sommets de l'axe de "variante 01	39
Tableau 17 : les valeur gisements, distances et des angles de la route existante.....	40
Tableau 18 : dénivelé cumulée	41

Tableau 19 : récapitulatif	47
Tableau 20 : rayon en plan « variant 01 ».....	47
Tableau 21 : rayons choisis variante variante 01	48
Tableau 22 : la longueur total du tronçon alignement droits et de courbe « variante 01 »	48
Tableau 23 : pourcentage d'alignement droit et de courbe	49
Tableau 24 : cubature approchées « variante 01 ».....	50
Tableau 25 : comparaison entre les deux variante.....	55
Tableau 26 : coefficient d'équivalence	59
Tableau 27 : valeur de K1 en fonction de l'environnement	60
Tableau 28 : valeur de capacité théorique	60
Tableau 29 : Données trafics	61
Tableau 30 : résultat de calcul trafic	63
Tableau 31 : devers en fonction de l'environnement	70
Tableau 32 : dévers des rayons en plan	72
Tableau 33 : Longueur de la clothoïde.....	73
Tableau 34 : les éléments de la clothoïde de la variante choisie	74
Tableau 35 : valeur de déclivité maximale	78
Tableau 36 : rayons convexes	81
Tableau 37 : rayons concaves	82
Tableau 38 : les valeurs des tangentes et des flèches.....	83

Tableau 39 : coefficient de frottement longitudinal fl en fonction de la vitesse (B40).....	88
Tableau 40 :les déférent distance selon les norme B40.....	90
Tableau 41 :déclivités du profil en longe	91
Tableau 42: distance de farinage	94
Tableau 43 :distance d'arrêt	95
Tableau 44 : distance d'arrêt en courbe	95
Tableau 45 : distance de perception en alignement droite.....	96
Tableau 46 : distance de perception en courbe droite.....	97
Tableau 47 : la portance de sole en fonction de l'indice de CBR	109
Tableau 48 : les classes de portance des sols	109
Tableau 49 : coefficient équivalence	111
Tableau 50 : épaisseurs du corps de chaussée	114
Tableau 51 : cubature	117
Tableau 52 : devis quantitatif et estimatif.....	129

نبذة مختصرة

لتطبيق معرفتنا النظرية المكتسبة خلال فترة تدريبنا، اخترنا موضوع في مجال الطرقات وهذا يدخل في

إطار إعداد درجة الماجستير في تخصص VOA

هذا موضوع يتطلب منا إعادة تأهيل مقطع طول 5.805 كيلومتر مأخوذ من طريق وطني RN1 الذي

يربط الطريق الولائي CW49

الهدف من هذه الدراسة هي:

- تحسين مستوى الخدمة لهذا الطريق.
- ضمان راحة وسلامة المستخدمين.
- زيادة الطاقة الاستيعابية للطريق.
- تصحيح المنعرجات.
- تدعيم الطريق.
- اتساع الطريق.

لتحقيق هذه الأهداف سنقوم أولاً بدراسة الطريق الموجودة من خلال تسليط الضوء على الخصائص

الهندسية لهذا الجزء من الطريق الذي لا تلبى معايير B40 ويمكن أن تؤدي إلى نقص الأمان والراحة للمستخدم

الذي يسلك هذا المسار . وثانياً، سنعطي لهذا الطريق خصائص مسار ولائي مع مراعاة وأخذ بالاعتبار جميع

القيود القائمة. و كذلك العمليات اللازمة لتحديد الأبعاد المناسبة للطريق وتحديد نوع التعزيز الذي يستجيب لحركة

المرور الحالية من أجل ضمان السلامة والراحة.

ABSTRACT

To apply our theoretical knowledge acquired during the course of our study, we chose a road theme and this falling within the framework of the preparation of the master degree.

This is an issue that requires us to rehabilitate a section of 5.805 km length taken from the national road RN1, which connects the state road CW49

The objective of this study is:

- Improvement of the service level of this route.
- Ensure the comfort and safety of users.
- Increase in road capacity.
- Correction of turns.
- Reinforcement of the roadway
- Widening of the road avoiding large embankments

To achieve these objectives, we will first study the existing road by highlighting the geometric characteristics of this section that does not meet B40 standards, which can result in the lack of safety and comfort for the user taking this path. And secondly we will give this road the characteristics of a wilaya path taking into account all the existing constraints. As well as the operations necessary for the adequate dimensioning of the roadway, shoulders and to establish the type of reinforcement responding to the current traffic in order to ensure safety and comfort.

RESUME

Pour mettre en application nos connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation on a choisi un thème de route et ceci rentrant dans le cadre de la préparation du diplôme de master voie et ouvrage d'art VOA.

C'est un enjeu qui nous oblige à réhabiliter un tronçon de 5,805 km de longueur prélevé sur la route nationale RN1, qui relie la route nationale CW49

L'objectif de cette étude est :

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

Pour atteindre ces objectifs on étudiera en premier lieu la route existante en faisant ressortir les caractéristique géométriques de ce tronçon ne respectant pas les normes du B40 ce qui peut se traduire par l'absence de sécurité et confort pour l'utilisateur empruntant ce chemin. Et en second lieu on donnera à cette route les caractéristiques d'un chemin de wilaya en prenant en considération toutes les contraintes existantes. Ainsi que les opérations nécessaires au dimensionnement adéquat de la chaussée, des accotements et d'établir le type de renforcement répondant au trafic actuel afin d'assurer sécurité et confort.

Introduction

Les infrastructures de transport et en particulier les routes, représentent une efficacité économique et sociale, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale.

L'histoire de la route est indubitablement attachée au développement de l'humanité et des civilisations, il est important de noter que l'histoire nous apporte ensuite la confirmation que de nombreuses civilisations aux visées expansionnistes ont appuyé leur développement sur une maîtrise de la communication en général et des infrastructures routières en particulier.

Pour le développement du pays et l'aménagement de territoire, les infrastructures de transport routières jouent un rôle très important et un moteur efficace non seulement pour les différentes communications et les différents échanges entre les populations mais aussi elle favorise l'implantation des activités économiques et industrielles tout en visant essentiellement à améliorer l'équilibre fonctionnel des espaces régionaux par rapport aux revendications des acteurs territoriaux.

En Algérie, le ministère des travaux publics (MTP) a inscrit plusieurs projets dans le domaine des infrastructures routières comme par exemple l'autoroute est-ouest, nord-sud, des projets portant sur l'aménagement des carrefours, les projets de dédoublements des routes existantes et autres...

Pour arriver à remplir les rôles et atteindre l'efficacité signés dans le premier paragraphe, ces infrastructures doivent connaître une étude efficace obéissante aux différents critères et concepts tels que le plus connu « le développement durable » doit en satisfaisant au trois côtés : économique, social et environnemental.

C'est pour cela on a choisi notre projet qui s'intitule « Etude de dédoublement de la RN1 du carrefour reliant RN1 au CW 49 PK 0 au PK 5+800 vers la wilaya de ménia »

Dans notre présent travail, on présentera notre projet dans le chapitre 1, on donnera en chapitre 2 une partie théorique, les caractéristiques géométriques d'une route pour en tramé eu suite en chapitre 3 l'étude de la route existante dans le souci de savoir si elle présente des problèmes de sécurité vis-à-vis de l'utilisateur et faire ressortir tous les paramètres hors normes.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE PROJET

1-Généralité sur la wilaya de Ghardaïa :

La wilaya de Ghardaïa est située au centre de la partie Nord du Sahara algérien et s'étend sur une superficie global **2439500** hectares soit **24395** km^2 .

La population de la wilaya est estimée (recensement 2008) à plus de **363598** habitants.

Administrativement, la wilaya compte **09** communes dont **07** des chefs-lieux de daïra.

Elle est limitée par :

- À l'est : par la wilaya d'Ouargla.
- À l'ouest : par la wilaya d'El Bayadh.
- Au nord : par la wilaya de Laghouat .
- Au nord-est : par la wilaya de Djelfa .
- Au sud : par la wilaya de Tamanrasset .
- Au sud-ouest : par la wilaya d'Adrar .

Données socio-économiques de la région :

L'opération de dédoublement en question constitue l'ultime étape pour la concrétisation de la route express nord/sud d'un tronçon de 260 km de la RN1 de reliant Ghardaïa à EL menea.

Climat :

Le climat de la wilaya est de type désertique chaud, il se caractérise par un été torride, long et un hiver doux, court aux journées chaudes et aux nuits froides.

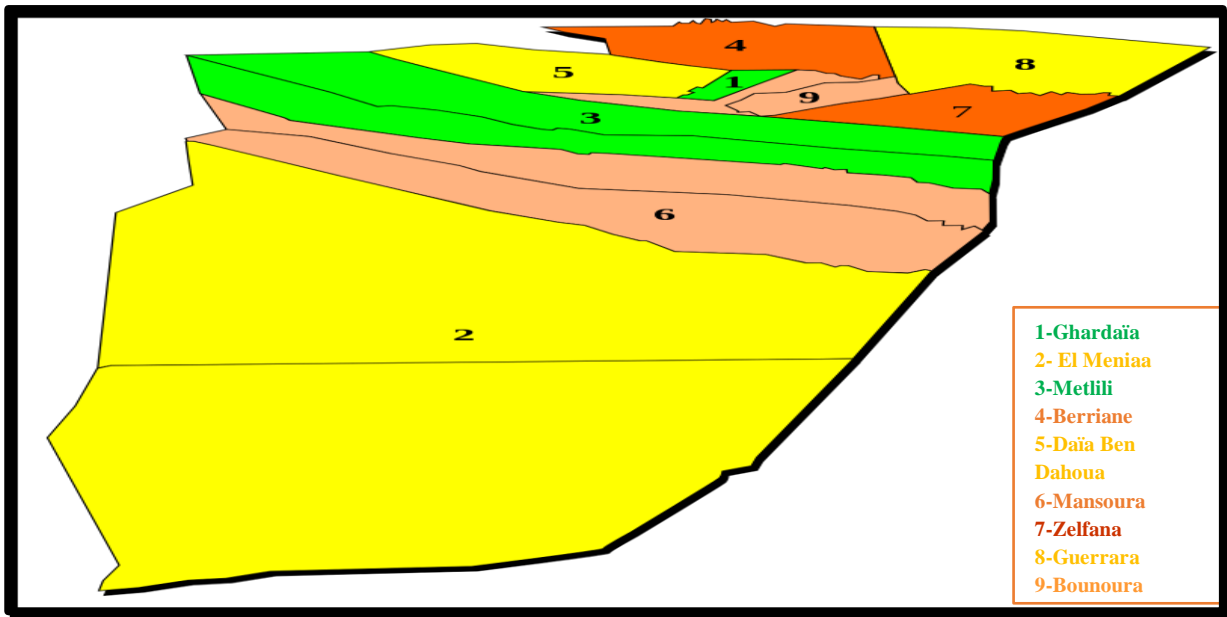


Figure 01 : schéma du wilaya Ghardaïa

2-Localisation de projet :

Notre projet fait partie du réseau des routes nationales, c'est un tronçon de la RN1 de reliant Ghardaïa à EL menea.

Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme national de développement des voies à 2 x 2.



Figure 2 : présentation du notre projet

❖ **Logiciels utilisés**

➤ **COVADIS :**

Est un logiciel complet, simple et interactif de topographie et de conception VRD, il garanti une approche globale ainsi qu'une maîtrise totale de tous projets d'aménagements.

➤ **AUTOCAD :**

Auto CAD est un logiciel de dessin et de conception assistés par ordinateur. Le logiciel est édité par la société Auto Desk.

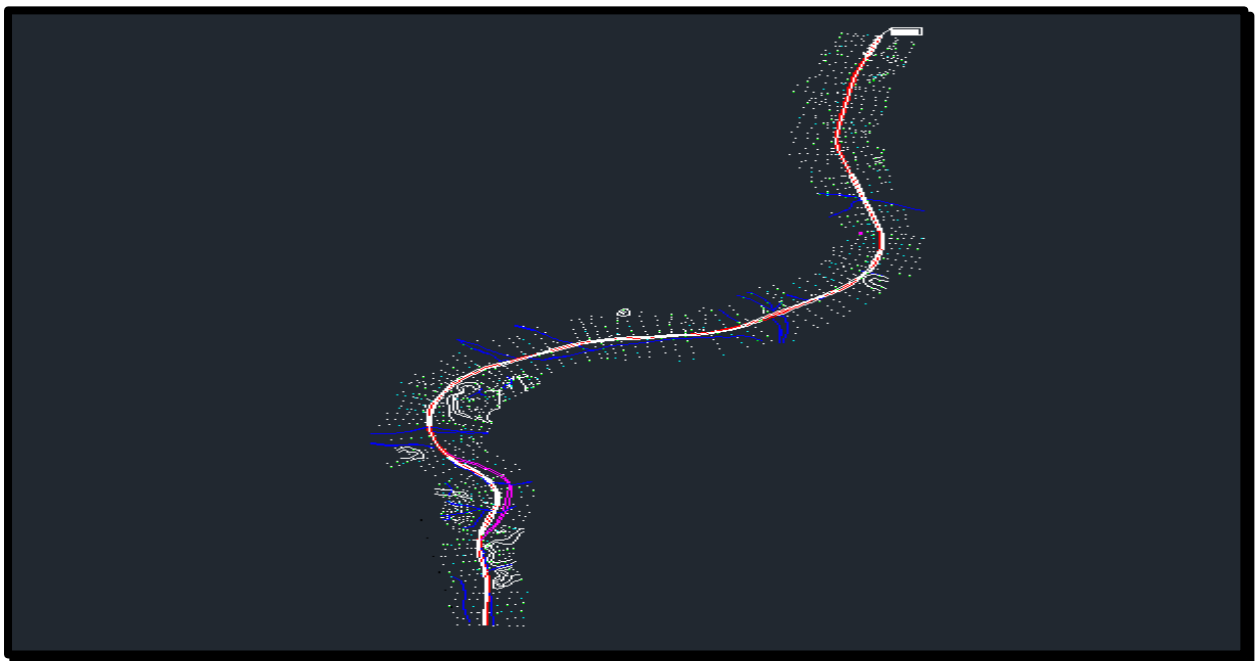


Figure 03 : Tracé de notre projet

3-Objectif de projet :

Le dédoublement de la RN1 permettra en général de fluidifier le trafic, de réduire la dure du trajet et le nombre d'accidents.

A terme, le projet contribuera de manière cruciale à l'Esso économique et touristique des régions du sud.

4-Trafic

- Trafic Moyen Journalier Annuel TJMA (2021) = 11000 v /j
- Le pourcentage (%) des poids lourds $Z = 20\%$
- Taux de croissance annuel du trafic $\tau = 4\%$
- Durée d'étude et d'exécution : $n = 3$ ans
- Durée de vie : 20 ans
- CBR : 8

CHAPITRE II

CARACTÉRISTIQUE GÉOMÉTRIQUE DES ROUTES

1- Introduction :

Les caractéristique géométrique des routes déterminées pour atteindre le niveau de service visé .ces caractéristique géométrique d'aménagement sont déterminées en fonction de paramètres dépendent des véhicules , des conducteurs et de la chaussée. Ils sont estimés (fixés) à partir d'études expérimentales et expriment le comportement dynamique du véhicule sur la chaussée et celui du conducteur .

2- Classification des routes :

2-1- Classification selon la liaison :

La catégorie d'une route est définie suivant la nature de ville, suivant les activités socioéconomiques et administrative situées sur les localités desservies par la route. Les routes Algériennes sont classées en cinq (5) catégories fonctionnelles et sont comme suit :

- ✓ **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourdes considérés deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.
- ✓ **Catégorie 2** : Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.
- ✓ **Catégorie 3** : Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2
- ✓ **Catégorie 4**: Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- ✓

- ✓ **Catégorie 5** : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

2-2- Classification des routes urbaines :

Les routes urbaines sont classées selon leurs importances en :

- Routes dessertes : profil minimum 2 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 1,50m et vitesse maximum autorisée 30km/h.
- Routes collectrices : profil minimum 3 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 3,00m et vitesse maximum autorisée 40km/h.
- Artères urbaines : profil minimum 2×2 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 4,50m et vitesse maximum autorisée 50km/h.
- Routes urbaines rapides : profil minimum 2×3 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 4,50m et vitesse maximum autorisée 60km/h.
- Routes urbaines express : profil minimum 2×3 voies séparées par terre-plein central, largeur de trottoir minimum 6,00m et vitesse maximum autorisée 80km/h
- Autoroutes urbaines : profil 2×3 voies séparées par terre-plein central de 3,00m largeur de trottoir minimum 6,00m et vitesse maximum autorisée 110km/h .

2-3- Caractéristique géométrique d'une route :

Définir les caractéristiques d'une route, c'est concevoir 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 verticale passant par l'axe de celui-ci.

- ✓ Le profil en travers, coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe.

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

3- L'exigence de sécurité :

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

- ✓ L'homme, qui à partir de la 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 oeuvre les décisions prises par le chauffeur .jusqu'il y a une dizaine d'années, l'automobile ne disposait pas d'intelligence permettant d'assister la chauffeur , cette situation a évolué aujourd'hui.
- ✓ L'environnement qui fournit une très grande quantité d'informations au chauffeur , et qui interagit avec l'automobile.

L'accident est alors conçu comme un dysfonctionnement rare de la relation entre ces trois types de composants. L'interaction entre l'homme et le véhicule concède essentiellement le domaine de l'ergonomie. Les interaction entre l'homme et l'environnement et entre le véhicule et l'environnement concernent , pour ce qui nous intéresse , la conception de route. L'étude des contraintes dynamique qui s'appliquent sur un véhicule , et du mode de fonctionnement du couple véhicule infrastructure permet de fixer les limites des principales caractéristique 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.

4-Terminologie routière :

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

Une route est une voie terrestre aménagée pour permettre la circulation de véhicules à roues. Elle est définie géométriquement 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 évidence les rayons des virages en plan « RH » et les longueurs d'alignements droits « AD ».

La donnée fondamentale d'usage de la route est la vitesse de référence « V_r ».

Cette vitesse est celle qui peut être pratiquée 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.

Le tracé en plan

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

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

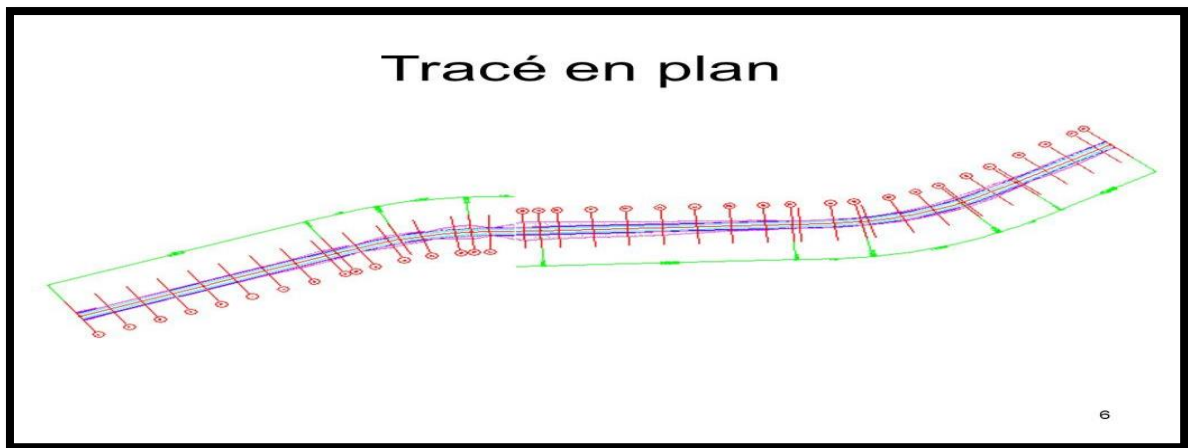


figure 04 : Tracé en plan

Règles à respecter pour le tracé en plan :

Pour faire un bon tracé en plan selon les normes, on doit respecter certaines recommandations :

- Éviter de passer sur les terrains agricoles.
- Éviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'arts, et cela pour des raisons économiques et de conception aussi.
- Adapter le maximum le terrain naturel afin d'éviter des terrassements importants.

