



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/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics

Spécialité : V.O.A

Thème

**Etude de réhabilitation du chemin de wilaya CW 01
reliant la commune de Tidda à la commune de Meghila
(wilaya de Tiaret) du Pk 0 +525 au PK 4+532**

Présenté par :

- Melle CHAMOUMA Sarra
- Melle ABBES Fethia

Soutenu le 21 / 06 / 2020 devant le jury composé de :

Président : Mme. ELMASCRI Setti

Examineur: M^r. ROUAM SERIK Mohamed

Encadrant : M^r. TALIA Ahmed

Invités d'honneur : M^r. CHERIF Mourad et M. BOUARFA Zohir

Année Universitaire : 2019 / 2020

Dédicace :



Je tiens d'abord à remercier DIEU le tout puissant pour le courage, la santé, l'amour du savoir et la patience qui m'a donné pour réaliser ce modeste travail que je dédie :

A ma très chère mère : En témoignage de mon affection et de ma profonde reconnaissance et pour votre soutien inestimable.

A mon père allah yerhmo.

A mon fiancée « Chatibi ».

A mes frères et ma sœur. Je vous dis merci pour la complicité et aussi pour les conseils.

A toute la famille de Chamouma. A mes amis (es) pour le soutien moral et les moments agréables passés avec vous

Et à mon binôme ABBES FETHIA. A tout la promotion.

SARRA

Dédicace...



Je tiens d'abord à remercier DIEU le tout puissant pour le courage, la santé, l'amour du savoir et la patience qui m'a donné pour réaliser ce modeste travail que je dédie :

A ma très chère mère : En témoignage de mon affection et de ma profonde reconnaissance et pour votre soutien inestimable.

A mon père : je prie dieu le tout puissant, le clément et le miséricordieux pour que vos âmes reposent en paix amen

A mes frères et ma sœur. Je vous dis merci pour la complicité et aussi pour les conseils.

A toute la famille d'Abbes et Kesser. A mes amis (es) pour le soutien moral et les moments agréables passés avec vous

Et à mon binôme CHAMOUMA SARRA. A tout la promotion.

FETHIA

REMERCIEMENT :

Avant toute chose, on tient à remercier Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donnée la force et la patience d'achever ce modeste travail.

On exprime aussi nos profonds remerciements à TALIA Ahmed d'avoir accepté de nous encadré : ses conseils, orientation et corrections précieuses ont été très profitables pour nous.

On adresse éventuellement nos sincères remerciements à Mme ELMASCRI Setti d'avoir d'accepté de présider le jury de soutenance.

On exprime également notre gratitude à Mr ROUAM SERIK Mohamed d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail en particulier le chef département et tous qui travaillent à l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

CHAMOUMA SARRA.

ABES FETHIA.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
--------------------	----

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

1-Introduction	02
2- Aperçu sur la willaya de Tiaret	02
3- Situation démographique	02
4- Le relief de la willaya	03
5- Le climat.....	03
6- Réseau routier	03
7- Objectif du projet	04

A- DONNEES DE BASE

1-Plan topographique.	05
2-Trafic.	05
3-Indice CBR.	05
4-Catégorie de la route	05
5-Environnement de travail	06
6-Présentation des logiciels utilisés.....	06

CHAPITRE II : ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

1-Tracé en plan.	09
2-Calcul de l'axe	09
2-1-Détermination des coordonnées des sommets.	09
2-2-Calcul de gisement de distance et des angles au centre.	10
2-3-Détermination des éléments des raccordements	11
3-Environnement de la route	11
4-Sinuosité	12
5-Vitesse de référence.	12
6-Courbes en plan.	13
7-Le choix des rayons.	14
8-Pourcentage Alignement Droit	14
9-Application au projet	15
9-1-Coordonnées des points des sommets de la route existante	15

9-2-Calcul de gisement, d'angles au centre et de distances.	15
9-3-Détermination des rayons en plan.	16
9-4-Calculs des éléments des raccordements circulaires.	16
9-5-La longueur des alignements droits et de courbes	16
9-6-Environnement de la route	17
9-7-Vitesse de référence.	21
9-8-Détermination des dévers dmax et dmin	21
9-9-Rayons en plan	21
10-Conclusion.	22

CHAPITRE III : ETUDE DE REHABILITATION DU TRONCON

A-LE TRACE EN PLAN

1-Règles à respecter dans le tracé en plan	23
2-Terminologie routière.	24
3-Application au projet	24
3-1-Dénivelée cumulée moyenne	25
3-2-Calcul des rayons en plan.	29
3-2-1-Le rayon minimal absolu RHm.....	29
3-2-2-Le rayon minimal normal RHN.	29
3-2-3-Le rayon au devers minimal RHd.	30
3-2-4-Le rayon non déversé RHnd.	30
3-2-5-Le choix des rayons	30
3-3- calcul des gisements, distance et des angles au centre	30
3-4-Détermination des éléments des Raccordements	30
3-5-Raccordement progressif	31
3-5-1-Clothoïde	32
3-5-2-Longueur de raccordement	33
3-6-Dévers.	35
3-6-1-Dévers en alignement	35
3-6-2-Dévers vers l'intérieur des courbes	35
3-6-3-Détermination des dévers aux rayons en plan.	36

3-6-4-Méthode de calcul des dévers en clothoïde	36
3-7-Application à notre projet.	37
B-ETUDE DU TRAFIC	
1-Analyse du trafic existant	41
2-La mesure des trafics	41
2-1-Les compactages.....	41
2-2-Les enquêtes.	42
3-Différents types de trafic	43
4-Calcul de la capacité	44
4-1-Définition de la capacité.....	44
4-2-Projection future du trafic.	44
4-3-Calcul du trafic effectif	44
4-4-Débit de pointe horaire normale	45
4-5- Débit horaire admissible	45
4-6-Détermination nombre des voix.	45
5-Application au projet	46
C-PROFIL EN LONG	
1-Définition	48
2-Ligne projet.	48
2-1-Eléments constituant la ligne rouge	49
3-Application au projet	50
4-Raccordement en profil en long	51
5-Coordination du tracé en plan et du profil en long	53
D-CINEMATIQUE	
1-Distance de freinage	55
2-Temps de réaction.	56
3-Distance d'arrêt.	56
4-Distance de perception	57
5- Distance de sécurité entre deux véhicules	59
6-Manœuvre de dépassement	60
E-PROFIL EN TRAVERS	
1-Définitions	61
2-Profil en travers type	61
3- Les éléments constituant un profil en travers type.	62
4-Dimensionnement du corps de chaussée	63

5-Principe de la constitution des chaussées.	64
5.1-La chaussée	64
6-Structure de la chaussée.	65
6-1-Définition.	65
6-2-Les efforts dus aux véhicules	65
6-3-Résistance des sols de fondation	65
6-4-Les différentes catégories de chaussées.	65
6-5-Choix du type de chaussée	66
6-6-Structure de la chaussée souple.	66
7-Les principales méthodes de dimensionnement	67
7.1-Method C.B.R (California – Bearing – Ratioç)	68
8-Application au projet	69
F-CUBATURE	
1-Définition	71
2-Methode de calcul.	71
3-récapitulatif des cubatures déblai-remblai par profil	71
G-IMPLANTATION	
1-Plan de piquetage des axes des vois	74
1-1-Implantation planimétrique des sommets des alignements	74
1-2-Implantation des courbes	74
1-3-Implantation en altimétrie.	76
2-Application à notre projet.	76
H-SIGNALISATION ET DISPOSITIVES	
1-La signalisation	82
2-L'éclairage	84
CONCLUSION	86
BIBLIOGRAPHIE	87

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : photo satellite illustrant la section du projet	02
Figure 02 : carte du réseau de la wilaya	03
Figure 03 : tronçon de notre projet.....	04
Figure 04 : présentation graphique de notre projet	05
Figure 05 : détermination des angles aux centres	10
Figure 06 : trace en plan.....	25
Figure 07 : raccordement progressif.....	32
Figure 08 : clothoïde	33
Figure 09 : condition de gauchissement.....	34
Figure 10 : calcul du raccordement parabolique.	48
Figure 11 : distance d'arrêt et de freinage.....	56
Figure 12 : distance de perception.....	58
Figure 13 : l'espacement entre deux véhicules	60
Figure 14 : profil en long.....	61
Figure 15 : les éléments d'une route.	62
Figure 16 : corps de chaussée.....	70
Figure 17 : implantation d'arc de cercle	75
Figure 18 : implantation de clothoïde	75
Figure 19, 20, 21, 22, 23, 24 : signalisation routière horizontale	83
Figure 25, 26, 27, 28, 29, 30 : signalisation routière verticale.....	84

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : environnement de la route existante.....	11
Tableau 02 : type de topographie	12
Tableau 03 : sinuosité.....	12
Tableau 04 : vitesse de référence.	13
Tableau 05 : dévers	14
Tableau 06 : valeur du coefficient ft	14
Tableau 07 : valeur de coefficient « F »......	14
Tableau 08 : coordonnées des sommets de l'axe de la route existante	15
Tableau 09 : gisement, distance de la route existante	15
Tableau 10 : rayon en plan.	16
Tableau 11 : éléments des raccordements circulaires	16
Tableau 12 : résultat D cumulée.....	20
Tableau 13 : tableau récapitulatif des paramètres cinématiques.	21
Tableau 14 : récapitulatif des rayons en plan	21
Tableau 15 : dénivelée cumulée.	28
Tableau 16 : tableau récapitulatif des paramètres cinématique.....	29
Tableau 17 : récapitulatif des rayons en plan.	30
Tableau 18 : gisements, distances et des angles au centre	30
Tableau 19 : élément des raccordements.....	31
Tableau 20 : dévers en fonction de l'environnement	35
Tableau 21 : longueurs des clothoïdes.	37
Tableau 22 : éléments de la cothoïde	38
Tableau 23 : coefficient d'équivalence	45
Tableau 24 : valeur de K1	45
Tableau 25 : valeur de K2	45
Tableau 26 : valeur de déclivité maximale.....	50
Tableau 27 : rayons convexes	52
Tableau 28 : rayons concaves.....	53
Tableau 29 : coefficient de frottement longitudinal selon les normes B40.....	55
Tableau 30 : valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse	60
Tableau 31 : matériaux et coefficients d'équivalence	69
Tableau 32 : épaisseur du corps de chaussée	70
Tableau 33 : récapitulatif des cubatures déblai-remblai par profil.....	73

Tableau 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 : devers clothoides	81
Tableau 45 : devis estimatif.	85

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 sujet où on doit réhabiliter un tronçon de quatre kilomètres pris du chemin de wilaya CW01 de la wilaya de Tiaret reliant la commune de Tidda à la commune de Meghla.

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.

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's degree and VOA master's

This is a subject where we must rehabilitate a four-kilometer section taken from the wilaya path CW01 of the wilaya of Tiaret connecting the commune of Tidda to the commune of Meghla.

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.

ملخص

لتطبيق معرفتنا النظرية المكتسبة خلال فترة تدريبنا ، اخترنا موضوع في مجال الطرقات وهذا يخل في إطار إعداد

درجة الماجستير في تخصص VOA.

هذا موضوع يتطلب منا إعادة تأهيل مقطع طوله أربعة كيلومترات مأخوذ من مسار الولاوي CW01 لولاية تيارت

الرابط بين بلدية تيدة و بلدية ميغلة.

الهدف من هذه الدراسة هو:

- 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 تلي معايير B40 ،و يمكن أن تؤدي إلى نقص الأمان والراحة للمستخدم الذي يسلك هذا المسار.وثانياً ،

سنعطي لهذا الطريق خصائص مسار ولائي مع مراعاة و أخذ بالاعتبار جميع القيود القائمة. وكذلك العمليات اللازمة لتحديد الأبعاد

المناسبة للطريق وتحديد نوع التعزيز الذي يستجيب لحركة المرور الحالية من أجل ضمان السلامة والراحة.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION

Actuellement la richesse d'un pays peut se mesurer à la puissance de ses moyens de communication. De ce fait notre pays a fourni, depuis l'aube de l'indépendance, un effort pour le développement du réseau routier.

La route reste un moyen de communication très important dans la vie économique, industrielle et même sociale.

Depuis des siècles, l'homme a pensé à ce moyen de communication et les tracés étaient différemment conçus selon les moyens de transports de chaque époque.

Les routes modernes doivent permettre une circulation commode et sûre des véhicules et en même temps une réalisation économique, à bon marché. Les conditions actuelles dans lesquelles se développe aujourd'hui la circulation sont caractérisées par certains facteurs de base (le trafic, la vitesse de circulation...). Ces éléments conditionnent les caractéristiques des véhicules et en même temps la conception et les structures des routes.

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

Certains tracés ne répondent pas au trafic actuel et sont composés de virages qui n'obéissent pas aux normes assurant confort et sécurité de l'utilisateur.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la réhabilitation d'un tronçon routier de chemin de wilaya CW 01 reliant la commune de Tidida à celle de Meghila.

Ce projet de réhabilitation étant nécessaire, compte tenu de :

- L'importance de la route existante qui doit supporter l'intensité du trafic actuel.
- Les différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région.
- La demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe.
- L'état dégradé de la route existante.

Nous étudierons dans la première partie de ce présent mémoire la route existante. Une fois l'étude faite, on entamera en second partie l'étude de réhabilitation du tronçon où nous nous proposerons un tracé répondant aux normes du B40 en donnant à la route les caractéristiques d'un chemin de Wilaya.

CHAPITRE I :
PRESENTATION DU PROJET

I-PRESENTATION DU PROJET

1-INTRODUCTION :

Le projet dans sa globalité porte sur l'étude de réhabilitation du chemin de wilaya CW01 au niveau de la wilaya de Tiaret sur un linéaire d'environ 17 Km 300. Cette section se situe entre la localité Tidda et celle de Meghila.

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

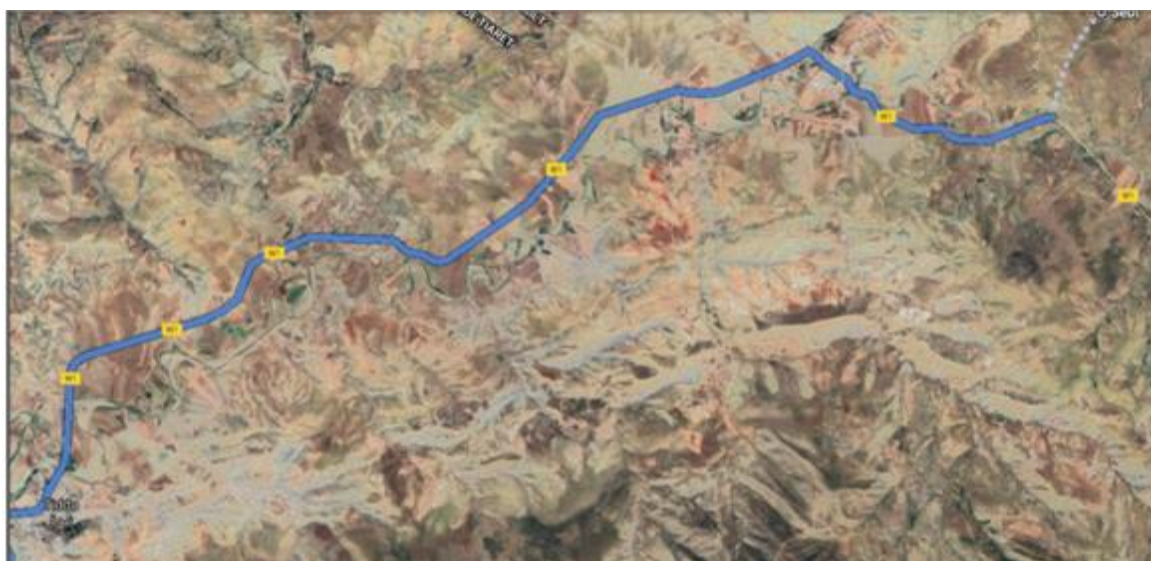


Figure01 : Photo satellite illustrant la section du projet

2-APERÇU SUR LA WILAYA DE TIARET :

Tiaret (en berbère : Tahert ou Tihert, "lionne" ; en arabe : تيارت / تاهرت) est une ville importante dans le centre de l'Algérie qui a donné son nom à l'immense région agricole de la wilaya de Tiaret. La ville et la région se trouvent au sud-ouest de la capitale d'Alger, dans la région occidentale des hautes plaines, dans l'Atlas tellien et à environ 150 km de la côte méditerranéenne.



