



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



N° d'ordre : M...../GCA/2021

Mémoire fin d'étude 2^{ème} Année master

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voiries et Ouvrages d'art (VOA)

Thème

ETUDE DE REHABILITATION DU CHRMIN DE WOLAYA CW01
RELIANT LA COMMUNE DE TIDDA A LA COMMUNE DE MGHILA
(WILAYA TIARET) DU PK 5+302 AU PK 9+401

Présenté par :

1. *Melle* Yadel Sarah
2. *Melle* Belkaroub feriel Farah

Présidente : *Mme* El masacri setti

Examineur : M Rouem serik mohamed

Encadreur : M Talia Ahmed

Année Universitaire : 2020 / 2021

DÉDICACES

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs et frère pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infallible,

Merci d'être toujours là pour moi.

FARAH

DÉDICACE

Je dédie le présent travail

A mes très chers parents

A mes sœurs et mes frères

*A l'ensemble de ma famille et mes
amies*

SARAH

REMERCIEMENTS

Je remercie ALLAH le tout puissant qui m'a guidé et qui m'a donné la force et la volonté de réaliser ce travail.

*Je remercie mon encadreur **Mr. Talia Ahmed** pour son soutien, leurs conseils judicieux et son grand bienveillance durant l'élaboration de ce projet.*

Nos remerciements également à :

Le président du jury : Mr.

Les examinateurs : Mr.

D'avoir bien voulu examiner notre travail.

Mes remerciements et ma reconnaissance sont adressés envers mes collègues pour un temps précieux passé ensemble. Mes plus vifs remerciements vont également à tous mes amis avec qui j'ai partagé des moments inoubliables pendant mes études.

Enfin, toute ma gratitude, ma reconnaissance et mes très vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin et en particulier l'ensemble des enseignants du département de génie civil Mostaganem.

FARAH

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je tiens à remercier ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la santé, la volonté, le courage et la patience pour mener à terme ma formation et pourvoir réaliser ce travail de recherche.

Au terme de ce travail j'aimerais rendre hommage à tous ceux qui de loin ou de près m'ont apporté leurs encouragements.

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements envers mon encadreur **Mr Talia Ahmed** pour sa disponibilité, son encadrement, sa confiance et les conseils qu'il m'a généreusement prodigués.*

J'adresse également des remerciements à tous les enseignants de la faculté des sciences et technologie.

De peur d'en avoir oublié, je souhaite remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de ce parcours universitaire.

SARAH

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET	4
APERÇU SUR LA WILAYA DE TIARET	5
LE RELIEF DE LA WILLAYA	6
SITUATION DEMOGRAPHIQUE	6
LE CLIMAT	6
RESEAU ROUTIER.....	6
OBJECTIF DU PROJET :	7
DONNEES DE BASE	8
PLAN TOPOGRAPHIQUE :	8
CATEGORIE DE LA ROUTE :	9
INDICE CBR :	9
TRAFIC :.....	9
ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL :	10
PRESENTATION DES LOGICIELS UTILISENT :	10
CHAPITRE II : L'ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE.....	13
1-TRACE EN PLAN :	14
2-CALCUL DE L'AXE :.....	15
2-1-Détermination des coordonnées des sommets :	15
2-2-Calcul de gisement de distance et des angles au centre :.....	15
2-3-Détermination des éléments des Raccordements :.....	16
3-ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE :.....	15
4-SINUOSITE :	17
5-VITESSE DE REFERENCE :	18
6-COURBES EN PLAN :	19
<i>Le rayon minimal absolu RHm :</i>	19
<i>Le rayon minimal normal RHN</i>	19
<i>Le rayon au devers minimal RHd.....</i>	19
7-LE CHOIX DES RAYONS :	20
8-POURCENTAGE D'ALIGNEMENT DROIT :.....	20
9-APPLICATION AU PROJET :	21
9-1-Coordonnées des points des sommets de la route existante :	21
9-2-Calcul de gisements, d'angles au centre et de distances :.....	21
9-3-Détermination des rayons en plan :.....	20
9-4-Calculs des éléments des raccordements circulaires :	23
9-5-La longueur des alignements droits et de courbes :.....	24

9-6-Environnement de la route :	24
a-Dénivelée cumulée moyenne :	24
9-7-Vitesse de référence :	30
9-8-Détermination des dévers d_{max} et d_{min} :	30
9-9-Rayons en plan :	30
10- CONCLUSION	31
CHAPITRE III : ETUDE DE REHABILITATION DU TRONCON	32
A- LE TRACE EN PLAN.....	33
1-REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN	33
2- TERMINOLOGIE ROUTIERE	34
3-APPLICATION AU PROJET	35
3-1-Dénivelée cumulée moyenne :	36
3-2-Calcul des rayons en plan :	41
3-3-calcul des gisements, distance et des angles au centre :	42
3-4-Détermination des éléments des Raccordements:.....	42
3-5-raccordements progressifs :	43
3-6-Dévers :	36
3-6-1-Devers en alignement.....	47
3-6-2-Devers vers l'intérieur des courbes	47
3-6-3-Détermination des dévers aux rayons en plan.....	48
3-6-4-Méthode de calcul des dévers en clothoïde.....	47
3-7-Application à notre projet :	49
B-ETUDE DE TRAFIC	49
1-ANALYSE DU TRAFIC EXISTANT	52
2-LA MESURE DES TRAFICS.....	53
2-1-Les Comptages :	53
2-2-Les Enquêtes :	54
3-DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC.....	55
4-CALCUL DE LA CAPACITE	56
4-1-Définition de la capacité :	56
4-2-Projection Future Du Trafic :	56
4-3-Calcul du trafic effectif :	57
4-4-Débit de pointe horaire normale :	57
4-5-Débit horaire admissible :	58
4-6-Détermination nombre des voies :	58
5-APPLICATION AU PROJET	59
C-PROFIL EN LONG.....	61
I-DEFINITION.....	61

2- LIGNE PROJET	61
2.1-Eléments constituant la ligne rouge :	62
3-APPLICATION AU PROJET	64
4- Raccordement en profil en long.....	65
5-Raccordement concave (angle rentrant).....	66
D- CINEMATIQUE.....	68
1- DISTANCE DE FREINAGE	68
2- TEMPS DE REACTION	69
3-DISTANCE D'ARRET.....	70
4-DISTANCE DE PERCEPTION.....	71
5- DISTANCE DE SECURITE ENTRE DEUX VEHICULES.....	72
6- MANŒUVRE DE DEPASSEMENT :	73
E-PROFIL EN TRAVERS.....	74
1- DEFINITIONS.....	74
2-PROFIL EN TRAVERS TYPE	75
3-LES ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL EN TRAVERS TYPE :.....	75
4- DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE	77
5-PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES.....	78
6-STRUCTURE DE LA CHAUSSEE :	79
7-LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT	83
8- APPLICATION AU PROJET	84
F-CUBATURE	87
1-DEFINITION.....	87
2-METHODE DE CALCUL :	87
3-RECAPITULATIF DES CUBATURE DEBLAI-REMNLAI PAR PROFIL :.....	87
G-IMPLANTATION	95
1-PLAN DE PIQUETAGE DES AXES DES VOIES.....	95
1-1- <i>Implantation planimétrique des sommets des alignements</i>	95
1-2- <i>Implantation de courbes</i>	95
2-APPLICATION A NOTRE PROJET.....	97
H-SIGNALISATION ET DISPOSITIFS	105
1-LA SIGNALISATION.....	105
2-L'ECLAIRAGE.....	107
Devis Quantitatif et Estimatif	108
CONCLUSION GENERAL	109
BIBLIOGRAPHIE.....	112

LISTE DES FIGURES

Figure01 : Photo satellite illustrant la section du projet	5
Figure 02 : carte du réseau routier de la willaya	7
Figure 03 : tronçon de notre projet.....	8
Figure 04 : présentation graphique de notre projet	8
Figure 05: Détermination d'angle au centre	16
Figure 06 : trace en plan.....	36
Figure 07: Raccordement progressif	44
Figure 08 : Clothoïde	45
Figure 09 : Condition de gauchissement	46
Figure 10 : Calcul de raccordement parabolique	61
Figure 11 :Distance d'arrêt et de freinage.....	70
Figure 12 :Distance de perception	72
Figure 13 :L'espacement entre deux véhicules	
Figure 14 : profil en long	74
Figure 15 : Les éléments d'une route	75
Figure 16 :Corps de chaussée.....	86
Figure 17 : Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente	96
Figure 18: Implantation de clothoïde	97
Figure 19, 20, 21, 22: signalisation routière horizontale	106
Figure 23, 24, 25, 26 : signalisation routière verticale	106

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Environnement de la route existante.....	17
Tableau 2:Type de topographie	17
Tableau 3:Sinuosité	18
Tableau 4:Vitesse de référence.....	19
Tableau 5 : Dévers	20
Tableau 6:Valeur du coefficient "F"	20
Tableau 7:Valeur du coefficient ft.....	20
Tableau 8: coordonnées des sommets de l'axe de la route existante	21
Tableau 9: gisement, distance de la route existante	21
Tableau 10 : rayon en plan	23
Tableau11 : éléments des raccordements circulaires.....	23
Tableau 12 : résultant Dc.....	24
Tableau 13 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques.....	30
Tableau 14 : récapitulatif des rayons en plan	30
Tableau 15 : Dénivelée cumulée	36
Tableau 16 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques.....	41
Tableau 17 : récapitulatif des rayons en plan	42
Tableau 18 : gisements, distances et des angles au centre	42
Tableau 19 : éléments des raccordements	41
Tableau 20: Devers en fonction de l'environnement.....	46
Tableau 21 : longueurs des clothoïdes.....	48
Tableau 22: Eléments de la clothoïde	48
Tableau 23 : coefficient d'équivalence.....	55
Tableau 24 : Valeur de K1.....	56
Tableau 25 : valeur de K2	58
Tableau 26:Valeur de déclivité maximale.....	63
Tableau 27 : Rayons convexes (Cat3, Vr=80km/h)	66
Tableau 28 : Rayons concaves.....	67
Tableau 29 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes B40	68
Tableau 30:Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse	73
Tableau 31 : matériaux et coefficients d'équivalence.....	84
Tableau 3222 : épaisseur du corps de chaussée	86
Tableau 33 : récapitulatif des cubatures déblai-remblai par profil.....	93
Tableau 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 : feuille devers clothoïdes	104
Tableau 45 : Devis Quantitatif et Estimatif	108

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 caractéristiques 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 masters 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 يدخل في إطار إعداد درجة الماجستير في تخصص VOA

هذا موضوع يتطلب منا إعادة تأهيل مقطع طوله أربعة كيلومترات مأخوذ من مسار الولائي CW01 لولاية تيارت الرابط بين بلدية تيدة و بلدية ميغلة.

الهدف من هذه الدراسة هي:

-تحسين مستوى الخدمة لهذا الطريق.

-ضمان راحة وسلامة المستخدمين.

-زيادة الطاقة الاستيعابية للطريق.

-تصحيح المنعرجات.

-تدعيم الطريق.

-اتساع الطريق.

لتحقيق هذه الأهداف سنقوم أولاً بدراسة الطريق الموجودة من خلال تسليط الضوء على الخصائص الهندسية لهذا الجزء من الطريق الذي لا تلبى معايير B40 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 Tidda 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.

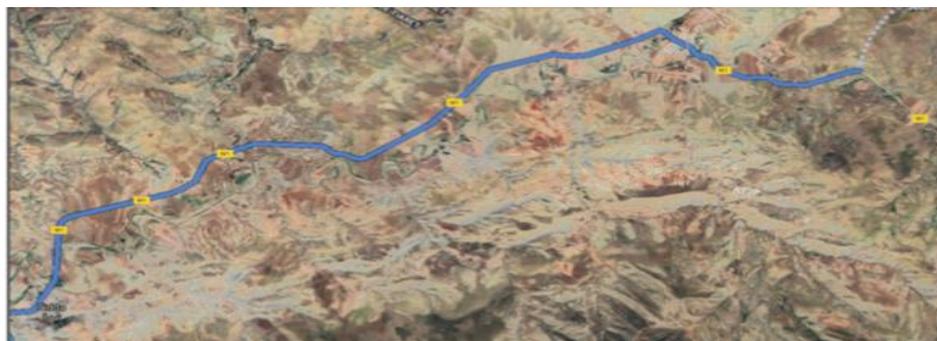


Figure01 : Photo satellite illustrant la section du projet

2-APERÇU SUR LA WILAYA DE TIARET :

Tiaret (en berbère : Tahert ou Tihert, en arabe : تيارت / تاهرت) est une ville importante dans le centre de 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 Alger, dans la région occidentale des hautes plaines, dans Atlas tellien et à environ 150 km de la côte méditerranéenne.



3-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.

4-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.

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 wilaya

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 de **4km du Pk 5 + 302 au Pk 9 + 401**. 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.

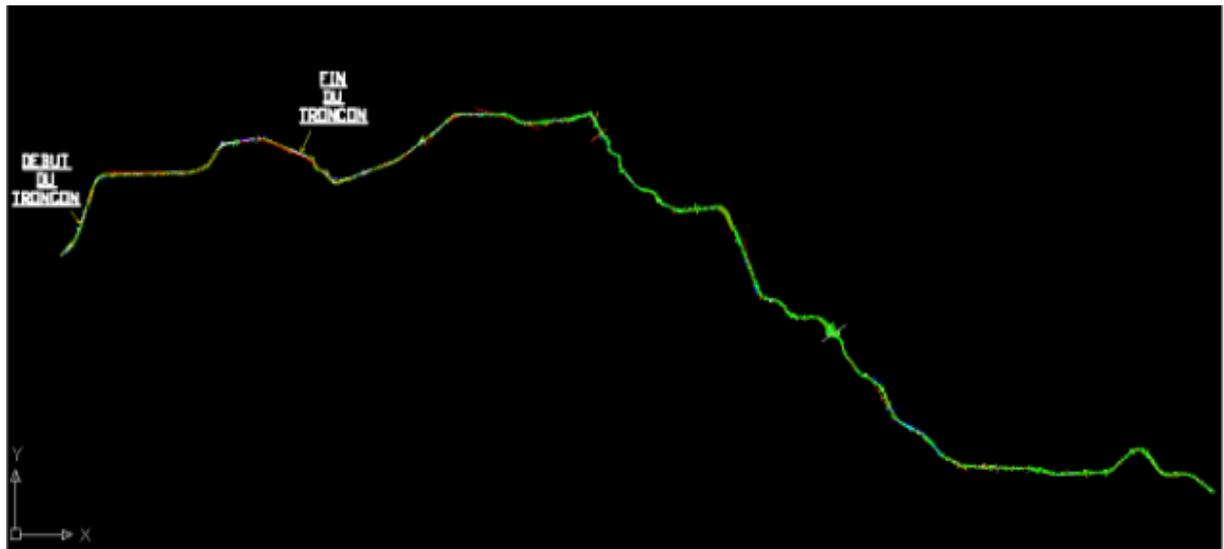


Figure 03 : tronçon de notre projet

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.