- Le raccordement de nouveau tracé au réseau existant.
- Éviter des sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Respecter les rayons minimales et maximales.
- Utiliser des grands rayons si l'état de terrain le permet.
- Respecter la pente maximum et s'inscrire au maximum dans une courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale et maximale des alignements droits.

Les variantes :

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

Les différentes étapes :

L'étude de chaque variante sera axée sur les étapes suivantes :

- ✓ Détermination des coordonnées définissant l'axe de notre variante ainsi que les angles au centre des parties circulaires.
- ✓ L'environnement de la route.
 - Dénivelée cumulée.
 - Sinuosité.
- ✓ Vitesse de référence V_r .
- ✓ Les rayons en plan RHm, RHN, Rhd et RHnd.
- ✓ Choix des rayons.
- ✓ Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- ✓ Déclivités « profil en long ».

- ✓ Cubatures approchées.

Environnement de la route :

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

- ✓ Dénivelée cumulée moyenne
- ✓ La sinuosité

Dénivelée cumulée moyenne:

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

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

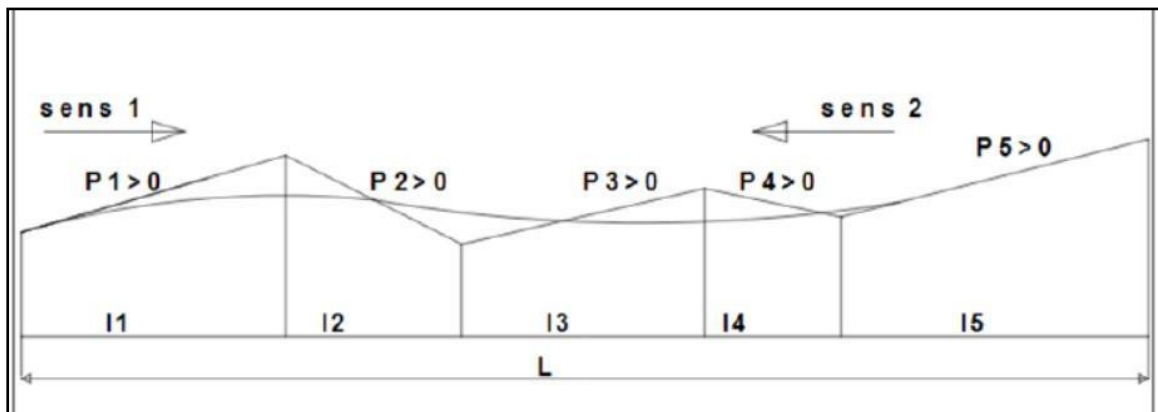


figure 05 :La dénivelée cumulée moyenne H/L.

Sinuosité :

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

La longueur sinueuse L_s est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.

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

Vitesse de référence :

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

1. La catégorie
2. L'environnement

5-Courbes en plan

• Le rayon minimal absolu RHm :

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

$$RHm = \frac{Vr^2 \left(\frac{km}{h} \right)}{127(d + ft)}$$

• Le rayon minimal normal RHN :

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

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

Le rayon au devers minimal RHd :

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

$$\text{RHd} = \frac{V_r^2}{127(2 \times \text{dmin})}$$

Le rayon non déversé RHnd :

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

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

6-Le choix des rayons :

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

7-Calcul de l'axe :

❖ Détermination des coordonnées des sommets :

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

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

Calcul de gisements de distance et des angles au centre :

Gisement:

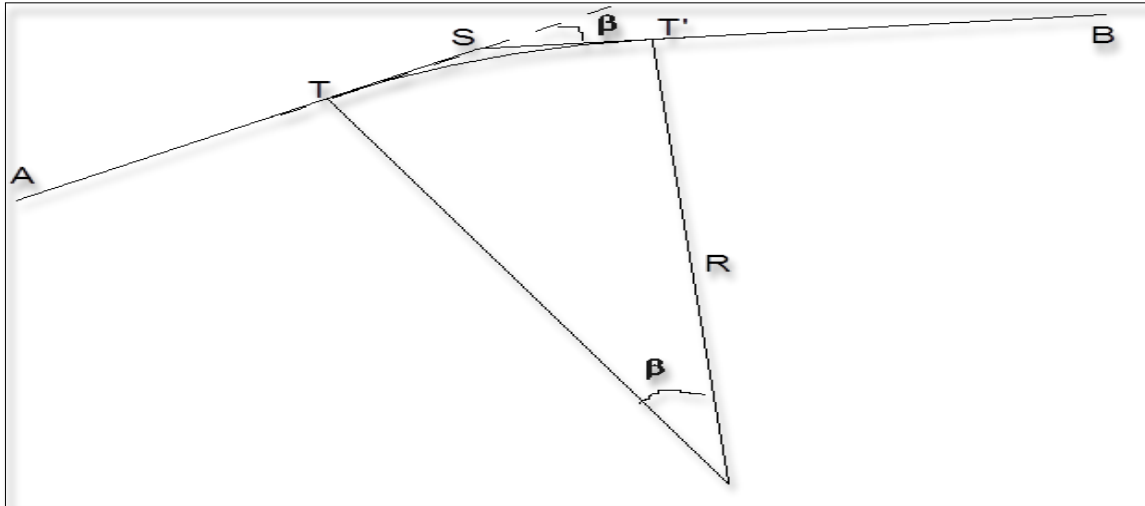


Figure 06 : détermination de l'angle au centre

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

Exemple : calcul de gisement de la direction S1S2

$$G_{s_1s_2} = \arctg \frac{\Delta x}{\Delta y} = \arctg \frac{x_{s_2} - x_{s_1}}{y_{s_2} - y_{s_1}}$$

Cas exceptionnels pour le calcul de gisement:

$$\text{GIS} = \text{gis si } (\Delta X > 0 \text{ et } Y > 0) \text{ (avec gis} > 0)$$

$$\text{GIS} = 200 - \text{gis si } (\Delta X > 0 \text{ et } Y < 0) \text{ (avec gis} < 0)$$

$$\text{GIS} = 200 + \text{gis si } (\Delta X < 0 \text{ et } Y < 0) \text{ (avec gis} > 0)$$

$$\text{GIS} = 400 - \text{gis si } (\Delta X < 0 \text{ et } Y > 0) \text{ (avec gis} < 0)$$

Distance:

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$s_1s_2 = \sqrt{(x_{s_2} - x_{s_1})^2 + (y_{s_2} - y_{s_1})^2}$$

L'angle au centre :

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

$$\beta = GSB - GAS$$

Détermination des éléments des raccords :

Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire :

La tangente :

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

Bissectrice :

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

La développée :

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

La flèche :

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

Le pourcentage % d'alignement droit et de courbe :

Pendant longtemps le tracé rectiligne a été considéré comme meilleur tracé mais en vrai il représente plusieurs inconvénients dans les grands alignements, éblouissement, torpeur du conducteur, vitesse excessive et 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 grands rayons. Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droits d'une section de route. On exige de limiter ce dernier de 40 à 60%.

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, raccordés par des courbes (cercle, parabole)

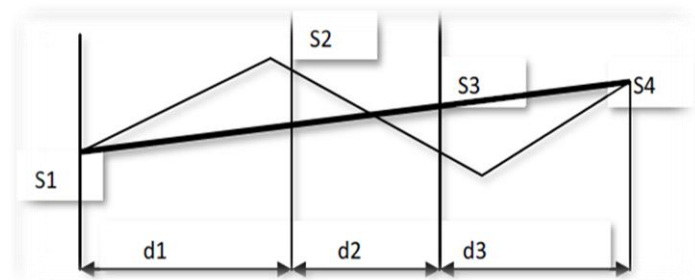
- On appelle rampe : La progression croissante de l'inclinaison dans le sens du

Kilométrage.

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

8-Calcul des Cubatures approchés :

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



a-Méthode de calcul approximatif :

Par conséquent

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

Application entre profils .

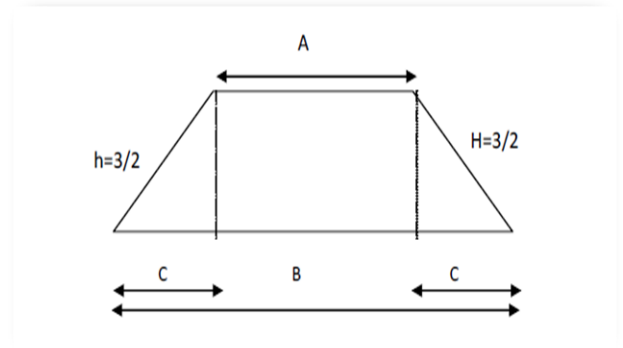
b-méthode de calcul des surfaces :

En remblai :

A : largeur de la chaussée les
2Accotements.

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

$$c = 3h / 2$$



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

$$B = A + 2c = A + 3h$$

$$\text{D'où: } S = (A + B) h / 2$$

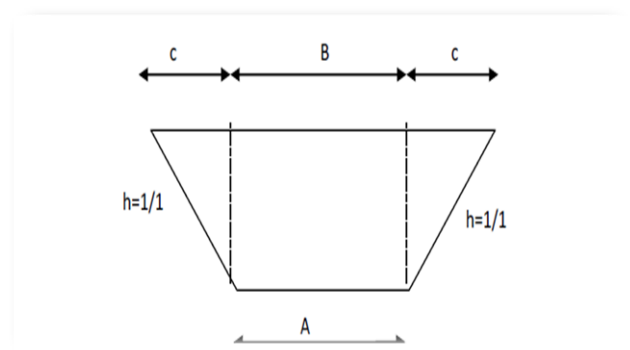
En Déblai :

$$SR = Ah + 3 h^2 / 2$$

h : différence entre C.T.N et C.P.

A : largeur de la chaussée + 2accotements

$$SD = Ah + h^2$$



CHAPITRE III

TRACE EN PLAN

1-Application au projet

Etude de route existante :

La variante est composée des alignements droits $AS_1, S_1 S_2, S_2 S_3, S_3 B$ raccordés par des arcs de cercle de rayon R_1, R_2, R_3

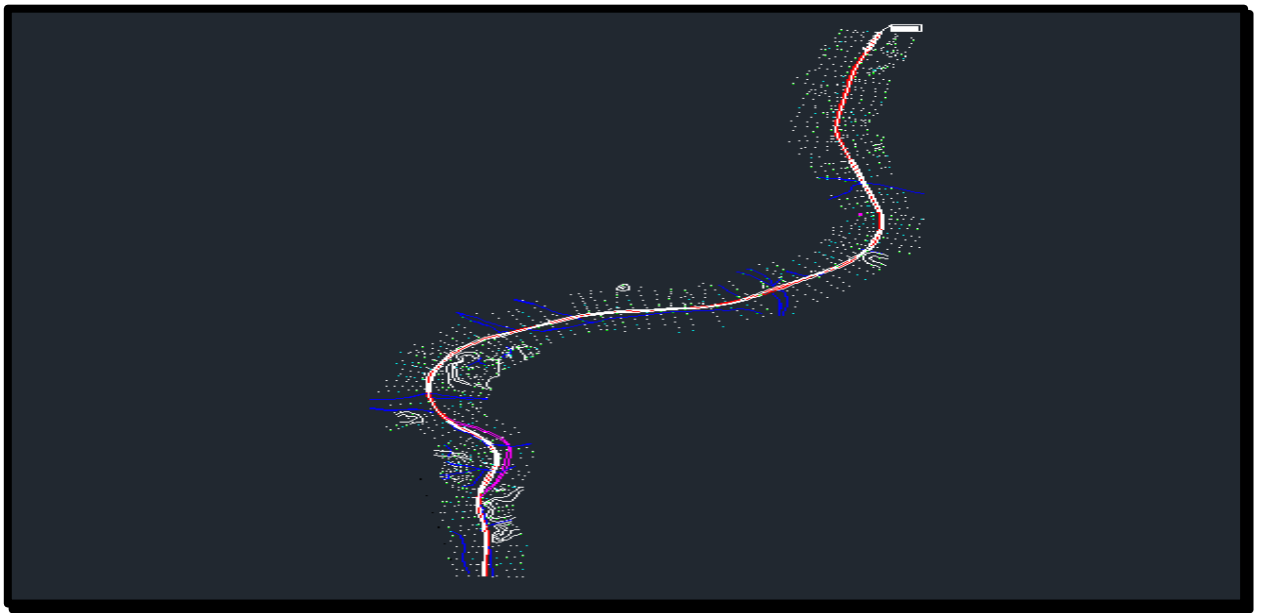


Figure 07 : tracé en plan de route existante

❖ Points de sommets de la route existante :

Pts	X	Y
A	573191,321	3 554 314,16
S1	573195,3364	3554678,257
S2	573164,0626	3554941,087
S3	573189,0104	3555105,559
S4	573212,588	3555178,323
S5	573223,1627	3555383,264
S6	573178,0326	3555488,86
S7	573056,8894	3555618,697
S8	572976,415	3555806,97
S9	572969,6258	3555963,633

S10	573093,9906	3556120,838
S11	573118,1125	3556265,689
S12	573243,3773	3556352,452
S13	573685,7316	3556546,497
S14	574007,2571	3556583,344
S15	574130,665	3556612,425
S16	574240,4884	3556667,173
S17	574605,2468	3556941,551
S18	574698,635	3557057,056
S19	574764,3466	3557235,518
S20	574768,7965	3557368,547
S21	574595,4849	3558055,628
S22	574595,2841	3558176,216
S23	574657,1747	3558578,167
B	574765,3265	3558919,323

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

❖ **Valeurs des gisements et des distances :**

Pts	ΔX	ΔY	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)	Distances
A	4,0154	364,09	0,6366		364,12
S1	-31,2738	262,83	392,3969	8,24	264,68
S2	24,9478	164,47	9,4786	17,08	166,35
S3	23,5776	72,76	19,7163	10,24	76,49
S4	10,5747	204,94	3,1805	16,54	205,21
S5	-45,1301	105,60	374,147	29,03	114,84

S6	-121,1432	129,84	352,308	21,84	177,58
S7	-80,4744	188,27	374,147	21,84	204,75
S8	-6,7892	156,66	375,7762	1,63	156,81
S9	124,3648	157,20	42,5653	66,79	200,45
S10	24,1219	144,85	10,72	31,85	146,85
S11	125,2648	86,76	61,358	50,64	152,38
S12	442,3543	194,04	73,6866	12,33	483,04
S13	321,5255	36,85	92,7393	19,05	323,63
S14	123,4079	29,08	85,2548	7,48	126,79
S15	109,8234	54,75	70,6101	14,64	122,71
S16	364,7584	274,38	58,9569	11,65	456,43
S17	93,3882	115,50	43,3416	15,62	148,54
S18	65,7116	178,46	22,5605	20,78	190,18
S19	4,4499	133,03	1,9093	20,65	133,10
S20	-173,3116	687,08	384,4042	17,51	708,60
S21	-0,2008	120,59	400	15,60	120,59
S22	61,8906	401,95	9,4786	9,48	406,69
S23	108,1518	341,16	19,72	10,24	357,89
B					$\Sigma=5808,69$

Tableau 2 : Gisement , distance, de la route existante

❖ **Environnement de la route :**

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

- La dénivelée cumulée moyenne D_C
- La sinuosité σ

❖ **Dénivelée cumulée moyen :**

N°	Distances (m)		Altitudes (m)	Dni (m)
	Cumulées	Partielles		
A	0,00	50,00	447,92	
1	50,00	50,00	448,74	0,82
2	100,00	50,00	449,61	0,87
3	150,00	50,00	450,81	1,2
4	200,00	50,00	451,68	0,87
5	250,00	50,00	453,20	1,52
6	300,00	50,00	455,30	2,1
7	350,00	50,00	456,54	1,24
8	400,00	50,00	458,72	2,18
9	450,00	50,00	460,44	1,72
10	500,00	50,00	462,02	1,58
11	550,00	50,00	461,32	-0,7
12	600,00	50,00	464,26	2,94
13	650,00	50,00	464,68	0,42
14	700,00	50,00	464,42	-0,26
15	750,00	50,00	464,13	-0,29
16	800,00	50,00	463,46	-0,67
17	850,00	50,00	461,84	-1,62

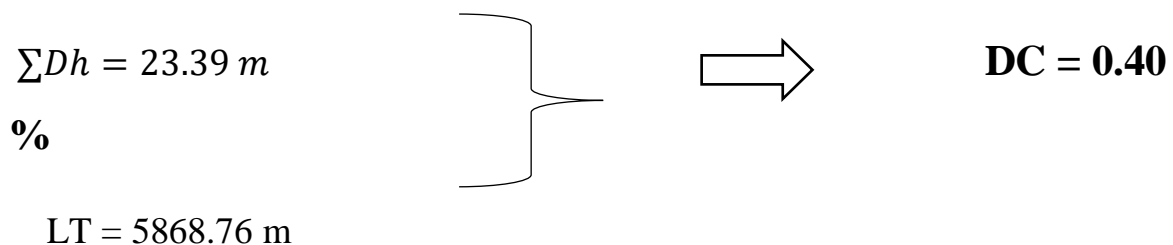
18	900,00	50,00	459,56	-2,28
19	950,00	50,00	458,15	-1,41
20	1000,00	50,00	456,49	-1,66
21	1050,00	50,00	455,92	-0,57
22	1100,00	50,00	455,12	-0,8
23	1150,00	50,00	453,90	-1,22
24	1200,00	50,00	454,69	0,79
25	1250,00	50,00	454,72	0,03
26	1300,00	50,00	454,78	0,06
27	1350,00	50,00	454,52	-0,26
28	1400,00	50,00	454,43	-0,09
29	1450,00	50,00	454,92	0,49
30	1500,00	50,00	455,11	0,19
31	1550,00	50,00	455,27	0,16
32	1600,00	50,00	455,53	0,26
33	1650,00	50,00	455,28	-0,25
34	1700,00	50,00	455,71	0,43
35	1750,00	50,00	458,30	2,59
36	1800,00	50,00	460,74	2,44
37	1850,00	50,00	463,27	2,53
38	1900,00	50,00	464,82	1,55
39	1950,00	50,00	466,46	1,64
40	2000,00	50,00	467,09	0,63
41	2050,00	50,00	467,29	0,2
42	2100,00	50,00	467,22	-0,07
43	2150,00	50,00	466,50	-0,72
44	2200,00	50,00	465,28	-1,22
45	2250,00	50,00	463,75	-1,53