3-SITUATION DEMOGRAPHIQUE :

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

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

4-LE RELIEF DE LA WILLAYA :

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

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

5- LE CLIMAT :

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

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

6- RESEAU ROUTIER :

Potentialités existantes:

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

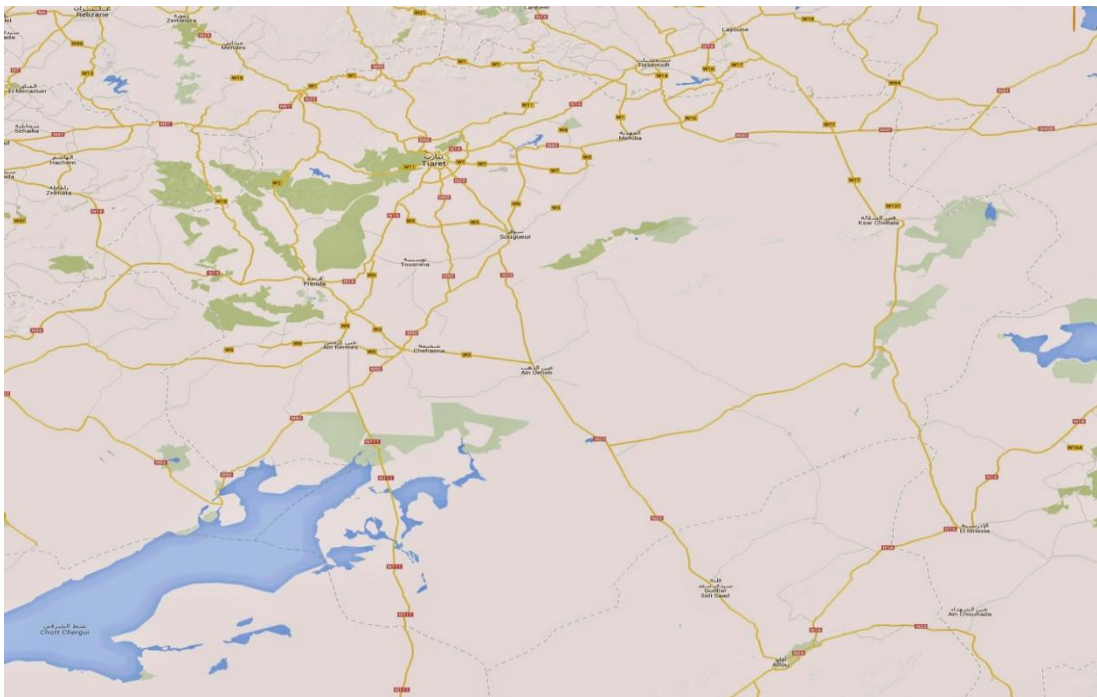


Figure 02 : carte du réseau routier de la willaya

7-OBJECTIF DU PROJET :

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

- 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.

Nous nous intéressant dans le présent mémoire à l'étude de la réhabilitation d'un tronçon du projet global qui est d'une longueur d'environ 4km du Pk 0 + 525 au Pk 4 + 532. Il consiste à étudier en première lieu le chemin de wilaya CW 01 existant et faire ressortir toutes les caractéristiques géométrique du tracé et d'essayer de connaître a travers cela les causes qui nous ont menées à opté pour un aménagement. Et en deuxième lieu nous proposerons un tracé dont le but d'élaborer un travail, comprenant la modification apportées à cette route afin de normalisé les caractéristiques géométriques, et adapter celles 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 des ouvrages de drainage, et d'établir le type de renforcement répondant au trafic actuel afin d'assurer sécurité et confort.

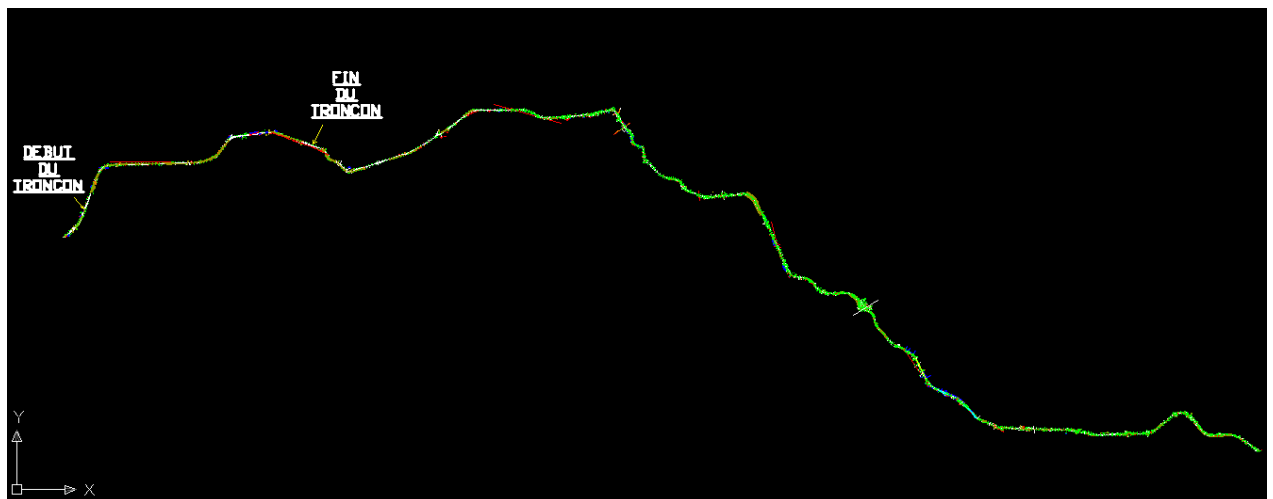


Figure 03 : tronçon de notre projet

A-DONNEES DE BASE

1-PLAN TOPOGRAPHIQUE :

Tout projet de route nécessite un document de base, qui est le plan topographique. Ce plan doit représenter fidèlement le terrain en question. On a eu l'occasion de le récupérer auprès des services de la direction des travaux publics de la wilaya.

Ce plan numérique à l'échelle 1/1000 doit représenter fidèlement le terrain en question.

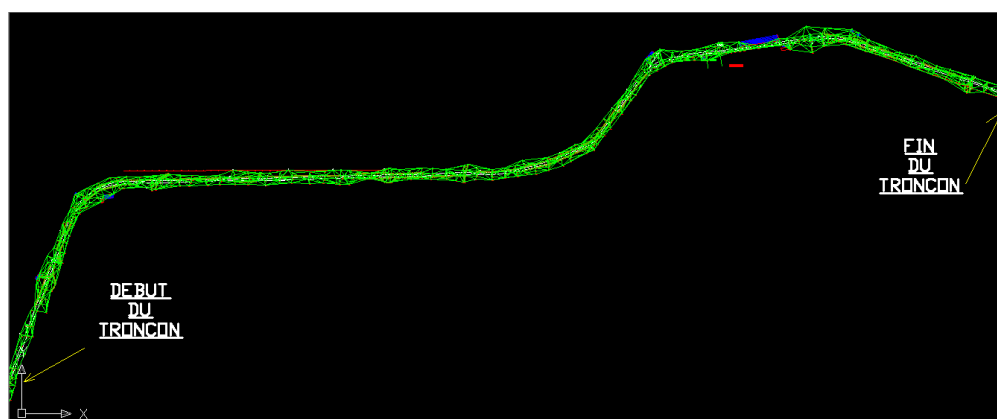


Figure 04 : présentation graphique de notre projet

2-TRAFIC :

- (TMJA)₂₀₁₉ = 4200 V/J
- Pourcentage de poids lourds : 20 %
- Taux d'accroissement = 4%
- Durée d'étude et d'exécution : 3 ans
- Durée de vie : 20 ans

3-INDICE CBR : I = 7

4-CATEGORIE DE LA ROUTE

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

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

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

Catégorie 2 : Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.

Catégorie 3 : Liaison des chefs lieux de daïra et des chefs lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2

Catégorie 4: Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.

Catégorie 5: Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes

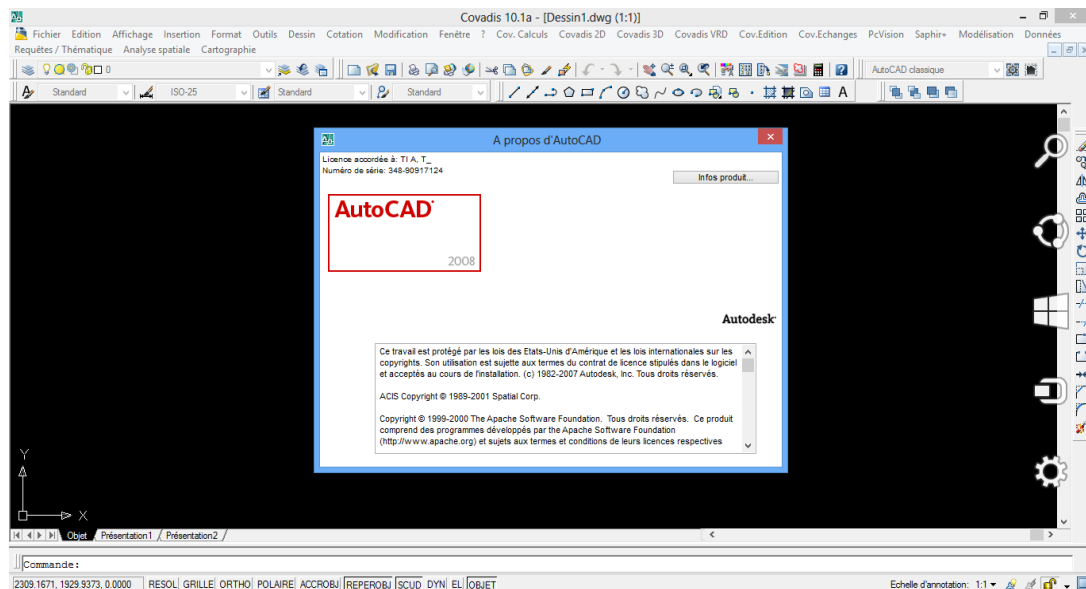
La catégorie de notre route est : **catégorie 3**

5-ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL :

L'outil informatique est jugé indispensable pour ce genre d'étude, c'est l'occasion pour nous d'essayer de d'utiliser les logiciels comme AUTOCAD et COVADIS afin d'être à jour une fois recruté dans le monde professionnel.

6-PRESENTATION DES LOGICIELS UTILISES :

a-AUTOCAD :



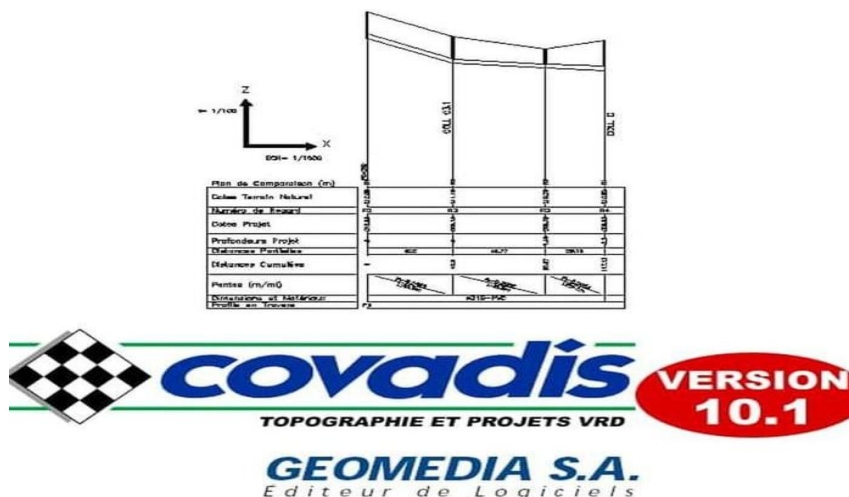
Autocad est un logiciel de dessin et conception assistés par ordinateur. Le logiciel est édité par la société AutoDesk.

Bien qu'il ait été développé à l'origine pour les ingénieurs en mécanique, il est aujourd'hui utilisé par de nombreux corps de métiers. Il est actuellement le logiciel de DAO le plus répandu dans le monde. C'est un logiciel de dessin technique pluridisciplinaire :

- Industrie
- Cartographie et Topographie
- Électronique

- Architecture et Urbanisme
- Mécanique

b- COVADIS 10.1.



COVADIS version 10.1 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.

En exploitant sa technologie objet, son interactivité, ses profils associatifs, ses plates-formes dynamiques et ses métrés automatiques, le temps consacré à nos études est réduit considérablement.

Toute modification d'un projet a posteriori régénère automatiquement le calcul et les métrés.

De l'avant-projet aux plans d'exécution, COVADIS nous permet d'optimiser, grâce à son interactivité, toutes les étapes de l'étude et de la conception.

COVADIS nous permet notamment de réaliser nos calculs tonométriques, nos plans topographiques, en plus nos projets de lotissements, nos aménagements urbains, nos réfections de voiries, nos projets VRD, nos calculs hydrauliques, nos dimensionnements de réseaux, etc.

Son utilisation reste toujours très simple pour des géomètres ou des projeteurs.

COVADIS est donc l'applcatif d'AutoCAD dédié aux géomètres, aux bureaux d'études VRD, aux entreprises de BTP et aux collectivités locales et territoriales. Il regroupe, en un seul logiciel, l'ensemble des fonctionnalités « métiers » suivantes :

- Topographie
- Dessin assisté
- Projets de lotissements
- Modèle Numérique de terrain
- Conception 3D
- Terrassement multi plates-formes
- Projets linéaires (voirie, route)
- Réseaux d'assainissement
- Réseaux divers
- Giratoires et épures de giration
- Métrés et bordereaux
- Rendu 3D

CHAPITRE II :
L'ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

II-L'ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

INTRODUCTION :

L'étude de la route existante nous mènera sans doute à connaître les causes qui nous ont poussé à opter pour un aménagement du chemin de wilaya CW 01. Et pour cela nous essayerons de faire ressortir tous les paramètres ne respectant pas les normes de B40.

Notre tronçon est d'une longueur de 4 km se composée de 10 virages dont la largeur chaussée varie entre 4 et 5m.

Notre étude est axée sur les différentes étapes suivantes :

1-TRACE EN PLAN :

Les différentes étapes :

- ❖ Tracer de l'axe de la route existante
- ❖ Détermination des coordonnées définissant cet axe
- ❖ Détermination des rayons des parties circulaires
- ❖ Calcul des éléments des raccordements circulaires
- ❖ Calcul du pourcentage d'alignement droit et courbe
- ❖ L'environnement de la route
 - Dénivelée cumulée
 - Sinuosité
- ❖ Vitesse de référence Vr
- ❖ Calcul des rayons en plan RHm, RHN, RHd et RHnd
- ❖ Conclusion

2-CALCUL DE L'AXE :

2-1-Détermination des coordonnées des sommets :

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

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

2-2-Calcul de gisement de distance et des angles au centre :

a- Gisement

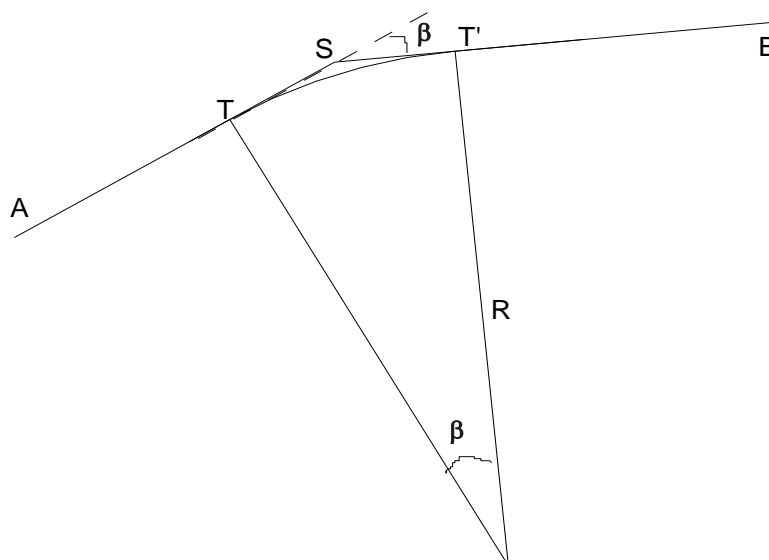


Figure 05: Détermination de l'angle au centre

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 du Gisement de la direction S_1S_2

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

b- Distance

La distance S_1S_2 est donnée par la relation :

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

c- L'angle au centre

D'après le cas de figure, l'angle au centre β est donné par : $\beta = G_{SB} - G_{AS}$

2-3-Détermination des éléments des Raccordements :

Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire

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

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

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

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

3-ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE :

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

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

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

Tableau 1:Environnement de la route existante

Dénivelée cumulée moyenne

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

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

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

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

Tableau 2:Type de topographie

4-SINUOSITE :

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

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

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

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

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

Tableau 3:Sinuosité

5-VITESSE DE REFERENCE :

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

- La catégorie
- L'environnement

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

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

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

Tableau 4:Vitesse de référence

6-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

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

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 %)

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

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.

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

Détermination des dévers d_{max} et d_{min}

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

Tableau 5 : Dévers

Détermination du coefficient transversal f_t

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

Tableau 6: Valeur du coefficient f_t

Détermination du coefficient F'' en fonction de la catégorie

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

Tableau 7: Valeur du coefficient "F"

7-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.