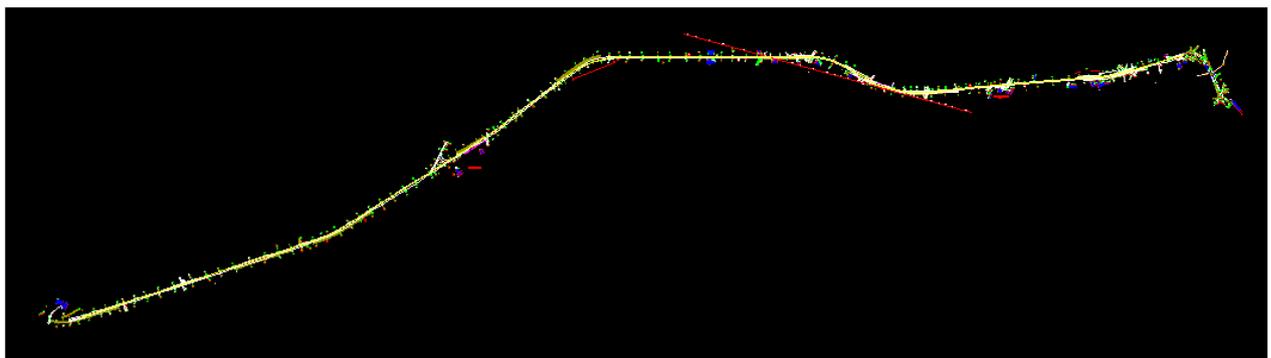


Figure 04 : présentation graphique de notre projet

2-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**

3-INDICE CBR : I = 7

4-TRAFIC :

- ✓ TMJA = 2000 V/J
- ✓ Pourcentage de poids lourds : 10 %
- ✓ Taux d'accroissement = 6%
- ✓ Durée d'étude et d'exécution : 4 ans
- ✓ Durée de vie : 20 ans
- ✓ Année de compactage 2020

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 UTILISENT :

a-Autocad :

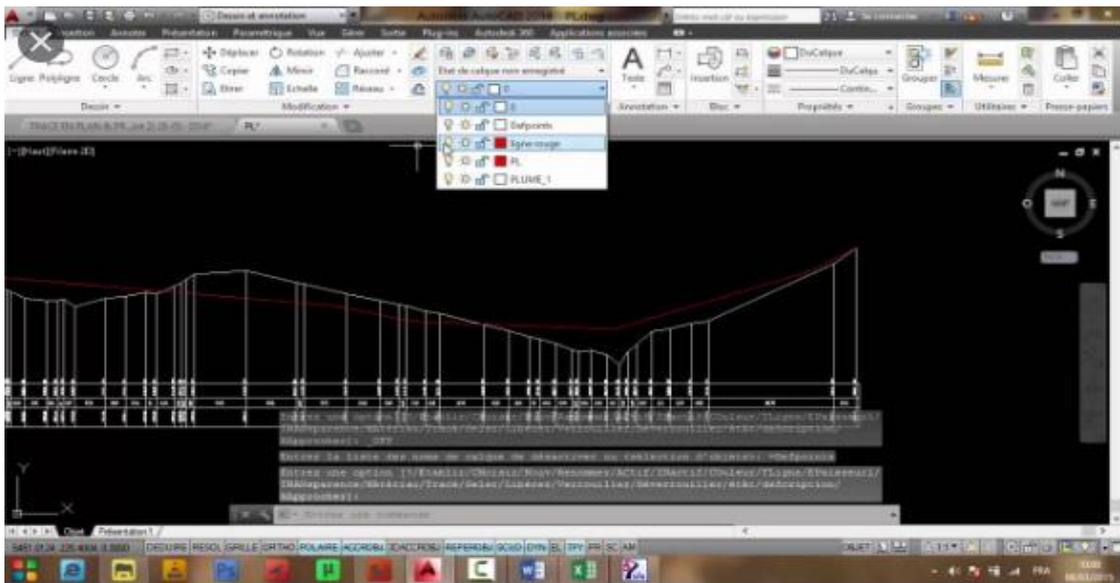
C'est un logiciel de dessin et conception assistés par ordinateur. Le logiciel est édité par la société Autodesk.

Bien qu'il ait été développé à 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 :

- ❖ Électronique.
- ❖ Industrie.
- ❖ Cartographie et Topographie.
- ❖ Mécanique.
- ❖ Architecture et Urbanisme.



b- COVADIS 10.1. :

Covadis est un logiciel complet destiné à la topographie et à la conception VRD (Voirie Réseaux Divers) qui s'intègre à l'environnement d'Autodesk (Autocad ou Autocad Map).

COVADIS regroupe, en un seul logiciel, l'ensemble des modules "métiers" exploités quotidiennement par les bureaux d'études VRD et les entreprises de BTP :

- Topographie de terrain.
- Dessin assisté.
- Modélisation de terrain en 3D.
- Terrassements multi plates-formes.
- Projets linéaires.
- Voiries urbaines.
- Conception d'infrastructures routières.
- Carrefours en T et en X.
- Giratoires et épures de giration.
- Calculs hydrauliques.
- Réseaux d'assainissement.
- Réseaux divers souterrains.
- Métrés et bordereaux VRD.
- Intégration dans le site.
- Rendu 3D.

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.

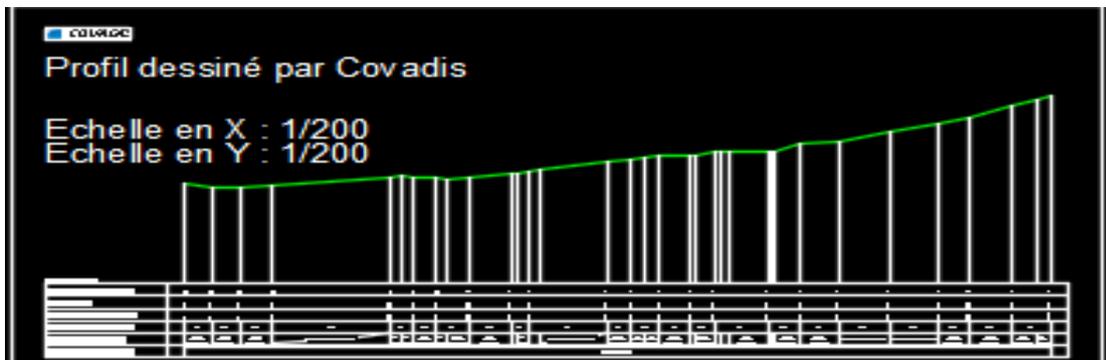
En exploitant sa technologie objet, son interactivité, ses profils associatifs, ses plateformes dynamiques et ses métrés automatiques, le temps consacré à nos études est réduit considérablement.

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.



CHAPITRE II :

L'ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

II-L'ÉTUDE 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 du B40.

Notre tronçon est d'une longueur de 4 km se composée de 25 virages dont la largeur de chaussée varie entre 4 et 5m..

Notre étude est axée sur les différentes étapes suivantes :

1-TRACE EN PLAN :

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

Règlementation de la 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 a des problèmes géologiques.
- ❖ Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé

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

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

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

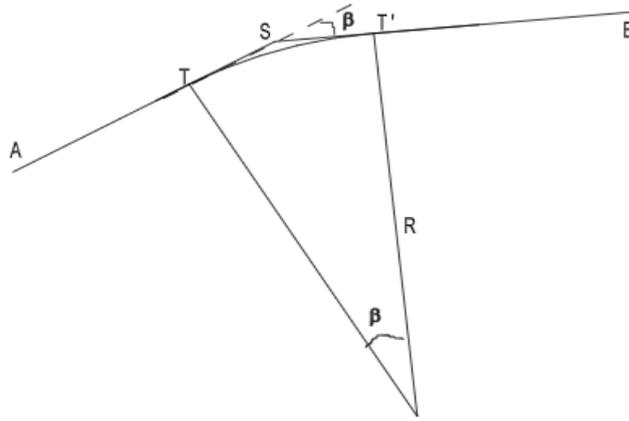


Figure 05: Détermination d'angle au centre

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

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

3-ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE :

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

- La dénivelée cumulée moyenne DS
- La sinuosité σ

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

Tableau 1: Environnement de la route existante

Dénivelée cumulée moyenne DC

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).

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

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 déterminer la vitesse de référence :

Environnement	E1	E2	E3
Catégorie			

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

- La catégorie : 3
- L'environnement :E1
 - La vitesse de référence : $V_r = 80\text{km/h}$

6-COURBES EN PLAN :

Le rayon minimal absolu RH_m :

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

Le rayon du cercle est le rayon minimal absolu RH_m . Pour l'ensemble du tracé en dehors des zones correspondant aux points singuliers, le dévers ne peut atteindre que sa valeur normale, on peut y circuler à la vitesse $V = V_r + 20$. Le rayon du cercle est le rayon minimal normal RH_n .

Le rayon minimal normal RH_n

RH_n 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.

Le rayon au dévers minimal RH_d

RH_d 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 (dévers : - $d_{\min} \%$)

Le rayon non déversé RH_{nd}

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.

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 F'' en fonction de la catégorie

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
F''	0,06	0,06	<u>0,07</u>	0,075	0,075

Tableau 6: Valeur du coefficient "F"

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 7: Valeur du coefficient f_t

7-LE CHOIX DES RAYONS :

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

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 :

Sommet	X (m)	Y (m)
A	104189,041	5901,6758
S1	104250,9519	5916,4466
S2	104371,3073	5954,8315
S3	105046,447	6178,0798
S4	105083,3314	6192,0598
S5	105123,4096	6212,2233
S6	105604,8665	6517,9587
S7	105679,5259	6569,7115
S8	105865,4633	6713,5053
S9	105947,8516	6773,2638
S10	106000,9483	6806,8969
S11	106091,9736	6819,6781
S12	106319,8976	6818,7615
S13	106824,5898	6821,5536
S14	106954,4332	6737,3458
S15	107092,4896	6692,5009
S16	107294,1163	6708,5584
S17	107364,2653	6715,2966
S18	107461,7369	6724,3839
S19	107486,2807	6726,1233
S20	107564,9109	6733,4753
S21	107690,863	6744,0601
S22	107719,8518	6747,1281
S23	107763,5029	6749,2342
S24	107811,9343	6754,9011
S25	107874,0542	6770,2216
B	108048,7985	6820,7012

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	ΔY	Gisements	Angle au centre	Distances
-----------	------------	------------	-----------	-----------------	-----------

A-S1	61,91 m	14,77 m	G1	85,0902 gr			A-S1	63,65 m
S1-S2	120,36 m	38,38 m	G2	80,3455 gr	β_1	4,7447 gr	S1-S2	126,33 m
S2-S3	675,14 m	223,25 m	G3	79,6695 gr	β_2	0,6760 gr	S2-S3	711,09 m
S2-S4	36,88 m	13,98 m	G4	76,9358 gr	β_3	2,7337 gr	S2-S4	39,44 m
S4-S5	40,08 m	20,16 m	G5	70,3254 gr	β_4	6,6104 gr	S2-S5	44,86 m
S5-S6	481,46 m	305,74 m	G6	63,9818 gr	β_5	6,3436 gr	S2-S6	570,33 m
S6-S7	74,66 m	51,75 m	G7	61,4121 gr	β_6	2,5697 gr	S2-S7	90,84 m
S7-S8	185,94 m	143,79 m	G8	58,0929 gr	β_7	3,3192 gr	S2-S8	235,05 m
S8-S9	82,39 m	59,76 m	G9	60,0507 gr	β_8	1,9578 gr	S2-S9	101,78 m
S9-S10	53,10 m	33,63 m	G10	64,0540 gr	β_9	4,0033 gr	S2-S10	62,85 m
S10-S11	91,03 m	12,78 m	G11	91,1190 gr	β_{10}	27,0650 gr	S2-S11	91,92 m
S11-S12	227,92 m	-0,92 m	G12	100,2560 gr	β_{11}	9,1370 gr	S2-S12	227,93 m
S12-S13	504,69 m	2,79 m	G13	99,6478 gr	β_{12}	0,6082 gr	S2-S13	504,70 m
S13-S14	129,84 m	-84,21 m	G14	136,6275 gr	β_{13}	36,9797 gr	S2-S14	154,76 m
S14-S15	138,06 m	-44,84 m	G15	119,9949 gr	β_{14}	16,6326 gr	S2-S15	145,16 m
S15-S16	201,63 m	16,06 m	G16	94,9407 gr	β_{15}	25,0542 gr	S2-S16	202,27 m
S16-S17	70,15 m	6,74 m	G17	93,9036 gr	β_{16}	1,0371 gr	S2-S17	70,47 m
S17-S14	97,47 m	9,09 m	G18	94,0819 gr	β_{17}	0,1783 gr	S2-S18	97,89 m
S10-S19	24,54 m	1,74 m	G19	95,4959 gr	β_{18}	1,4140 gr	S2-S19	24,61 m
S19-S20	78,63 m	7,35 m	G20	94,0648 gr	β_{19}	1,4311 gr	S2-S20	78,97 m
S20-S21	125,95 m	10,58 m	G21	94,6625 gr	β_{20}	0,5977 gr	S2-S21	126,40 m
S21-S22	28,99 m	3,07 m	G22	93,2874 gr	β_{21}	1,3751 gr	S2-S22	29,15 m
S22-S23	43,65 m	2,11 m	G23	96,9308 gr	β_{22}	3,6434 gr	S2-S23	43,70 m
S23-S24	48,43 m	5,67 m	G24	92,5847 gr	β_{23}	4,3461 gr	S2-S24	48,76 m
S24-S25	62,12 m	15,32 m	G25	84,6064 gr	β_{24}	7,9783 gr	S2-S25	63,98 m
S25-B	174,74 m	50,48 m	G26	82,0969 gr	β_{25}	2,5095 gr	S2-S26	181,89 m

9-3-Détermination des rayons en plan :

Le tracé de la route existante est composé de 25 virages. Les valeurs des rayons sont illustrées dans le tableau suivant :

Rayon en plan (m)			
R1	500	R14	250
R2	500	R15	300
R3	200	R16	250
R4	150	R17	800
R5	150	R18	200
R6	200	R19	200
R7	200	R20	200
R8	500	R21	200
R9	500	R22	500
R10	150	R23	200
R11	400	R24	100
R12	500	R25	250
R13	250		

Tableau 10 : rayon en plan

9-4-Calculs des éléments des raccordements circulaires :

Rayon (m)	Tangente	Développée	Bissectrice	flèche
500	18,64 m	37,26 m	0,35 m	0,35 m
500	2,65 m	5,31 m	0,01 m	0,01 m
200	4,29 m	8,59 m	0,05 m	0,05 m
150	7,79 m	15,58 m	0,20 m	0,20 m
150	7,48 m	14,95 m	0,19 m	0,19 m
200	4,04 m	8,07 m	0,04 m	0,04 m
200	5,21 m	10,43 m	0,07 m	0,07 m
500	7,69 m	15,38 m	0,06 m	0,06 m
500	15,73 m	31,44 m	0,25 m	0,25 m
150	32,37 m	63,77 m	3,45 m	3,38 m
400	28,75 m	57,41 m	1,03 m	1,03 m
500	2,39 m	4,78 m	0,01 m	0,01 m
250	74,72 m	145,22 m	10,93 m	10,47 m

250	32,85 m	65,32 m	2,15 m	2,13 m
300	59,81 m	118,07 m	5,90 m	5,79 m
200	1,63 m	3,26 m	0,01 m	0,01 m
800	1,12 m	2,24 m	0,00 m	0,00 m
200	2,22 m	4,44 m	0,01 m	0,01 m
200	2,25 m	4,50 m	0,01 m	0,01 m
200	0,94 m	1,88 m	0,00 m	0,00 m
200	2,16 m	4,32 m	0,01 m	0,01 m
500	14,31 m	28,62 m	0,20 m	0,20 m
200	6,83 m	13,65 m	0,12 m	0,12 m
100	6,27 m	12,53 m	0,20 m	0,20 m
200	3,94 m	7,88 m	0,04 m	0,04 m

Tableau11 : éléments des raccordements circulaires

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

Longueur des alignements droits: Lad	3446,62 m
Longueur partie courbe: Lc =	684,90 m
Longueur totale : Lt =	4131,52 m
Longueur sinueusz Ls	173,85 m
Sinuosité $\sigma =$	0,04
Nombre de rayons < RHM	14
Nombre de virages	25
Pourcentage Alignement droit	83,42%
Pourcentage Courbe	16,58%

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	548,10	

1	30,00	30,00	546,23	-1,87
2	60,00	30,00	545,30	-0,93
3	90,00	30,00	544,75	-0,55
4	120,00	30,00	543,48	-1,27
5	150,00	30,00	544,39	0,91
6	180,00	30,00	544,23	-0,17
7	210,00	30,00	544,19	-0,03
8	240,00	30,00	544,17	-0,02
9	270,00	30,00	544,25	0,08
10	300,00	30,00	544,40	0,15
11	330,00	30,00	544,50	0,09
12	360,00	30,00	544,66	0,16
13	390,00	30,00	544,82	0,16
14	420,00	30,00	545,14	0,32
15	450,00	30,00	545,47	0,33
16	480,00	30,00	545,88	0,41
17	510,00	30,00	545,93	0,05
18	540,00	30,00	546,59	0,66
19	570,00	30,00	547,46	0,87
20	600,00	30,00	547,92	0,46
21	630,00	30,00	547,60	-0,32
22	660,00	30,00	549,28	1,68
23	690,00	30,00	549,72	0,44
24	720,00	30,00	550,41	0,69
25	750,00	30,00	551,02	0,61
26	780,00	30,00	551,12	0,11
27	810,00	30,00	551,47	0,35
28	840,00	30,00	552,79	1,32
29	870,00	30,00	552,81	0,02
30	900,00	30,00	551,92	-0,89
31	930,00	30,00	552,11	0,19
32	960,00	30,00	552,35	0,24
33	990,00	30,00	552,03	-0,33

