

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministre de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



جامعة عمار ثليجي الأغواط

Université Ammar Thelidji – LAGHOUAT-

FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE



MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : REMMA MOHAMED ELAMINE ET KETILA YOUSRA IKRAM

DOMAINE : SCIENCE ET TECHNOLOGIE

FILIERE : Travaux Publics

OPTION : VOIES ET OUVRAGES D'ARTS

THEME

**Etude Technique de Réalisation de l'évitement
de la ville de Hassi-Bahbah Sur La RN01**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr. Nouioua Tahar	MAA	Président
Mr. Bederina Madani	Pr	Examineur
Mr. Ziregue Ahmed	MCB	Rapporteur
Mr. Bachiri Attia	MAB	Co-rapporteur

Promotion : Juin 2021

Remercîment

Tout d'abord, nous remercions Dieu le Tout Puissant de nous avoir montré le chemin et nous avoir donné la patience, le courage, la force et surtout la santé pour accomplir ce travail.

Nous tenons a remercier notre promoteur M^r. Ziregue Ahmed pour son aide et le temps qu'il nous a consacré pour l'élaboration de ce travail.

Toute notre gratitude et notre profonde reconnaissance à notre co-promoteur M^r. Bachiri Attia pour son encadrement et ses conseils instructifs et son soutien moral pendant la préparation de ce mémoire.

Nos plus vifs remerciements aux membres de jury M^r. Bedrina et M^r. Nouioua qui nous font l'honneur d'examiner ce modeste travail.

Nous sommes également redevables à tous les responsables et enseignants de notre département, pour leurs efforts, afin de nous garantir les conditions de travail nécessaires durant notre cursus d'étude.

Enfin nous tenons à adresser nos remerciements les plus chaleureux à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce projet.

Bien sûr, nous voulons une reconnaissance infinie à nos parents, familles et amis, qui ont toujours été là pour nous, ne nous les remercieront jamais assez pour leur soutien conditionnel et leurs encouragements.

إهداء:

إلى قرة العين...إلى من جعلت الجنة تحت قدميها... إلى التي حرمت نفسها و أعطتني ومن نبع حنانها سقتني...إلى من وهبتني الحياة، منحنتني الحب و الحنان، ربتي بلطف و علمتني كلمتي الشرف و الحياة...إلى تلك المرأة العظيمة...صديقتي و حبيبتي أُمي الحنونة.

إلى أعظم الرجال صبراً...و رمز الحب و العطاء...إلى الذي تعب كثيراً من أجل راحتي و أفنى حياته من أجل تعليمي...و توسم في درجات العلى و السمو...إلى ذلك الرجل العظيم أبي.

إلى من جمعهم معي ظلمة الرحم...إلى من يعيش في كل وجودهم أُملي أخي وأخواتي عبد الرحمان شكران و رتاج و إلى كل الأقارب دون استثناء.

إلى من جمعني بهم مشعل العلم كوثر فريال زهور صفوان عبد الحميد خالدو كل طلبة الأشغال العمومية دفعة 2021إلى من جمعنتي بهم الصداقة صابرين سعدية نبيلة ليلي.... إلى من أنجز معي هذا العمل و رفيق درب الزميل الرمة محمد الأمين

إلى كل من علموني أن العلم سلاح و الأخلاق ذخيرته.إن الذين نحبههم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر والصفحات، لأن مقامهم أجل وأعلاف القلب سكناهم والذكرى ذكراهم والعقل لن ينساهم

كتيلة يسرى إكرام

إهداء:

بعد بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على اشرف مرسلين أتقدم بإهداء عملي هذا إلى كل من علمني إلى كل من شجعني في رحلتي إلى التميز والنجاح . أولهم . ، وأخذ بيدي ، وأنار لي طريق العلم والمعرفة ينبوع العطاء الذي زرع في نفسي الطموح والمثابرة.... والذي العزيز ، إلى نبع الحنان أُمي الغالية، وكذا من يحملون في عيونهم ذكريات طفولتي وشبابي إخوتي (بشرى) و (منال)

كما نتوجه بالشكر الجزيل إلى الأستاذ الفاضل بدرينة مداني الذي كان رفيقنا و خير مرشد لنا على طول مشوارنا في شعبة أشغال عمومية من سنة ثانية إلى اليوم و الأساتذة زيرق احمد و بشيري عطية الذي وجهانا وفكره ما الثاقب حفظهم الله تعالى بأفكارهما القيمة

إلى من جمعني بهم مشعل العلم أيوب سالمىو كل طلبة الأشغال العمومية دفعة 2021 إلى من جمعنتني بهم الصداقة حمزة و سفيان.... إلى من أنجز معي هذا العمل و رفيق الدرب الزميل كتيبة إكرام

و إلى من ضاقت السطور من ذكرهم فوسعهم قلبي، بإضافة إلى من هم أكرم منا مكانة شهداء فلسطين

رمة محمد الأمين

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Science et Technologie

Filière : Travaux Publics

Option : Voies et Ouvrages d'art

Thème : Etude Technique de Réalisation de l'évitement de la ville de HassiBahbah Sur La RN01.

Présenté par : REMMA MOHAMED ELAMINE & KETILA YOUSRA IKRAM

Encadré par: M^T A.ZIREGUE& M^T A.BACHIRI

Résumé :

La route est un élément actif qui relie les différentes régions du pays et contribue à leur développement à travers diverses activités économiques et commerciales,

Notre projet de fin d'études se situe dans le domaine des infrastructures de transport, notamment routières. En effet, ce projet de fin d'étude tentera de résoudre les problèmes de circulation rencontrés sur la route nationale RN01, exactement dans la section entre le pk253 et le pk260 passant par HASSI BAHBAH.

Afin de surmonter ces problèmes, nous avons décidé d'éviter avec la division du chemin, c'est-à-dire la rocade De la ville de HASSI BAHBAH. Après avoir présenté le projet et évalué son trafic, quatre variables possibles pour arriver à une route économiquement et techniquement appropriée ont été étudiées. Ensuite, l'étude s'est appuyée sur ce dernier pour établir les différentes conceptions techniques du projet étudié, en définissant le plan, la section longitudinale et les sections transversales. Enfin, nous avons examiné les différents éléments liés au tronçon de route étudié, tels que les ouvrages d'art et l'assainissement.

Mot clé : Route, profil en long, profil en travers, ouvrages d'art, assainissement.

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: العلوم و التكنولوجيا

الشعبة: أشغال العمومية

التخصص: طرق و منشآت فنية

عنوان المذكرة: الدراسة التقنية لإنشاء الطريق ألاجنتابي لحاسي بحبح طريق وطني رقم 01.

تقديم الطالب: رمة محمد الأمين وكتيلة إكرام

الأستاذ المؤطر: زيرق احمد و بشيري عطية

ملخص :

الطريق عنصر فعال يربط مناطق الدولة المختلفة ويساهم في تنميتها من خلال مختلف الأنشطة الاقتصادية والتجارية، مشروعنا في نهاية الدراسة في مجال البنية التحتية للنقل ، وخاصة الطرق. في الواقع ، سيحاول مشروع نهاية الدراسة هذا حل مشاكل المرور التي تمت مواجهتها على الطريق الوطني طن 01، بالضبط في القسم بين pk253 و pk260 الذي يمر عبر حاسي بحبح

من أجل التغلب على هذه المشاكل ، قررنا تجنب تقسيم المسار ، أي الطريق الدائري من مدينة حاسي بحبح . بعد عرض المشروع وتقييم حركة المرور فيه ، تمت دراسة أربعة متغيرات محتملة للوصول إلى طريق مناسب اقتصاديًا وفنيًا. ثم اعتمدت الدراسة على الأخير لتأسيس المفاهيم الفنية المختلفة للمشروع المدروس من خلال تحديد المستوي والمقطع الطولي والمقاطع العرضية. أخيرًا ، قمنا بفحص العناصر المختلفة المرتبطة بقسم الطريق المدروس ، مثل الهياكل الهندسية والصرف الصحي.

الكلمات المفتاحية: طريق ، المقطع الطولي ، المقطع العرضي ، المنشآت الفنية ، التطهير.

LISTES DES TABLEAUX :

CHAPITRE I : Présentation du projet.

Tableau I .1 : Données climatiques mensuelles pour Djelfa	13
Tableau I .2 : Distribution mensuelle des précipitations pour la période de 1985 à 1994[1]	15
Tableau I .3 : Moyennes de température (C) de 1985 à 1994[1]	16
Tableau I .4 : Moyennes des vents de 1985 à 1994[1]	16
Tableau I.5 : Synthèse des résultats	20

CHAPITRE II : Etude de trafic et dimensionnement du chaussée.

Tableau II .1: Coefficient d'équivalence	25
Tableau II .2: Valeurs de K1	25
Tableau II .3 : Valeurs de K2.	25
Tableau II .4 : Valeurs de capacité théorique.	25
Tableau II .5: Données trafic.	26
Tableau II .6: Résultats de calcul trafic.	26
Tableau II . 7 : Coefficient d'équivalence -catalogue lcpc.....	32
Tableau II . 8 :Structure des couches-résultat.....	33

CHAPITRE III : Etude géométrique

Tableau III . 1 : rayons du tracé en plan.	43
Tableau III . 2 : Paramètres fondamentaux du tracé en plan. [2]	47
Tableau III . 3 : Eléments caractéristiques	48
Tableau III . 4 : différent pente maximum par rapport au vitesse.	50
Tableau III . 5 : les normes de rayons en fonction de la vitesse de base	52
Tableau III . 6 : Valeur de Rayon.	52
Tableau III . 7 : Résultats du profil en long.....	53
Tableau III . 8 : Résultats du cubature.....	59

CHAPITRE IV : Assainissement et signalisation.

Tableau IV . 1 : coefficient de ruissellement.....	66
Tableau IV . 2 : Variation de Gauss	67
Tableau IV . 3 : valeur du coefficient de rugosité Kst.....	68
Tableau IV . 4 : Informations sur les fossés des profils en travers à gauche.....	71
Tableau IV . 5 : Informations sur les fossés des profils en travers à droite.....	71
Tableau IV . 6 : caractéristique des lignes discontinues. [5]	74
Tableau IV . 7 : Devis quantitatif estimatif	78

LISTES DES FIGURES :

CHAPITRE I : Présentation du projet.

Fig I . 1 : Carte de la wilaya de Djelfa.....	11
Fig I . 2 : carte de Réseaux routiers eh ferroviaire de Djelfa.....	12
Fig I . 3 : températures et précipitations en Djelfa en moyenne climato gramme mensuel.....	13
Fig I . 4: photo géographique d'évitement du hassi bahbah.....	14
Fig I . 5: carte routier de hassi bahbah.....	15
Fig I . 6: la carte des altitudes de la zone du projet	16
Fig I . 7: Carte des variantes du Hassi-Bahbah	19

CHAPITRE II : Etude de trafic et dimensionnement du chaussée.

Fig II . 1 : Coupe type sur une chaussée.....	28
Fig II . 2 : coupe transversale de chaussée	28
Fig II . 3 : catégories de chaussée.....	30

CHAPITRE III : Etude géométrique

Fig III . 1 : carte de l'auto CAD	35
Fig III . 2 : projet linaire sur autopiste.....	36
Fig III . 3 : axe en plan auto piste.....	37
Fig III . 4 : profil en long auto piste.	37
Fig III . 5 : profil type Voiries urbaines.....	38
Fig III . 6 : barre du piste profils type.....	38
Fig III . 7 :profil en travers du projet linaire.....	39
Fig III . 8 : schéma des éléments du tracé en plan.....	41
Fig III . 9 : schéma des éléments de la clothoïde.....	45
Fig III . 10 : Schéma de calcul des rayons en angle saillants.	51
Fig III . 11 : Eléments du profil en travers.	55
Fig III . 12 : Profil en travers type	55
Fig III . 13 : Profil en travers en alignement droit.....	56
Fig III . 14 : profil en travers type du projet.....	57
Fig III . 15 : Calcul des cubatures.....	58

CHAPITRE IV : Assainissement et signalisation.

Fig IV . 1 : dispositif d'assainissement.....	63
Fig IV . 2 : courbe Intensité-durée-fréquence.	66
Fig IV . 3 : coupe transversal d'une buse.....	68
Fig IV . 4 : fossé	69
Fig IV . 5 : coupe transversale d'un dalot	70
Fig IV . 6 : type de modulation.....	74
Fig IV . 7 : signalisation horizontale de virage.	75
Fig IV . 8 : signalisation horizontale	75
Fig IV . 9 : panneau de signalisation vertical	76
Fig IV . 10 : exemple de signalisation horizontale.....	76
Fig IV . 11: paramètres d'implantation des luminaires[12].....	77

REMERCIEMENT

DEDICACE

RESUME

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GENERAL

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET:

I.1.PRESENTATION DE LA WILAYA DE DJELFA:	11
I.1.1. INTRODUCTION:	11
I.1.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE:	11
I.1.3.POTENTIALITES DE LA WILAYA DE DJELFA:	12
<i>I.1.3.1.Agriculture:</i>	12
<i>I.1.3.2. Industrie:</i>	12
<i>I.1.3.3.Transport:</i>	12
I.1.4.CLIMAT:	12
I.1.5.CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUE:	13
I.2. LA ZONE DU PROJET:	14
I.2.1.SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE DU PROJET :	14
I.2.2. DEFINITION DU PROJET :	14
<i>I.2.2.1. Administrativement:</i>	14
<i>I.2.2.2.Routes et chemins:</i>	15
I.2.3. SITUATION CLIMATIQUE DE LA ZONE DU PROJET:	15
I.2.3.1. Les pluies:	15
I.2.3.2. La chaleur:	16
I.2.3.3. Vent :	16
I.2.4. APERÇU SUR LA TOPOGRAPHIE DE LA ZONE DU PROJET:	16
I.2.5. OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'ETUDE :	17
I.2.6. JUSTIFICATION DU PROJET :	17
I.3.ETUDE DU SOL:	17
I.3.1. OBJECTIF DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE:	17
I.3.2. REGLEMENTATION GEOTECHNIQUE ALGERIENNE:	17
I.3.3. L'ETUDE DES ARCHIVES ET DOCUMENTS EXISTANTS:	17
I.3.4. VISITE SUR SITE ET ESSAIS «IN SITU »:	18
I.3.5. LES FORAGES:	18
I.3.5.1. Manuellement:	18
I.3.5.2. Sondeuse:	18
I.3.6. ANALYSE DES MATERIAUX DU SOL SUPPORT	18
I.4.ETUDE DES VARIANTES :	19

CHAPITRE II : Etude de trafic et dimensionnement du chaussée.

II.1.ETUDE DE TRAFIC:	22
II.1.1.INTRODUCTION:	22
II.1.2. ANALYSE DES TRAFICS:	22
II.1.2.1. COMPTAGES:	22
II.1.2.2. COMPTAGES AUTOMATIQUE:	22
II.1.2.3. COMPTAGES MANUEL:	22
II.1.2.4. CONNAISSANCE DES FLUX (ENQUETES):	22
II.1.3. DIFFERENTES TYPES DU TRAFIC	22
II.1.3.1. Trafic normal :	22
II.1.3.2. Trafic induit :	23
II.1.3.3. Trafic dévié :	23
II.1.3.4. Trafic total :	23
II.1.4. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC:	23
II.1.4.1. CORRELATION ENTRE LE TRAFIC ET DES PARAMETRES ECONOMIQUES:	23
II.1.4.2. MODELE GRAVITAIRE:	23
II.1.4.3. MODELE DE FACTEUR DE CROISSANCE:	23
II.1.4.4. PROLONGATION DE L'EVOLUTION PASSEE	23
II.2. CALCUL DE LA CAPACITE:	24
II.2.1. DEFINITION DE LA CAPACITE:	24
II.2.2. CALCUL DU (TJMA) HORIZON:	24
II.2.3. CALCUL DES TRAFICS EFFECTIFS:	24
II.2.3.1. DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMALE:	25
II.2.3.2. DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE:	25
II.2.3.3. CALCUL DU NOMBRE DES VOIES:	26
II.2.4. APPLICATION AU PROJET	26
II.3. STRUCTURE DE CHAUSSEE:	27
II.3.1. INTRODUCTION :	27
II.3.2.LA CHAUSSEE :	27
II.3.2.1. DEFINITION :	27
II.3.2.2.LES DIFFERENTES COUCHES DE CHAUSSEE :	27
II.3.2.3.LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :	29
II.3.3.LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :	30
II.3.3.1.LES FACTEURS DETERMINANTS POUR LES ETUDES DEDIMENSIONNEMENT DE CHAUSSEE	30
II.3.3.2. METHODES DE DIMENSIONNEMENT:	31
II.3.4.APPLICATION DE LA METHODE CBR :	32

CHAPITRE III : Etude géométrique

III.1. AUTOPISTE:	35
III.1.1. DEFINITION AUTOPISTE :	35
III.1.2.APPLICATION D'AUTO CAD :	35
III.1.3. CREATION DE PLANS TOPOGRAPHIQUES :	35
III.1.4. HABILLAGE DE PLANS TOPOGRAPHIQUES:	35
III.1.5. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN :	36
III.1.5.1. Prestation du projet linéaire:	36
III.1.5.2. Axe en plan :	36
III.1.5.3.profil en long :	37
III.1.5.4. Création et gestion des profils types:	38
III.1.5.5.Calcul des projets linéaires:	39

III.1. INTRODUCTION :	40
III.2. TRACE EN PLAN :	40
III.2.1. DEFINITION :	40
III.2.2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :	40
III.2.3. LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :	41
III.2.3.1. Les alignements :	41
III.2.4. PARAMETRES FONDAMENTAUX :	47
III.2.5. APPLICATION A NOTRE PROJET:	48
II.3. PROFIL EN LONG :	49
III.3.1. DEFINITION:	49
III.3.2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG :	49
III.3.3. COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG :	49
III.3.4. DECLIVITES :	50
III.3.5. RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :	50
III.3.5.1. Raccordements convexes (angle saillant) :	51
III.3.5.2. Raccordements concaves (angle rentrant) :	52
III.3.6. APPLICATION A NOTRE PROJET:	53
II.4. PROFIL EN TRAVERS :	54
III.4.1. LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS:	54
III.4.1.1 Chaussée :	54
III.4.1.2. Accotements	54
III.4.1.3. Plate-forme :	54
III.4.1.4. Assiette :	54
III.4.1.5. Emprise :	54
III.4.1.6. Talus :	54
III.4.1.7. Fossé	54
III.4.1.8. Terre-plein central T.P.C	54
III.4.1.9. Largeur rouable :	55
III.4.2. PROFIL EN TRAVERS TYPE	55
III.4.3. LES DIFFERENTES FORMES DE LA CHAUSSEE EN ALIGNEMENT	56
III.4.3.1. En alignement droit	56
III.4.3.2. En courbe :	56
III.4.3.3. Largeur de la chaussée :	56
III.4.3.4. Pente transversale :	57
III.4.3.5. Point de rotation des dévers :	57
III.4.4. APPLICATION DU PROJET :	57
III.5. CUBATURES DES TERRASSEMENTS :	58
III.5.1. MÉTHODE UTILISÉE:	58
III.5.2. MÉTHODE CLASSIQUE:	59
III.5.3. APPLICATION DU PROJET :	59
CHAPITRE IV : Assainissement et signalisation.	
IV.1. ASSAINISSEMENT:	62
IV.1.1. INTRODUCTION :	62
IV.1.2. OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :	62
IV.1.3. ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE :	62
IV.2. DRAINAGE:	63
IV.2.1. DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES :	63

IV.2.2.DRAINAGE DES EAUX SUPERFICIELLES :	63
IV.2.3.ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE:	65
IV.2.3.1.Coefficient de ruissellement (c) :	65
IV.2.3.2.L'intensité de L'averse:	66
IV.2.3.3.Temps de concentration TC :	66
IV.2.3.4.L'intensité de la pluie:	67
IV.2.3.5.Débit de saturation :	67
IV.2.4. CALCUL HYDRAULIQUE DES OUVRAGES D'ART :	68
IV.2.5.APPLICATION DU PROJET :	71
IV.3. SIGNALISATION :	72
IV.3.1. INTRODUCTION :	72
IV.3.2. OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE :	72
IV.3.3. CRITERES A RESPECTER POUR LES SIGNALISATIONS :	72
IV.3.4. TYPES DE SIGNALISATION :	72
IV.3.4.1.signalisation verticale :	72
IV.3.5. CARACTERISTIQUES GENERALES DES PANNEAUX :	75
IV.4. ECLAIRAGE :	76
IV.4.1. INTRODUCTION :	76
IV.4.2. CATEGORIES D'ECLAIRAGES :	76
IV.4.3.PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES :	76
IV.5.APLIICATION DU PROJET :	76
IV.6. DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF :	77

INTRODUCTION GENERALE

La route est une voie de communication terrestre qui permet le développement des transports qui à leur tour favorisent la réduction des distances entre les lieux, entre les producteurs et les consommateurs.