8-POURCENTAGE D'ALIGNEMENT DROIT :

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

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grands rayons. Le facteur le plus important est le

pourcentage des alignements droits d'une section de route. Il est recommande de limité ce pourcentage de 40 à 60 %

9-APPLICATION AU PROJET :

9-1-Coordonnées des points des sommets de la route existante :

Sommets	X (m)	Y (m)
A	100204,78	5343,9033
S1	100452,32	5994,8143
S2	101631,48	6023,7762
S3	101732,66	6029,5684
S4	101815,17	6026,5474
S5	101966,4	6038,5053
S6	102180,34	6133,0879
S7	102376,91	6410,8874
S8	102583,4	6439,9572
S9	102669,63	6448,6747
S10	102994,35	6494,9976
B	103608,17	6285,3608

Tableau 8:coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

9-2-Calcul de gisements, d'angles au centre et de distances :

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisement (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	247,5338	650,9110	GA-S1	23,1347			696,39
S1-S2	1179,1636	28,9619	GS1-S2	98,4367	β_1	75,3020	1179,52
S2-S3	101,1786	5,7922	GS2-S3	96,3595	β_2	2,0772	101,34
S3-S4	82,5166	-3,0210	GS3-S4	102,3297	β_3	5,9702	82,57
S4-S5	151,2288	11,9579	GS4-S5	94,9766	β_4	7,3531	151,70
S5-S6	213,9364	94,5826	GS5-S6	73,4994	β_5	21,4772	233,91
S6-S7	196,5697	277,7995	GS6-S7	39,2034	β_6	34,2960	340,31
S7-S8	206,4903	29,0698	GS7-S8	91,0962	β_7	51,8928	208,53
S8-S9	86,2315	8,7175	GS8-S9	93,5859	β_8	2,4897	86,67
S9-S10	324,7138	46,3229	GS9-S10	90,9790	β_9	2,6069	328,00
S10-B	613,8259	-209,6368	GS10-B	120,9515	β_{10}	29,9725	648,64
						Σ	4057,58 m

Tableau 9:gisement, distance de la route existante

9-3-Détermination des rayons en plan :

Le tracé de la route existante est composé de dix (10) virages. Les valeurs des rayons sont illustrées dans le tableau suivant :

Rayon en plan (m)			
R1	210	R6	165
R2	1000	R7	210
R3	1200	R8	1500
R4	260	R9	250
R5	700	R10	250

Tableau 10 : rayon en plan

9-4-Calculs des éléments des raccordements circulaires :

Angle au centre β_i (gr)	Rayon (m)	Tangente ST (m)	Developpée (m)	Bissectrice (m)	flèche (m)
75,3020	210	141,04	248,40	42,97	35,67
2,0772	1000	16,32	32,63	0,13	0,13
5,9702	1200	56,31	112,54	1,32	1,32
7,3531	260	15,03	30,03	0,43	0,43
21,4772	700	119,21	236,15	10,08	9,94
34,2960	165	45,55	88,89	6,17	5,95
51,8928	210	90,67	171,18	18,74	17,20
2,4897	1500	29,33	58,66	0,29	0,29
2,6069	250	5,12	10,24	0,05	0,05
29,9725	250	59,96	117,70	7,09	6,89
	Σ	578,54	1106,42		

Tableau11 : éléments des raccordements circulaires

9-5-La longueur des alignements droits et de courbes :

Longueur des alignements droits	2900,50 m
Longueur des parties courbes	1106,42 m
Longueur totale du tracé : Lt =	4006,92 m

Longueur totale	Pourcentage en alignement droit	Pourcentage en courbe
4006,92 m	72%	28%

9-6-Environnement de la route :

a-Dénivelée cumulée moyenne :

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

N°	Distance (m)		Altitudes (m)	Dn i (m)
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	505,58	/
1	30,00	30,00	506,08	0,50
2	60,00	30,00	506,52	0,44
3	90,00	30,00	507,01	0,49
4	120,00	30,00	507,66	0,65
5	150,00	30,00	508,34	0,68
6	180,00	30,00	509,12	0,78
7	210,00	30,00	509,70	0,57
8	240,00	30,00	510,55	0,86
9	270,00	30,00	511,50	0,94
10	300,00	30,00	511,72	0,22
11	330,00	30,00	512,50	0,79
12	360,00	30,00	513,16	0,66
13	390,00	30,00	514,04	0,87
14	420,00	30,00	514,48	0,45
15	450,00	30,00	516,36	1,88
16	480,00	30,00	518,07	1,71
17	510,00	30,00	519,65	1,58
18	540,00	30,00	521,13	1,48
19	570,00	30,00	521,66	0,53
20	600,00	30,00	522,23	0,56
21	630,00	30,00	522,61	0,38
22	660,00	30,00	523,06	0,46
23	690,00	30,00	523,53	0,47
24	720,00	30,00	524,05	0,52
25	750,00	30,00	524,71	0,66
26	780,00	30,00	524,98	0,26
27	810,00	30,00	524,98	0,01
28	840,00	30,00	526,01	1,03
29	870,00	30,00	525,40	-0,61
30	900,00	30,00	526,13	0,73
31	930,00	30,00	526,41	0,28
32	960,00	30,00	527,95	1,54

33	990,00	30,00	529,07	1,12
34	1020,00	30,00	529,08	0,00
35	1050,00	30,00	529,13	0,05
36	1080,00	30,00	529,57	0,44
37	1110,00	30,00	529,56	0,00
38	1140,00	30,00	530,01	0,45
39	1170,00	30,00	530,27	0,26
40	1200,00	30,00	530,17	-0,10
41	1230,00	30,00	530,04	-0,13
42	1260,00	30,00	530,02	-0,02
43	1290,00	30,00	530,95	0,94
44	1320,00	30,00	531,50	0,54
45	1350,00	30,00	532,24	0,74
46	1380,00	30,00	533,60	1,36
47	1410,00	30,00	534,86	1,25
48	1440,00	30,00	535,55	0,69
49	1470,00	30,00	536,65	1,10
50	1500,00	30,00	537,25	0,60
51	1530,00	30,00	536,93	-0,32
52	1560,00	30,00	537,65	0,72
53	1590,00	30,00	537,89	0,24
54	1620,00	30,00	537,91	0,02
55	1650,00	30,00	537,90	-0,01
56	1680,00	30,00	538,45	0,55
57	1710,00	30,00	535,74	-2,71
58	1740,00	30,00	533,86	-1,88
59	1770,00	30,00	530,83	-3,03
60	1800,00	30,00	530,11	-0,71
61	1830,00	30,00	528,55	-1,56
62	1860,00	30,00	527,42	-1,13
63	1890,00	30,00	526,35	-1,07
64	1920,00	30,00	525,97	-0,38
65	1950,00	30,00	525,66	-0,31
66	1980,00	30,00	525,93	0,27
67	2010,00	30,00	526,61	0,68
68	2040,00	30,00	526,84	0,23
69	2070,00	30,00	527,07	0,23
70	2100,00	30,00	527,94	0,87
71	2130,00	30,00	528,40	0,46
72	2160,00	30,00	528,26	-0,14
73	2190,00	30,00	529,84	1,58
74	2220,00	30,00	530,69	0,85
75	2250,00	30,00	532,15	1,47
76	2280,00	30,00	534,51	2,35
77	2310,00	30,00	535,54	1,03

78	2340,00	30,00	535,87	0,33
79	2370,00	30,00	537,54	1,68
80	2400,00	30,00	537,82	0,28
81	2430,00	30,00	537,88	0,06
82	2460,00	30,00	538,18	0,30
83	2490,00	30,00	537,55	-0,63
84	2520,00	30,00	537,04	-0,51
85	2550,00	30,00	536,24	-0,80
86	2580,00	30,00	536,35	0,11
87	2610,00	30,00	536,12	-0,23
88	2640,00	30,00	536,09	-0,03
89	2670,00	30,00	536,30	0,21
90	2700,00	30,00	536,38	0,08
91	2730,00	30,00	536,20	-0,18
92	2760,00	30,00	535,70	-0,50
93	2790,00	30,00	534,75	-0,95
94	2820,00	30,00	534,01	-0,74
95	2850,00	30,00	532,57	-1,44
96	2880,00	30,00	531,26	-1,31
97	2910,00	30,00	530,04	-1,23
98	2940,00	30,00	529,67	-0,37
99	2970,00	30,00	529,31	-0,35
100	3000,00	30,00	528,93	-0,39
101	3030,00	30,00	528,87	-0,06
102	3060,00	30,00	528,76	-0,11
103	3090,00	30,00	528,59	-0,17
104	3120,00	30,00	528,48	-0,11
105	3150,00	30,00	528,40	-0,08
106	3180,00	30,00	528,22	-0,18
107	3210,00	30,00	528,00	-0,21
108	3240,00	30,00	527,85	-0,15
109	3270,00	30,00	527,95	0,10
110	3300,00	30,00	528,25	0,30
111	3330,00	30,00	528,71	0,46
112	3360,00	30,00	529,85	1,14
113	3390,00	30,00	531,17	1,32
114	3420,00	30,00	531,70	0,52
115	3450,00	30,00	532,13	0,43
116	3480,00	30,00	531,45	-0,67
117	3510,00	30,00	531,12	-0,33
118	3540,00	30,00	530,51	-0,61
119	3570,00	30,00	530,41	-0,10
120	3600,00	30,00	530,34	-0,08
121	3630,00	30,00	530,30	-0,04
122	3660,00	30,00	530,70	0,40

123	3690,00	30,00	530,66	-0,04
124	3720,00	30,00	530,85	0,19
125	3750,00	30,00	531,33	0,48
126	3780,00	30,00	531,98	0,66
127	3810,00	30,00	532,27	0,29
128	3840,00	30,00	533,06	0,79
129	3870,00	30,00	533,92	0,86
130	3900,00	30,00	535,17	1,24
131	3930,00	30,00	536,21	1,04
132	3960,00	30,00	537,51	1,30
133	3990,00	30,00	539,03	1,51
B	4006,92	16,92	539,67	0,64
			Σ	34,08
			Dcumulée	0,85%

Tableau 12 : résultant Dc

$$Dc = 0,85\%$$

$$Dc = 0.85\% < 1.5 \%$$

Donc : **Le terrain est Plat**

b-Sinuosité :

$$\sigma = \frac{Ls}{L}$$

Avec :

Ls : la somme des développées des rayons inférieur ou égale à 200m

L : la longueur total de la route

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

$$Ls = 88.89 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{Ls}{L} = \frac{88.89}{4006.92} = 0.02$$

$$0,02 \leq 0.10 \rightarrow \text{Sinuosité faible}$$

Dans notre cas nous avons :

Terrain est: Plat

Sinuosité : Sinuosité faible

L'environnement de la route existante est : E1

9-7-Vitesse de référence :

- Catégorie : 3
- L'environnement : E1

Vitesse Vr = 80 km/h

9-8-Détermination des dévers d_{max} et d_{min} :

dmax =	8,00%
dmin =	-3%
ft =	0,125
d =	0.06
F'' =	0,070

Tableau 13 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

9-9-Rayons en plan :

Rayons en plan	Calculés	B40
RHm =	245,82	220
RHN =	425,62	375
RHd =	839,90	800
RHnd =	1259,84	1200

Tableau 14 : récapitulatif des rayons en plan

CONCLUSION

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

- Le tronçon se compose de 10 rayons sur une longueur de 4 km.
- Six (06) rayons sont inférieur ou égale à 200 m.
- Six (06) rayons sont inférieurs au Rhm.

On a constaté que la chaussée existante d'environ 5 m de largeur est en mauvais état dans son ensemble sauf quelques points de l'axe.

A cet effet pour assurer la sécurité et le confort et donner à l'infrastructure la capacité à écouler le trafic actuel qu'elle doit supporter, cette route doit être aménagée afin de réduire au maximum le nombre de virage d'une part et d'opter pour des valeurs de rayons supérieurs à RHm d'autre part.

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

CHAPITRE III :
ETUDE DE REHABILITATION DU
TRONCON

III-ETUDE DE REHABILITATION DU TRONCON

INTRODUCTION

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

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

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

A-LE TRACE 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.

1-REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes.

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

C'est en respectant ces règles que le choix tracé va être réalisé.

2- TERMINOLOGIE ROUTIERE

Un certain nombre de termes technique très précis doivent constituer le vocabulaire relatif aux travaux publics. Ils doivent être utilisés à bon escient, et il convient donc de 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 » est les longueurs d'alignements droits « AD ».

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

Cette vitesse est celle qui peut être 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.

3-APPLICATION AU PROJET

Notre tracé est en première approximation composées d'alignements droits raccordés par des arcs de cercles. Notre présente étude portera sur les différentes étapes suivantes :

A- Tracé en plan

- L'environnement de la route
 - Dénivelée cumulée
 - Sinuosité
- Vitesse de référence Vr
- Les rayons en plan RHm, RHN, Rhd et RHnd
- Détermination des coordonnées définissant l'axe de notre variante ainsi que les angles au centre des parties circulaires
- Choix des rayons
 - Calcul des devers associées aux rayons
 - Calcul de tous les éléments des raccordements circulaires ainsi que le pourcentage d'alignement droit et courbe.

- Passage des raccordements circulaires aux raccordements progressifs
 - Calcul des éléments de chaque clothoïde
 - Calcul des devers associées

B- Profil en long

C- Profil en travers

D- Cubatures

E- Signalisation

Les coordonnées planimétriques définissant l'axe projet

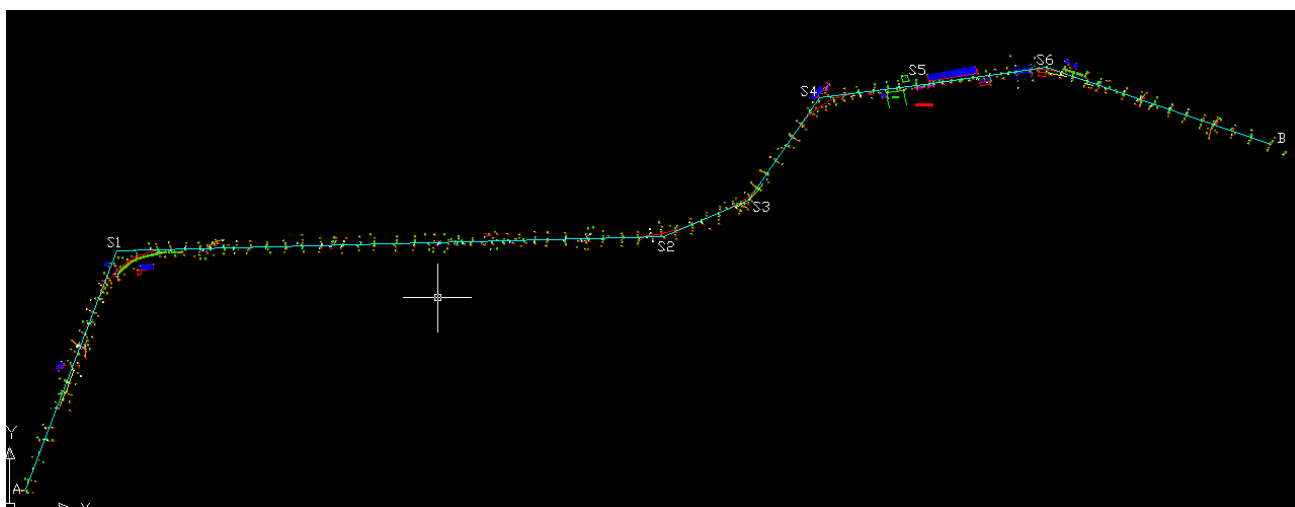


Figure 06 : trace en plan

Pts	X (m)	Y (m)
A	100204,7823	5343,9033
S1	100452,2935	5994,7549
S2	101947,8601	6032,1128
S3	102180,5404	6132,6517
S4	102373,8190	6410,9571
S5	102680,8876	6452,0404
S6	102995,1773	6494,7135
B	103608,1713	6285,3608

3-1-Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distance (m)		Altitudes (m)	Dh i (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	505,58	/
2	30,00	30,00	506,08	0,50
3	60,00	30,00	506,52	0,44
4	90,00	30,00	507,01	0,49
5	120,00	30,00	507,66	0,65
6	150,00	30,00	508,34	0,68