34	1020,00	30,00	551,98	-0,05
35	1050,00	30,00	551,73	-0,25
36	1080,00	30,00	551,61	-0,12
37	1110,00	30,00	551,46	-0,15
38	1140,00	30,00	551,14	-0,32
39	1170,00	30,00	551,43	0,30
40	1200,00	30,00	551,43	0,00
41	1230,00	30,00	551,44	0,01
42	1260,00	30,00	551,52	0,08
43	1290,00	30,00	551,42	-0,11
44	1320,00	30,00	551,80	0,38
45	1350,00	30,00	552,05	0,25
46	1380,00	30,00	552,35	0,30
47	1410,00	30,00	552,59	0,24
48	1440,00	30,00	553,06	0,47
49	1470,00	30,00	553,40	0,34
50	1500,00	30,00	553,84	0,44
51	1530,00	30,00	554,56	0,72
52	1560,00	30,00	554,69	0,13
53	1590,00	30,00	554,80	0,11
54	1620,00	30,00	554,80	0,00
55	1650,00	30,00	555,29	0,49
56	1680,00	30,00	554,45	-0,84
57	1710,00	30,00	554,21	-0,24
58	1740,00	30,00	554,23	0,02
59	1770,00	30,00	554,39	0,16
60	1800,00	30,00	554,53	0,14
61	1830,00	30,00	554,63	0,10
62	1860,00	30,00	554,58	-0,05
63	1890,00	30,00	554,76	0,19
64	1920,00	30,00	554,86	0,10
65	1950,00	30,00	555,44	0,58
66	1980,00	30,00	556,08	0,63

67	2010,00	30,00	556,59	0,51
68	2040,00	30,00	557,03	0,45
69	2070,00	30,00	557,29	0,25
70	2100,00	30,00	557,62	0,33
71	2130,00	30,00	557,57	-0,05
72	2160,00	30,00	557,82	0,25
73	2190,00	30,00	558,49	0,67
74	2220,00	30,00	558,79	0,30
75	2250,00	30,00	559,22	0,43
76	2280,00	30,00	559,34	0,13
77	2310,00	30,00	559,76	0,42
78	2340,00	30,00	560,13	0,37
79	2370,00	30,00	560,20	0,07
80	2400,00	30,00	560,20	0,00
81	2430,00	30,00	560,89	0,69
82	2460,00	30,00	560,90	0,01
83	2490,00	30,00	561,23	0,33
84	2520,00	30,00	561,60	0,37
85	2550,00	30,00	561,17	-0,43
86	2580,00	30,00	561,66	0,49
87	2610,00	30,00	562,43	0,77
88	2640,00	30,00	562,87	0,43
89	2670,00	30,00	563,10	0,24
90	2700,00	30,00	563,53	0,43
91	2730,00	30,00	564,17	0,64
92	2760,00	30,00	564,85	0,68
93	2790,00	30,00	566,02	1,18
94	2820,00	30,00	566,54	0,52
95	2850,00	30,00	566,99	0,46
96	2880,00	30,00	567,40	0,41
97	2910,00	30,00	567,51	0,11
98	2940,00	30,00	567,33	-0,18
99	2970,00	30,00	567,84	0,51

100	3000,00	30,00	567,94	0,11
101	3030,00	30,00	568,10	0,16
102	3060,00	30,00	567,17	-0,92
103	3090,00	30,00	567,08	-0,09
104	3120,00	30,00	567,00	-0,08
105	3150,00	30,00	567,23	0,23
106	3180,00	30,00	567,41	0,19
107	3210,00	30,00	567,59	0,17
108	3240,00	30,00	567,27	-0,31
109	3270,00	30,00	567,85	0,58
110	3300,00	30,00	568,80	0,95
111	3330,00	30,00	569,52	0,72
112	3360,00	30,00	570,86	1,34
113	3390,00	30,00	571,90	1,03
114	3420,00	30,00	572,96	1,07
115	3450,00	30,00	573,70	0,73
116	3480,00	30,00	574,22	0,53
117	3510,00	30,00	574,98	0,76
118	3540,00	30,00	575,43	0,45
119	3570,00	30,00	575,13	-0,30
120	3600,00	30,00	574,61	-0,52
121	3630,00	30,00	574,32	-0,29
122	3660,00	30,00	573,97	-0,35
123	3690,00	30,00	573,74	-0,23
124	3720,00	30,00	573,63	-0,11
125	3750,00	30,00	573,49	-0,15
126	3780,00	30,00	573,31	-0,18
127	3810,00	30,00	573,55	0,24
128	3840,00	30,00	572,27	-1,28
129	3870,00	30,00	571,45	-0,81
130	3900,00	30,00	571,01	-0,44
131	3930,00	30,00	571,07	0,05
132	3960,00	30,00	571,55	0,48

133	3990,00	30,00	572,50	0,94
134	4020,00	30,00	573,64	1,14
135	4050,00	30,00	575,01	1,37
136	4080,00	30,00	576,19	1,19
137	4110,00	30,00	576,25	0,06
B	4131,47	21,47	576,37	0,12
			Σ	28,27
			D cumulée	0,68%

Tableau 12 : résultant Dc

$$Dc = 0.68\%$$

$$Dc = 0.68\% < 1.5 \%$$

Donc : **Le terrain est Plat**

-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

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

$$Ls = 173,85 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{Ls}{L} = \frac{173.85}{4131,52} = 0.04$$

$$0,04 \leq 0.10 \rightarrow \text{Sinuosité faible}$$

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 $V_r = 80$ km/h

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

$d_{max} =$	8%
$d_{min} =$	-3%
$f_t =$	0,150
$d =$	0.060
$F'' =$	0,070

Tableau 13 : Tableau récapitulatif des paramètres
cinématiques

9-9-Rayons en plan :

	calculés	B40
RHm	219.10m	220m
RHN	374.95m	375m
RHd	839.90m	800m
RHnd	1259.84m	1200m

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 25 virages sur une longueur de 4 km.
- Quatorze (14) 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 supérieures 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 a 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 V_r
- Les rayons en plan RH_m , RH_N , RH_d et RH_{nd}
- 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

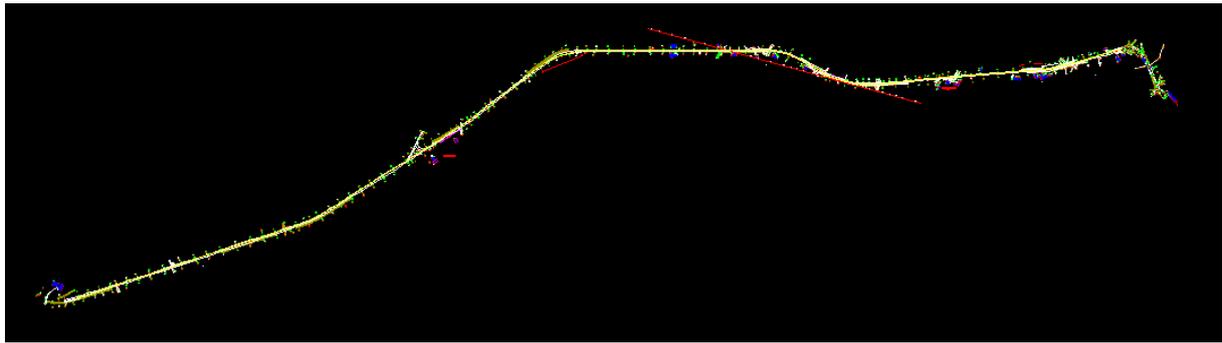


Figure 06 : trace en plan

Pts	X	Y
A	104226,653	5908,222
S1	104683,2725	6057,6904
S2	105094,6156	6193,9482
S3	105646,5679	6545,2448
S4	106003,0421	6819,8394
S5	106830,2696	6822,0284
S6	107034,3967	6683,3187
S7	107409,7192	6720,6505
S8	107820,3604	6755,4041
B	108054,9737	6823,0306

3-1-Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distance (m)		Altitudes (m)	Dn i (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	545,37	
2	30,00	30,00	544,95	-0,42
3	60,00	30,00	544,03	-0,92
4	90,00	30,00	543,99	-0,03
5	120,00	30,00	544,36	0,36
6	150,00	30,00	544,20	-0,16
7	180,00	30,00	544,18	-0,02
8	210,00	30,00	544,17	-0,01
9	240,00	30,00	544,34	0,17
10	270,00	30,00	544,42	0,08

11	300,00	30,00	544,56	0,15
12	330,00	30,00	544,69	0,13
13	360,00	30,00	544,86	0,17
14	390,00	30,00	545,22	0,36
15	420,00	30,00	545,58	0,36
16	450,00	30,00	546,01	0,43
17	480,00	30,00	546,03	0,02
18	510,00	30,00	546,69	0,66
19	540,00	30,00	547,63	0,94
20	570,00	30,00	547,19	-0,45
21	600,00	30,00	547,91	0,72
22	630,00	30,00	549,14	1,23
23	660,00	30,00	549,87	0,73
24	690,00	30,00	550,56	0,69
25	720,00	30,00	551,19	0,62
26	750,00	30,00	551,21	0,02
27	780,00	30,00	552,49	1,29
28	810,00	30,00	552,56	0,07
29	840,00	30,00	552,76	0,20
30	870,00	30,00	551,84	-0,92
31	900,00	30,00	552,61	0,76
32	930,00	30,00	552,30	-0,30
33	960,00	30,00	552,01	-0,29
34	990,00	30,00	551,96	-0,05
35	1020,00	30,00	551,66	-0,30
36	1050,00	30,00	551,56	-0,11
37	1080,00	30,00	551,33	-0,22
38	1110,00	30,00	551,20	-0,13
39	1140,00	30,00	551,43	0,23
40	1170,00	30,00	551,27	-0,16
41	1200,00	30,00	551,49	0,22
42	1230,00	30,00	551,45	-0,04
43	1260,00	30,00	551,44	0,00
44	1290,00	30,00	551,87	0,42
45	1320,00	30,00	552,12	0,25
46	1350,00	30,00	552,40	0,28
47	1380,00	30,00	552,76	0,36
48	1410,00	30,00	553,03	0,27

49	1440,00	30,00	553,44	0,41
50	1470,00	30,00	554,04	0,60
51	1500,00	30,00	554,79	0,75
52	1530,00	30,00	555,03	0,24
53	1560,00	30,00	554,96	-0,07
54	1590,00	30,00	554,91	-0,05
55	1620,00	30,00	555,19	0,28
56	1650,00	30,00	554,41	-0,78
57	1680,00	30,00	554,27	-0,15
58	1710,00	30,00	554,20	-0,07
59	1740,00	30,00	554,35	0,15
60	1770,00	30,00	554,55	0,20
61	1800,00	30,00	554,63	0,07
62	1830,00	30,00	554,59	-0,03
63	1860,00	30,00	554,62	0,03
64	1890,00	30,00	555,05	0,42
65	1920,00	30,00	555,71	0,67
66	1950,00	30,00	556,30	0,59
67	1980,00	30,00	556,70	0,40
68	2010,00	30,00	556,94	0,25
69	2040,00	30,00	557,46	0,52
70	2070,00	30,00	557,73	0,27
71	2100,00	30,00	557,91	0,18
72	2130,00	30,00	558,08	0,17
73	2160,00	30,00	558,61	0,54
74	2190,00	30,00	558,95	0,33
75	2220,00	30,00	559,32	0,37
76	2250,00	30,00	559,48	0,16
77	2280,00	30,00	559,96	0,48
78	2310,00	30,00	560,19	0,23
79	2340,00	30,00	560,30	0,10
80	2370,00	30,00	560,19	-0,11
81	2400,00	30,00	561,00	0,81
82	2430,00	30,00	561,02	0,02
83	2460,00	30,00	561,31	0,28
84	2490,00	30,00	561,67	0,36
85	2520,00	30,00	561,29	-0,37
86	2550,00	30,00	562,11	0,82

87	2580,00	30,00	562,58	0,47
88	2610,00	30,00	563,03	0,46
89	2640,00	30,00	563,19	0,16
90	2670,00	30,00	563,73	0,54
91	2700,00	30,00	564,36	0,64
92	2730,00	30,00	565,10	0,74
93	2760,00	30,00	566,18	1,08
94	2790,00	30,00	566,73	0,56
95	2820,00	30,00	567,08	0,35
96	2850,00	30,00	567,46	0,38
97	2880,00	30,00	567,51	0,05
98	2910,00	30,00	567,53	0,03
99	2940,00	30,00	567,96	0,43
100	2970,00	30,00	567,85	-0,11
101	3000,00	30,00	567,68	-0,17
102	3030,00	30,00	567,14	-0,54
103	3060,00	30,00	567,05	-0,09
104	3090,00	30,00	566,95	-0,10
105	3120,00	30,00	567,29	0,34
106	3150,00	30,00	567,31	0,02
107	3180,00	30,00	567,53	0,22
108	3210,00	30,00	567,64	0,11
109	3240,00	30,00	568,09	0,44
110	3270,00	30,00	569,13	1,04
111	3300,00	30,00	569,66	0,53
112	3330,00	30,00	571,03	1,37
113	3360,00	30,00	572,13	1,10
114	3390,00	30,00	573,23	1,09
115	3420,00	30,00	573,85	0,63
116	3450,00	30,00	574,16	0,31
117	3480,00	30,00	575,03	0,86
118	3510,00	30,00	575,50	0,48
119	3540,00	30,00	574,90	-0,60
120	3570,00	30,00	574,42	-0,48
121	3600,00	30,00	574,22	-0,20
122	3630,00	30,00	573,87	-0,35
123	3660,00	30,00	573,71	-0,16
124	3690,00	30,00	573,60	-0,11

125	3720,00	30,00	573,47	-0,13
126	3750,00	30,00	573,19	-0,28
127	3780,00	30,00	573,25	0,06
128	3810,00	30,00	572,02	-1,23
129	3840,00	30,00	571,31	-0,71
130	3870,00	30,00	571,01	-0,30
131	3900,00	30,00	570,30	-0,70
132	3930,00	30,00	571,60	1,29
133	3960,00	30,00	572,88	1,28
134	3990,00	30,00	573,92	1,05
135	4020,00	30,00	575,52	1,60
136	4050,00	30,00	576,08	0,55
137	4080,00	30,00	576,59	0,51
138	4099,16	19,16	576,66	0,07
			Σ	31,29
			Dcumulée =	0,76%

Tableau 15 : Dénivelée cumulée

a-Dénivelée cumulée

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

DC= 0.76 % < 1.5% ⇒ Terrain Plat

b-Sinuosité

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

$$\sigma = \frac{L_s}{L_T} = \frac{173.85}{4131.52} = 0.04 \leq 0.1 \Rightarrow \text{Sinuosité faible}$$

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

dmax =	8%
dmin =	-3%
ft =	0,150
d =	0.060
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

$$RHm = \frac{Vr^2(\text{km/h})}{127(ft+d)} \qquad \qquad \qquad \mathbf{RHM=219.10m}$$

3-2-2-Le rayon minimal normal RHN

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

dmax=8% **RHN= 374.95m**

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

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

dmin= -3 % **RHd = 839.90 m**

3-2-4-Le rayon non déversé RHnd

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

Vr= 80km/h dmin=-3 %

RHnd=1259.84m

Rayons en plan (m)	Calculés	Normes B40
RHm =	219.10	220
RHN =	374.95	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 : $R_1 = 2500$ m $R_2 = 350$ m $R_3 = 1000$ m

$R_4 = 300$ m $R_5 = 290$ m $R_6 = 430$ m

$R_7 = 2000$ $R_8 = 600$

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

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements(gr)	Angle au centre (gr)		Distances(m)
A-S1	456,62	149,47	79,8609			480,46
S1-S2	411,34	136,26	79,6361	β_1	0,2248	433,32
S2-S3	551,95	351,30	63,9164	β_2	15,7197	654,26
S2-S4	356,47	274,59	58,2141	β_3	5,7023	449,97
S4-S5	827,23	2,19	99,8315	β_4	41,6174	827,23
S5-S6	204,13	-138,71	137,9968	β_5	38,1653	246,80
S6-S7	375,32	37,33	93,6886	β_6	44,3082	377,18
S7-S8	410,64	34,75	94,6249	β_7	0,9363	412,11
S8-B	234,61	67,63	82,1339	β_8	12,4910	244,17
					Σ	4125,50

Tableau 18 : gisements, distances et des angles au centre

3-4-Détermination des éléments des Raccordements:

Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	flèche (m)
-----------	--------------	----------------	-----------------	------------