Le réseau routier constitue un élément primordial dans le développement du pays Car il représente une base sur laquelle se fonde plusieurs secteurs tels que le transport (Biens et personnes) et l'économie sociale.

Les autorités publiques doivent intervenir pour faire face à ce phénomène et réaliser une réduction du taux des accidents mortels en appliquant des politiques et des lois qui doivent être respectées par tous car la sécurité routière est la responsabilité de tous, ainsi que les moyens qui permettent d'améliorer la circulation et la sécurité routière comme les caméras de surveillance de la vitesse. Par ailleurs les mécanismes de prévention, sensibilisation et l'éducation à la sécurité routière demeurent des armes efficaces pour diminuer les accidents de la route.

La sécurité routière est un sujet de préoccupation majeur pour tous les pays du monde, développés ou en voie de développement, car les accidents de la route constituent un important problème économique, social et de santé publique.

En outre l'étude géométrique de la route a donné le moyen de faire ressortir le tracé en plan, le profil en long et aboutir à un profil en travers de 2 voies, la conception structurale de la route a permis de déterminer les différentes couches du corps de la chaussée, basée sur les données géotechniques, trafic, et par extension faire ressortir les différentes épaisseurs. Enfin un regard s'est porté aussi sur la signalisation routière et dispositifs sécuritaires, afin de prémunir les usagers des dangers de la circulation.

L'objectif de ce travail est d'étudier un projet réel afin de permettre de :

- compléter les connaissances théoriques acquises durant les Cycles de formation.
- s'imprégner du monde du travail.
- connaître les missions et les responsabilités d'un Ingénieur.

De ce fait l'élève Ingénieur, est appelé à fournir beaucoup d'efforts, faire des Observations, des remarques afin de présenter un travail étoffé.

Pour atteindre cet objectif notre étude s'inscrit parfaitement dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport, D'où l'importance de notre étude qui consiste à faire **l'étude technique et réalisation de l'évitement de la ville de HassiBahbah sur la RN01.**

Tout en respectant les normes Routières en général, sans oublier la sécurité, le confort des usagers et l'économie.

Après une introduction générale, le travail est structuré en quatre chapitres comme suit :

- Un premier chapitre consacré à la présentation de la zone d'étude.
- Un deuxième chapitre destiné à l'étude du trafic et dimensionnement de la chaussée.
- Un troisième chapitre calcul des éléments de la route.
- Un quatrième chapitre assainissement et signalisation.

Enfin, le mémoire est clôturé par une conclusion générale.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU PROJET

PRESENTATION DU PROJET

I.1. Présentation de la Wilaya de Djelfa

I.1.1. Introduction

Le développement du réseau routier de la wilaya de Djelfa a connu un bond ces dernières années. Ce réseau est maintenant à maturité, l'augmentation incessante des déplacements et du nombre de véhicules sur les routes de la wilaya de Djelfa a entraîné la saturation de plusieurs parties de son réseau routier.

Le chef-lieu de la wilaya de Djelfa est située dans les hauts-plateaux 300 km au sud d'Alger et situé sur la route nationale RN°1 ou la transsaharien. Elle est considérée comme un point de transit reliant le nord au sud et l'est à l'ouest du pays. Elle comprend 36 communes réparties à travers 12 Daïras (selon le web site de la wilaya de Djelfa). Elle s'étale sur une superficie de 32.256,35 km² avec une population avoisinant les 1.475.000 habitants, soit une densité de 47,1 habitants/km². [1]

I.1.2. Situation géographique

La Wilaya de Djelfa est limitée par (Figure.1.) :

- Au nord : les wilayas de Médéa et Tissemsilt.
- Au sud : la wilaya de Ghardaïa.
- A l'est : les wilayas de M'Sila et Biskra.
- Et à l'ouest : les wilayas de Laghouat et Tiaret.

Cette wilaya est traversée par l'importante route nationale RN°1 ou la transsaharien sur une longueur de 175 Km.

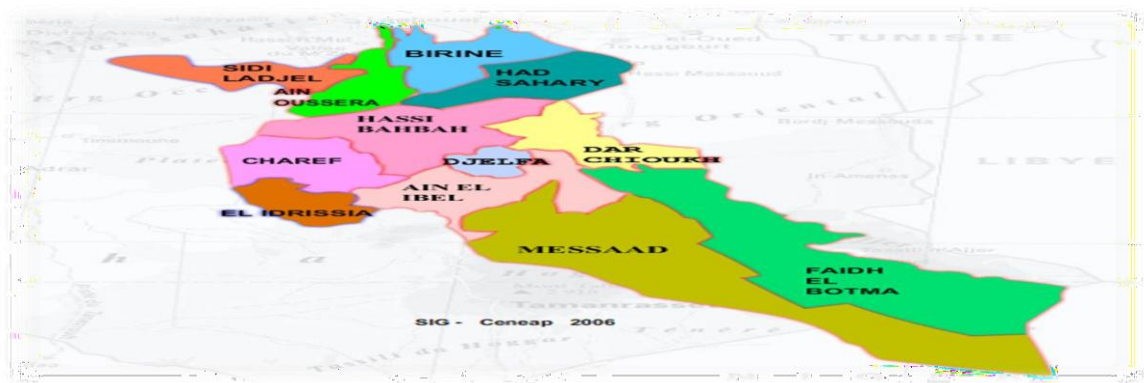


Fig I.1 : Carte de la wilaya de Djelfa

I.1.3. Potentialités de la wilaya de Djelfa

I.1.3.1. Agriculture

La Wilaya dispose de 378.665 ha de terres agricoles, dont 361.122 ha à sec et 17.543 ha en irrigué. Les terres forestières sont estimées à 208.940 ha, et les terres alfatières à 350.798 ha.

I.1.3.2. Industrie

La wilaya dispose de 2 zones industrielles et de 8 zones d'activités. D'autre part, de vastes parcours steppiques évalués à plus de 2 millions d'hectares représentant 66,24% de sa superficie totale. Cette caractéristique fondamentale fait du pastoralisme son activité principale. En effet, l'agriculture et l'élevage emploient près de 38% de la population occupée totale.

I.1.3.3. Transport

a. Réseau routier:

Le réseau routier de la wilaya de Djelfa est estimé à 1.876 km dont 608 km routes nationales, 688 km chemin de wilaya et le reste, soit 580 km routes communales. La wilaya de Djelfa est un carrefour ou se croisent quatre routes nationales: RN46, RN89, RN40 et la RN1.

b. Réseau ferroviaire:

Une nouvelle ligne ferroviaire est envisagée pour construction. Elle traverse la wilaya de Djelfa du nord au sud et a pour objectif de relier les villes de Blida, Médéa, Djelfa et prend fin dans la ville de Laghouat. [1]

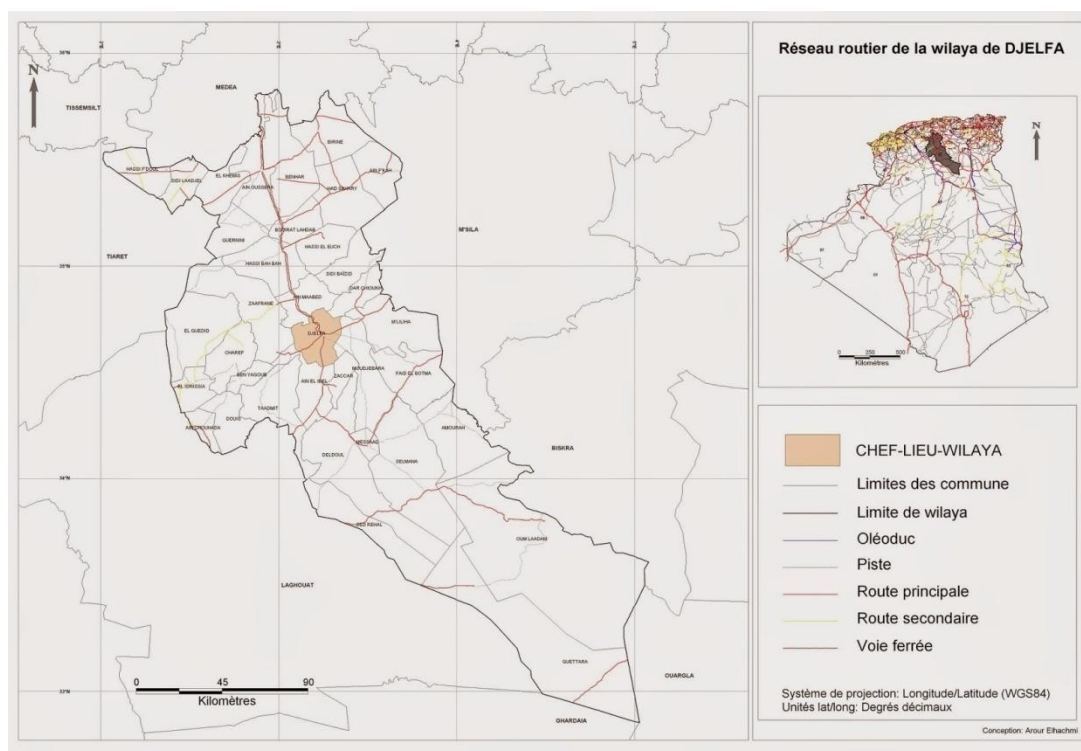


Fig I.2 : Carte de Réseaux routiers et ferroviaire de Djelfa

I.1.4. Climat

Le climat de la wilaya de Djelfa est nettement semi-aride à aride avec une nuance continentale. En effet, le climat est semi-aride dans les zones situées dans les parties du centre et du Nord de la

wilaya avec une moyenne de 200 mm à 350 mm d'eau de pluie par an et aride dans toute la zone située dans la partie Sud de la wilaya et qui reçoit moins de 200 mm d'eau de pluie en moyenne par ans.

Les vents dans la wilaya de Djelfa sont caractérisés par leur intensité et leur fréquence. Les vents les plus fréquents sont ceux d'orientation Nord-est (N-E) et Nord-Ouest (N-O) d'origine océanique et Nordique. Cependant, la principale caractéristique des vents dominants dans la région est matérialisée par la fréquence du sirocco, d'origine désertique, chaude et sèche, dont la durée peut varier de 20 à 30 jours par ans.

Tableau I .1 : Données climatiques mensuelles pour Djelfa

	Janvier	Février	Mars	Avril	Peut	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température	12°C	14°C	17°C	20°C	25°C	31°C	35°C	35°C	29°C	23°C	17°C	13°C
Précipitation	14mm	19mm	23mm	22mm	25mm	17mm	10mm	12mm	24mm	22mm	20mm	18mm

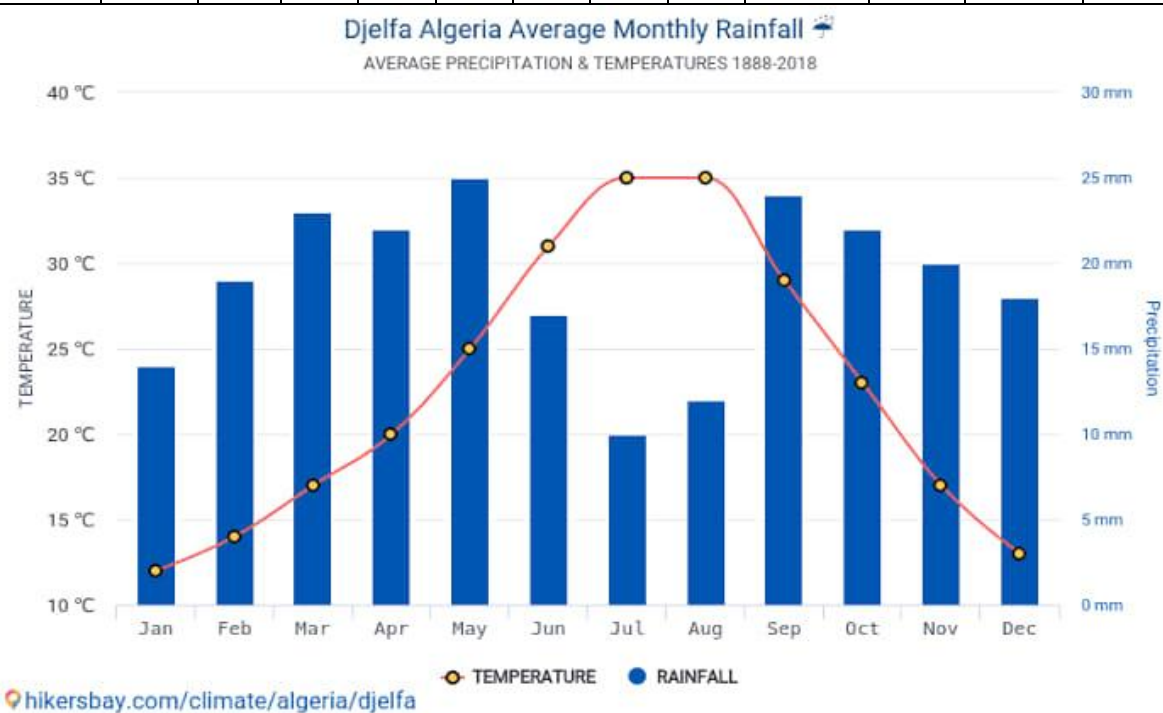


Fig I .3: Températures et précipitations en Djelfa en moyenne climato gramme mensuel.

I.1.5. Caractéristiques géologique

Assurant le lien entre le Nord et le Sud du pays, le relief de la wilaya de Djelfa est caractérisé par la succession de 4 zones distinctes du Nord au Sud de son territoire :

- zone plane du Nord,
- zone des dépressions des chotts,
- zone de la dépression des Oued Naïl ,
- zone du plateau pré-désertique.

Le point culminant de la wilaya se trouve à l'Est de l'agglomération de Benyagoub dans la daïra de Charef avec une altitude de 1.613 m et le point le plus bas est à l'extrême Sud de la wilaya avec une altitude de 150 m. [1]

I.2. La zone du projet

I.2.1. Situation géographique de la zone du projet



Fig I .4: Photo géographique d'évitement du hassi bahbah

I.2.2. Définition du projet

Ce projet est une nouvelle route extérieure afin d'éviter les embouteillages dans la commune de HassiBahbah, et c'est une route doublement (2*2 voies), sur 14 km du PK253 au PK267 appartenant à la route nationale n ° 1.

Dans le tracé de notre projet, il existait au début un échangeur en trompâtes pour entrer de l'ancienne route ou sortir, et la nouvelle route va croiser une route départementale avec un passage supérieur, et à la fin de projet il y a un échangeur en trompâtes pour entrer ou revenir de l'ancienne route.

I.2.2.1. Administrativement

Bahbah appartenait jusqu'en 1970 à la province de Djelfa, qui à son tour appartenait au gouvernorat de Médée (Al-Tatari), le nid, la commune de Safran et la commune du temple de l'Ain. Entouré par:

- Au nord: la commune de Bouira Al-Ahdab.
- A l'est: commune de Hassi El-Esh.
- Sud-est: Commune de Sidi Bayazid.
- Au sud: la commune d'Ain Maabad.
- Ouest: municipalité d'Al-Zafaran.
- Nord-ouest: municipalité d'Al-Qarnini.

I.2.2.2. Routes et chemins

La route municipale traverse la route nationale n ° 01 du nord au sud et la route nationale de l'est (elle traverse la commune de Hassi El-Esh) pour se connecter à la route nationale n ° 01 au niveau de la commune. Plusieurs les routes municipales s'y connectent également (municipalités: Zafaran-Sidi Bayazid-Al-Qarnini-Dayat Al-Bakhour). La zone est facilement accessible de toutes les directions (les routes sont goudronnées et en bon état), la longueur des routes goudronnées à l'intérieur la ville est de 65 km². [1]

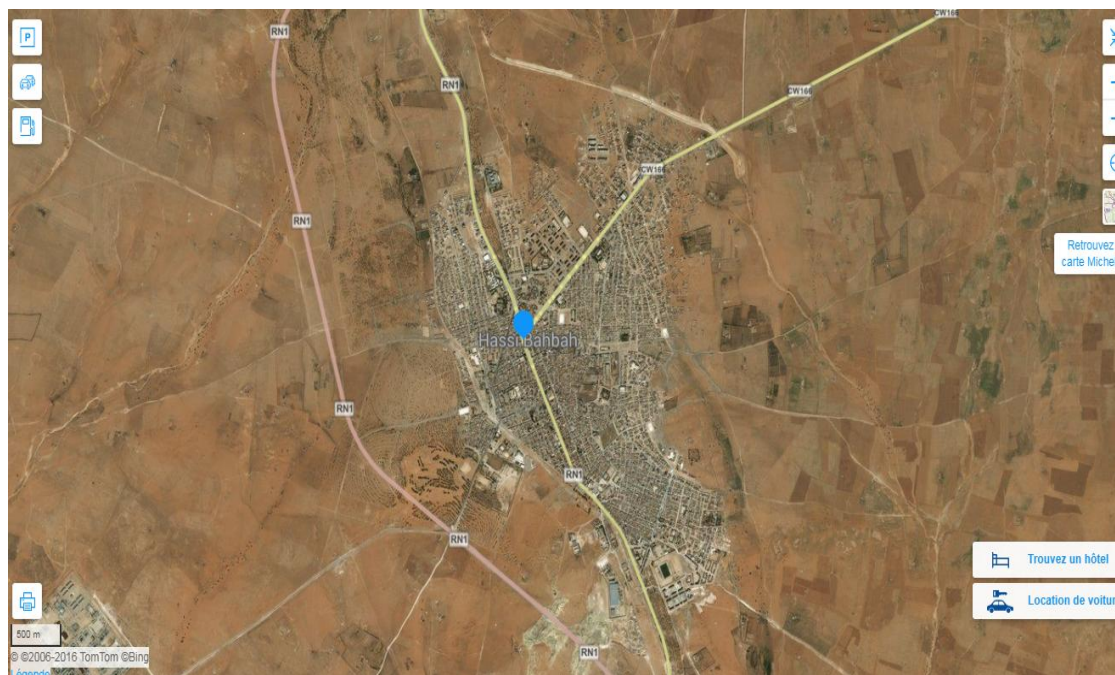


Fig I .5: Carte routier de hassi bahbah

I.2.3. Situation climatique de la zone du projet

Le climat de la région est celui du bassin méditerranéen, et le plancher bioclimatique de la région est la moyenne sèche.

I.2.3.1. Les pluies

Taux annuel: 354,74 mm (période 1985 à 1994).