7	180,00	30,00	509,12	0,78
8	210,00	30,00	509,70	0,57
9	240,00	30,00	510,55	0,86
10	270,00	30,00	511,50	0,94
11	300,00	30,00	511,72	0,22
12	330,00	30,00	512,50	0,79
13	360,00	30,00	513,16	0,66
14	390,00	30,00	514,04	0,87
15	420,00	30,00	514,48	0,45
16	450,00	30,00	516,36	1,88
17	480,00	30,00	518,07	1,71
18	510,00	30,00	519,65	1,58
19	540,00	30,00	521,13	1,48
20	570,00	30,00	521,66	0,53
21	600,00	30,00	522,23	0,56
22	630,00	30,00	522,61	0,38
23	660,00	30,00	523,06	0,46
24	690,00	30,00	523,53	0,47
25	720,00	30,00	524,05	0,52
26	750,00	30,00	524,71	0,66
27	780,00	30,00	524,98	0,26
28	810,00	30,00	524,98	0,01
29	840,00	30,00	526,02	1,03
30	870,00	30,00	525,41	-0,61
31	900,00	30,00	526,13	0,72
32	930,00	30,00	526,41	0,28
33	960,00	30,00	527,95	1,54
34	990,00	30,00	529,08	1,13
35	1020,00	30,00	529,09	0,01
36	1050,00	30,00	529,13	0,04
37	1080,00	30,00	529,57	0,45
38	1110,00	30,00	529,57	0,00
39	1140,00	30,00	530,01	0,44
40	1170,00	30,00	530,27	0,26
41	1200,00	30,00	530,17	-0,10
42	1230,00	30,00	530,04	-0,13
43	1260,00	30,00	530,02	-0,03
44	1290,00	30,00	530,98	0,96
45	1320,00	30,00	531,51	0,53
46	1350,00	30,00	532,24	0,74
47	1380,00	30,00	533,61	1,37
48	1410,00	30,00	534,87	1,26
49	1440,00	30,00	535,55	0,68
50	1470,00	30,00	536,65	1,10
51	1500,00	30,00	537,27	0,62

52	1530,00	30,00	536,96	-0,31
53	1560,00	30,00	537,65	0,69
54	1590,00	30,00	537,89	0,24
55	1620,00	30,00	537,92	0,03
56	1650,00	30,00	538,03	0,12
57	1680,00	30,00	538,51	0,47
58	1710,00	30,00	535,74	-2,77
59	1740,00	30,00	533,87	-1,87
60	1770,00	30,00	530,89	-2,98
61	1800,00	30,00	530,12	-0,77
62	1830,00	30,00	528,57	-1,55
63	1860,00	30,00	527,42	-1,15
64	1890,00	30,00	526,22	-1,20
65	1920,00	30,00	525,93	-0,29
66	1950,00	30,00	525,67	-0,26
67	1980,00	30,00	525,93	0,26
68	2010,00	30,00	526,67	0,74
69	2040,00	30,00	526,90	0,22
70	2070,00	30,00	527,08	0,18
71	2100,00	30,00	527,89	0,81
72	2130,00	30,00	528,32	0,43
73	2160,00	30,00	528,06	-0,26
74	2190,00	30,00	529,91	1,85
75	2220,00	30,00	530,44	0,53
76	2250,00	30,00	532,15	1,71
77	2280,00	30,00	534,61	2,46
78	2310,00	30,00	535,51	0,89
79	2340,00	30,00	535,93	0,42
80	2370,00	30,00	537,68	1,75
81	2400,00	30,00	537,68	0,00
82	2430,00	30,00	537,83	0,14
83	2460,00	30,00	538,23	0,40
84	2490,00	30,00	537,54	-0,68
85	2520,00	30,00	537,04	-0,50
86	2550,00	30,00	536,35	-0,69
87	2580,00	30,00	536,43	0,08
88	2610,00	30,00	536,15	-0,29
89	2640,00	30,00	536,17	0,02
90	2670,00	30,00	536,32	0,15
91	2700,00	30,00	536,39	0,07
92	2730,00	30,00	536,20	-0,19
93	2760,00	30,00	535,69	-0,51
94	2790,00	30,00	534,74	-0,95
95	2820,00	30,00	534,00	-0,73
96	2850,00	30,00	532,57	-1,43

97	2880,00	30,00	531,27	-1,30
98	2910,00	30,00	530,01	-1,26
99	2940,00	30,00	529,65	-0,37
100	2970,00	30,00	529,31	-0,34
101	3000,00	30,00	528,92	-0,39
102	3030,00	30,00	528,91	-0,01
103	3060,00	30,00	528,79	-0,12
104	3090,00	30,00	528,61	-0,18
105	3120,00	30,00	528,53	-0,08
106	3150,00	30,00	528,42	-0,12
107	3180,00	30,00	528,22	-0,20
108	3210,00	30,00	528,00	-0,22
109	3240,00	30,00	527,85	-0,16
110	3270,00	30,00	527,95	0,10
111	3300,00	30,00	528,26	0,30
112	3330,00	30,00	528,72	0,46
113	3360,00	30,00	529,85	1,14
114	3390,00	30,00	531,18	1,33
115	3420,00	30,00	531,70	0,52
116	3450,00	30,00	532,13	0,43
117	3480,00	30,00	531,45	-0,68
118	3510,00	30,00	531,12	-0,34
119	3540,00	30,00	530,52	-0,60
120	3570,00	30,00	530,41	-0,10
121	3600,00	30,00	530,34	-0,08
122	3630,00	30,00	530,30	-0,04
123	3660,00	30,00	530,70	0,40
124	3690,00	30,00	530,67	-0,04
125	3720,00	30,00	530,86	0,19
126	3750,00	30,00	531,33	0,48
127	3780,00	30,00	531,99	0,66
128	3810,00	30,00	532,27	0,28
129	3840,00	30,00	533,07	0,80
130	3870,00	30,00	533,93	0,86
131	3900,00	30,00	535,20	1,28
132	3930,00	30,00	536,22	1,02
133	3960,00	30,00	537,52	1,30
134	3990,00	30,00	539,03	1,51
135	4006,78	16,78	539,67	0,64
			Σ	34,08
			D cumulée	0,85%

Tableau 15 : Dénivelée cumulée

a-Dénivelée cumulée

$$Dc = \frac{34.08}{4006.78} = 0.85\% < 1.5 \%$$

Terrain Plat

b-Sinuosité

On envisage d'utiliser dans notre projet des rayons supérieurs à 200 m ($\sigma = 0$)

$$\sigma = \frac{Ls}{LT} = \frac{57.07}{4006.78} = 0.01 \leq 0.1$$

Sinuosité : Faible

c-Environnement de la route

Sinuosité : Faible + Terrain Plat → Environnement : **E1**

d-Vitesse de référence

- La catégorie : 3
- L'environnement : E1

Vitesse de Référence **Vr = 80 km/h**

e-Courbes en plan

Dévers max : dmax	8%
Dévers min : dmin	-3%
dmax - 2% : d =	6%
Coefficient ft : ft	0,125
Coefficient F'' : F''	0,070

Tableau 16 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

3-2-Calcul des rayons en plan :

3-2-1-Le rayon minimal absolu RHm

$$RHm = \frac{Vr^2 (Km/h)}{127(d + ft)} \qquad RHm = 245.82 \text{ m}$$

3-2-2-Le rayon minimal normal RHN

$$RHN = \frac{(Vr + 20)^2}{127(ft + d)} \qquad RHN = 425.62 \text{ m}$$

3-2-3-Le rayon au devers minimal RHd

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2 \cdot dmin)} \qquad RHd = 839.90 \text{ m}$$

3-2-4-Le rayon non déversé RHnd

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(F'' - dmin)} \qquad RHnd = 1259.84 \text{ m}$$

Rayons en plan (m)	Calculés	Normes B40
RHm =	245,82	220
RHN =	425,62	375
RHd =	839,90	800
RHnd =	1259,84	1200

Tableau 17 : récapitulatif des rayons en plan

3-2-5-Le choix des rayons

Rayons choisi : $R_1 = 210 \text{ m}$ $R_2 = 530 \text{ m}$ $R_3 = 200 \text{ m}$
 $R_4 = 220 \text{ m}$ $R_5 = 1000 \text{ m}$ $R_6 = 250 \text{ m}$

3-3-calcul des gisements, distance et des angles au centre :

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
				β_i		
A-S1	247,5112	650,8516	23,1347	β_1	75,2754	696,326
S1-S2	1495,5666	37,3579	98,4101	β_2	24,3753	1496,033
S2-S3	232,6803	100,5389	74,0348	β_3	35,3911	253,472
S3-S4	193,2786	278,3054	38,6437	β_4	52,8891	338,837
S4-S5	307,0686	41,0833	91,5328	β_5	0,1241	309,805
S5-S6	314,2897	42,6731	91,4087	β_6	29,5428	317,173
S6-B	612,9940	-209,3527	120,9515			647,758
					Σ	4059,404

Tableau 18 : gisements, distances et des angles au centre

3-4-Détermination des éléments des Raccordements:

Angle au centre β_i (gr)	Rayon (m)	Tangente ST (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
75,2754	210	140,98	248,31	42,93	35,64
24,3753	530	102,72	202,93	9,86	9,68
35,3911	200	57,07	111,18	7,98	7,68

52,8891	220	97,03	182,77	20,45	18,71
0,1241	1000	0,97	1,95	0,00	0,00
29,5428	250	59,07	116,01	6,88	6,70
	Σ	457,84	863,15		

Tableau 19 : éléments des raccordements

Longueur des alignements droits	3143,724 m
Longueur des parties courbes	863,15 m
Lt =	4006,87 m

Longueur totale	Pourcentage en alignement droit	Pourcentage en courbe
4006,87 m	78%	22%

3-5-raccordements progressifs :

Le raccordement direct de deux alignements droits par un arc de cercle ne tient pas compte de la vitesse des véhicules qui l'empruntent.

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon R . Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon R passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle (fig.07) raccordement progressif, généralement une clothoïde. La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle.

3-5-1-Clothoïde:

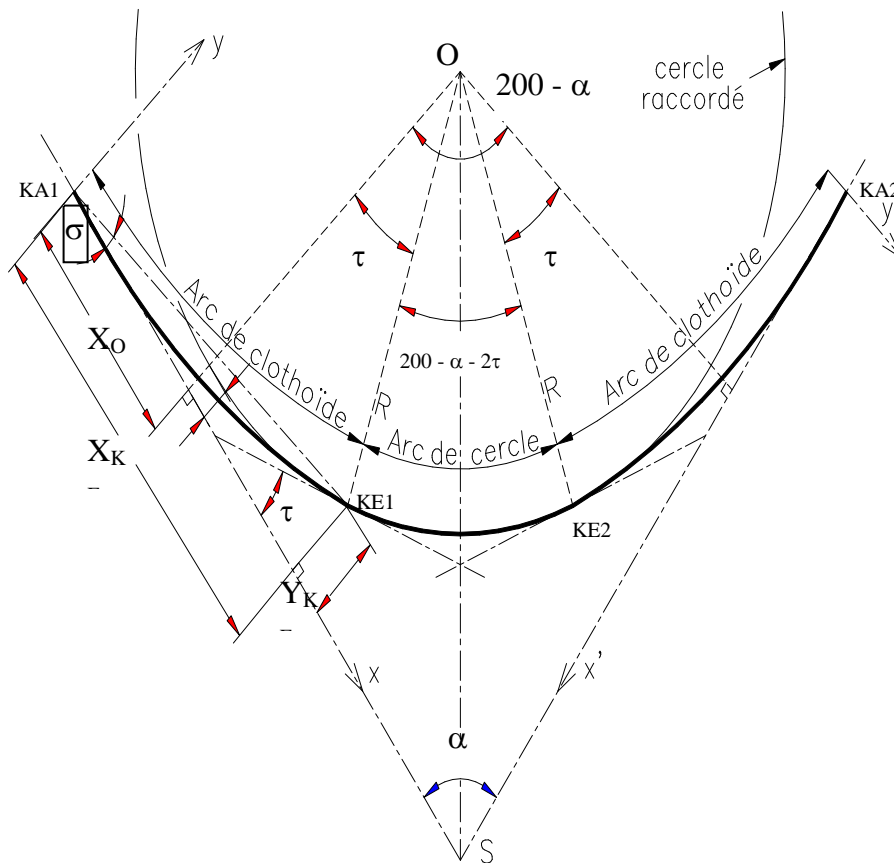


Figure 07: Raccordement progressif

- R : rayon de cercle.
- L : longueur de la branche de clothoïde.
- A : paramètre de la clothoïde.
- K_A : origine de la clothoïde.
- K_E : extrémité de la clothoïde.
- ΔR : ripage.
- τ : angle des tangentes.
- TC : tangente courte.
- TL : tangente longue.
- σ : angle polaire.
- S_L : corde $K_E - K_A$.
- M : centre du cercle d'abscisse X_M .
- X_M : abscisse du centre du cercle de M à partir de K_A .
- Y_M : ordonnée du centre du cercle M à partir de K_A .

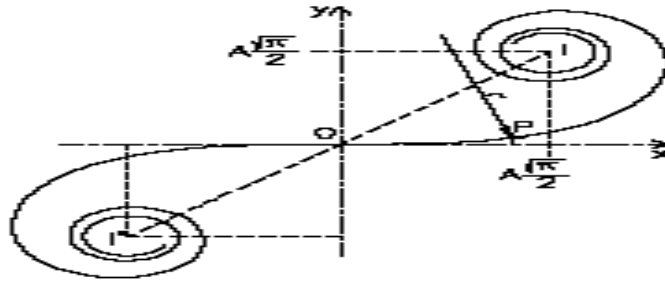


Figure 08 : Clothoïde

- **Propriétés de la clothoïde**

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

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

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

3-5-2-longueur des raccordements

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

- ***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.

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

- **La condition Optique**

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

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

- **Condition de gauchissement :**

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

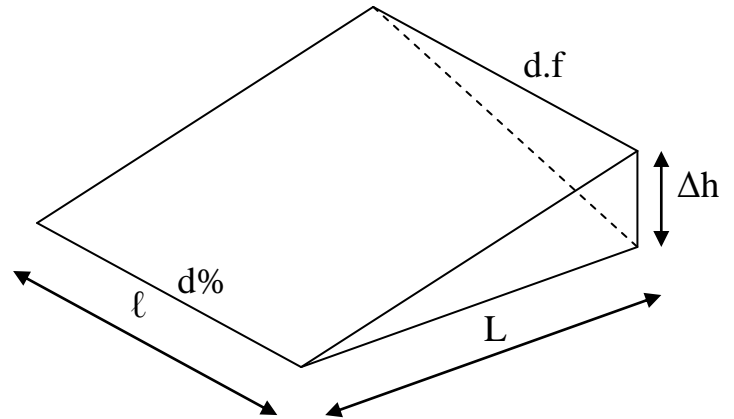


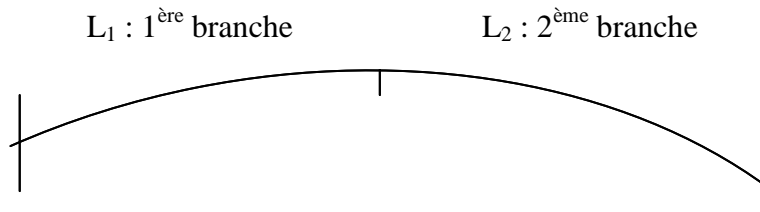
Figure 09: Condition de gauchissement

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

-Vérification de non chevauchement

1^{er} cas :

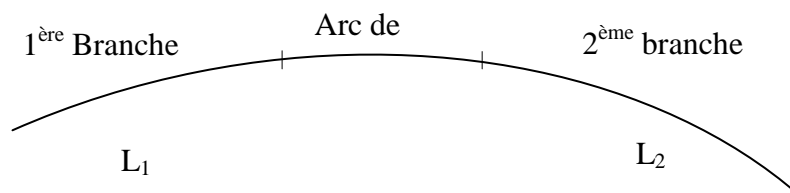
$$\tau = \frac{\beta}{2}$$



Clothoïde sans arc de cercle.

2^{ème} cas :

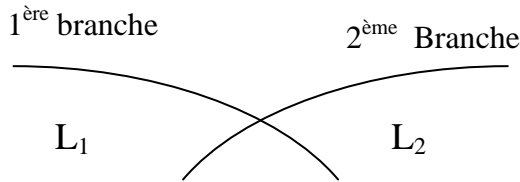
$$\tau < \frac{\beta}{2}$$



Clothoïde avec arc de cercle.

3^{ème} cas :

$$\tau > \frac{\beta}{2}$$



Clothoïde impossible

3-6-dévers :

3-6-1-Devers en alignement :

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

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

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

3-6-2-Devers vers l'intérieur des courbes

En courbe, le devers permet de :

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

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

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

Tableau 20: Devers en fonction de l'environnement

3-6-3-Détermination des dévers aux rayons en plan

1er cas : Le rayon choisi : $R \geq R_{HNd} \rightarrow$ Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit

2ème cas : Le rayon choisi : $R_{Hd} \leq R \leq R_{HNd} \rightarrow$ Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

3ème cas : Si $R_{HN} \leq R \leq R_{Hd}$, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à R_{HN} et celui associé à R_{Hd} .