2500	4,41 m	8,83 m	0,00 m	0,00 m
350	43,43 m	86,42 m	2,68 m	2,66 m
1000	44,82 m	89,57 m	1,00 m	1,00 m
300	101,71 m	196,12 m	16,77 m	15,88 m
290	89,63 m	173,85 m	13,53 m	12,93 m
430	155,99 m	299,28 m	27,42 m	25,78 m
2000	14,71 m	29,41 m	0,05 m	0,05 m
600	59,05 m	117,72 m	2,90 m	2,89 m
Σ	513,75 m	1001,20 m		

Tableau 19 : éléments des raccordements

Longueur Totale	4099,195
% Alignement Droit	75,58%
% Courbe	32,32%

Langueur totale	% en alignements droits	% en courbe
4099,195	75.58%	32.32%

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:

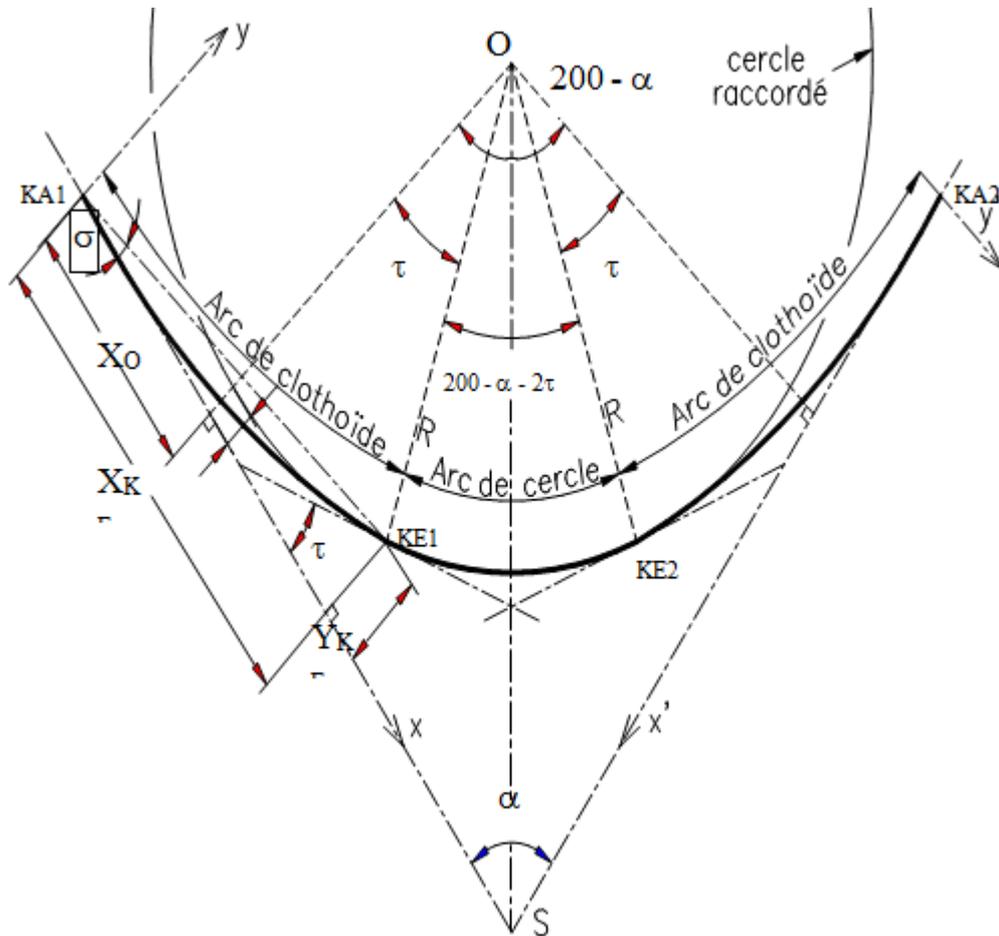


Figure 07: Raccordement progressif

- 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 langue.
- 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 .

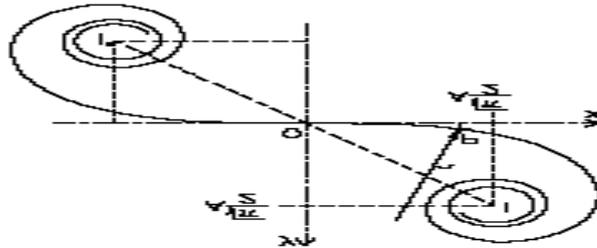


Figure 08 : Clothoïde

- **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**

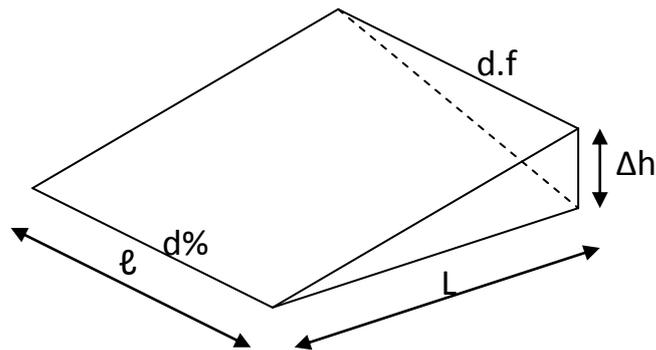
Cette condition a pour objet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels, et en particulier de rendre perceptible suffisamment à l'avance la courbure du tracé, de façon à obtenir la sécurité de conduite la plus grande possible.

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

- **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

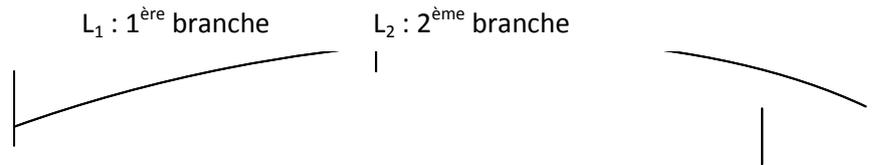


$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr$$

➤ Vérification de non chevauchement

1^{er} cas :

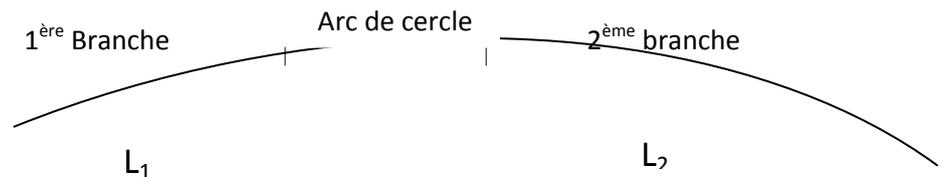
$$\tau = \frac{\beta}{2}$$



Clothoïde sans arc de cercle

2^{ème} cas :

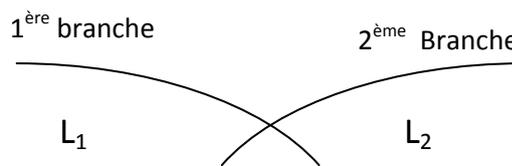
$$\tau < \frac{\beta}{2}$$



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 dévers minimal** : nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

✚ **Le dévers 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	7%	7%	7%
- Cat 1-2	8%	8%	7%
- Cat 3-4			
- 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 : $R \geq R_{HNd}$ → Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit

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

3ème cas : 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} .

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

$$d(R) = \left[\frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}} \right] \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) + d(RHd)$$

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

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

$$d(R) = \left[\frac{d(RHm) - d(RHN)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}} \right] \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHN} \right) + d(RHN)$$

- **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.

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

3-7-Application à notre projet :

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

Rayons (m)	d(R)	Rayons (m)	d(R)
R1 = 2500 m	3,00%	R5 = 290 m	6,83%
R2 = 350 m	6,20%	R6 = 430 m	5,28%
R3 = 1000 m	3,00%	R7 = 2000 m	3,00%
R4 = 300 m	6,71%	R8 = 600 m	3,88%

- **Détermination des longueurs des clothoïdes**

N° Virages	Conditions						Lmax (m)	L choisie (m)
	gauchi- ssement	confort dynamique	Optique	De non chevauchement				
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	τ (gr)	$\beta/2$ (gr)			
1	33,60	14,17	173,21	2,2154 gr	0,112 gr	chevauchement	173,21	174
2	51,54	18,47	64,81	5,9115 gr	7,860 gr	non chevauchement	64,81	65
3	33,60	3,42	109,54	3,5014 gr	2,851 gr	chevauchement	109,54	110
4	54,37	25,20	60,00	6,3662 gr	20,809 gr	non chevauchement	60,00	60
5	55,06	26,83	58,99	6,4760 gr	19,083 gr	non chevauchement	58,99	59
6	46,36	12,24	71,83	5,3298 gr	22,154 gr	non chevauchement	71,83	72
7	33,60	12,37	154,92	2,4669 gr	0,468 gr	chevauchement	154,92	155
8	38,54	5,39	84,85	4,5094 gr	6,246 gr	non chevauchement	84,85	85

Tableau 21 : longueurs des clothoïdes

- **Calculs des paramètres des Clothoïde**

Paramètre de la clothoïde		Virage 2	Virage 4	Virage 8
R	Rayon (m)	350	300	600
L	Longueur de la clothoïde (m)	65	60	85
A	Paramètre de la clothoïde (m)	150,83	134,16	225,83
β	angle au sommet (gr)	184,280	158,383	187,509
α	angle au centre (gr)	15,720	41,617	12,491
τ	angle des tangentes (gr)	5,911	6,366	4,509
γ	angle au centre Partie circulaire (gr)	3,898	28,885	3,473
XKE	abscisse de l'extrémité de la clothoïde (m)	65,00	60,00	85,00
YKE	ordonnée de l'extrémité de la clothoïde (m)	2,01	2,00	2,01
σ	angle Polaire	1,9699	2,1213	1,5029
Lcercle	Long, de la partie circulaire (m)	21,43	136,12	32,73
SL	longueur de la corde KA-KE (m)	65,03	60,03	85,02
Xo	abscisse du centre (m)	32,55	30,05	42,54
Yo	ordonnées du centre (m)	350,50	300,50	600,50
KA-O	distance Ka-centre (m)	352,01	302,00	602,00
DR	Ripage (m)	1,00	1,00	1,00
DT	Developée totale (m)	151,43	256,12	202,73
T	distance S-KA (m)	76,11	132,10	101,69
TK	tangente courte (m)	21,70	20,03	28,36
TL	tangente Longue (m)	62,98	57,99	82,99
B	bissectrice (m)	3,69	17,83	3,90

Tableau 22: Eléments de la clothoïde

- *Variation du devers dans la Clothoïde :*

Virage02

L =	65,00 m	x =	42,38 m
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-3,00%	3,00%
P1	10	-1,58%	3,00%
P2	20	-0,17%	3,00%
P3	30	1,25%	3,00%
P4	40	2,66%	3,00%
P5	50	4,08%	4,08%
P6	60	5,49%	5,49%
P7	70	6,91%	6,91%
KE	65,00 m	6,20%	6,20%

Virage04

L =	60,00 m	x =	37,08 m
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-3,00%	3,00%
P1	10	-1,38%	3,00%
P2	20	0,24%	3,00%
P3	30	1,85%	3,00%
P4	40	3,47%	3,47%
P5	50	5,09%	5,09%
KE	60,00 m	6,71%	6,71%

Virage08

L =	85,00 m	x =	74,10 m
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-3,00%	3,00%
P1	10	-2,19%	3,00%
P2	20	-1,38%	3,00%
P3	30	-0,57%	3,00%
P4	40	0,24%	3,00%
P5	50	1,05%	3,00%
P6	60	1,86%	3,00%
P7	70	2,67%	3,00%
P8	80	3,48%	3,48%
KE	85,00 m	3,88%	3,88%

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 où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

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

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'usager) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :(origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

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

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 su 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 de la nature de la route.

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

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:

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

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

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

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

Tableau 24 : Valeur de K1

✦ **Valeurs de K_2** :

environnement	Catégorie de la route				
	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=2000 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 6\%$
- Le pourcentage de poids lourds %PL = 10%
- La durée de vie estimée de 20 ans

Trafic à l'année de mise en service

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^3 = 2000 (1 + 0.06)^4 = 2525 \text{ V / J}$$

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

$$n=20$$

$$T_n = T_1 (1 + \tau)^n = 2525 (1 + 0.06)^{20} = 8098 \text{ VPL/J}$$

$$T_{20} = 8098 \text{ UVP/J}$$

Trafic effectif :

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

$$Z = 0.10 \text{ (pourcentage de poids lourds \%PL = 10\%)}$$

$$P = 2 \text{ (d'après le tableau E1=2)}$$

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.10) + 2 \times 0.10] \times 8098$$

$$T_{\text{eff}} = 8907 \text{ UVP/j}$$

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

$$Q = 0.12 \times 8907 = 1068$$

$$Q = 1068 \text{ UVP/h}$$

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

Catégorie 3 et Environnement 1 $K_1= 0.75$ $K_2= 1.00$ $C_{th}= 1800$ UVP/h

$$d=0.75*1*1800 =1350$$

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

Nombre de voie

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

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{1068}{1350} = 0.52 \approx 1 \text{ voie/sens}$$

C-PROFIL EN LONG

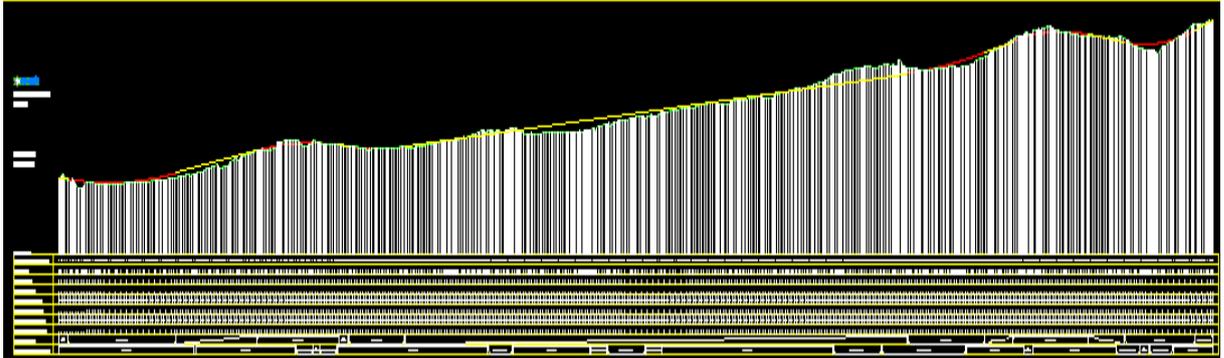


Figure10 : calcul de raccordement parabolique

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

Gène des véhicules 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	545.370	104226.653, 5908.222	545.370
Pente = -0.980 %	30.051	30.053				
			30.051	545.075	104255.213, 5917.571	544.950
Arc de parabole	384.672	384.685				
Rayon = 15000.0000						
S bas = 177.051						
Z bas = 544.355						
			414.723	546.238	104620.798, 6037.240	545.511
Rampe = 1.584 %	286.826	286.862				
			701.550	550.782	104893.147, 6127.211	550.759
Arc de parabole	293.338	293.347				
Rayon = -12000.0000						
S haut = 891.550						
Z haut = 552.289						
			994.887	551.845	105163.499, 6237.790	551.780
Pente = -0.860 %	31.241	31.242				
			1026.128	551.576	105189.854, 6254.564	551.613
Arc de parabole	203.344	203.346				
Rayon = 12000.0000						
S bas = 1129.128						
Z bas = 551.133						
			1229.473	551.550	105361.400, 6363.746	551.461
Rampe = 0.835 %	1535.835	1535.889				
			2765.308	564.368	106758.540, 6821.286	566.273
Arc de parabole	105.606	105.613				
Rayon = 20000.0000						
			2870.914	565.528	106860.523, 6796.201	567.513
Rampe = 1.363 %	593.155	593.210				
			3464.069	573.610	107430.812, 6722.436	574.865
Arc de parabole	202.699	202.705				
Rayon = -8000.0000						
S haut = 3573.069						
Z haut = 574.352						
			3666.768	573.804	107632.789, 6739.529	573.685
Pente = -1.171 %	117.418	117.426				
			3784.185	572.429	107749.780, 6749.526	573.070

Arc de parabole	251.462	251.491				
Rayon = 6000.0000						
S bas = 3854.185						
Z bas = 572.017						
			4035.647	574.753	107994.376, 6805.564	576.198
Rampe = 3.020 %	63.065	63.093				
			4098.712	576.657	108054.974, 6823.031	576.657
Longueur totale	4098.712					

-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 à 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 :

Les rayons minimaux normaux sont obtenues par application de même relations pour la vitesse $V = V_r + 20 = 100$ km/h