Tableau I .2 : Distribution mensuelle des précipitations pour la période de 1985 à 1994[1]

Mois/pluies	Janvier	Fièvre	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Quantité	63.62	43.28	39.73	27.89	51.18	25.18	23.23	21.07	31.81	38.47	33.74	26.64
N .jour	17	18	19	12	15	4	6	8	13	15	18	16

I.2.3.2. La chaleur

Tableau I .3 : Moyennes de température (C) de 1985 à 1994[1]

Mois/ M. Chaleur	Janvier	Fièvre	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
M. Chaleur max	9.31	2.32	14.81	18.02	23.73	29.60	33.54	33.30	18.15	21.36	14.98	10.80
M. Chaleur min	1.05	2.53	3.26	5.60	9.27	13.85	16.52	16.43	12.77	8.73	4.04	2.49
M. Chaleur moyen	5.18	7.42	9.03	11.81	16.50	21.72	25.03	24.86	20.46	15.6	9.51	6.64

I.2.3.3. Vent

Les vents dominants sont les vents d'ouest et les vents du nord-ouest, mais pendant l'été les vents du sud prédominent (serico), provoquant des températures élevées et une érosion éolienne (tempêtes de sable).

Tableau I .4 : Moyennes des vents de 1985 à 1994[1]

La nature	Froid	Vent fort	Vents chauds du sud-est	Froid	Neige
N. Jour %	22.6	28.2	12.8	1.5	8
Périodes	Octobre-avril	Mars-novembre	Juillet août	May-Juin	Novembre-avril

I.2.4. Aperçu sur la Topographie de la Zone du Projet

La région est un plateau de haute steppe dans lequel le caractère agricole et pastoral prédomine et sa hauteur au-dessus du niveau de la mer est d'environ 900 m. Il est situé dans la longitude (03 01) à l'est, et la latitude (04 035) dans le Nord.

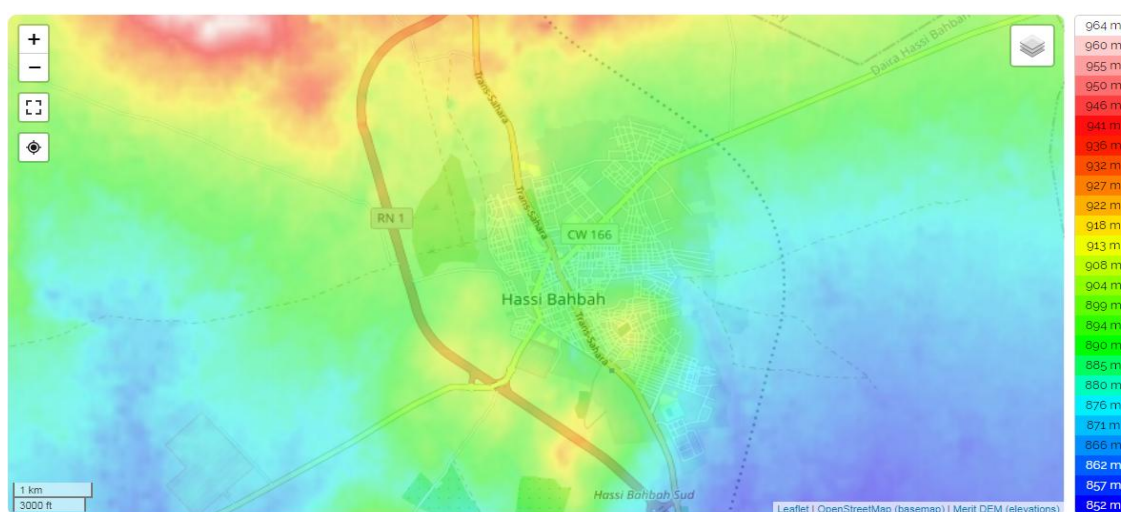


Fig I .6: la carte des altitudes de la zone du projet

I.2.5. Objectifs principaux de l'étude

Le but essentiel de notre projet est de créer une route pour éviter les circulations du hassi bahbah et pour les poids lourds.

Le projet assure aussi :

- De décongestionner des zones urbaines.
- La fluidité de trafic.
- Garantir le confort et la sécurité des usagers.

I.2.6. Justification du projet

- La réalisation de ce nouveau tracé présente plusieurs intérêts parmi lesquels :
- Réduire le temps de parcours entre les deux entrées.
- Réduire l'encombrement et la circulation de trafic dans le centre ville hassi bahbah

I.3. Etude du sol

I.3.1. Objectif de l'étude géotechnique

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance des terrains traversés ; à ce niveau se concrétise le rôle de l'étude géotechnique soit :

- ❖ pour le dimensionnement du corps de la chaussée et éventuellement les fondations des ouvrages d'arts prévues dans la phase d'étude.
- ❖ l'identification et la classification des types de matériaux pour leur utilisation à la réalisation de la route.
- ❖ pour prévoir les matériaux et les méthodes adéquates pour les travaux de terrassement dans la phase d'exécution.
- ❖ l'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.
- ❖ la sécurité indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- ❖ préserver l'environnement et les ressources naturelles.

I.3.2. Réglementation géotechnique algérienne

Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisés en laboratoire dans le cadre des études géotechniques. Donc les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'un tracé routier sont essentiellement :

- l'étude des archives et des documents existants.
- visite sur site et essais «in situ ».
- les essais de laboratoire.

I.3.3. L'étude des archives et documents existants

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont des sources précieuses d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés.

Les cartes, géologique et géotechnique, de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires, mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la

nature géologique et géotechnique des informations existantes. [15]

I.3.4. Visite sur site et essais «In Situ »

Les visites sur site permettent de vérifier et de préciser les informations déjà recueillies sur les documents précédemment cités. Cependant, la connaissance précise des caractéristiques des sols nécessitent des investigations « in-situ » permettant :

- ✓ soit la mesure de certaines caractéristiques en place ;
- ✓ soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais au laboratoire.

I.3.5. Les forages

C'est le seul moyen précis pour reconnaître l'épaisseur et la nature des différentes couches des sols existants, on y prélève généralement des échantillons de sols remaniés ou intacts pour les besoins d'essais au laboratoire.

Les forages permettent aussi de reconnaître le niveau de la nappe, éventuellement et le suivi de son niveau à l'aide des piézomètres.

Les forages peuvent être réalisés :

I.3.5.1. Manuellement

Ces puits sont creusés à la main ou à la pelle mécanique, la profondeur ne dépasse pas **3 à 4m** ; ils permettent la reconnaissance visuelle directe des parois du puits et le prélèvement d'échantillons intacts et/ou remaniés.

I.3.5.2. Sondeuse

On peut atteindre plusieurs dizaines de mètres de profondeur en utilisant des tubes carottiers et couronnes diamantées. Les couches de sols sont identifiées visuellement, des échantillons intacts ou remaniés sont prélevés pour les essais de laboratoire.

I.3.6. Analyse des matériaux du sol support

Les échantillons prélevés au niveau des 29 puits réalisés ont été acheminés au laboratoire pour effectuer une série d'analyses géotechniques.

La liste des essais de laboratoire et leurs références normatives sont comme suit:

- analyse granulométrique : NFP 94-056 ;
- limites d'Atterberg : NFP 94-051 ;
- équivalent de sable : NFP18-597 ;
- essai CBR NFP 94-078 : Imbibé ;
- caractéristiques Proctor NFP 94-093 ;
- analyses chimiques :
 - insolubles NFP 15-461 ;
 - sulfates BS 137 ;
 - carbonates NFP 15-461. [15]

I.4. Etude des variantes

Variante 1 :

Quant la première variante, elle n'est pas établie afin d'éviter la circulation et les accidents routiers

Variante 2 :

Concernant la variante numéro deux (2) nous ne pouvons pas mettre un évitement car cette ville est vaste au côté droit ainsi elle contient plusieurs virages

Variante 4 :

La quatrième variante contient des avantages et des inconvénients. D'abord, elle est côtoyée d'une vallée, donc elle nécessite les ouvrages d'art et ces derniers demandent plus de dépenses, ajoutant qu'elle est accidentée. En revanche, et parmi ses avantages elle contient moins de virages et une distance approximative

Variante 3 :

Nous avons choisi travailler sur la variante numéro (3) car sa distance est longue. En plus elle nous permet de réduire le taux de circulation voir les accidents par rapport à la quatrième variante (4).

les variantes elle donné par la figure et les tableau suivent :

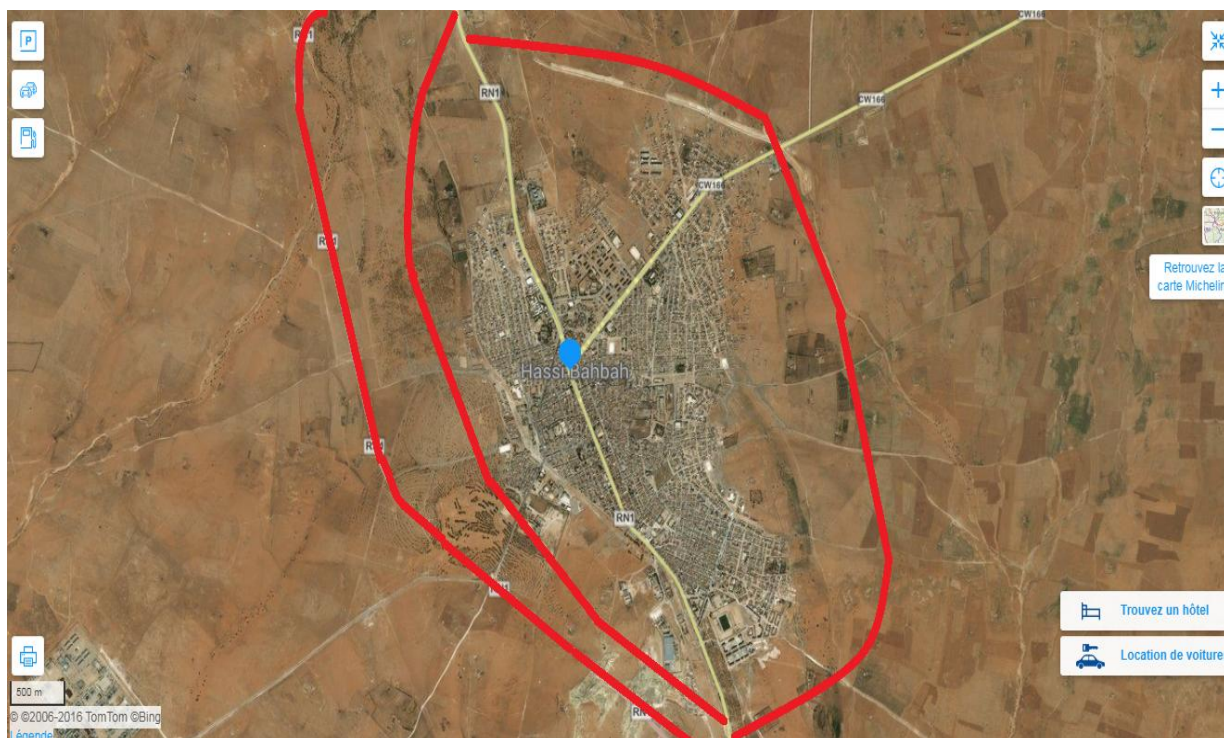


Fig I. 7 : Carte des variantes du Hassi-Bahbah .

Tableau I .5 : Synthèse des résultats .

Les contraintes	Variantes			
	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4
Contraintes Artificielles	-	Extension du la ville	Aucune contrainte	Aucune contrainte
Contraintes Naturelles	-	mieux que les autres variantes	Plusieurs hauts plateaux	Moins que la troisième variante
Propriétés privées	-	Aucune	Aucune	Aucune
Milieu naturel	-	Terrain plat	Terrain moins accidenté que V 3	Terrain accidenté
La longueur	-	Mieux que les autres variantes	Plus élevée	Moins que la deuxième variante
Virage (%)	-	35	28	40

Chapitre II

ETUDE DU TRAFIC

ET

DIMENSIONNEMENT

DU CHAUSSE

II.1. Etude de trafic

II.1.1. Introduction

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, pour 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 tranchons. [11]

II.1.2. Analyse des trafics

Plusieurs méthodes permettant l'analyse du trafic, ces méthodes peuvent être classées en deux catégories

II.1.2.1. Comptages

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

II.1.2.2. Comptages automatique

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.

II.1.2.3. Comptages manuel

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 en communs.

II.1.2.4. Connaissance des flux (Enquêtes)

Il est plus souvent avantageux 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.

Elle permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange.

II.1.3. Différentes types du trafic

On distingue quatre types de trafic :

II.1.3.1. Trafic normal

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération trafic du projet

II.1.3.2. Trafic induit

C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

II.1.3.3. Trafic dévié

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 facilitée apportée par le nouvel aménagement routier. [11]

II.1.3.4. Trafic total

C'est la somme du trafic induit et du trafic dévié.

II.1.4. Modèles de présentation de trafic

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

II.1.4.1. CORRELATION ENTRE LE TRAFIC ET DES PARAMETRES ECONOMIQUES

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

Produit national brut (PNB).

Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort du cadre d'étude.

II.1.4.2. Modèle gravitaire:

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prête mal à la projection.

II.1.4.3. Modèle de facteur de croissance

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine – destination. La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

- Le taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation.
- Le nombre d'emploi.
- La population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

II.1.4.4. Prolongation de l'évolution passée

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

Le trafic T_n à l'année n sera :

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

T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

τ : est le taux de croissance

➤ **NB:**

Pour notre cas, nous utilisons la dernière méthode, c'est à dire la méthode « prolongation de l'évolution passée » vu sa simplicité et parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région

II.2. CALCUL DE LA CAPACITE

II.2.1. Définition de la capacité

La capacité est le nombre de véhicules qui peuvent raisonnablement passer par une direction de la route « ou deux directions » avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée. La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire. [11]

II.2.2. Calcul du (TJMAh) horizon

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

$$TJMA_h = TJMA_0(1+\tau)^n \dots\dots\dots (II.2)$$

- $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.
- $TJMA_0$: le trafic à l'année de référence.
- n : nombre d'année.
- τ : taux d'accroissement du trafic(%).

II.2.3 . calcul des trafics effectifs

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (**U.V.P**) en fonction de type de route et de l'environnement.

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les **P Len (U.V.P)**.

Le trafic effectif donné par la relation :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + PZ]. TJMA_h \dots\dots\dots (II.3)$$

- T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en(**UVP/J**)
- Z : pourcentage de poids lourds(%).
- P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route (nombres de voies et de l'environnement).

Le tableau ci dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence «**P** »pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristique de notre route.

Tableau II .1: Coefficient d'équivalence

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

II.2.3.1. Débit de pointe horaire normale

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

$$Q = (1/n) \cdot T_{\text{eff}} \quad \dots\dots\dots (\text{II.4})$$

- **Q** : débit de pointe horaire
- **n** : nombre d'heure, (en général n=8 heures).
- **T_{eff}**: trafic effectif.

II.2.3.2. Débit horaire admissible

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

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}} \quad \dots\dots\dots (\text{II.5})$$

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

Tableau II .2: Valeurs de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0,75	0,85	0,9 à 0,95

Tableau II .3 : Valeurs de K2.

Environnement	1	2	3	4	5
E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Tableau II .4 : Valeurs de capacité théorique.

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

II.2.3.3. Calcul du nombre des voies

- Cas d'une chaussée **bidirectionnelle** :

On compare Q à Q_{adm} et on prend le profil permettant d'avoir : $Q_{adm} \leq Q$

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

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport : $n = S \cdot Q/Q_{adm}$

Avec:

- S : coefficient de dissymétrie en général égale à 2/3
- Q_{adm} : débit admissible par voie.

II.2.4. Application au projet

- **Donnés :**

Tableau II .5: Données trafic.

TMJA	6000 V/J
τ	7%
% Poids lourd	35%
Année de comptage	2016
Année de mise en service	2019
Durée de vie	15
Coefficient d'équivalence P	3.00
K_1	1.00
K_2	0.75

Les résultats :

Tableau II .6: Résultats de calcul trafic.

Trafic de l'année de mise en service "T1"	7350 UVP/h
Trafic de l'année horizon " T15 "	20279 UVP/h
Trafic effectif " Teff "	34475 UVP/h
Débit horaire prévisible "Q"	4137 UVP/h
Capacité théorique "Cth"	2000 UVP/h
Débit admissible "Qadmi"	1500 UVP/h
Nombre de voie "n"	2*2 du 3.5m

II.3. STRUCTURE DE CHAUSSEE

II.3.1. Introduction

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. Enfin, on examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet. [3]

II.3.2. LA CHAUSSEE

II.3.2.1. Définition

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

II.3.2.2. Les différentes couches de chaussée

a)- Couche de surface :

Cette couche en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure, elle est composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison.

Rôle de couche de roulement :

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et confort (bruit et uni).

Rôle de couche de liaison :

Elle a pour rôle essentiel d'assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

b)- Couche de base :

C'est une couche intermédiaire, permet le passage progressif entre **CR** et **CF**, Elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

c)- Couche de fondation :

Elle a le même rôle que celui de la couche de base. La couche de base et couche de fondation

forment le « **corps de chaussée** ».

d)- Couche de forme :

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

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

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

Eventuellement, une couche drainante ou anti-contaminant peut être intercalée entre la couche de forme et la couche de fondation qui s'appelle « **sous-couche** ».

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

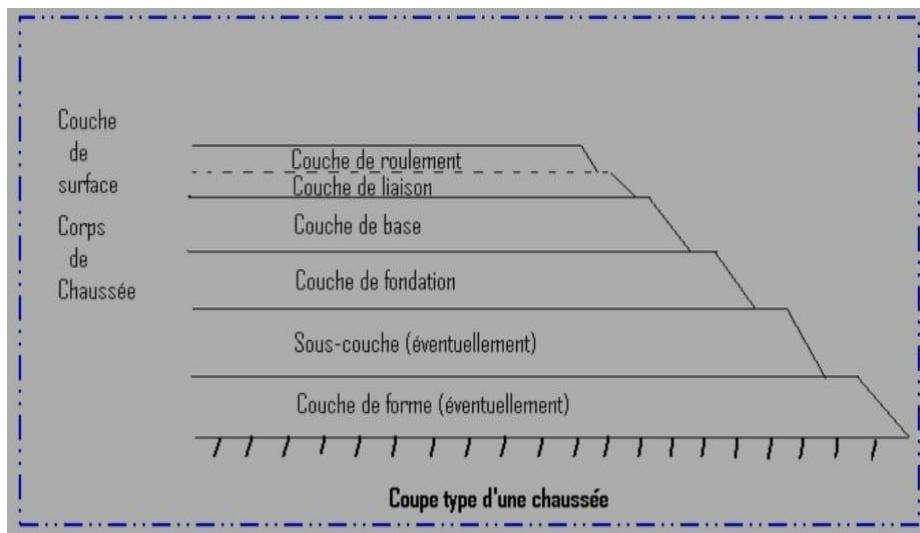


Fig II .1: Coupe type sur une chaussée

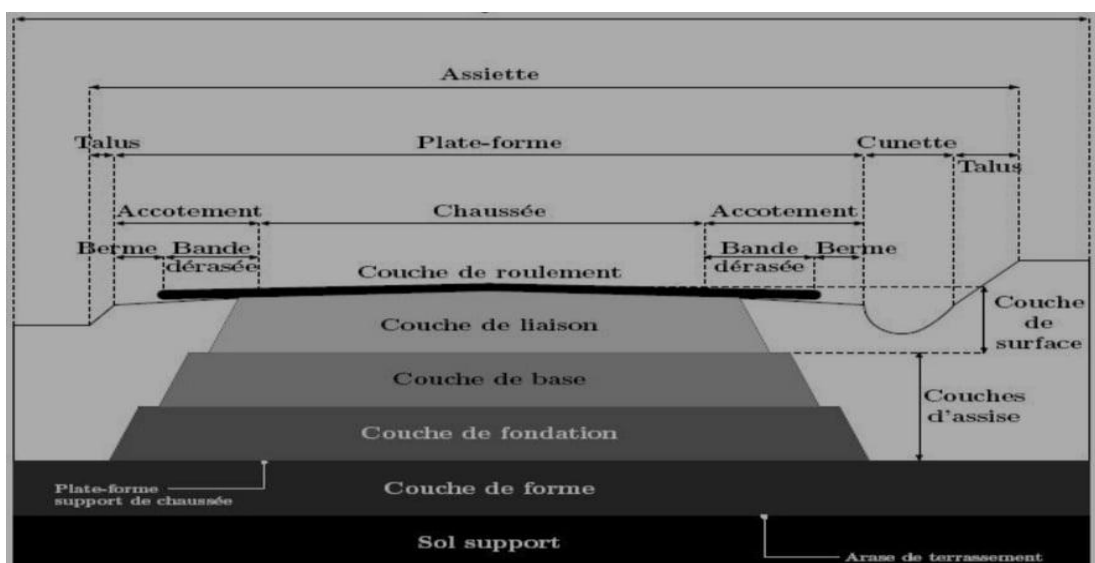


Fig II .2: Coupe transversale de chaussée

II.3.2.3. les différents types de chaussée

Il existe trois types de chaussée:

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

a)-Les chaussées souples :

- Les chaussées traditionnelles :

qui constituent l'immense majorité des route actuelles, elles sont composées en couche de base et en couche de fondation de graves roulées ou concassées stabilisées mécaniquement «**hérisson** » ou tout-venant d'oued en fondation, macadam ou tout-venant concassé en couche de base, la couche de roulement a généralement reçu une imprégnation au liant hydrocarboné, elles sont revêtues d'un enduit superficiel monocouche ou bicouche, elles sont exceptionnellement revêtues d'un enrobé à chaud (béton bitumineux) et couramment, pour les route de sud, d'un enrobé à froid. [3]

Certaines chaussées traditionnelles, dans les zones de climat semi-aride, sont constituées en couche de base et/ou en couche de fondation d'encroûtements calcaires (**tufs**), elles sont revêtues d'un enduit superficiel.