46	2300,00	50,00	462,94	-0,81
47	2350,00	50,00	461,40	-1,54
48	2400,00	50,00	460,86	-0,54
49	2450,00	50,00	460,98	0,12
50	2500,00	50,00	460,47	-0,51
51	2550,00	50,00	459,82	-0,65
52	2600,00	50,00	458,35	-1,47
53	2650,00	50,00	458,52	0,17
54	2700,00	50,00	457,46	-1,06
55	2750,00	50,00	456,34	-1,12
56	2800,00	50,00	455,03	-1,31
57	2850,00	50,00	454,16	-0,87
58	2900,00	50,00	453,27	-0,89
59	2950,00	50,00	452,35	-0,92
60	3000,00	50,00	452,07	-0,28
61	3050,00	50,00	451,13	-0,94
62	3100,00	50,00	450,37	-0,76
63	3150,00	50,00	449,59	-0,78
64	3200,00	50,00	449,06	-0,53
65	3250,00	50,00	448,67	-0,39
66	3300,00	50,00	448,34	-0,33
67	3350,00	50,00	448,43	0,09
68	3400,00	50,00	448,18	-0,25
69	3450,00	50,00	448,15	-0,03
70	3500,00	50,00	447,99	-0,16
71	3550,00	50,00	450,72	2,73
72	3600,00	50,00	452,26	1,54
73	3650,00	50,00	453,12	0,86

74	3700,00	50,00	453,33	0,21
75	3750,00	50,00	457,76	4,43
76	3800,00	50,00	459,35	1,59
77	3850,00	50,00	460,92	1,57
78	3900,00	50,00	461,99	1,07
79	3950,00	50,00	462,75	0,76
80	4000,00	50,00	463,75	1
81	4050,00	50,00	464,34	0,59
82	4100,00	50,00	464,61	0,27
83	4150,00	50,00	464,50	-0,11
84	4200,00	50,00	464,19	-0,31
85	4250,00	50,00	463,40	-0,79
86	4300,00	50,00	462,24	-1,16
87	4350,00	50,00	460,65	-1,59
88	4400,00	50,00	459,43	-1,22
89	4450,00	50,00	458,37	-1,06
90	4500,00	50,00	457,66	-0,71
91	4550,00	50,00	457,77	0,11
92	4600,00	50,00	458,04	0,27
93	4650,00	50,00	459,08	1,04
94	4700,00	50,00	460,49	1,41
95	4750,00	50,00	462,27	1,78
96	4800,00	50,00	462,34	0,07
97	4850,00	50,00	465,63	3,29
98	4900,00	50,00	466,73	1,1
99	4950,00	50,00	467,27	0,54
100	5000,00	50,00	467,24	-0,03
101	5050,00	50,00	466,66	-0,58

102	5100,00	50,00	465,84	-0,82	
103	5150,00	50,00	464,42	-1,42	
104	5200,00	50,00	462,51	-1,91	
105	5250,00	50,00	460,37	-2,14	
106	5300,00	50,00	458,49	-1,88	
107	5350,00	50,00	457,50	-0,99	
108	5400,00	50,00	457,27	-0,23	
109	5450,00	50,00	457,24	-0,03	
110	5500,00	50,00	458,05	0,81	
111	5550,00	50,00	459,52	1,47	
112	5600,00	50,00	461,76	2,24	
113	5650,00	50,00	463,86	2,1	
114	5700,00	50,00	465,69	1,83	
115	5750,00	50,00	467,03	1,34	
116	5800,00	50,00	467,56	0,53	
117	5850,00	50,00	467,75	0,19	
118	5868,76	18,76	471,31	3,56	
				23,39	
				DC	0,40%

Tableau 3 : Dénivelée cumulée « route existante »



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

N°	Classification	Dénivelée cumulée
1	Terrain plat	DC ≤1.5%
2	Terrain vallonné	1.5% ≤Dc≤4,00%
3	Terrain montagneux	Dc≥4,00%

Tableau 4: Classification de terrain et dénivelée cumulée

- En conclusion le terrain de se projet est : **terrain plat**

Sinuosité : on évitera de prendre des rayons inférieur ou égal à 200 m du moment que la topographie le permet.

$$L_s = 800 \text{ m} \quad , \quad L_T = 5868,76 \quad \Rightarrow \quad \sigma = \frac{800}{5868,76}$$

$$\Rightarrow \sigma = 0.136$$

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

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

Tableau 5 : Sinuosité « route existant »

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

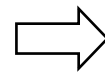
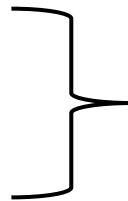
Environnement	E1	E2	E3
Catégorie			
Catégorie 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Catégorie 2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Catégorie 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Catégorie 4	100-80-60	80-60-40	60-40
Catégorie 5	80-60-40	60-40	40

Tableau 6 : L'environnement de la route en fonction du dénivelé moyenné la sinuosité

On a :

Terrain plat

Sinuosité moyenne



ce qui nous donne « **E2** »

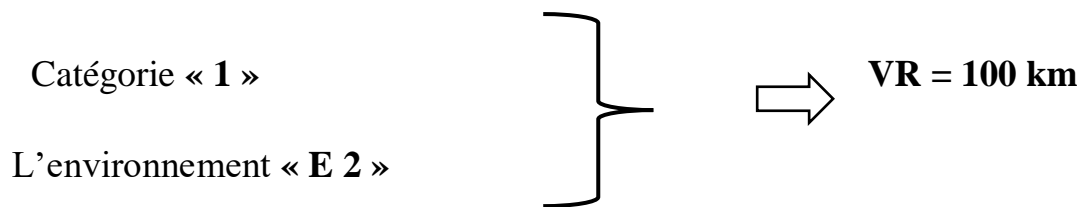
Vitesse de référence :

- La catégorie
- L'environnement

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

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	3

Tableau7 : Vitesse de référence



Stabilité en courbe :

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

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

Tableau8 : Dévers

➤ **Détermination du coefficient transversal f_t :**

Vr	40	60	80	100	120	140
Cat 1-2	0.22	0.16	0.13	0.11	0.1	0.1
Cat 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	/

Tableau9 : Valeur du coefficient f_t

➤ **Détermination du coefficient F'' en fonction de la catégorie:**

Catégories	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
F''	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075

Tableau10 : Valeur du coefficient « F'' » .

Les rayons en plan :

❖ **Récapitulatif des paramètres cinématique :**

Vitesse réf	D_{max}	D_{min}	$d=d_{max}-2\%$	F_t	f''
100 km/h	7%	-2,5%	0,05	0.11	0.06

Tableau11 : tableau récapitulatif des paramètres cinématique

➤ **Détermination des rayons en plan**

Les rayons plans normé :

Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

$$\text{RHm} = \frac{100^2}{127(0.07+0.11)} \longrightarrow \text{RHm} = 437 \text{ m}$$

Le rayon minimal normal (RHN):

$$\text{RHN} = \frac{(100+20)^2}{127(0.11+0.05)} \longrightarrow \text{RHN} = 709 \text{ m}$$

Le rayon au devers minimal RHd:

$$\text{RHd} = \frac{100^2}{127(2 \times 0,025)} \longrightarrow \text{RHd} = 1575 \text{ m}$$

Le rayon non déversé RHnd :

$$\text{RHnd} = \frac{100^2}{127(0.06-0.025)} \longrightarrow \text{RHnd} = 2249.72 \text{ m}$$

	Calcul (m)	B 40 (m)	Devers (%)
RHm=	437.445	450	7
RHN=	708.66	650	5
RHd=	1574.80	1600	2.5
RHnd=	2249.72	2200	2.5

Tableau 12: rayon en plan « route existant »

Le choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu R_{Hm}. on utilisera , autant que possible des valeurs de rayon supérieure ou égales au rayon R_{HN}.

R1	800	R9	350	R17	500
R2	200	R10	250	R18	450
R3	400	R11	300	R19	350
R4	400	R12	200	R20	350
R5	350	R13	1000	R21	350
R6	350	R14	300	R22	250
R7	200	R15	300	R23	250
R8	200	R16	300		

Tableau 13 : Le rayon de route existant

La longueur totale des alignements droits « LAD » et des arcs de cercles

« LC »


Rayon (m)	Tangente(m)	Bissectrice(m)	Fléché(m)	T1T2	Développée(m)
800	51,84	1 601,67	1 598,33	312,28	103,55
200	26,99	401,81	398,20	185,85	53,66
400	32,23	1,30	1,29	107,13	64,33
400	52,25	3,40	3,37	-7,99	103,90
350	81,24	709,31	690,94	71,72	159,60
350	60,63	5,21	5,14	-27,03	120,07
200	33,67	2,97	2,94	83,28	68,61

200	2,54	0,02	0,02	168,54	5,12
350	202,48	754,35	652,95	-48,21	367,20
250	63,85	8,03	7,78	-65,88	125,06
300	126,03	25,40	23,42	-43,03	238,63
200	19,41	0,94	0,94	6,94	38,73
1000	150,82	11,31	11,81	312,81	299,28
300	17,64	0,52	0,52	155,17	35,27
300	34,64	1,99	1,98	74,51	69,01
300	27,55	1,26	1,26	60,52	54,91
500	61,64	3,79	3,76	367,24	122,64
450	74,10	6,06	5,98	12,80	146,89
350	57,29	4,66	4,60	58,79	113,54
350	48,41	703,33	696,70	27,40	96,27
350	43,09	2,64	2,62	617,10	85,74
250	18,64	500,69	499,30	58,86	37,23
250	20,14	0,81	0,80	367,91	40,20
				337,75	
				$\Sigma 3 194,45$	$\Sigma 2 549,42$
				Lt=	5 743,87

Tableau 14: La longueur totale du tronçon alignements droits et de courbe « route existante »

➤ **Longueur de tracé :**

Longueur totale des arcs de cercles :LC

$L_C = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + \dots + D_{23}$  $L_C = 2549,42 \text{ m}$

Longueur totale des alignements droits :

$L_{AD} = AT_1 + T_1T_2 + T_2T_3 + T_3B \dots$  $L_{AD} = 3194,45 \text{ m}$

Longueur totale du tronçon :LT

$L_T = L_{AD} + L_C$  $L_T = 5743,87 \text{ m}$

Pourcentage d'alignement droit:

% alignement droit = 56%

Pourcentage de courbe :

% courbe = 44%

Longueur totale (m)	% alignement droit	% courbe
5 743,87 m	56%	44%

Tableau15 : Pourcentage d'alignement droit et de courbe

Conclusion :

On constate que la route existante, sur une longueur de plus de 5 kilomètres, se compose de vingt-trois (23) virages est ceci reste énorme, en plus dix-neuf (19) rayons sont inférieurs au RHm et 21 inférieurs à RHN ajoutant à cela la largeur de la chaussée qui varie en 5.80 et 6.80 m ce qui montre qu'elle ne supportera pas le trafic actuel.

Vu le nombre de virage ; les rayons hors nombre; la largeur et le corps de chaussée qui sont dans l'impossibilité de supporter le trafic actuel, alors la solution qui est juger justifiée est le dédoublement de cette route tout en améliorant son tracé et en assurant confort et sécurité et en lui donnant à la chaussée et au corps de chaussée la capacité d'écouler le trafic actuel.

Dans la partie qui suit, nous étudierons trois variantes en Avant-projet sommaire afin d'opter ensuite et après comparaison pour celle qui présente le plus d'avantage.

Etude de la variante 01 :

La variante est composée des alignements droits AS₁, S₁ S₂, S₂ S₃, S₃B raccordés par des arcs de cercle de rayon R₁, R₂, R₃

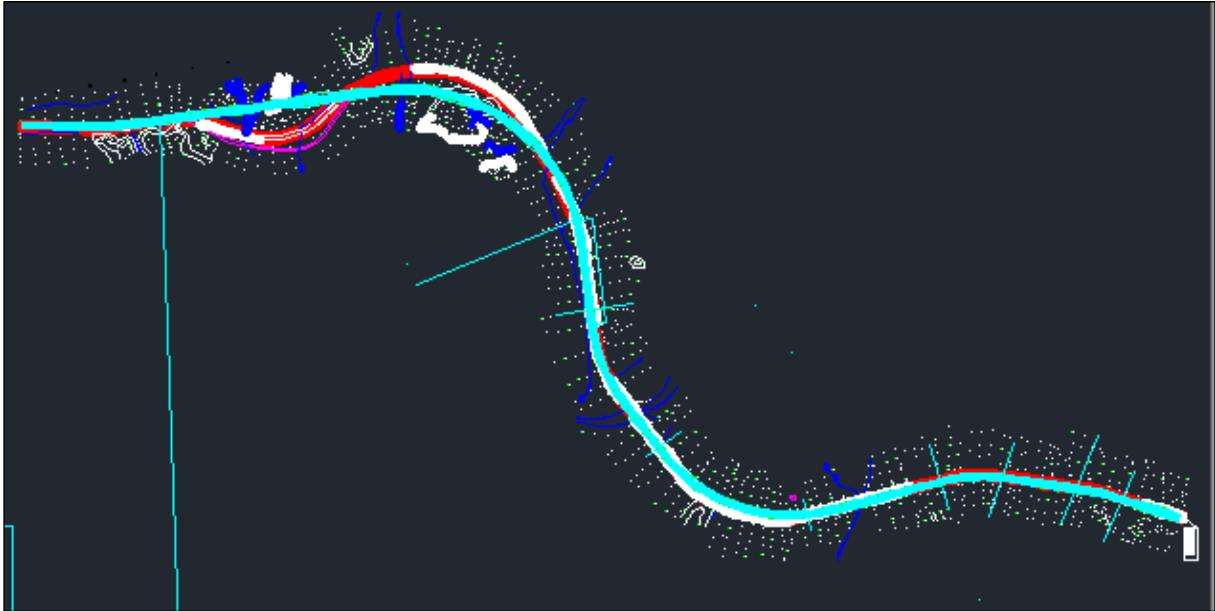


Figure 08 : tracé en plan de variante 01

Calcul de la l'axe :

Les coordonnées des sommets :

Sommets	X	Y
A	573185,9889	3554317,2195
S1	573188,9052	3554661,9704
S2	573186,9751	3556267,2105
S3	574152,7179	3556621,3508
S4	574721,1742	3557158,4077

S5	574601,8575	3558091,3484
S6	574666,3155	3558590,0656
B	574768,2927	3558909,0030

Tableau16 : Coordonnées des sommets droits de l'axe de variante 1

Calcul de gisements et des angles au centre :

Les calculs de gisements et des angles au centre sont récapitulée dans le tableau suivant :

Pts	ΔX	ΔY	Gisements	Angle au centre	Distances
A	2,9163	344,7509	0,5385		344,7632
S1	-1,9301	1605,2401	399,9234	0,6151	1605,2413
S2	965,7428	354,1403	77,6243	77,7009	1028,6275
S3	568,4563	537,0569	51,8077	25,8166	782,0311
S4	-119,3167	932,9407	391,902	59,9057	940,5396
S5	64,458	498,7172	8,1827	16,2807	502,8655
B	101,9772	318,9374	19,7013	11,5186	334,8439
					$\Sigma=5538,9120$

**Tableau 17: les valeurs des gisements distances et des angles au centre
"variante01"**

Détermination de l'environnement :

Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distances (m)		Altitudes (m)	Dni
	Cumulée	Partielle		
1	0	0	447,82	
2	50,00	50,00	448,75	0,93
3	100,00	50,00	449,69	0,94
4	150,00	50,00	450,62	0,93
5	182,36	32,36	451,23	0,61
6	200,00	17,64	451,56	0,33
7	250,00	50,00	452,49	0,93
8	272,36	22,36	452,91	0,42
9	300,00	27,64	453,43	0,52
10	350,00	50,00	454,36	0,93
11	400,00	50,00	455,29	0,93
12	417,34	17,34	455,62	0,33
13	450,00	32,66	456,23	0,61
14	500,00	50,00	457,16	0,93
15	507,34	7,340	457,30	0,14
16	550,00	42,66	458,10	0,8
17	600,00	50,00	459,03	0,93
18	650,00	50,00	459,97	0,94
19	700,00	50,00	460,90	0,93
20	750,00	50,00	461,83	0,93
21	800,00	50,00	462,77	0,94

22	850,00	50,00	463,65	0,88
23	900,00	50,00	464,25	0,6
24	950,00	50,00	464,54	0,29
25	1000,00	50,00	464,52	-0,02
26	1050,00	50,00	464,18	-0,34
27	1100,00	50,00	463,53	-0,65
28	1150,00	50,00	462,61	-0,92
29	1200,00	50,00	461,65	-0,96
30	1250,00	50,00	460,70	-0,95
31	1300,00	50,00	459,74	-0,96
32	1350,00	50,00	458,78	-0,96
33	1380,01	30,01	458,25	-0,53
34	1400,00	19,99	458,04	-0,21
35	1450,00	50,00	458,11	0,07
36	1498,01	48,01	458,95	0,84
37	1500,00	1,99	459,00	0,05
38	1550,00	50,00	460,74	1,74
39	1600,00	50,00	463,04	2,3
40	1650,00	50,00	465,04	2
41	1700,00	50,00	466,66	1,62
42	1750,00	50,00	467,9	1,24
43	1800,00	50,00	475,75	7,85
44	1850,00	50,00	469,22	-6,53
45	1900,00	50,00	467,30	-1,92
46	1950,00	50,00	469,00	1,7
47	2000,00	50,00	468,31	-0,69

48	2050,00	50,00	467,34	-0,97
49	2100,00	50,00	466,36	-0,98
50	2150,00	50,00	465,38	-0,98
51	2200,00	50,00	464,4	-0,98
52	2250,00	50,00	463,42	-0,98
53	2300,00	50,00	462,44	-0,98
54	2350,00	50,00	461,45	-0,99
55	2400,00	50,00	460,47	-0,98
56	2450,00	50,00	459,49	-0,98
57	2485,47	35,47	458,79	-0,7
58	2500,00	14,53	458,51	-0,28
59	2550,00	50,00	457,53	-0,98
60	2600,00	50,00	456,54	-0,99
61	2603,47	3,47	456,48	-0,06
62	2650,00	46,53	455,56	-0,92
63	2700,00	50,00	454,58	-0,98
64	2750,00	50,00	453,6	-0,98
65	2800,00	50,00	452,62	-0,98
66	2824,57	24,57	452,16	-0,46
67	2850,00	24,43	451,74	-0,42
68	2900,00	50,00	451,02	-0,72
69	2944,57	44,57	450,52	-0,5
70	2950,00	50,00	450,09	-0,43
71	3000,00	50,00	449,87	-0,22
72	3050,00	50,00	449,82	-0,05
73	3100,00	50,00	449,94	0,12

74	3150,00	9,04	449,98	0,04
75	3159,04	40,96	449,22	-0,76
76	3200,00	50,00	450,67	1,45
77	3250,00	29,04	451,01	0,34
78	3279,04	20,96	451,29	0,28
79	3300,00	50,00	452,07	0,78
80	3350,00	50,00	453,02	0,95
81	3400,00	4,92	453,13	0,11
82	3404,92	45,08	454,06	0,93
83	3450,00	50,00	455,1	1,04
84	3500,00	24,92	455,82	0,72
85	3524,92	25,08	456,14	0,32
86	3550,00	50,00	457,19	1,05
87	3600,00	50,00	458,23	1,04
89	3700,00	50,00	459,27	1,04
90	3750,00	50,00	460,31	1,04
91	3800,00	50,00	461,35	1,04
92	3850,00	50,00	462,31	0,96
93	3900,00	50,00	462,97	0,66
94	3950,00	50,00	463,32	0,35
95	4000,00	50,00	463,36	0,04
96	4050,00	50,00	463,09	-0,27
97	4100,00	50,00	462,50	-0,59
98	4150,00	50,00	461,75	-0,75
99	4181,16	31,16	461,29	-0,46
100	4200,00	18,84	461,01	-0,28