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

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

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

Rayon minimal normal

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

$$R_{vn}' = R_{vm}'(V_r + 20).$$

$$R_{vn} = R_{vm}_{(V_r+20)}$$

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

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

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)

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{80^2}{0.36} = 59.54 \text{ m}$$

En pente et en rampe :

N°	Dclivités		d0(m)
1	Rampe	3,016%	55.63
2	pente	-0,014%	59.55
3	Rampe	2,971%	55.69
4	Rampe	3,962%	54.51
5	Rampe	0,958%	58.24
6	pente	-3,900%	65.47
7	pente	0,505%	58.84
8	Rampe	1,485%	57.55
9	Rampe	3,346%	55.24
10	Rampe	0,924%	58.28
11	Rampe	3,074%	55.56
12	pente	-0,316%	59,98

- 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 :

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

3-DISTANCE D'ARRÊT

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

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

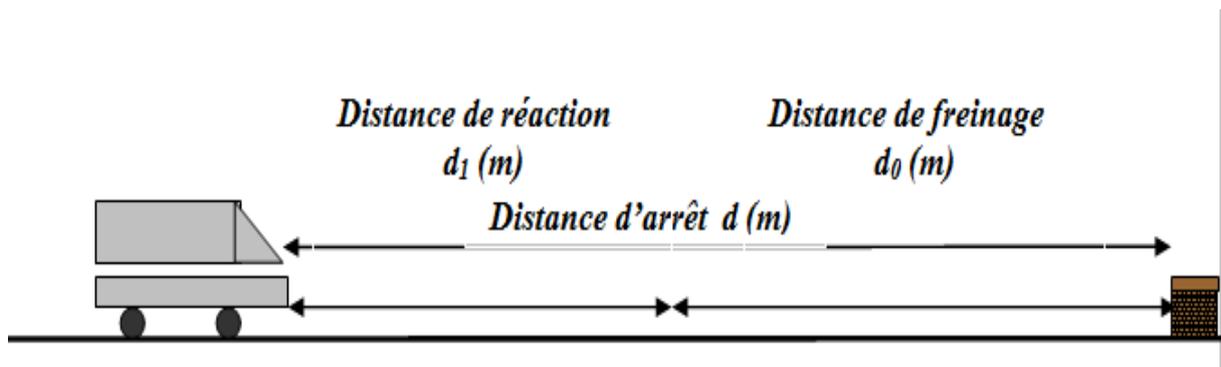


Figure 11 : Distance d'arrêt et de freinage

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 $t = 2 \text{ s}$: $d = d_0 + 0.56 \times V_r$

Palier $\Rightarrow d_0 = 0.04 \frac{V_r^2 (\text{km/h})}{g \cdot f \ell}$

Pente $\Rightarrow d_0 = 0.04 \frac{V_r^2 (\text{km/h})}{g(f \ell - i)}$

Rampe $\Rightarrow d_0 = 0.04 \frac{V_r^2 (\text{km/h})}{g(f \ell + i)}$

En courbe

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

N°	Dclivités		d0(m)	d1(m)	d2(m)
1	Rampe	3,02%	55.63	95,63	109,54
2	pente	-0,01%	59.55	99,55	114,44
3	Rampe	2,97%	55.69	95,69	109,61
4	Rampe	3,96%	54.51	94,51	108,14
5	Rampe	0,96%	58.24	98,24	112,8
6	pente	-3,90%	65.47	105,47	121,84
7	pente	0,51%	58.84	98,84	113,55
8	Rampe	1,49%	57.55	97,55	111,9375
9	Rampe	3,35%	55.24	95,24	109,05
10	Rampe	0,92%	58.28	98,28	112,85
11	Rampe	3,07%	55.56	95,56	109,45
12	pente	-0,32%	59,98	99,98	114,975

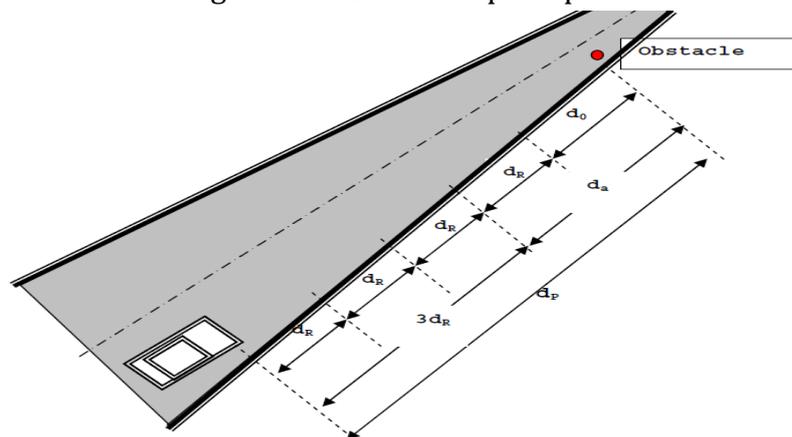
DISTANCE DE PERCEPTION

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.

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

Figure 12: distance de perception



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 $\Rightarrow E_s = \frac{V}{5} + l$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

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

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

6-MANŒUVRE DE DÉPASSEMENT :

dvdm : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

dvdN : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

dmd : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement

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

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 dvd_m, dvd_N et dmd en fonction de la vitesse.

Application :

Vr = 80 Km/h

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

$$dvd_N = 480 \text{ m}$$

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

E-PROFIL EN TRAVERS

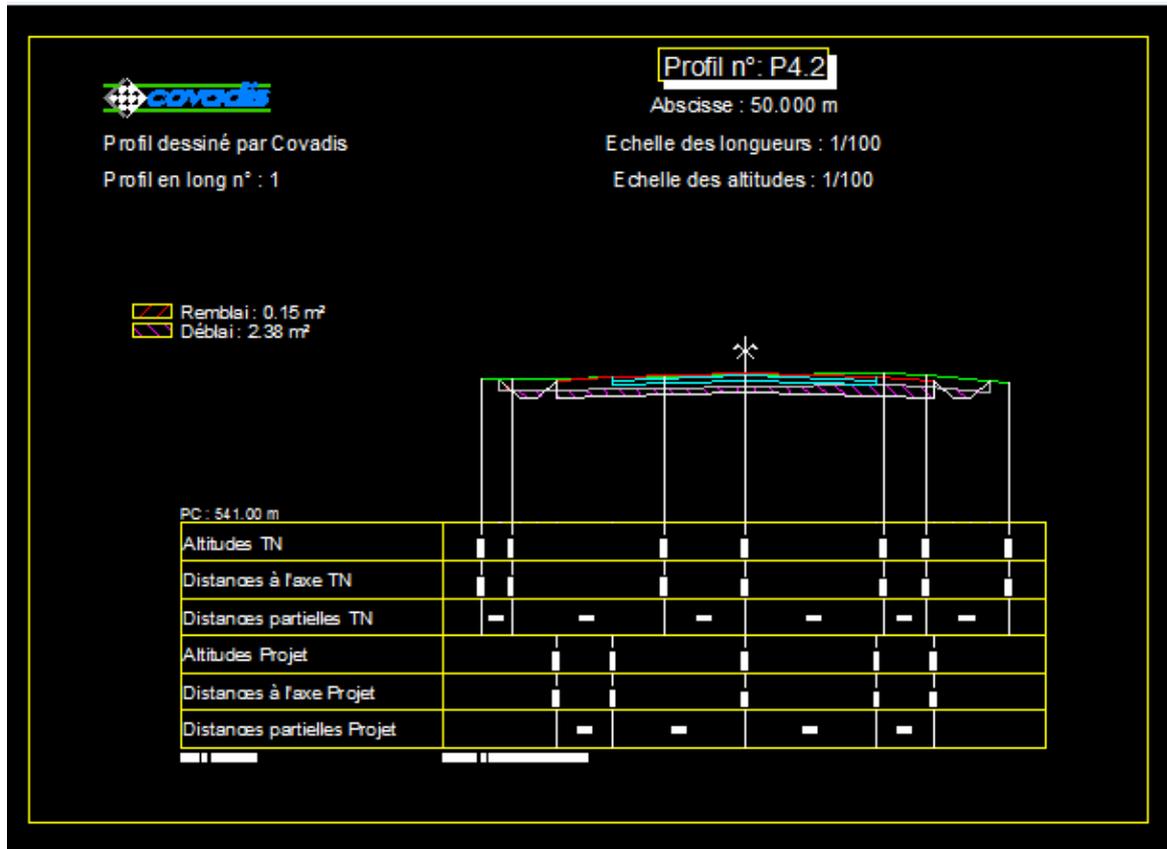


Figure 14 : profil en long

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.

- 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 :

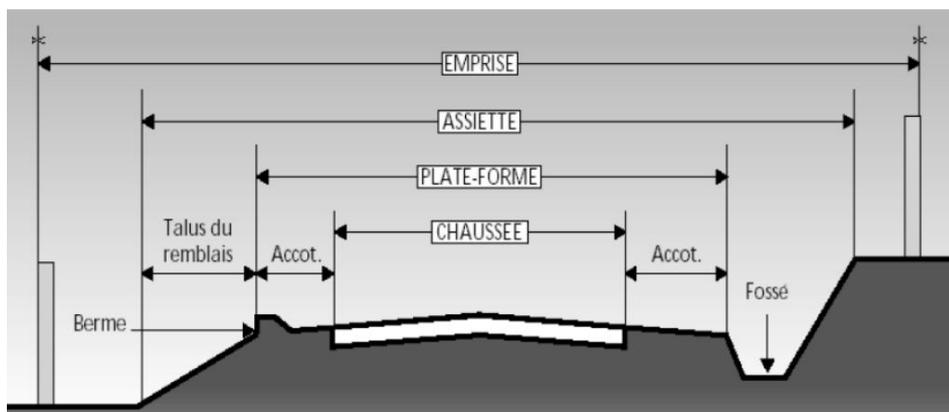


Figure 15 : Les éléments d'une route

- **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 réaliser aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

Et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc.....

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

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

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

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

- Le trafic

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

- **Des efforts tangentiels**

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

- De la transmission de l'effort moteur ou du freinage.
- De la mise en rotation des roues non motrices.
- 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 véhicules 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 =	2000
τ =	6%
%PL =	10%

n	4
I =	6
Durée de vie:	20

$$T_0 = (T_{JMA} \times \% pl)$$

$$T_0 = (2000 \times 0.10) = 200$$

$$T_1 = (1+\tau)^4 \times T_0$$

$$T_1 = (1+0.06)^4 \times 200 = 252 \text{ pl/j/sens}$$

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

$$T_n = (1+0.06)^{20} \times 252 = 808 \text{ pl/j/sens}$$

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

$$E_{éq} = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times (75 + 50 \log \frac{808}{10})}{6 + 5} = 48.57 \approx 49 \text{ cm}$$

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

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

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

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

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

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	06	2	12

GC	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 + 14GC + 29TUF**

6 cm BB (Béton Bitumineux)

14 cm GC (Graves Concassées)

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 déb

lai et en reblai , on a utilisé le logiciel Covadis 10.1, les résultats sont illustrés dans le tableaux suivants /

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	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	5.00	5.83	0.13	5.96	29.80	29.80	0.05	0.52	0.58	2.89	2.89
P1.1	10.00	10.00	5.13	5.64	10.77	107.71	137.50	0.05	0.04	0.09	0.93	3.82
P1.2	20.00	10.00	5.11	0.19	5.30	53.04	190.54	0.04	0.17	0.21	2.14	5.96
P4	30.00	10.00	3.81	0.01	3.82	38.23	228.77	0.04	2.86	2.91	29.06	35.02
P4.1	40.00	10.00	2.56	0.00	2.56	25.65	254.42	0.07	2.36	2.42	24.22	59.24
P4.2	50.00	10.00	1.63	1.96	3.59	35.91	290.33	0.06	0.05	0.11	1.06	60.29
P7	60.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	290.33	3.42	2.87	6.29	62.91	123.20
P7.1	70.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	290.33	4.76	7.68	12.44	124.45	247.65
P7.2	80.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	290.33	4.33	7.08	11.41	114.09	361.74
P10	90.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	290.33	2.05	2.06	4.11	41.14	402.88
P10.1	100.00	10.00	0.97	0.74	1.71	17.07	307.40	0.07	0.13	0.20	2.03	404.91
P10.2	110.00	10.00	1.12	0.51	1.62	16.21	323.60	0.07	0.32	0.39	3.91	408.82
P13	120.00	10.00	1.22	0.14	1.35	13.53	337.14	0.06	1.44	1.50	15.01	423.83
P13.1	130.00	10.00	1.07	0.00	1.07	10.70	347.84	0.09	0.79	0.88	8.79	432.62
P13.2	140.00	10.00	0.82	0.59	1.41	14.10	361.94	0.07	0.03	0.10	1.00	433.62
P16	150.00	10.00	0.68	0.53	1.21	12.14	374.08	0.08	0.14	0.22	2.18	435.80
P16.1	160.00	10.00	0.49	0.84	1.33	13.25	387.33	0.12	0.24	0.36	3.57	439.36
P16.2	170.00	10.00	0.81	0.56	1.37	13.70	401.04	0.07	0.02	0.09	0.91	440.27
P19	180.00	10.00	0.85	0.50	1.35	13.46	414.50	0.07	0.03	0.10	0.96	441.23
P19.1	190.00	10.00	0.87	0.43	1.30	13.03	427.54	0.07	0.04	0.11	1.06	442.29

