

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

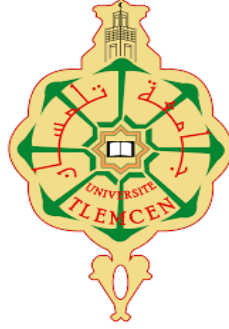
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubekr Belkaid -Tlemcen-

Faculté de Technologie



Mémoire

Pour l'obtention du **diplôme de Master**

En : **travaux publics**

Spécialité **voies et ouvrages d'arts**

Présenté par : **HAMIDI Imene** et **BENZAGHOU Anes**

Sujet

**Analyse multicritère pour la recherche d'un tracé optimal
liaison. Ghazaouet- Sidna youcha sur un linéaire de 5Kms**

Soutenu publiquement le / / devant le jury composé de :

Mr. BENAMAR Abderrahmane

Université de Tlemcen

Président

Mr. HAMZAOUI Fethi

Université de Tlemcen

Examineur

Mr. CHERIF BENMOUSSA Med Yazid

Université de Tlemcen

Encadreur

Année universitaire : 2023 /2024

Remerciements

Au début nous remercions ALLAH de nous avoir donné la volonté et le courage et aussi la patience de faire et d'entreprendre ce travail.

Nous tenons à remercier notre encadrant

*Mr. **CHERIF BENMOUSSA MOHAMED YAZID** pour son accompagnement qui a été précieux. Nous avons beaucoup appris grâce à vous. Vous nous avez permis d'acquérir de nouvelle connaissance et de progresser dans notre travail de recherche. Nous sommes profondément reconnaissants de tout ce que vous avez fait pour nous. Nous avons été très chanceux d'avoir un encadreur aussi compétent et dévoué.*

Notre gratitude va également aux membres du jury de bien vouloir consacrer une bonne partie de leurs temps pour examiner et apprécier ce travail :

*A Mr **BENAMAR ABDERAHMANE**, nous sommes honorés d'avoir accepté de présider ce jury. Vos compétences professionnelles incontestables, vous valent le respect de tous.*

*Nous tenons à remercier Mr **HAMZAOUI FETHI**, d'avoir accepté d'être examinateur de ce mémoire et de l'enrichir par vos propositions et remarques, soyez assuré de notre estime et de notre admiration.*

*A Mr **TAGMI MOHAMED**, nous vous remercions pour votre aide et votre soutien inconditionnel et pour votre temps et disponibilité*

Nos remerciements vont aussi à nos familles et à nos amis pour leurs encouragements

Nous remercions aussi tous les enseignants et le personnel de l'université Abou Bakr Belkaid Faculté de technologie. Toute notre gratitude va à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

H. Imene & B. Anes

Dédicaces

Je remercie avant tout le bon Dieu qui m'a donnée le courage, l'inspiration et la patience pour mener à bien ce modeste travail.

Je dédie ce travail à :

A mon encadrant Monsieur CHERIF BENMOUSSA pour ses conseils précieux.

A ma chère maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mon cher papa pour son amour et son dévouement.

A ma chère sœur kamila et mes chers frères Kheir-Eddine et Abdesamad

A ma chère tante khalida, qui a toujours été à mes coté depuis mon premier jour d'école

A toute ma famille et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

A mon binôme Anes.

A mes chers amis : Nadir, Selma, Bouchra, Sarra, Meriem, Abed, Abdou, Aymen.

A tous les camarades de la promotion M2 VOA.

H. Imane

Dédicace s

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Je remercie Mr CHERIF BENMOUSSA pour son encadrement, sa rigueur scientifique et ses connaissances qui ont permis d'accomplir ce travail, ainsi que pour ses encouragements.

Mes très chers parents, votre courage, vos sacrifices ont été pour moi le meilleur soutien durant ce long parcours, veuillez trouver dans ce travail une grande reconnaissance pour ce que vous avez entrepris à mon égard, et un fruit de toutes vos prières et vos efforts.

A mes chères sœurs Wafaa et Meriem, à ma nièce Razane et mon neveu Rayane.

A toute ma famille.

A mon binôme Hamidi Imane

A mes collègues de master 1 VOA

A ma promotion de master 2 VOA.

A mes chers amis Meriem, Sara, Abderrahim, Aissam, Riad, Amine, Houssine, Ilyes, Imad, Djawed, Zaki

A mes enseignants du département de génie civil.

A toutes personnes qui me soutiennent de loin ou de prés.

B. Anes

Résumé

La route reliant la ville de Ghazaouet à Dar Yaghmouracene est actuellement en phase de saturation. Vu l'importance et la composition de trafic, notamment les poids lourds qui provoquant une congestion routière et ralentissant la circulation des véhicules en provenance du port de Ghazaouet devenu récemment port commercial, qui nécessite la création d'une déviation afin d'absorber le débit du trafic.

L'étude envisagée concerne la liaison assurant le transfert d'une grande partie du trafic circulant entre la route nationale RN 98 et le Chemin de Wilaya CW 102. D'une part et d'autre part la création de zone d'extension touristique « ZET » initié par le ministère du tourisme.

L'analyse multi critère pour l'évaluation des tracés est un processus systématique qui prend en compte divers critères afin de choisir un tracé optimal pour un projet d'infrastructure routière.

L'analyse multicritère est une méthode visant à évaluer un projet en réalisant un bilan des impacts dans les domaines économiques, social, environnemental .afin de prendre des décisions et d'optimiser une solution.

Notre projet de fin d'étude consiste en l'étude d'un nouveau tracé sur 5 km, en tenant compte de la réglementation appliquée en Algérie « études générales techniques et économiques des aménagements routiers » normes techniques algériennes B40.

Mots clés : Analyse multicritère, projet routier, variante, critère, impact.

Abstract

The road linking the town of Ghazaouet to Dar Yaghmouracene is currently in the saturation phase. Given the importance and composition of traffic, in particular heavy goods vehicles which cause road congestion and slow down the circulation of vehicles coming from the port of Ghazaouet which has recently become a commercial port, which requires the creation of a diversion in order to absorb the traffic flow.

The planned study concerns the link ensuring the transfer of a large part of the traffic circulating between the national road RN 98 and the Wilaya Road CW 102. On the one hand and on the other hand the creation of a tourist extension zone " ZET" initiated by the Ministry of Tourism.

Multi-criteria analysis for route evaluation is a systematic process that takes into account various criteria in order to choose an optimal route for a road infrastructure project.

Multi-criteria analysis is a method aimed at evaluating a project by carrying out an assessment of the impacts in the economic, social and environmental fields in order to make decisions and optimize a solution.

Our end-of-study project consists of the study of a new route over 5 km, taking into account the regulations applied in Algeria "general technical and economic studies of road developments" Algerian technical standards B40.

Key words: Multi-criteria analysis, road project, variant, criterion, impact.

ملخص

الطريق الرابط بين مدينة الغزوات ودار يغمراسن حاليا في مرحلة التشبع. ونظرا لأهمية وتركيبية حركة المرور، خاصة مركبات البضائع الثقيلة التي تسبب ازدحاما في الطرق وإبطاء حركة المركبات القادمة من ميناء الغزوات الذي تحول مؤخرا إلى ميناء تجاري، الأمر الذي يتطلب إحداث تحويلة من أجل استيعاب تدفق حركة المرور

وتتعلق الدراسة المخطط لها بالربط الذي يضمن نقل جزء كبير من حركة المرور بين الطريق الوطني 98 وطريق الولاية 102. ومن جهة أخرى، إحداث منطقة الإرشاد السياحي التي بادرت بها وزارة السياحة

يعد التحليل متعدد المعايير لتقييم المسار عملية منهجية تأخذ في الاعتبار معايير مختلفة من أجل اختيار المسار الأمثل لمشروع البنية التحتية للطرق

التحليل متعدد المعايير هو أسلوب يهدف إلى تقييم المشروع من خلال إجراء تقييم للأثار في المجالات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية من أجل اتخاذ القرارات وتحسين الحل

مشروعا النهائي للدراسة يتكون من دراسة طريق جديد على مسافة 5 كلم مع مراعاة الأنظمة المطبقة في الجزائر "الدراسات الفنية والاقتصادية العامة لتطوير الطرق" المعايير الفنية الجزائرية 40

الكلمات المفتاحية: التحليل متعدد المعايير، مشروع الطريق، البديل، المعيار، الأثر

Sommaire

Résumé.....	I
Abstract	II
ملخص.....	III

Introduction générale	2
-----------------------------	---

CHAPITRE I : Présentation du projet

I. Préambule	4
II. Problématique.....	4
III. Situation géographique et administrative du projet.....	4
III.1 .La composition administrative de la daïra de Ghazaouet.....	4
III.2.Présentation de la daïra de Honaine.....	4
III.3. La RN 98	5
III.4. Situation du projet.....	5
IV. Réseau routier	5
V. Présentation du projet	6
VI. L'objectif du projet	6
VII.Les étapes du projet routier.....	7
VII.1. PHASE A : Etudes préliminaires.....	7
VII.2. PHASE B : Etude d'avant-projet sommaire	7
VII.2.1. Etudes techniques	8
1. levé topographiques	8
2. Etude du trafic	8
VII.3.PHASE C : Etude d'avant-projet détaillée	8
VII.3.1.Etude Géotechnique	8
1. Programme géotechnique et pilotage du laboratoire	8
2. Analyse géotechnique	8
VII.3.2.Le profil en long	9
VII.3.3.Profil en travers	9
VII.4. Etude préalable d'infrastructure routière	9
VII.5. Les études d'avant-projet	10
VII.6.L'étude de projet	10
VIII. Conclusion	10

CHAPITRE II : Critère d'évaluation d'un tracé optimal routier

I. Préambule	12
--------------------	----

II. Objectifs	12
III. Les critères du choix d'une analyse multicritère	13
III.1. Premier critère : Environnement	13
1. Préambule	13
2. Description d'une étude d'impact	14
3. L'objectif d'une étude d'impact sur l'environnement	14
4. Impact des routes sur l'environnement.....	14
5. Les impacts du projet routier sur l'environnement	14
5.1. Impact sur la santé	14
5.2. Impact sur l'eau	15
5.3. Impact sur la faune et la flore	15
5.4. Impact sur le bruit	15
5.5. impact sur le milieu physique	15
6. l'aménagement paysager	16
III.2. Deuxième critère: Satisfaction de l'utilisateur	16
1. Préambule	16
2. Niveau de satisfaction de l'utilisateur relatif au temps de parcours et au temps de trajet.....	16
3. Les différents facteurs de variation de satisfaction d'utilisateur pour un nouveau tracé	16
3.1. Accessibilité	16
3.2. Temps de déplacements	16
3.3. Confort de conduite	16
3.4. Sécurité routière	16
4. L'importance de confort dans un projet routier	17
4.1. Confort acoustique	17
4.2. Confort visuel	17
4.3. Confort climatique	17
5. Conclusion.....	17
III.3 Troisième critère: Sécurité	17
1. Préambule	17
2. Approche systémique	17
2.1. Approche systémique	17
3. Les enjeux de la sécurité routière liés à la politique des infrastructures	19
3.1. Rôle de l'infrastructure dans le système Véhicule, infrastructure Conducteur	19
3.2. Evaluation du niveau de sécurité offert par l'infrastructure	19
4. Sécurité des usagers	19
4.1. Identification et appréciation des zones de conflits potentiels	20
4.2. Visibilité et lisibilité	20
III.4 Quatrième critère : Continuité d'itinéraire	21
1. Préambule	21
2. Les étapes à suivre pour assurer la continuité d'itinéraire routier	21
2.1. Analyse de l'itinéraire existant	21
2.2. Identification des besoins et des objectifs	22
2.3. Planification des solutions	22
2.4. Mise en œuvre des mesures	22
2.5. Suivi et évaluation	22

3. Tracé de l'itinéraire	22
3.1. Généralités	22
3.2. Méthode de calcul d'un itinéraire	22
4. L'itinéraire	23
4.1. Mécanismes de perception d'une description d'itinéraire	23
4.2. Identifier les pistes d'actions permettant de rendre la route plus sûre	23
4.3. Maintenir la cohérence de l'itinéraire	23
4.4. Description de l'itinéraire	23
III.5 Cinquième critère : Emploi	
1. Préambule	24
2. Impact du projet routier sur la création d'emploi	24
2.1. Emplois directs dans la construction	24
2.2. Emplois indirects dans les industries connexes	24
2.3. Emploi dans les services lié à la route	24
2.4. Emploi dans le secteur du transport	24
2.5. Emplois liés au Développement Immobilier	25
2.6. Emplois indirects dans le commerce local	25
3. Conclusion	25
III.6 Sixième critère 6: Impact sur les autres modes de transport	
1. Définition	25
2. Concurrence	25
2.1. Le transport de marchandises	25
2.2. Le transport de voyageurs	25
3. Modification des habitudes de déplacement	25
3.1. Transports en commun	26
3.2. Covoiturage	26
4. Les facteurs de choix chez un usager	26
5. Compétition pour les passagers	26
6. Augmentation du trafic routier	26
6.1. Facteur affectant la conception des routes	26
6.2. Débit de circulation	26
6.3. La congestion routière	26
7. Réduction de la charge sur les routes existantes	27
7.1. Déviation du trafic principal	27
7.2. Gestion de la demande	27
8. Impact sur les transports en commun	27
9. Conclusion	27
III.7. Septième critère: Caractère exceptionnel de l'état initial de la route	
1. Définition	27
2. Analyse de l'état initial du site	28
3. Caractéristiques géométriques des routes	28
III.8. Huitième critère : Aménagement du territoire et développement régional	
1. Préambule	29
2. Impact du projet routier sur l'Aménagement du territoire et développement régional...	29
3. Les impacts économiques du réseau routier sur un pays	29

4. Conclusion	29
IV. Conclusion	30

CHAPITRE III : Analyse et choix du tracé

I. Préambule	32
II. Les variantes proposées	32
II.1. Variante 1	33
II.2. Variante 2	34
II.3. Variante 3	34
III. Bilan des variantes et choix du tracé	34
III.1. Méthode adoptée	34
III.2. Résultats de l'analyse multicritère	35
III.3. Choix du tracé	35
IV. Conclusion	36

CHAPITRE IV : Caractéristique géométriques

I. Préambule	38
I.1. Classification des routes	38
I.2. Catégorie selon les normes Algérienne B40	38
I.3. Environnement de la route	38
I.4. Différents types de trafics	40
I.5. Calcul de la capacité	40
I.6. La détermination du nombre des voies	41
I.6.1. Calcul de Trafic à l'horizon (TJMA)	41
I.6.2. Calcul du trafic effectif	41
I.6.3. Débit de pointe horaire normal	41
I.6.4. Débit horaire admissible	42
I.6.5. Détermination du nombre des voies	43
1. Les données du trafic	43
2. Projection future du trafic	43
3. Calcul de trafic effectif	44
4. Débit de pointe à l'année 2044	44
5. Débit admissible	44
6. Nombre de voies du profil en travers	44
II. Tracé en plan	45
II.1. Définition	45
II.2. Vitesse de référence	45
II.3. Paramètre cinématique	45
II.3.1. Temps de perception- réactions	45
II.3.2. Distance minimale de freinage	46
II.3.3. Distance d'arrêt	46
II.3.4. Distance de sécurité entre deux véhicules	47
II.4. Distance de visibilité de dépassement et manœuvre de dépassement	48
II.4.1. Distance de visibilité de dépassement minimale d_m	48

II.4.2. Distance de visibilité de dépassement normale d_N	48
II.4.3. Distance de visibilité de manœuvre de dépassement d_{Md}	48
II.5. Les éléments d'un tracé en plan	49
II.5.1. Alignement droit.....	50
II.5.2. Devers en alignement droit	50
II.5.3. Arc en cercle	50
II.5.4. Courbe de raccordement	54
III. Profil en long	
III.1. Définition	58
III.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long	58
III.3.les éléments de composition du profil en long	58
III.3.1.Déclivité	59
III.3.2. Raccordement verticaux	49
IV. Profil en travers	
IV.1.Définition	62
IV.1.1.Emprise Assiette Plate-forme	62
IV.1.2.Chaussée - Accotements Bande d'arrêt	63
IV.1.3.Règles d'emploi	63
IV.2.Différents types de profil en travers	64
IV.2.1.Profil en travers type	64
IV.2.2.Profil en travers courants	64
IV.3. Dimensionnement	65
IV.3.1.Généralités 65	
IV.3.2.Détermination pratique de la largeur des chaussées en rase campagne.....	65
V. Dimensionnement du corps de chaussée	
V.1. Définition de la chaussée	66
V.2.principale méthode de dimensionnement	67
V.2.1.La méthode CBR	67
VI. Conclusion	69
Conclusion générale	70
Annexe	71
Références Bibliographiques	73

Listes des figures

Chapitre I

FIG.I.1. LA ROUTE NATIONAL 98.....	5
FIG.I. 2. CARTE DU RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE TLEMEN 6	6

Chapitre II

FIG. II. 1. APPROCHES SYSTEMIQUES DANS L'ANALYSE DE LA SECURITE.....	18
FIG. II. 2. ITINERAIRE DE LA CONDUITE DE CHEMIN DE POINT A AU POINT B	21