-Les chaussées à couches hydrocarbonées épaisses:

Ce sont des chaussées à couche de base traitée au bitume, l'épaisseur totale des couches de base et de surface en enrobés et supérieure à **20 cm**, ce type de chaussée n'existe pratiquement pas en algérien.

b)-Les chaussées semi –rigides :

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (et quelquefois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, laitier granulé...).
- La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelquefois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé hydrocarboné sur la couche de base traitée dont l'épaisseur strictement minimale doit être de **15 cm**, Ce type de chaussée, actuellement n'existe pas en Algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base et/ou une couche de fondation en sable gypseux, on les rencontre fréquemment dans les zones arides.

c)- Les chaussées rigides :

Elles sont constituées d'une dalle de béton de ciment, éventuellement armée correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une(couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

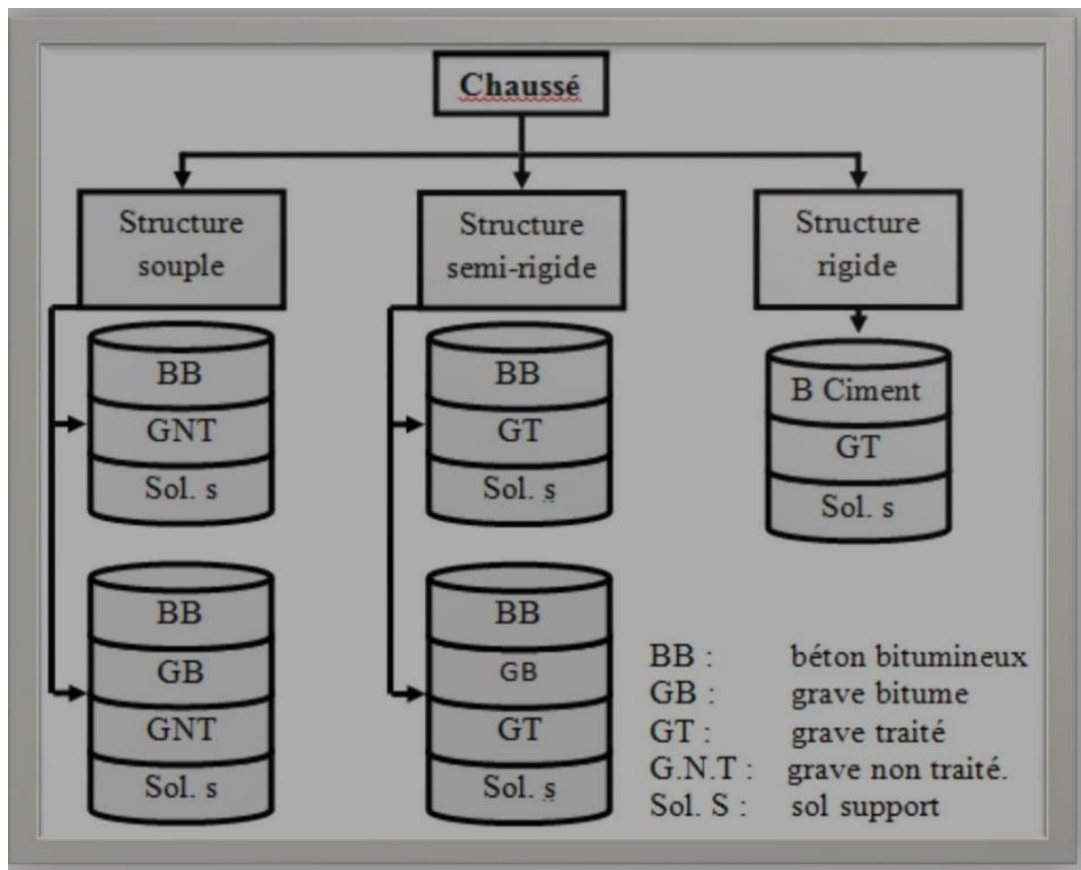


Fig II .3: Catégories de chaussée.

II.3.3. les principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux familles des méthodes :

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

Pour cela on intéresse aux méthodes empiriques les plus utilisées.

II.3.3.1. les facteurs déterminants pour les études de dimensionnement de chaussées

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

a)-Trafic :

Le trafic est essentiellement lié aux poids lourds (véhicules supérieurs à 3,5 tonnes). Il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée. Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres:

Le trafic des poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes;

Le trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par:

$$N = T . A . C \quad \dots\dots\dots (II.6)$$

N: trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

$$C = [(1 + \tau)P - 1] / \tau \quad \dots\dots\dots (II.7)$$

C: facteur de cumul.

τ : Taux de croissance du trafic.

p : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

b)-Le climat et l'environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en terme de résistance aux contraintes et aux déformations. L'amplitude des variations de température et la température maximum interviennent dans le choix du liant hydrocarboné.

Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support et donc sa portance ainsi que les possibilités de réemploi des matériaux de déblai en remblai.

c)-Le sol support :

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

Les plates-formes sont définies à partir :

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

d)-Les matériaux :

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

II.3.3.2. Méthodes de dimensionnement

Méthode C.B.R (Californie – 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:

$$e = \frac{(\sqrt{p})(75 + 50 \log \frac{TJMA}{10})}{I_{CBR} + 5} \quad \dots\dots\dots (II.8)$$

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice **CBR** (sol support)

P: charge par roue $P = 6.5 \text{ t}$ (essieu 13 t)

Log: logarithme décimal

TJMA (N): désigne le nombre journalier de camion de plus **1500 kg** à vide.

TJMA = TH. %PL

TH: trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans. On prendra

$$T_H = \frac{T_0}{2} (1 + \tau)^m \dots\dots\dots (II.9)$$

T0 : trafics actuel (v/j)

m: année de prévision

P: charge par roue $P = 6.5 \text{ t}$ (essieu 13 t)

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3 \dots\dots\dots (II.10)$$

$c_1 \times e_1$: couche de roulement

$c_2 \times e_2$: couche de base

$c_3 \times e_3$: 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 :

Tableau II .7: Coefficient d'équivalence -catalogue lcpc.

Matériaux	Coefficient d'équivalence (ai)
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.60 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	0.80 à 0.9

II.3.4. Application de la méthode CBR

- chaussée unidirectionnelle à deux voies

On applique la méthode CBR :

TJMA2015 = 6000 v/j

avec un poids lourd = 35%

$$T0 = (TJMA\ 2015 \times \% \text{ pl})$$

$$T0 = (6000 \times 0.35) = 2100 \text{ pl/j/sens.)}$$

$$T1 = (1 + 2 \times T0) T1 = (1 + 0.07)^2 \times 2100 = 2404 \text{ pl/j/sens)}$$

$$Tn = (1 + n \times T1) Tn = (1 + 0.07)^{15} \times 2404 = 6633 \text{ pl/j/sens}$$

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

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times (75 + 50 \log 6633)}{9 + 5} \approx 46.49 \text{ cm}$$

$$E_{eq} = 46.00 \text{ cm}$$

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe « e1 » et « e2 » et on calcule « e3 », généralement les épaisseurs adoptées sont :

BB = 6 - 8 cm ; BBEM = 10 - 20 cm ; GNT = 15 - 25 cm ; tuff = 15-30cm

On a :

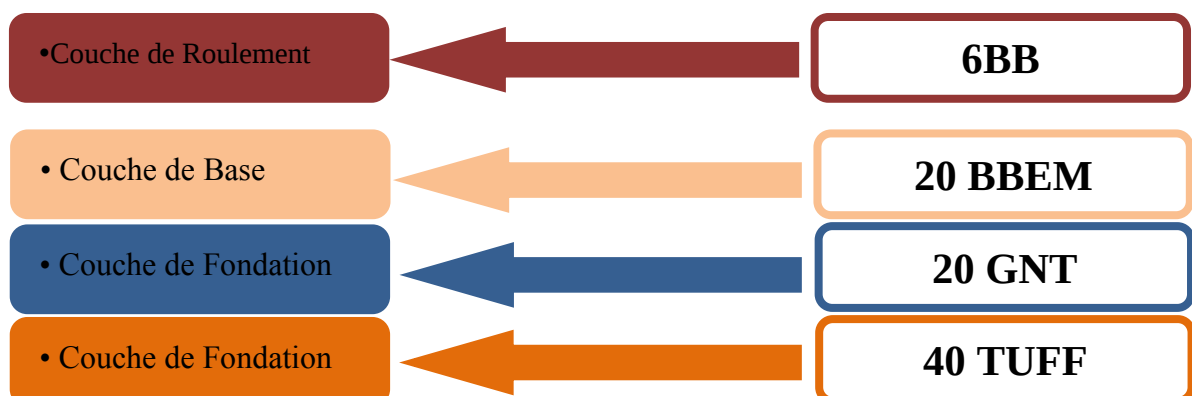
$$E_{eq} = c1 \times e1 + c2 \times e2 + c3 \times e3$$

Donc l'épaisseur équivalente: $c1 \times e1 + c2 \times e2 + c3 \times e3 = 36 \text{ cm}$

Tableau II .8: Structure des couches-résultat.

Nom de la couche	Matériaux	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence	Épaisseur Equivalente(cm)
Roulement	BB	6	2	12
Base	BBEM	20	1.5	23
Fondation	GNT	20	0.75	15
Total	36			57

Notre structure comporte :



CHAPTER III

ETUDE

GEOTECHNIQUE

ETUDE GEOMETRIQUE

III.1. AUTOPISTE

III.1.1. Définition autopiste

C'est un applicatif complémentaire à COVADIS, spécialement dédié aux bureaux d'études en conception d'infrastructures de transport linéaires (Routes, Autoroutes, Rails, Tramway). Le package logiciel COVADIS+Autopiste permet de traiter une étude d'infrastructure routière de sa phase initiale (importation des données du terrain) à sa phase finale (intégration du projet en 3D, plans d'exécution, quantitatifs, métrés et bordereaux VRD). [14]

III.1.2. Application d'auto cade

Autopiste est un applicatif d'Auto CAD, l'opérateur dispose donc, dans l'environnement Auto CAD, des Fonctionnalités de dessin orienté objet de COVADIS ou/et AUTOPISTE. Le fichier produit est un simple fichier DWG ou DXF.

III.1.3. Création de plans topographiques

Le dessin Auto CAD correspondant au semis de point levés est automatiquement créé à partir d'un fichier de points calculés ou par lecture directe d'un fichier bloc de note (TXT) de coordonnées. De nouveaux points peuvent être construits par alignement, rayonnement, projection, Intersection, interpolation, etc.



Fig III .1: Carte de l'auto CAD

III.1.4. Habillage de plans topographiques

Auto piste associe une échelle de tracé à chaque dessin Auto CAD. L'opérateur définit ensuite la taille des différents objets textes, symboles, talus, hachures et symboliques linéaires en

millimètres papier au cours de l'exécution du plan. Lors d'un futur changement d'échelle, Covadis modifiera automatiquement la taille ou la représentation graphique des entités liées à l'échelle.

III.1.5. Modèle Numérique de Terrain

Lors de la conception d'un projet en 3D, le Modèle Numérique de Terrain (M.N.T.) sert de base au calcul. Il représente l'état initial du site à aménager, ou un état intermédiaire résultant d'une phase précédente de calcul. Il s'appuie sur des points levés, des points connus en XYZ, des points digitalisés ou sur des courbes de niveaux.

Auto piste permet la génération automatique d'un modèle numérique de terrain à partir d'un semis de points, d'un contour délimitant la zone à modéliser et d'éventuelles lignes de rupture imposées. La méthode de calcul utilisée, la triangulation de Delaunay, construit les triangles les plus équilatéraux possibles. Le modèle numérique obtenu est parfaitement représentatif du terrain modélisé. Il permet le calcul de projets 3D et l'analyse du relief (calcul de perspectives, de rendus photo-réalistes ou dessin paramétrable de coupes).

Dans le cas d'un projet de réfection de voirie par exemple, le **MNT** représentera la voie existante. Il prendra en compte les points levés et les lignes de rupture imposées caractérisant les fils d'eau, les bordures, les seuils, etc. un applicatif d'Auto CAD, l'opérateur dispose donc, dans l'environnement Auto CAD. [13]

III.1.5.1. Prestation du projet linéaire

COVADIS optimise la conception de projets de voiries complexes et de projets routiers grâce à son module de conception longitudinale. Ses profils types s'adaptent automatiquement aux différentes contraintes du projet. Le nouvel axe en plan dynamique et le nouvel assistant de création des profils en travers types simplifient encore le travail du projeteur. Création de projets linéaires COVADIS permet de dessiner, de calculer et d'optimiser tout type de projets linéaires : voiries, routes, pistes, digues, rivières, canaux, tunnels, etc. Ce module est piloté par une barre d'outils simplifiant au maximum sa prise en main et son utilisation par des projeteurs.

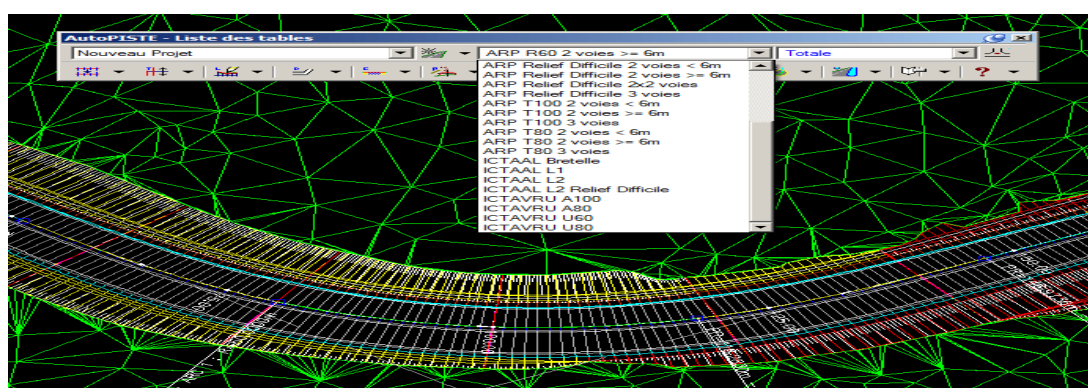


Fig III .2: Projet linéaire sur autopiste.

III.1.5.2. Axe en plan

Plusieurs axes peuvent être créés et gérés dans un même fichier. Vous disposez d'un ensemble très complet de constructions géométriques pour définir le tracé de chacun d'eux : alignements

droits, arcs, Clothoïde, courbes en S, courbes à sommets symétriques, etc. La position des tabulations ainsi que le dessin automatique des profils en long et des profils en travers sont entièrement paramétrables.

Cette étape est pilotée par une barre d'outils simplifiant au maximum sa prise en main et son utilisation par des projeteurs(droite, arc clothoïde,...)

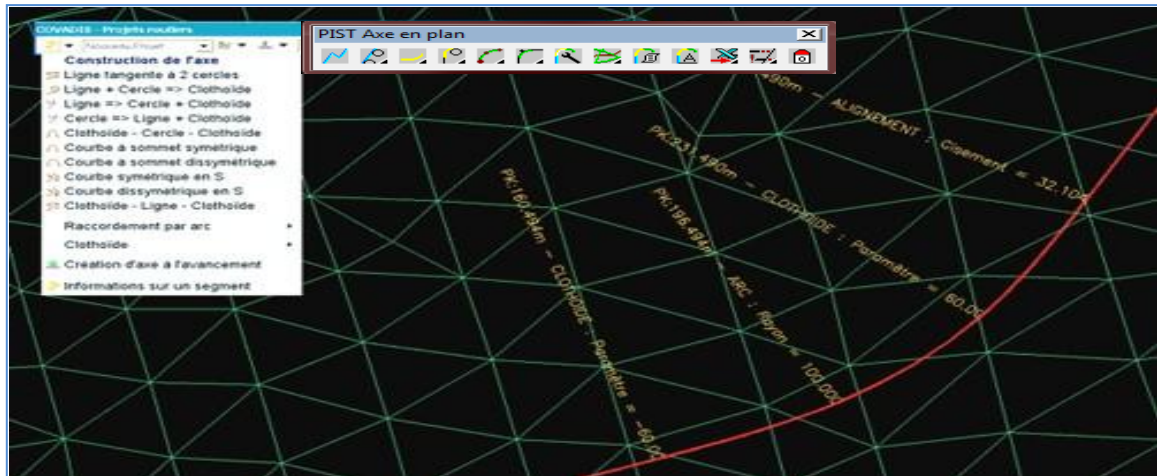


Fig III .3: Axe en plan auto piste.

III.1.5.3. profil en long

Sur le profil en long TN, vous pouvez définir, de manière interactive, chaque courbe projet à partir d'alignements droits, de raccordements paraboliques et de raccordements circulaires.