101	4250,00	50,00	460,27	-0,74
102	4300,00	50,00	459,68	-0,59
103	4301,16	1,16	459,67	-0,01
104	4350,00	48,84	459,57	-0,1
105	4400,00	50,00	459,97	0,4
106	4450,00	50,00	460,85	0,88
107	4500,00	50,00	461,84	0,99
108	4550,00	50,00	462,84	1
109	4600,00	50,00	463,83	0,99
110	4622,94	22,94	464,29	0,46
111	4650,00	27,06	464,83	0,54
112	4700,00	50,00	465,65	0,82
113	4724,48	24,48	465,88	0,23
114	4750,00	25,52	465,99	0,11
115	4800,00	50,00	465,82	-0,17
116	4850,00	50,00	465,16	-0,66
117	4892,48	42,48	464,31	-0,85
118	4800,00	7,52	464,16	-0,15
119	4950,00	50,00	463,15	-1,01
120	4994,02	44,02	462,26	-0,89
121	5000,00	5,98	462,14	-0,12
122	5050,00	50,00	461,15	-0,99
123	5100,00	50,00	460,43	-0,72
124	5150,00	50,00	460,02	-0,41
125	5200,00	50,00	459,82	-0,2
126	5212,29	12,29	459,94	0,12

127	5250,00	37,71	460,13	0,19
128	5260,79	10,79	460,22	0,09
129	5300,00	39,27	460,65	0,43
130	5350,00	50,00	461,49	0,84
131	5363,78	13,78	461,78	0,29
132	5400,00	36,22	462,54	0,76
133	5412,28	12,28	462,80	0,26
134	5450,00	37,72	463,59	0,79
135	5500,00	50,00	464,65	1,06
136	5550,00	50,00	465,70	1,05
137	5600,00	50,00	466,75	1,05
138	5647,00	47,20	467,75	1
			ΣDH	19,93
			DC	0,35%

Tableau 18: dénivelée cumulée "variant 01"

$$\left. \begin{array}{l} \Sigma Dh = 19.93 \\ LT = 5647.00 \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow DC = 0.35 \%$$

➤ En conclusion le terrain de se projet est : **terrain plat** (tableau 04 page)

Sinuosité : on évitera de prendre des rayons inférieur ou égal à 200m du moment que la topographie le permet.

$$Ls = 0 \text{ m} , \quad LT = 5647.00 \quad \Rightarrow \quad \sigma = \frac{0}{5647.00}$$

$$\Rightarrow \sigma = 0$$

➤ la Sinuosité :faible (tableau 05 page 00)

On a :

Terrain plat
Sinuosité faible

⇒ Ce qui nous donne « E1 » tableau 06 page 00)

Vitesse de référence :

Catégorie « 1 »
L'environnement « E 1 »

⇒ VR = 100 km (tableau 07 page 00)

Les rayons plan :

Vitesse réf	D _{max}	D _{min}	d=d _{max} -2%	F _t	f'
100 km/h	7%	-2.5%	5%	0.11	0.06

Tableau19 : récapitulatif

➤ **Détermination des rayons en plan**

	Calcul (m)	B 40 (m)	Devers (%)
RHm=	437.445	450	7
RHN=	708.66	650	5
RHd=	1574.80	1600	2.5
RHnd=	2249.72	2200	2.5

Tableau 20 : rayons en plan "varient 01"

Le choix des rayons en plan :

Pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu R_{Hm} . on utilisera , autant que possible des valeurs de rayon supérieure ou égales au rayon R_{HN} .

Rayons choisis	
R1	1500
R2	700
R3	650
R4	650
R5	650
R6	900

Tableau 21 : rayons choisis variante 01

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


Rayon	Tangente	Développée	Bissectrice	Fléché	TiMiT'i	Distances
1500	7,2465	14,4930	0,0175	0,0175	337,5167	344,7632
700	489,5156	854,3660	154,1812	126,3512	1108,4792	1605,2413
650	133,6324	263,5920	13,5945	13,3068	405,4795	1028,6275
650	330,5854	611,6477	79,2371	70,6273	317,8133	782,0311
650	83,5704	166,2288	5,3503	5,3066	526,3838	940,5396
900	81,643	162,8404	3,6955	3,6804	337,6521	502,8655
		Lc=2073,1679			253,2009	334,8439
					Lad=3286,5255	$\Sigma=5538,9120$
					LT=5359,6934	

**Tableau22: La longueur totale du tronçon alignements droits et de
courbe « variante 01 »**

Longueur totale des arcs de cercles :LC

$L_C = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + \dots + D_6$  $L_C = 2073,1679 \text{ m}$

Longueur totale des alignements droits :

$L_{AD} = AT_1 + T_1T_2 + T_2T_3 + T_3B \dots$  $L_{AD} = 3286,526 \text{ m}$

Longueur totale du tronçon :LT

$L_T = L_{AD} + L_C$  $L_T = 5359.693 \text{ m}$

Pourcentage d'alignement droit :

% alignement droit = 34%

Pourcentage de courbe :

% courbe = 54%

Longueur totale (m)	% alignement droit	% courbe
5 359,693 m	34%	54%

Tableau 23: Pourcentage d'alignement droit et de courbe

2-Tableau de calcul de cubature approchées « variant 01 »

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0.000	25.000	6.23	8.74	14.96	374.072	374.072	0.02	0.02	0.04	0.987	0.987
P2	50.000	50.000	5.00	7.59	12.59	629.649	1003.722	0.02	0.02	0.04	2.010	2.997
P3	100.000	50.000	4.36	8.84	13.20	660.108	1663.830	0.02	0.02	0.04	2.017	5.014
P4	150.000	41.182	5.42	10.64	16.06	661.302	2325.131	0.02	0.02	0.04	1.650	6.664
P5	182.364	25.000	4.20	9.70	13.90	347.487	2672.619	0.02	0.02	0.04	0.995	7.659
P6	200.000	33.818	3.55	9.09	12.64	427.501	3100.120	0.02	0.02	0.04	1.346	9.005
P7	250.000	36.181	3.85	16.60	20.45	739.985	3840.105	0.02	0.02	0.04	1.420	10.425
P8	272.363	25.000	13.08	24.11	37.19	929.700	4769.805	0.02	0.02	0.04	1.017	11.442
P9	300.000	38.819	22.59	38.85	61.43	2384.803	7154.608	0.02	0.02	0.04	1.590	13.032
P10	350.000	50.000	26.21	46.63	72.84	3641.971	10796.579	0.02	0.02	0.04	1.826	14.858
P11	400.000	33.670	24.62	62.98	87.60	2949.517	13746.096	0.02	0.02	0.04	1.349	16.207
P12	417.340	25.000	29.75	56.15	85.90	2147.415	15893.511	0.02	0.01	0.03	0.766	16.972
P13	450.000	41.330	35.43	77.46	112.88	4665.504	20559.015	0.02	0.02	0.04	1.564	18.537
P14	500.000	28.669	32.69	83.28	115.97	3324.721	23883.736	0.02	0.02	0.04	1.084	19.620
P15	507.338	25.000	29.85	74.13	103.98	2599.464	26483.200	0.02	0.01	0.03	0.838	20.459
P16	550.000	46.331	28.03	69.38	97.40	4512.690	30995.890	0.02	0.02	0.04	1.905	22.364
P17	600.000	50.000	45.28	87.02	132.30	6614.942	37610.832	0.02	0.02	0.04	2.204	24.568
P18	650.000	50.000	81.72	84.07	165.79	8289.382	45900.214	0.02	0.02	0.04	2.002	26.570
P19	700.000	50.000	76.86	66.10	142.96	7148.183	53048.397	0.02	0.02	0.04	1.949	28.519
P20	750.000	50.000	1.99	0.00	1.99	99.279	53147.676	0.51	5.30	5.81	290.289	318.808
P21	800.000	50.000	7.15	0.00	7.15	357.398	53505.074	7.23	26.73	33.95	1697.743	2016.550
P22	850.000	50.000	25.33	0.39	25.72	1286.161	54791.235	0.02	21.90	21.92	1096.088	3112.639
P23	900.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	54791.235	23.76	57.23	80.99	4049.278	7161.917
P24	950.000	50.000	4.66	0.00	4.66	232.847	55024.082	1.08	8.25	9.33	466.662	7628.579
P25	1000.000	50.000	62.43	18.69	81.12	4055.833	59079.915	0.02	0.02	0.04	1.858	7630.437
P26	1050.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	28.75	45.87	74.62	3730.956	11361.393
P27	1100.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	109.07	128.75	237.82	11890.827	23252.220
P28	1150.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	123.00	132.60	256.07	12803.547	36055.767

								47					
P29	1200.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	108.39	115.15	223.54	11177.100	47232.867	
P30	1250.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	95.38	96.96	192.34	9616.939	56849.806	
P31	1300.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	67.81	77.70	145.51	7275.634	64125.440	
P32	1350.000	40.004	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	54.18	61.58	115.76	4630.965	68756.405	
P33	1380.008	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	44.99	46.75	91.74	2293.388	71049.792	
P34	1400.000	34.996	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	38.32	39.40	77.72	2720.016	73769.809	
P35	1450.000	49.004	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	38.05	40.91	78.96	3869.104	77638.913	
P36	1498.008	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	57.53	60.47	118.00	2950.081	80588.994	
P37	1500.000	25.996	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	58.70	61.65	120.36	3128.782	83717.776	
P38	1550.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	75.47	69.07	144.54	7227.142	90944.918	
P39	1600.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	70.93	56.97	127.90	6395.141	97340.058	
P40	1650.000	50.000	0.00	23.30	23.30	1165.235	60245.150	23.29	0.10	23.39	1169.379	98509.437	
P41	1700.000	50.000	51.31	154.09	205.40	10270.155	70515.305	0.02	0.03	0.04	2.113	98511.550	
P42	1750.000	50.000	109.80	225.37	335.17	16758.297	87273.602	0.01	0.02	0.04	1.780	98513.329	
P43	1800.000	50.000	112.83	138.16	250.98	12549.085	99822.687	0.01	0.02	0.03	1.741	98515.071	
P44	1850.000	50.000	33.03	42.19	75.22	3761.095	103583.782	0.02	0.02	0.04	1.831	98516.902	
P45	1900.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	20.59	16.93	37.52	1876.165	100393.067	
P46	1950.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	76.70	79.13	155.83	7791.715	108184.781	
P47	2000.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	84.18	89.47	173.65	8682.424	116867.205	
P48	2050.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	65.83	87.14	152.97	7648.507	124515.712	
P49	2100.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	48.23	74.05	122.28	6114.225	130629.936	
P50	2150.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	46.76	52.23	98.99	4949.477	135579.414	
P51	2200.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	28.64	39.96	68.60	3429.784	139009.197	

P52	2250.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	10.30	20.41	30.71	1535.320	140544.518
P53	2300.000	50.000	45.31	10.04	55.35	2767.263	106351.044	0.02	0.98	0.99	49.709	140594.227
P54	2350.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106351.044	18.46	16.63	35.09	1754.295	142348.522
P55	2400.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106351.044	27.20	10.49	37.69	1884.360	144232.882
P56	2450.000	42.733	0.03	0.00	0.03	1.110	106352.154	3.55	6.75	10.30	440.112	144672.995
P57	2485.466	25.000	0.75	0.00	0.75	18.660	106370.814	0.43	9.81	10.24	255.971	144928.966
P58	2500.000	32.267	2.96	0.00	2.96	95.603	106466.417	0.33	10.45	10.77	347.666	145276.631
P59	2550.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.011	106466.429	3.11	15.29	18.41	920.296	146196.927
P60	2600.000	26.733	0.00	0.00	0.00	0.000	106466.429	9.70	14.89	24.59	657.497	146854.424
P61	2603.466	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106466.429	10.07	14.99	25.06	626.409	147480.833
P62	2650.000	48.267	0.00	0.00	0.00	0.000	106466.429	8.25	18.39	26.64	1285.757	148766.590
P63	2700.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106466.429	7.34	16.55	23.89	1194.271	149960.862
P64	2750.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106466.429	4.34	15.54	19.88	994.171	150955.033
P65	2800.000	37.285	0.72	0.00	0.72	26.844	106493.273	1.34	10.83	12.16	453.451	151408.484
P66	2824.570	25.000	1.40	0.00	1.40	34.992	106528.265	0.75	6.84	7.60	189.936	151598.420
P67	2850.000	37.715	0.36	0.00	0.36	13.688	106541.953	0.33	4.65	4.98	187.755	151786.175
P68	2900.000	47.285	0.49	0.00	0.49	23.109	106565.062	0.42	2.67	3.09	146.095	151932.271
P69	2944.569	25.000	0.00	0.00	0.00	0.074	106565.136	3.51	4.41	7.92	197.929	152130.199
P70	2950.000	27.715	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	4.18	4.54	8.72	241.709	152371.909
P71	3000.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	7.56	5.43	12.99	649.502	153021.411
P72	3050.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	10.34	8.70	19.03	951.659	153973.070
P73	3100.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	12.11	12.52	24.63	1231.607	155204.677
P74	3150.000	29.519	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	13.61	17.58	31.19	920.762	156125.439
P75	3159.037	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	13.51	18.12	31.63	790.802	156916.241
P76	3200.000	45.481	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	19.32	25.51	44.82	2038.583	158954.824
P77	3250.000	39.518	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	26.06	34.77	60.83	2403.760	161358.584
P78	3279.037	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	27.71	38.57	66.28	1657.119	163015.703
P79	3300.000	35.482	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	37.07	41.38	78.46	2783.818	165799.521
P80	3350.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	13.57	19.48	33.05	1652.401	167451.922
P81	3400.000	27.461	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	5.01	5.86	10.86	298.309	167750.231

P82	3404.921	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	4.26	4.64	8.90	222.568	167972.798
P83	3450.000	47.539	0.05	0.00	0.05	2.489	106567.624	11.0 7	6.56	17.63	838.016	168810.814
P84	3500.000	37.460	0.00	0.00	0.00	0.000	106567.624	8.76	14.07	22.83	855.403	169666.218
P85	3524.921	25.000	3.57	3.05	6.62	165.423	106733.048	0.02	2.70	2.72	67.992	169734.210
P86	3550.000	37.540	6.71	15.20	21.91	822.500	107555.548	0.02	0.02	0.04	1.516	169735.726
P87	3600.000	50.000	31.12	36.02	67.15	3357.281	110912.828	0.02	0.01	0.03	1.677	169737.403
P88	3650.000	50.000	35.09	38.99	74.08	3704.037	114616.865	0.02	0.02	0.04	2.045	169739.448
P89	3700.000	50.000	13.71	29.35	43.06	2152.982	116769.847	0.02	0.02	0.04	2.036	169741.484
P90	3750.000	50.000	2.77	15.80	18.57	928.284	117698.131	0.02	0.03	0.05	2.673	169744.157
P91	3800.000	50.000	5.89	20.01	25.90	1295.031	118993.162	0.02	0.02	0.04	2.038	169746.195
P92	3850.000	50.000	15.00	22.46	37.46	1873.029	120866.190	0.02	0.02	0.04	2.028	169748.223
P93	3900.000	50.000	22.95	23.72	46.68	2333.973	123200.163	0.02	0.02	0.04	1.971	169750.194
P94	3950.000	50.000	25.01	23.10	48.10	2405.248	125605.411	0.02	0.02	0.04	1.945	169752.139
P95	4000.000	50.000	21.43	18.01	39.44	1971.807	127577.218	0.02	0.02	0.04	1.987	169754.126
P96	4050.000	50.000	13.06	6.77	19.83	991.407	128568.625	0.02	0.02	0.04	2.004	169756.130
P97	4100.000	50.000	0.80	2.00	2.80	140.068	128708.693	1.11	1.64	2.75	137.484	169893.613
P98	4150.000	40.581	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	11.3 7	10.86	22.23	902.108	170795.721
P99	4181.162	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	18.8 4	20.53	39.38	984.393	171780.115
P100	4200.000	34.419	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	20.4 5	27.12	47.57	1637.364	173417.478
P101	4250.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	24.1 6	40.35	64.51	3225.643	176643.121
P102	4300.000	25.580	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	23.4 3	42.05	65.49	1675.180	178318.302
P103	4301.161	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	23.2 0	42.13	65.33	1633.346	179951.648
P104	4350.000	49.420	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	21.9 5	33.25	55.20	2727.879	182679.527
P105	4400.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	19.9 7	28.23	48.20	2409.906	185089.433
P106	4450.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	14.4 9	20.17	34.66	1732.762	186822.195
P107	4500.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	7.22	15.34	22.56	1128.050	187950.245
P108	4550.000	50.000	2.61	0.00	2.61	130.295	128838.988	0.15	14.49	14.64	731.757	188682.001
P109	4600.000	36.470	3.92	0.00	3.92	143.014	128982.002	2.92	6.13	9.05	330.026	189012.027
P110	4622.940	25.000	16.59	2.54	19.13	478.171	129460.172	0.01	1.65	1.66	41.594	189053.622
P111	4650.000	38.530	20.47	4.28	24.74	953.260	130413.432	0.01	0.06	0.07	2.737	189056.359
P112	4700.000	37.239	23.73	7.23	30.96	1152.919	131566.352	0.01	0.02	0.03	1.224	189057.582
P113	4724.478	25.000	24.55	9.77	34.32	857.944	132424.295	0.01	0.02	0.03	0.818	189058.400
P114	4750.000	37.761	25.19	13.50	38.69	1461.046	133885.341	0.01	0.02	0.03	1.275	189059.676

P115	4800.000	50.000	25.73	17.54	43.27	2163.289	136048.630	0.02	0.02	0.04	2.040	189061.716
P116	4850.000	46.241	22.41	15.11	37.52	1734.925	137783.555	0.02	0.02	0.04	1.821	189063.537
P117	4892.481	25.000	27.39	28.54	55.93	1398.242	139181.797	0.02	0.02	0.04	1.053	189064.590
P118	4900.000	28.759	26.79	27.35	54.13	1556.744	140738.541	0.01	0.02	0.03	0.944	189065.534
P119	4950.000	47.010	17.91	9.88	27.79	1306.218	142044.759	0.01	0.02	0.04	1.711	189067.245
P120	4994.019	25.000	5.91	0.00	5.91	147.838	142192.597	0.15	9.04	9.19	229.796	189297.042
P121	5000.000	27.990	3.95	0.00	3.95	110.637	142303.235	0.37	9.69	10.05	281.334	189578.376
P122	5050.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	142303.235	12.0 7	22.85	34.93	1746.259	191324.635
P123	5100.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	142303.235	24.7 6	34.11	58.87	2943.259	194267.894
P124	5150.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	142303.235	28.7 7	38.17	66.94	3347.139	197615.033
P125	5200.000	31.144	0.00	0.00	0.00	0.000	142303.235	29.7 6	38.97	68.73	2140.434	199755.467
P126	5212.288	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	142303.235	30.6 4	39.86	70.50	1762.554	201518.021
P127	5250.000	24.250	0.00	0.00	0.00	0.000	142303.235	29.8 9	42.57	72.46	1757.091	203275.112
P128	5260.787	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	142303.235	29.5 6	41.40	70.96	1774.011	205049.123
P129	5300.000	44.606	0.00	0.00	0.00	0.000	142303.235	22.7 6	35.05	57.81	2578.770	207627.893
P130	5350.000	31.889	0.00	0.00	0.00	0.000	142303.235	11.1 2	27.76	38.87	1239.661	208867.554
P131	5363.777	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	142303.235	7.65	23.19	30.84	771.095	209638.650
P132	5400.000	24.250	5.58	0.16	5.74	139.124	142442.359	0.38	12.70	13.08	317.247	209955.896
P133	5412.277	25.000	8.81	0.50	9.32	232.956	142675.315	0.02	8.69	8.70	217.595	210173.491
P134	5450.000	43.862	17.38	13.49	30.87	1353.891	144029.206	0.01	0.02	0.03	1.449	210174.941
P135	5500.000	50.000	32.95	35.56	68.51	3425.627	147454.832	0.02	0.02	0.04	2.156	210177.097
P136	5550.000	50.000	50.19	67.12	117.32	5865.888	153320.720	0.02	0.02	0.04	2.165	210179.262
P137	5600.000	48.600	29.08	60.46	89.54	4351.729	157672.449	0.02	0.02	0.04	2.046	210181.309
P138	5647.200	23.600	9.51	19.09	28.59	674.787	158347.236	0.02	0.02	0.04	1.033	210182.342

Σ	158347.24	210182.34
Excès de remblai (m³)	51835.10	

Tableau 24: cubature approchées « variante 01 »

❖ **Le choix de la variante :**

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

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

Critères	Unité	Route existante			Variante N°1
Longueur totale de l'itinéraire	M	5743.87	-	+	5359.69
Pourcentage alignement droit	%	56	-	+	34
Pourcentage courbe	%	44	-	+	54
Nombre de virages		23	-	+	6
Quantité de déblai	m ³				15847.24
Quantité de remblai	m ³				210182.34
Déblai – remblai	m ³				-194335.1
			0	4	

Tableau25 : comparaison entre les deux variantes

On remarque après la comparaison entre les critères des routes existantes et la variante N°01 , que la **variante N° 01** présente plus d'avantages .