Chapitre III

FIG. III. 1. LES VARIANTES	32
----------------------------------	----

Chapitre IV

FIG. IV. 1. DISTANCE D'ARRET	47
FIG. IV. 2. L'ESPACEMENT ENTRE DEUX VEHICULES	47
FIG. IV. 3. LES ELEMENTS D'UN TRACE EN PLAN	49
FIG. IV. 4. LA FORCE CENTRIFUGE [43]	51
FIG. IV. 5. ÉLEMENT DE LA CLOTHOÏDES. [43].....	54
FIG. IV. 6. SCHEMA MONTRANT ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS.....	62
FIG. IV. 7. PROFIL EN TRAVERS TYPE : CHAUSSEE BIDIRECTIONNELLE	63
FIG. IV. 8. PROFIL EN TRAVERS MIXTE.....	64
FIG. IV. 9. PROFIL EN TRAVERS REMBLAI.....	64
FIG. IV. 10. PROFIL EN TRAVERS DEBLAI	64
FIG. IV. 11. LES DIFFERENTES COUCHES DE CHAUSSEE.....	66

Annexe

A. 1. PROFIL COMBINE	71
A. 2. PROFIL EN LONG.....	71
A. 3. PROFIL EN TRAVERS DU PROJET ETUDIE DE 1KM	72

Liste des tableaux

Chapitre I

TAB.I. 1. LONGUEUR DE RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE TLEMCCEN.....	5
--------------------------------------------------------------------	---

Chapitre II

TAB. II. 1. NOTATION DES NIVEAUX DU CRITERE	13
---------------------------------------------------	----

Chapitre III

TAB. III. 1. TABLEAU DU CHOIX DE CRITERE	35
------------------------------------------------	----

Chapitre IV

TAB.IV. 1. CLASSIFICATION DU RELIEF EN FONCTION DE LA DENIVELEE SELON B40. [32]	39
TAB.IV. 2. LA SINUSITE MOYENNE. SELON B40. [32].....	39
TAB.IV. 3. CLASSIFICATION DE LA SINUSITE MOYENNE. SELON B40[32].....	40
TAB.IV. 4. VALEUR DES COEFFICIENTS K1 [33]	42
TAB.IV. 5. VALEUR DES COEFFICIENTS K2 [33]	42
TAB.IV. 6. VALEURS DE CAPACITE THEORIQUE DU PROFIL EN TRAVERS EN REGIME STABLE « Cth » [33]	42
TAB.IV. 7. LES DONNEES DU TRAFIC	43
TAB.IV. 8. TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS DU TRAFIC	44
TAB.IV. 9. VALEUR DE LA VITESSE DE REFERENCE (V). [37]	45
TAB.IV. 10. LE TEMPS NECESSAIRE POUR LA PRISE DE DECISION DE FREINAGE SELON B40. [38]	45
TAB.IV. 11. COEFFICIENT DE FROTTEMENT LONGITUDINAL SELON B40. [39]	46
TAB.IV. 12. LA DISTANCE D'ARRET SELON B40. [40].....	46
TAB.IV. 13. VALEURS DE LA DISTANCE DE LA MANŒUVRE DE DEPASSEMENT SELON B40. [40].....	48
TAB.IV. 14. TABLEAU RECAPITULATIF DES PARAMETRES CINEMATQUES	49
TAB.IV. 15. LE DEVERS SELON B40. [39].....	50
TAB.IV. 16. COEFFICIENT DE FROTTEMENT TRANSVERSAL SELON B40. [39].....	51
TAB.IV. 17. TABLEAU RECAPITULATIF DES RAYONS DU TRACE EN PLAN.....	53
TAB.IV. 18. TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS DES PARAMETRES DE CLOTHOÏDE	57
TAB.IV. 19. DECLIVITE MAXIMALE SELON B40. [42]	59
TAB.IV. 20. TABLEAU RECAPITULATIF DES RAYONS DU PROFIL EN LONG.....	61
TAB.IV. 21. TABLEAU RECAPITULATIF	61

Introduction générale

Introduction

Le réseau routier occupe une place stratégique dans le mode de transport, puisqu'il supporte un volume important de transport de marchandises et des voyageurs.

C'est par conséquent un élément fondamental ou le développement du pays.

L'importance du trafic lourd ainsi que sa composition transite par la ville de Ghazaouet. Nous a mené à chercher une solution optimal pour permettre de répondre aux contraintes exigées, et de proposer des solutions qui seront économiquement rentable qui puisse satisfaire aux attentes, ce qui nous pousse à examiner l'évitement de la ville pour permette aux poids lourds d'éviter l'agglomération.

Le but essentiel de notre projet est de créer une liaison assurant le confort et la sécurité aux usagers et transféré une grande partie du trafic circulant sur la RN 98 en utilise la méthode d'analyse multicritère pour le choix des variantes de ce nouveau tracé. Ce dernier procure, aux projeteurs routiers qu'ils soient ingénieurs civils particulièrement ou manager généralement, des outils de travail lui permettant de réaliser une infrastructure routière de qualité, durable et qui est acceptée par tous.

L'importante des poids lourds et l'évolution du trafic nous a mené à chercher une solution appropriée permet de répondre aux contraintes exigées.

Notre projet de fin d'études s'inscrit dans le cadre de la réalisation d'un nouveau tracé allons de Ghazaouet vers Sidna Youcha sur 5km. Après la présentation du projet, nous avons examiné les différents critères.

Enfin pour le quatrième chapitre on a fait une application de cette théorie dans le cadre de développement du réseau routier de la wilaya de Tlemcen « étude d'avant-projet de nouveau tracé entre Ghazaouet et Sidna Youcha ».

Chapitre I:

Présentation du projet

I. Préambule

Le projet de nouveau tracé entre la ville de Ghazaouet et Sidna youcha initié par la direction de tourisme de la wilaya de Tlemcen comme maitre d'ouvrage et la DTP maitre d'ouvrage délégué.

Le but essentiel de ce projet est de créer une liaison entre la ville de Ghazaouet et Sidna youcha.

Cette étude avec plusieurs variantes peut améliorer l'accessibilité pour les touristes développer ainsi l'industrie touristique locale et nationale. Cela peut générer des revenus, créer des emplois et stimuler le développement des infrastructures touristiques.

II. Problématique

Un nouveau tracé de route est prévu pour relier la localité de Sidna Youcha, Dar Yaghmouracene à la ville de Ghazaouet pour réduire le trafic et la circulation sur la RN 98 qui subit une circulation saturée notamment les poids lourds se dirigeant vers le port de Ghazaouet et les principales installations de la région, et pour réduire le nombre d'accident qui se produit en raison de l'importance du trafic dans la zone.

En déviant une partie du trafic hors de l'agglomération urbaine, cela peut contribuer à réduire la congestion routière, ce qui améliore la fluidité du trafic.

Ce nouveau tracé permet aux usagers de la route d'économiser du temps et de réduire leur consommation de carburant.

III. Situation géographique et administrative du projet

III.1. Composition administratif de la daïra de Ghazaouet

Ghazaouet est une daïra de la wilaya de Tlemcen proche de la frontière algéro-marocain. C'est une ville portuaire de la rive sud-ouest de la mer méditerranée.

Le territoire de la ville de Ghazaouet se situe à 72 Km au nord-ouest de Tlemcen à 50 km au nord de Maghnia et à 170km d'Oran.

La population est estimée à 50000 habitant cette ville est connue par ces activités halieutiques et se dispose d'un port de pêche et de plaisance, elle devenue le port de Tlemcen. La ville est surtout industrialisée, elle compte plusieurs unités de salaison du poisson, une unité céramique, et une usine d'électrolyse du zinc. [2]

III.2. Présentation de la Daïra de Honaine

Honaine est une commune de la wilaya de Tlemcen, située à l'extrême nord-ouest de l'Algérie, à 60 km au nord-ouest de Tlemcen et à 120 km à l'ouest de Sidi Bel Abbés.

Honaine est une ville portuaire de la rive sud-ouest de la mer Méditerranée. Elle est située au nord du massif des Trara. Son port est abrité par le cap Nouh, l'arrière-pays, très montagneux est dominé par le djebel Tadjera. [2]

III.3. La Route nationale 98

La route nationale 98 (RN98) est une route nationale dans la wilaya de Tlemcen, reliant Tlemcen au port de Ghazaouet sur une soixantaine de kilomètres.

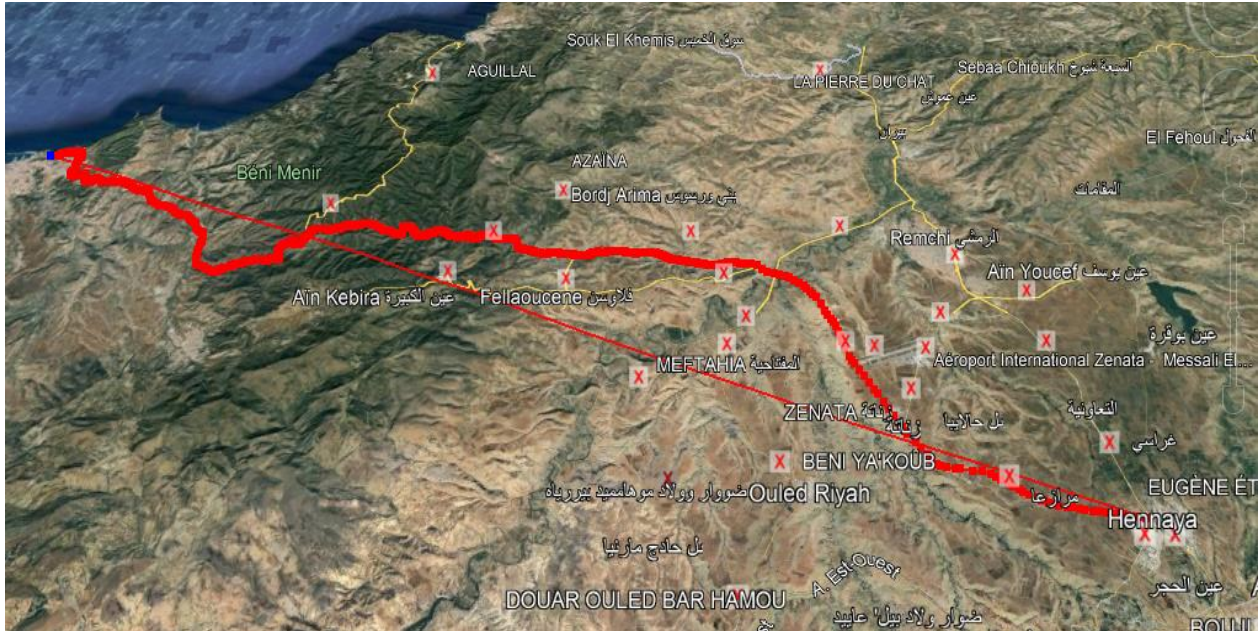


Fig.I.1. La route nationale 98

III.4. Situation du projet

Le projet se situe entre la ville de Ghazaouet et Sidna youcha « Dar Yaghmouracene ».[2]

IV. Réseau routier

Le réseau routier c'est l'ensemble des infrastructures permettant le déplacement des véhicules.

Autoroutes : La ville est également connectée au réseau autoroutier algérien. L'autoroute Est-Ouest (A1) passe par Tlemcen, offrant une liaison rapide vers d'autres régions du pays.[1]

DÉSIGNATION	Linaire (Km)
* AUTOROUTE EST -OUEST	100
* ROUTES NATIONALES	764
* CHEMINS DE WILAYA	1198
* CHEMINS COMMUNAUX	2109
*Total	4171

Tab. I. 1. Longueur de réseau routier de la wilaya de Tlemcen



Fig.I.2 : Carte du réseau routier de la wilaya de Tlemcen

V. Présentation du projet

Le projet consiste en une analyse multi critère pour la recherche d'un tracé optimal liaison Ghazaouet Sidna youcha sur un linéaire de 5Km.

VI.L'objectif du projet

Le but essentiel de notre projet est de créer une liaison assurant le confort et la sécurité aux usagers.

Par ailleurs ce nouveau tracé aura des influences certaines sur l'aspect touristique, économique, environnemental et social de la région. On citera les points suivants :

- Faciliter l'accès à la zone touristique en améliorant l'infrastructure routière.
- Les frais d'exploitations : économie sur la consommation des carburants.
- Réduction de temps de parcours.
- Assurance de la sécurité et le confort de l'utilisateur de la route: ces facteurs sont assurés par la fluidité du trafic et la suppression des points noirs "réductions des accidents" en particulier pendant les périodes estivales.
- facilitation d'accès aux ports de pêche et de plaisance: La construction d'une nouvelle route peut faciliter l'accès aux ressources marines, telles que la pêche et l'aquaculture. Cela peut soutenir les communautés locales dépendantes de ces activités économiques.

VII. Les étapes du projet routier

Une route, en tant qu'infrastructure, est conçue pour atteindre des objectifs spécifiques, mais elle engendre également des coûts et des impacts environnementaux.

Chaque projet routier peut avoir des caractéristiques spécifiques en fonction de la région, de la complexité et des exigences locales de la topographie.

Au cours de l'élaboration d'un projet routier, plusieurs étapes importantes se succèdent depuis l'engagement des premières réflexions jusqu'à l'achèvement de l'étude.[4]

VII.1.PHASE A : ETUDE PRELIMINAIRE

L'objectif principal de l'étude préliminaire est de rechercher un tracé optimal après une comparaison d'où au moins 3 variantes. Cette comparaison tient compte d'une étude de faisabilité, étude technico économique qui permettra au maître d'ouvrage de se prononcer sur la solution optimale.

VII.2.PHASE B : ETUDES D'AVANT PROJET SOMMAIRE

L'objectif de cette étude est d'évaluer les différentes variantes de tracé ; nous avons proposés trois variantes en vue d'examiner et de fixer la variante répondant à l'exigence du cahier des charges imposé par le maître d'ouvrage, tenant compte de plusieurs critères permettant de justifier ce choix Sur la base de tracé de l'étude préliminaire.

Les critères sont :

- 1) Environnement
- 2) Sécurité
- 3) Satisfaction de l'utilisateur
- 4) Amélioration fonctionnement de l'agglomération
- 5) Continuité d'itinéraire
- 6) Impact sur les autres modes de transport
- 7) Caractère exceptionnel de l'état initial
- 8) Emploi
- 9) Réduction de la dépendance énergétique
- 10) Aménagement du territoire et développement régional
- 11) Coûts

Le maître d'œuvre exécutera pour la phase des études d'Avant-Projet Sommaire les prestations suivantes:

1. lever topographique
2. profil en long
3. profil en travers type « déblai, remblai, mixte »
4. Topographie « route et ouvrage », géologie.
5. Comparaison technique – économiques des variantes,

VII.2.1. Etudes techniques

1. levé topographiques

Le levé topographique comprendra la polygonale principale et sera établi à l'échelle 1/1000. Il prendra en compte tous les détails existants sur l'assiette du profil en travers qui englobe la chaussée existante et une distance maximale de 20 m (10 m de part et d'autre de la piste à projeter).

La polygonale principale doit être implantée indépendamment de la polygonale secondaire en des endroits protégés et où il n'y a aucun risque de déperdition.

Cette polygonale doit être matérialisée par des piquets scellés en béton construit à l'aide d'un moule cubique de 25 cm d'arête.

Le nivellement des points de la polygonale principale doit se faire à l'aide d'un niveau au lieu d'une distance mètre afin de déterminer l'altimétrie avec une grande précision.

2. Etude du trafic

L'étude de trafic entamée lors de l'élaboration des études préliminaires sera affinée au fur et à mesure de l'avancement des études. Le maître d'œuvre est tenu de présenter à l'Administration l'approche que compte mettre en place pour l'exécution de cette prestation et ce en tenant compte des différentes phases de l'étude (phase préliminaire, phase APS et phase APD).

VII.3. PHASE C : ETUDES D'AVANT PROJET DETAILLE

Objectifs de l'étude d'avant-projet détaillé:

La deuxième mission consiste en l'étude d'avant-projet détaillée du choix de la variante ou de tracé définitif optimale. Ce choix devra tenir du terrain naturel.

Le contenu de l'étude d'avant-projet détaillé :

- TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES
- ETUDES DU TRACE
- ETUDE DES OUVRAGES D'ART
- ETUDE GEOTECHNIQUE

VII.3.1. Etude Géotechnique

1. Programme géotechnique et pilotage du laboratoire:

Le Programme de reconnaissance géotechnique doit être établi à l'échelle du tracé en plan (1/1000) et doit comporter toutes les indications concernant les essais à effectuer par le laboratoire.

Il doit être remis au Contractant pour son approbation.

Le Bureau d'études est tenu de piloter le laboratoire lors des investigations géotechniques.

2. Analyse géotechnique :

Elle permettra au Bureau d'études d'exploiter et d'analyser les données des investigations géotechniques réalisées par le laboratoire désigné par le cocontractant et résumées dans un rapport qui lui sera remis par celui-ci.

L'analyse de cette étude géotechnique doit faire ressortir toutes les difficultés qui peuvent entraver le projet et le remède préconisé par le Bureau d'études pour solutionner les problèmes dus à la nature géotechnique du terrain.

VII.3.2. Le profil en long

Le profil en long d'une route doit être une courbe continue ; la circulation rapide impose que cette continuité s'étende aux inclinaisons : sans qu'il soit besoin de considérations théoriques, on conçoit que les brusques variations de pente telles que cassis, dos d'âne, etc., sont extrêmement inconfortables et dangereuses pour les véhicules circulant à grande vitesse : pratiquement, le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des cercles.

L'inclinaison de la droite ou de la tangente au cercle s'appelle rampe si la route s'élève dans le sens du kilométrage, pente si elle s'abaisse. Sur les routes à sens unique, le sens considéré est naturellement celui de la circulation. Une route horizontale est dite en palier.[27]

Le profil en long est déterminé par de nombreuses considérations :

- Ecoulement des eaux.
- Comportement des véhicules dans les rampes.
- Confort.
- Visibilité.