Cette étape aussi est pilotée par une barre d'outils simplifiant au maximum sa prise en main et son utilisation par des projeteurs (droite, arc clothoïde,...) [13]

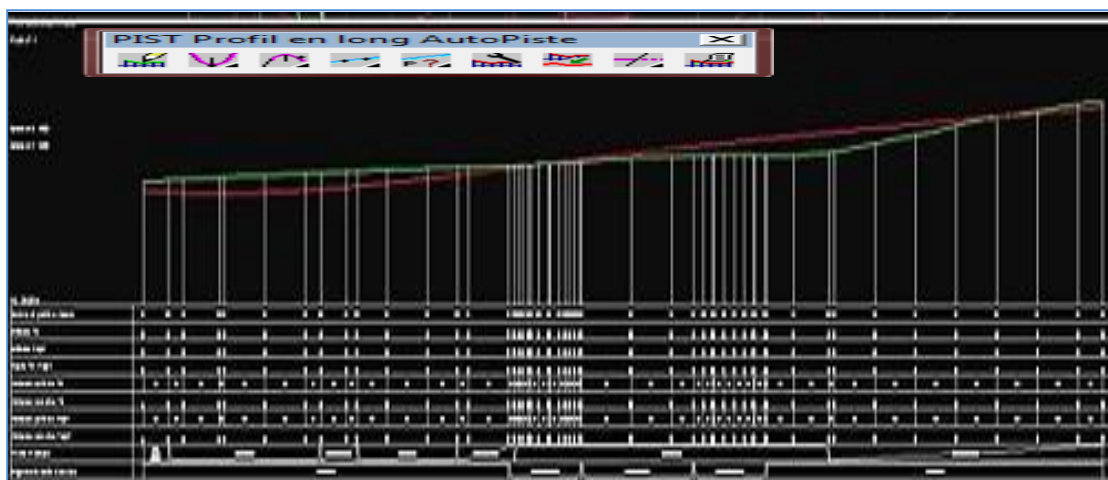


Fig III .4: Profil en long auto piste.

III.1.5.4. Création et gestion des profils types

Les profils types de Covadis ou d'AUTOPISTE sont des objets à géométrie variable qui s'adaptent automatiquement aux contraintes du projet. Vous pouvez créer vos profils types multi-couches soit en les dessinant simplement sous forme de poly lignes, soit en construisant géométriquement tous les points qui les composent, grâce à un menu spécifique. Les lignes délimitant les couches de structure utilisées pour le calcul des cubatures s'appuient alors sur ces points de définition.

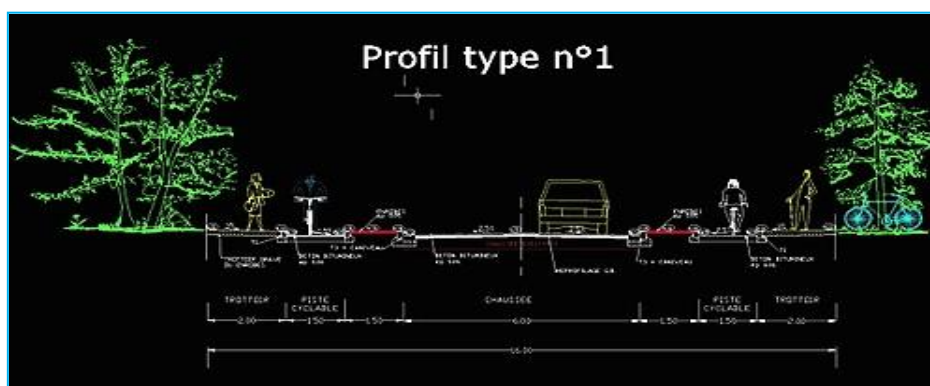


Fig III .5: rofil type Voiries urbaines.

En fonction du paramétrage, le logiciel contrôlera la pente et la largeur des différentes plates-formes du projet.

Lors de la conception, de l'aménagement ou de la réfection de voiries urbaines, AUTOPISTE optimise le projet en intégrant les contraintes liées à l'existant (seuils, bâtis, traces 2D des fils d'eau, etc.). A partir de la saisie de toutes les contraintes, des limites 2D et des pentes des différentes plates-formes, le logiciel vous permet de visualiser et d'éditer sur le profil en long les lignes caractéristiques 3D du projet. Après validation, les plates-formes sont automatiquement dessinées, modélisées et intégrées dans le site en 3D.

Cette option aussi est pilotée par une barre d'outils simplifiant au maximum sa prise en main et son utilisation par des projeteurs (ligne projet, fond de forme, talus...).

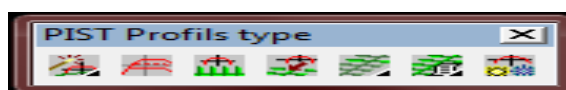


Fig III .6: Barre du piste profils type.

La création de points de test dans un profil type permet au logiciel de contrôler le basculement déblai-remblai en ces points et d'adapter automatiquement le profil type à chacune de ces configurations.

Les entrées en terre sont calculées automatiquement et le paramétrage de la longueur des segments autorise la construction de risbermes.

NB : La définition d'un fossé dans un profil type permet ensuite sa gestion interactive sur le profil en long. [13]

III. Introduction

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain. En tenant compte des obligations suivantes :

- Une obligation de sécurité, liée au tracé, à la qualité de véhicules admis et à l'adhérence de la surface de roulement.
- Une obligation de confort, pour diminuer la fatigue des usagers et la nuisance.
- Une obligation d'économie globale, en vue de réduire le cout social des accidents et d'exploitation.
- Dans le cas d'étude d'un projet routier, il faudrait tenir compte des variations considérables relatives aux caractéristiques des véhicules admis aux conditions de surface chaussée et aux conditions ambiantes (météorologie, visibilité.....).

Les projets seront donc basés sur un certain nombre de paramètres physiques moyens choisis de telle sorte que la sécurité et le confort soit assuré dans des conditions normale d'utilisation. [11]

III.2. Tracé en plan

III.2.1. Définition

Le tracé en plan représente la reproduction à échelle réduite d'une projection de la route sur un plan horizontal. Il est constitué en général par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle reliées entre eux par des courbes de raccordement progressif.

Le tracé est caractérisé par une vitesse de référence ou vitesse de base a partir de laquelle un pourra déterminée ou définir toutes caractéristiques géométriques de la route, le tracé en plan doit être étudié en fonction des données économiques qu'on peut recueillir. [11]

III.2.2. Règles à respecter dans le tracé 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.

Et pour faire un bon tracé dans les normes avec un minimum de cout, on doit respecter certaines conditions à savoir :

- 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. [4]

III.2.3. Les éléments du tracé en plan

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous :

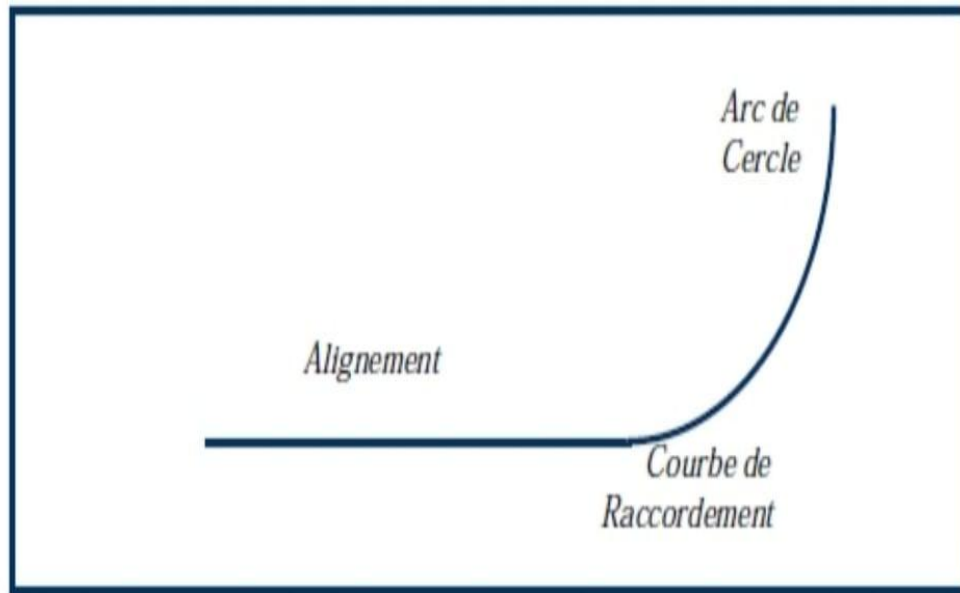


Fig III .8 : Schéma des éléments du tracé en plan.

III.2.3.1. Les alignements

Le meilleur tracé qui convient aux voies ferrées sur le plan technique mais qui a des inconvénients dans le domaine routier.

a) **Avantage :**

- L'alignement droit c'est le plus court chemin.
- Bonnes conditions de visibilité.
- Construction facile.
- Absence de la force centrifuge.
- Dépassements aisés.

b) **Inconvénients :**

- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- La vitesse est excessive.

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base V_B , plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

❖ **Règles concernant les alignements :**

➤ **Longueur minimale :**

Celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps t d'adaptation.

$L_{\min} = v \cdot t$ Avec $t = 5$ seconde v : Vitesse véhicule (m/s).

$L_{\min} = 5 \cdot v = \frac{5}{3.6} VBA$ Avec $VB = 100 \text{ Km/h}$: vitesse de base en (km/h).

$L_{\min} = 5 V$ avec V en (m/s)

➤ **Longueur maximale :**

Celle qui correspond à un chemin parcouru pendant (01) minute à la vitesse v

$L_{\max} = 60 \cdot v = \frac{60}{3.6} VBA$ Avec $VB = 100 \text{ Km/h}$: vitesse de base en (km/h).

$L_{\max} = 60V$ avec V en (m/s).

Remarque :

La longueur minimale des alignements droits peut ne pas être respectée quelques fois en raison de la nature difficile du terrain naturel.

III.2.3.2. Arc de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- La stabilité des véhicules.
- L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- La visibilité dans les tranchées en courbe.

✓ **Stabilité en courbe :**

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire cet effet, on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules, en fait de fortes inclinaisons d'où on a cours à augmenter le rayon.

Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

a) Rayon horizontal minimal absolu :

C'est le plus faible rayon admissible dans une courbe, il est défini pour un dévers maximal de 7%.

$$RH_{\min} = \frac{VB^2}{127(ft + d_{\max})} \dots\dots\dots (III.1)$$

ft : Coefficient de frottement transversal

Ainsi pour chaque VB on définit une série de couple (R, d)

b) Rayon minimal normal :

C'est le rayon normal qui correspond au rayon minimal calculé pour une vitesse VB, augmenté de **20Km/h**, pour plus de sécurité et de confort.

$$RHN = \frac{(VB + 20)^2}{127(ft + dmax)} \dots\dots\dots(III.2)$$

c) Rayon au dévers minimal :

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse Vr serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit. Dévers associé dmin = 2.5%.[11]

d) Rayon minimal non déversé :

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

$$RHnd = \frac{VB^2}{127 \times 0.035} \dots\dots\dots(III.3) \quad \text{Catégorie 1-2}$$

$$RHnd = \frac{VB^2}{127(f'' - 0.03)} \dots\dots\dots(III.4) \quad \text{Catégorie 3-4-5}$$

Avec :

$f'' = 0.07$ Catégorie 3

$f'' = 0.075$ Catégorie 4-5

✓ Application au projet :

Pour notre projet qui est situé dans une route nationale (RN1)(E1), et classé en catégorie 1 avec une vitesse de base de 100km/h. Donc d'après le règlement des normes algériennes B40 on a le tableau suivant :

Tableau III .1: rayons du tracé en plan.

Paramètres	Symboles	Valeurs(m)
Vitesse de base (km/h)	VB	100
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	450
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	650
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1600(2.5)
Rayon horizontal non déversé (m)	Rhnd (-2.5%)	2200(-2.5%)

Remarque :

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

III.2.3.3. Courbe de raccordement CR

Il permet d'éviter la variation brusque de la courbe entre lors du passage d'un alignement à un cercle ou l'inverse .elle a comme propriété essentielle : la variation progressive de la courbure.

Elle apporte des avantages très intéressants :

- La stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant. Parmi ces courbes la clothoïde qui est susceptibles de satisfaire la condition de variation continue de rayon de courbure.

II.2.3.3.1. Clothoïde

a) Définition

Sa courbure est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc), mesuré à partir du point d'inflexion.

Variation de courbure contenue, dans le même sens, entre la courbure (0) et la courbure infinie.

b) Expression mathématique de la clothoïde :

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L

$$K = C.L \quad \dots\dots\dots (III.5)$$

Pour l'homogénéité de la formule, on pose

$$K = \frac{1}{R} \quad \Longrightarrow \quad L.R = \frac{1}{C} \quad \Longrightarrow \quad \frac{1}{R} = C.L$$

Équation fondamentale

Avec : $L.R = A^2 \quad \dots\dots\dots (III.6)$

R : Rayon du cercle.

L : longueur de la branche de clothoïde.

A : Paramètre de la clothoïde.

c) Les éléments de la clothoïde :

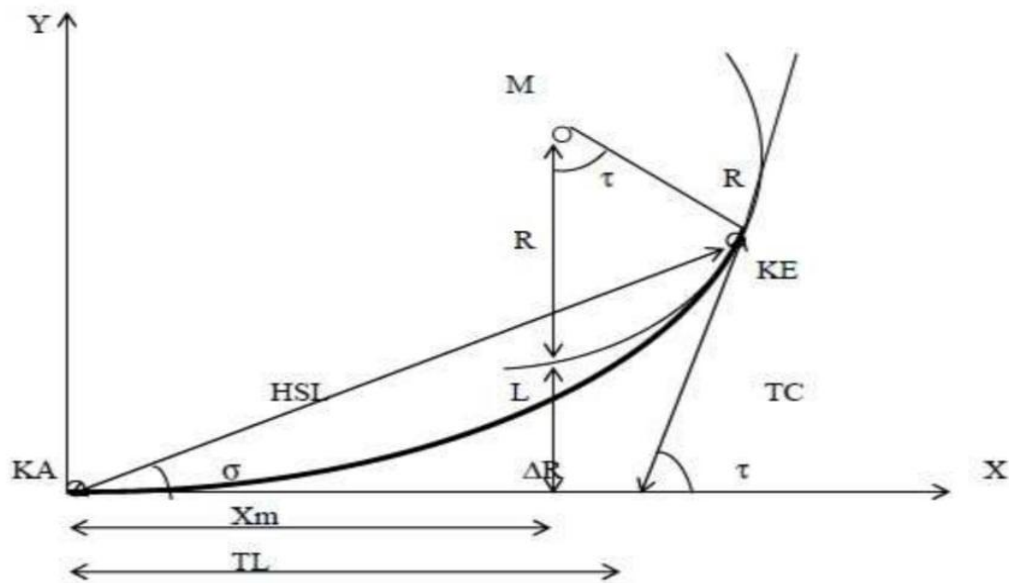


Fig III .9: Schéma des éléments de la clothoïde.

R : Rayon du cercle.

L : Longueur de la branche de clothoïde.

A : Paramètre de la clothoïde.

KA : origine de la clothoïde.

KE : extrémité de la clothoïde.

ΔR : ripage.

τ : Angle des tangentes.

TC : tangente courte.

TL : tangente longue

σ : Angle polaire.

SL : corde KE –KA.

M : centre du cercle d'abscisse X_m .

X_m : abscisse du centre du cercle M à partir de KA.

Y_m : ordonnée du centre du cercle M à partir de KA.

d) Les conditions de raccordement :

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer la condition suivante :

➤ Condition de confort optique :

C'est une condition qui permet d'assurer à l'usager une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil $\tau \geq 3^\circ$ soit $\tau \geq 1/18$ rads

$$\tau = L/2 \quad \Longrightarrow \quad R > 1/18 \text{ rad } L \geq R/9 \text{ soit } A \geq R/3$$

$$R/3 \leq A \leq R$$

$$\text{Pour } R < 1500 \text{ m} \quad \Longrightarrow \quad \Delta R = 1 \text{ m (éventuellement 0.5 m) d'où } L = (24 R \Delta R)^{1/2}$$

$$\text{Pour } 1500 < R < 5000 \text{ m} \quad \tau = 3^\circ \text{ c'est-à-dire } L = R/9$$

$$\text{Pour } R < 5000 \text{ m} \quad \Longrightarrow \quad \Delta R \text{ limité à 2.5 m soit } L = 7.75(R)^{1/2}$$

➤ Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement de variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule, La variation de l'accélération transversale est : $(V_R^2 / (R - g \cdot \Delta d))$ Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur $K_g = 1/0.2 V_R$

On opte

$$L \text{ (m)} \geq V_R^2 / 18 (V_R^2 / 127 - \Delta d)$$

V_R : vitesse de base (Km/h)

R : rayon en mètre (m)

Δd : la variation de divers ($\Delta d = d_{\text{final}} - d_{\text{init}}$) (%)

➤ Condition de gauchissement :

Elle se traduit par la limitation de la pente relative du profile en long au bord de la chaussée par rapport à celle de son axe.

Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers.

L : Longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

$$L \geq l \times \Delta d \times V_r \quad \Delta d : \text{Variation de dévers}$$

Note :

La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demi-chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2%

$$t_{\frac{\Delta d}{\Delta t}} \leq 2 \quad \text{avec} \quad \Delta t = L/v \quad v = V/3.6 \quad \text{Et} \quad L \geq \frac{5 \times \Delta d \times v r}{36}$$

Δd : Exprimé en valeur réelle

III.2.4. Paramètres fondamentaux

Notre projet s'agit d'une route de catégorie **N**, dans un environnement **E1**, avec une vitesse de base **VB = 100 km/h**.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées de la norme **B40**

Tableau III .2: Paramètres fondamentaux du tracé en plan. [2]

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	100
Longueur minimale (m)	Lmin	139
Longueur maximale (m)	Lmax	1667
Devers minimal (%)	Dmin	2.5
Devers maximal (%)	Dmax	7
Temps de perception réaction (s)	T1	1.8
Frottement longitudinal	Fl	0.36
Frottement transversal	Ft	0.11
Distance de freinage (m)	D0	111
Distance d'arrêt (m)	D1	160
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	Dm	425
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	Dn	625
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	Dmd	300
Rhm (m) (d'associe %)	Rhm	450(7 %)
RHN (m) (d'associe %)	RHN	650 (5 %)
Rhd (m) (d'associe %)	Rhd	1600(2.5 %)
Rhnd (m) (d'associe %)	Rhnd	2200 (-2.5 %)

III.2.5. Application a notre projet

Pour notre projet les données de l'axe en plan est donné par le programmes du auto piste avec le figure et le tableau suivant :

Axe En Plan 'évitement RN1'

Tableau III .3 : Eléments caractéristiques

Elst Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	338.8673 g	617.581	0.000	501656.869	3879940.403
Clothoïde 1	Paramètre	-406.349	330.239	617.581	501150.856	3880294.462
Clothoïde 2	Paramètre	406.349	330.239	947.821	500903.891	3880511.288
Droite 2	Gisement	380.9147 g	2685.268	1278.060	500772.961	3880812.722
Clothoïde 3	Paramètre	-153.002	117.048	3963.328	499979.947	3883378.223
Clothoïde 4	Paramètre	153.002	117.048	4080.376	499956.517	3883492.448
Droite 3	Gisement	18.1722 g	18.287	4197.424	499978.307	3883606.997
Clothoïde 5	Paramètre	-691.460	597.645	4215.711	499983.456	3883624.544
Clothoïde 6	Paramètre	691.460	597.645	4813.356	500220.106	3884169.310
Droite 4	Gisement	65.7314 g	5.536	5411.002	500688.353	3884534.713
Clothoïde 7	Paramètre	562.392	263.570	5416.537	500693.105	3884537.551
Clothoïde 8	Paramètre	-562.392	263.570	5680.108	500914.188	3884680.789
Droite 5	Gisement	51.7485 g	23.076	5943.678	501112.005	3884854.753
				5966.754	501128.764	3884870.616
Longueur totale de l'axe 5966.754 mètre(s)						

II.3. PROFIL EN LONG

III.3.1. Définition:

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive. Donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des cercles. [11]

III.3.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte –sauf dans des cas exceptionnels- lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des lancements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage. [11]

III.3.3. Coordination du tracé en plan et profil en long

Il faut signaler toute fois et dès maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition:

$R_{\text{vertical}} > 6R_{\text{horizontal}}$ pour éviter un défaut d'inflexion.

- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

III.3.4 . Déclivités

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe). Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

a) Déclivité minimum :

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

b) Déclivité maximum :

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

- Condition d'adhérence
- Vitesse minimum de PL
- Condition économique

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à ($i_{\text{max}} = 6\%$) dans le franchissement de la côtière

Nota :

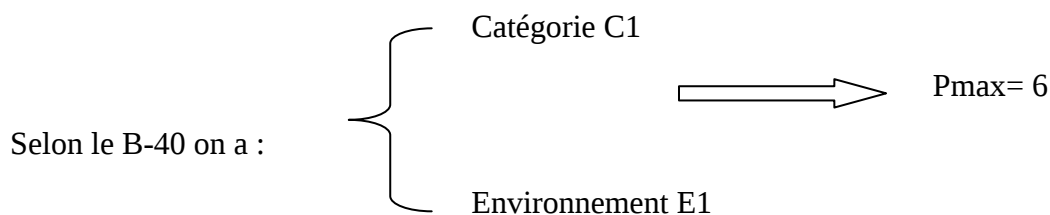


Tableau III .4 : Différent pente maximum par rapport au vitesse.

Vr km/h	40	60	80	100	120	140
I max %	8	7	6	5	4	4

Pour notre cas la vitesse $V_r = 100$ Km/h donc la pente maximale $I_{\text{max}} = 5\%$.

III.3.5. Raccordements en profil en long

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe .le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

Et on distingue deux types de raccordements :

III.3.5.1. Raccordements convexes (angle saillant)

À partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

a) Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à $(0.3m/C$ soit $g/40$), le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$V^2/R_v < g/40 \quad \text{avec } g = 10 \text{ m/C}.$$

$$\text{D'où: } R_v \geq 0,3 V^2 \text{ (cat. 1-2).}$$

$$R_v \geq 0,23 V^2 \text{ (cat 3-4-5).}$$

Tel que :

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

V : vitesse de référence (km/h)

b) Condition de visibilité :

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

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

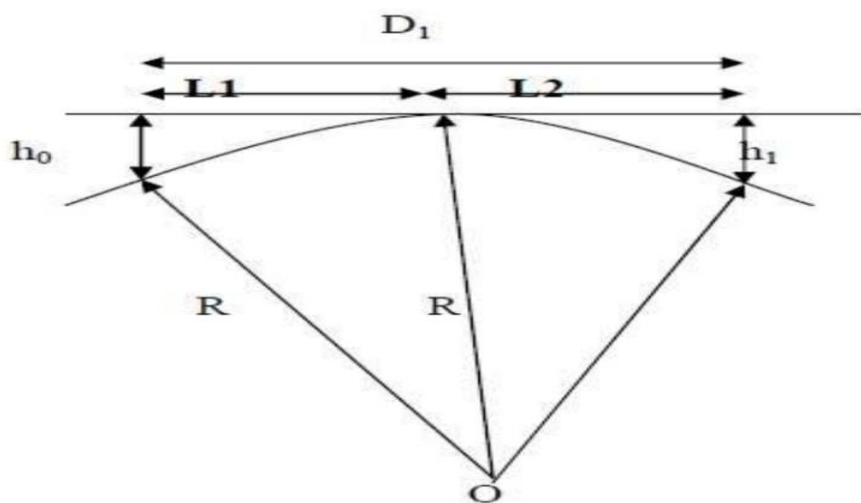


Fig III .10: Schéma de calcul des rayons en angle saillants.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})} \dots\dots\dots (III. 7)$$

D_1 : Distance d'arrêt (m)

h_0 : Hauteur de l'œil (m)

h_1 : Hauteur de l'obstacle (m)

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour unidirectionnel et pour une vitesse de base $V_r = 100\text{Km/h}$ pour la catégorie 1 on a :

Tableau III .5 : Les normes de rayons en fonction de la vitesse de base

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R _{vm}	6000
Min- normal	R _{vn}	12000
Dépassement	R _{vd}	11000

c) Condition esthétique :

Comme tout ouvrage désigné de ce nom, une grande route moderne devrait être conçue et réalisée de façon à procurer aux usagers une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté.

Pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur une distance restreinte.

III.3.5.2. Raccordements concaves (angle rentrant)

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

Pour une chaussée bidirectionnelle avec une $V_r = 60\text{ Km/h}$ et catégorie 1 on a le tableau suivant :

$$RV' = \frac{D_1^2}{(1.5 + 0.035D_1)} \dots\dots\dots (III. 8)$$

Tableau III .6 : Valeur de Rayon.

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R' _{V_m}	3000
Min -normal	R' _{V_n}	4200

III.3.6. Application à notre projet:

Profil En Long Projet

Tableau III .7 : Résultats du profil en long

Elst Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -1.00 %	1666.754	0.000	923.375
Parabole 1	Rayon 50000.000 m	500.000	1666.754	906.708
	Sommet Absc. 2166.754 m			
	Sommet Alt. 904.208 m			
Pente 2	Pente 0.00 %	2851.202	2166.754	904.208
Parabole 2	Rayon 30000.000 m	118.451	5017.956	904.208
	Sommet Absc. 5017.956 m			
	Sommet Alt. 904.208 m			
Pente 3	Pente 0.39 %	830.346	5136.408	904.441
			5966.754	907.720
Longueur totale de l'axe 5966.754 mètre(s)				

II.4. Profil en Travers

Le profil en travers est défini comme étant la coupe transversale suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe du projet.

La détermination du profil en travers veut dire la définition de la largeur de la chaussée et de ses annexes. On distingue trois types de profils en travers :

- profil en travers en déblai ;
- profil en travers en remblai ;
- profil en travers mixte (remblai et déblai). [12]

III.4.1. Les Eléments du profil en travers

III.4.1.1. Chaussée

C'est la partie renforcée et affectée à la circulation des véhicules. Pour subir directement les actions des véhicules et les facteurs naturels. Sa largeur dépend essentiellement des considérations de débit. Elle est divisée en voies de circulations.

III.4.1.2. Accotements

Les accotements se trouvent aux cotés de la chaussée, ils étaient utilisés auparavant soit pour le dépôt des matériaux soit pour les piétons, maintenant, ils sont utilisés pour le stationnement.

Sur les routes importantes, la largeur des accotements est de 2 à 2.5m utilisés comme bande d'arrêt, mais dans notre cas sa largeur est de 1.5m.

III.4.1.3. Plate-forme

C'est l'ensemble de terrain qui reçoit la chaussée et les accotements ainsi que le terrain situé entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais.

III.4.1.4. Assiette

C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

III.4.1.5. Emprise

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (Talus, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.

III.4.1.6. Talus

Le talus a une inclinaison qui dépend de la cohésion des sols qui le constituent, cette inclinaison est désignée par une fraction (A/B) tel que :

A : la base du talus.

B : hauteur du talus.

III.4.1.7. Fossé

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

III.4.1.8. Terre-plein central T.P.C

Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses

constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

- bande dérasée de gauche (B.D.G): Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle est dégagée de tous obstacles, revêtue et se raccorde à la chaussée ;
- bande médiane : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation,.. etc.) ; sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui sont implantés. [11]

III.4.1.9. Largeur rouable

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

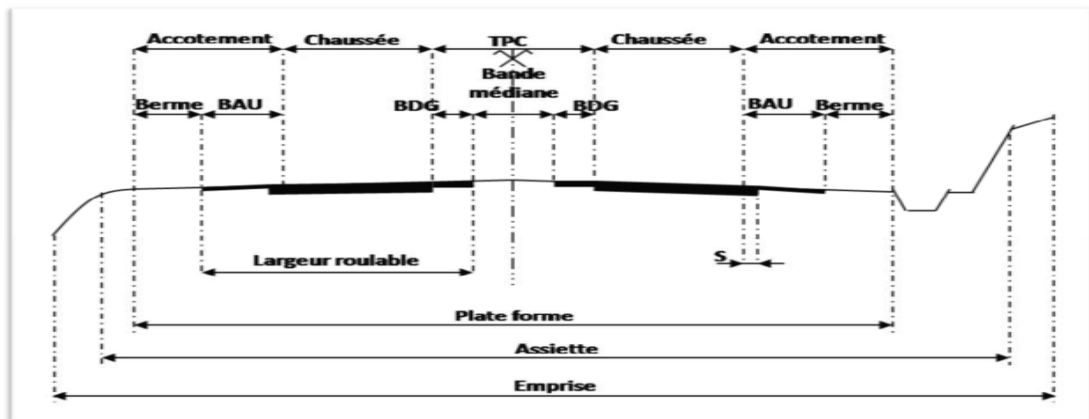


Fig III .11: Eléments du profil en travers.

III.4.2. Profil en travers type

Chaque projet de route comporte un grand nombre de dessins de profils en travers, que chacun d'eux comporte les mêmes dimensions générales, et des détails constructifs communs ; pour éviter, alors, cette répétition sur chaque dessin on établit tout d'abord un profil unique appelé profil en travers type contenant tous les détails . [11]

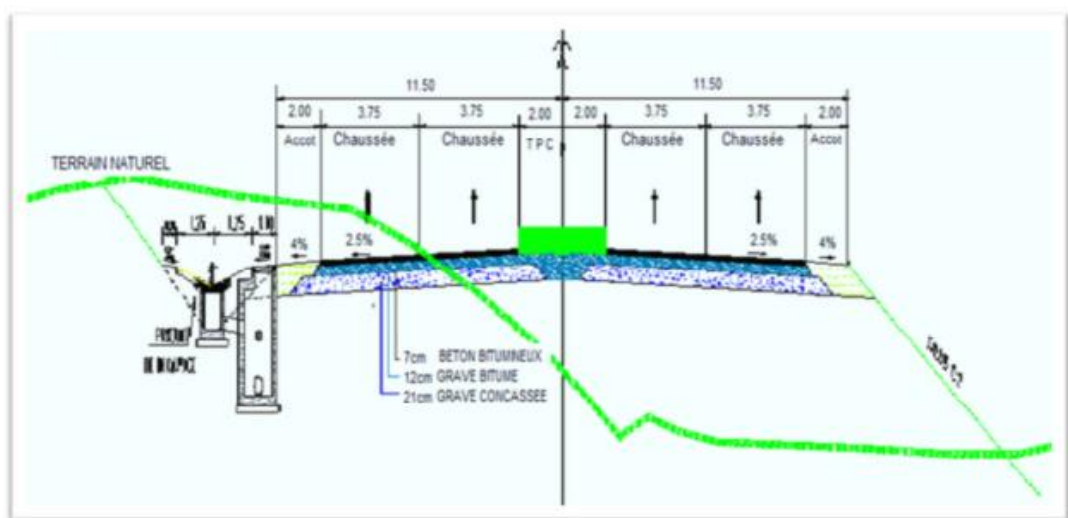


Fig III .12 : Profil en travers type .

III.4.3. Les Différentes formes de la chaussée en alignement

III.4.3.1. En alignement droit

En alignement droit, le profil en travers de la chaussée a une forme généralement en toit afin d'assurer l'évacuation des eaux. Pour cette raison, il est constitué par deux versants plans symétriques, inclinés suivant la nature du revêtement et de la catégorie.

Le profil en travers tient toujours en compte le devers, dans le cas échéant on pourra avoir les problèmes suivants :

- effet de miroir ;
- phénomène de l'aquaplanage ;
- formation de verglas en hivers.

Il faut permettre l'évacuation rapide de l'eau vers les côtés. On adopte les pentes transversales suivantes :

- chaussée en béton de ciment : 2% ;
- chaussée en enduit superficiel ou enrobé : 2,5 à 3% ;
- chaussée non revêtue : 4% .

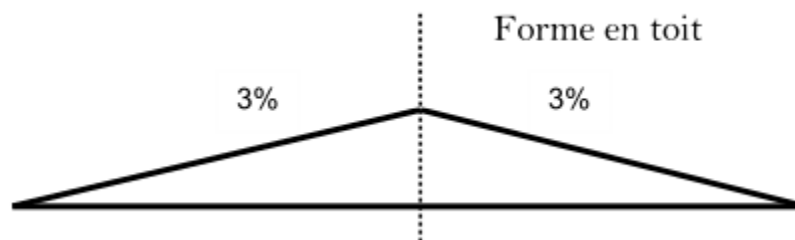


Fig III .13: Profil en travers en alignement droit.

Deux solutions peuvent être prévues pour l'écoulement des eaux sur la chaussée :

- ✓ soit en toit (double pentes) ;
- ✓ soit avec une pente unique rectiligne sur toute la largeur de la chaussée.

III.4.3.2. En courbe

Le passage d'une situation (alignement droit) à un autre (courbe) nécessite une zone de transition, cette zone doit être très soigneusement étudiée pour éviter les accumulations des eaux, génératrice (d'aquaplanage). La pente ne doit pas être très grande, cela pourrait être dangereux pour les véhicules longs [9].

En courbe, le profil ne comporte plus qu'un seul versant (relevée de l'extérieur vers l'intérieur), dont la pente est le devers évoqué dans le chapitre précédent (trace en plan). Elle contribue également à l'équilibre dynamique des véhicules. Toutefois, cette contribution reste limitée et sa valeur est donc plafonnée (généralement à 7%).

III.4.3.3. Largeur de la chaussée

La largeur de la chaussée dépend surtout de l'importance de la circulation à écouler.

La largeur du gabarit des véhicules étant de 2.50 m, cette même largeur constitue un minimum pour la largeur d'une voie. Sur les routes à circulation intense et rapide, une largeur de voie de 2.50m est insuffisante, il faut au moins 3 m et mieux encore 3.50 m pour que les véhicules de tous gabarits puissent se croiser et se dépasser en toute sécurité.

La largeur de voie peut être réduite à 3m (exceptionnellement 2.50 m) sur les routes peu fréquentées.

III.4.3.4. Pente transversale

La pente transversale permet de favoriser l'évacuation des eaux de surface de la chaussée, en alignement droit le profil en travers de la chaussée est caractérisé par une pente transversal qui varie de 2% à 5% vers l'extérieur.

En courbe, la pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de $1/R$; cette variation de la pente transversale s'appelle : « le dévers ».

Les dévers doivent rester constants tout au long de la partie circulaire des virages car $1/R$ est constant.

III.4.3.5. Point de rotation des dévers

Le choix du point de rotation des dévers dépend essentiellement de la disposition des lieux. Lorsque le T.P.C est revêtu, le point de rotation des dévers se situe habituellement sur l'axe de la plateforme, sinon le point de rotation des dévers de chaque chaussée se situe sur le bord de la chaussée.

III.4.4. Application du projet

Pour notre projet les données du l'axe en plan est donné par le programmes du auto piste avec le figure suivant :

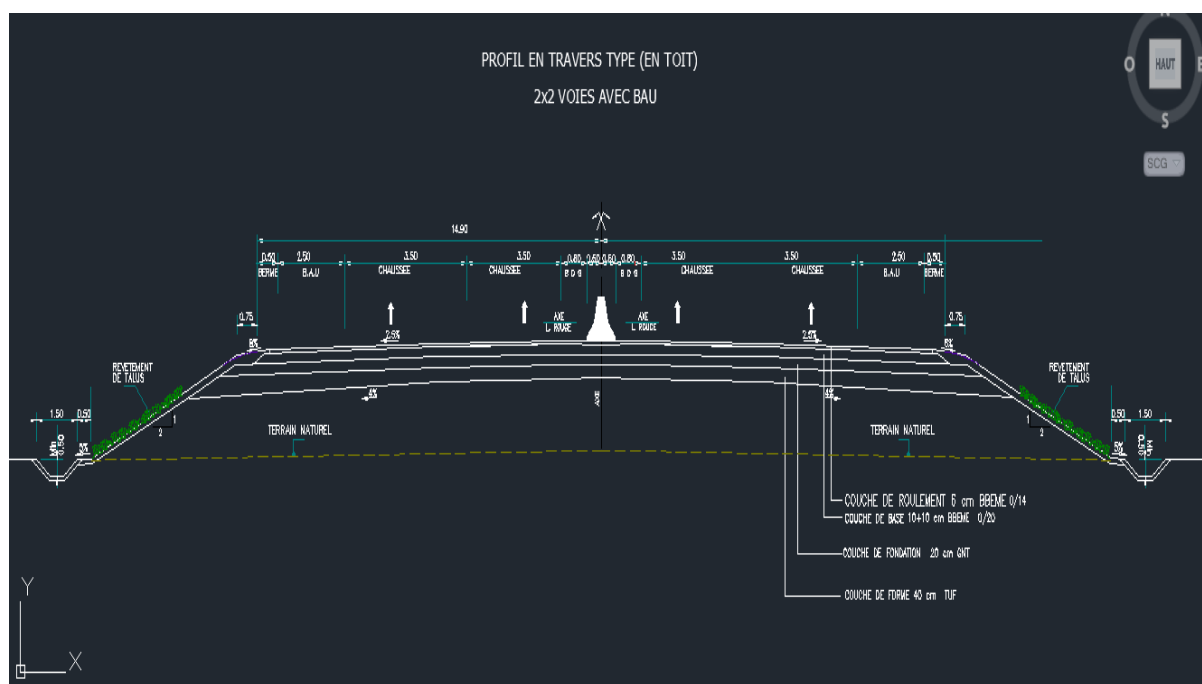


Fig III .14: Profil en travers type du projet

III.5. CUBATURES DES TERRASSEMENTS

On entend par cubature le calcul des volumes déblais remblais à déplacer pour respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

III.5.1. Méthode utilisée

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi les quelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de **10 %** et ceci dans le but d'être en sécurité. [12]

A/ Description de la méthode :

En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

$$V = (S_1 + S_2 + 4S_0) \dots\dots\dots (III. 9)$$

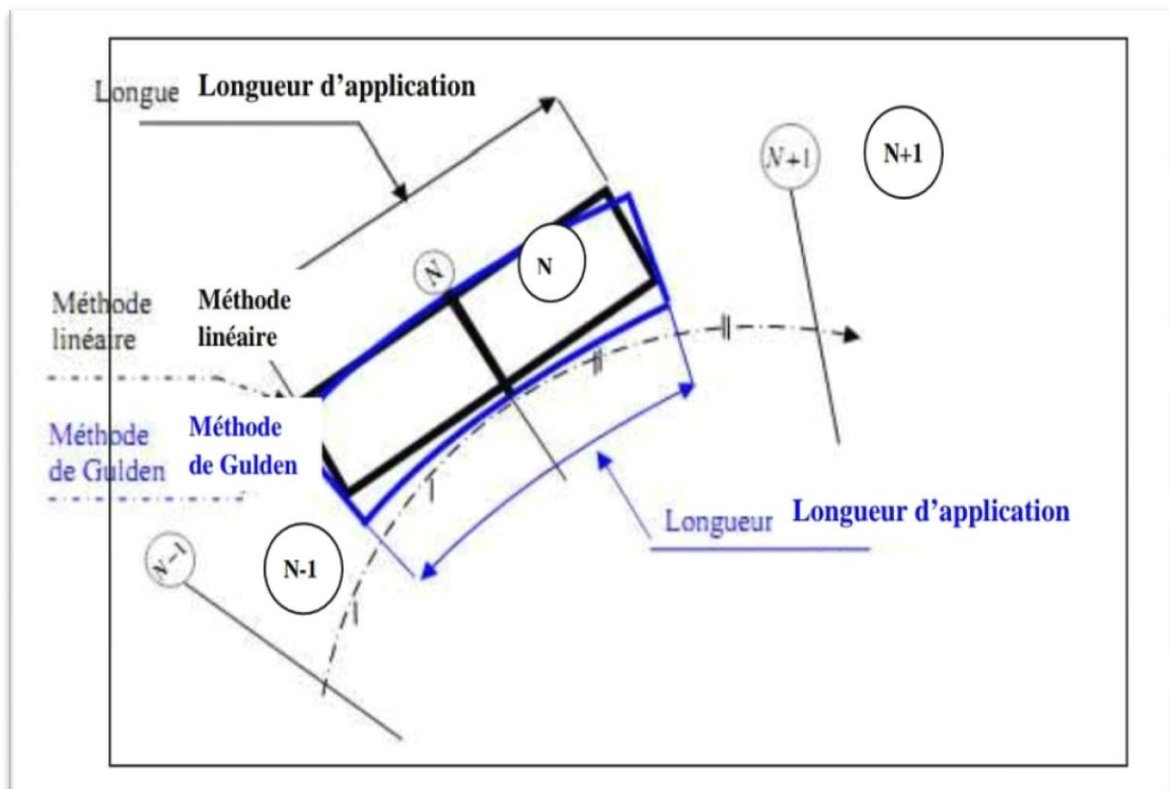


Fig III .15: Calcul des cubatures

Où l, S1, S2 et S0 désignant respectivement :

- distance entre deux profils.
- Surface du profil1
- Surface du profil 2

Ici à la figure ci-dessus on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.