CHAPITRE IV

ETUDE DE TRAFIC

Etude du trafic

1-Introduction :

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des flux transitoires :

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération a nature des flux, pour déterminer les points d'échange .
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les Investissements - Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

2-Définition de la capacité :

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons.

La capacité dépend :

- Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins en rase compagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible) .
- Des conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route.

3-Différents types de trafics :

Trafic normal :

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

Trafic dévié (dérivé):

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

Trafic induit:

Est le nouveau trafic attiré suite à l'amélioration du niveau de service de la route aménagée.

Trafic total :

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

4-Projection future du trafic :

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

$$TMJA_h = TMJA_0(1 + \tau)^n$$

Avec :

- $TMJA_h$: le trafic à l'année horizon.
- $TMJA_0$: le trafic à l'année de référence.
- n : nombre d'année.

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

Calcul du trafic effectif :

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

Le trafic an unité de véhicules particulier (U.V.P) pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (UVP).

- **Teff** : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P).
- **Z** : pourcentage de poids lourd .
- **P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds.

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

Tableau26 : Coefficient d'équivalence

Débit de point horaire normal :

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

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

- **Q** : débit de pointe horaire.
- **n** : nombre d'heure (en général n= 8 heures).
- **Teff** : trafic effectif.

$$- \frac{1}{n} : 0.125.$$

Débit horaire admissible :

$$Q_{adm} = K_1 + K_2 Cth$$

K1 : coefficient lié à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

Cth : capacité effective par voie, d'un profil en travers .

Valeurs de K1 :

Coefficient K			
Environ	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 27: Valeurs de K1 en fonction de l'environnement

Capacité théorique :

Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000 (uvp/h)
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200 (uvp/h)
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

Tableau 28: Valeurs de capacité théorique

Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare Q à Qadm et on prend le profil auquel on est le plus proche .La valeur de Qadm la plus proche = Q .

Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

le nombre le plus proche du rapport $S \cdot Q / Q_{adm}$

Avec :

- S : coefficient dissymétrie en général = $2/3$.
- Q_{adm} : débit admissible par voi

Les donnée de trafic :

TMJA	11000V/J
T	4%
Poids lourd %	20%
Année de comptage	2021
Année de mise en service	2024
Durée de vie	20ans
Coefficient d'équivalence P	4
K1	0,85
K2	0,99

Tableau29 : Données trafics

Trafic à l'année de mise en service :

$$T1 = T_0(1 + \tau)^n$$

$$T1 = T_0(1 + \tau)^3$$

$$T_{2024} = T_{2021}(1 + \tau)^3$$

$$T_{2024} = 11000(1 + 0.04)^3$$

$$T_{2024} = 12374$$

Calcule :

$$T_{2044} = T_{2024}(1 + \tau)^{20}$$

$$T_{2044} = 12374(1 + 0.04)^{20}$$

Trafic effectif a l'année horizon

$$T_{eff} = [(1 - Z) + zp] \times T_{2024}$$

$$T_{eff} = [(1 - 0.2) + 4 \times 0.20] \times 27112.95$$

$$T_{eff} = 43380.72 \text{ UVP/h}$$

Débit de pointe horaire normale :

$$Q_{horizo} = 0.12 \times T_{eff}$$

$$Q_{horizo} = 0.12 \times 43380.72$$

Débit horaire admissible :

$$d = K1 \times K2 \times Cth = 0.85 \times 0.99 \times 1800 = 1514.7 = 1515 \text{ uvp /h}$$

nombre de voie :

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{Q}{Q_{admin}} \Rightarrow N = \frac{2}{3} \times \frac{5205.68}{1515} \quad N=2.290 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{N=2 \text{ voies}}$$

Les résultats :

Trafic de l'année de mise en service	12374 UVP/J
Trafic de l'année horizon "T20"	27113 UVP/J
Trafic effectif " Teff "	43380.72 UVP/J
Débit horaire prévisible "Q"	5205.68 UVP/h
Capacité théorique "Cth"	1800 UVP/h
Débit admissible "d"	1515 uvp/h
Nombre de voie "n"	2

Tableau 30 : Résultats de calcul trafic

CHAPITRE VI

LE RACCORDEMENT PROGRESSIF

« Clothoïde »

1 -Introduction :

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

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

2 -Définition de la clothoïde

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

La courbure de la Clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

Les éléments de la clothoïde :

A : Paramètre de la clothoïde.

M : Centre de cercle.

R : Rayon de cercle.

KA : Origine de la clothoïde.

KE : Extrémité de la clothoïde.

L : longueur de la branche de la clothoïde.

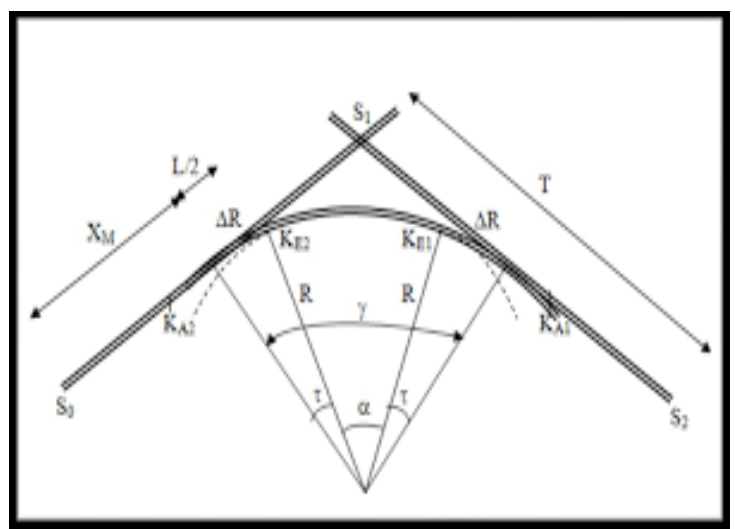


Figure 09 : Éléments d'un clothoïde

ΔR : Mesure de décalage entre l'élément droit l'arc du cercle (le ripage).

X_m : Abscisse du centre du cercle.

τ : Angle des tangentes.

X : Abscisse de KE.

Y : Origine de KE. TK : tangente courte.

TL : tangente longue.

SL : Corde (KA – KE).

σ : Angle polaire

3-Propriétés de la Clothoïde :

Le rayon de courbure d'une Clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie r, en un point donné P de la courbe.

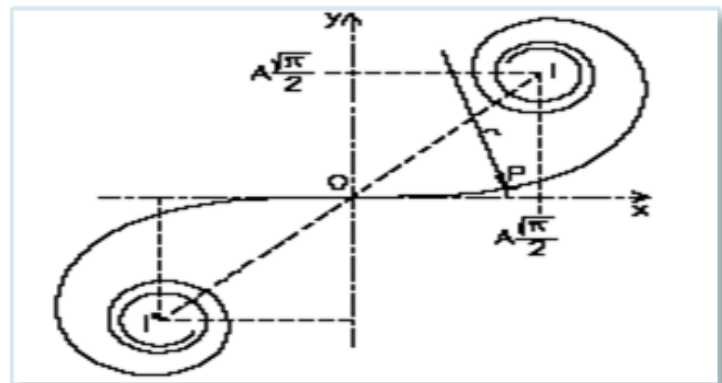


Figure 10 : la propriété de la clothoïde

Voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

L'équation caractéristique est donnée par : $A^2 = R.L$

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

4-Longueur de raccordements :

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

✓ **Condition optique :**

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

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

- Pour $R \leq 1500$ m $\Delta R = 1$ m

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

- si $1500 < R \leq 5000$ m

$$L_1 \geq R/9$$

- si $R > 5000$ m

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

La condition de confort dynamique :

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

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

Avec :

V_r: vitesse de référence en (km/h).

R: rayon en (m).

Δd: variation de dévers.

Condition de gauchissement :

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

$$L_2 \geq l \times \Delta d \times V_r$$

Avec :

L : longueur de raccordement.

l : largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

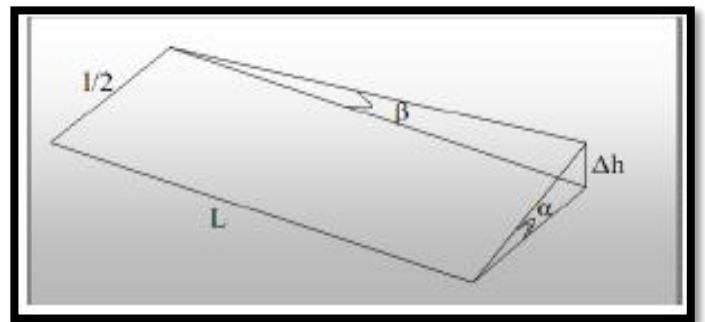
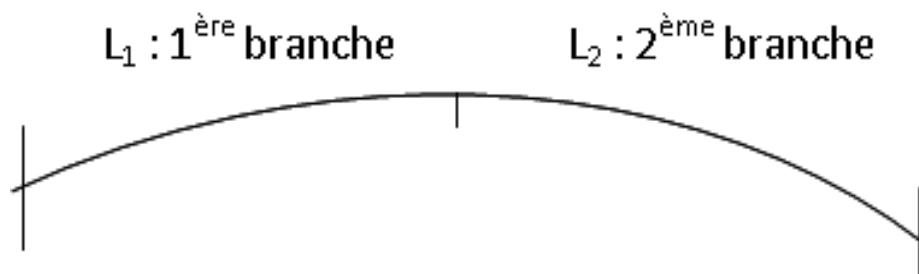


Figure 11 :condition de gauchissement

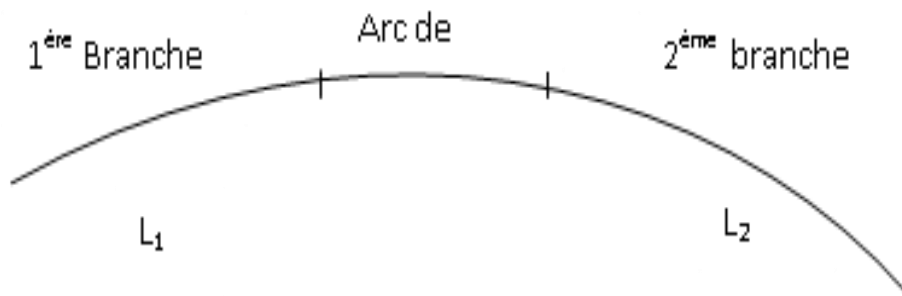
5-La Vérification de non chevauchement

1^{er} cas :



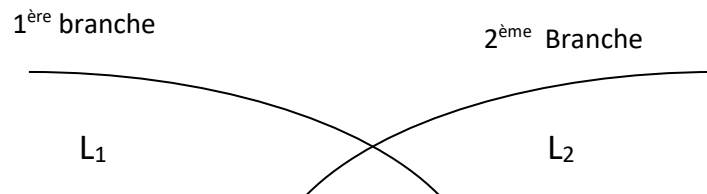
$$\tau = \frac{\beta}{2} \quad \text{Clothoïde sans arc de cercle.}$$

2^{ème} cas :



$$\tau < \frac{\beta}{2} \quad \text{Clothoïde avec arc de cercle.}$$

3^{ème} cas :



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

6-Notion de devers :

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

Devers en alignement :

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

Il est pris égal à :

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

Devers en courbe :

En courbe, le devers permet de :

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

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Environnement Devers (%)	Facile	Moyen	Difficile
Devers minimal			
Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%
Cat 3-4-5	3%	3%	3%
Devers maximal	7%	7%	7%
Cat 1-2	8%	8%	7%
Cat 3-4-5	9%	9%	9%

Tableau31 : Devers en fonction de l'environnement

7-Les dévers aux rayons en plan

➤ 1er cas :

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

➤ 2ème cas :

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

3ème 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} .

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

➤ 4ème 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 $1/R$.

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

8-Application au projet :

Calcule des devers associés aux rayons de la variante choisi :

Rayon en plan	RHM	RHN	RHD	RHND
Valeur calculé (m)	437.445	708.66	1574.80	2249.72
Valeur B40 (m)	450	650	1600	2200
Dévers (%)	7	5	2.5	2.5

Tableau 32: les dévers des rayons en plan

R2 dans le 2eme cas et 3eme cas : Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit.

Rayons choisis (m)	
R1	1500
R2	700
R3	650
R4	900

Devers associé d(R)	
d (R1)	2.5%
d (R2)	2.5%
d (R3)	2.5%
d (R4)	2.5%

❖ **Calcul de la longueur de clothoïde et la vérification de non chevauchement :**

		Conditions						
N° Virages	Optique	Gauchissement	Dynamique	Non Chevauchement		Lmax (m)	Lchoisie (m)	Remarques
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	τ (gr)	$\beta/2$ (gr)			
1	189.74	133	81.94	0.06	0.31	189.74	190	Non Chevauchement
2	129.61	133	115.27	0.09	38.85	133	133	Non Chevauchement
3	124.90	133	120.08	0.10	12.91	133	133	Non Chevauchement
4	124.91	133	120.08	0.10	29.95	133	133	Non Chevauchement
5	124.90	133	120.08	0.10	8.14	133	133	Non Chevauchement
6	146.97	133	101.38	0.08	5.76	146.97	147	Non Chevauchement

Tableau 33: longueur de la clothoïde « L »

➤ **Calcule des paramètres d'un chaque clothoïde :**

R	Rayon	1500	700	650	650	650	900
A	Paramètre de la clothoïde (m)	533,85	305,12	294,02	294,02	294,02	363,73
α	Angle au sommet (gr)	199,3849	122,2991	174,1834	140,0943	183,7193	188,4814
β	Angle au centre (gr)	0,6151	77,7009	25,8166	59,9057	16,2807	11,5186
p	Angle des tangentes (gr)	0,0633	0,0950	0,1023	0,1023	0,1023	0,0817
γ	Angle au centre Partie circulaire (gr)	0,4884	77,5109	25,6120	59,7011	16,0761	11,3553
XKE	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde	190,00	133,00	133,00	133,00	133,00	147,00
YKE	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde	4,01	4,21	4,54	4,54	4,54	4,00
θ	Angle Polaire (gr)	1,3431	2,0174	2,1700	2,1700	2,1700	1,7312
Lcercle	Long, de la partie circulaire (m)	11,51	852,28	261,50	609,56	164,14	160,53
SL	Longueur de la corde KA-KE (m)	190,04	133,07	133,08	133,08	133,08	147,05
X0	Abscisse du centre (m)	188,51	131,96	131,96	131,96	131,96	145,84
Y0	Ordonnées du centre (m)	1504,01	704,21	654,54	654,54	654,54	903,99
KAO	Distance Ka-centre (m)	1515,78	716,47	667,71	667,71	667,71	915,68
ΔR	Ripage (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DT	Développée totale (m)	391,51	1118,28	527,50	875,56	430,14	454,53
TK	Tangente longue (m)	40309,32	2821,23	2825,27	2825,27	2825,27	3116,86
TL	Tangente courte (m)	185,99	128,79	128,46	128,46	128,46	142,99
Bissectrice	Bissectrice (m)	0.0205	156.1912	14.7545	80.5571	5.9003	3.8955

Tableau34 : les éléments de la clothoïde de la variante choisie

CHAPITRE VI

PROFIL EN LONGE

profil en longe

1-Définition :

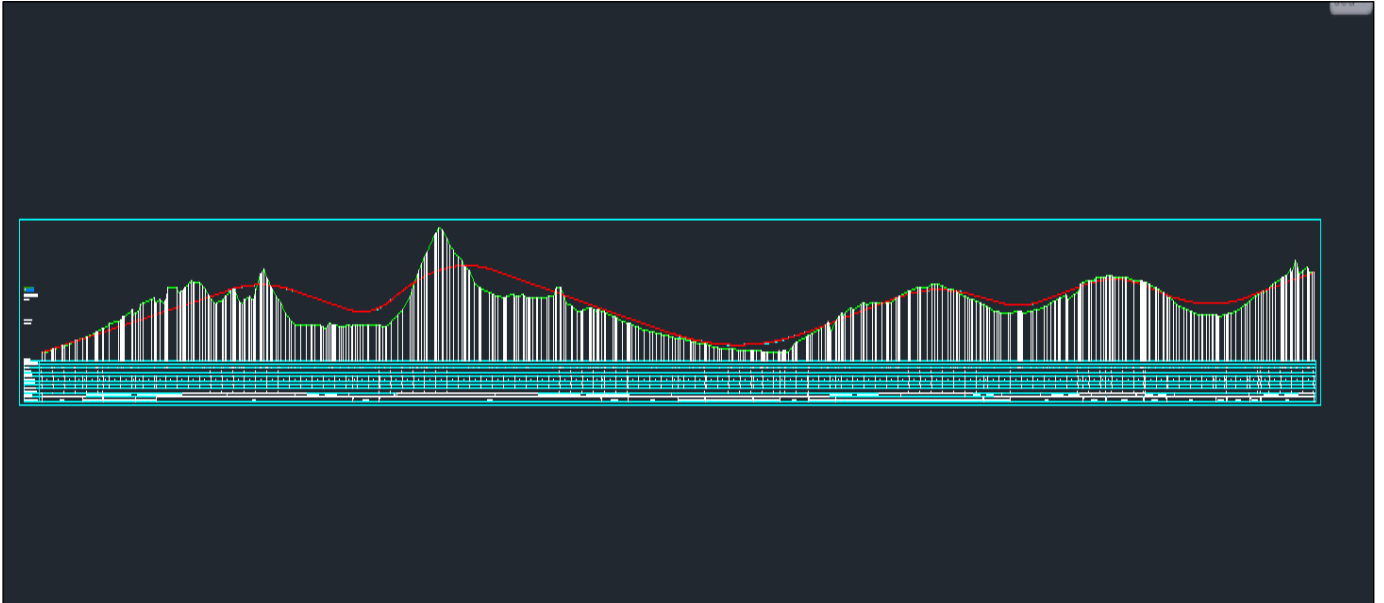


Figure 12 : profil en long de variante choisie

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

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

- Equilibrer les surfaces remblais et déblais et d'éviter les grands terrassements.
- Assurer une bonne visibilité.
- Assurer un confort dynamique pour l'utilisateur.
- Eviter les hauteurs excessives des remblais.
- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.