VII.3.3 Profil en travers

Le profil en travers est défini comme la coupe de la route suivant un plan perpendiculaire au tracé en plan

Pour l'étude préliminaire, on adoptera le profil en travers type présenté à la figure 2 avec une largeur de chaussée déterminée par le calcul de capacité et une structure en BB+GB+GNT (Béton bitumineux en couche de roulement, grave Bitume en couche de base et grave non traitée en couche de fondation). [28]

VII.4. Etude préalable d'infrastructure routière:

Les études préalables des infrastructures routières sont des analyses et des évaluations réalisées avant le début effectif du projet de construction ou d'aménagement d'une route.

Ces études sont importantes pour garantir la faisabilité, la variabilité technique, économique, sociale et environnementale du projet.

Le projet d'infrastructure routière est à la fois un processus comprenant des études diverses, une concertation avec la population qui après validation des autorités compétentes sur le réseau routier concerné permet de construire une infrastructure routière.

Ce projet est essentiellement marqué par leur impact sur l'environnement, il s'agit de nouvelle route, mais aussi de modernisation d'itinéraire, de création de nouveau point d'échanges.

Ces études fournissent une base pour la planification et la conception détaillée du projet routier, contribuant ainsi à réduire les risques et assurer la rentabilité globale de l'infrastructure routière.[3]

VII.5. Les études d'avant-projet:

Les études d'avant-projet routier, également appelées études préliminaires sont des études essentielles pour évaluer la faisabilité techniques, économiques, sociales et environnementale du projet.

Choisir une variante qui doit être fonctionnelle et proportionnées. [3]

VII.6.L'étude de projet

L'étude du projet permet de définir précisément les caractéristiques géométriques, des réhabilitations des tronçons existants, des ouvrages d'art. [4]

VIII. Conclusion

Le projet vise à créer une rocade côtière entre la RN 98 et la plage de Sidna Youcha. Cependant, le choix d'une solution durable parmi les différentes options pour un tracé optimal constitue un défi constant dans la conception des infrastructures routières concernées et la diversité des parties prenantes afin de le guider dans sa prise de décision. Une telle étude nécessite le recours à des outils d'aides à la décision. Tout en respectant les préférences des parties prenantes.

Chapitre II:

Critère d'évaluation d'un tracé optimal routier

I. Préambule

L'analyse multi critère pour l'évaluation des tracés est un processus systématique qui prend en compte divers critères afin de choisir un tracé optimal pour un projet d'infrastructure routière.

Cette méthode permet de prendre en considération les multiples aspects influençant, la mobilité et l'environnement et les besoins de la population. [4]

Pour appliquer cette méthode on doit nécessairement suivre les étapes suivantes:

- Définir les critères en collaboration avec les parties prenantes « travaux public et tourisme»
- Dresser la liste des actions ou solution potentielles.
- Identifier les critères ou standards qui orienteront les décideurs.
- Juger chacune des solutions par rapport à chacun des critères.
- Approuver les jugements pour choisir la solution la plus satisfaisante. [3]

II. Objectifs

L'aide multicritère à la décision (AMCD) regroupe un ensemble de méthodes relevant de la recherche opérationnelle dont l'objectif est de fournir une aide à un décideur devant choisir parmi un ensemble d'alternatives ou d'actions décrites par plusieurs critères.

L'analyse multicritère d'un tracé consiste à évaluer différents aspects ou critères afin de prendre des décisions et d'optimiser une solution.

Le maitre d'ouvrage l'intervenant pour le compte duquel l'aide à la décision s'exerce; il joue un rôle déterminant dans le processus. [5]

II.1.Méthodologie générale pour une telle analyse :

- **Identifications des critères:** Déterminez les critères pertinents en fonction de l'objectif de l'analyse. Par exemple, pour un itinéraire de transport, cela pourrait inclure la distance, la sécurité, cout.

- **Pondération des critères:** Attribuez des pondérations à chaque critère pour refléter leur importance relative.

- **Collecte des données :** Rassemblez les données nécessaires pour évaluer chaque critère. Cela peut inclure des données cartographiques, des données météorologiques, des données de trafic.

- **Interprétations des résultats :** Interprétez les résultats de l'analyse pour prendre des décisions. Identifiez les alternatives entre les différents critères. [6]

- **Choix de la meilleure alternative :** Identifiez l'alternative qui obtient le meilleur score agrégé en fonction des critères définis. Cette alternative est souvent considérée comme la meilleure option à choisir.

- **Présentation des résultats :** Présentez les résultats de manière claire et concise, en mettant en évidence les principales conclusions et recommandations.

III. Les critères du choix d'une analyse multicritère

L'analyse multicritère permet de dépasser le cadre de la rentabilité économique pour essayer d'atteindre l'efficacité économique et sociale.

Onze critères, différents selon que les projets sont en rase campagne ou en milieu urbain, permettent d'obtenir une évaluation d'une manière quantitative et qualitative, selon une grille:

Niveau du critère	Symbole
▪ Très favorable	++
▪ Favorable	+
▪ Neutre	
▪ Défavorable	-
▪ Très défavorable	--

(+) : plus
(-) : Moins

Tab. II. 1. Notation des niveaux du critère

Les critères sont :

- 1) Environnement
- 2) Sécurité
- 3) Satisfaction de l'utilisateur
- 4) Amélioration du fonctionnement de l'agglomération
- 5) Continuité d'itinéraire
- 6) Impact sur les autres modes de transport
- 7) Caractère exceptionnel de l'état initial
- 8) Emploi
- 9) Réduction de la dépendance énergétique
- 10) Aménagement du territoire et développement régional
- 11) Coûts

Premier critère : Environnement

1. Préambule

La construction et l'exploitation des routes peuvent avoir divers impacts sur l'environnement. Ces impacts peuvent varier en fonction de la taille et de la localisation du projet, des caractéristiques écologiques de la région et des mesures d'atténuation mises en place.

Les routes ont des impacts sur l'environnement par la circulation des véhicules qui les empruntent. La construction et l'entretien des routes absorbent de la production nationale des granulats pendant la durée du projet. La circulation mais aussi les travaux routiers contribuent aux émissions de gaz carbonique CO₂. Le réseau routier provoque une fragmentation des écosystèmes.

Il est important de noter que des mesures d'atténuation et des pratiques de construction de l'environnement peuvent être mises en place pour minimiser ces impacts. Ces pratiques incluent la mise en place de passages fauniques, la gestion des eaux pluviales, la plantation d'arbres et l'utilisation de matériaux durables. Des évaluations environnementales approfondies et des plans de

gestion environnementale sont souvent nécessaires pour guider la planification et la mise en œuvre de projets routiers de manière durable. [7]

2. Description d'une étude d'impact

Une étude d'impact est une étude technique qui vise à apprécier les conséquences de toutes natures, notamment environnementales, [8]

L'Étude d'impact comprend notamment :

- Une analyse de l'État initial du site et de son environnement
- Une analyse des effets directs et indirects du projet sur l'environnement
- Les mesures envisagées pour supprimer, réduire, et, si possible, compenser les conséquences dommageables.

3. L'objectif d'une étude d'impact sur l'environnement

L'étude d'impact sur l'environnement (AIE) est une étape préliminaire dans la planification d'un projet. Elle propose des mesures destinées à prévenir ou réduire de manière proactive les effets négatifs sur l'environnement à des niveaux acceptables. [9]

4. Impact des routes sur l'environnement

La spécificité de la route réside dans son caractère linéaire et son influence sur des environnements très diversifiés. Le premier impact concerne le domaine foncier dans son acception la plus large. La route interagit avec les zones urbaines, qu'elle traverse ou dessert.

La route a des répercussions sur l'environnement au sens large, englobant les écosystèmes caractérisés par leurs composants tels que l'eau, l'air, la faune, la flore, le sol et le sous-sol.

Des instruments législatifs et réglementaires ont émergé au fil du temps, dictant des normes pour encadrer ces domaines. Les zones urbaines ne sont pas non plus épargnées par l'influence de la route.

La mise en place d'une nouvelle infrastructure impactera non seulement le développement urbain, mais aussi le développement économique d'une région. [10]

5. Les impacts du projet routier sur l'environnement

Un projet routier peut avoir diverses conséquences sur l'environnement, et celles-ci dépendent de divers facteurs tels que la conception du projet, la localisation, les caractéristiques du terrain et les mesures d'atténuation mises en œuvre.

5.1. Impact sur la santé

Les contraintes liées à la préservation de la santé sont désormais incontournables pour les projets routiers.

Le volet santé de l'étude d'impact doit particulièrement évaluer la situation initiale en termes de mortalité et de morbidité dans une zone d'étude pertinente. [3]

5.2. Impact sur l'eau

- La réalisation d'un tronçon routier peut provoquer la pollution et la perturbation des eaux souterraines et de surfaces pendant la phase de réalisation du projet, ainsi que pendant la phase d'exploitation. [10]

- Changement dans le régime hydrologique : L'aménagement de route peut modifier le régime naturel de l'écoulement des eaux, affectant les rivières et les lacs.

- Pollution chimique : Intervention d'engins de chantier provoque la pollution des eaux par les hydrocarbures (fuel, huiles)

- Les surfaces imperméables créées par les routes peuvent entraîner un ruissellement accru des eaux de pluie.

5.3. Impact sur la faune et la flore

- L'un des impacts majeurs de l'installation d'infrastructures de transport et la dégradation des habitats pour la faune et la flore. [11]

- Fragmentation de l'habitat : La construction de routes peut entraîner la fragmentation des habitats naturels, isolant des populations animales et végétales et entravant leurs déplacements. Cela peut conduire à une diminution de la diversité génétique et à des problèmes de survie pour certaines espèces.

- Pollution : Les routes peuvent contribuer à la pollution de l'air, de l'eau et du sol, ce qui peut avoir des effets néfastes sur la santé des plantes et des animaux.

5.4. Impact sur le bruit

- Les caractéristiques géologiques et pédologiques influent sur l'ampleur et la propagation des vibrations. [11]

❖ Phase de chantier

- Nuisance sonore dû aux émissions lors du fonctionnement d'engins de chantier (engins de terrassement « niveleuse, bul-dosaire » ...).

- Emission de vibration à cause de l'intervention d'engins de chantier (engins de terrassement, marteaux piqueurs, palplanche, engin de fonçage...). [10]

❖ Phase d'exploitation

- lié exclusivement à la circulation routière qui a pour origine le bruit émis par les moteurs des véhicules, ainsi le bruit dus au contact pneu-chaussée. [10]

5.5. impact sur le milieu physique

Il est principalement associé à : [10]

- Les déblais et les remblais modifient le relief du paysage et induisent souvent des modifications hydrologiques à grande échelle.

- La perturbation du paysage agricole.

- La diminution de la couverture végétale.

6. l'aménagement paysager

- Les plantations le long des routes, également connues sous le nom d'aménagements paysagers routiers, peuvent avoir divers avantages esthétiques, environnementaux et fonctionnels.

- Les plantations contribuent à embellir le paysage le long des routes, offrant une vue agréable pour les conducteurs, les piétons et les résidents.

- Les plantations, notamment les arbres et les arbustes, peuvent aider à prévenir l'érosion des sols le long des routes en stabilisant les pentes et en absorbant l'excès d'eau.

III.2 Deuxième critère: Satisfaction de l'utilisateur

1. Préambule

L'analyse de l'impact d'un projet routier sur la satisfaction de l'utilisateur commence par une prise en compte approfondie des nombreux éléments qui influent sur cette expérience. Des facteurs tels que le temps de parcours, la fluidité de la circulation, la qualité des routes, et l'accessibilité jouent un rôle essentiel dans la perception du trajet par les utilisateurs. visant à créer des réseaux de transport répondant non seulement aux besoins pratiques, mais améliorant également la qualité de vie des individus.

2. Niveau de satisfaction de l'utilisateur relatif au temps de parcours et au temps de trajet

Le niveau de satisfaction d'utilisateurs concernant le temps de parcours et le temps de trajet peut être évalué à l'aide de diverses méthodes, telle que des enquêtes, des entretiens ou des données de retour d'expérience.

3. Les différents facteurs de variation de satisfaction d'utilisateur pour un nouveau tracé routier

Parmi les principaux facteurs de variation qui peuvent influencer la satisfaction des utilisateurs pour un nouveau tracé routier :

3.1. Accessibilité

La facilité d'accès au nouveau tracé routier depuis les zones résidentielles, les lieux de travail et les services publics peut fortement affecter la satisfaction des utilisateurs.

3.2. Temps de déplacements

Un nouveau tracé qui réduit les temps de déplacement est généralement bien accueilli.

3.3. Confort de conduite

La qualité de la chaussée, les caractéristiques de conception (virages, pentes, etc.) et la fluidité du trafic peuvent affecter le confort de conduite.

3.4. Sécurité routière

La sécurité des utilisateurs est un élément clé de la satisfaction. Un nouveau tracé routier doit être conçu en tenant compte de normes élevées de sécurité routière, avec des dispositifs de sécurité appropriés, ainsi que d'autres facteurs.

4. L'importance de confort dans un projet routier

Le confort joue un rôle essentiel dans la conception et la réalisation de projets routiers. Chaque aspect contribue à l'expérience globale des usagers de la route et à la qualité de vie des personnes vivant à proximité.

4.1. Confort acoustique :

Un projet routier doit prendre en compte la réduction du bruit généré par la circulation. Des écrans antibruit, des revêtements de chaussée spécifiques et d'autres mesures peuvent atténuer les niveaux sonores, améliorant ainsi le confort acoustique pour les résidents voisins.

4.2. Confort visuel

La conception d'un projet routier doit prendre en compte l'intégration harmonieuse dans le paysage environnant. Des éléments tels que la plantation d'arbres, la conception esthétique des ponts et la préservation des caractéristiques naturelles contribuent à un confort visuel.

Un bon éclairage et une signalisation visuelle claire sont essentiels pour la sécurité routière.

a) Confort climatique

Un bon projet routier doit prendre en compte la gestion des eaux de pluie pour éviter les problèmes d'inondation et d'accumulation d'eau sur la chaussée, améliorant ainsi le confort climatique pour les usagers.

L'intégration de la végétation le long des routes peut fournir de l'ombre et contribuer à atténuer les effets de l'îlot de chaleur urbain.

5. Conclusion

L'impact d'un projet routier sur la satisfaction de l'utilisateur est multifactoriel, englobant des aspects tels que le confort acoustique, visuel, climatique, la sécurité routière, l'accessibilité.

Un projet routier bien conçu devrait viser à équilibrer la fonctionnalité opérationnelle avec le respect de l'environnement et le bien-être des usagers.

III.3 Troisième critère: Sécurité

1. Préambule

L'augmentation du trafic routier entraînant parallèlement une augmentation du risque et du nombre d'accidents. La sécurité routière se réfère à l'ensemble des mesures et des actions visant à prévenir les accidents de la route, elle correspond à un enjeu majeur de santé publique et de protection des personnes. [3]

2. Approche systémique

Les approches systémiques dans l'analyse de la sécurité routière sont des méthodes qui considèrent l'ensemble du système routier, tel que les véhicules, les conducteurs, les infrastructures, les règlements et les comportements. Souvent, on assiste à une combinaison de causes : causes

humaines qui comprennent différents usagers, causes météorologiques et causes techniques du véhicule. [13]

1) Les facteurs liés à l'exposition au risque : (mobilité, trafic, zone inondable ou pas ...)

2) Facteur humain

Le facteur humain est la cause principale des accidents de la route. Les principales causes d'accidents varient légèrement selon les années, mais elles sont généralement classées comme suit :

- Le non-respect des distances de sécurité.
- L'alcool.
- Le non-respect de code de la route
- La fatigue et l'inattention.
- La vitesse excessive ou inadaptée
- L'usage du téléphone.

3) Facteur météorologique :

Les diverses causes météorologiques peuvent être :

- La conduite sur le verglas qui entraîne un glissement de la chaussée.
- La conduite par temps de brouillard ou sous la neige qui réduit la visibilité.
- Le vent qui provoque la chute d'éléments sur la route... [13]

4) Facteur technique:

Les causes techniques peuvent être relatives à l'état du véhicule (niveau de sécurité, état de véhicule, ergonomie, confort ...).

D'autre part, les facteurs intrinsèques regroupent les risques associés à un site spécifique, incluant :

- La conception de l'infrastructure, comme la mauvaise visibilité.
- caractéristiques de la voie (éclairage, sinuosité, problème de stationnement). [3]

Donc L'accident est alors conçu comme un dysfonctionnement rare de la relation entre ces trois types de composants (véhicule, environnement, Conducteur). Les interactions entre l'homme et le véhicule concernent principalement le domaine de l'ergonomie, tandis que les interactions entre l'homme et l'environnement, ainsi que entre le véhicule et l'environnement, sont particulièrement pertinentes dans le contexte de la conception des routes.