- **PF**: profil fictive, surface nulle.
- **Si**: surface de profil en travers P_i .
- **Li** : distance entre ces deux profils.
- **SMOY** : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L_i). le volume compris entre les deux profils en travers P_1 et P_2 de section S_1 et S_2 sera égale.

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très proches les deux expressions $Smoy$ et Ceci donne :

Donc les volumes seront :

Entre P_1 et P_2

Entre P_2 et P_F

Entre P_F et P_3

En additionnant membres à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

On voit l'utilité de placer les profils P_F puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul

III.5.2. méthode classique

Dans cette méthode on distingue deux différents sous méthodes de calcul dont la première est celle dite de **GULDEN** où les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil.

Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure).

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel autopiste nous avons utilisé la méthode de **GULDEN** et les résultats obtenus sont en annexe mais ici (ci – dessous) nous donnons les résultats final du volume de remblais et déblais. [12]

III.5.3. Application du projet

Calculs automatiquement par le logiciel autopiste de covadis:

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Tableau III .8 : Résultats du cubature

Nom.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
16	5216.754	50.00	169.81	0.00	8490.232	0.000	273745	577446
15	5266.754	50.00	186.56	0.00	9327.510	0.000	283072	577446
14	5316.754	50.00	220.14	0.00	11006.39 2	0.000	294079	577446
13	5366.754	50.00	206.21	0.00	10310.62	0.000	304389	577446
12	5416.754	50.00	143.51	0.00	7175.276	0.000	311565	577446
11	5466.754	50.00	82.88	0.00	4144.132	0.000	315709	577446
10	5516.754	50.00	15.92	0.00	795.933	0.000	316505	577446
9	5566.754	50.00	1.02	17.80	51.079	889.836	316556	578336
8	5616.754	50.00	1.12	55.35	55.917	2767.544	316612	581104
7	5666.754	50.00	1.26	57.45	63.038	2872.666	316675	583976
6	5716.754	50.00	1.05	55.17	52.407	2758.370	316727	586735

5	5766.754	50.00	1.16	37.15	58.134	1857.520	316785	588592
4	5816.754	50.00	1.06	28.77	53.212	1438.383	316839	590031
3	5866.754	50.00	1.15	12.96	57.390	648.013	316896	590679
2	5916.754	50.00	1.58	0.17	78.776	8.750	316975	590687
1	5966.754	25.00	12.24	0.00	305.948	0.000	317281	590687



121	0.000	8.38	16.65	0.00	139.485	0.000	139	0
120	16.754	33.38	26.03	0.00	868.957	0.000	1008	0
119	66.754	50.00	59.70	0.00	2984.966	0.000	3993	0
118	116.754	50.00	85.06	0.00	4252.510	0.000	8246	0
117	166.754	50.00	102.10	0.00	5103.832	0.000	13350	0
116	216.754	50.00	122.39	0.00	6117.583	0.000	19467	0
115	266.754	50.00	123.13	0.00	6154.344	0.000	25622	0
114	316.754	50.00	108.28	0.00	5412.536	0.000	31034	0
113	366.754	50.00	101.76	0.00	5086.922	0.000	36121	0
112	416.754	50.00	96.13	0.00	4806.121	0.000	40927	0
111	466.754	50.00	89.78	0.00	4488.477	0.000	45416	0
110	516.754	50.00	85.35	0.00	4267.175	0.000	49683	0
109	566.754	50.00	70.06	0.00	3503.010	0.000	53186	0
108	616.754	50.00	63.68	0.00	3184.052	0.000	56370	0
107	666.754	50.00	76.99	0.00	3850.675	0.000	60221	0
106	716.754	50.00	85.62	0.00	4281.558	0.000	64502	0
105	766.754	50.00	92.96	0.00	4648.801	0.000	69151	0
104	816.754	50.00	110.06	0.00	5504.558	0.000	74656	0
103	866.754	50.00	117.00	0.00	5851.309	0.000	80507	0
102	916.754	50.00	96.65	0.00	4832.933	0.000	85340	0
101	966.754	50.00	72.89	0.00	3644.966	0.000	88985	0
100	1016.754	50.00	56.67	0.00	2834.086	0.000	91819	0
99	1066.754	50.00	45.40	0.00	2270.808	0.000	94090	0
98	1116.754	50.00	34.55	0.00	1727.802	0.000	95817	0
97	1166.754	50.00	61.00	0.00	3049.592	0.000	98867	0
96	1216.754	50.00	56.13	0.00	2806.077	0.000	101673	0
95	1266.754	50.00	54.92	0.00	2746.381	0.000	104420	0
94	1316.754	50.00	64.63	0.00	3232.338	0.000	107652	0

➤ Volume des déblais $V_d = 317280.6658 m^3$

?

➤ Volume des remblais $V_r = 590687.481 m^3$

CHAPTER IV

ASSINISSEMENT ET SIGNALISATION

ASSAINISSEMENT ET SIGNALISATION

IV.1.ASSAINISSEMENT

IV.1.1. Introduction

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

Les types de dégradation provoquée par les eaux sont engendrés, L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et à réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux souterraines, c'est à dire :

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

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

➤ **Pour les chaussées :**

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

➤ **Pour les talus :**

- Erosion
- Affouillements du pied de talus[12]

IV.1.2. Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux de ruissellement de surface de chaussée (danger d'aquaplaning).
- La stabilité de l'ouvrage pour toute sa durée de vie.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

IV.1.3. Assainissement de la chaussée

La détermination des dimensions des ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations, Les ouvrages sous chaussée les

plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les **dalots** et **buses** à section circulaire, Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé, Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer deux catégories :

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

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec le moins de décroûte. [12]

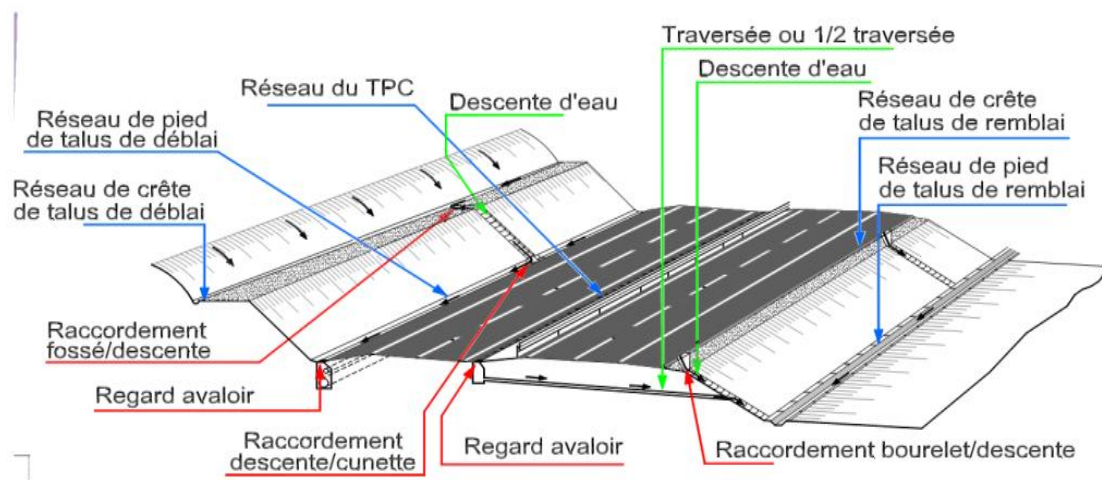


Fig IV .1: dispositif d'assainissement.

IV.2.DRAINAGE

IV.2.1. Drainage des eaux souterraines

Nécessité du drainage des eaux souterraines :

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempent la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc veiller à éviter :

- la stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- la remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

IV.2.2. Drainage des eaux superficielles

Le drainage de surface est la suppression ordonnée des excès d'eau à des canaux naturels améliorés à des fossés creusés.

a) Fossé de pied du talus de déblai :

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires, Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale. Ils seront bétonnés lorsque la

pente en profil en long dépasse les 3 %.

b) Fossé de crête de déblai :

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

c) Fossé de pied de talus de remblai :

Le fossé est, soit en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement). Ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate-forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau. [12]

d) Drain:

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

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

e) Descentes d'eau :

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

f) Bassin versant :

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

g) Collecteur principal (canalisation) :

C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collé terse cnidaires)recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

h) Chambre de visite (cheminée) :

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent ,Pour faciliter l'entretien des canalisations la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser **80 à 100m**. [12]

i) Sacs :

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui

peuvent être entraîné par les eaux superficielles.

j) Les regards :

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

- la stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- la remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

IV.2.3. Etude hydrologique et hydraulique

L'hydrologie est la science de la terre qui s'intéresse au cycle de l'eau, c'est-à-dire aux échanges entre l'atmosphère, la surface terrestre et son sous-sol.

Au titre des échanges entre l'atmosphère et la surface terrestre, l'hydrologie s'intéresse aux précipitations(pluie et neige), à la transpiration des végétaux et à l'évaporation directe de la couche terrestre superficielle et qui étudie le ruissellement, les phénomènes d'érosion, les écoulements des cours d'eau et les inondations.

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par un exutoire, on peut employer la méthode appelée la méthode de ruissellement dont nous rappelons très sommairement le principe :

$$Q_a = Q_s \dots\dots\dots(IV.1)$$

Q_a :Débit d'apport en provenance du bassin (m³/s).

Q_s :Débit d'écoulement au point de saturation (m³/s).

$$Q_a = K.C.I.A \dots\dots\dots(IV.2)$$

- Q_a en (m³/s) valable pour : I en (mm/h) ; A en (km²) ; K= 0.2778.
- Q_a en (L/s) valable pour : I en (mm/h) ; A en (ha) ; K= 2.778.

Avec :

- K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s) ;
- I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h) ;
- C : coefficient de ruissellement ;
- A : aire du bassin versant (m²).

IV.2.3.1.Coefficient de ruissellement (c)

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau qui tombe sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau -1- ci- après

Tableau IV .1: Coefficient de ruissellement

Type de chaussée	« C »	Valeurs prise
Chaussée revêtement en enrobés	0.85 à 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.35
Talus, sol perméable	0.10 à 0.30	0.25
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

IV.2.3.2. L'intensité de L'averse

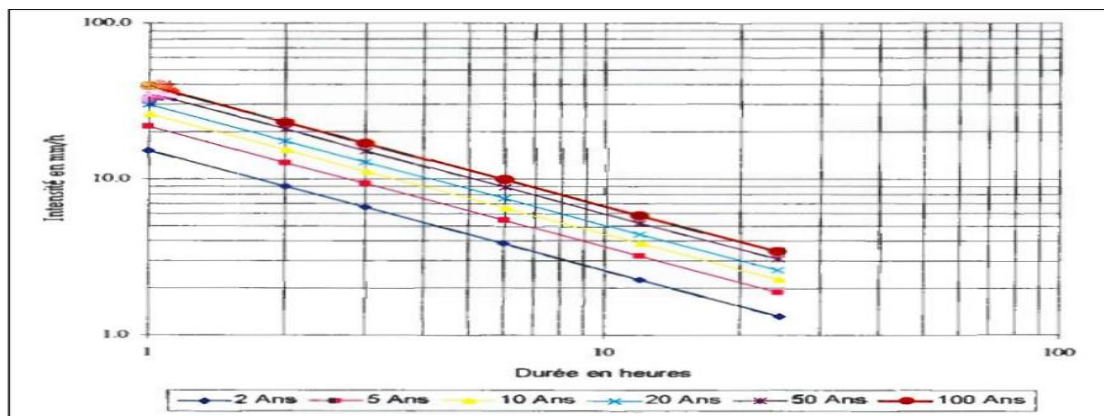
Elle est tirée à partir des graphes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) ou bien par la formule de Montana,

$$I_t: I.(TC/24)^b \dots\dots\dots (IV.3)$$

Avec :

I : l'intensité de l'averse pour une durée de 1h.

I : $P_j / 24$ et $B = b-1$

**Fig IV .2 :** Courbe Intensité-durée-fréquence.

Les courbes IDF sont construites dans un but bien précis. Elles permettent d'une part de synthétiser l'information pluviométrique au droit d'une station donnée, et d'autre part de calculer les débits du projet et d'estimer des débits de crue ainsi que la détermination des pluies de projet utilisées en modélisation hydrologique. [12]

IV.2.3.3. Temps de concentration TC

La durée de (T_c) de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration. Dépend des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi, comme suite :

Lorsque : $A < 5 \text{ km}^2$: la formule de Ventura

$$t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{A}{P}} \dots\dots\dots (IV.4)$$

Lorsque : $5\text{km}^2 < A < 25\text{km}^2$: la formule de Passini

$$t_c = 0.0108 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{P}} \dots\dots\dots (IV.5)$$

Lorsque : $25\text{ km}^2 < A < 200\text{ km}^2$:la formule de Giandothi

$$t_c = \frac{4 \times \sqrt{A}}{0.8} + \frac{1.5L}{\sqrt{H}} \dots\dots\dots (IV.6)$$

Avec:

- **T_c** : temps de concentration (heure) ;
- **A** : aire du bassin versant (km^2) ;
- **P** : pente moyenne du bassin versant (m/m) ;
- **L** : longueur de bassin versant (km) ;
- **H** : la différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

IV.2.3.4. L'intensité de la pluie

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend différentes étape de calcul qui sont :

- Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle.

Formule de « GALTON »

$$PJ(\%) = \frac{PJ}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \times e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}} \dots\dots\dots (IV.7)$$

Avec :

- **PJ** : pluie moyenne journalière.
- **C_v** : coefficient de variation climatique.
- **U** : variation de Gauss, donnée par le tableau suivant :

Tableau IV .2: Variation de Gauss

Fréquence (%)	50	20	10	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de Gauss (u)	0.00	0.84	1.28	2.05	2.37

- Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans ;
- Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans .
- Les ponts dimensionnées pour une période de retour 100 ans.

IV.2.3.5. Débit de saturation

Le débit de saturation est donné par la formule MANNING STRICKLER :

$$Q_s = S \cdot k \cdot R^{2/3} \cdot j^{1/2}$$

Avec:

- **S:** section mouillée.
- **K:** coefficient de STRICKLER
- **R:** S/P: rayon hydraulique (m).
- **J:** la pente moyenne de l'ouvrage.
- **$Q_s = K_{st} \cdot S \cdot R h^{2/3} \cdot I^{1/2}$**
 - ✓ Pour les dalots un coefficient égale à 70.
 - ✓ Pour les buses un coefficient égale à 80.

$$R = \left[\frac{Q_a \times 2\sqrt{2}}{\pi \times K_{St} \times \sqrt{J}} \right]^{\frac{3}{8}} \dots\dots\dots IV.8$$

Tableau IV .3: Valeur du coefficient de rugosité Kst.

Ouvrage d'assainissement	En terre	Buses métalliques	Maçonnerie	Béton (dalot)	Béton (buses préfabriquées)
Coefficient e rugosité K_{st}	30	40	50	70	80

IV.2.4. Calcul hydraulique des ouvrages d'art

a) Dimensionnement des buses :

Pour le dimensionnement des buses, la section et le périmètre mouillés sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :

- 75 % de la hauteur totale si $\phi \leq 1$ m
- 80 % de la hauteur totale si $\phi > 1$ m

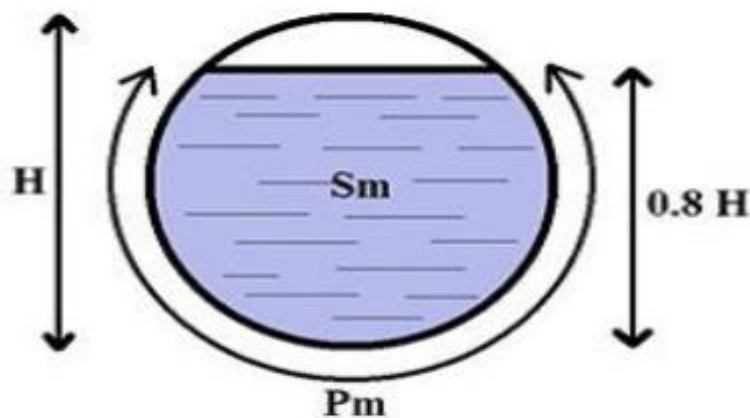


Fig IV .3: Coupe transversal d'une buse.

Avec :

S_m : surface mouillée. $S_m = (4/5) \times \pi - R^2$

P_m : périmètre mouillé. $P_m = 4/3 \pi - R$

R_h : rayon hydraulique. $R_h = 3/5 - R$

ϕ : Diamètre de la buse.

b) Dimensionnement des fossés:

La section transversale des fossés peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie son de forme trapézoïdale et triangulaire.

Le profil en travers hypothétique de fossé est donné dans la figure ci-dessous.

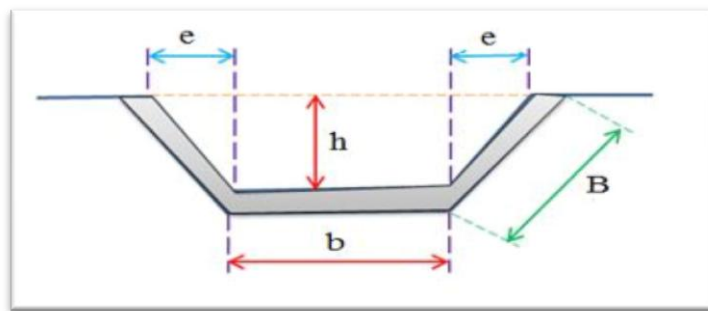


Fig IV .4: Fossé

Calcule de la surface mouillée :

$$S_m = b \times h + 2 (h^2/2)$$

$$S_m = b \times h + h^2 = h.(b+h)$$

$$S_m = h.(b+h)$$

Calcule du périmètre mouille :

$$P_m = b + 2B$$

Avec :

$$B = \sqrt{h^2 + (h^2 \times n^2)} + h \times \sqrt{1 + n^2}$$

$$P_m = b + 2 h \times \sqrt{1 + n^2}$$

Calcule le rayon hydraulique :

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + 2h \times \sqrt{1 + n^2}} \quad \dots\dots\dots \text{IV.9}$$

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation.

$$Q_s \geq Q_a$$

$$Q_s \geq Q_a \Rightarrow K_{ST} \times S_m \times R_h^{2/3} \times J^{1/2} \geq K \times C \times I_t \times A$$

$$Q_s = K_{ST} \times h \times [b + (n \times h)] \times \left[\frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + 2h \times \sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \times J^{1/2} \dots\dots\dots \text{IV.10}$$

c) Dimensionnement des dalots :

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle. Les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier.