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

3-Coordination du tracé en plan et du profil en long :

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

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre:
- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.

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.

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

B-1 -Déclivité minimale :

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuer longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5% et de préférence 1%.

B-2 -Déclivité maximale :

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

La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).

- l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).
- Condition d'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules.
- Vitesse minimale du poids lourd.

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

Valeur de déclivité maximale

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

Tableau 35: Valeur de déclivité maximale

Remarque :

L'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

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

Application au projet :

La vitesse de base qu'on a retenue dans notre projet est 100 Km/h, donc la déclivité maximale est de 5%.

6-Raccordement en profil en long :

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

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

On distingue donc deux types de raccordement :

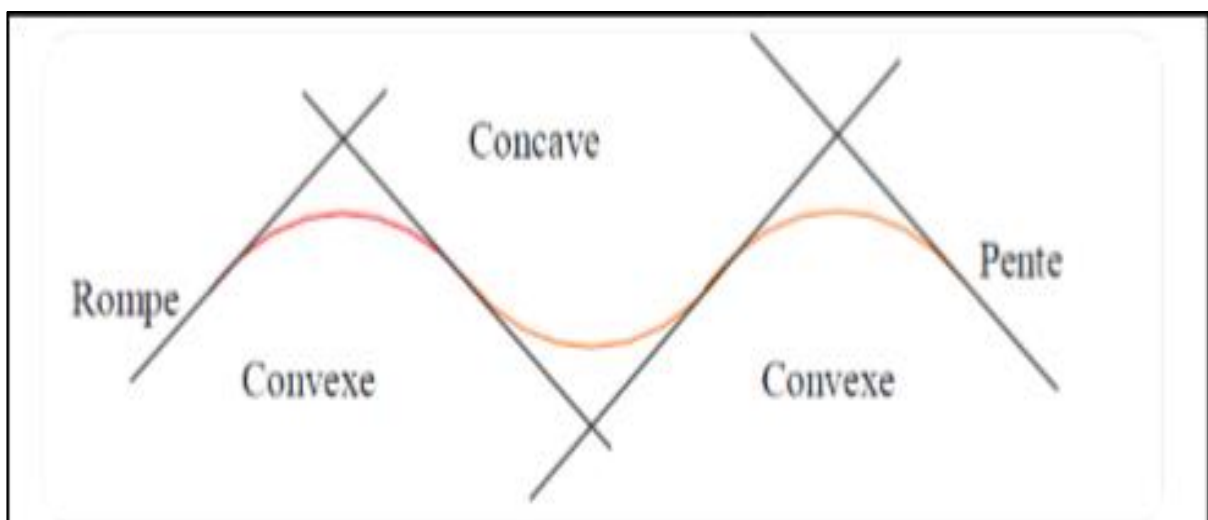


Figure 13 : raccordement en Profil en long

Raccordement convexe (angle saillant) :

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

Condition de confort :

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

$$\frac{V_r^2}{R_v} = \frac{g}{40} \quad \text{D'où : } R_v \geq 0,30 V^2$$

$$R_v \geq 0,23 V^2$$

Avec:

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

➤ **Condition de visibilité :**

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

Il faut deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir 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

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

	V_r Rayon (m)	40	60	80	100	120
CAT 1-2	$R_v'm$	300	1000	2500	6000	12000
	$R_v'N$	1000	2500	6000	12000	18000

Tableau 36 : rayon convexes (angle saillant)

Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

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

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

Soit :

Cette condition s'exprime par la relation :

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

Avec :

Rv' : rayon minimum du cercle de raccordement.

d1 : distance d'arrêt.

$$\frac{g}{40} \text{ pour la CAT 1-2.}$$

❖ Rayon minimal absolu :

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

$$R_{vm} (Vr) = 0.3 \times (Vr)^2 = 0.3 \times (100)^2 = 3000m$$

❖ **Rayon minimal normal :**

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

$$RVN_{\phi vr} = RVM_{\phi} (vr + 20).$$

$$Rvn = 0.3 (Vr + 20)^2$$

$$Rvn = 0.3 \times 120^2 = 4200 \text{ m}$$

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

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R' Vm	3000
Min -normal	R'VN	4200

Tableau 37 : Rayons concaves (angle rentrant). Cat1, V100.

Calcul de raccordement parabolique :

La tangente :

L'épuration de la parabole est :

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

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

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

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

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

La flèche :

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

❖ Tableau Récapitulatif :

p1 (%) p2(%)	Rayon	Tangente	Fléché
1.869 -1.915	8000	151,36	1.43
-1,915 4.743	3000	99,87	1.66
4,743 -1,964	6500	217,97	3.65
-1,964	15000	303,37	3.07

2,081			
2,081	8000	142,8	1.27
-1.489			
-1,489	5000	86,95	0.76
1.989			
1,989	5000	100,27	1.01
-2.022			
-2,022	8000	165,2	1.71
2.108			

Tableau 38 : les valeur des tangents et des flèches

CHAPITRE VII

PARAMÈTRES CINÉMATIQUES

Paramètre cinématique

1- Définition :

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules dans le projet de construction de la route. Ces paramètres sont :

2- Distance de freinage

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

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

$$d_0 = 0,04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)}$$

Avec :

V_r : vitesse de référence $V_r=80$ Km/h.

i : déclivité.

f_l : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse V_r .

❖ **En alignement droit :**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)}$$

❖ **En rampe:**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)}$$

❖ **En pente :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g(fl \pm i)}$$

3-Temps de réaction :

Souvent l'obstacle est imprévisible et le conducteur a besoin d'un temps pour réaliser la nature de l'obstacle ou du danger qui lui apparaît. Ce temps est en général appelé temps de perception du conducteur, il diffère d'une personne à une autre et varie en fonction de l'état psychique et physiologique. De nombreuses études faites sur le comportement des conducteurs, ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne :

Dans une attention concentrée

- $t = 1.2 \text{ s}$ pour un obstacle imprévisible
- $t = 0.6 \text{ s}$ pour un obstacle prévisible

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

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

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

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

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) :

Distance d'arrêt : $d=d_1+d_0$

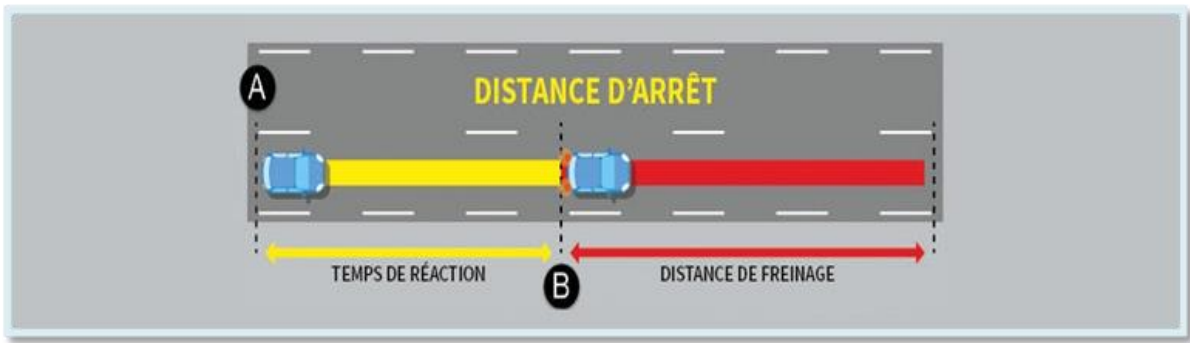


Figure 14 : Temps de perception-réaction.

➤ **En alignement droit**

Pour $V_r < 100$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d = d_0 + 0.55 V_r$

Pour $V_r \geq 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = d_0 + 0.50 V_r$

➤ **En courbe**

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

Pour $V_r \leq 100$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d = 1.25 d_0 + 0.55 V_r$

Pour $V_r > 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = 0.50 d_0 + 0.50 V_r$

	V(Km/h)	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	f_l	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 39 : coefficient de frottement longitudinal f_l en fonction de la vitesse (B40).

5-Distance de perception :

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

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

$$d_p = d + \frac{6}{3.6} V_r$$

V_r est en Km/h

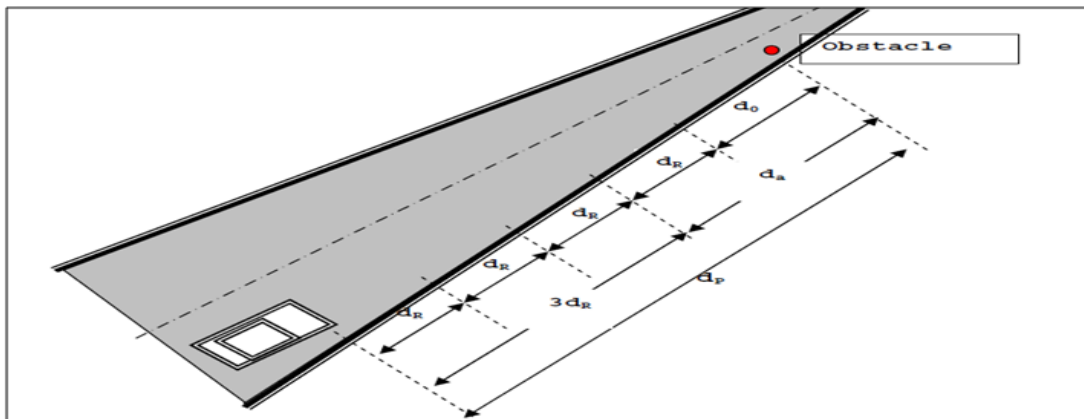


Figure 15 : Distance de perception.

6-Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

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

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

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

dmd : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement.

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

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

Tableau 40 : les différentes distances selon les normes B40

Application : Vr = 100 Km/h

$$\mathbf{dvdm} = 420\text{m}$$

$$\mathbf{dvdN} = 620 \text{ m}$$

$$\mathbf{dmd} = 300\text{m}$$

7- Distance de sécurité entre deux véhicules :

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

La distance de freinage ne change pas et reste d_0 , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction du second véhicule un feu arrière de stop de premier véhicule.

L'espacement sera donc théoriquement :

$$d'_2 = d_2 + v \times t' + l$$

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

L : longueur moyenne d'un véhicule

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

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

Distance de sécurité sera donc :

$$d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l \quad (t \text{ en s et } v \text{ en m/s})$$

Soit E l'espace supplémentaire de sécurité :

$$E = v \times t' + l$$

Sachons que $v = \frac{v \text{ (km/h)}}{3.6}$ et $t' = 0.75 \text{ s}$ $\Rightarrow E_s = \frac{V}{5} + 1$

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.

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

❖ Application au projet

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	447.819	573185.97, 3554317.22	447.819
Rampe = 1.869 %	821.658	821.802				
			821.658	463.174	573129.94, 3555135.02	462.115
Arc de parabole	302.699	302.717				
Rayon = -8000.0000						
S haut = 970.658						
Z haut = 464.570						
			1124.357	463.103	573089.45, 3555435.00	454.715
Pente = -1.915 %	239.371	239.415				
			1363.728	458.519	573057.44, 3555672.22	454.541
Arc de parabole	199.735	199.791				
Rayon = 3000.0000						
S bas = 1420.728						

Z bas = 457.969						
			1563.463	461.344	573042.57, 3555871.08	456.273
Rampe = 4.743 %	13.976	13.991				
			1577.438	462.006	573043.32, 3555885.04	456.889
Arc de parabole	435.916	436.040				
Rayon = -6500.0000						
S haut = 1885.438						
Z haut = 469.317						
			2013.355	468.064	573200.41, 3556284.14	461.932
Pente = -1.964 %	781.967	782.118				
			2795.322	452.709	573902.90, 3556567.28	451.657
Arc de parabole	606.676	606.718				
Rayon = 15000.0000						
S bas = 3090.322						
Z bas = 449.817						
			3401.998	453.065	574445.39, 3556811.56	451.932
Rampe = 2.081 %	412.615	412.704				
			3814.613	461.651	574707.53, 3557122.49	461.930
Arc de parabole	285.630	285.646				
Rayon = -8000.0000						
S haut = 3980.613						
Z haut = 463.383						
			4100.242	462.496	574756.25, 3557401.60	461.706
Pente = -1.489 %	160.452	160.470				
			4260.694	460.106	574730.17, 3557559.60	457.714
Arc de parabole	173.948	173.957				
Rayon = 5000.0000						
S bas = 4334.694						
Z bas = 459.551						
			4434.642	460.541	574684.97, 3557727.57	458.731
Rampe = 1.989 %	224.455	224.499				
			4659.097	465.006	574626.58, 3557944.30	465.469
Arc de parabole	200.561	200.575				

Rayon = -5000.0000						
S haut = 4758.097						
Z haut = 465.996						
			4859.658	464.974	574600.99, 3558142.51	465.615
Pente = -2.022 %	169.575	169.610				
			5029.233	461.546	574620.50, 3558310.82	460.393
Arc de parabole	330.353	330.376				
Rayon = 8000.0000						
S bas = 5191.233						
Z bas = 459.911						
			5359.586	461.688	574678.54, 3558635.76	460.339
Rampe = 2.108 %	287.614	287.678				
			5647.200	467.750	574768.29, 3558909.00	467.750
Longueur totale	5647.200					

Tableau 41 : Déclivité du profil en long

1-Distance de freinage :

Pour notre projet on a : fl=0,39

❖ **En alignement droit : i = 0**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{100^2}{10(0,36)} \longrightarrow d_0 = 111.11m$$

❖ **En rampe: i= 1.869 %**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{100^2}{10(0,36 + 0,01869)} \longrightarrow d_0 = 105.63m$$

❖ **En pente : i = -1.915%**

$$d_0 = 0,04 \times \frac{Vr^2}{g(fl \pm i)} = 0,04 \times \frac{100^2}{10(0,36 - 0,01915)} \longrightarrow d_0 = 117.35m$$

❖ **Tableau récapitulatif :**

Les rampes (%)	Distance de freinage (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
1.869	105.63	-1.915	117.35
4.743	98.18	-1.964	117.52
2.081	105.04	-1.489	115.91
1.989	105.29	-2.022	117.72
2.108	104.96	-	-

Tableau 42 : distance de freinage « variante choisie »

2-Distance d'arrêt :

❖ **En alignement droit :**

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

❖ **En palier avec : $i = 0$**

$d = 111.11 + (0.50 \times 100) = 161.11 \text{m}$

❖ **En rampe : $i = 1.869 \%$:**

$d = 105.63 + (0.50 \times 100) = 155.63 \text{m}$

❖ **En pente : $i = -1.915\%$:**

$d = 117.35 + (0.50 \times 100) = 167.35 \text{m}$

❖ **Tableau récapitulatif :**

Les rampes (%)	Distance d'arrêt (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
1.869	155.63	-1.915	167.35
4.743	148.18	-1.964	167.52
2.081	155.04	-1.489	165.91
1.989	155.29	-2.022	167.72
2.108	154.96	-	-

Tableau 43 : Distance d'arrêt en alignement droit « variante choisie »

❖ **En courbe :**

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

❖ **En palier avec : $i = 0$**

$d = (1.25 \times 111.11) + (0.55 \times 100) = 193.89\text{m}$

❖ **En rampe : $i = 1.869 \%$:**

$d = (1.25 \times 105.63) + (0.55 \times 100) = 187.03\text{m}$

❖ **En pente : $i = -1.915\%$:**

$d = (1.25 \times 117.35) + (0.55 \times 100) = 201.69\text{m}$

❖ **Tableau récapitulatif :**

Les rampes (%)	Distance d'arrêt (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
1.869	187.03	-1.915	201.69
4.743	177.72	-1.964	201.90
2.081	186.30	-1.489	199.88
1.989	186.62	-2.022	202.15
2.108	186.21	-	-

Tableau 44 : Distance d'arrêt en courbe « variante choisie »

Distance de perception :

❖ En alignement droit :

$$\text{On a } V_r = 100 \text{ Km/h} \quad dp = d + \frac{6}{3.6} V_r$$

$$\text{❖ En palier : } dp = 193.89 + \frac{6}{3.6} 100 = 360.56m$$

$$\text{❖ En rampe : } dp = 187.03 + \frac{6}{3.6} 100 = 353.70m$$

$$\text{❖ En pente : } dp = 201.69 + \frac{6}{3.6} 100 = 368.36m$$

➤ Tableau récapitulatif :

Les rampes (%)	Distance de perception (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
1.869	322.29	-1.915	334.02
4.743	314.84	-1.964	334.19
2.081	321.71	-1.489	332.57
1.989	321.96	-2.022	334.39
2.108	321.63	-	-

Tableau 45 : Distance de perception en alignement droit de la variante choisie

❖ En courbe :

$$\text{On a } V_r = 100 \text{ Km/h} \quad dp = d + \frac{6}{3.6} V_r$$

$$\text{❖ En palier : } dp = 161.11 + \frac{6}{3.6} 100 = 327.77m$$

$$\text{❖ En rampe : } dp = 155.63 + \frac{6}{3.6} 100 = 322.29m$$

$$\text{❖ En pente : } dp = 167.35 + \frac{6}{3.6} 100 = 334.02m$$

➤ **Tableau récapitulatif :**

Les rampes (%)	Distance de perception (m)	Les pentes (%)	Distance de freinage (m)
1.869	353.70	-1.915	368.36
4.743	344.39	-1.964	368.57
2.081	352.97	-1.489	366.55
1.989	353.28	-2.022	368.82
2.108	352.87	-	-

Tableau 46 : Distance de perception en courbe droit de la variante choisie

4- Manœuvre de dépassement

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

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

$$\mathbf{dvdm} = 420\text{m}$$

$$\mathbf{dvdN} = 620 \text{ m}$$

$$\mathbf{dmd} = 300\text{m}$$

5- Distance de sécurité entre deux véhicules :

si deux véhicules se suivent à une vitesse de $V = 100 \text{ Km/h}$.La distance de sécurité sera

➤ **1^{er} Cas :**
$$E_s = \frac{V}{5} + 1 = \frac{100}{5} + 1 = 25\text{m}$$

➤ **2^{ème} Cas :**
$$E_s = \frac{V}{3} = \frac{100}{3} = 33.33\text{m}$$

CHAPITRE VIII

PROFIL EN TRAVERS

Profil en travers

1-Définition :

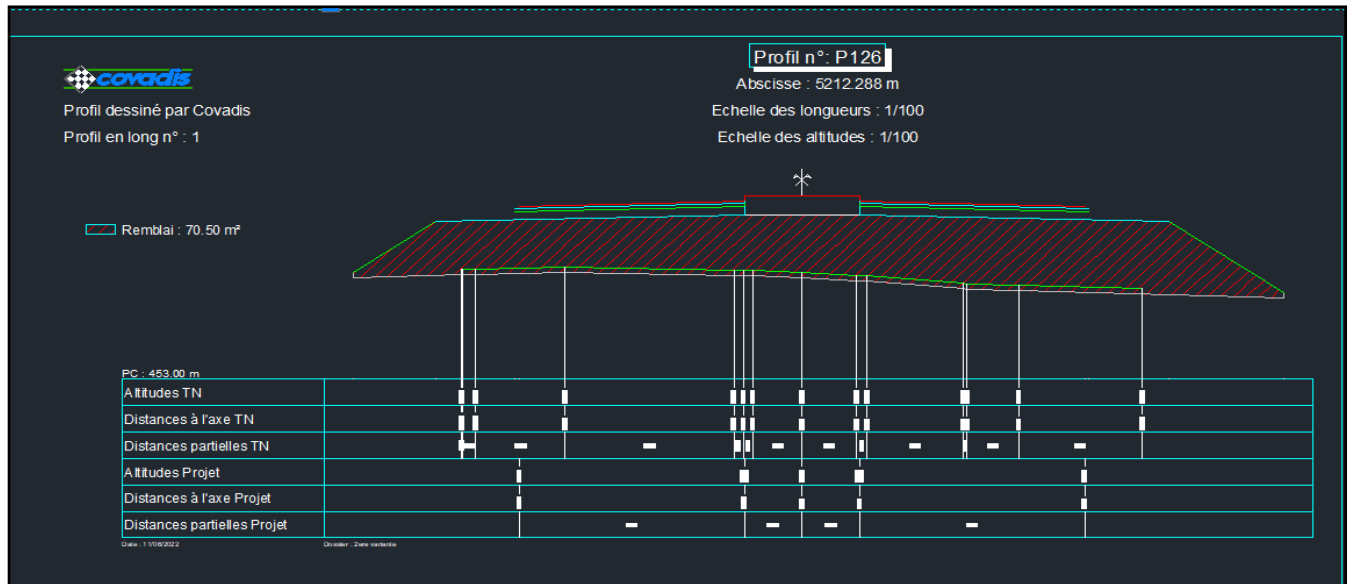


Figure 16 : profil en travers de variante choisie

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

2- Différent type de profil en travers :

- Profil en travers type.
- Profil en travers courants.