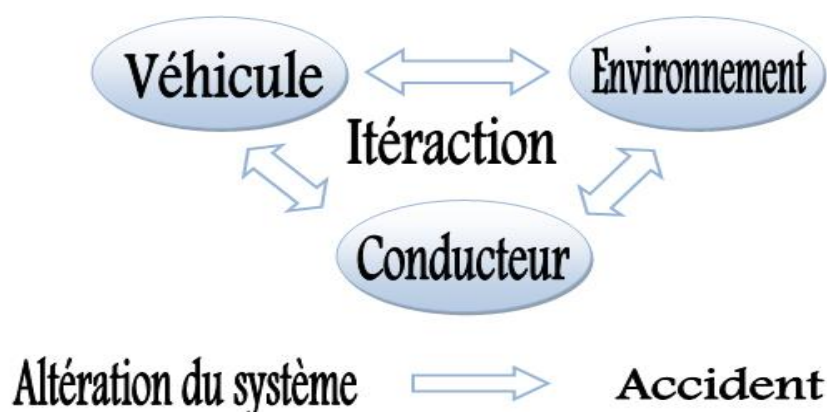


Fig. II. 1. Approches systémiques dans l'analyse de la sécurité

2.1. Divers interaction entre ces trois composantes

L'interaction entre un véhicule, l'environnement et les usagers est cruciale pour la sécurité routière et la gestion du trafic. Les usagers adaptent leur conduite en fonction de la route, influençant la vitesse selon le tracé et l'état de la chaussée. Les caractéristiques de la route impactent les efforts dynamiques sur le véhicule, tandis que le comportement de l'usager et la qualité du véhicule et de la route influent directement sur le déplacement. Le confort de l'usager, lié à la sécurité, dépend des caractéristiques du véhicule. Cette interaction homme-véhicule est étudiée en ergonomie, et dans le contexte routier, l'interaction homme-environnement et véhicule-environnement est cruciale pour la conception des routes. [3]

3. Les enjeux de la sécurité routière liés à la politique des infrastructures

3.1. Rôle de l'infrastructure dans le système Véhicule, infrastructure Conducteur

Dans ces situations statistiquement rares que constituent les accidents bien que trop nombreuses dans l'absolu le véhicule, l'infrastructure routière et le conducteur ont chacun leur part des responsabilités.

Le premier problème consiste donc à comprendre et à étudier le rôle des différentes caractéristiques de la route telles que le rayon, le devers, l'adhérence, la texture de chaussée ou la structure de l'accotement. Ces paramètres ont déjà un rôle très important lorsqu'on les étudie de manière isolée mais on suppose que leur influence combinée est encore plus grande.

En effet, si les paramètres géométriques et les paramètres météorologiques ont une influence importante sur le comportement du conducteur, celui-ci ne peut se fier qu'à deux de ses sens qui sont la vue et le toucher. Le toucher participe au Ressenti des sollicitations au travers du comportement du véhicule.

La vue permet d'évaluer en permanence l'environnement direct du conducteur, dont la signalisation routière, et les conditions météorologiques.

3.2. Evaluation du niveau de sécurité offert par l'infrastructure

Bien que l'étude paraisse très importante, plusieurs méthodes existent déjà pour évaluer une infrastructure en fonction de ses caractéristiques. La plus simple est de vérifier si la route respecte les règles de conception. Ces règles énoncent des valeurs limites que ne doivent pas dépasser les paramètres routiers.

Dans la plupart des cas les paramètres sont pris de manière isolée. Par exemple, une règle énonce que la pente de doit ne pas dépasser certain valeur. Pour d'autres, comme le devers et le rayon, les règles tiennent compte de leurs influences combinées. Cette première méthode peut être appliquée pour effectuer un diagnostic. Une deuxième méthode consiste à réaliser des simulations de la dynamique des véhicules sur la trace étudiée. Cette méthode, a priori infaillible, suppose de connaître parfaitement les véhicules et les conducteurs étudiés. Ces deux premières méthodes ont le désavantage de ne pas donner d'information sur l'amélioration possible des traces.

Ces méthodes sont basées sur une première étape qui consiste à mesurer les caractéristiques de la route et sur une deuxième étape de traitement de ces données.

Le traitement repose sur des relevés d'accidents et leur corrélation avec les paramètres routiers.

4. Sécurité des usagers

La sécurité des usagers de la route fait référence à l'ensemble des mesures, des pratiques et des politiques mises en place pour protéger les personnes qui utilisent les routes, que ce soit en tant que conducteurs ou passagers. Cela englobe un large éventail d'aspects, notamment la prévention des

accidents, la réduction des blessures et des décès, la promotion de comportements responsables sur la route, l'amélioration de la conception des infrastructures routières et l'application des lois et des règlements de la circulation.

4.1. Identification et appréciation des zones de conflits potentiels

L'évaluation du risque encouru dans une zone de conflits résulte de la combinaison d'un ensemble d'éléments à travers trois grands thèmes

1. Le lien avec l'organisation du territoire et des paysages:

Cette analyse prend en compte les caractéristiques géographiques, topographiques et environnementales qui pourraient influencer les conflits potentiels. Les différentes zones peuvent présenter différents niveaux de risque.

2. Le mode d'exploitation de la voie :

Ce thème examine comment la route est utilisée et gérée. Les routes terrestres peuvent être exploitées différemment en fonction de leur importance stratégique, de leur fréquentation, et de leur connectivité avec d'autres régions.

3. L'appréciation des usages et des usagers de la voie :

Cette analyse porte sur les acteurs impliqués dans l'utilisation de la route, y compris les gouvernements, les forces de sécurité, les populations locales, les groupes armés, les transporteurs, etc. De plus, la visibilité et la lisibilité des signaux de conflit peuvent varier en fonction de la capacité des acteurs à surveiller et à interpréter les indicateurs de conflit.

En combinant ces éléments à travers les trois grands thèmes, il est possible de mieux évaluer le risque encouru dans les zones de conflits le long des routes, et ainsi prendre des mesures appropriées pour atténuer ces risques et assurer la sécurité et la stabilité des infrastructures de transport.

4.2. Visibilité et lisibilité

La perception visuelle est essentielle pour conduire un véhicule et la route reste un support primordial pour offrir aux usagers les informations requises pour conduire en toute sécurité.

1. Prise d'informations visuelles par les conducteurs :

La perception visuelle est essentielle dans l'activité de conduite.

En effet, elle permet à l'utilisateur d'anticiper la situation à laquelle il va devoir s'adapter. Pour voir la route et son environnement, l'utilisateur a avant tout besoin de lumière. Le système visuel humain est optimisé pour l'éclairage naturel, mais la mobilité nocturne est rendue possible par l'éclairage automobile et l'éclairage public. La lumière émise par les sources d'éclairage interagit avec les matériaux des surfaces qui constituent l'infrastructure routière et son environnement (le revêtement de la chaussée, la peinture réfléchissante des marquages...). Elle est également susceptible d'interagir avec les particules parfois présentes dans l'atmosphère (brouillard, projections d'eau...). Une partie de cette lumière est captée par l'œil de l'utilisateur pour générer le « signal visuel ».

La route et ses équipements contribuent donc à la sécurité des usagers en leur offrant les informations visuelles dont ils ont besoin pour adapter leur comportement. Par conséquent, il est important de s'assurer que les informations visuelles utiles sont disponibles et pertinentes.

2. Définition de la lisibilité de la route :

La lisibilité est la propriété d'une voie et de son environnement, de donner à tout usager, par l'ensemble de leurs éléments constitutifs (géométrie de la voie, équipement etc.) une image juste,

facilement et rapidement compréhensible, de la nature de la voie et de son environnement, des mouvements probables ou possibles des autres usagers, et du comportement que l'on attend de lui (vitesse, trajectoire, perte de priorité, etc.).

En tout état de cause, l'importance fondamentale que présentent les critères de visibilité et de lisibilité pour la sécurité des déplacements conduit à de nombreuses recommandations. Elles sont formalisées dans les référentiels techniques pour la conception et l'aménagement d'infrastructures, et se déclinent par types de voies et objets routiers (carrefour, virage, échangeur...).

La révision des règles en matière de distance de visibilité en section courante est un exemple concret d'application de principes basés sur des modèles et des données probabilistes. Pour ce faire, on utilise un modèle tiré de la littérature pour estimer la distance d'arrêt des véhicules légers sur chaussée mouillée, ainsi que des lois de probabilité issues de bases de données pour divers paramètres influençant cette distance (comme l'adhérence mobilisable, le temps de réaction, les vitesses pratiquées, etc.). En utilisant une méthode de calcul, on peut obtenir une distribution réaliste des distances d'arrêt, ce qui exprime la demande de visibilité nécessaire sur la route.

En comparant ces distances d'arrêt calculées à la distance de visibilité offerte par la route et son environnement, on peut évaluer le risque de défaillance.

III.4 Quatrième critère : Continuité d'itinéraire

1. Preamble

La continuité d'itinéraire se réfère au concept de pouvoir voyager d'un point de départ à une destination finale sans interruption ou changement majeur dans le mode de transport utilisé. Cela signifie qu'il n'y a pas de rupture dans le parcours, que ce soit en termes de changement de véhicule, d'escale prolongée ou de modification significative de l'itinéraire prévu. En d'autres termes, la continuité d'itinéraire garantit une fluidité et une cohérence dans le déplacement d'un lieu à un autre, ce qui peut être crucial pour optimiser le temps de voyage et minimiser les désagréments pour les voyageurs. [14]

2. Les étapes à suivre pour assurer la continuité d'itinéraire routier

2.1 Analyse de l'itinéraire existant : Le calcul d'une analyse d'itinéraires peut impliquer la recherche de l'itinéraire le plus rapide et le plus court. le meilleur itinéraire peut être défini comme l'itinéraire le moins cher. [14]



Fig. II. 2. Itinéraire de la conduite de chemin de point A au point B

- Identifier les points de départ, d'arrivée et les principales étapes intermédiaires.
- Examiner les conditions routières actuelles, y compris les éventuels goulets d'étranglement, les zones de congestion et les travaux routiers.
- Identifier les différents modes de transport utilisés le long de l'itinéraire.
- Estimer le temps nécessaire pour parcourir l'itinéraire dans son ensemble.

2.2. Identification des besoins et des objectifs

- Déterminer les besoins des utilisateurs de l'itinéraire, qu'il s'agisse de conducteurs de véhicules de transport de marchandises, de passagers ou d'autres parties prenante.
- Établir des objectifs spécifiques tels que la réduction des temps de trajet, l'amélioration de la sécurité routière, etc.

En identifiant et en comprenant les besoins des utilisateurs de l'itinéraire, il est possible de concevoir des solutions qui répondent à ces besoins de manière efficace, améliorant ainsi l'expérience globale des utilisateurs tout au long de leur voyage. [15]

2.3. Planification des solutions

- Explorer les options pour améliorer la continuité de l'itinéraire, telles que l'optimisation des itinéraires alternatifs, la mise en place de déviations temporaires, l'amélioration de la signalisation routière, etc.
- Considérer les aspects logistiques, budgétaires et réglementaires de chaque solution envisagée. [15]

2.4. Mise en œuvre des mesures

- Coordonner efficacement avec les autorités locales, les gestionnaires de routes, les entreprises de transport et autres parties prenantes impliquées.

2.5. Suivi et évaluation

- Mettre en place des mécanismes de suivi pour surveiller la performance de l'itinéraire, y compris les temps de trajet, les incidents de circulation, etc.

3. tracé de l'itinéraire

3.1. Généralités

Itinéraire et graphe : Un itinéraire est une route à suivre pour aller d'un lieu à un autre selon un ou plusieurs critères (le plus rapide, le plus court, le moins cher, etc.).

Un itinéraire peut être schématisé par un graphe. [15]

3.2. Méthode de calcul d'un itinéraire

Les trois principales recherches d'un itinéraire dans un réseau routier sont les suivantes :

- La recherche du plus court chemin.
- La recherche du trajet le plus rapide.
- La recherche du trajet le moins cher. [15]

Il existe une multitude d'algorithmes qui permettent de calculer des itinéraires. Certains d'entre eux sont extrêmement puissants et tiennent compte du trafic en temps réel, en combinant le système de géo localisation, les dispositifs de télécommunication et de cartographie numérique.

4. L'itinéraire

4.1. Mécanismes de perception d'une description d'itinéraire

L'objectif d'une description d'itinéraire est de conduire une personne à un endroit précis dans l'espace, en évitant que cette personne ne s'égaré. [15]

4.2. Identifier les pistes d'actions permettant de rendre la route plus sûre

Le but d'un diagnostic sur un itinéraire dont on veut améliorer le niveau de sécurité est de proposer des pistes d'actions sur l'infrastructure en visant à en optimiser l'efficacité (rapidité d'intervention, ratio coût/bénéfice en sécurité).

Ces pistes d'actions sont identifiées selon trois registres : exploitation, entretien et aménagement. Pour une efficacité maximale des actions, il est indispensable d'avoir la meilleure compréhension possible du mécanisme de chacun des accidents corporels de la circulation. [16]

4.3. Maintenir la cohérence de l'itinéraire

La démarche vise à proposer des aménagements cohérents sur le réseau routier pour éviter les problèmes de lisibilité que pourraient poser certains aménagements réalisés sans prise en compte du reste de la voie. [16]

4.5. Description de l'itinéraire

L'objectif est de comprendre le fonctionnement de la voie étudiée

1. Présentation de l'itinéraire étudié :

Elle permet de situer géographiquement l'itinéraire étudié, de définir ses fonctions et de décrire ses principales caractéristiques :

- Sa localisation,
- Sa place et sa classification dans le réseau local, régional et national,
- Les environnements traversés : urbain, rural, ...
- La description sommaire de ses caractéristiques géométriques (profil en travers, tracé en plan, profil en long, ...) et de ses abords (nature des accotements, ...).[16]

Le trafic

La connaissance du trafic complète la définition des fonctions de l'itinéraire. Les éléments à recueillir en fonction du but à atteindre sont précisés dans Il conviendra, plus encore dans le cas des traversées d'agglomération, de connaître la part de trafic poids lourd, l'existence de lignes et points d'arrêt de transports interurbains et scolaires ainsi que l'utilisation de l'itinéraire par des convois exceptionnels et/ou militaires.[16]

Les aménagements réalisés

Il est nécessaire de connaître la nature et la date des aménagements réalisés sur la période d'étude qui est généralement de 5 ans (rectification de virages, aménagement de carrefours, reprise du revêtement, signalisation et balisage, etc.).

Perspectives d'évolution :

- Cette prise en compte générale des spécifications de l'itinéraire doit être complétée par un recensement des projets de développement susceptibles d'avoir un impact sur son fonctionnement. [16]

III.5 Cinquième critère : Emploi

1. Préambule

L'impact d'un projet routier sur la création d'emplois peut être significatif. En général, les projets routiers génèrent des emplois directs liés à la construction, à l'exploitation et à la maintenance des infrastructures routières. De plus, ces projets peuvent également stimuler l'emploi indirect dans les industries en amont fournissant des matériaux et équipements pour la construction et l'entretien des routes.

2. impact du projet routier sur la création d'emploi

Les projets routiers peuvent avoir un impact significatif sur la création d'emplois à divers niveaux, contribuant ainsi au dynamisme économique et social d'une région.

2.1. Emplois directs dans la construction

La phase de construction d'une route génère un grand nombre d'emplois directs. Des ouvriers qualifiés et non qualifiés, des ingénieurs civils, des conducteurs d'équipement lourd, des architectes, des superviseurs de chantier et d'autres professionnels sont nécessaires pour planifier, concevoir et construire l'infrastructure routière.

2.2. Emplois indirects dans les industries connexes

Les projets routiers stimulent la demande dans des industries connexes telles que la production de matériaux de construction, la fabrication d'équipements lourds, et la fourniture de services de transport. Cela crée des emplois indirects dans ces secteurs.

2.3. Emploi dans les services lié à la route

L'amélioration des infrastructures routières crée également des emplois dans des domaines tels que la signalisation routière, l'éclairage public, la gestion du trafic, et la sécurité routière.

1. Signalisation routière:

L'expansion ou la mise à niveau des infrastructures routières peut nécessiter l'installation de nouveaux panneaux de signalisation, de feux de circulation, de marquages au sol, etc. Cela crée des emplois pour les installateurs de signalisation, les techniciens de signalisation routière, les concepteurs de systèmes de signalisation, etc.

2. Eclairage public:

L'amélioration des routes peut également inclure des projets d'éclairage public pour améliorer la visibilité et la sécurité. Cela crée des emplois dans l'installation, la maintenance et la gestion des systèmes d'éclairage public.

3. Sécurité routière:

Les projets d'amélioration des infrastructures routières peuvent comporter des éléments visant à améliorer la sécurité, tels que des barrières de sécurité, des passages pour piétons, des améliorations de la visibilité, etc. Cela génère des emplois dans la conception de solutions de sécurité routière, la mise en œuvre de mesures de sécurité, et la maintenance de ces installations.

2.4. Emploi dans le secteur du transport

1. Services de transport en commun:

Une route améliorée peut également influencer le transport en commun de personnes. Cela peut créer des emplois dans les services de transport en commun, tels que les chauffeurs de bus, les planificateurs de transport, les agents de service à la clientèle, etc.

2. Conduite de camions:

Une route améliorée peut entraîner une augmentation du transport de marchandises. Cela se traduit par une demande accrue pour les conducteurs de camions qui sont responsables du transport et de la livraison de marchandises d'un endroit à un autre.

2.5. Emplois liés au Développement Immobilier

Les projets routiers peuvent catalyser le développement immobilier dans les zones d'environnement, créant ainsi des emplois dans la construction de logements, la gestion immobilière, et d'autres services liés

2.6. Emplois indirects dans le commerce local

L'impact positif sur le commerce local est un aspect crucial des projets d'amélioration des infrastructures routières. Une meilleure accessibilité peut stimuler l'activité économique au niveau local, créant ainsi des emplois indirects dans divers secteurs.