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

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

4ème cas : Si $R_{Hm} < R < R_{HN}$, la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

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

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

- **Variation du dévers dans la clothoïde**

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

3-6-4-Méthode de calcul des dévers en clothoïde

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

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

3-7-Application à notre projet :

- **Devers Associés au rayon en plan choisis**

Rayon (m)	d(Ri)
210	8,00%
530	4,35%
200	8,00%
220	8,00%
1000	3,00%
250	7,42%

- **Détermination des longueurs des clothoïdes**

N° Virages	Conditions							
	Gauchi- ssement L1(m)	confort dynamique L2(m)	Optique L3 (m)	Lmax (m)	L choisie (m)	τ (gr)	$\beta/2$ (gr)	Non chevauchement
1	61,60	46,21	70,99	70,99	71	10,7619	37,6377	non chevauchement
2	41,15	7,68	112,78	112,78	113	6,7866	12,18765	non chevauchement
3	61,60	50,48	69,28	69,28	70	11,1408	17,69555	non chevauchement
4	61,60	42,33	72,66	72,66	73	10,5621	26,44455	non chevauchement
5	33,60	3,42	154,92	154,92	155	4,9338	0,06205	chevauchement
6	58,35	34,62	77,46	77,46	78	9,9313	14,7714	non chevauchement

Tableau 21 : longueurs des clothoïdes

- **Calculs des paramètres des Clothoïde**

Paramètres de la Clothoïde		Virage 1	Virage 2	Virage 3	Virage 4	Virage 6
R	rayon (m)	210	530	200	220	250
L	longueur de la clothoïde (m)	71	113	70	73	78
A	paramètre de la clothoïde (m)	122	245	118	127	140
α	angle au sommet (gr)	124,7246	175,6247	164,6089	147,1109	170,4572
β	angle au centre (gr)	75,2754	24,3753	35,3911	52,8891	29,5428
τ	angle des tangentes (gr)	10,7620	6,7870	11,1410	10,5620	9,9310
γ	angle au centre Partie circulaire (gr)	53,7514	10,8013	13,1091	31,7651	9,6808
XKE	abscisse de l'extrémité de la clothoïde (m)	71,00	113,00	70,00	73,00	78,00
YKE	ordonnée de l'extrémité de la clothoïde (m)	4,00	4,02	4,08	4,04	4,06
σ	angle Polaire (gr)	3,5835	2,2613	3,7094	3,5171	3,3074
Lcercle	longueur de la partie circulaire (m)	177,31	89,92	41,18	109,77	38,02
SL	longueur de la corde KA-KE (m)	71,11	113,07	70,12	73,11	78,11
Xo	abscisse du centre (m)	35,67	56,60	35,18	36,67	39,16
Yo	ordonnées du centre (m)	211,01	531,01	201,03	221,02	251,02
KA-O	distance KA-cente (m)	214,00	534,02	204,09	224,04	254,06
DR	ripage (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DT	développée totale (m)	319,31	315,92	181,18	255,77	194,02
T	distance S-KA (m)	177,32	159,52	92,53	134,14	98,47

TK	tangente courte (m)	23,78	37,74	23,45	24,45	26,11
TL	tangente longue (m)	66,94	108,96	65,85	68,91	73,89
T		141,65	102,92	57,35	97,47	59,31
Biss	Bissectrice (m)	44,14	10,88	9,02	21,54	7,91

Tableau 22: Eléments de la clothoïde

- *Variation du devers dans la Clothoïde :*

✓ **Virage 01 :**

Clothoïde 1

R1 = 210 m L = 71,00 m d(R) = 8,00% dmin = 3% Δd = 11,00%

L = 71,00 m		x = 38,73 m	
N° Profil	xi	dint	Dext
KA	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-1,45%	-3,00%
P2	20	0,10%	-3,00%
P3	30	1,65%	-3,00%
P4	40	3,20%	3,20%
P5	50	4,75%	4,75%
P6	60	6,30%	6,30%
P7	70	7,85%	7,85%
KE	71,00 m	8,00%	8,00%

✓ **Virage 02 :**

Clothoïde 2

R2 = 530 m L = 113,00 m d(R) = 4,35% dmin = 3%

L = 113,00 m		x = 92,26 m	
N° Profil	x i	dint	dext
KA	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-1,45%	-3,00%
P2	20	0,10%	-3,00%
P3	30	1,65%	-3,00%
P4	40	3,20%	3,20%
P5	50	4,75%	4,75%
P6	60	6,30%	6,30%
P7	70	7,85%	7,85%
P8	80	9,39%	9,39%
P9	90	10,94%	10,94%
P10	100	12,49%	12,49%
P11	110	14,04%	14,04%
KE	113,00 m	14,51%	14,51%

✓ **Virage 03 :**

Clothoïde 3

R3 = 200 m L = 70 m d(R) = 8,00% dmin = 3%

L = 70,00 m		x = 38,18 m	
N° Profil	xi	dint	dext
KA	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-1,43%	-3,00%
P2	20	0,14%	-3,00%
P3	30	1,71%	-3,00%
P4	40	3,29%	3,29%
P5	50	4,86%	4,86%
P6	60	6,43%	6,43%
P7	70	8,00%	8,00%
KE	70,00 m	8,00%	8,00%

✓ **Virage 04 :**

Clothoïde 4

R4 = 220 m L = 73,00 m d(R) = 8,00% dmin = 3%

L = 73,00 m		x = 39,82 m	
N° Profil	xi	dint	dext
KA	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-1,49%	-3,00%
P2	20	0,01%	-3,00%
P3	30	1,52%	-3,00%
P4	40	3,03%	3,03%
P5	50	4,53%	4,53%
P6	60	6,04%	6,04%
P7	70	7,55%	7,55%
KE	73,00 m	8,00%	8,00%

✓ **Virage 06 :**

Clothoïde 6

$R_5 = 250 \text{ m}$ $L = 78,00 \text{ m}$ $d(R) = 7,42\%$ $d_{\min} = 3\%$

L = 78,00 m		x = 44,92 m	
N° Profil	xi	dint	dext
KA	0	-3,00%	-3,00%
P1	10	-1,66%	-3,00%
P2	20	-0,33%	-3,00%
P3	30	1,01%	-3,00%
P4	40	2,34%	-3,00%
P5	50	3,68%	3,68%
P6	60	5,01%	5,01%
P7	70	6,35%	6,35%
KE	78,00 m	7,42%	7,42%

B-ETUDE DE TRAFIC

INTRODUCTION

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

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

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

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

1-ANALYSE DU TRAFIC EXISTANT

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

2-LA MESURE DES TRAFICS

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

- Les comptages
- Les enquêtes

2-1-Les Comptages :

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

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

a)-Les comptages manuels

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

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

b)- Les comptages automatiques

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

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

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

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

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

2-2-Les Enquêtes :

a)-Les Enquêtes Origine Destination

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

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

b)-Les Enquêtes papillons ou distributions

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

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

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

c)-Relevé des plaques minéralogiques

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

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

d)- Interview des conducteurs

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

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

e)-Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage

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

3-DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC

- **Trafic normal**

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

- **Trafic dévié**

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

- **Trafic induit**

C'est le trafic qui résulte de :

- ✓ Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.

- ✓ Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

- **Trafic total**

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

4-CALCUL DE LA CAPACITE

4-1-Définition de la capacité :

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

La capacité dépend :

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

4-2-Projection Future Du Trafic :

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

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

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

TJMA₀ : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

4-3-Calcul du trafic effectif :

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

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

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

Avec : T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

Z : pourcentage de poids lourd.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend

Environnement	coefficient d'équivalence : P
E1	2,00
E2	4,00
E3	10,00

Tableau 23 : coefficient d'équivalence

4-4-Débit de pointe horaire normale :

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

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

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

4-5-Débit horaire admissible :

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

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

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K ₁	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 24 : Valeur de K₁

Environnement	1	2	3	4	5
E ₁	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E ₂	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E ₃	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau 25 : valeur de K₂

4-6-Détermination nombre des voies :

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

Avec : Q_{adm} : débit admissible par voie

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

5-APPLICATION AU PROJET

Les données du trafic :

- (TJMA)₂₀₁₉ = 4200 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- Le pourcentage de poids lourds %PL = 20%
- La durée de vie estimée de 20 ans

Trafic à l'année de mise en service

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^3 = 4200 (1 + 0.04)^3 = 4724 \text{ V / J}$$

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

$$T_n = T_1 (1 + \tau)^n = 4724 (1 + 0.04)^{20} = 10352 \text{ VPL/J}$$

$$T_{20} = 10352 \text{ UVP/J}$$

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

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

Pour notre cas : P = 2 (Environnement 1)

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.20) + 2 \times 0.20] \times 10352$$

$$T_{\text{eff}} = 12422 \text{ UVP/j}$$

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

$$Q = 0.12 \times 12422 = 1491$$

$$Q = 1491 \text{ UVP/h}$$

Débit admissible « d »

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

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

K_1 : coefficient dépendant de l'environnement

K_2 : coefficient de réduction

Les valeurs de K_1 sont les suivants :

Catégorie 1 et Environnement 1 $\Rightarrow K_1 = 0.75$, $K_2 = 1.00$

Pour la chaussée bidirectionnelle : $C_{th} = Q$ Horizon

$$C_{th} = 1800 \text{ UVP/h}$$

$$d = 0.75 \times 1.00 \times 1800 = 1350 \text{ UVP/J}$$

$$d = 1350 \text{ UVP/J}$$

Nombre de voie

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{Q}{d}$$

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{1800}{1350} = 0.89 \approx 1 \text{ voie/sens}$$

C-PROFIL EN LONG

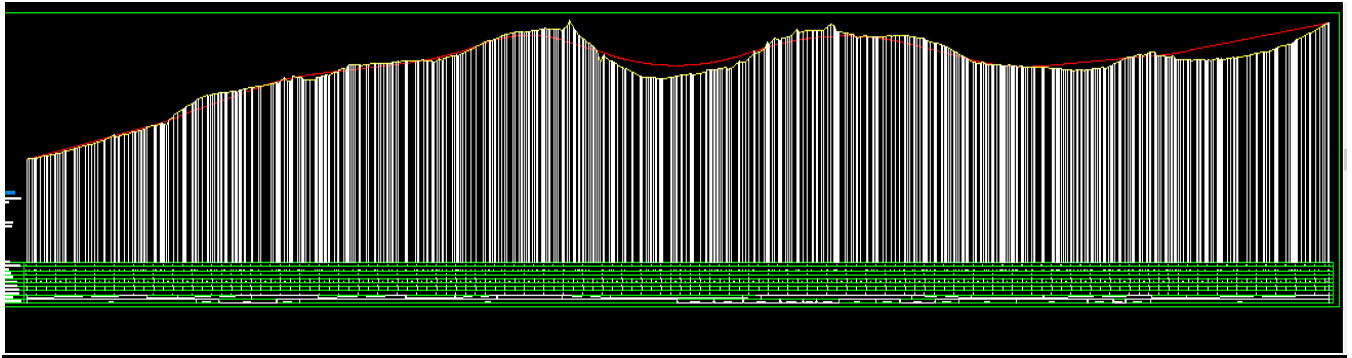


Figure10 : calcul de raccordement parabolique

1-DEFINITION

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain, il représente la surface de la chaussée avec un plan vertical passant par l'axe de la route. Le trait d'intersection donne le profil en long.

Il est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements circulaires (ou paraboliques) caractérisés par leur rayon.

Les profils en long ont été exécutés à l'échelle 1/1000 et 1/100 comme celle du levé topographique

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

2- LIGNE PROJET

Le tracé de la ligne rouge qui représente la surface de roulement du nouvel aménagement retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre plus particulièrement aux exigences suivantes :

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais ;
- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes.
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage
- D'adapter le terrain pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux
- De rechercher un équilibre entre le volume des déblais et le volume des remblais
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais

- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long ;
- Opter pour une déclivité minimale de 0.5% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

2.1-Eléments constituant la ligne rouge :

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

a-Les alignements :

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

b-Déclivité :

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

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 1500m

Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd

- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

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

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

Tableau 26: 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.

3-APPLICATION AU PROJET

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

COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Description

Nom du dessin : C:\Users\TI\Desktop\PROJET03_prj03_05etFin Impr
 Nom du listing : C:\Users\TI\Desktop\PROJET03_PLong.rtf
 Date du listing : 12/05/2020 à 18:21:07
 Profil en long : 1
 Courbe projet : Proj 1

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	505.580	100204.782, 5343.903	505.580
Rampe = 2.193 %	367.761	367.849				
			367.761	513.646	100335.504, 5687.647	513.653
Arc de parabole	96.692	96.724				
Rayon = 12000.0000						
			464.452	516.156	100369.873, 5778.024	517.229
Rampe = 2.999 %	226.061	226.163				
			690.514	522.935	100487.482, 5965.203	523.487
Arc de parabole	204.533	204.577				
Rayon = -10000.0000						
			895.047	526.977	100685.854, 6000.589	526.159
Rampe = 0.953 %	268.868	268.880				
			1163.915	529.540	100954.638, 6007.303	530.185
Arc de parabole	152.920	152.944				
Rayon = 10000.0000						
			1316.835	532.168	101107.510, 6011.122	531.454
Rampe = 2.483 %	128.341	128.380				
			1445.176	535.354	101235.811, 6014.326	535.671
Arc de parabole	200.645	200.666				
Rayon = -4000.0000						
S haut = 1544.176						
Z haut = 536.587						
			1645.821	535.303	101436.393, 6019.337	537.800
Pente = -2.533 %	147.096	147.143				
			1792.917	531.577	101583.444, 6023.010	530.249
Arc de parabole	408.398	408.443				

Rayon = 8000.0000						
S bas = 1995.917						
Z bas = 529.009						
			2201.315	531.654	101989.296, 6054.354	529.869
Rampe = 2.572 %	53.858	53.876				
			2255.173	533.039	102039.978, 6072.535	532.457
Arc de parabole	464.218	464.261				
Rayon = -10000.0000						
S haut = 2512.173						
Z haut = 536.346						
			2719.392	534.202	102370.115, 6382.570	536.234
Pente = -2.071 %	182.826	182.866				
			2902.218	530.417	102543.217, 6433.621	530.168
Arc de parabole	223.087	223.099				
Rayon = 8000.0000						
S bas = 3068.218						
Z bas = 528.702						
			3125.304	528.908	102764.311, 6463.367	528.544
Rampe = 0.718 %	331.622	331.631				
			3456.927	531.289	103090.932, 6462.011	532.299
Arc de parabole	108.529	108.537				
Rayon = 12000.0000						
			3565.455	532.559	103193.636, 6426.935	530.421
Rampe = 1.622 %	438.044	438.102				
			4003.499	539.665	103608.171, 6285.361	539.665
Longueur totale	4003.499					

4-Raccordement en profil en long

- **Raccordements verticaux :**

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

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

- **Raccordement convexe (angle saillant) :**

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

Condition de confort

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

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

D_1 : la distance d'arrêt

h_0 : hauteur de l'œil

h_1 : hauteur de l'obstacle

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

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

$a = 0.24$ pour les catégories 1 et 2

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

d : la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 80 Km/h = 99 m (Normes B40)

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base de 80 km/h est de :

$$R_{vm_1} = 0.22 d^2 = 2156.22 \text{ m}$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenues par application de même relations pour la vitesse $V = V_r + 20 = 100 \text{ km/h}$ $d = 150 \text{ m}$

$$R_{vn} = 0.22 d^2 = 4950 \text{ m}$$

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

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	RVm	3500
Min normale	RVn	8000

Tableau 27 : Rayons convexes (Cat3, Vr=80km/h)

- **Raccordement concave (angle rentrant)**

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

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

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

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

Rayon minimal absolu

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

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

Rayon minimal normal

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

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

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

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

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

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	R'Vm	1600
Min normale	R'VN	2400

Tableau 28 : Rayons concaves

5-COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG

Le profil en long et le tracé en plan sont coordonnés de telle manière que la route Apparaisse à l'usager sans discontinuité gênante de tracé, lui permette de prévoir son

Évolution et de distinguer clairement les dispositions des points singuliers, notamment les carrefours, les entrées et les sorties dans les échangeurs.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long sont fondées sur des paramètres conventionnels de technique de la circulation (temps de perception réaction, coefficients de frottement, hauteur d'obstacle, etc.) Pour la majorité des usagers. Les valeurs limites recommandées des paramètres du tracé en plan et du profil en long.

Dans les zones où les distances de visibilité ne peuvent pas être assurées (de façon permanente ou temporaire), un marquage et une signalisation appropriée doivent interdire le dépassement de façon claire et perceptible par les usagers.