P19.2	200.00	10.00	0.83	0.32	1.15	11.49	439.03	0.07	0.04	0.11	1.07	443.36
P22	210.00	10.00	0.52	0.02	0.55	5.47	444.50	0.10	0.15	0.25	2.51	445.87
P22.1	220.00	10.00	0.76	0.00	0.76	7.63	452.12	0.11	0.24	0.35	3.54	449.41
P22.2	230.00	10.00	1.10	0.00	1.10	11.04	463.16	0.06	0.22	0.28	2.82	452.23
P25	240.00	10.00	1.45	0.16	1.61	16.12	479.28	0.05	0.10	0.15	1.48	453.71
P25.1	250.00	10.00	0.94	0.57	1.51	15.06	494.34	0.07	0.01	0.07	0.74	454.45
P25.2	260.00	10.00	0.75	0.40	1.14	11.44	505.78	0.07	0.03	0.10	1.01	455.46
P28	270.00	10.00	0.55	0.22	0.77	7.69	513.47	0.10	0.07	0.17	1.73	457.19
P28.1	280.00	10.00	0.19	0.07	0.26	2.62	516.09	0.13	0.18	0.31	3.08	460.26
P28.2	290.00	10.00	0.10	0.01	0.11	1.10	517.19	0.25	0.31	0.55	5.53	465.80
P31	300.00	10.00	0.06	0.00	0.06	0.59	517.79	0.25	0.46	0.72	7.15	472.95
P31.1	310.00	10.00	0.03	0.00	0.03	0.26	518.05	0.30	0.76	1.05	10.54	483.49
P31.2	320.00	10.00	0.01	0.00	0.01	0.13	518.18	0.45	1.09	1.54	15.36	498.84
P34	330.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.03	518.21	0.70	1.46	2.16	21.61	520.45
P34.1	340.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	1.08	1.88	2.96	29.58	550.03
P34.2	350.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	1.50	1.82	3.32	33.16	583.19
P37	360.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	1.95	2.27	4.22	42.21	625.40
P37.1	370.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	2.45	2.70	5.16	51.58	676.98
P37.2	380.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	1.52	2.57	4.09	40.89	717.87
P40	390.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	1.84	2.84	4.68	46.77	764.64
P40.1	400.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	2.46	3.23	5.70	56.98	821.62
P40.2	410.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	2.85	2.83	5.67	56.72	878.34
P43	420.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	2.95	2.91	5.87	58.68	937.02
P43.1	430.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	3.14	3.00	6.13	61.32	998.34
P43.2	440.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	3.31	3.06	6.37	63.66	1062.00
P46	450.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	3.45	3.16	6.61	66.10	1128.10
P46.1	460.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	3.76	3.67	7.44	74.36	1202.46
P46.2	470.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	5.29	6.46	11.75	117.46	1319.92
P49	480.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	5.88	6.07	11.96	119.58	1439.50
P49.1	490.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	5.33	5.88	11.21	112.14	1551.64
P49.2	500.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	4.12	6.01	10.13	101.31	1652.95
P52	510.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	3.91	6.14	10.04	100.44	1753.39
P52.1	520.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	2.89	2.63	5.51	55.12	1808.51
P52.2	530.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	2.83	2.35	5.18	51.76	1860.27
P55	540.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	2.70	2.05	4.74	47.45	1907.72
P55.1	550.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	2.47	1.74	4.21	42.12	1949.84
P55.2	560.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	2.19	1.49	3.69	36.85	1986.69
P58	570.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	7.39	7.93	15.32	153.17	2139.85
P58.1	580.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	7.26	8.69	15.95	159.53	2299.39
P58.2	590.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	7.14	7.15	14.29	142.95	2442.34
P61	600.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	6.71	4.68	11.39	113.91	2556.25
P61.1	610.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	4.80	2.52	7.32	73.21	2629.46
P61.2	620.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	518.21	1.86	0.69	2.55	25.46	2654.91
P64	630.00	10.00	0.00	0.09	0.09	0.90	519.11	1.38	0.62	2.00	19.97	2674.88
P64.1	640.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	519.11	0.90	2.20	3.09	30.94	2705.82
P64.2	650.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	519.11	0.64	2.63	3.27	32.66	2738.49
P67	660.00	10.00	0.00	0.06	0.06	0.56	519.67	0.48	1.94	2.41	24.12	2762.60
P67.1	670.00	10.00	0.00	0.38	0.38	3.80	523.47	0.37	0.44	0.81	8.13	2770.73
P67.2	680.00	10.00	0.22	1.23	1.45	14.50	537.97	0.40	0.29	0.69	6.88	2777.61
P70	690.00	10.00	0.24	1.25	1.49	14.91	552.87	0.13	0.39	0.52	5.24	2782.84
P70.1	700.00	10.00	0.79	1.25	2.04	20.41	573.28	0.12	0.15	0.27	2.70	2785.55
P70.2	710.00	10.00	0.94	1.67	2.61	26.06	599.34	0.05	0.14	0.19	1.93	2787.48
P73	720.00	10.00	0.59	2.00	2.59	25.87	625.21	0.12	0.24	0.36	3.63	2791.10
P73.1	730.00	10.00	1.38	0.00	1.38	13.78	638.99	0.04	0.69	0.73	7.31	2798.41
P73.2	740.00	10.00	1.39	0.00	1.39	13.87	652.86	0.06	0.91	0.97	9.70	2808.11
P76	750.00	10.00	1.40	0.00	1.40	14.02	666.88	0.06	1.04	1.10	11.03	2819.14
P76.1	760.00	10.00	1.46	0.00	1.46	14.57	681.45	0.06	1.06	1.12	11.23	2830.37
P76.2	770.00	10.00	1.56	0.00	1.56	15.55	697.00	0.05	0.99	1.05	10.46	2840.83
P79	780.00	10.00	5.73	5.77	11.49	114.93	811.93	0.04	0.04	0.08	0.85	2841.68
P79.1	790.00	10.00	6.67	4.86	11.53	115.32	927.24	0.04	0.05	0.09	0.92	2842.60
P79.2	800.00	10.00	7.23	5.17	12.40	124.03	1051.27	0.04	0.09	0.14	1.39	2843.98
P82	810.00	10.00	6.24	3.97	10.22	102.19	1153.46	0.03	0.03	0.06	0.62	2844.61
P82.1	820.00	10.00	7.28	5.59	12.87	128.72	1282.18	0.05	0.04	0.09	0.87	2845.48
P82.2	830.00	10.00	6.61	5.75	12.36	123.60	1405.77	0.05	0.04	0.09	0.85	2846.33
P85	840.00	10.00	5.50	5.31	10.81	108.15	1513.92	0.05	0.04	0.09	0.85	2847.18
P85.1	850.00	10.00	4.26	5.01	9.27	92.70	1606.62	0.05	0.04	0.09	0.89	2848.07

P85.2	860.00	10.00	1.10	0.00	1.10	11.04	1617.66	0.13	2.08	2.22	22.18	2870.26
P88	870.00	10.00	0.70	0.00	0.70	6.98	1624.63	0.31	2.77	3.07	30.74	2901.00
P88.1	880.00	10.00	0.37	0.00	0.37	3.65	1628.29	0.62	2.62	3.25	32.50	2933.50
P88.2	890.00	10.00	0.28	0.00	0.28	2.77	1631.05	0.03	2.63	2.67	26.68	2960.18
P91	900.00	10.00	3.93	1.98	5.91	59.13	1690.18	0.04	0.01	0.06	0.59	2960.76
P91.1	910.00	10.00	4.56	1.56	6.11	61.13	1751.32	0.05	0.07	0.12	1.19	2961.95
P91.2	920.00	10.00	3.33	1.11	4.44	44.43	1795.74	0.05	0.16	0.21	2.06	2964.01
P94	930.00	10.00	2.12	0.98	3.11	31.06	1826.80	0.05	0.15	0.20	1.97	2965.98
P94.1	940.00	10.00	0.65	0.77	1.42	14.21	1841.01	0.00	0.10	0.10	1.03	2967.01
P94.2	950.00	10.00	0.23	0.66	0.89	8.90	1849.92	0.08	0.11	0.20	1.96	2968.97
P97	960.00	10.00	0.46	0.99	1.45	14.48	1864.40	0.07	0.13	0.19	1.95	2970.92
P97.1	970.00	10.00	0.68	1.30	1.98	19.82	1884.21	0.07	0.16	0.23	2.29	2973.21
P97.2	980.00	10.00	0.89	1.60	2.48	24.82	1909.04	0.07	0.18	0.25	2.45	2975.66
P100	990.00	10.00	1.06	1.90	2.96	29.63	1938.67	0.07	0.18	0.25	2.46	2978.12
P100.1	1000.00	10.00	1.10	0.67	1.77	17.68	1956.34	0.04	0.08	0.12	1.17	2979.29
P100.2	1010.00	10.00	1.24	0.69	1.93	19.32	1975.66	0.00	0.29	0.30	2.95	2982.24
P103	1020.00	10.00	1.58	1.50	3.08	30.82	2006.48	0.07	0.16	0.23	2.27	2984.51
P103.1	1030.00	10.00	1.78	1.98	3.75	37.54	2044.01	0.05	0.04	0.10	0.96	2985.46
P103.2	1040.00	10.00	2.57	2.76	5.33	53.34	2097.35	0.05	0.04	0.09	0.87	2986.34
P106	1050.00	10.00	2.73	2.86	5.60	55.97	2153.32	0.05	0.04	0.09	0.87	2987.21
P106.1	1060.00	10.00	2.85	2.93	5.78	57.81	2211.13	0.05	0.04	0.09	0.87	2988.09
P106.2	1070.00	10.00	2.83	2.98	5.80	58.05	2269.18	0.04	0.04	0.09	0.86	2988.95
P109	1080.00	10.00	1.13	2.79	3.92	39.17	2308.36	0.01	0.04	0.05	0.49	2989.44
P109.1	1090.00	10.00	1.17	2.55	3.72	37.24	2345.60	0.07	0.04	0.11	1.10	2990.54
P109.2	1100.00	10.00	1.63	2.18	3.82	38.18	2383.78	0.05	0.04	0.09	0.92	2991.45
P112	1110.00	10.00	2.27	2.04	4.31	43.11	2426.89	0.05	0.04	0.09	0.86	2992.31
P112.1	1120.00	10.00	2.83	2.32	5.15	51.50	2478.39	0.04	0.04	0.09	0.86	2993.17
P112.2	1130.00	10.00	3.17	3.40	6.57	65.68	2544.07	0.04	0.04	0.09	0.86	2994.03
P115	1140.00	10.00	3.11	3.41	6.52	65.19	2609.26	0.04	0.04	0.09	0.86	2994.88
P115.1	1150.00	10.00	2.97	3.37	6.34	63.42	2672.69	0.04	0.04	0.09	0.86	2995.74
P115.2	1160.00	10.00	2.63	3.27	5.89	58.92	2731.61	0.04	0.04	0.09	0.85	2996.59
P118	1170.00	10.00	1.48	2.67	4.15	41.52	2773.12	0.07	0.04	0.11	1.13	2997.73
P118.1	1180.00	10.00	1.63	2.71	4.35	43.46	2816.58	0.07	0.05	0.12	1.17	2998.90
P118.2	1190.00	10.00	1.71	2.62	4.33	43.29	2859.87	0.08	0.04	0.12	1.19	3000.09
P121	1200.00	10.00	1.72	2.38	4.10	40.96	2900.83	0.09	0.04	0.13	1.30	3001.40
P121.1	1210.00	10.00	1.51	2.04	3.55	35.51	2936.34	0.00	0.05	0.06	0.55	3001.95
P121.2	1220.00	10.00	1.00	1.73	2.74	27.36	2963.70	0.05	0.06	0.11	1.06	3003.02
P124	1230.00	10.00	0.11	1.40	1.51	15.07	2978.77	0.09	0.05	0.14	1.43	3004.45
P124.1	1240.00	10.00	0.00	0.70	0.71	7.06	2985.83	0.30	0.16	0.45	4.53	3008.98
P124.2	1250.00	10.00	0.00	0.10	0.10	0.95	2986.78	0.53	0.24	0.77	7.67	3016.66
P127	1260.00	10.00	0.00	0.03	0.03	0.31	2987.09	0.76	0.41	1.18	11.79	3028.44
P127.1	1270.00	10.00	0.12	0.38	0.50	4.98	2992.07	0.18	0.02	0.20	2.03	3030.47
P127.2	1280.00	10.00	0.14	0.38	0.52	5.24	2997.31	0.10	0.02	0.12	1.22	3031.70
P130	1290.00	10.00	0.20	0.39	0.59	5.85	3003.16	0.04	0.02	0.07	0.68	3032.38
P130.1	1300.00	10.00	0.29	0.39	0.68	6.79	3009.95	0.01	0.03	0.04	0.37	3032.75
P130.2	1310.00	10.00	0.58	0.40	0.98	9.78	3019.74	0.08	0.03	0.11	1.05	3033.80
P133	1320.00	10.00	0.59	0.38	0.97	9.69	3029.43	0.09	0.02	0.10	1.03	3034.83
P133.1	1330.00	10.00	0.31	0.36	0.67	6.69	3036.12	0.05	0.02	0.07	0.74	3035.57
P133.2	1340.00	10.00	1.04	0.47	1.51	15.13	3051.24	0.07	0.03	0.10	0.96	3036.53
P136	1350.00	10.00	1.07	0.35	1.41	14.13	3065.38	0.06	0.04	0.11	1.06	3037.59
P136.1	1360.00	10.00	0.72	0.12	0.85	8.45	3073.83	0.08	0.07	0.15	1.52	3039.11
P136.2	1370.00	10.00	0.74	0.44	1.19	11.86	3085.68	0.08	0.01	0.09	0.86	3039.97
P139	1380.00	10.00	2.10	0.69	2.78	27.84	3113.52	0.05	0.03	0.07	0.73	3040.70
P139.1	1390.00	10.00	1.95	1.08	3.04	30.36	3143.88	0.05	0.08	0.13	1.27	3041.97
P139.2	1400.00	10.00	2.30	1.77	4.06	40.65	3184.53	0.05	0.06	0.10	1.04	3043.01
P142	1410.00	10.00	1.85	1.13	2.98	29.79	3214.32	0.05	0.08	0.13	1.28	3044.29
P142.1	1420.00	10.00	2.58	1.68	4.26	42.65	3256.96	0.05	0.06	0.11	1.10	3045.39
P142.2	1430.00	10.00	3.63	2.31	5.94	59.37	3316.33	0.05	0.04	0.10	0.96	3046.35
P145	1440.00	10.00	2.96	2.06	5.02	50.19	3366.52	0.06	0.05	0.11	1.06	3047.41
P145.1	1450.00	10.00	3.32	1.89	5.20	52.04	3418.56	0.05	0.05	0.10	0.96	3048.36
P145.2	1460.00	10.00	5.19	3.27	8.46	84.61	3503.17	0.05	0.04	0.09	0.88	3049.25
P148	1470.00	10.00	6.27	4.24	10.51	105.09	3608.26	0.05	0.04	0.09	0.93	3050.18
P148.1	1480.00	10.00	8.50	4.73	13.24	132.37	3740.64	0.05	0.04	0.09	0.94	3051.12
P148.2	1490.00	10.00	10.18	5.68	15.85	158.55	3899.18	0.05	0.04	0.09	0.93	3052.05
P151	1500.00	10.00	11.39	6.33	17.72	177.18	4076.37	0.05	0.04	0.09	0.94	3052.99
P151.1	1510.00	10.00	11.48	5.17	16.65	166.47	4242.84	0.05	0.04	0.09	0.95	3053.93

P151.2	1520.00	10.00	8.38	5.73	14.10	141.02	4383.86	0.05	0.04	0.10	0.97	3054.90
P154	1530.00	10.00	10.40	5.53	15.92	159.24	4543.10	0.05	0.04	0.09	0.86	3055.76
P154.1	1540.00	10.00	8.02	3.49	11.51	115.13	4658.23	0.05	0.04	0.09	0.88	3056.65
P154.2	1550.00	10.00	4.72	2.12	6.84	68.40	4726.63	0.05	0.07	0.12	1.20	3057.85
P157	1560.00	10.00	5.56	4.93	10.49	104.87	4831.50	0.04	0.04	0.09	0.86	3058.70
P157.1	1570.00	10.00	2.96	2.89	5.85	58.46	4889.96	0.05	0.05	0.09	0.92	3059.62
P157.2	1580.00	10.00	3.27	2.42	5.69	56.87	4946.83	0.05	0.05	0.09	0.92	3060.54
P160	1590.00	10.00	3.65	2.98	6.63	66.29	5013.12	0.04	0.05	0.09	0.88	3061.42
P160.1	1600.00	10.00	6.42	3.25	9.67	96.70	5109.82	0.06	0.04	0.10	1.01	3062.44
P160.2	1610.00	10.00	8.50	3.14	11.64	116.37	5226.19	0.05	0.05	0.10	0.99	3063.42
P163	1620.00	10.00	7.33	2.24	9.57	95.71	5321.89	0.05	0.11	0.16	1.59	3065.02
P163.1	1630.00	10.00	2.89	0.01	2.90	29.01	5350.91	0.06	0.24	0.30	3.01	3068.02
P163.2	1640.00	10.00	1.27	0.00	1.27	12.72	5363.63	0.46	1.99	2.46	24.58	3092.60
P166	1650.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.01	5363.64	1.22	3.57	4.79	47.94	3140.54
P166.1	1660.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	2.30	4.86	7.16	71.64	3212.17
P166.2	1670.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	3.41	5.71	9.11	91.14	3303.31
P169	1680.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	5.50	5.20	10.70	107.00	3410.31
P169.1	1690.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	5.74	5.87	11.60	116.03	3526.35
P169.2	1700.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	6.52	7.68	14.20	141.98	3668.33
P172	1710.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	7.18	7.01	14.19	141.90	3810.23
P172.1	1720.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	7.85	7.76	15.62	156.16	3966.38
P172.2	1730.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	8.68	8.14	16.82	168.20	4134.58
P175	1740.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	9.51	8.29	17.80	178.03	4312.62
P175.1	1750.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	10.28	8.22	18.50	185.04	4497.66
P175.2	1760.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	9.61	8.30	17.91	179.13	4676.79
P178	1770.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	9.82	8.62	18.44	184.39	4861.18
P178.1	1780.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	10.07	8.92	18.99	189.90	5051.08
P178.2	1790.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	10.34	9.23	19.57	195.66	5246.74
P181	1800.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	10.62	9.55	20.17	201.66	5448.40
P181.1	1810.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	10.99	13.46	24.45	244.50	5692.90
P181.2	1820.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	10.86	15.68	26.54	265.36	5958.27
P184	1830.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	10.76	15.62	26.38	263.80	6222.06
P184.1	1840.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	11.02	14.07	25.09	250.91	6472.97
P184.2	1850.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	12.78	17.02	29.80	298.00	6770.96
P187	1860.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	12.76	17.22	29.97	299.73	7070.70
P187.1	1870.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	16.39	13.00	29.38	293.82	7364.51
P187.2	1880.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	12.10	14.09	26.19	261.90	7626.41
P190	1890.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	11.79	12.83	24.62	246.17	7872.59
P190.1	1900.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	11.78	12.86	24.64	246.39	8118.98
P190.2	1910.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	14.94	10.60	25.54	255.42	8374.40
P193	1920.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	13.49	9.91	23.40	234.00	8608.40
P193.1	1930.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	11.03	8.79	19.82	198.23	8806.63
P193.2	1940.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	9.27	7.53	16.80	168.00	8974.62
P196	1950.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	8.76	6.23	14.99	149.89	9124.51
P196.1	1960.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	13.41	7.47	20.88	208.81	9333.32
P196.2	1970.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	9.86	6.40	16.26	162.62	9495.94
P199	1980.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	6.87	6.43	13.29	132.94	9628.88
P199.1	1990.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	5.87	6.18	12.05	120.51	9749.39
P199.2	2000.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	5.92	6.21	12.13	121.29	9870.68
P202	2010.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	6.20	6.66	12.86	128.63	9999.31
P202.1	2020.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	6.13	6.27	12.40	123.99	10123.30
P202.2	2030.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	6.39	5.79	12.18	121.77	10245.07
P205	2040.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	5.00	5.00	10.00	99.99	10345.06
P205.1	2050.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	4.89	4.30	9.19	91.94	10437.00
P205.2	2060.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	5.32	4.39	9.71	97.14	10534.14
P208	2070.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	5.65	4.05	9.70	96.98	10631.11
P208.1	2080.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	7.15	5.14	12.29	122.90	10754.01
P208.2	2090.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	5.79	6.86	12.65	126.51	10880.53
P211	2100.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	4.67	5.46	10.14	101.36	10981.89
P211.1	2110.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	6.95	6.62	13.57	135.69	11117.59
P211.2	2120.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	5.67	7.53	13.20	131.96	11249.55
P214	2130.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	4.49	6.08	10.58	105.79	11355.34
P214.1	2140.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	3.53	3.61	7.14	71.42	11426.76
P214.2	2150.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	3.26	3.84	7.09	70.93	11497.69
P217	2160.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	3.29	3.72	7.01	70.10	11567.79
P217.1	2170.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	3.33	3.26	6.59	65.93	11633.72