3. Conclusion

La création d'emplois pendant un projet routier favorise la croissance économique locale en injectant des ressources financières directes dans la région. En fournissant des opportunités d'emploi à divers niveaux de compétences, elle contribue à la réduction du chômage, renforçant ainsi la stabilité économique et sociale de la communauté.

III.6 Sixième critère 6: Impact sur les autres modes de transport

1. Définition

L'impact d'un nouveau tracé sur d'autres modes de transport fait référence aux changements et aux conséquences que l'introduction d'une nouvelle infrastructure de transport, telle qu'une route, une voie ferrée, peut avoir sur les modes de déplacement existants dans une région donnée.

Cet impact peut se manifester de différentes manières :

1.1. Concurrence

Le nouveau tracé peut entrer en concurrence avec d'autres modes de transport pour attirer les usagers, en offrant des avantages tels qu'une plus grande rapidité, commodité, ou économie.

Le secteur du transport par route se divise classiquement en deux sous-secteurs :

1.1.1. Le transport de marchandises:

Est celui qui assure le transport par route de marchandises entre les entreprises ainsi qu'entre celles-ci et les consommateurs. [18]

1.1.2. Le transport de voyageurs :

Englobe les transports individuels et collectifs de voyageurs par route tant à courte qu'à longue distance. [18]

1.2. Modification des habitudes de déplacement :

Les nouvelles possibilités de transport peuvent encourager les individus à changer leur façon de se déplacer, en optant pour le nouveau trajet au lieu des autres moyens de transport qu'ils utilisaient précédemment.

1.2.1. Transports en commun:

Les gens peuvent opter pour les transports en commun, Cela peut être encouragé par des politiques de transport durable.

1.2.2. Covoiturage:

Plutôt que de conduire seul, les individus peuvent partager leur voiture avec d'autres personnes se rendant dans la même direction. Cela réduit le nombre de véhicules sur la route, ce qui peut contribuer à réduire les embouteillages et les émissions de gaz à effet de serre.

1.3. Les facteurs de choix chez un usager :

Les habitudes en matière de déplacements et de choix modal ne sont pas seulement guidées par la qualité des offres en transport proposées aux usagers (confort, coût, rapidité...). Plusieurs facteurs psychologiques et sociaux rentrent également en ligne de compte :

- la compétence à se déplacer selon les modes de transport.
- la perception et l'image des modes de transport.
- l'utilisation du temps. [2]

1.4. Compétition pour les passagers

Si le nouveau tracé offre une alternative plus rapide, moins chère ou plus pratique, il peut concurrencer d'autres modes de transport pour attirer les passagers.

1.5. Augmentation du trafic routier :

L'ajout d'un nouveau tracé routier peut entraîner une augmentation du trafic routier dans la région, car les conducteurs peuvent choisir d'emprunter cette nouvelle route pour diverses raisons telles que la réduction des temps de trajet ou l'évitement de routes existantes congestionnées.

1.5.1.facteur affectant la conception des routes

- Le volume de circulation
- Les types de véhicules
- La vitesse
- La sécurité

1.5.2.Débit de circulation

L'étude de débit de circulation permet une bonne conception des routes.

Elle sert aussi à la classification des routes selon leur importance, à la planification routière, à la réglementation, à la signalisation et à la recherche.

Les volumes peuvent s'exprimer de différentes façons : volume horaire maximum, volume journalier moyen (jour moyen annuel J.M.A), volume horaire par voie de circulation.

Le débit est le volume par unité de temps. [20]

1.5.3. La congestion routière :

Dans le contexte de la mondialisation économique, la nécessité pour le mouvement des biens et des personnes a connu une croissance importante. Cette augmentation de la mobilité est en même temps la principale cause de la congestion routière.

Les conséquences de la congestion du trafic routier sont nombreuses et peuvent être classées en trois catégories :

- Economiques.
- sociétales.
- Environnementales. [21]

1.6. Réduction de la charge sur les routes existantes

Si le nouveau tracé routier offre une alternative plus efficace ou plus directe à certaines routes existantes, cela peut réduire la congestion sur ces routes et améliorer la fluidité du trafic. [22]

La réduction de la charge sur les routes grâce à un nouveau tracé routier peut être réalisée de plusieurs manières :

1.6.1. Déviation du trafic principal :

La création d'un nouveau tracé routier qui contourne les zones de congestion peut aider à réduire la charge sur les routes existantes.

1.6.2. Gestion de la demande :

La gestion de la demande consiste à réguler le flux de trafic sur les routes en fonction de la capacité disponible.

1.7. Impact sur les transports en commun

Un nouveau tracé routier peut affecter l'utilisation des transports en commun .Si le nouveau tracé routier relie des régions précédemment mal desservies par les transports en commun, cela pourrait diminuer la demande pour ces services dans ces zones.

Plusieurs aspects à prendre en compte lors de l'évaluation de l'influence de ce nouveau tracé routier sur les transports en commun :

- Changements dans les temps de trajet.
- Demande de transport en commun.
- Investissements dans les infrastructures de transports en commun.
- Considérations environnementales et sociales.

2. Conclusion

L'impact d'un nouveau tracé sur d'autres modes de transport englobe les effets directs et indirects qu'il peut avoir sur le paysage des transports dans une région donnée, y compris les changements dans les choix de déplacement, la compétition entre les modes, la redistribution des flux de passagers, et les exigences supplémentaires en termes d'infrastructures et de capacités.

III. Septième critère: Caractère exceptionnel de l'état initial de la route

1. Définition

Le caractère exceptionnel de l'état initial de la route se réfère à une condition inhabituelle de la surface de la route au moment où elle est évaluée, ce qui la rend dangereuses, impraticables ou

gravement compromises. Cela peut inclure des situations où la route présente des défauts importants qui nécessitent une intervention immédiate.

2. Analyse de l'état initial du site

L'objectif de cette analyse est de disposer d'un état de référence du site avant que le projet ne soit implanté.

3. caractéristiques géométriques des routes

La surface de roulement d'une route est une conception de l'espace, définie géométriquement par trois groupes d'éléments :

- tracé de son axe en situation ou en plan.
- tracé de cet axe en élévation ou profil en long.
- profil en travers.

Les caractéristiques géométriques de ces éléments doivent correspondre à la solution la meilleure du point de vue économique et satisfaire certaines conditions minimales dictées par :

- la topographie et la géologie.
- le trafic futur prévu. [23]

Le caractère exceptionnel de l'état initial de la route peut être déterminé par divers facteurs, notamment :

1. Conditions météorologiques :

Les infrastructures routières sont directement touchées par les conditions météorologiques.

Ces conditions ont un impact sur les performances structurelles et fonctionnelles des chaussées. [24]

2. Sensibilité des chaussées aux conditions climatiques :

Le climat et les conditions météorologiques sont responsables de la plus grande partie des dommages subis par les chaussées. Les conséquences anticipées sont les suivantes :

- l'augmentation des épisodes de chaleur intense en été, ce qui entraînera l'augmentation des dommages par déformation permanente des revêtements bitumineux.
- en plus d'accroître le ruissellement en surface, l'augmentation d'intenses épisodes de précipitation susceptibles d'augmenter les niveaux de saturation dans les sols et les matériaux de chaussées.
- l'augmentation des cycles de gel et dégel durant l'hiver et au début du printemps ce qui augmentera les dommages par fatigue des revêtements. [24]

3. Catastrophes naturelles :

Peuvent radicalement changer l'état des routes les rendant impraticables. tel que :

- Inondations
- Glissements de terrain
- Séismes
- Tempêtes
- Tempêtes de sable

III. Huitième critère : Aménagement du territoire et développement régional

1. Préambule

L'aménagement du territoire et le développement régional routier concernent la planification, la gestion et la mise en œuvre des infrastructures routières dans le cadre plus large de l'organisation spatiale d'une région ou d'un territoire donné. Cela comprend la conception, la construction et l'entretien des routes, ainsi que la mise en place de politiques et de mesures visant à favoriser un développement équilibré et durable des zones desservies par ces infrastructures

2. Impact du projet routier sur l'Aménagement du territoire et développement régional

Le projet routier peut avoir un impact significatif sur l'aménagement du territoire et le développement régional en plusieurs façons :

1) Amélioration des réseaux de communication et de transport :

Les projets routiers améliorent la connectivité en facilitant le déplacement des personnes et des marchandises. Cela peut conduire à une meilleure accessibilité des zones éloignées, stimulant ainsi le développement économique et social dans ces régions.

2) Développement Économique:

Les nouvelles routes peuvent favoriser le développement économique en facilitant le transport des biens, en réduisant les coûts logistiques et en encourageant l'investissement dans des zones auparavant difficiles d'accès. Cela peut stimuler la croissance des entreprises locales et attirer de nouvelles entreprises.

3) Développement Touristique

L'amélioration de l'accessibilité grâce à de nouvelles routes peut également stimuler le tourisme dans certaines régions, générant ainsi des revenus supplémentaires.

3. Les impacts économiques du réseau routier sur un pays

Le réseau routier d'un pays peut avoir plusieurs impacts économiques significatifs, influençant la croissance économique, la compétitivité, l'emploi et la distribution des activités économiques.

- Facilitation du Commerce.
- Croissance des Secteurs Économiques.
- Création d'Emplois.

4. Conclusion

les projets routiers peuvent avoir un impact significatif sur l'aménagement du territoire et le développement régional, en améliorant les réseaux de communication et de transport, influençant le développement urbain et spatial, rencontrant des défis en matière d'acceptabilité sociale et environnementale, et nécessitant une planification intégrée pour réduire les impacts négatifs et maximiser les bénéfices.

V. Conclusion

L'évaluation du choix d'un tracé optimal routier repose sur plusieurs de critères interdépendants, visant à assurer la sécurité, l'efficacité et la durabilité du réseau routier. Parmi ces critères, nous avons examiné la géométrie de la route, incluant les déclivités et les courbes, ainsi que la circulation et la capacité de la route à absorber le trafic. Nous avons également abordé des considérations environnementales telles que la préservation des écosystèmes et la réduction des impacts écologiques. De plus, les aspects économiques, tels que les coûts de construction et de maintenance, sont importants dans l'évaluation d'un tracé optimal. Enfin, les besoins des usagers, notamment en termes d'accessibilité et de confort, doivent également être pris en compte. En combinant ces critères de manière équilibrée, il est possible de concevoir des tracés routiers qui répondent aux exigences des différentes parties prenantes tout en favorisant le développement durable et la sécurité des déplacements.

Chapitre III:

Analyse et choix du tracé

I. Préambule

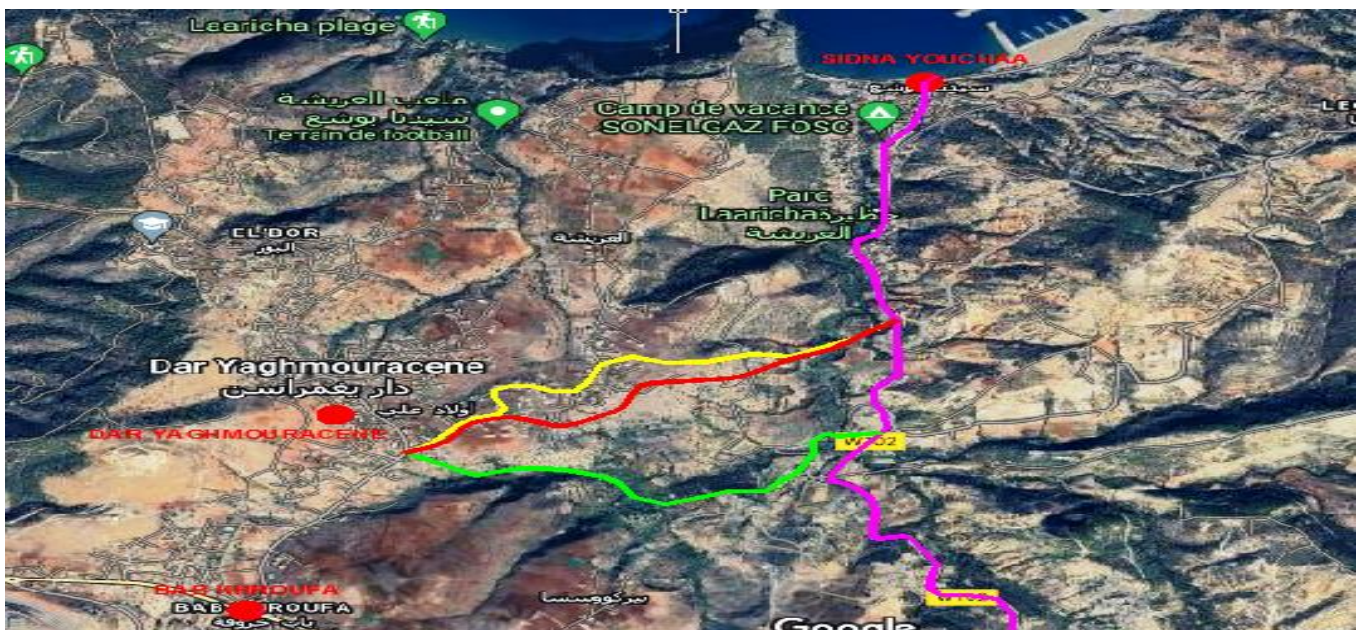
Dans le cadre du développement du réseau routier de la wilaya de Tlemcen, la direction du tourisme agissant en tant que maître d'ouvrage et la direction des travaux publics en tant que maître d'ouvrage délégué ont confié l'étude "d'un nouveau tracé entre la ville de Ghazaouet et Sidna youcha « Dar Yaghmouracene » ". Cette liaison permet de dévier une bonne partie du trafic circulant entre la ville de Ghazaouet et Sidna youcha sur la RN 98. L'objectif de cette liaison est d'absorber le trafic notamment les poids lourds qui encombrant la route de Ghazaouet vers le port de Sidna youcha en raison du transfert de marchandises. Cette initiative vise à assurer le confort et la sécurité des usagers. Par ailleurs cette liaison aura des impacts sur l'aspect touristique, économique, environnemental et social de la région.

II. Les variantes proposées

Les études des premières phases : étude préliminaire et étude d'avant-projet sommaire et de fiabilité économique de la liaison routière Ghazaouet – Honaine ont nécessité des investigations pour définir un tracé optimal.

L'itinéraire de cette nouvelle route devra donc s'approcher le plus possible de la côte pour permettre d'exploiter les possibilités touristiques offertes par la mer et de faciliter les accès aux endroits qui se prêtent particulièrement à la création d'infrastructures touristiques.

La région entre Ghazaouet et Honaine est extrêmement montagneuse (Monts des Traras) et par conséquence les tracés possibles pour une nouvelle route sont très limités et ne peuvent pas répondre toujours de façon optimale aux exigences voulues.



Variante 01

Variante 02

Variante 03

CW 102

Fig. III. 1. Les variantes

II.1.Variante 1 :

Elle constitue la liaison entre Sidna Youcha et Honaine. Le terrain traversé est extrêmement montagneux et par conséquent le tracé obtenu est très sinueux.

La partie la plus difficile est constituée par le franchissement de la vallée de l'Oued Saftar. Cette vallée très profonde est serrée entre deux flancs de la montagne très raides. La raideur des flancs augmente d'avantage vers la mer, et dans la zone de la baie de Marsat Arobat. On a les caractéristiques d'une falaise.

Le tracé proposé se trouve dans une position limite, pour laquelle, il est encore possible de descendre le long des flancs de la montagne et traverser l'Oued au fond de la vallée. Ce tracé implique beaucoup de virages à petits rayons, des lacets, des nombreux petits ouvrages d'art et murs de soutènement.

Tout autre tracé, déplacé vers la mer, exigerait les énormes ouvrages pour traverser la vallée.

Nous avons aussi examiné une solution qui s'approche d'avantage à la côte. Pour ce tracé, il est nécessaire de prévoir deux viaducs de 300m et de 456m de longueur et des tronçons avec 10% et 12% de déclivité. Un tracé pareil doit être écarté pour les raisons suivantes :

1- La route aura certainement un volume de trafic relativement faible et concentré dans la période de la saison touristique. Les hauts coûts d'investissement pour la réalisation d'ouvrage d'art de dimensions importantes ne sont pas justifiés et ne pourront soutenir aucune comparaison économique.

2- Sur la côte entre Sidna Youcha et Honaine, le seul endroit qui pourrait, à notre avis être intéressé par la création d'infrastructures touristiques est la baie de Marsat Arobat qui devrait pour les raisons déjà exposées être desservie par une bretelle.

Entre cette baie et Honaine, la côte est constituée exclusivement par des falaises et les plages sont presque inexistantes. Une route qui s'approcherait d'avantage à la mer par rapport à la variante proposée, ne donnerait donc pas des avantages, tels que la possibilité d'exploitation des plages. Les endroits qui pourraient être retenus par les organismes touristiques préposés aptes à être exploités touristiquement en fonction de leur beauté naturelle et de l'évolution de la demande de ponts touristiques de petites dimensions, tels que création de parkings, de surfaces pour pique-nique, petite restauration, etc..., devraient être reliés à la rocade par des accès créés au moment et aux endroits opportuns.

Nous proposons donc de :

- Créer un accès à la baie de Marsa Arobat par la construction d'une piste à partir de Douar Ziatine. Entre Sidna Youcha et Douar Ziatine, la liaison sera constituée par la nouvelle route actuellement en construction.

II.2.Variante 2 :

Une autre solution qui consiste à la construction d'un nouveau réseau routier, évitant un certain nombre de contraintes et est plus économique que la variante 1.