Il est 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'échanges) afin d'assurer de bonnes conditions générales de visibilité et, pour les routes neuves, d'assurer si possible un certain confort visuel en évitant de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu , cela conduit en général à chercher à faire coïncider les courbes du tracé en plan et les courbes du profil en long et à prévoir des rayons de profil en long importants relativement à ceux du tracé en plan

Cependant, pour des raisons de sécurité, le début des courbes (surtout lorsqu'elles ont des rayons inférieurs à 300 m) ne devraient pas coïncider avec un point haut du profil en long (ou se situer à proximité immédiate), ceci étant susceptible de dégrader fortement la perception du virage

Les carrefours ou accès riverains ne doivent pas coïncider avec des courbes du tracé en plan ni avec des zones à visibilité réduite.

Sous réserve de la vérification des conditions de visibilité, on peut cependant admettre dans certains cas l'implantation d'un carrefour giratoire ou exceptionnellement d'un carrefour en T ou d'un accès (à condition que la route secondaire ou l'accès .se raccorde à la route principale du coté externe de la courbe) dans une courbe de rayon supérieur au rayon non déversé.

Sur les routes existantes, certains accès ou carrefours sont situés dans des courbes ou autres situations défavorables. Une démarche de type "diagnostic de sécurité" doit alors permettre de prendre les dispositions éventuellement nécessaires pour les modifier ou les déplacer.

D- CINEMATIQUE

1- DISTANCE DE FREINAGE

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

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

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

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h.

e : déclivité.

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

V_r (Km/h)		40	60	80	100	120	140
f_{rl}	Catégorie 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	Catégorie 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/

Tableau 29 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

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

Exemple de calcul

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

$$d_o = \frac{4}{1000} \times \frac{80^2}{0.36} = 59.54 \text{ m}$$

En pente et en rampe :

Déclivités		Do
Rampe =	2,19%	62,73
Rampe =	3,00%	64,00
Rampe =	2,48%	63,18
Pente =	-2,53%	56,22
Rampe =	2,57%	63,32
Pente =	-2,07%	56,80
Rampe =	0,72%	60,55
Rampe =	1,62%	61,87

2- TEMPS DE REACTION

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

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

Dans une attention concentrée

$t = 1.2 s$ pour un obstacle imprévisible

$t = 0.6 s$ pour un obstacle prévisible

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

Catégorie 3 – 4 – 5 (normes B40)

$t = 2 s$ pour des vitesses ≤ 60 Km/h

$t = 1.8 s$ pour des vitesses > 60 Km/h

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

$d_1 = v \times t$ Avec : v : vitesse en m/s t : temps en seconde

3-DISTANCE D'ARRET

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

$$d = d_1 + d_0$$

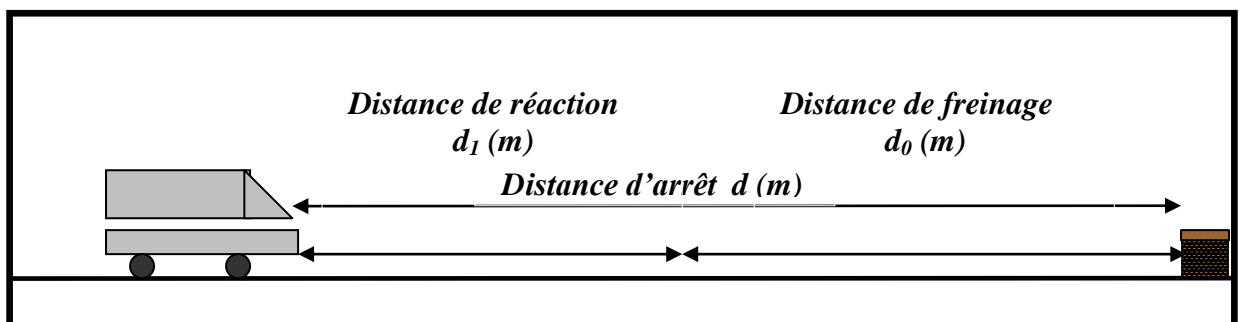


Figure 11 :Distance d'arrêt et de freinage

En alignement droit

Pour $V_r > 60\text{Km/h}$ et quand $t = 1.8 \text{ s}$: $d = d_0 + 0.50 \times V_r$

Pour $V_r \leq 60 \text{ Km/h}$ et quand $t = 2 \text{ s}$: $d = d_0 + 0.56 \times V_r$

Application : $V_r = 80 \text{ Km/h}$ $t = 1.8 \text{ s}$ $\Rightarrow d = d_0 + 0.50 V_r$

En palier : $d = 59.54 + (0,50 \times 80) = 99.54 \text{ m}$

En pente et en rampe :

Déclivité		Do (m)	0.5 Vr	d (m)
Rampe =	2,19%	62,73	40	102,734
Rampe =	3,00%	64,00	40	103,998
Rampe =	2,48%	63,18	40	103,183
Pente =	-2,53%	56,22	40	96,223
Rampe =	2,57%	63,32	40	103,322
Pente =	-2,07%	56,80	40	96,799
Rampe =	0,72%	60,55	40	100,546
Rampe =	1,62%	61,87	40	101,869

En courbe

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

Application :

Déclivité		do (m)	d en courbe (m)
Rampe =	2,19%	62,73	118,42
Rampe =	3,00%	64,00	120,00
Rampe =	2,48%	63,18	118,98
Pente =	-2,53%	56,22	110,28
Rampe =	2,57%	63,32	119,15
Pente =	-2,07%	56,80	111,00
Rampe =	0,72%	60,55	115,68
Rampe =	1,62%	61,87	117,34

4-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.

$$d_p = d + \frac{6}{3.6} V_r \quad V_r \text{ est en Km/h}$$

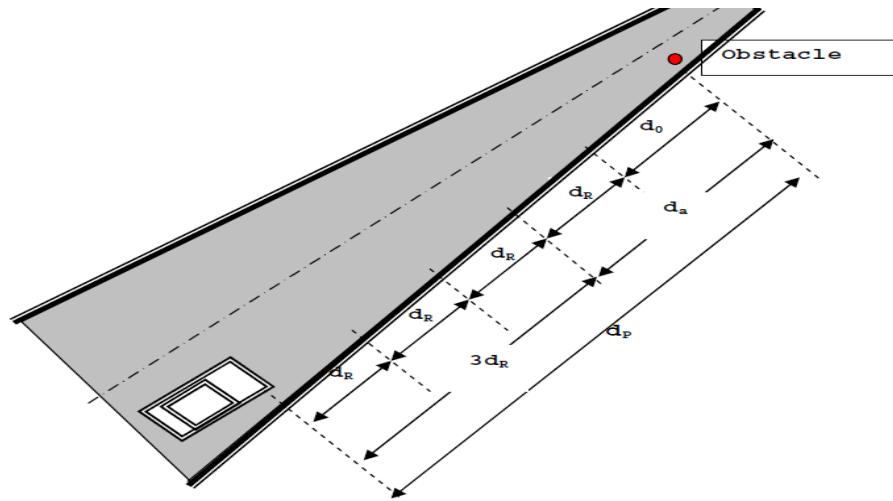


Figure 12:distance de perception

Application :

En alignement droit :

En palier : $d_p = 99.54 + \frac{6}{3.6} \times 80 = 232.87 \text{ m}$

Déclivités		d1	dp (m)
Rampe =	2,19%	102,734	236,068
Rampe =	3,00%	103,998	237,332
Rampe =	2,48%	103,183	236,517
Pente =	-2,53%	96,223	229,556
Rampe =	2,57%	103,322	236,656
Pente =	-2,07%	96,799	230,133
Rampe =	0,72%	100,546	233,879
Rampe =	1,62%	101,869	235,202

En courbe :

Déclivités		d1	En courbe
Rampe =	2,19%	102,734	251,751
Rampe =	3,00%	103,998	253,331
Rampe =	2,48%	103,183	252,313
Pente =	-2,53%	96,223	243,612

Rampe =	2,57%	103,322	252,486
Pente =	-2,07%	96,799	244,332
Rampe =	0,72%	100,546	249,016
Rampe =	1,62%	101,869	250,669

5- DISTANCE DE SECURITE ENTRE DEUX VEHICULES

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

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

L'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 $t' = 0.75$ s

En pratique, on prend $t = 3$ s

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

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

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

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

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

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

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

1er Cas :

$$Es = \frac{V}{5} + 1 = \frac{80}{5} + 5 = 21 \text{ m}$$

2ème Cas :

$$Es = \frac{V}{3} = \frac{80}{3} = 26.67 \text{ m}$$

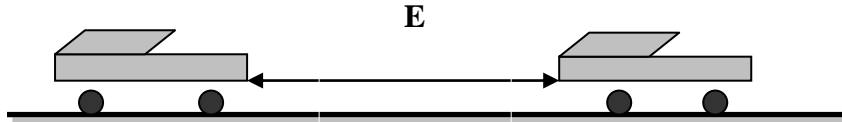


Figure 13:L’espace entre deux véhicules

6-MANŒUVRE DE DEPASSEMENT :

dvdm : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

dvdN : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

dmd : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

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

Tableau 30:Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

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

Application :

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

$dvdm = 320 \text{ m}$

$dvdN = 480 \text{ m}$

$dmd = 200 \text{ m}$

E-PROFIL EN TRAVERS

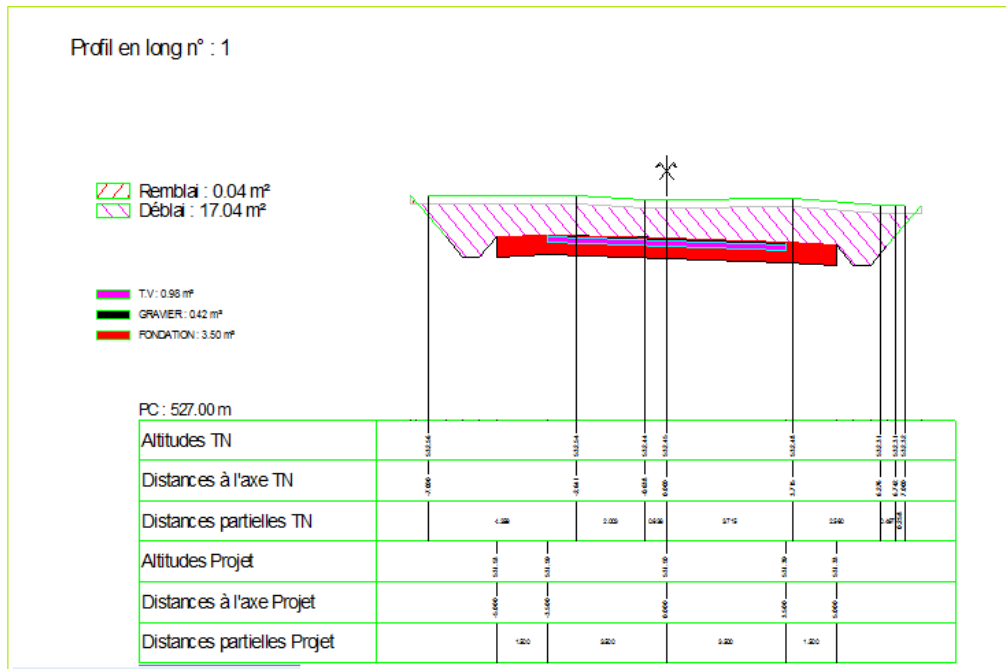


Figure 14 : profil en travers

1-DEFINITIONS

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

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

2-PROFIL EN TRAVERS TYPE

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

L’application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet lue sur le profil en long, permet l’avant métré des terrassements. On a pris 6 profils en travers avec l’épaisseur du corps de chaussée

- 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 ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL EN TRAVERS TYPE

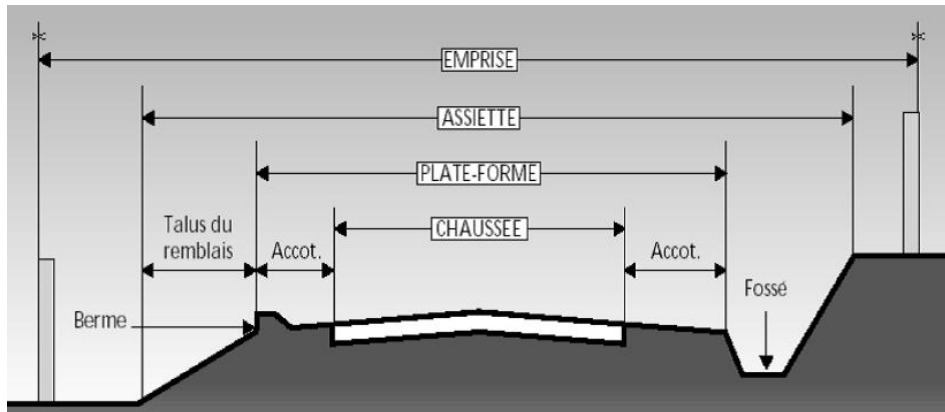


Figure 15 : Les éléments d'une route

- **La largeur roulable**

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

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

- **La plate forme**

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

- **Assiette**

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

- **L'emprise**

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

- **Les accotements**

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.
- **Le terre-plein central**

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

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

- **Le fossé**

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

- **Profil en travers type de notre projet**

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

- Une chaussées de deux voies de 3.50m : $(2 \times 3.5) = 7 \text{ m}$
- un accotement de 1.5m pour de part et d'autre : $2 \times 1.5 = 3.00 \text{ m}$

4-DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

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

5-PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES

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

- **De la charge des véhicules**

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

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

- **Des intempéries**

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

- **Des efforts tangentiels**

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

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

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

5.1-La chaussée :

a- Définition

- **Au sens géométrique :** c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel :** c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges.

6-STRUCTURE DE LA CHAUSSEE :

6-1-Définition :

La chaussée d'une route est destinée à supporter les différentes actions mécaniques des véhicules et à les transmettre au sol de fondation, sans qu'il ne se produise de déformations permanentes dans le corps de chaussée ou dans le sol.

On voit tout de suite, que nous aurons deux facteurs bien différents à étudier pour déterminer la résistance de la chaussée donc son épaisseur. Il faudra tenir compte :

des efforts dus aux véhicules

de l'aptitude du terrain de fondation à résister aux efforts.

6-2-Les efforts dus aux véhicules :

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

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

Il est intéressant de signaler que les actions des agents atmosphériques collaborant à l'usure de la structure de la chaussée provoquée par l'infiltration d'eau et la variation journalière et saisonnière de la température.

6-3-Résistance des sols de fondation :

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

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

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

6-4-Les différentes catégories de chaussées :

- **Chaussées souples**

Elles sont constituées en théorie d'une superposition de couches de matériaux ou agrégats compactés recouvert d'un revêtement plus ou moins épais à base de bitume appelé couche de roulement.

Les couches formant ce type de chaussées ne présentent pas de résistance à la traction, alors les contraintes se répartissent dans les différentes couches puis dans le sol. Ce qui implique que le sol peut être souple mais doit avoir une certaine résistance.

- **Chaussées rigides :**

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

- **Chaussées semi-rigides :**

Elles sont constituées tout ou partie de matériaux traités aux liants hydrauliques (ciment, laitier granulé, par exemple).

6-5-Choix du type de chaussée :

La recherche de l'économie implique donc l'utilisation des matériaux à limite de leur résistance mécanique sans qu'il y ait déformation.

On retiendra dans notre projet le type de chaussées souple

- elles sont économiques
- elles sont les plus employées dans la voirie urbaine car les charges et le trafic, ne sont pas importantes.
- elles permettent l'utilisation des matériaux locaux
- elles sont antidérapantes même mouillé
- leur mise en place et leur entretien est facile
- elles représentent une surface agréable au roulement.

6-6-Structure de la chaussée souple :

- **Couche de roulement**

Son rôle est d'absorber les efforts de cisaillement dus à la circulation des véhicule et d'assurer l'étanchéité de la chaussée.

Elle est réalisée avec des enrobés en bitume soit à chaud soit à froid, elle peut être à bicouches ou à tri couches.

- **Couche de base**

C'est la couche essentielle de la chaussée. Son rôle est à résister aux charges verticales dues à la circulation et de répartir les pressions à la couche de fondation et de résister également aux efforts de cisaillement.

Elle est réalisée avec grave concassée et pouvant être améliorée par un compactage ou par l'incorporation d'un liant hydraulique (ciment ou chaux) ou hydrocarbonée (bitume, goudron).

- **Couche de fondation**

Elle sert de liaison avec le sol et répartit les contraintes dans celui-ci. Elle est réalisée avec des matériaux les moins nobles, comme tout venant, bien que parfois on utilise des graves améliorés ou ciment ou laitier pour faire des couches de fondation et augmenter ainsi la rigidité de l'ensemble.

- **Couche anti-contaminant**

Le évite la pollution des couche de fondation par des remontées du terrain sous-jacent (terrain à sols fins : remontée d'argile et de limons à granulométrie très sensible à l'eau).

En outre cette couche peut être :

- **Couche anti-capillaire**
- **Couche drainante**
- **Protection anti-gel**

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car la qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisée, la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation: action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,... 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 ces charges pendant sa durée de vie.