Profil en travers type :

Définition :

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, i couche de base, couche de fondation).

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 :

• La Chaussée :

Surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.

• L'emprise :

Partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.

• L'assiette :

Surface du terrain réellement occupée par la route.

• Plate-forme :

Surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.

• Les Accotements :

Zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée.

L'accotement est constitué de la bande d'arrêt d'urgence et de la berme :

a) Bande d'arrêt d'urgence :

Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

b) La berme :

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

• Terre- plein central (T.P.C) :

Il assure la séparation matérielles des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

• Les trottoirs :

Dans les agglomérations les accotements sont spécialement aménagés pour la circulation des piétons, ils prennent le nom de trottoir.

• Banquette :

Lorsque le bord de l'accotement d'une route en remblai est plus de 1,00m au dessus du sol naturel, on réduit les risques d'accident en établissant une levée de terre appelée banquette .de nos jours les banquettes sont remplacées par des glissières de sécurité.

• 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.

4-Application au projet :

Après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé de Deux Chaussée unidirectionnelle à trois voies.

- Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- ✚ **Chaussée** : $7 \times 2 = 14$ m
- ✚ **Terre-plein central** : 4 m
- ✚ **BAU** : $2 \times 2 = 4$ m
- ✚ **Accotement** : $1 \times 2 = 2$ m.
- ✚ **Plate-forme** : 24 m.

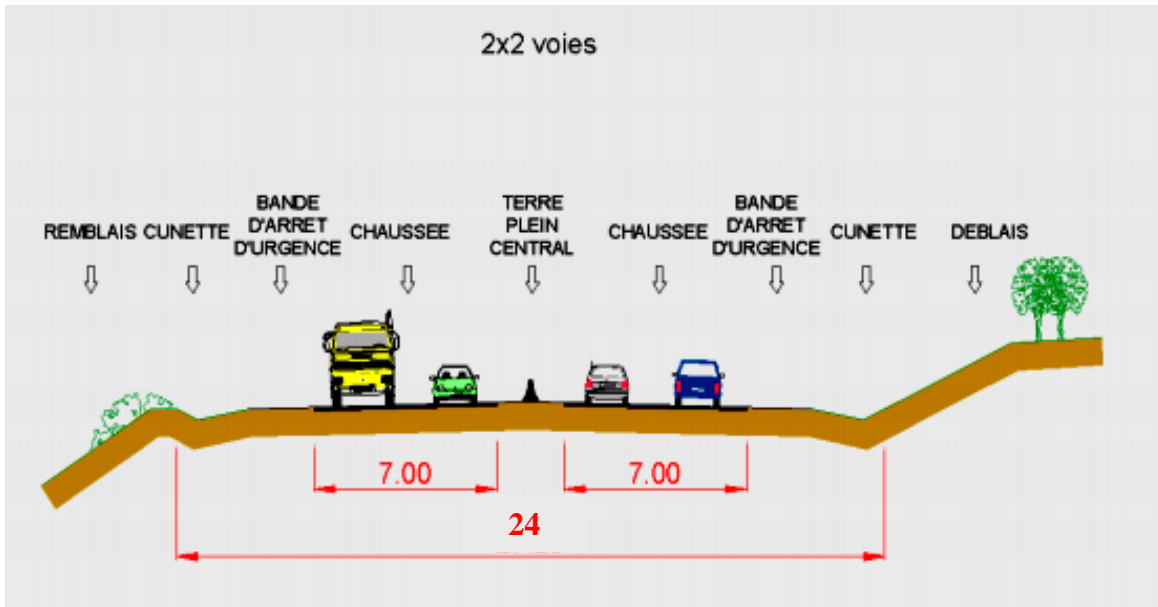


Figure 17 : Le profil en travers.

Fossés bétonnés sur toute la longueur. La figure suivante montre le fossé avec les dimensions:

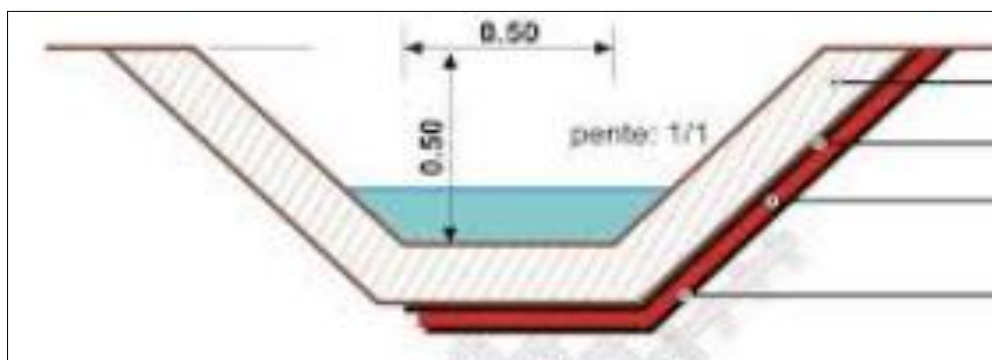


Figure 18: Dimensions du fossé.

CHAPITRE IX

DEMSIONNEMENT DU CORPS

DE CHAUSSÉE

1-INTRODUCTION :

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

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 vie.

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

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

Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

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

2- LA CHAUSSEE :

A - Définition :

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

A la suite, la chaussée est appelée à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature.
- reporter le poids sur le terrain de fondation.

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

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

3 - Différents types de chaussée:

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

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

➤ Chaussée souple :

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

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

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

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

➤ Couche de roulement (surface) :

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés.

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

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

➤ **Couche de base:**

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartit 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:**

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

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

➤ **Couche de forme:**

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

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

Chaussée semi-rigide :

On distingue :

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

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

Chaussée rigide :

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

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

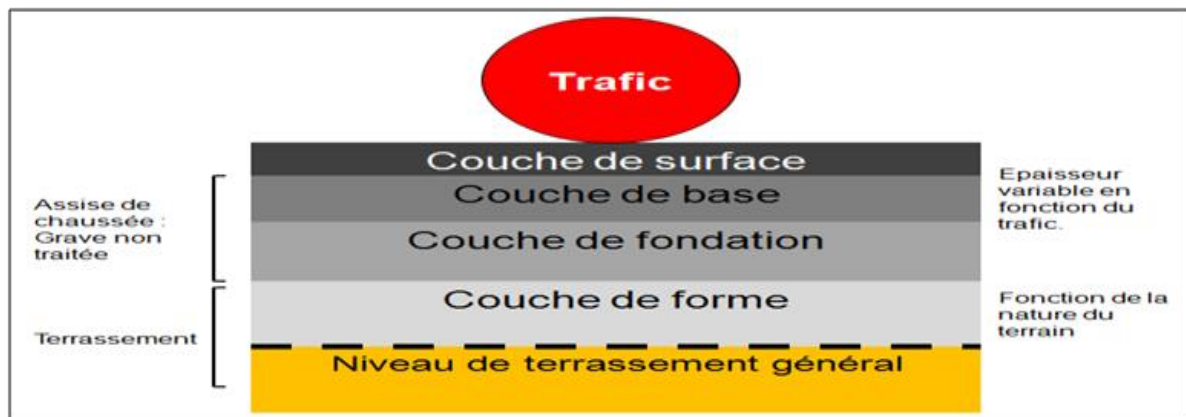


Figure 19 : Structure type d'une chaussée souple

4-Les différents facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement

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

A - Trafic :

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

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres: De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes.

B - Environnement :

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

La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support. Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

C - Le Sol Support :

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

Les plates formes sont définies à partir :

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

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de l'indice CBR.

Portance	1	2	3	4
CBR	<3	3 à 6	6 à 10	10 à 20

Tableau 47 : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR.

Détermination de la classe du sol:

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante.

Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants:

Portance (Si)	CBR
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

Tableau 48 : Les classes de portance des sols.

D - Matériaux :

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

METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

Nous avons deux grandes familles de méthodes :

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

Cette dernière contient elle-même les méthodes suivantes :

Method C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

a1 × e1 : couche de roulement

a2 × e2 : couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

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

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.0
Grave ciment – grave laitier	1.50.
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.5 à 0.75

Tableau 49 : Coefficient equivalence.

B - Method A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials):

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

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

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

- L'influence des charges et de leur répétition.

C - Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

Le dimensionnement par la méthode du catalogue de dimensionnement (méthode rationnelle) passe par la détermination des contraintes et déformations admissibles des matériaux sous l'effet du trafic considéré et la durée de vie escomptée.

Les sollicitations subies par les matériaux sous l'effet du trafic seront ensuite calculées et comparées aux sollicitations admissibles. Le développement de l'outil informatique a fait que les méthodes de dimensionnement rationnelles sont devenues plus accessibles. Avec la facilité de résolution des équations multiples à dérivées partielles, des logiciels comme Alizé.

C'est un logiciel qui modélise les structures multicouches et calcule les contraintes transversales et radiales ainsi que les déformations à travers les couches de chaussées. Pour cela, il faut :

- Le type de poids lourd et la charge standard.
- Le nombre de couches composant la chaussée, leur épaisseur et le mode de liaison entre ces différentes couches.
- Les caractéristiques pour chaque matériau composant la chaussée : le module de Young E et le coefficient de Poisson.

5- APPLICATION AU PROJET :

A - Données de l'étude :

Chaussée unidirectionnelle à 1 voie

- Le trafic à l'année 2021 : $TJMA_{2021} = 11000 \text{ v/j}$.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4 \%$
- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 20 \%$
- La durée de vie estimée de 20 ans
- ICBR = 8 (ce sol appartient à la classe **(S3)**)

B - Répartition de trafic :

- Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :

$$TPL_{2021} = TMJA_{2021} \times \% PL$$

$$TPL_{2021} = 11000 \times 0.20 = 2200 \text{ V/j}$$

$$TPL_{2024} = TPL_{2021} \times (1 + \tau)^3$$

$$TPL_{2024} = 2200 \times (1 + 0.04)^3$$

$$TPL_{2024} = 2475 \text{ VPL/j}$$

- Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :

$$TPL_{2044} = TPL_{2024} \times (1 + \tau)^{20}$$

$$TPL_{2044} = 2475 \times (1 + 0.04)^{20}$$

$$TPL_{2044} = 5423 \text{ VPL/j}$$

C - Calcul d'épaisseur:

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{5423}{10})}{8 + 5}$$

$$e = 50 \text{ cm}$$

D - Epaisseur équivalente :

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

- e1: épaisseur réelle de la couche de surface.
- e2: épaisseur réelle de la couche de base.
- e3: épaisseur réelle de la couche de fondation
- e4: épaisseur réelle de la couche d'assise (support)

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche :

- ✓ Couche de roulement en béton bitumineux à module élevé (BB) : $a_1 \times e_1$
 $= 2 \times 8 = 16 \text{ cm}$

✓ Couche de base en Grave bitumineux (GB) : $a_2 \times e_2 = 12 \times 1,2 = 14.4$
cm

✓ Grave non trait GNT : $a_3 \times e_3 = 30 \times 0.65 = 19.6$ **cm**

Après la vérification, la structure proposée est comme suit :

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
Couche de roulement	BB	8	16
Couche de base	GB	12	14.4
couche grave non trait	GNT	30	19.6
	Somme	50	50

Tableau 50 : épaisseurs du corps de chaussée

Notre structure comporte : **8 BB + 12 GB + 30 GNT**

La figure suivante récapitule les résultats de la méthode CBR que nous avons utilisée :

	8 BB
	12 GB
	30 GNT

Figure 20 : La structure de chaussée.

CHAPITRE X

CUBATURE

Cubature

1-Définition

Les cubature de terrassement, c'est l'évolution des courbes 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 profile 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** .

❖ **Résultat de calcul de cubature APD « variante choisis »**

			Déblais					Remblais				
Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	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	0.000	25.000	6.23	8.74	14.96	374.072	374.072	0.02	0.02	0.04	0.987	0.987
P2	50.000	50.000	5.00	7.59	12.59	629.649	1003.722	0.02	0.02	0.04	2.010	2.997
P3	100.000	50.000	4.36	8.84	13.20	660.108	1663.830	0.02	0.02	0.04	2.017	5.014
P4	150.000	41.182	5.42	10.64	16.06	661.302	2325.131	0.02	0.02	0.04	1.650	6.664
P5	182.364	25.000	4.20	9.70	13.90	347.487	2672.619	0.02	0.02	0.04	0.995	7.659
P6	200.000	33.818	3.55	9.09	12.64	427.501	3100.120	0.02	0.02	0.04	1.346	9.005
P7	250.000	36.181	3.85	16.60	20.45	739.985	3840.105	0.02	0.02	0.04	1.420	10.425
P8	272.363	25.000	13.08	24.11	37.19	929.700	4769.805	0.02	0.02	0.04	1.017	11.442
P9	300.000	38.819	22.59	38.85	61.43	2384.803	7154.608	0.02	0.02	0.04	1.590	13.032
P10	350.000	50.000	26.21	46.63	72.84	3641.971	10796.579	0.02	0.02	0.04	1.826	14.858
P11	400.000	33.670	24.62	62.98	87.60	2949.517	13746.096	0.02	0.02	0.04	1.349	16.207
P12	417.340	25.000	29.75	56.15	85.90	2147.415	15893.511	0.02	0.01	0.03	0.766	16.972
P13	450.000	41.330	35.43	77.46	112.88	4665.504	20559.015	0.02	0.02	0.04	1.564	18.537
P14	500.000	28.669	32.69	83.28	115.97	3324.721	23883.736	0.02	0.02	0.04	1.084	19.620
P15	507.338	25.000	29.85	74.13	103.98	2599.464	26483.200	0.02	0.01	0.03	0.838	20.459
P16	550.000	46.331	28.03	69.38	97.40	4512.690	30995.890	0.02	0.02	0.04	1.905	22.364
P17	600.000	50.000	45.28	87.02	132.30	6614.942	37610.832	0.02	0.02	0.04	2.204	24.568
P18	650.000	50.000	81.72	84.07	165.79	8289.382	45900.214	0.02	0.02	0.04	2.002	26.570
P19	700.000	50.000	76.86	66.10	142.96	7148.183	53048.397	0.02	0.02	0.04	1.949	28.519
P20	750.000	50.000	1.99	0.00	1.99	99.279	53147.676	0.51	5.30	5.81	290.289	318.808
P21	800.000	50.000	7.15	0.00	7.15	357.398	53505.074	7.23	26.73	33.95	1697.743	2016.550
P22	850.000	50.000	25.33	0.39	25.72	1286.161	54791.235	0.02	21.90	21.92	1096.088	3112.639
P23	900.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	54791.235	23.76	57.23	80.99	4049.278	7161.917
P24	950.000	50.000	4.66	0.00	4.66	232.847	55024.082	1.08	8.25	9.33	466.662	7628.579
P25	1000.000	50.000	62.43	18.69	81.12	4055.833	59079.915	0.02	0.02	0.04	1.858	7630.437
P26	1050.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	28.75	45.87	74.62	3730.956	11361.393
P27	1100.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	109.07	128.75	237.82	11890.827	23252.220
P28	1150.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	123.47	132.60	256.07	12803.547	36055.767
P29	1200.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	108.39	115.15	223.54	11177.100	47232.867
P30	1250.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	95.38	96.96	192.34	9616.939	56849.806
P31	1300.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	67.81	77.70	145.51	7275.634	64125.440
P32	1350.000	40.004	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	54.18	61.58	115.76	4630.965	68756.405
P33	1380.008	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	44.99	46.75	91.74	2293.388	71049.792
P34	1400.000	34.996	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	38.32	39.40	77.72	2720.016	73769.809
P35	1450.000	49.004	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	38.05	40.91	78.96	3869.104	77638.913