La liaison Sidna Youcha – Honâine se compose du CW 102 et du CW 3 de Sidna Youcha au nouvel axe Tlemcen – Ghazaouet, d'un tronçon de ce nouvel axe jusqu'à l'intersection avec le CW 103 et 103A de l'intersection à Honâine. La variante2 prévoit la rectification de ce dernier tracé composé des CW103 et 103A.

II.3.Variante 3:

Elle constitue la liaison entre Bab Khrofa et Honâine. La partie la plus difficile se trouve au niveau du franchissement de la vallée de l'Oued Saftar.

Le tracé proposé est très éloigné de la mer, et ne répond pas aux buts d'une rocade côtière, mais cette solution adopte le maximum de réseau routier existant (RN98, CW 103, CW 103A et CV7).

Ce tracé représente plus de 65% du tracé existant ainsi que les pistes au niveau des montagnes et des Oueds.

III. Bilan des variantes et choix du tracé

III.1. Méthode adoptée

L'analyse multicritère des variantes de tracé a été menée en tenant compte des principaux critères quantitatifs et qualitatifs.

Huit critères sont analysés et pris en compte:

- 1 er critère : Aménagement du territoire et développement régional
- 2ème critère : Satisfaction de l'utilisateur
- 3 ème critère: Effet du projet sur l'emploi
- 4 ème critère: Effet du projet sur l'environnement (milieu naturel et milieu humain)
- 5 ème critère : Effet du projet sur la sécurité
- 6 ème critère : Impact sur les autres modes de transport
- 7 ème critère : Continuité d'itinéraire
- 8 ème critère : Caractère exceptionnel de l'état initial

La comparaison multicritère n'a concerné que le secteur Sidna Youcha - Honâine où trois variantes de tracé sont proposées.

		Les variantes		
		Variante 01	Variante 02	Variante 03
Les critères	*Aménagement du territoire et développement régional		+	++
	*Satisfaction de l'utilisateur	-	+	++
	*l'emploi	--	-	
	*L'environnement	--	-	
	*La sécurité	-		+
	*Impact sur les autres modes de transport	+	+	+
	* Continuité d'itinéraire	++	--	
	*Caractère exceptionnel de l'état initial	--	++	+
	*Total	5 -	1+	7+

Tab. III. 1. Tableau du choix de critère

III.2.Résultats de l'analyse multicritère

En pondérant les notes obtenues par le poids de chaque critère qui reflète l'importance relative de celui-ci, le classement multicritère des différentes variantes de tracé est le suivant

1^{ère} Variante : - - - - -

2^{ème} Variante : +

3^{ème} Variante : + + + + + + +

Il ressort de ce classement que la **variante 3** est largement avantageuse devant les deux autres tracés.

Le tableau de notation multicritère montre aussi que 5 critères sur 8 sont en faveur du tracé de la variante 3 alors que le tracé de la variante 2 a des impacts négatifs dans l'emploi, l'environnement, la continuité d'itinéraire

Une modification des coefficients pondérateurs pour favoriser l'une ou l'autre des variantes ne modifie en rien le classement des tracés.

III.3.Choix du tracé

Le tracé de la variante 3 a été retenu compte tenu :

- Du coût de réalisation jugé moins important comparativement à la variante 1 et la variante 2.
- Les déclivités sont moins importantes (pentes variant de 3% à 7%).
- Les zones traversées relèvent du domaine public ne nécessitant pas d'expropriation.
- Le maximum de réseau routier existant (RN98, CW 103, CW 103A et CV7).
- Plus de 65% du tracé existant ainsi que les pistes au niveau des montagnes et des Oueds.

- La loi sur le littoral sera respectée puisque la bande de 3 Km est respectée.

Par ailleurs, cette voie doit permettre une meilleure intégration du domaine forestier de l'état pour son intégration aux activités économiques de la région et une couverture sécuritaire améliorée (lutte contre les incendies de forêts...).

IV. Conclusion

L'analyse et le choix du tracé routier représentent une étape essentielle dans le processus de planification et de conception des infrastructures routières. Au cours de ce chapitre, nous avons examiné en détail les différentes étapes et méthodes utilisées pour évaluer les options de tracé disponibles et sélectionner celui qui répond le mieux aux besoins spécifiques du projet. Nous avons souligné l'importance de prendre en compte une série de facteurs, tels que la topographie, les contraintes environnementales, ainsi que les besoins des usagers. De plus, nous avons exploré les outils et techniques d'analyse, tels que les modèles de simulation, les études d'impact et les analyses multicritères, qui aident à évaluer objectivement les différentes options de tracé. Enfin, nous avons souligné l'importance de l'implication des parties prenantes tout au long du processus, afin de garantir que le tracé final satisfait aux exigences techniques, environnementales, économiques et sociales du projet. En combinant une analyse rigoureuse avec une prise de décision participative, il est possible de concevoir des tracés routiers qui optimisent l'utilisation des ressources tout en assurant des performances optimales en termes de sécurité, d'efficacité et de durabilité.

Chapitre IV:

Caractéristiques géométriques

❖ Étude de tracé

I. Préambule

La conception géométrique de la route doit permettre d'assurer les conditions de sécurité et de confort des usagers

La conception d'un projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route et son ajustement le plus raisonnable à la configuration du terrain.

La surface de roulement d'une route est une conception de l'espace définie géométriquement par trois d'éléments :

- Tracé de son axe en situation (Tracé en plan)
- Tracé de son axe en élévation (Profil en long)
- Profil en travers

I.1. Classification des routes

Le domaine routier est composé de tout un ensemble de routes ayant des fonctions différentes, et le long desquelles s'applique des règles différentes. Il est possible de lister entre autres :

- **Les routes communales :**

Constituent la majeure partie du réseau routier, consistant en un ensemble de voies facilitant la circulation à travers les villes et les communes. Leur entretien est sous la responsabilité des mairies

- **Les routes nationales :**

Gérées par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, les routes nationales sont des routes gratuites recouvrant la quasi-totalité du territoire.

- **Les routes à accès réglementé :**

Les routes à accès réglementé sont des routes à voies rapides, et dont l'entrée est signalée grâce à un panneau d'indication représentant une voiture blanche sur un fond bleu. [29]

I.2. Les catégorie selon les normes Algériennes B40

Selon le B40 (Normes Techniques d'Aménagement Routier), les routes sont classées en cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives.

Les cinq catégories de la route sont :

- **Catégorie 1 :** Liaison entre les grands centres économiques et les industries lourdes
- **Catégorie 2 :** Liaison entre centres d'industrie de transformation et industries légères.
- **Catégorie 3 :** Liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de daïra non desservis par le réseau de Catégorie 1 et catégorie 2.
- **Catégorie 4 :** Liaison des centres de vie non reliés au réseau des Catégories 1,2 et 3.
- **Catégorie 5 :** Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes. [32]

I.3. Environnement de la route

Selon la norme Algérienne B40. Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe sont :

- La dénivelée cumulée moyenne $\frac{h}{l}$.
- La sinuosité moyenne (σ). [32]

• **La dénivelée cumulée moyenne :**

Elle permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

h_1 = dénivelée cumulée sens 1 :

$$h_1 = \sum P_i * l_i > 0$$

h_2 = dénivelée cumulée sens 2 :

$$h_2 = - \sum P_i * l_i > 0$$

Et : $h = h_1 + h_2 = \text{dénivelé cumulé totale}$

l : l'itinéraire.

P : la pente du terrain. [32]

	Sinuosité faible	Sinuosité moyenne	Sinuosité forte
Terrain plat	E1	E2	//
Terrain Vallonnée	E2	E2	E3
Terrain Montagneux	//	E3	E3

Tab.IV. 1. Classification du relief en fonction de la dénivelée selon B40. [32]

• **La sinuosité (σ):**

Le tableau suivant nous permet de connaître la sinuosité d'un itinéraire à l'aide du paramètre σ calculé. [32]

$$\sigma = \frac{L_s}{L} \quad [32]$$

Avec :

L_s : la longueur cumulée des courbes de Rayon $\leq 200m$. $L_s = \sum R \leq 200m$

L : La longueur totale de l'itinéraire

L_r : développement de virage.

Classification	Dénivelée cumulée moyenne
Terrain plat	$h/L \leq 1,5 \%$
Terrain vallonné	$1,5\% \leq h/L \leq 4 \%$
Terrain montagneux	4 %

Tab.IV. 2. La sinuosité moyenne. Selon B40. [32]

Classification	Sinuosité
Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.1$
Sinuosité moyenne	$0.1 \leq \sigma \leq 0.3$
Sinuosité forte	$\sigma \geq 0.3$

Tab.IV. 3.Classification de la sinuosité moyenne.
Selon B40[32]

Remarque :

On a un environnement caractérisé par **un terrain vallonné**, et **une sinuosité moyenne** le projet et classé (E2).

- Une vitesse de référence **Vr = 80 Km/h**.
- Notre tracé aura des exigences **d'une route nationale**

I.4.Différents types de trafics :

- **Trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet.
- **Trafic dévie**
- **Trafic induit**
- **Trafic total** [31]

I.5.Calcul de la capacité

La capacité d'une route représente le nombre maximal de véhicules pouvant passer de manière raisonnable en un point donné ou circuler sur une section uniforme de la route (ou dans les deux directions) en tenant compte des caractéristiques géométriques et de la circulation propre à cet endroit, sur une période de temps spécifique et définie. [31]

La capacité dépend des :

- Types d'usagers habités ou non à l'itinéraire.
- Distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- Conditions météorologiques.
- Conditions de trafic.
- Caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

I.6.La détermination du nombre des voies :

Le choix du nombre des voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande (le débit admissible) et le trafic prévisible à l'année d'exploitation. Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour les années d'exploitation. Le Trafic Journalier Moyen Annuel (TMJA) exprimé en (véhicules/jour), est égal au trafic total de l'année, divisé par le nombre de jour. [33]

I.6.1.Calcul de Trafic à l'horizon (TJMA)

Le trafic moyen journalier annuel à l'année horizon est exprimé dans la formule suivante: [33]

$$\mathbf{TMJA}_h = \mathbf{TMJA}_0 \times (1 + \tau)^n \quad [33]$$

\mathbf{TMJA}_h : Le trafic à l'année horizon.

\mathbf{TMJA}_0 : Le trafic à l'année zéro.

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

n : nombre d'année

I.6.2. Calcul du trafic effectif

Le trafic effectif (T_{eff}) est donné par la relation suivante : [30]

$$\mathbf{T}_{eff} = [(1 - Z) + P \times Z] \times \mathbf{TMJA}_h \quad [33]$$

Avec :

\mathbf{T}_{eff} : Trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j).

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route.

Z : pourcentage de poids lourds (%)

I.6.3. Débit de pointe horaire normal

Le débit de pointe horaire normal (Q) est exprimé en (uvp) et donné par la formule : [32]

$$\mathbf{Q} = \left(\frac{1}{n}\right) \mathbf{T}_{eff} \quad [33]$$

Avec :

Q : débit de pointe horaire.

n : nombre des heures de pointe.

\mathbf{T}_{eff} : Trafic effectif

I.6.4. Débit horaire admissible:

Le débit horaire admissible (Q_{adm}) exprimé en (U.V.P/h); est le nombre des véhicules tolérés pendant une heure pouvant passer en un point donné, il est déterminé par la formule suivante: [33]

$$\mathbf{Q}_{adm} = \mathbf{K}_1 \times \mathbf{K}_2 \times \mathbf{C}_{th} \quad [33]$$

Avec:

\mathbf{K}_1 : Coefficient lié à l'environnement.

\mathbf{K}_2 : Coefficient de réduction de capacité.

C_{th} : Capacité théorique du profil en travers.

➤ Valeur de K_1 selon B40

Environnement	E2
K_1	0.85

Tab.IV. 4. Valeur des coefficients K_1 [33]

➤ Valeur de K_2 selon B40

	Catégorie
Environnement	C1
E2	0.99

Tab.IV. 5. Valeur des coefficients K_2 [33]

➤ Valeur de C_{th} selon B40

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

Tab.IV. 6. Valeurs de capacité théorique du profil en travers en régime stable « C_{th} » [33]

I.6.5. Détermination du nombre des voies :

• Cas d'une chaussée bidirectionnelle : On compare (Q) à (Q_{adm}) et en prend le profil permettant d'avoir : [32]

$$Q \leq Q_{adm} \quad [34]$$

$$n = S \left(\frac{Q}{Q_{adm}} \right) \quad [34]$$

Avec :

n : Nombre de voies.

Q_{adm} : Débit admissible par voie.

S : Coefficient dissymétrie, en général $= \frac{2}{3}$

➤ Pour notre projet

1. Les données du trafic

• trafic à l'année 2024	TMJA ₂₀₂₄ = 12500 V/J
• Taux d'accroissement annuel du trafic	$\tau = 3\%$
• Pourcentage du poids lourds	Z=30%
• Vitesse base du trafic	V=80Km/h
• L'année de mise en service	2024
• durée de vie	20ans
• Catégorie	C1
• Environnement	E2
• Coefficient d'équivalence de poids lourds	P=3

Tab.IV. 7. Les données du trafic

2. Projection future du trafic

La formule qui donne le trafic moyen journalier annuel à l'année horizon (TMJA_h) est :
 $TMJA_h = TMJA_0 \times (1 + \tau)^n \dots [33]$

Le Trafic à l'année (2043) pour une durée de vie de 20 Ans est :

$$TMJA_{2044} = 12500 \times (1 + 0.03)^{20}$$

$$TMJA_{2044} = 22577 \text{ uvp/j}$$

3. Calcul de trafic effectif

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + P \times Z] \times TMJA_h \dots [33]$$

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.3) + 3 \times 0.3] \times 22577$$

$$T_{\text{eff}2044} = 36124 \text{ uvp/j}$$

4. Débit de pointe à l'année 2044

Le débit de pointe normale est une fraction du trafic effectif à l'horizon h, il est exprimé en uvp/h

$$Q = \left(\frac{1}{8}\right) \times T_{\text{eff}} \dots [33]$$

$$Q = 4516 \text{ uvp/j}$$

5. Débit admissible

$$Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th} \dots [33]$$

Avec :

$$K_1=0.85$$

$$K_2=0.99$$

$$C_{th}=2000 \text{ uvp/h}$$

Selon B40 [33]

$$Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 2000$$

$$Q_{adm} = 1683 \text{ uvp/h}$$

6. Nombre de voies du profil en travers

$$n = S \left(\frac{Q}{Q_{adm}} \right) \dots [34]$$

$$n = \frac{2}{3} * \left(\frac{4516}{1683} \right) = 1.78$$

n = 2 voies

	TMJA ₂₀₂₄	TMJA ₂₀₄₄	T _{eff} 2044	Q	n
Les valeurs retenues	12500V/J	22577 uvp /j	36124 uvp/j	4516 uvp/j	2voies

Tab.IV. 8. Tableau récapitulatif des résultats du trafic

❖ Géométrie de la route

II. Tracé en plan

II.1. Définition:

La vitesse de référence choisie pour le dimensionnement de ce tracé en plan conformément à la norme routière algérienne B40 qui a pour l'objectif de garantir de bonne condition de sécurité et de confort à l'utilisateur. [28]

II.2. vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence pour une route est déterminé en fonction de sa catégorie et de son environnement.

	Catégorie 1
Environnement 2	80

Tab.IV. 9. Valeur de la vitesse de référence (V). [37]

II.3. Paramètre cinématique

Il est essentiel de fournir au conducteur une distance de visibilité adéquate lors d'un freinage d'urgence afin de lui permettre de freiner en toute sécurité, sans risque de danger.