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

7-LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT

On distingue deux familles des méthodes :

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

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

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

$a_1 \times e_1$: couche de roulement

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

Où:

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence

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

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

Tableau 31 : matériaux et coefficients d'équivalence

8-APPLICATION AU PROJET

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

Données :

TMJA =	4200
$\tau =$	4%
%PL =	20%
n	3
I =	7
Durée de vie:	20

$$TJMA = 4200 \text{ v/j}$$

$$T_0 = (TJMA \times \% pl)$$

$$T_0 = (1500 \times 0.20) = 840$$

$$T_1 = (1+\tau)^3 \times T_0$$

$$T_1 = (1+0.04)^3 \times 840 = 949 \text{ pl/j/sens}$$

$$T_n = (1+\tau)^n \times T_1$$

$$T_n = (1+0.04)^{20} \times 949 = 2078 \text{ pl/j/sens}$$

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

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log \frac{2078}{10})}{7 + 5} \approx 49\text{cm}$$

$$E_{\text{éq}} = 49.00\text{cm}$$

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

$e_1 = 6 \text{ cm BB}$ $a_1 = 2$ $\Rightarrow a_1 \times e_1 = 12 \text{ cm}$

$e_2 = 14 \text{ cm GB}$ $a_2 = 1.5$

$e_3 = 29 \text{ cm de Tuf}$ $a_3 = 0.75$

$E_{\text{éq}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 54.75 \text{ cm}$

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	06	02	12
GB	14	1.5	21
TUF	29	0.75	21.75
TOTAL	49		54.75

Tableau 32:épaisseur du corps de chaussée

Notre structure comporte : **6BB + 14GB +29TUF**

6 cm BB (Béton Bitumineux)

14 cm GB (Graves Bitume)

29cm TUF



Figure 16 :Corps de chaussée

F-CUBATURE

1-DEFINITION

Les cubatures de terrassement est la détermination des volumes de remblais et déblais nécessaire à la réalisation du projet, cela nécessite la connaissance :

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

2-METHODE DE CALCUL

L'évaluation du volume compris entre les surfaces qui définissent d'une part le terrain naturel et d'autre part le projet, constituent les cubatures des terrassements.

3-RECAPITULATIF DES CUBATURE DEBLAI-REMNLAI PAR PROFIL :

Pour le calcul des surfaces en déblai et en reblai , on a utilisé le logiciel Covadis 10.1, les résultats sont illustrés dans les tableaux suivants :

N° Profil	Abs-cisse (m)	Long. d'appl (m)	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,00	15,00	1,81	2,35	4,15	62,29	62,29	0,07	0,02	0,09	1,33	1,33
P2	30,00	30,00	0,70	1,56	2,26	67,82	130,10	0,06	0,03	0,09	2,75	4,07
P3	60,00	30,00	0,14	0,01	0,15	4,55	134,66	0,19	0,32	0,51	15,40	19,47
P4	90,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	134,66	1,38	1,02	2,41	72,19	91,66
P5	120,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	134,66	1,01	1,47	2,48	74,28	165,94
P6	150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	134,66	1,20	0,80	2,01	60,16	226,10
P7	180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	134,66	0,59	0,42	1,01	30,31	256,41
P8	210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	134,66	0,78	0,87	1,65	49,57	305,99
P9	240,00	30,00	0,50	0,42	0,92	27,55	162,21	0,03	0,06	0,08	2,54	308,53
P10	270,00	30,00	4,17	1,71	5,88	176,32	338,53	0,02	0,03	0,05	1,41	309,94
P11	300,00	30,00	0,15	0,39	0,54	16,21	354,73	0,38	0,16	0,53	15,99	325,93
P12	330,00	30,00	2,29	1,59	3,88	116,41	471,14	0,15	0,03	0,18	5,39	331,31
P13	360,00	30,00	0,83	1,39	2,21	66,42	537,56	0,16	0,03	0,19	5,83	337,15
P14	390,00	30,00	1,53	0,57	2,10	62,95	600,51	0,03	0,43	0,46	13,87	351,01
P15	420,00	30,00	0,37	0,00	0,37	11,09	611,60	0,14	14,20	14,34	430,35	781,36
P16	450,00	30,00	6,07	6,50	12,58	377,25	988,85	0,02	0,02	0,04	1,12	782,48
P17	480,00	30,00	12,75	11,58	24,33	730,01	1718,86	0,02	0,02	0,04	1,21	783,69
P18	510,00	30,00	22,31	19,80	42,11	1263,21	2982,07	0,02	0,02	0,04	1,21	784,90
P19	540,00	30,00	26,93	20,28	47,21	1416,16	4398,23	0,02	0,02	0,04	1,24	786,14
P20	570,00	30,00	21,17	18,82	39,98	1199,54	5597,77	0,02	0,02	0,04	1,17	787,30
P21	600,00	30,00	15,76	13,89	29,66	889,66	6487,43	0,02	0,02	0,04	1,13	788,44
P22	630,00	30,00	9,83	10,76	20,59	617,57	7105,00	0,02	0,01	0,03	0,99	789,43
P23	660,00	30,00	7,38	8,55	15,93	477,87	7582,87	0,02	0,02	0,04	1,10	790,53
P24	690,00	30,00	5,20	4,51	9,70	291,11	7873,97	0,02	0,02	0,04	1,12	791,66
P25	720,00	30,00	3,44	2,05	5,48	164,51	8038,48	0,02	0,01	0,04	1,13	792,78
P26	750,00	30,00	3,47	1,06	4,53	135,93	8174,41	0,02	0,14	0,16	4,89	797,67
P27	780,00	30,00	0,36	0,88	1,24	37,19	8211,60	0,08	0,04	0,12	3,48	801,15
P28	810,00	30,00	3,16	0,00	3,16	94,88	8306,48	1,23	2,93	4,16	124,84	925,99
P29	840,00	30,00	1,73	0,00	1,73	51,84	8358,32	0,02	1,00	1,02	30,66	956,65
P30	870,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8358,32	3,69	8,77	12,46	373,70	1330,34

P31	900,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8358,32	3,49	3,13	6,61	198,37	1528,71
P32	930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8358,32	2,25	3,71	5,96	178,81	1707,53
P33	960,00	30,00	6,45	2,68	9,13	273,77	8632,08	0,02	0,04	0,06	1,86	1709,38
P34	990,00	30,00	13,05	9,15	22,20	665,89	9297,97	0,02	0,02	0,04	1,18	1710,56
P35	1020,00	30,00	10,97	7,45	18,42	552,70	9850,67	0,02	0,02	0,04	1,09	1711,66
P36	1050,00	30,00	7,58	7,14	14,73	441,84	10292,51	0,02	0,02	0,04	1,19	1712,84
P37	1080,00	30,00	8,84	7,08	15,93	477,87	10770,38	0,02	0,02	0,04	1,17	1714,02
P38	1110,00	30,00	6,30	3,82	10,12	303,54	11073,92	0,02	0,02	0,04	1,14	1715,16
P39	1140,00	30,00	7,20	6,42	13,62	408,58	11482,50	0,02	0,02	0,04	1,16	1716,32
P40	1170,00	30,00	7,50	6,07	13,57	407,11	11889,61	0,02	0,02	0,04	1,23	1717,55
P41	1200,00	30,00	6,47	3,10	9,57	287,07	12176,68	0,02	0,02	0,04	1,26	1718,81
P42	1230,00	30,00	1,21	0,02	1,23	36,77	12213,45	0,07	0,23	0,30	9,11	1727,91
P43	1260,00	30,00	0,14	0,00	0,14	4,16	12217,61	1,49	3,35	4,84	145,31	1873,22
P44	1290,00	30,00	1,36	0,00	1,36	40,88	12258,49	0,23	3,13	3,36	100,89	1974,12
P45	1320,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12258,49	1,26	3,16	4,42	132,67	2106,79
P46	1350,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12258,49	1,50	2,53	4,03	121,00	2227,79
P47	1380,00	30,00	2,37	1,13	3,50	104,93	12363,41	0,02	0,02	0,05	1,37	2229,16
P48	1410,00	30,00	5,71	4,35	10,06	301,85	12665,26	0,02	0,02	0,04	1,18	2230,34
P49	1440,00	30,00	5,02	3,76	8,78	263,48	12928,74	0,02	0,02	0,04	1,17	2231,51
P50	1470,00	30,00	7,57	6,58	14,15	424,50	13353,23	0,02	0,02	0,04	1,17	2232,68
P51	1500,00	30,00	10,29	7,31	17,60	528,13	13881,36	0,02	0,02	0,04	1,16	2233,84
P52	1530,00	30,00	7,34	3,41	10,74	322,35	14203,71	0,02	0,02	0,04	1,16	2235,00
P53	1560,00	30,00	10,45	8,99	19,44	583,07	14786,78	0,02	0,02	0,04	1,13	2236,13
P54	1590,00	30,00	16,74	12,98	29,72	891,45	15678,23	0,02	0,02	0,04	1,23	2237,36
P55	1620,00	30,00	25,15	16,80	41,95	1258,58	16936,81	0,02	0,02	0,04	1,27	2238,63
P56	1650,00	30,00	44,54	23,19	67,74	2032,06	18968,87	0,02	0,02	0,04	1,16	2239,78
P57	1680,00	30,00	52,92	28,20	81,12	2433,50	21402,37	0,02	0,02	0,04	1,32	2241,10
P58	1710,00	30,00	20,22	16,34	36,56	1096,70	22499,07	0,03	0,02	0,05	1,41	2242,51
P59	1740,00	30,00	8,95	7,07	16,02	480,72	22979,79	0,02	0,02	0,04	1,19	2243,70
P60	1770,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	1,99	8,26	10,25	307,41	2551,11
P61	1800,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	7,26	7,73	14,99	449,76	3000,87
P62	1830,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	12,12	15,04	27,16	814,82	3815,69
P63	1860,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	17,77	21,13	38,91	1167,20	4982,89
P64	1890,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	23,30	31,22	54,51	1635,43	6618,32
P65	1920,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	22,55	29,61	52,16	1564,79	8183,11
P66	1950,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	24,77	31,76	56,53	1696,01	9879,12
P67	1980,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	19,35	21,68	41,03	1230,91	11110,03
P68	2010,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	12,55	16,19	28,73	861,96	11971,99
P69	2040,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	11,84	14,98	26,81	804,38	12776,37
P70	2070,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	10,56	14,96	25,52	765,47	13541,85
P71	2100,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	7,94	12,17	20,11	603,35	14145,20
P72	2130,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	7,76	11,53	19,29	578,69	14723,89
P73	2160,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	11,90	23,36	35,25	1057,61	15781,50
P74	2190,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	7,98	14,28	22,27	668,02	16449,52
P75	2220,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22979,79	2,98	14,87	17,85	535,54	16985,06
P76	2250,00	30,00	0,90	0,00	0,90	26,91	23006,69	1,12	2,03	3,15	94,61	17079,67
P77	2280,00	30,00	11,92	3,34	15,26	457,92	23464,62	0,02	0,02	0,05	1,38	17081,05
P78	2310,00	30,00	10,85	12,47	23,31	699,40	24164,02	0,03	0,02	0,05	1,35	17082,40
P79	2340,00	30,00	13,20	9,43	22,62	678,68	24842,70	0,03	0,02	0,05	1,46	17083,85
P80	2370,00	30,00	32,24	23,06	55,30	1659,11	26501,80	0,02	0,02	0,04	1,34	17085,19
P81	2400,00	30,00	32,93	18,12	51,05	1531,48	28033,28	0,03	0,02	0,05	1,50	17086,70
P82	2430,00	30,00	29,22	14,96	44,18	1325,37	29358,65	0,03	0,02	0,04	1,28	17087,98
P83	2460,00	30,00	31,81	14,73	46,54	1396,14	30754,79	0,02	0,02	0,04	1,18	17089,16
P84	2490,00	30,00	17,23	8,39	25,63	768,77	31523,56	0,02	0,02	0,04	1,26	17090,42
P85	2520,00	30,00	10,17	6,09	16,26	487,79	32011,35	0,02	0,02	0,04	1,24	17091,66
P86	2550,00	30,00	5,22	0,16	5,39	161,56	32172,91	0,02	1,22	1,24	37,27	17128,93

P87	2580,00	30,00	5,20	3,20	8,39	251,79	32424,70	0,02	0,02	0,04	1,22	17130,15
P88	2610,00	30,00	3,29	3,55	6,84	205,34	32630,04	0,02	0,02	0,04	1,12	17131,27
P89	2640,00	30,00	6,80	5,99	12,79	383,70	33013,74	0,02	0,02	0,04	1,13	17132,41
P90	2670,00	30,00	10,89	10,63	21,52	645,54	33659,28	0,02	0,02	0,04	1,15	17133,55
P91	2700,00	30,00	14,63	14,51	29,13	873,96	34533,24	0,02	0,02	0,04	1,21	17134,77
P92	2730,00	30,00	16,91	17,43	34,34	1030,05	35563,29	0,02	0,02	0,04	1,17	17135,93
P93	2760,00	30,00	17,66	17,75	35,40	1062,08	36625,37	0,02	0,02	0,04	1,19	17137,12
P94	2790,00	30,00	15,08	15,67	30,74	922,34	37547,71	0,02	0,02	0,04	1,21	17138,33
P95	2820,00	30,00	13,99	14,66	28,64	859,33	38407,05	0,02	0,02	0,04	1,16	17139,49
P96	2850,00	30,00	8,37	8,67	17,04	511,19	38918,24	0,02	0,02	0,04	1,22	17140,70
P97	2880,00	30,00	3,65	4,24	7,90	236,89	39155,13	0,02	0,02	0,04	1,18	17141,89
P98	2910,00	30,00	1,17	0,00	1,17	35,10	39190,22	0,04	0,47	0,51	15,30	17157,19
P99	2940,00	30,00	2,01	0,84	2,85	85,61	39275,84	0,02	0,04	0,06	1,68	17158,87
P100	2970,00	30,00	2,19	1,84	4,03	120,88	39396,72	0,02	0,03	0,05	1,39	17160,26
P101	3000,00	30,00	2,37	1,50	3,87	116,10	39512,82	0,02	0,05	0,07	2,15	17162,41
P102	3030,00	30,00	3,59	0,99	4,58	137,28	39650,10	0,02	0,16	0,18	5,45	17167,86
P103	3060,00	30,00	3,29	2,16	5,46	163,65	39813,75	0,02	0,06	0,09	2,55	17170,41
P104	3090,00	30,00	0,63	1,07	1,70	50,94	39864,69	0,00	0,01	0,01	0,27	17170,68
P105	3120,00	30,00	0,39	0,00	0,39	11,76	39876,45	0,07	0,45	0,52	15,62	17186,30
P106	3150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39876,45	1,69	2,25	3,94	118,21	17304,50
P107	3180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39876,45	4,81	5,10	9,91	297,39	17601,90
P108	3210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39876,45	8,28	7,95	16,24	487,13	18089,02
P109	3240,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39876,45	11,68	12,22	23,90	716,98	18806,01
P110	3270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39876,45	12,16	11,28	23,44	703,21	19509,22
P111	3300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39876,45	12,96	10,49	23,45	703,41	20212,63
P112	3330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39876,45	8,78	7,42	16,20	486,14	20698,76
P113	3360,00	30,00	0,00	0,22	0,22	6,64	39883,09	2,79	0,23	3,02	90,66	20789,42
P114	3390,00	30,00	3,54	3,81	7,35	220,62	40103,71	0,02	0,02	0,04	1,19	20790,60
P115	3420,00	30,00	5,99	6,55	12,54	376,26	40479,97	0,02	0,02	0,04	1,25	20791,86
P116	3450,00	30,00	8,57	8,17	16,73	501,96	40981,93	0,02	0,02	0,04	1,26	20793,11
P117	3480,00	30,00	3,53	3,09	6,62	198,69	41180,62	0,02	0,02	0,04	1,35	20794,46
P118	3510,00	30,00	2,03	0,00	2,03	60,90	41241,52	0,98	2,09	3,07	92,22	20886,68
P119	3540,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	7,51	10,85	18,36	550,69	21437,37
P120	3570,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	11,51	15,35	26,86	805,73	22243,10
P121	3600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	14,52	19,64	34,16	1024,90	23268,00
P122	3630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	22,63	30,97	53,60	1607,96	24875,96
P123	3660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	21,28	26,31	47,59	1427,73	26303,70
P124	3690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	27,10	31,51	58,61	1758,38	28062,08
P125	3720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	26,77	35,91	62,68	1880,47	29942,55
P126	3750,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	27,76	36,27	64,03	1920,88	31863,43
P127	3780,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	28,45	32,82	61,27	1838,13	33701,55
P128	3810,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	28,41	35,13	63,54	1906,27	35607,82
P129	3840,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	28,58	31,87	60,45	1813,52	37421,34
P130	3870,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	23,35	27,45	50,80	1524,15	38945,48
P131	3900,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	15,19	18,80	33,99	1019,75	39965,23
P132	3930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	11,21	11,70	22,91	687,45	40652,68
P133	3960,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41241,52	4,01	6,04	10,05	301,55	40954,23
P134	3990,00	21,75	0,49	0,00	0,49	10,59	41252,11	0,02	0,43	0,45	9,83	40964,07
P135	4003,50	6,75	2,80	1,80	4,61	31,09	41283,20	0,02	0,03	0,05	0,35	40964,42

Tableau 33 : récapitulatif des cubatures déblai-remblai par profil

Volume cumulé déblais (m ³)	41283,20
Volume cumulé remblais (m ³)	40964,42
Excès de déblais (m ³)	318,78

G-IMPLANTATION

L'implantation est une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet.