P36	1498.008	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	57.53	60.47	118.00	2950.081	80588.994
P37	1500.000	25.996	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	58.70	61.65	120.36	3128.782	83717.776
P38	1550.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	75.47	69.07	144.54	7227.142	90944.918
P39	1600.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	59079.915	70.93	56.97	127.90	6395.141	97340.058
P40	1650.000	50.000	0.00	23.30	23.30	1165.235	60245.150	23.29	0.10	23.39	1169.379	98509.437
P41	1700.000	50.000	51.31	154.09	205.40	10270.155	70515.305	0.02	0.03	0.04	2.113	98511.550
P42	1750.000	50.000	109.80	225.37	335.17	16758.297	87273.602	0.01	0.02	0.04	1.780	98513.329
P43	1800.000	50.000	112.83	138.16	250.98	12549.085	99822.687	0.01	0.02	0.03	1.741	98515.071
P44	1850.000	50.000	33.03	42.19	75.22	3761.095	103583.782	0.02	0.02	0.04	1.831	98516.902
P45	1900.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	20.59	16.93	37.52	1876.165	100393.067
P46	1950.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	76.70	79.13	155.83	7791.715	108184.781
P47	2000.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	84.18	89.47	173.65	8682.424	116867.205
P48	2050.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	65.83	87.14	152.97	7648.507	124515.712
P49	2100.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	48.23	74.05	122.28	6114.225	130629.936
P50	2150.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	46.76	52.23	98.99	4949.477	135579.414
P51	2200.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	28.64	39.96	68.60	3429.784	139009.197
P52	2250.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	103583.782	10.30	20.41	30.71	1535.320	140544.518
P53	2300.000	50.000	45.31	10.04	55.35	2767.263	106351.044	0.02	0.98	0.99	49.709	140594.227
P54	2350.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106351.044	18.46	16.63	35.09	1754.295	142348.522
P55	2400.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106351.044	27.20	10.49	37.69	1884.360	144232.882
P56	2450.000	42.733	0.03	0.00	0.03	1.110	106352.154	3.55	6.75	10.30	440.112	144672.995
P57	2485.466	25.000	0.75	0.00	0.75	18.660	106370.814	0.43	9.81	10.24	255.971	144928.966
P58	2500.000	32.267	2.96	0.00	2.96	95.603	106466.417	0.33	10.45	10.77	347.666	145276.631
P59	2550.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.011	106466.429	3.11	15.29	18.41	920.296	146196.927
P60	2600.000	26.733	0.00	0.00	0.00	0.000	106466.429	9.70	14.89	24.59	657.497	146854.424
P61	2603.466	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106466.429	10.07	14.99	25.06	626.409	147480.833
P62	2650.000	48.267	0.00	0.00	0.00	0.000	106466.429	8.25	18.39	26.64	1285.757	148766.590
P63	2700.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106466.429	7.34	16.55	23.89	1194.271	149960.862
P64	2750.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106466.429	4.34	15.54	19.88	994.171	150955.033
P65	2800.000	37.285	0.72	0.00	0.72	26.844	106493.273	1.34	10.83	12.16	453.451	151408.484
P66	2824.570	25.000	1.40	0.00	1.40	34.992	106528.265	0.75	6.84	7.60	189.936	151598.420
P67	2850.000	37.715	0.36	0.00	0.36	13.688	106541.953	0.33	4.65	4.98	187.755	151786.175
P68	2900.000	47.285	0.49	0.00	0.49	23.109	106565.062	0.42	2.67	3.09	146.095	151932.271
P69	2944.569	25.000	0.00	0.00	0.00	0.074	106565.136	3.51	4.41	7.92	197.929	152130.199
P70	2950.000	27.715	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	4.18	4.54	8.72	241.709	152371.909
P71	3000.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	7.56	5.43	12.99	649.502	153021.411
P72	3050.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	10.34	8.70	19.03	951.659	153973.070
P73	3100.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	12.11	12.52	24.63	1231.607	155204.677
P74	3150.000	29.519	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	13.61	17.58	31.19	920.762	156125.439
P75	3159.037	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	13.51	18.12	31.63	790.802	156916.241
P76	3200.000	45.481	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	19.32	25.51	44.82	2038.583	158954.824
P77	3250.000	39.518	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	26.06	34.77	60.83	2403.760	161358.584

P78	3279.037	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	27.71	38.57	66.28	1657.119	163015.703
P79	3300.000	35.482	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	37.07	41.38	78.46	2783.818	165799.521
P80	3350.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	13.57	19.48	33.05	1652.401	167451.922
P81	3400.000	27.461	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	5.01	5.86	10.86	298.309	167750.231
P82	3404.921	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	106565.136	4.26	4.64	8.90	222.568	167972.798
P83	3450.000	47.539	0.05	0.00	0.05	2.489	106567.624	11.07	6.56	17.63	838.016	168810.814
P84	3500.000	37.460	0.00	0.00	0.00	0.000	106567.624	8.76	14.07	22.83	855.403	169666.218
P85	3524.921	25.000	3.57	3.05	6.62	165.423	106733.048	0.02	2.70	2.72	67.992	169734.210
P86	3550.000	37.540	6.71	15.20	21.91	822.500	107555.548	0.02	0.02	0.04	1.516	169735.726
P87	3600.000	50.000	31.12	36.02	67.15	3357.281	110912.828	0.02	0.01	0.03	1.677	169737.403
P88	3650.000	50.000	35.09	38.99	74.08	3704.037	114616.865	0.02	0.02	0.04	2.045	169739.448
P89	3700.000	50.000	13.71	29.35	43.06	2152.982	116769.847	0.02	0.02	0.04	2.036	169741.484
P90	3750.000	50.000	2.77	15.80	18.57	928.284	117698.131	0.02	0.03	0.05	2.673	169744.157
P91	3800.000	50.000	5.89	20.01	25.90	1295.031	118993.162	0.02	0.02	0.04	2.038	169746.195
P92	3850.000	50.000	15.00	22.46	37.46	1873.029	120866.190	0.02	0.02	0.04	2.028	169748.223
P93	3900.000	50.000	22.95	23.72	46.68	2333.973	123200.163	0.02	0.02	0.04	1.971	169750.194
P94	3950.000	50.000	25.01	23.10	48.10	2405.248	125605.411	0.02	0.02	0.04	1.945	169752.139
P95	4000.000	50.000	21.43	18.01	39.44	1971.807	127577.218	0.02	0.02	0.04	1.987	169754.126
P96	4050.000	50.000	13.06	6.77	19.83	991.407	128568.625	0.02	0.02	0.04	2.004	169756.130
P97	4100.000	50.000	0.80	2.00	2.80	140.068	128708.693	1.11	1.64	2.75	137.484	169893.613
P98	4150.000	40.581	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	11.37	10.86	22.23	902.108	170795.721
P99	4181.162	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	18.84	20.53	39.38	984.393	171780.115
P100	4200.000	34.419	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	20.45	27.12	47.57	1637.364	173417.478
P101	4250.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	24.16	40.35	64.51	3225.643	176643.121
P102	4300.000	25.580	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	23.43	42.05	65.49	1675.180	178318.302
P103	4301.161	25.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	23.20	42.13	65.33	1633.346	179951.648
P104	4350.000	49.420	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	21.95	33.25	55.20	2727.879	182679.527
P105	4400.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	19.97	28.23	48.20	2409.906	185089.433
P106	4450.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	14.49	20.17	34.66	1732.762	186822.195
P107	4500.000	50.000	0.00	0.00	0.00	0.000	128708.693	7.22	15.34	22.56	1128.050	187950.245
P108	4550.000	50.000	2.61	0.00	2.61	130.295	128838.988	0.15	14.49	14.64	731.757	188682.001
P109	4600.000	36.470	3.92	0.00	3.92	143.014	128982.002	2.92	6.13	9.05	330.026	189012.027
P110	4622.940	25.000	16.59	2.54	19.13	478.171	129460.172	0.01	1.65	1.66	41.594	189053.622
P111	4650.000	38.530	20.47	4.28	24.74	953.260	130413.432	0.01	0.06	0.07	2.737	189056.359
P112	4700.000	37.239	23.73	7.23	30.96	1152.919	131566.352	0.01	0.02	0.03	1.224	189057.582
P113	4724.478	25.000	24.55	9.77	34.32	857.944	132424.295	0.01	0.02	0.03	0.818	189058.400
P114	4750.000	37.761	25.19	13.50	38.69	1461.046	133885.341	0.01	0.02	0.03	1.275	189059.676
P115	4800.000	50.000	25.73	17.54	43.27	2163.289	136048.630	0.02	0.02	0.04	2.040	189061.716
P116	4850.000	46.241	22.41	15.11	37.52	1734.925	137783.555	0.02	0.02	0.04	1.821	189063.537
P117	4892.481	25.000	27.39	28.54	55.93	1398.242	139181.797	0.02	0.02	0.04	1.053	189064.590
P118	4900.000	28.759	26.79	27.35	54.13	1556.744	140738.541	0.01	0.02	0.03	0.944	189065.534
P119	4950.000	47.010	17.91	9.88	27.79	1306.218	142044.759	0.01	0.02	0.04	1.711	189067.245

P120	4994.019	25.000	5.91	0.00	5.91	147.838	142192.597	0.15	9.04	9.19	229.796	189297.042
P121	5000.00	27.99	3.95	0.00	3.95	110.64	142303.24	0.37	9.69	10.05	281.334	189578.376
P122	5050.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	142303.24	12.07	22.85	34.93	1746.259	191324.635
P123	5100.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	142303.24	24.76	34.11	58.87	2943.259	194267.894
P124	5150.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	142303.24	28.77	38.17	66.94	3347.139	197615.033
P125	5200.00	31.14	0.00	0.00	0.00	0.00	142303.24	29.76	38.97	68.73	2140.434	199755.467
P126	5212.29	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	142303.24	30.64	39.86	70.50	1762.554	201518.021
P127	5250.00	24.25	0.00	0.00	0.00	0.00	142303.24	29.89	42.57	72.46	1757.091	203275.112
P128	5260.79	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	142303.24	29.56	41.40	70.96	1774.011	205049.123
P129	5300.00	44.61	0.00	0.00	0.00	0.00	142303.24	22.76	35.05	57.81	2578.770	207627.893
P130	5350.00	31.88	0.00	0.00	0.00	0.00	142303.24	11.12	27.76	38.87	1239.661	208867.554
P131	5363.78	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	142303.24	7.65	23.19	30.84	771.095	209638.650
P132	5400.00	24.25	5.58	0.16	5.74	139.12	142442.36	0.38	12.70	13.08	317.247	209955.896
P133	5412.28	25.00	8.81	0.50	9.32	232.96	142675.32	0.02	8.69	8.70	217.595	210173.491
P134	5450.00	43.86	17.38	13.49	30.87	1353.89	144029.21	0.01	0.02	0.03	1.45	210174.941
P135	5500.00	50.00	32.95	35.56	68.51	3425.63	147454.83	0.02	0.02	0.04	2.16	210177.097
P136	5550.00	50.00	50.19	67.12	117.32	5865.89	153320.72	0.02	0.02	0.04	2.17	210179.262
P137	5600.00	48.60	29.08	60.46	89.54	4351.723	157672.45	0.02	0.02	0.04	2.05	210181.309
P138	5647.20	23.60	9.51	19.09	28.59	674.789	158347.24	0.02	0.02	0.04	1.03	210182.34

Tableau 51 : cubature « variante choisie »

Volume cumulé déblais (m³)	15847.24
Volume cumulé remblai (m³)	210182.34
Excès de remblai (m³)	194335.1

CHAPITRE XI

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

Signalisation :

1- Introduction :

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

2-L'objectif de la signalisation routière :

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

3- Catégories de signalisation :

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

4-Règles à respecter pour la signalisation :

- 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-Les types de signalisation

❖ Signalisation Verticale :

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

- Signalisation avancée
- Signalisation de position.
- Signalisation de direction.
- Elles peuvent être classées dans quatre classes :

❖ Signaux de danger :

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

• Signaux comportant une prescription absolue :

- Signaux d'interdiction.
- Signaux d'obligation.
- Signaux de fin d'interdiction.
- Signaux de fin d'obligation.
- Signaux à simple indication :

L'objet de la signalisation d'indication est de porter à la connaissance des usagers de la route des informations utiles à la conduite des véhicules. Les signaux sont des panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche.

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

Signaux de position des dangers :



Figure 21 : Signalisation Verticale

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.

Marquage longitudinal :

- ✓ Lignes continue : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.
- ✓ Lignes discontinue : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

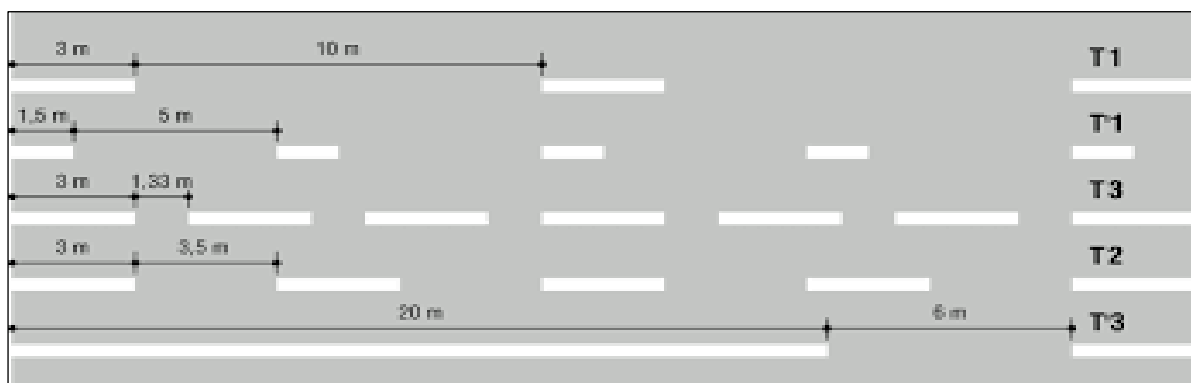


Figure 22 : les lignes « continue et discontinue »

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.

Autre marquage :

Flèche de rabattement : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.

- ✓ **Flèches de sélection** : flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.



Figure 23 : Flèches « rabattement et sélection »

Eclairage :

1- Catégories d'éclairage :

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

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

Catégorie C : éclairage des voies dessertes.

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

2-Paramètre de l'implantation des luminaires :

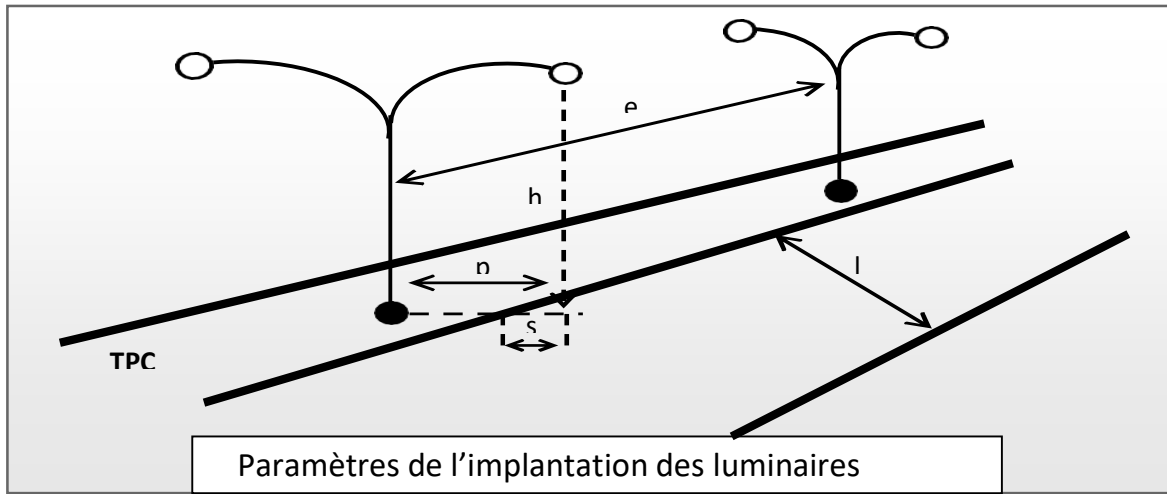


Figure 24 : Paramètre de l'implantation

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

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

l : la largeur (l) de la chaussée.

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

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

Application au projet :

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

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

CHAPITRE XII

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Devis quantitatif :

Le devis quantitatif est une pièce technique élaborée à partir des plans du projet d'exécution et des plans détaillés ainsi que du devis descriptif.

Le devis quantitatif est aussi le résultat de l'étude pour l'établissement des métrés et des métrés contradictoires et aussi des situations de travaux dans le cadre des marches.

Il peut être aussi le classement rationnel et respectif des quantités de travaux de même nature et de qualité définies dans le cahier des prescriptions spéciales, lors du choix des matériaux qui devront être mis en œuvre.

Les phases de détermination du devis quantitatif passent par un avant-métré avant d'établir le métré définitif à la base des métrés contradictoires.

Devis estimatif :

Le devis estimatif est basé sur le devis quantitatif qui sera élaboré dans le cadre des volumes des matériaux mis en place ou déplacés.

Le devis estimatif fournit une prévision des dépenses qui devront être engagées pour la réalisation du projet.

Le devis est considéré comme une pièce contractante figurant dans le marché sur lequel sera basée l'estimation du coût des projets, comme on tient aussi compte de ces estimations lors de l'analyse des offres.

Le devis estimatif est une pièce technique nécessaire qui doit être conforme et reflète le coût réel des travaux, la prévision élaborée dans le cadre du devis estimatif reste de l'ordre de plus ou moins 20% du coût total après le compte général définitif.

❖ **Application au projet :**

N°	Désignation des travaux	U	Quantité marché	Prix U	Montant du marche
1	Travaux de décaissement dans un terrain de toutes nature y compris évacuation des déblais excédentaires réglage de la plate forme , arrosage ,compactage et toutes sujétions de mis en œuvre .	M3	35021	200,00	7004200,00
2	Travaux de déplais un terrain de toutes nature y compris évacuation et toutes sujétions de mise en œuvre	M ³	158347.24	500,00	79173620,00
3	Exécution des couches de remblais sectionné sur 20cm d'épaisseur y/c compactage , ,arrosage et toutes sujétions de bonne exécution	M ³	210182.34	800,00	168145872,00
4	Exécution d'une en base en grave concassée 0/40 sur 30cm d'épaisseur ,y compris réglage , arrosage ,compactage et toutes sujétion de mise en œuvre	M ³	35066	1400,00	49092400,00
5	Exécution d'une couche d'imprégnation en Cut back 0/1 et toutes sujétions de mise en œuvre	M ²	71714	150,00	10757100,00
6	Exécution d'un revêtement à l'enrobé à chaud grave bitume sur 12cm d'épaisseur ,y c compactage et toutes sujétion de mise en œuvre	T	20410	9000,00	183690000,00
7	Exécution d'un revêtement à chaud sur 08cm dép y/c emulission et toutes sujétions de mise en œuvre	T	13300	9000,00	119700000.00
8	Exécution d'un rechargement des accotement en tuf sélectionné sur 20cm d'épaisseur y compris réglage , compactage et toutes sujestions de mise en œuvre	M ³	443	800,00	354400,00

9	Réalisation de fossé bétonné de forme trapézoïdal légèrement armé en treillis soudé dosé à 350kg /m3 y/c fouille en tranchée et toutes sujétion de mise en œuvre B= 1.00m, b = 0.50m ,H =0.50m	ML	3000	2800,00	8400000.00
10	f/p de buse Ø1000 y/c toutes sujétions de mise en œuvre	ML	72	3000,00	2160000,00
				MONTANT TOTAL HT	500377592,00
				TVA 19%	95071742.5
				MONTANT TOTAL TTC	595449334,00

Tableau 52 : devis quantitatif et estimatif

CONCLUSION GENERAL

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

Les travaux de réhabilitations du « Etude de dédoublement de la RN1 du carrefour reliant RN1 au CW 49 PK 0 au PK 5+800 vers la wilaya de méria »

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

En diminuant le nombre de virage de 23 à 6 , en choisissant des rayons en plan et verticaux obéissant aux normes du B40 (sauf dans le cas où la topographie ne le permet pas) et en optant pour la largeur de la chaussée de 2 x 7 m avec un accotement de 2 m de part et d'autre et enfin un corps de chaussée donnant à l'infrastructure la capacité à bouler le trafic actuel qu'elle doit supporter et ceci afin d'assurer la sécurité et le confort on peut conclure que la nouvelle route a été dotée des caractéristiques d'un chemin de wilaya. Et ceci s'est concrétisé en moyennant les actions suivantes qui résument l'objectif de notre étude :

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

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

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

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

Bibliographie

- Topographie et topométrie modernes (tome 1) : techniques de mesure et de représentation **serge milles et jean langofun**
- Topographie et topométrie modernes (tome 2) : **calculs serge milles jean lagofun**
- Les travaux publics **R.ALLARD ET G. KENERT**
- Métré de travaux publics **P.PEYRONNET**
- Voies de communications cour de routes **NICOLAS BOS**

B40

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