II.3.1. Temps de perception- réactions :

Le temps de perception réaction est le temps nécessaire au conducteur pour prendre en toute situation les mesures nécessaires à sa sécurité sa durée et conditionnée par les caractéristiques du conducteur et du véhicule. Les temps de perception réactions interviennent pour :

- Le freinage
- Le dépassement
- L'observation de la signalisation. [38]

	Environnement 1 - 2
Catégorie 1 - 2	$t = 2s$ pour $V \leq 80$ Km/h

Tab.IV. 10. Le temps nécessaire pour la prise de décision de freinage selon B40. [38]

II.3.2. Distance minimale de freinage:

La distance minimale de freinage « d_0 » est déterminée par la formule suivante [39]

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{F_1 \pm \frac{i}{100}} \quad [40]$$

V_r : vitesse de référence en Km/h.

i : rampe en %

F_1 : Coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse V_r

Vitesse	80 km/h
Catégorie 1	$F_1 = 0.39$

Tab.IV. 11. Coefficient de frottement longitudinal selon B40. [39]

Les données

$$\left\{ \begin{array}{l} V_r: 80\text{Km/h} \\ i : 0 \\ F_1 : 0.39 \end{array} \right.$$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{80^2}{0.39} = 65.64\text{m}$$

$$d_0 = 65.65\text{m}$$

II.3.2. Distance d'arrêt:

La distance d'arrêt d_1 (m) est déterminée par la formule suivante

	Environnement 1 - 2
Catégorie 1 - 2	$d_1 = d_0 + \frac{2}{3.6} V_{\text{Km/h}}$ <p>pour $V \leq 80 \text{ Km/h}$</p>

Tab.IV. 12. La distance d'arrêt selon B40. [40]

$$d_1 = 65.65 + 0.56 \times 80 = 161.12\text{m}$$

$$d_1 = 110.45\text{m}$$

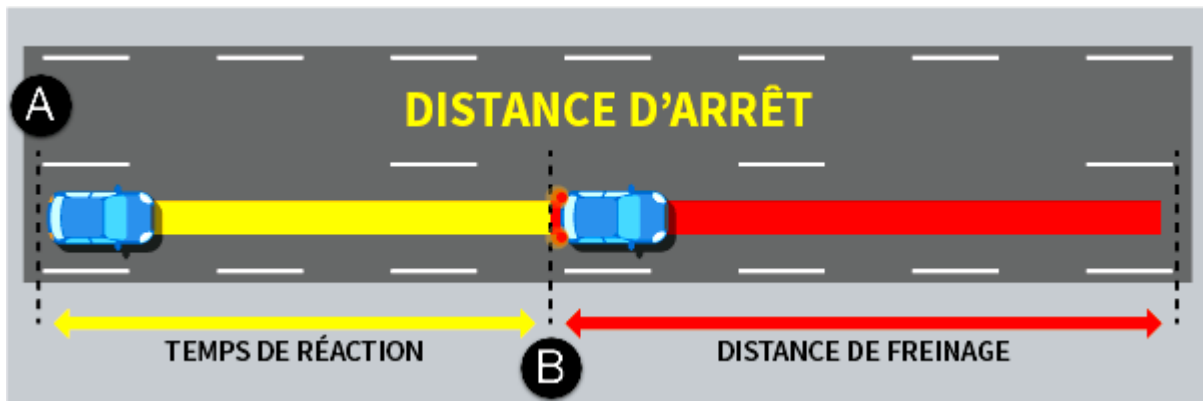


Fig. IV. 1. Distance d'arrêt

II.3.3. Distance de sécurité entre deux véhicules

Cet espacement permette au second véhicule de s'arrêter en toute sécurité sans risque de collision.

$$d_s = \left(\frac{V}{3.6} \right) + t_p \times L$$

Avec :

V : la vitesse en km/h

t_p : Temps de perception-réaction

L : la longueur de véhicule on prend généralement **5m**

$$d_s = \left(\frac{80}{3.6} \right) + 2 \times 5 = 32.23m$$

$$d_s = 32.23m$$



Fig. IV. 2. L'espacement entre deux véhicules

II.4. Distance de visibilité de dépassement et manœuvre de dépassement

II.4.1. Distance de visibilité de dépassement minimale d_m

C'est la longueur parcourue pendant environ 15s à la vitesse V est qui correspond à une manœuvre de dépassement qui dure 7 à 8s, effectué par des véhicules disposant d'une réserve suffisante de puissance.

$$d_m = 4V \text{ pour } V \leq 90 \text{ Km/h}$$

Selon B40. [40]

$$d_m = 4 \times V = 4 \times 80 = 320\text{m}$$

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

II.4.2. Distance de visibilité de dépassement normale d_N

Qui lui est supérieure d'environ 50% correspondant à manœuvre courante de dépassement qui dure 11 et 12s.

$$d_N = 6V \text{ pour } V \leq 90 \text{ Km/h}$$

Selon B40. [40]

$$d_N = 6.2V = 6 \times 80 = 620\text{m}$$

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

II.4.3. Distance de visibilité de manœuvre de dépassement d_{Md}

C'est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule dépassant d'abandonner en freinant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement. [40]

Vitesse (Km/h)	80
d_{Md} (m)	200

Tab.IV. 13. Valeurs de la distance de la manœuvre de dépassement selon B40. [40]

		Norme routière algérienne B40	Les valeurs retenues
Vitesse de référence	V_r (Km/h)	80	-
Temps de perception – réaction	T_p (s)	2	-
Coefficient de frottement Longitudinal	F_l	0.39	-
Distance de freinage minimale	d_0 (m)	65	65.65
Distance d'arrêt	d_1 (m)	109	110.45
Distance de sécurité	d_s (m)	-	32.23
Distance de visibilité de dépassement minimale	d_m (m)	325	320
Distance de visibilité de dépassement normale	d_N (m)	500	480
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	d_{Md} (m)	200	200

Tab.IV. 14. Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

Remarque : Nous avons remarqué que les valeurs calculées est proche aux valeurs donnée par les réglementations algériennes B40.

II.5. Les éléments d'un tracé en plan

Les éléments géométriques fréquemment employés dans la conception de l'alignement en plan sont les suivants : [41]

- Alignements droits : des tronçons de route rectilignes.
- Arcs de cercle : des portions de route courbées suivant une trajectoire circulaire.
- Courbes de raccordement (CR) : des courbes de transition à courbures progressives qui permettent de connecter en douceur les alignements droits et les arcs de cercle adjacents

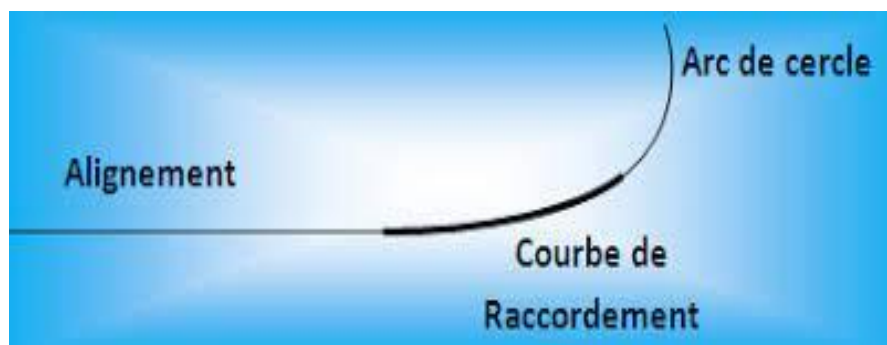


Fig. IV. 3. Les éléments d'un tracé en plan

II.5.1. Alignement droit

Une distance minimale d'alignement L_{min} est établie pour séparer deux courbes circulaires de même sens. Cette distance est déterminée en prenant la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le rayon le plus grand des deux arcs de cercle.

En revanche, la distance maximale L_{max} est fixée à la distance parcourue pendant 60 secondes

Avec

$$\begin{matrix} L_{min} = 5V \\ L_{max} = 60V \end{matrix} \quad [43]$$

V : vitesse de référence en m/s

➤ Pour notre projet

$$V=80\text{Km/h} \longrightarrow V=80/3.6=22.23 \text{ m/s}$$

$$L_{min} = 5 \times 22.23 = 111.11\text{m}$$

$$L_{max} = 60 \times 22.23 = 1333.8\text{m}$$

$$\begin{matrix} L_{min} = 112\text{m} \\ L_{max} = 1334\text{m} \end{matrix}$$

II.5.2. Devers en alignement droit

- Le devers « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas).
- Le devers « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux. [39]

		Environnement 2
Catégorie 1-2	Devers minimal	2,5%
	Devers maximal	7%

Tab.IV. 15. Le devers selon B40. [39]

II.5.3. Arc en cercle

La courbe est limitée par trois éléments intervenants : [43]

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

1) Stabilité en courbe :

Dans un virage de rayon R, une véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système

- Force centrifuge : $F_c = m \times \frac{v_r^2}{R}$
- Poids de véhicule : $P = m \times g$

Avec :

g : Accélération de la pesanteur

R : rayon de courbe

m : la masse de véhicule

d : devers

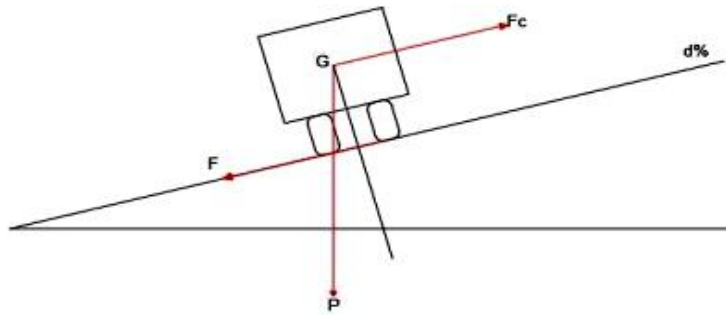


Fig. IV. 4. La force centrifuge [43]

2) Coefficient de frottement transversal

Vitesse	80 km/h
Catégorie 1	$F_t = 0.13$

Tab.IV. 16. Coefficient de frottement transversal selon B40. [39]

3) Valeurs des rayons minimaux

a) Rayon horizontal minimal absolu:

Pour une catégorie donnée, le rayon minimum absolu en plan est défini par la formule suivante :

$$RH_{\min} = \frac{Vr^2}{127(D_{\max} + F_t)} \quad [44]$$

Avec :

Vr : Vitesse de référence (80Km/h)

D_{\max} : Devers maximal (7%)

F_t : Coefficient de frottement transversal

b) Rayon minimal normal:

Le rayon minimal normal est calculé par la formule suivant :

$$RH_N = \frac{(V_r + 20)^2}{127(D_{myn} + F_t)} \quad [44]$$

Avec :

$D_{max} = 7\%$

Selon le B40 : pour les cats 1-2 : Le devers associé $D_{myn} = D_{max} - 2\%$

c) Rayon au devers minimal $RH_d = R(V_r, D_{min})$

Au dévers minimum D_{min} correspond le rayon au dévers minimal donné par la formule

$$RH_d = \frac{V_r^2}{127 \times 2(D_{min})} \quad [44]$$

Avec :

V_r : Vitesse de référence (80Km/h)

D_{min} : Devers minimal (2.5%)

d) Rayon non déversé (RH_{nd})

le rayon minimal qui permet cette disposition est le rayon minimal non déversé

$$RH_{nd} = \frac{V_r^2}{127(f'' - D_{min})} \quad [44]$$

Avec :

V_r : Vitesse de référence (80Km/h)

D_{min} : Devers minimal (2.5%)

Selon le B40 : pour les cats 1-2 : $f'' = 0.06$

➤ **Pour notre projet**

Les données :

V_r : 80Km/h

D_{max} : 7%

D_{min} : 2.5%

D_{myn} : 7-2=5%

F_t : 0.13

$f'' : 0.06$

❖ Rayon horizontal minimal absolu:

$$RH_{\min} = \frac{80^2}{127(0.07+0.13)} = 252\text{m}$$

$$RH_{\min} = 252\text{m}$$

❖ Rayon horizontal normal :

$$RH_N = \frac{(80 + 20)^2}{127(0.05 + 0.13)} = 438\text{m}$$

$$RH_N = 438\text{m}$$

❖ Rayon au devers minimal :

$$RH_d = \frac{80^2}{127 \times 2(0.025)} = 1007.87\text{m}$$

$$RH_d = 1008\text{m}$$

❖ Rayon non déversé

$$RH_{nd} = \frac{80^2}{127(0.06 - 0.025)} = 1439.82\text{m}$$

$$RH_{nd} = 1440\text{m}$$

		Norme routière algérienne B40	Les valeurs retenues
Vitesse de référence	Vr (Km/h)	80	-
Coefficient de frottement transversal	F _t	0.11	-
Devers maximal	D _{max}	7%	-
Devers minimal	D _{min}	2.5%	-
Devers moyen	D _{myn}	5%	-
Longueur minimal	L _{min} (m)	-	112
Longueur maximal	L _{max(m)}	-	1334
Rayon horizontal minimal absolu	RH _{min} (m)	250	252
Rayon horizontal normal	RH _n (m)	450	438
Rayon horizontal devers minimal	RH _d (m)	1000	1008
Rayon horizontal non déversé	RH _{nd} (m)	1400	1440

Tab.IV. 17. Tableau récapitulatif des rayons du tracé en plan

II.5.4. Courbe de raccordement

1) type de courbe de raccordement

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désiré d'une variation continue de la courbure, on a retenu les trois courbes suivantes : [43]

- Parabole cubique
- Lemniscate
- Clothoïdes

La courbure de la clothoïdes, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc ; parcourue à vitesse constante.

La clothoïdes maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

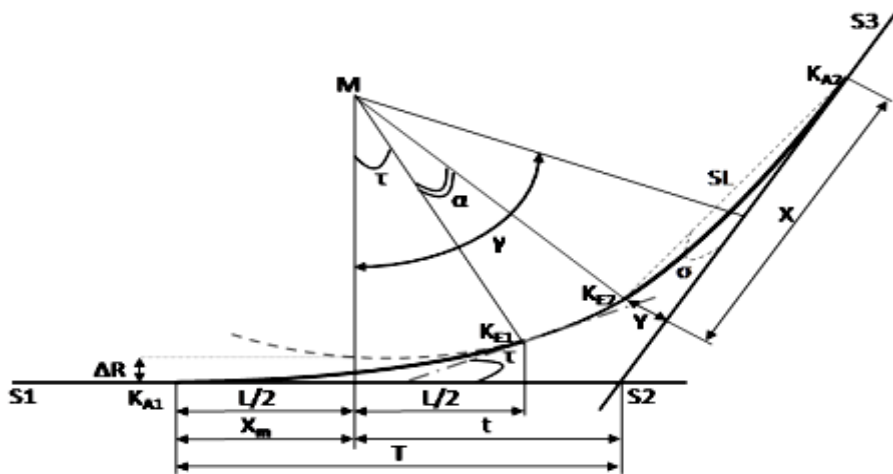


Fig. IV. 5. Élément de la clothoïdes. [43]

R : rayon du cercle.

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

σ : Angle polaire (angle de corde avec la tangente).

L : longueur de la branche de la clothoïdes.

X_m : Abscisse du centre du cercle.

KE : Extrémité de la clothoïdes.

A : Paramètre de la clothoïdes.

KA : Origine de la clothoïdes.

τ: Angle des tangentes.

SL : Corde (KA – KE).

M : Centre de cercle.

X : Abscisse de KE.

Y : Origine de KE.

t : tangente courte.

T:Grande Tangente

2) Longueurs minimales des raccordements à courbe progressive

Le raccordement entre deux courbes circulaires ou une courbe et un alignement doit répondre à trois conditions spécifiques.

- **Condition optique**

On utilise généralement la formule suivante :

$$L = \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad [42]$$

Avec :

L : longueur de la clothoïdes

R : rayon de courbure

ΔR : le ripage du cercle raccordé, sa valeur dépend du rayon :

$R \leq 1500m$ on adopte $\Delta R = 0,5$ à $1m$

$1500 < R \leq 5000m$ on adopte $\Delta R = 1$ à $2,5m$

$R > 5000m$ on adopte $\Delta R = 2,5m$

Selon B40

- **Condition de gauchissement**

- On utilise généralement la formule suivante :

$$Lg = \frac{l \times Vr \times \Delta d}{50} \quad [42]$$

Avec :

L:longueur de raccordement.

l: largeur de chaussée

Δd : variation de dévers

- **Condition dynamique**

On utilise généralement la formule suivante :

$$L_d \geq \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127 \times R} - \Delta d \right) \quad [42]$$

Avec :

Δd : Variation de devers. $\Delta d = d_{final} - d_{initial}$

V_r : Vitesse de base

R : rayon de courbure

- **Paramètre de clothoïdes**

En utilisant les valeurs qui respectent les conditions précédentes, nous pouvons calculer la longueur minimale de la clothoïdes.

$L = \max(L \text{ condition optique}, L_g \text{ condition de gauchissement}, L_d \text{ condition dynamique}). [42]$

La formule pour déterminer le paramètre de la clothoïdes est alors définie comme suit :

$$A = \sqrt{R \times L} \quad [42]$$

➤ **Pour notre projet**

Les données :

V_r : 80Km/h

R : 250m

$\Delta R = 1m$

l : 7m

Δd : $D_{max} + D_{min} = 7 + 2.5 = 9.5\%$

❖ **Condition optique**

$$L = \sqrt{24 \times 250 \times 1} = 77.45m$$

$$L = 78m$$

❖ **Condition de gauchissement**

$$L_g = \frac{7 \times 80 \times 9.5}{50} = 106.4m$$

$$L_g = 107m$$

❖ **Condition dynamique**

$$L_d \geq \frac{80^2}{18} \left(\frac{80^2}{127 \times 250} - 0.095 \right) = 37.89m$$

$$L_d = 38m$$

❖ Paramètre de clothoïdes

$$L = \max(78\text{m}, 107\text{m}, 38\text{m})$$

$$A = \sqrt{250 \times 107} = 163.55\text{m}$$

A=164m

	Optique	Gauchissement	Dynamique	Clothoïdes
Résultats	78m	107m	38m	164m

Tab.IV. 18. Tableau récapitulatif des
résultats des paramètres de Clothoïde

III. Profil en long

III.1. Définition

Le profil en long d'une route doit être une courbe continue ; la circulation rapide impose que cette continuité s'étende aux inclinaisons. Pratiquement, le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des cercles. [27]

Le profil en long est déterminé par de nombreuses considérations :

- Ecoulement des eaux.
- Comportement des véhicules dans les rampes.
- Confort.
- Visibilité.

III.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long

La conception du profil en long sera guidée par les directives suivantes:

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques recommandés par les réglementations en vigueur.
- Éviter les angles rentrants dans les tracés en déblai pour prévenir l'accumulation d'eau et garantir un écoulement efficace.
- Privilégier un profil en long en léger remblai plutôt qu'en léger déblai, afin de faciliter le drainage et de préserver l'harmonie visuelle avec le paysage.
- Positionner les zones de dévers nul dans une pente du profil en long pour favoriser le drainage.
- Équilibrer les volumes de remblais et de déblais.
- Limiter la hauteur des remblais pour éviter les excès.
- Coordonner adéquatement le tracé en plan et le profil en long, en privilégiant les alignements et les courbes continues plutôt que les segments discontinus.
- Préférer les courbes simples ou les combinaisons de courbes et d'arcs de rayon progressif aux lignes brisées constituées de multiples pentes voisines.
- Regrouper les cercles voisins de même sens en un seul cercle.
- Adapter le profil en long aux caractéristiques principales du paysage.