P217.2	2180.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	3.37	2.91	6.28	62.79	11696.51
P220	2190.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	2.55	2.82	5.36	53.64	11750.15
P220.1	2200.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	1.98	2.50	4.48	44.81	11794.97
P220.2	2210.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	1.76	2.17	3.94	39.36	11834.32
P223	2220.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	1.54	1.84	3.39	33.85	11868.18
P223.1	2230.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	1.32	1.51	2.83	28.30	11896.48
P223.2	2240.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	1.59	2.73	4.32	43.23	11939.71
P226	2250.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	1.26	2.49	3.75	37.51	11977.22
P226.1	2260.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5363.64	0.86	2.22	3.08	30.78	12007.99
P226.2	2270.00	10.00	0.03	0.00	0.03	0.27	5363.91	0.51	1.82	2.33	23.30	12031.30
P229	2280.00	10.00	0.12	0.00	0.12	1.22	5365.14	0.25	1.19	1.44	14.39	12045.69
P229.1	2290.00	10.00	0.07	0.00	0.07	0.66	5365.80	0.27	0.72	1.00	9.97	12055.66
P229.2	2300.00	10.00	0.01	0.00	0.01	0.10	5365.90	0.42	1.01	1.44	14.36	12070.02
P232	2310.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	0.65	1.34	1.98	19.85	12089.86
P232.1	2320.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	0.91	1.71	2.62	26.17	12116.03
P232.2	2330.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	1.20	2.13	3.32	33.23	12149.26
P235	2340.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	1.50	3.26	4.76	47.56	12196.82
P235.1	2350.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	2.14	3.56	5.70	56.98	12253.81
P235.2	2360.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	2.70	3.49	6.19	61.89	12315.70
P238	2370.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	3.42	4.06	7.48	74.80	12390.50
P238.1	2380.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	4.14	4.88	9.02	90.21	12480.70
P238.2	2390.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	0.71	0.89	1.60	15.98	12496.68
P241	2400.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	0.67	0.68	1.35	13.52	12510.20
P241.1	2410.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	0.80	0.80	1.59	15.94	12526.14
P241.2	2420.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	1.54	2.22	3.76	37.61	12563.75
P244	2430.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	1.17	2.30	3.47	34.70	12598.44
P244.1	2440.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	1.65	2.86	4.51	45.12	12643.57
P244.2	2450.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	1.45	1.94	3.39	33.87	12677.44
P247	2460.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	2.22	1.13	3.35	33.47	12710.90
P247.1	2470.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	1.79	1.12	2.92	29.17	12740.07
P247.2	2480.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	1.30	1.24	2.54	25.40	12765.47
P250	2490.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	0.89	1.50	2.38	23.81	12789.28
P250.1	2500.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	3.14	2.74	5.89	58.88	12848.16
P250.2	2510.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	3.89	5.35	9.24	92.40	12940.55
P253	2520.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	3.89	5.67	9.56	95.60	13036.15
P253.1	2530.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	3.87	5.41	9.29	92.86	13129.01
P253.2	2540.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	3.74	3.69	7.43	74.29	13203.31
P256	2550.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	1.62	1.61	3.24	32.37	13235.68
P256.1	2560.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5365.90	0.66	1.13	1.79	17.88	13253.56
P256.2	2570.00	10.00	0.04	0.00	0.04	0.44	5366.34	0.26	0.64	0.90	9.01	13262.57
P259	2580.00	10.00	0.24	0.03	0.27	2.73	5369.07	0.06	0.18	0.24	2.35	13264.92
P259.1	2590.00	10.00	0.72	0.00	0.72	7.19	5376.26	0.21	1.50	1.71	17.13	13282.05
P259.2	2600.00	10.00	0.87	0.20	1.07	10.68	5386.94	0.07	0.06	0.13	1.29	13283.34
P262	2610.00	10.00	1.69	0.62	2.31	23.08	5410.02	0.06	0.06	0.11	1.13	13284.47
P262.1	2620.00	10.00	1.53	0.92	2.45	24.54	5434.56	0.07	0.03	0.10	1.04	13285.52
P262.2	2630.00	10.00	0.40	0.93	1.33	13.30	5447.86	0.02	0.01	0.03	0.34	13285.86
P265	2640.00	10.00	0.96	0.59	1.55	15.49	5463.35	0.07	0.03	0.10	1.03	13286.89
P265.1	2650.00	10.00	1.48	0.45	1.92	19.25	5482.60	0.06	0.07	0.13	1.29	13288.18
P265.2	2660.00	10.00	1.71	1.11	2.82	28.21	5510.82	0.05	0.07	0.12	1.21	13289.39
P268	2670.00	10.00	2.86	2.25	5.11	51.14	5561.96	0.04	0.05	0.09	0.90	13290.29
P268.1	2680.00	10.00	3.83	2.85	6.68	66.77	5628.73	0.04	0.04	0.09	0.87	13291.15
P268.2	2690.00	10.00	4.51	3.57	8.08	80.83	5709.56	0.05	0.04	0.09	0.88	13292.03
P271	2700.00	10.00	5.42	4.33	9.75	97.51	5807.07	0.05	0.04	0.09	0.88	13292.91
P271.1	2710.00	10.00	6.65	4.84	11.48	114.82	5921.89	0.04	0.04	0.08	0.84	13293.75
P271.2	2720.00	10.00	7.40	6.30	13.69	136.94	6058.83	0.04	0.04	0.09	0.87	13294.62
P274	2730.00	10.00	9.06	8.33	17.39	173.86	6232.69	0.04	0.04	0.09	0.87	13295.49
P274.1	2740.00	10.00	10.86	10.67	21.53	215.27	6447.96	0.04	0.04	0.08	0.85	13296.33
P274.2	2750.00	10.00	12.78	14.27	27.06	270.58	6718.54	0.04	0.04	0.09	0.87	13297.20
P277	2760.00	10.00	13.26	14.97	28.24	282.36	7000.90	0.04	0.04	0.09	0.86	13298.06
P277.1	2770.00	10.00	13.77	11.54	25.31	253.11	7254.01	0.04	0.03	0.08	0.79	13298.85
P277.2	2780.00	10.00	16.09	15.26	31.35	313.48	7567.49	0.05	0.04	0.09	0.91	13299.76
P280	2790.00	10.00	16.91	16.94	33.85	338.49	7905.97	0.05	0.04	0.09	0.91	13300.67
P280.1	2800.00	10.00	17.19	17.87	35.06	350.61	8256.58	0.05	0.04	0.09	0.90	13301.57
P280.2	2810.00	10.00	17.24	17.07	34.32	343.17	8599.75	0.05	0.04	0.09	0.91	13302.48
P283	2820.00	10.00	17.91	17.53	35.44	354.42	8954.17	0.05	0.04	0.09	0.91	13303.39
P283.1	2830.00	10.00	18.79	17.89	36.68	366.84	9321.02	0.05	0.04	0.09	0.90	13304.29

P283.2	2840.00	10.00	19.37	17.98	37.34	373.45	9694.46	0.05	0.04	0.09	0.91	13305.21
P286	2850.00	10.00	19.39	17.75	37.14	371.38	10065.84	0.05	0.04	0.09	0.92	13306.12
P286.1	2860.00	10.00	17.80	16.48	34.28	342.78	10408.62	0.05	0.04	0.09	0.91	13307.03
P286.2	2870.00	10.00	16.55	14.61	31.16	311.60	10720.22	0.05	0.04	0.09	0.91	13307.94
P289	2880.00	10.00	15.25	13.33	28.58	285.78	11006.00	0.05	0.04	0.09	0.89	13308.82
P289.1	2890.00	10.00	13.91	12.05	25.96	259.59	11265.60	0.05	0.04	0.09	0.89	13309.71
P289.2	2900.00	10.00	13.51	10.58	24.09	240.86	11506.45	0.05	0.04	0.09	0.91	13310.62
P292	2910.00	10.00	13.34	10.19	23.52	235.25	11741.70	0.05	0.04	0.09	0.93	13311.55
P292.1	2920.00	10.00	12.92	10.39	23.31	233.14	11974.84	0.05	0.04	0.09	0.91	13312.46
P292.2	2930.00	10.00	15.76	9.23	24.99	249.87	12224.71	0.05	0.04	0.09	0.92	13313.38
P295	2940.00	10.00	15.81	8.80	24.61	246.13	12470.84	0.05	0.05	0.10	0.98	13314.36
P295.1	2950.00	10.00	16.30	8.06	24.36	243.65	12714.49	0.05	0.04	0.10	0.95	13315.32
P295.2	2960.00	10.00	15.90	8.45	24.35	243.46	12957.95	0.05	0.05	0.10	0.98	13316.29
P298	2970.00	10.00	16.30	6.91	23.21	232.06	13190.01	0.05	0.04	0.09	0.88	13317.17
P298.1	2980.00	10.00	17.64	11.21	28.85	288.52	13478.53	0.05	0.04	0.09	0.91	13318.08
P298.2	2990.00	10.00	16.74	6.62	23.36	233.58	13712.11	0.05	0.04	0.09	0.93	13319.01
P301	3000.00	10.00	7.16	1.40	8.56	85.58	13797.69	0.06	0.08	0.13	1.31	13320.32
P301.1	3010.00	10.00	3.33	0.37	3.70	37.00	13834.69	0.05	0.18	0.23	2.31	13322.63
P301.2	3020.00	10.00	1.35	0.00	1.35	13.54	13848.23	0.33	2.05	2.38	23.83	13346.46
P304	3030.00	10.00	0.57	0.00	0.57	5.72	13853.95	0.97	3.17	4.14	41.42	13387.88
P304.1	3040.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	1.88	4.08	5.95	59.53	13447.41
P304.2	3050.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	3.27	7.39	10.66	106.61	13554.02
P307	3060.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	4.45	7.51	11.97	119.66	13673.68
P307.1	3070.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	5.63	8.14	13.77	137.66	13811.34
P307.2	3080.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	6.86	9.60	16.47	164.65	13975.99
P310	3090.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	8.32	10.02	18.34	183.40	14159.39
P310.1	3100.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	9.44	11.01	20.45	204.46	14363.85
P310.2	3110.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	10.21	11.68	21.89	218.87	14582.72
P313	3120.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	8.78	12.11	20.88	208.82	14791.54
P313.1	3130.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	9.47	11.95	21.42	214.18	15005.72
P313.2	3140.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	11.10	12.19	23.30	232.97	15238.70
P316	3150.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	11.07	13.61	24.68	246.81	15485.51
P316.1	3160.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	11.88	13.77	25.65	256.48	15741.98
P316.2	3170.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	12.76	15.91	28.67	286.74	16028.72
P319	3180.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	13.36	17.99	31.35	313.52	16342.24
P319.1	3190.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	16.95	22.08	39.03	390.35	16732.59
P319.2	3200.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	20.72	24.43	45.15	451.51	17184.10
P322	3210.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	17.20	23.59	40.79	407.91	17592.01
P322.1	3220.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	15.32	23.87	39.19	391.86	17983.87
P322.2	3230.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	15.66	20.43	36.09	360.90	18344.77
P325	3240.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	14.70	17.42	32.12	321.21	18665.99
P325.1	3250.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	13.01	16.94	29.95	299.51	18965.50
P325.2	3260.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	11.65	12.13	23.79	237.87	19203.37
P328	3270.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	11.77	10.93	22.71	227.09	19430.46
P328.1	3280.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	10.43	10.74	21.17	211.71	19642.16
P328.2	3290.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	9.45	10.57	20.02	200.15	19842.31
P331	3300.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	8.70	10.32	19.02	190.23	20032.54
P331.1	3310.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13853.95	3.48	6.13	9.61	96.11	20128.65
P331.2	3320.00	10.00	0.66	0.00	0.66	6.63	13860.57	1.82	4.19	6.01	60.12	20188.77
P334	3330.00	10.00	0.01	0.00	0.01	0.10	13860.67	1.98	3.17	5.15	51.45	20240.23
P334.1	3340.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13860.67	1.48	2.30	3.78	37.84	20278.07
P334.2	3350.00	10.00	1.28	0.37	1.65	16.54	13877.21	0.05	0.04	0.09	0.92	20278.99
P337	3360.00	10.00	2.88	1.58	4.45	44.53	13921.74	0.06	0.06	0.11	1.12	20280.11
P337.1	3370.00	10.00	3.33	2.86	6.19	61.93	13983.66	0.06	0.04	0.10	0.99	20281.10
P337.2	3380.00	10.00	11.13	4.39	15.52	155.21	14138.88	0.06	0.04	0.11	1.08	20282.19
P340	3390.00	10.00	14.43	5.73	20.15	201.54	14340.42	0.07	0.04	0.11	1.05	20283.24
P340.1	3400.00	10.00	16.01	6.81	22.82	228.23	14568.64	0.07	0.04	0.12	1.18	20284.42
P340.2	3410.00	10.00	12.58	7.05	19.64	196.37	14765.01	0.06	0.04	0.10	1.04	20285.45
P343	3420.00	10.00	7.93	8.16	16.10	160.97	14925.98	0.05	0.05	0.10	0.97	20286.42
P343.1	3430.00	10.00	9.33	6.99	16.32	163.21	15089.19	0.05	0.04	0.09	0.89	20287.31
P343.2	3440.00	10.00	9.58	6.55	16.13	161.32	15250.51	0.05	0.04	0.09	0.89	20288.20
P346	3450.00	10.00	8.06	4.72	12.78	127.82	15378.32	0.05	0.04	0.09	0.90	20289.10
P346.1	3460.00	10.00	10.22	7.49	17.71	177.11	15555.43	0.05	0.04	0.09	0.90	20290.00
P346.2	3470.00	10.00	11.38	9.29	20.67	206.67	15762.10	0.05	0.04	0.09	0.88	20290.88
P349	3480.00	10.00	10.28	8.95	19.23	192.32	15954.42	0.05	0.04	0.09	0.91	20291.79
P349.1	3490.00	10.00	10.41	9.14	19.54	195.43	16149.84	0.03	0.04	0.08	0.76	20292.55