Les implantations sont calculées au préalable à partir des éléments graphiques (mesures sur le plan)

1-PLAN DE PIQUETAGE DES AXES DES VOIES

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

1-1- Implantation planimétrique des sommets des alignements

- ***Par rayonnement***

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

- ***Par intersection***

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

- ***Par coordonnées polaires***

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

1-2- Implantation de courbes

a – Raccordement circulaire

Méthode d'implantation :

- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente

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

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

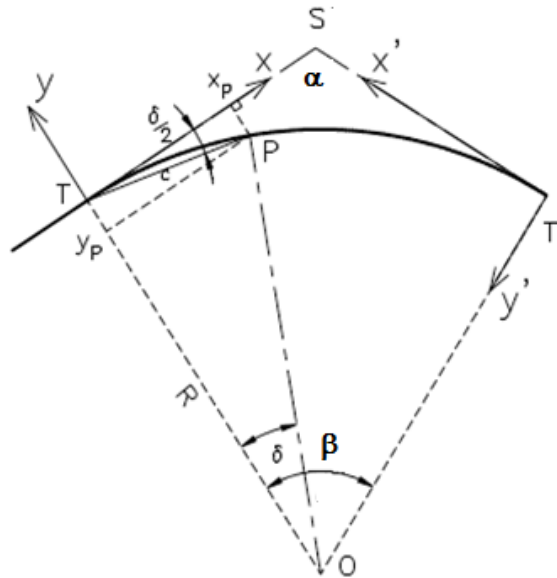


Figure 17 : Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente

- Par Abscisses et ordonnées sur la corde

Origine : point de tangence

Origine : milieu de la corde

- Par coordonnées polaires

b- Raccordement progressif

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

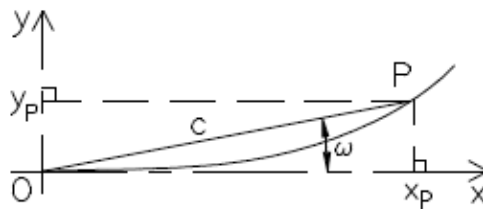


Figure 18: Implantation de clothoïde

Piquetage par coordonnées rectangulaires

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

Piquetage par coordonnées Polaires

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

1-3-Implantation en altimétrie :

Il est souvent nécessaire d’implanter sur le chantier un réseau de repères de nivellement. Ces repères sont reliés entre eux par cheminement de nivellement encadré par deux (02) ou plusieurs repères du nivellement général de l’Algérie (NGA).

Ces repères peuvent être des points naturels bien définis exemple avaloirs ou des rivets scellés dans un socle de béton.

2-APPLICATION A NOTRE PROJET

L’absence de canevas topographique (pièce non jointe avec le levé topographique) ne nous a pas permis de traiter la partie implantation des alignements droits. On contentera au piquetage des parties courbes (clothoïde et cercle).

Raccordement progressif 1 (forme symétrique) :

Méthode choisie : Par abscisses et ordonnées sur la tangente KAS

Partie circulaire :

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente

Virage 01

Implantation de clothoïde

Données

- R = 210 m
- L = 71 m
- A = 122 m
- ΔL = 10 m
- n = 7

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,000	0,000
1	10	10,000	0,011
2	20	20,000	0,089
3	30	29,997	0,302
4	40	39,988	0,715
5	50	49,965	1,397
6	60	59,913	2,412
7	70	69,811	3,827

KE	71	70,797	3,993
----	----	--------	-------

Implantation de l'arc de cercle

Données

$R = 210 \text{ m}$
 $\gamma = 53,7514 \text{ gr}$
 $\gamma/2 = 26,8757 \text{ gr}$
 $n = 10 \text{ pts}$
 $\delta = 2,6876 \text{ gr}$

Pts	$i\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R (1 - \cos \delta)$ (m)
T	0,0000	0,000	0,000
1	2,6876	8,863	0,187
2	5,3752	17,710	0,748
3	8,0628	26,525	1,682
4	10,7504	35,294	2,987
5	13,4380	43,999	4,661
6	16,1256	52,626	6,701
7	18,8132	61,159	9,103
8	21,5008	69,583	11,863
9	24,1884	77,884	14,977
M	26,8757	86,044	18,437

Virage 02

Implantation de clothoïde

Données

$R = 530 \text{ m}$
 $L = 113 \text{ m}$
 $A = 245 \text{ m}$
 $\Delta L = 10 \text{ m}$
 $n = 11$

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	10	10,00	0,00
2	20	20,00	0,02
3	30	30,00	0,08
4	40	40,00	0,18
5	50	50,00	0,35
6	60	59,99	0,60
7	70	69,99	0,95
8	80	79,98	1,42
9	90	89,96	2,03
10	100	99,93	2,78
11	110	109,89	3,70
KE	113	112,87	4,01

Implantation de l'arc de cercle

Données

R = 530 m
 $\gamma = 10,8013$ gr
 $\gamma/2 = 5,4006$ gr
n = 4 pts
 $\delta = 1,3500$ gr

Pts	i δ (gr)	Xi = R . sin i δ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
T	0,0000	0,00	0,00
1	1,3500	11,24	0,12
2	2,7000	22,47	0,48
3	4,0500	33,69	1,07
4	5,4000	44,90	1,91
M	5,4006	44,91	1,91

Virage 03

Implantation de clothoïde

Données

R = 200 m
L = 70 m
A = 118 m
 $\Delta\Lambda = 10$ m
n = 7

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	20	20,00	0,10
2	30	30,00	0,32
3	30	30,00	0,32
4	40	39,99	0,76
5	50	49,96	1,49
6	60	59,90	2,57
KE	70	69,79	4,07

Implantation de l'arc de cercle

Données

R = 200 m
 $\gamma = 13,1091$ gr
 $\gamma/2 = 6,5546$ gr
n = 6 pts
 $\delta = 1,0920$ gr

Pts	iδ (gr)	Xi = R . sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
T	0,0000	0,00	0,00
1	1,0920	3,43	0,03
2	2,1840	6,86	0,12
3	3,2760	10,29	0,26
4	4,3680	13,71	0,47
5	5,4600	17,13	0,74
6	6,5520	20,55	1,06
M	6,5546	20,56	1,06

Virage 04

Implantation de clothoïde

Données

R = 220 m
 L = 73 m
 A = 127 m
 ΔΛ = 10 m
 n = 7

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	10	10,00	0,01
2	20	20,00	0,08
3	30	30,00	0,28
4	40	39,99	0,66
5	50	49,97	1,30
6	60	59,92	2,24
7	70	69,84	3,55
KE	73	72,80	4,03

Implantation de l'arc de cercle

Données

R = 220 m
 γ = 31,7651 gr
 γ/2 = 15,8826 gr
 n = 10 pts
 δ = 1,5880 gr

Pts	iδ (gr)	Xi = R . sin iδ (m)	Yi = R (1 - cos δ) (m)
T	0,0000	0,00	0,00
1	1,5880	5,49	0,07

2	3,1760	10,97	0,27
3	4,7640	16,45	0,62
4	6,3520	21,91	1,09
5	7,9400	27,37	1,71
6	9,5280	32,80	2,46
7	11,1160	38,22	3,35
8	12,7040	43,61	4,37
9	14,2920	48,98	5,52
10	15,8800	54,31	6,81
M	15,8826	54,32	6,81

Virage 05

Implantation de l'arc de cercle

Données

$$R = 1000 \text{ m}$$

$$\beta = 0,1241 \text{ gr}$$

$$\beta / 2 = 0,0620 \text{ gr}$$

$$n = 2 \text{ pts}$$

$$\delta = 0,0310 \text{ gr}$$

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ (m)	Yi= R(1- cos (δ)) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,0000 m
1	0,0310 gr	0,487 m	0,0001 m
M	0,0620 gr	0,974 m	0,0005 m

Virage 06

Implantation de clothoïde

Données

$$R = 250 \text{ m}$$

$$L = 78 \text{ m}$$

$$A = 140 \text{ m}$$

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

$$n = 7$$

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0	0,00	0,00
1	10	10,00	0,01
2	20	20,00	0,07
3	30	30,00	0,23
4	40	39,99	0,55
5	50	49,98	1,07
6	60	59,95	1,85

7	70	69,89	2,93
KE	78	77,81	4,05

Implantation de l'arc de cercle

Données

$R = 250 \text{ m}$
 $\gamma = 9,6808 \text{ gr}$
 $\gamma/2 = 4,8404 \text{ gr}$
 $n = 5 \text{ pts}$
 $\delta = 0,9680 \text{ gr}$

Pts	$i\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R (1 - \cos \delta)$ (m)
T	0,0000	0,00	0,00
1	0,9680	3,80	0,03
2	1,9360	7,60	0,12
3	2,9040	11,40	0,26
4	3,8720	15,20	0,46
5	4,8400	18,99	0,72
M	4,8404	18,99	0,72

Tableau 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 : feuille devers clothoides et raccordement des 6 rayons

H-SIGNALISATION ET DISPOSITIFS

1-LA SIGNALISATION

Introduction :

Parmi les principales composantes de l'environnement routier, on trouve la signalisation. Cette dernière est de deux types, le premier est la signalisation verticale et elle est constituée par des panneaux alors que la deuxième est horizontale et elle est matérialisée par un marquage.

D'après les statistiques sur les accidents, la manœuvre du dépassement et le non respect de la signalisation verticale constituent une grande part dans les causes des accidents, d'où l'intérêt de l'entretien et de la maintenance de la signalisation existante ainsi que de la révision et du renouvellement des plans de signalisation.

L'étude de la signalisation horizontale ou verticale doit plus particulièrement concerner les points singuliers (carrefours, changement de profil en travers).

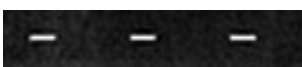
La signalisation routière horizontale

La signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route et qui indiquent aux usagers quel comportement adopter à ces endroits.



Ligne continue

Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement



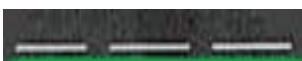
Ligne discontinue trait 3m, intervalle 10m

Dépassement et changement de voie autorisés.



Ligne de rive trait 3m, intervalle 3,50m

Sépare la chaussée de l'accotement, peut être franchie pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.



Ligne de rive : trait de 20 m, intervalle 6 m

Annonce l'approche d'une intersection.



Ligne de rive : trait de 38 m, intervalle 14 m

Sur autoroute elle délimite la **bande d'arrêt d'urgence** (BAU), circulation, arrêt, stationnement interdits sauf panne ou incident.



Flèches directionnelles

Elles imposent aux automobilistes de suivre la ou l'une des directions indiquées

Figure 19, 20, 21, 22, 23, 24 : signalisation routière horizontale

La signalisation routière verticale :

Indication du caractère prioritaire du dédoublement



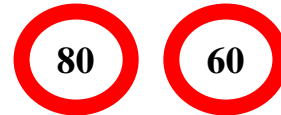
Arrêt à l'intersection, Signal de position



Arrêt à l'intersection. Signal avancé



Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée.



Virage à droite





Virage à gauche

Figure 25, 26, 27, 28, 29, 30 : signalisation routière verticale

Dispositifs

Introduction :

Les dispositifs de retenues sont nécessaires pour assurer les bonnes conditions de sécurité aux usagers de la route, ils constituent :

Glissières de sécurité

- **Glissières de niveau 1** : adoptées pour les routes principales.
- **Glissières de niveau 2 et 3** : adoptées aux endroits où les vitesses appliquées sont faibles.

Eventuellement des glissières sur le T.P.C pour les routes à deux chaussées, et sur accotements en présence d'obstacles ou autre configuration agressive, ou le cas de grandes hauteurs de remblais.

La murette de protection en béton armé

Envisagée lorsque le danger potentiel représenté par la sortie d'un véhicule lourd est important, comme :

- Une section de la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à 10m.

Application au projet : parmi ces dispositifs, on a opté à utiliser des glissières de sécurité de niveau 1, et des glissières sur le T.P.C pour la retenue et la séparation.

2-L'ECLAIRAGE

L'éclairage de la route doit permettre à ses usagers de circuler en nuit en toute sécurité, il s'agit de la possibilité de percevoir les points singuliers et les obstacles éventuels.

- **L'éclairage de notre route :**

Des lampadaires d'hauteur de 10 à 12m sont implantés sur le T.P.C le long de la section étudiée avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une chaussée, espacés de 20m.

- **L'éclairage au niveau du carrefour :**

On place en courbures des îlots centraux des foyers de l'ordre de 12m d'hauteur pour éclairer les différentes directions et que les bordures des trottoirs soient visibles.

DEVIS ESTIMATIF

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Prix unitaire	Quantité	Montant
1	installation de chantier		f	f	F
2	décapage de la terre végétale	m2	30,00 DA	43051,5	1291545,00
3	abattage et dessouchage des arbres	U	2000,00 DA	15,00	30000,00
4	Scarification de la route existante	m2	300,00 DA	2109,5235	632857,05
5	Déblais mise en dépôt	m3	250,00 DA	318,78	79695,00
6	Remblai mis-en d'emprunt	m3	950,00 DA	40964,42	38916199
7	Couche de fondation en tuf 30 cm, y/c le transport la manutention l'étalage le compactage, l'arrosage essais de compacité et toutes sujétions comprises	m3	450,00 DA	11619,92	5228965,35
8	Couche de base en GB 12 cm	t	3100,00 DA	9031,48	27997603,44
9	Couche de roulement en béton bitumineux 6cm	t	4200,00 DA	3954,78	16610078,90
10	Rechargement des accotements sur une épaisseur de 21 cm y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises	m3	450,00 DA	2945,05	1325272,25
11	Panneaux de signalisation verticale	U	8000,00 DA	50,00	400000,00
12	Peinture de signalisation horizontale	ml	100,00 DA	24041,228	2404122,80
13	Ouverture de fossé bétonné	ml	1500,00 DA	1800,00	2700000,00
14	Réalisation d'un ouvrage busé diamètre 500	ml	29,00 DA	144,00	4176,00
PRIX HT					58704315,79
TVA 19%					11153820,00
PRIX TTC					69858135,79

Tableau N°45 : devis estimatif

Arrêté le présent devis à : soixante neuf millions huit cent cinquante huit milles cent trente cinq dinars algérien

CONCLUSION
GENERALE

CONCLUSION

On s'est intéressé dans ce présent mémoire à l'étude de la réhabilitation d'un tronçon du projet global qui est d'une longueur d'environ 4km du Il consistait à étudier en première lieu le chemin de wilaya CW 01 existant et en deuxième lieu de proposer un tracé dont le but d'élaborer un travail, comprenant la modification apportées à cette route afin de normalisé les caractéristiques géométriques, et adapter celles 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.

On espère avoir atteint par notre présent travail l'objectif de la réhabilitation de ce chemin de wilaya en :

- Assurant le confort, et la sécurité des usagers.
- Augmentant de la capacité de la route.
- Les rectifiant des virages.
- Le renforçant la chaussée pour un apport structurel.
- L'élargissant la route en évitant les grands remblais.

Cette étude a été l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

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

Encore une fois, ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels de calcul et de dessin notamment L'EXCEL, Word et L'AUTO CAD COVADIS, vu leur traitement rapide et précision de leurs résultats.

De toute façon, il nous a immergé dans le milieu professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

BIBLIOGRAPHIE

- Cours de Routes Hervé BRUNEL
- Voies de communications **Nicolas BOS**
- Topographie et topométrie modernes (Tome 2) : Calculs
Serge Milles et Jean Lagofun
- Les travaux Publics **R. ALLARD et G. KIENERT**

B40

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

Mémoires

1. Etude de la réhabilitation d'un tronçon du chemin de wilaya N° 24 « CW24 ».
Mémoire de master **Encadré par : M. A.TALIA**
2. Etude de la modernisation de la RN90
Mémoire de master **Encadré par : M. A.TALIA**
3. la modernisation d'un tronçon « Tronçon Ain tedles – Sour »
Mémoire de master **Encadré par : M. A.TALIA**