La section et le périmètre mouillé sont calculés pour une hauteur de remplissage égale à :

- $H_r = 0.80H$ si $H \leq 2.5\text{m}$.
- $H_r = H - 0.5$ si $H > 2.5\text{m}$.

H : hauteur du dalot (m) , B : largeur du dalot (m)

- $S_m = B \times H_r$: surface mouillée.
- $P_m = (2 \times H) + B$ avec P_m : périmètre mouillée.
- $R_h = S_m / P_m$: rayon hydraulique.

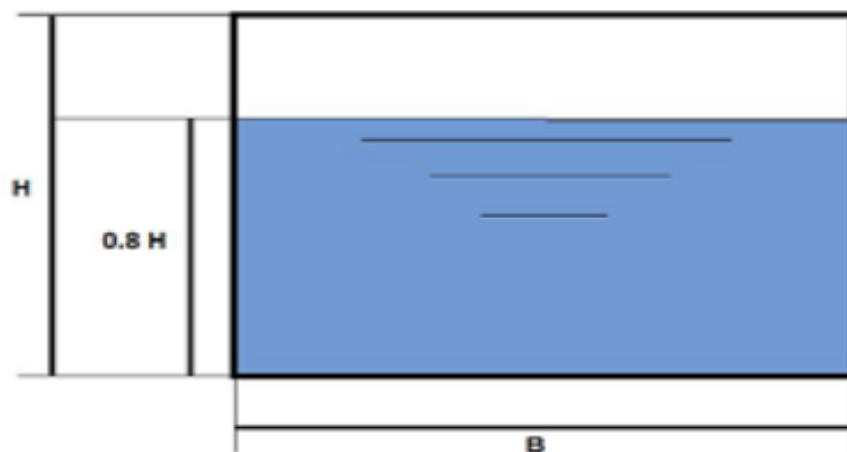


Fig IV .5: Coupe transversale d'un dalot

IV.2.5. APPLICATION DU PROJET

Tableau IV .4: Informations sur les fossés des profils en travers à gauche.

Nom	Aire (ha)	Longueur à l'axe (m)	1/2 largeur de profil (m)	Ruisselle ment (%)	Longueur d'ouvrag e (m)	Débit capable maximal (m ³ /s)	Section mouillée (m ²)	Vitesse (m/s)	Temps de concentr ation (min)	Intensité i(Tc) (mm/h)	Débit à évacuer (m ³ /s)	Débit à évacuer (succes sion) (m ³ /s)
121-77	0.76	2166.75	3.50	46	2176.65	0.123	0.22	0.56	79.80	23	0.009	0.000
77-76	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.000	0.22	0.00	0.00	0	0.000	0.000
76-75	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000
75-74	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000
74-73	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000
73-72	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000
72-71	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.159	0.22	0.72	4.37	149	0.003	0.000
71-66	0.18	250.00	7.34	27	250.12	0.216	0.22	0.97	8.04	101	0.010	0.000
66-61	0.22	250.00	8.71	25	250.19	0.280	0.22	1.26	6.89	111	0.011	0.000
61-30	2.36	1550.0	15.22	18	1550.17	0.146	0.22	0.66	49.37	32	0.026	0.000
30-29	0.13	50.00	26.22	15	50.00	0.056	0.22	0.25	6.86	112	0.005	0.000
29-28	0.13	50.00	26.24	15	50.00	0.062	0.22	0.28	6.52	115	0.005	0.000
28-19	0.76	450.00	16.79	18	457.87	0.258	0.22	1.16	10.73	84	0.024	0.000
19-18	0.02	50.00	3.65	45	50.71	0.124	0.22	0.56	4.78	141	0.002	0.000
18-10	0.14	400.00	3.50	46	401.48	0.177	0.22	0.80	12.90	75	0.010	0.000
10-7	0.10	150.00	6.56	29	150.10	0.211	0.22	0.95	6.11	120	0.006	0.000
7-1	0.19	300.00	6.26	30	300.05	0.175	0.22	0.79	10.46	85	0.009	0.000

Tableau IV .5: Informations sur les fossés des profils en travers à droite.

Nom	Aire (ha)	Longueur à l'axe (m)	1/2 largeur de profil (m)	Ruisselle ment (%)	Longueur d'ouvrag e (m)	Débit capable maximal (m ³ /s)	Section mouillée (m ²)	Vitesse (m/s)	Temps de concentr ation (min)	Intensité i(Tc) (mm/h)	Débit à évacuer (m ³ /s)	Débit à évacuer (succes sion) (m ³ /s)
121-77	0.76	2166.75	3.50	46	2156.3	0.280	0.22	1.26	36.50	38	0.038	0.000
77-76	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.000	0.22	0.00	0.00	0	0.000	0.000
76-75	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000
75-74	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000
74-73	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000
73-72	0.02	50.00	3.50	46	50.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0	0.000	0.000
72-71	0.02	50.00	3.52	46	50.00	0.156	0.22	0.70	4.39	148	0.003	0.000
71-66	0.18	250.00	7.29	28	250.11	0.224	0.22	1.01	7.87	102	0.009	0.000
66-65	0.05	50.00	9.83	23	50.00	0.069	0.22	0.31	6.14	120	0.003	0.000
65-64	0.05	50.00	9.73	23	50.00	0.030	0.22	0.13	10.30	86	0.002	0.000
64-61	0.10	150.00	6.57	29	150.18	0.284	0.22	1.28	5.31	132	0.006	0.000
61-29	2.51	1600.0	15.70	18	1600.16	0.143	0.22	0.64	51.88	31	0.026	0.000
29-19	0.85	500.00	17.07	17	493.26	0.265	0.22	1.19	11.12	82	0.026	0.000
19-18	0.02	50.00	3.66	45	49.26	0.124	0.22	0.56	4.73	142	0.002	0.000
18-10	0.14	400.00	3.50	46	398.49	0.177	0.22	0.80	12.82	75	0.010	0.000
10-8	0.06	100.00	5.57	33	100.17	0.270	0.22	1.21	4.62	144	0.006	0.000
8-1	0.23	350.00	6.53	30	350.06	0.191	0.22	0.86	10.99	83	0.010	0.000

IV.3. SIGNALISATION

IV.3.1. Introduction

La signalisation routière est un moyen de communication avec les usagers, La signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions.

- ✓ Bien signaler, c'est bien communiquer.
- ✓ Bien signaler, c'est assurer l'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de circulation, de gestion du trafic et de sécurité routière. [12]

IV.3.2. Objectifs de signalisation routière

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaines prescriptions du de la route.
- D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

IV.3.3. Critères à respecter pour les signalisations

Il est indispensable avant d'entamer la conception de la signalisation de respecter certains critères, afin que celle-ci soit bien vue, lue, et comprise :

- ✓ Homogénéité entre la géométrie de la route et la signalisation.
- ✓ Respecter les règles d'implantation.
- ✓ Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- ✓ Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- ✓ Eviter la multiplication des signaux et des super signaux, car la surabondance nuit à l'efficacité.

IV.3.4. Types de signalisation

On distingue deux types de signalisation :

- ✓ Signalisation verticale.
- ✓ Signalisation horizontale.

IV.3.4.1. Signalisation verticale

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme, Elles peuvent être classées dans quatre classes :

a) Signaux de danger :

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

b) Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.

- L'obligation.
- La fin de prescription.

c) Signaux à simple indication :

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

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

d) Signaux de position des dangers :

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain. [12]

IV.3.4.2. Signalisation horizontale

La signalisation horizontale a pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de la circulation ou à certaines catégories d'usages. Le but essentiel de ce type de signalisation est de délimiter les voies de circulation afin d'augmenter la sécurité routière, et de compléter la signalisation verticale.

a) Marquages longitudinales :

➤ **Lignes continues :**

Elles ont un caractère impératifs (non franchissables sauf du côté où elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit.

➤ **Lignes discontinues :**

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue :

- ✓ Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
- ✓ Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- ✓ Les lignes d'avertissement de ligne continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, par lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles, Le tableau ci-après donne les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues selon les normes européennes[5].

Tableau IV .6 : Caractéristique des lignes discontinues. [5]

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Rapport pleins-vides
T₁	3.00	10.00	1/3
T'₁	1.05	5.00	
T₂	3.00	3.50	1
T'₂	0.50	0.50	
T₃	3.00	1.33	3
T'₃	20.00	6.00	

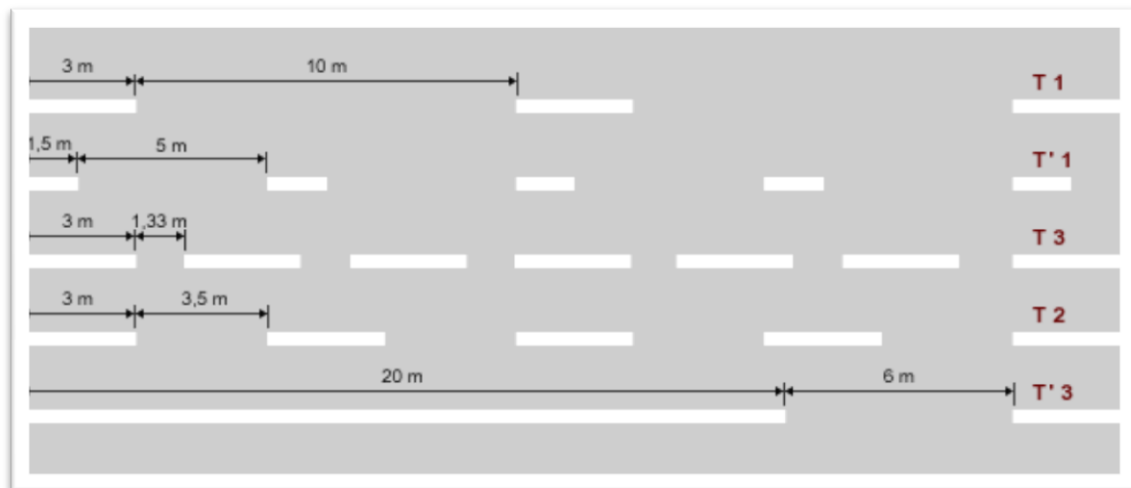


Fig IV .6: Type de modulation

✓ **Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité “ **u** ” différente selon le type de route. On adopte les valeurs suivantes pour “ **u** ”.

u = 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase Campagne.

u = 6 cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation.

u = 5 cm sur toutes les autres routes.

u = 3 cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

La valeur de “ **u** ” doit être homogène sur tout un itinéraire. En particulier, elle ne doit pas varier au passage d'un département à l'autre.

b) Marquage transversale :

- **Ligne STOP** : c'est une ligne qui oblige les usagers de marquer un arrêt et elle est continue.
- **Ligne «cédez le passage »**.

c) Autre marquage :

- **Flèche de rabattement** : Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

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



Fig IV .7: Signalisation horizontale de virage.



Fig IV .8: Signalisation horizontale

IV.3.5. Caractéristiques générales des panneaux

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'intersection ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (type E). [5]

Quelque exemple :



Fig IV .9: Panneaux de signalisation vertical

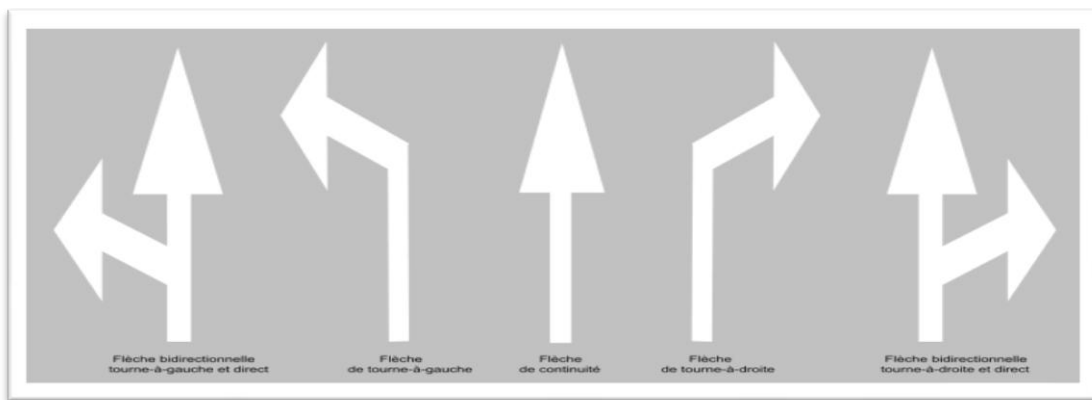


Fig IV .10: Exemple de signalisation horizontale

IV.4. Eclairage

IV.4.1. Introduction

L'éclairage joue un rôle indéniable en matière de sécurité car il doit permettre aux usagers de circuler de nuit avec une sécurité et un confort. Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement. [6]

IV.4.2. Catégories d'éclairages

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

IV.4.3. Paramètres de L'implantation des luminaires

- ✓ L'espacement (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- ✓ La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et Par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.

- ✓ La largeur (l) de la chaussée.
- ✓ Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- ✓ L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport Au bord de la chaussée.

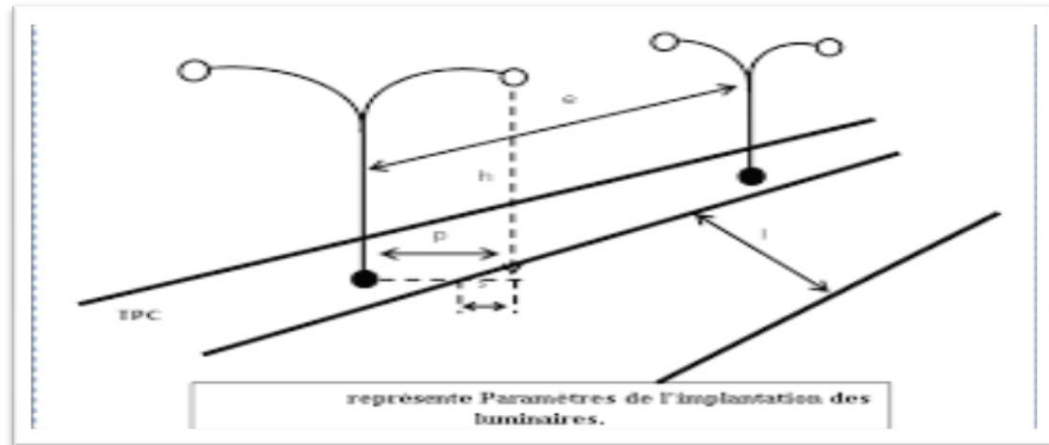


Fig IV .11: Paramètres d'implantation des luminaires[12]

IV.4. Application du projet

- **Dispositifs :**

Nous avons opté pour la mise en place des glissières en béton au niveau du T.P.C au lieu des glissières métalliques pour leur avantages en matière de sécurité routière, pour les glissières métalliques on les avaient placé sur les rives extérieur des virages.

- **Eclairage:**

On éclaire les points singuliers tels que le giratoire en plaçant en courbures des îlots centraux des foyers de l'ordre de 12 m de hauteur pour éclairer les différentes directions.

IV.6. Devis Quantitatif Estimatif

Notre travail doit être complété par l'estimation détaillé du cout du projet, pour cela on a essayé de récapituler les articles de façons hiérarchisées comme l'indique le tableau suivant :

Tableau IV .7 : Devis quantitatif estimatif

Désignation	Unité	Quantité	PU HT	Montant
Voirie				
Terrassements				
Déblais				
GC-001 Volume des déblais	M³	317280.666	400.00	126912266.40
Remblais				
GC-002 Volume des remblais	M³	590687.481	350.00	206740618.35
Terre végétale				
Décapage				
GC-176 Volume de décapage sur une épaisseur de 0.20 m	M³	40253.572	100.00	4025357.20
Matériaux de structure				
GC-005 Fourniture et mise en œuvre de BB	M³	4002.499	5300.00	21213244.70
GC-033 Fourniture et mise en œuvre de GNT	M³	15971.807	1200.00	19166168.40
GC-166 Fourniture et mise en œuvre de cdf. (1)	M³	43384.666	400.00	17353866.40
GC-188 Fourniture et mise en œuvre de B.B.M.E	M³	14702.082	3800.00	55867911.60
Surface de matériaux (enduits, pavés...)				
GC-214 Fourniture et mise en œuvre de S. Talus (1)	M²	139838.897	1400.00	195774455.80
Travaux préparatoires				
TP-001 Installation du chantier		1.000	250000000.00	250000000.00
TP-002 Signalisation provisoire du chantier		1.000	50000000.00	50000000.00
TP-003 Implantation, plan de phasage et contrôle		1.000	250000000.00	250000000.00
Ouvrage buse en buses CAO 800	MI	250	2500	625000.00
Signalisation et autre			12550232.42	12550232.42
Accotement en tuff compacte		4380	600	2628000.00
Sous-total ht :		7 852 158 777.6 Da	1 197 053 888.85 Da	
Sous-total tva :		1 539 023 120.4 Da	234 622 562.21 Da	
Sous-total ttc :		9 391 181 898.8 Da	1 431 676 451.06 Da	

CONCLUSION

Notre projet nous a été intéressant, du moment où il nous a mis en face des problèmes techniques et administratifs qu'un projet routier peut subir, et nous a fait découvrir la manière dont un projet de travaux publics en générale et celui routier en particulier se déroule. Et parce que l'exécution de ce travail ne pourrait se faire que par l'aide de certains logiciels à savoir (auto PISTE) , nous avons l'opportunité d'avoir le direct contact avec ceux-ci et de maîtriser de nouvelles technologies dans le domaine de travaux publics qui nous servira dès lors à élargir nos connaissances d'ingénieur.

L'objectif de cette étude était de proposer et de concevoir un projet de contournement de la commune de HASSI BAHBAH qui rentre dans le cadre du grand projet de dédoublement de la route nationale RN1 reliant Djelfa à Ain Oussera. C'est pourquoi Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, directives et recommandations liés au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route

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.

Dans cette étude nous avons passé par plusieurs phases, on a commencé par l'étude de géométrie (tracé en plan, profil en long, profil en travers), puis le dimensionnement de la chaussée et l'étude hydrologique, puis on a finalisé par l'assainissement du projet a été menée pour l'évacuation et le rejet des eaux pluviales loin de l'ouvrage, la signalisation et l'éclairage.

Nous retiendrons que ce projet de fin d'études nous a offert la possibilité de cerner les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier de grande ampleur et de franchir un grand pas vers la vie professionnelle.

- [1] : wikipedia
- [2] : **B40** (normes techniques d'aménagement des routes).
- [3] : Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (**CTTP**).
- [4] : **I.C.T.A.R.N** (instruction sur les conditions techniques d'aménagement des routes nationales avril 1970).
- [5] : **ARP** (aménagement des routes principales).
- [6] : SETRA (service d'études techniques des routes et autoroutes).
- [7] : Le rapport géotechnique donné par la DTP de la wilaya de Djelfa .
- [8] : Le rapport de calcul de trafic sur les routes de la wilaya de Djelfa .
- [9] : Cours de routes 4^{eme} et 5^{eme} année de ENTP.
- [10] : Cours de routes de 1^{ere} année Master de M^t Bederina.
- [11] : RABHI, K et HAMMAR, H et HEFRAOUI, A. Mémoire Aménagement en axe autoroutier de la RN25 sur un linéaire de 3 Km avec échangeur. mémoire d'ingénieur. 2012, pp 37-55.
- [12] : HARFOUCHE, A et BELAMRI, A. Mémoire étude de la liaison routière RN46-el Hamel-Msila sur 07 km. mémoire d'ingénieur. 2018.
- [13] : cours de autopiste M^t A. DERRADJI.
- [14] : <https://www.geo-media.com/solutions/logiciel-autopiste>
- [15] : Ziregue, S et Hadj Hacene, M. étude du contournement de la localité d'EL FASFSA (sp6) sur la RN23 entre pk376 et pk382. mémoire d'ingénieur. 2018.