P349.2	3500.00	10.00	12.78	10.57	23.35	233.51	16383.35	0.04	0.04	0.09	0.86	20293.41
P352	3510.00	10.00	12.89	10.18	23.08	230.79	16614.14	0.05	0.04	0.09	0.90	20294.31
P352.1	3520.00	10.00	11.71	9.66	21.37	213.69	16827.84	0.05	0.04	0.09	0.90	20295.21
P352.2	3530.00	10.00	8.50	7.97	16.48	164.76	16992.60	0.05	0.04	0.09	0.90	20296.11
P355	3540.00	10.00	6.01	5.70	11.71	117.05	17109.65	0.05	0.04	0.09	0.91	20297.02
P355.1	3550.00	10.00	4.80	4.62	9.42	94.22	17203.87	0.05	0.04	0.09	0.90	20297.91
P355.2	3560.00	10.00	3.76	3.18	6.94	69.44	17273.31	0.05	0.04	0.09	0.90	20298.81
P358	3570.00	10.00	2.47	1.65	4.12	41.21	17314.52	0.05	0.06	0.10	1.05	20299.85
P358.1	3580.00	10.00	2.31	1.98	4.29	42.87	17357.39	0.05	0.05	0.10	1.00	20300.85
P358.2	3590.00	10.00	1.56	1.04	2.60	25.96	17383.36	0.06	0.02	0.08	0.82	20301.68
P361	3600.00	10.00	1.00	0.55	1.55	15.48	17398.84	0.08	0.17	0.25	2.52	20304.20
P361.1	3610.00	10.00	0.44	0.24	0.69	6.88	17405.71	0.02	0.37	0.38	3.85	20308.05
P361.2	3620.00	10.00	0.15	0.05	0.20	2.02	17407.73	0.08	0.55	0.63	6.28	20314.32
P364	3630.00	10.00	0.03	0.00	0.03	0.28	17408.01	0.25	0.80	1.05	10.45	20324.77
P364.1	3640.00	10.00	0.05	0.00	0.05	0.48	17408.49	0.21	0.36	0.57	5.68	20330.45
P364.2	3650.00	10.00	0.20	0.11	0.31	3.14	17411.63	0.07	0.14	0.21	2.08	20332.53
P367	3660.00	10.00	0.51	0.38	0.89	8.86	17420.49	0.01	0.06	0.07	0.69	20333.22
P367.1	3670.00	10.00	1.09	0.75	1.84	18.36	17438.86	0.07	0.02	0.09	0.91	20334.13
P367.2	3680.00	10.00	1.63	1.28	2.91	29.12	17467.98	0.06	0.09	0.14	1.43	20335.56
P370	3690.00	10.00	2.26	1.75	4.01	40.10	17508.07	0.05	0.05	0.10	1.00	20336.56
P370.1	3700.00	10.00	2.91	1.85	4.76	47.63	17555.71	0.05	0.06	0.10	1.02	20337.58
P370.2	3710.00	10.00	3.54	2.37	5.91	59.07	17614.78	0.05	0.05	0.09	0.92	20338.50
P373	3720.00	10.00	4.14	2.99	7.13	71.27	17686.05	0.05	0.04	0.09	0.89	20339.39
P373.1	3730.00	10.00	4.66	4.00	8.67	86.66	17772.71	0.05	0.04	0.09	0.90	20340.29
P373.2	3740.00	10.00	4.07	5.05	9.11	91.13	17863.84	0.05	0.04	0.09	0.91	20341.21
P376	3750.00	10.00	4.42	4.86	9.27	92.73	17956.57	0.05	0.05	0.09	0.94	20342.15
P376.1	3760.00	10.00	7.63	6.05	13.68	136.81	18093.38	0.05	0.05	0.10	0.97	20343.12
P376.2	3770.00	10.00	7.85	7.65	15.50	155.04	18248.41	0.04	0.04	0.09	0.88	20344.00
P379	3780.00	10.00	6.00	7.03	13.03	130.34	18378.75	0.04	0.04	0.09	0.89	20344.89
P379.1	3790.00	10.00	4.16	5.57	9.73	97.31	18476.06	0.04	0.05	0.09	0.93	20345.82
P379.2	3800.00	10.00	1.89	2.00	3.89	38.93	18514.99	0.05	0.06	0.11	1.05	20346.88
P382	3810.00	10.00	0.00	1.91	1.91	19.14	18534.13	1.93	0.06	1.98	19.83	20366.71
P382.1	3820.00	10.00	0.48	0.01	0.49	4.90	18539.03	1.09	0.53	1.63	16.27	20382.98
P382.2	3830.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	1.95	2.85	4.81	48.06	20431.04
P385	3840.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	2.58	3.73	6.31	63.07	20494.11
P385.1	3850.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	3.83	5.08	8.91	89.08	20583.19
P385.2	3860.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	5.17	5.83	11.01	110.06	20693.25
P388	3870.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	4.72	6.53	11.24	112.43	20805.68
P388.1	3880.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	8.40	6.92	15.32	153.18	20958.87
P388.2	3890.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	4.42	6.66	11.08	110.81	21069.68
P391	3900.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	12.88	10.92	23.80	237.98	21307.66
P391.1	3910.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	6.24	9.65	15.89	158.94	21466.60
P391.2	3920.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	8.68	6.64	15.32	153.23	21619.83
P394	3930.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	3.90	4.29	8.19	81.93	21701.76
P394.1	3940.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18539.03	2.41	2.14	4.55	45.46	21747.22
P394.2	3950.00	10.00	0.03	0.14	0.18	1.77	18540.80	0.52	0.20	0.73	7.25	21754.48
P397	3960.00	10.00	0.84	2.37	3.21	32.09	18572.89	0.08	0.05	0.13	1.29	21755.77
P397.1	3970.00	10.00	2.03	3.60	5.63	56.31	18629.20	0.05	0.05	0.10	0.96	21756.72
P397.2	3980.00	10.00	3.17	4.04	7.21	72.15	18701.35	0.05	0.05	0.09	0.94	21757.66
P400	3990.00	10.00	4.72	4.66	9.38	93.79	18795.14	0.05	0.05	0.09	0.93	21758.58
P400.1	4000.00	10.00	7.11	6.01	13.12	131.17	18926.31	0.05	0.05	0.09	0.92	21759.50
P400.2	4010.00	10.00	6.70	8.70	15.41	154.05	19080.36	0.05	0.05	0.09	0.94	21760.44
P403	4020.00	10.00	9.40	11.19	20.59	205.90	19286.26	0.05	0.04	0.09	0.92	21761.36
P403.1	4030.00	10.00	12.51	11.19	23.70	237.02	19523.28	0.04	0.04	0.09	0.86	21762.22
P403.2	4040.00	10.00	12.78	9.65	22.43	224.32	19747.59	0.05	0.05	0.09	0.92	21763.14
P406	4050.00	10.00	9.00	6.70	15.70	157.00	19904.60	0.05	0.05	0.09	0.90	21764.05
P406.1	4060.00	10.00	6.74	5.47	12.21	122.11	20026.71	0.05	0.04	0.09	0.91	21764.96
P406.2	4070.00	10.00	5.64	4.43	10.07	100.73	20127.44	0.06	0.04	0.10	1.00	21765.97
P409	4080.00	10.00	5.63	5.24	10.87	108.72	20236.16	0.05	0.05	0.10	0.99	21766.95
P409.1	4090.00	9.36	4.11	1.67	5.78	54.05	20290.21	0.06	0.10	0.15	1.41	21768.37
P411	4098.71	4.36	2.59	2.80	5.39	23.48	20313.69	0.05	0.05	0.10	0.44	21768.80

Tableau 33 : récapitulatif des cubatures déblai-remblai par profil

<i>Volume cumulé déblais (m³)</i>	<i>20313.69</i>
<i>Volume cumulé remblais(m³)</i>	<i>21768.80</i>
<i>Excés de remblai</i>	<i>1455.11</i>

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**

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

Figure 18: Implantation de clothoïde

Piquetage par coordonnées rectangulaires

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

Piquetage par coordonnées Polaires

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

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 :

Arc de cercle

Données

$$R=2500\text{m}$$

$$\beta = 0,2248 \text{ gr}$$

$$\beta/2 = 0,1124\text{gr}$$

$$n=5\text{pts}$$

$$\delta = 0.020 \text{ gr}$$

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$	$X_i = R \cdot \sin i\delta$	$Y_i = R(1 - \cos (i\delta))$
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,0220 gr	0,864 m	0,000 m
2	0,0440 gr	1,728 m	0,001 m
3	0,0660 gr	2,592 m	0,001 m
4	0,0880 gr	3,456 m	0,002 m
5	0,1100 gr	4,320 m	0,004 m
M	0,1124 gr	4,414 m	0,004 m

✓ Virage 02 :

Clothoïde

Données

$$R = 350 \text{ m}$$

$$L = 65 \text{ m}$$

$$A = 150,83\text{m}$$

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

$$n = 6$$

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iΔL	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,007 m
2	20 m	20,000 m	0,059 m
3	30 m	29,999 m	0,198 m
4	40 m	39,995 m	0,469 m
5	50 m	49,985 m	0,916 m
6	60 m	59,962 m	1,582 m
KE	65 m	64,944 m	2,011 m

Arc de cercle

Données

$$\begin{aligned}R &= 350 \text{ m} \\ \gamma &= 3,8977 \text{ gr} \\ \gamma/2 &= 1,9488 \text{ gr} \\ n &= 5 \text{ pts} \\ \delta &= 0,3900 \text{ gr}\end{aligned}$$

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ	$X_i = R \cdot \sin i\delta$	$Y_i = R(1 - \cos(i\delta))$
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,3900 gr	2,144 m	0,007 m
2	0,7800 gr	4,288 m	0,026 m
3	1,1700 gr	6,432 m	0,059 m
4	1,5600 gr	8,576 m	0,105 m
M	1,9488 gr	10,713 m	0,164 m

✓ Virage03

Arc de cercle

Données

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

$$\begin{aligned}\beta &= 5,7023\text{gr} \\ \beta/2 &= 2,8512\text{gr} \\ n &= 5 \text{ pts} \\ \delta &= 0,5700\text{gr}\end{aligned}$$

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$	$X_i = R \cdot \sin i\delta$	$Y_i = R(1 - \cos(i\delta))$
T	0,000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,5700 gr	0,051 m	0,100 m
2	1,1400 gr	0,102 m	0,401 m
3	1,7100 gr	0,153 m	0,902 m
4	2,2800 gr	0,204 m	1,603 m
5	2,8500 gr	0,255 m	2,505 m
M	2,8512 gr	0,255 m	2,507 m

✓ Virage 04

Données

$$R = 300 \text{ m}$$

$$L = 60 \text{ m}$$

$$A = 134,16 \text{ m}$$

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

$$n = 6$$

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\Delta L$	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,009 m
2	20 m	20,000 m	0,074 m
3	30 m	29,998 m	0,250 m

4	40 m	39,992 m	0,593 m
5	50 m	49,976 m	1,157 m
KE	60 m	59,940 m	1,999 m

Arc de cercle

Données

$$R = 300 \text{ m}$$

$$\gamma = 28,8854 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 14,4427 \text{ gr}$$

$$n = 5 \text{ pts}$$

$$\delta = 2,8890 \text{ gr}$$

Méthode d'implantation

Abcisses et ordonnées sur la tangente

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1 - cos (iδ))
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	2,8890 gr	1,310 m	0,030 m
2	5,7780 gr	2,618 m	0,119 m
3	8,6670 gr	3,920 m	0,267 m
4	11,5560 gr	5,215 m	0,475 m
M	14,4427 gr	6,497 m	0,740 m

✓ **Virage 05**

Arc de cercle

Données :

$$R = 290 \text{ m}$$

$$\beta = 38,1653 \text{ gr}$$

$$\beta/2 = 19,0827 \text{ gr}$$

$$n = 5 \text{ pts}$$

$\delta = 3,8170 \text{ gr}$

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$	$X_i = R \cdot \sin i\delta$	$Y_i = R(1 - \cos(i\delta))$
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	3,8170 gr	17,377 m	0,521 m
2	7,6340 gr	34,692 m	2,083 m
3	11,4510 gr	51,882 m	4,679 m
4	15,2680 gr	68,886 m	8,300 m
M	19,0827 gr	85,631 m	12,931 m

✓ Virage 06

Arc de cercle

Données

$R = 430 \text{ m}$

$\beta = 44,3082 \text{ gr}$

$\beta/2 = 22,1541 \text{ gr}$

$n = 5 \text{ pts}$

$\delta = 4,4310 \text{ gr}$

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$	$X_i = R \cdot \sin i\delta$	$Y_i = R(1 - \cos(i\delta))$
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	4,4310 gr	29,905 m	1,041 m
2	8,8620 gr	59,665 m	4,159 m
3	13,2930 gr	89,136 m	9,340 m
4	17,7240 gr	118,175 m	16,557 m
M	22,1541 gr	146,636 m	25,775 m

✓ Virage 7

Arc de cercle

Données

$$\begin{aligned}R &= 2000 \text{ m} \\ \beta &= 0,9363\text{gr} \\ \beta/2 &= 0,4682\text{gr} \\ n &= 5 \text{ pts} \\ \delta &= 0,0940\text{gr}\end{aligned}$$

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$	$X_i = R \cdot \sin i\delta$	$Y_i = R(1 - \cos(i\delta))$
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,0940 gr	0,008 m	0,003 m
2	0,1880 gr	0,017 m	0,011 m
3	0,2820 gr	0,025 m	0,025 m
4	0,3760 gr	0,034 m	0,044 m
M	0,4682 gr	0,042 m	0,068 m

✓ Virage 08

Clothoïde

Données :

$$R = 600\text{m}$$

$$L = 85 \text{ m}$$

$$A = 225,83 \text{ m}$$

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

$$n = 8$$

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\Delta L$	X	Y
KA	0 m	0,000 m	0.000 m
1	10 m	10,000 m	0,007 m
2	20 m	20,000 m	0,059 m

3	30 m	30,000 m	0,198 m
4	40 m	39,999 m	0,469 m
5	50 m	49,997 m	0,916 m
6	60 m	59,993 m	1,582 m
7	70 m	69,984 m	2,511 m
8	80 m	79,969 m	3,746 m
KE	85 m	84,957 m	4,491 m

Arc de cercle

Données :

$$R = 600 \text{ m}$$

$$\gamma = 3,4730\text{gr}$$

$$\gamma/2 = 1,7365\text{gr}$$

$$n = 5 \text{ pts}$$

$$\delta = 0,3470\text{gr}$$

Méthode d'implantation

Abscisses et ordonnées sur la tangente

Pts	$i\delta$	$X_i = R \cdot \sin i\delta$	$Y_i = R(1 - \cos(i\delta))$
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,3470 gr	0,157 m	0,000 m
2	0,6940 gr	0,315 m	0,002 m
3	1,0410 gr	0,472 m	0,004 m
4	1,3880 gr	0,630 m	0,007 m
M	1,7365 gr	0,788 m	0,011 m

Tableau 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 : feuille devers clothoïdes et raccordement des 8 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).

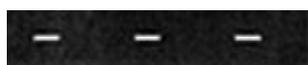
La signalisation routière horizontale

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 .

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

La signalisation routière verticale :

Indication du caractère prioritaire du dédoublement



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



Virage à droite



Virage à gauche



Figure 23, 24, 25,26: 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 ET QUANTITATIF

Devis Quantitatif et Estimatif					
N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Prix.unitaire (DA)	Quantité	Prix (DA)
1	installation de chantier		f	f	f
2	décapage de la terre végétale	m2	30,00 DA	57225	1716750,00

3	abattage et dessouchage des arbres	U	2000,00 DA	300,00	600000,00
4	Scarification de la route existante	m2	300,00 DA	2109,5235	632857,05
SERIE 01 PREPARATION DU TERRAIN					
SERIE 01 TERRASSEMENT					
	Déblai en terrain meuble	M3	170,00 DA	20314	3453380
5	Déblais mise en dépôt	m3	250,00 DA		
6	Remblai mis-en d'emprunt	m3	950,00 DA	1455	1382250,00
SERIE 02: CORPS DE CHAUSSEE ET AUTRES					
7	Couche de fondation en tuf 30 cm, y/c le transport la manutention l'épandage le compactage, l'arrosage essais de compacité et toutes sujétions comprises	m3	450,00 DA	18450,00	8302500,00
8	Couche de base en GB 13 cm	t	3100,00 DA	8581,30	26602030,00
9	Couche de roulement en béton bitumineux 6cm	t	4200,00 DA	4046,70	16996140,00
SERIE 03. TRAVAUX DE FINITION					
10	Rechargement des accotements y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises	m3	450,00 DA	3013,50	1356075,00
11	Panneaux de signalisation verticale	U	8000,00 DA	60,00	480000,00
12	Peinture de signalisation horizontale	ml	100,00 DA	24598	2459800,00
13	Ouverture de fossé bétonné	ml	1500,00 DA	2000,00	3000000,00
14	Réalisation d'un ouvrage busé diamètre 500	ml	29,00 DA	144,00	4176,00
				PRIX HT	66985958,05
				TVA 19%	12727332,03
				PRIX TTC	79713290,08

Tableau N°45 : Devis Quantitatif et Estimatif

Arrêté le présente devis à : soixante douze millions quatre cent trente cinq milles
soixante douze dinars algérien

CONCLUSION

GÉNÉRALE

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

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° 01 « CW01 ».

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