III.3.les éléments de composition du profil en long

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel.
- L'altitude du projet.
- La déclivité du projet.

III.3.1.Déclivité

➤ **Déclivité minimum** : Pour des raisons de l'écoulement des eaux, il faut éviter les paliers de grande longueur ayant une pente minimale $< 0.5\%$ ($i_{min}=0.5\%$). [41]

➤ **Déclivité maximum :**

La déclivité maximum dépend de :

- Condition de l'adhérence entre pneu et chaussée.
- Vitesse minimum de poids lourd « PL».
- Condition

économique

Environnement	E2
Vitesse Km/h	80
Déclivité	7%

**Tab.IV. 19. Déclivité maximale
selon B40. [42]**

III.3.2. Raccordement verticaux

Le changement de déclivité est assuré par le raccordement circulaire qui doit répondre aux conditions de confort et de visibilité.

1) Raccordement “ Angle saillant “ :

Les rayons minimums autorisés pour les raccordements paraboliques en angles saillants sont déterminés en prenant en compte la position de l'œil humain ainsi que différentes contraintes liées à la sécurité routière.

❖ **Condition de confort :**

L'équation utilisée pour définir la condition limitant l'accélération verticale est généralement basée sur la formule suivante :

Cat 1 ➡
$$\frac{Vr^2}{R_v} \leq \frac{g}{40} \rightarrow R_v > 0.30Vr^2 \quad [40]$$

Avec

R_v : Rayon de raccordement (m)

Vr : vitesse de référence (km/h)

g : accélération de la pesanteur = 10 m/s

➤ **Pour notre projet**

Les données :

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

$R_v = 0.30 \times (80)^2 = 1920$

$R_{vm} = 1920 \text{ m}$

❖ **Condition de visibilité :**

Il est essentiel que deux véhicules se déplaçant en sens inverse puissent se remarquer à une distance deux fois supérieure à la distance minimale d'arrêt. Le rayon de raccordement est déterminé par la formule suivante :

$$R_{VN} = ad^2 \quad [40]$$

Cat 1-2 : $a=0.24$ selon B40
 d : distance d'arrêt : 110.45m

➤ **Pour notre projet**

$$R_{VN} = 0.24 \times 110.45^2 = 6230.31m$$

$$R_{VN} = 2927.80m$$

2) **Raccordement " angle rentrant" :**

La visibilité est garantie pour les rayons qui répondent à la condition suivante

❖ **Condition de confort :**

Ce rayon est déterminé à partir de la condition de confort selon la vitesse et la catégorie Pour $V > 80$ km/h (Catégorie 1),

Avec

$$R'_{vm} = C \times Vr^2 \quad [40]$$

$C=0.30$ selon B40

➤ **Pour notre projet**

$$R'_{vm} = 0.3 \times 80^2 = 1920m$$

$$R'_{vm} = 1920m$$

❖ **Condition de visibilité :**

Le rayon normal minimum pour les angles rentrants est atteint par l'application de

$$R'_{VN} = R'_{vm}(Vr + 20) \quad [40]$$

➤ **Application numérique**

$$R'_{VN} = 0.3(80 + 20)^2 = 3000m$$

$$R'_{VN} = 3000m$$

		Symbole	Norme routière algérienne B40	Les valeurs retenues
Angle saillant	Déclivité	P max %	7%	-
	Rayon minimum absolue	R_{Vm}	2500	1920
Angle rentrant	Rayon minimum Normale	R_{VN}	6000	2928
	Rayon minimum absolue	R'_{Vm}	2400	1920
	Rayon minimum Normale	R'_{VN}	3000	3000

Tab.IV. 20. Tableau récapitulatif des rayons du profil en long

IV. Profil en travers

IV.1.Définition

Le profil en travers est défini comme la coupe de la route suivant un plan perpendiculaire au tracé en plan

Pour l'étude préliminaire, on adoptera le profil en travers type présenté à la figure 2 avec une largeur de chaussée. [28]

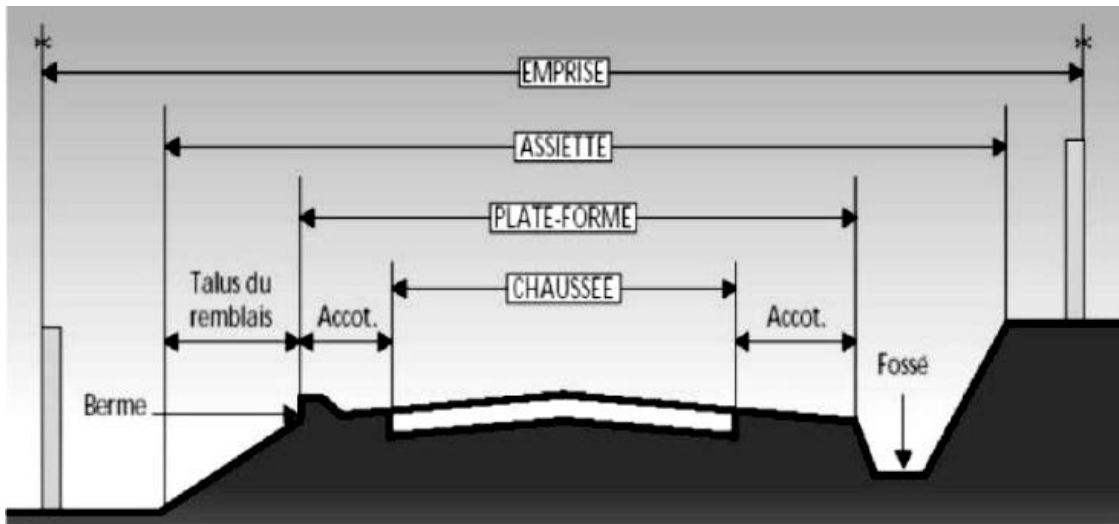


Fig. IV. 6. Schéma montrant éléments constitutifs du profil en travers

- **L'emprise routière:** désigne la portion de terrain appartenant à la collectivité, située dans les limites du domaine public.
- **L'assiette routière :** correspond à la surface réellement aménagée pour créer la route, incluant les talus, et se limite aux terrassements.
- **La plate-forme routière :** située entre les fossés ou les crêtes des talus en remblai, englobe la chaussée ainsi que les accotements, éventuellement agrémentés de terre-pleins et de voies auxiliaires.
- **La chaussée :** représente la partie de la route dédiée à la circulation des véhicules.
- **Les accotements :** désignent les zones latérales qui bordent la chaussée à l'extérieur. Ils peuvent être nivelés ou surélevés.
- **Un fossé :** est une structure linéaire creusée dans le sol dans le but de drainer, collecter ou faire circuler les eaux

IV.1.1 Emprise Assiette Plate-forme

L'emprise de la route est la surface du terrain naturel affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances. Elle coïncide généralement avec le domaine public.

L'assiette de la route est la surface du terrain réellement occupée par la route.

La plate-forme est la surface de la route qui comprend la ou les chaussée les accotements et les terre-pleins s'il en existe.

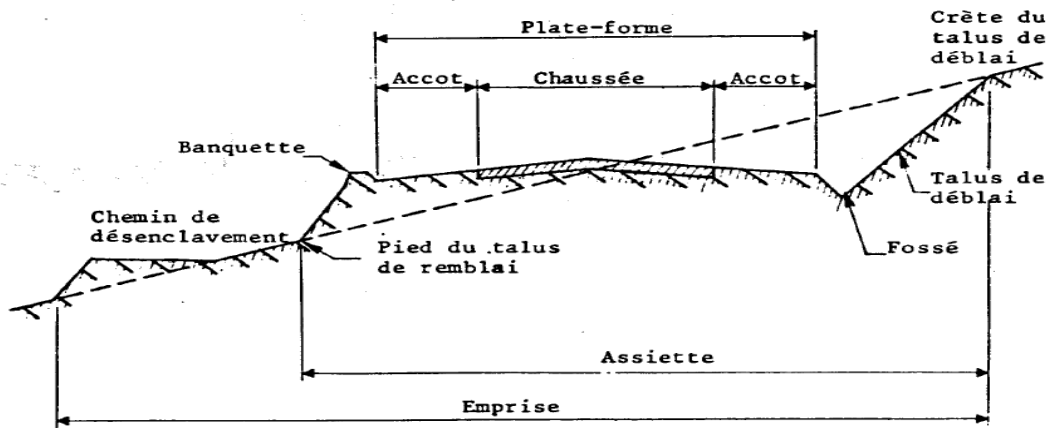


Fig. IV. 7. Profil en travers type : chaussée bidirectionnelle

IV.1.2. Chaussée - Accotements Bande d'arrêt.

Une chaussée est dite à (2) voies vue qu'elle est aménagée pour permettre le passage simultané de deux véhicules dans un même profil en travers.

Les accotements s'étendent de la limite de la chaussée à la limite de la plate-forme.

IV.1.3. Règles d'emploi

Le projeteur tiendra également compte des précisions suivantes :

Il convient de prévoir des emprises suffisamment larges pour permettre un élargissement ultérieur de la plate-forme.

En déblai : la plate-forme ne comprend pas la zone de transition entre l'accotement et le fossé ; la distance horizontale entre la limite de plate-forme et le talus dépend des débits à évacuer.

IV.2. Différents types de profil en travers :

Dans une étude d'un projet routier l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers. [18]

IV.2.1. Profil en travers type

Le profil en travers type est une représentation graphique des projets routiers, qu'il s'agisse de la construction de nouvelles routes ou de l'aménagement de voies existantes. Il inclut toutes les dimensions et les éléments de construction essentiels dans toutes les configurations possibles (déblais, remblais, mixte). [18]

IV.2.2. Profil en travers courants :

Ces profils sont tracés à des intervalles réguliers, adaptés au relief naturel du terrain (qu'il soit accidenté ou plat). Leur principal objectif est de faciliter le calcul des volumes de terrassement nécessaires. [18]

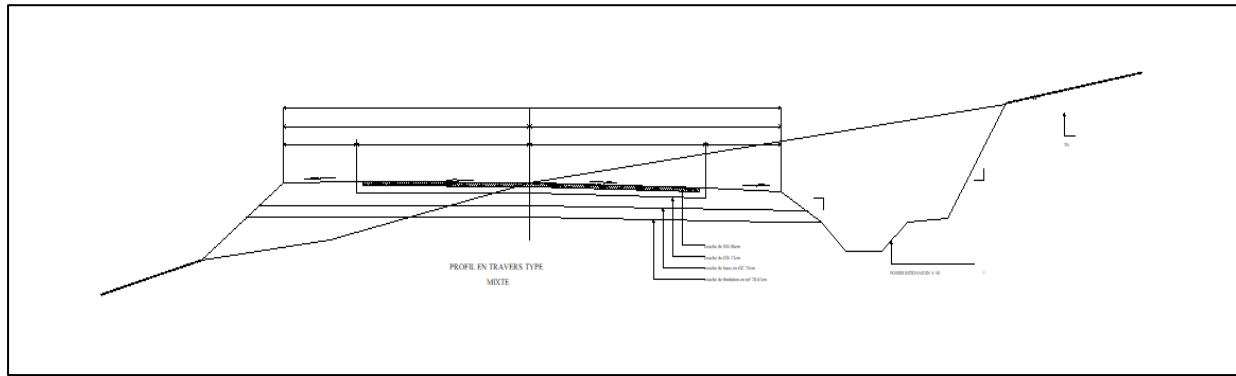


Fig. IV. 8. Profil en travers Mixte

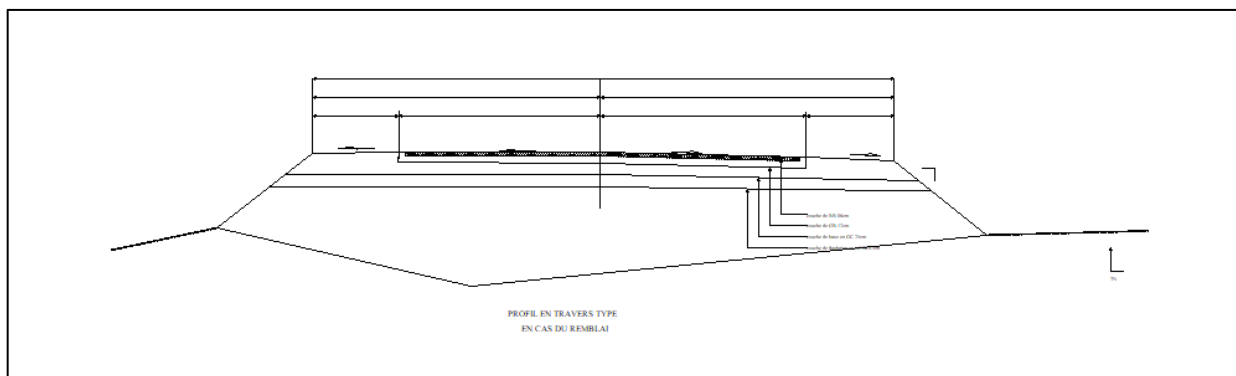


Fig. IV. 9. Profil en travers Remblai

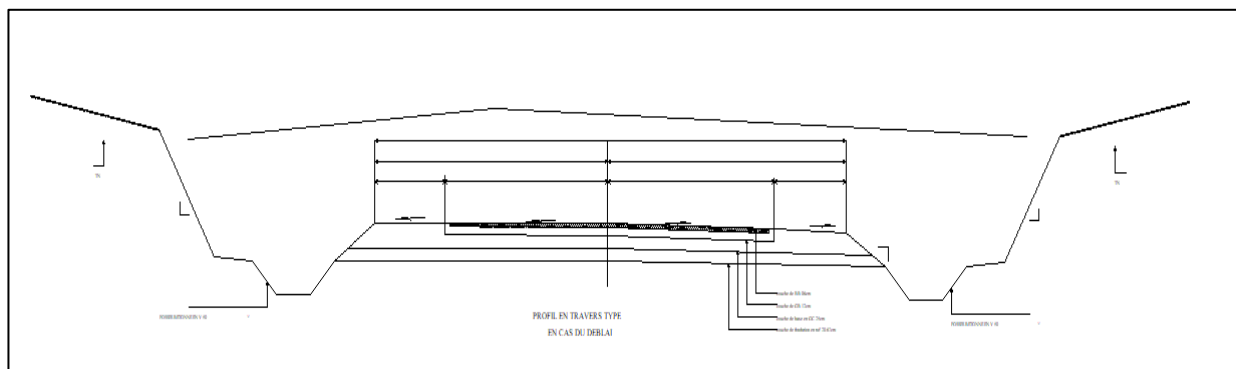


Fig. IV. 10. Profil en travers Déblai

- **Largeur en section courante**

La largeur des voies de circulation, est prise de 3,50 m.

IV.3. Dimensionnement

IV.3.1. Généralités

La largeur de la chaussée est essentiellement fonction de l'importance et de l'hétérogénéité du trafic à écouler, mais n'est pas une fonction continue de ce débit.

Le projeteur doit choisir successivement la largeur affectée à chaque voie de circulation, puis le nombre de voix nécessaires pour écouler le trafic prévisible à l'année horizon.

IV.3.2.Détermination pratique de la largeur des chaussées en rase campagne

Le trafic à prendre en compte est le trafic escompté à la vingtième année d'exploitation de l'aménagement.

- chaussée de 7 m : de 2.500 à 7.500/10.000 u.v.p. /j:

V. Dimensionnement du corps de chaussée

Une étude routière ne se résume pas à la conception d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet, une fois achevée, la route doit pouvoir faire face à diverses agressions extérieures et à une exploitation intense, telles que les contraintes des essieux des véhicules lourds, les variations thermiques, la pluie, la neige, le verglas, et autres. Ainsi, il est essentiel de garantir à la route non seulement de bonnes caractéristiques géométriques, mais également des propriétés mécaniques robustes lui permettant de résister à ces différentes contraintes tout au long de sa durée de vie.

V.1. Définition de la chaussée

Au sens Géométrique : la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

Au sens Structurel : l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges. [35]

Il existe trois types de chaussées :

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

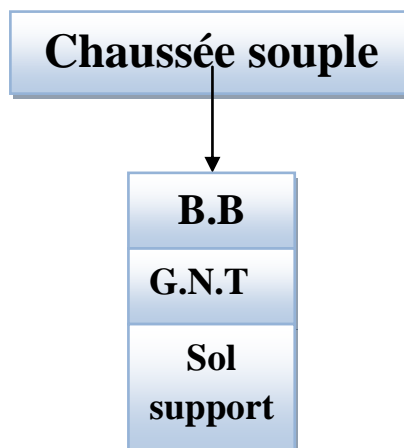


Fig. IV. 11. Les différentes couches de chaussée

Avec

B.B : Béton bitumineux

G.B : Grave bitume

G.T : grave traité

G.N.T : Grave non traité

V.2.principale méthode de dimensionnement

Diverses approches de conception des chaussées en béton existent, elles reposent soit sur des modèles mathématiques, soit sur des considérations pratiques issues de l'expérience. Elles sont présentées sous différentes formes.

- Soit d'abaques de dimensionnement,
- Soit d'un catalogue de structures-types,
- Soit de méthodes de calcul pratiques.

V.2.1.La méthode CBR « Californie -Bearing – Ratio »

Cette approche repose sur l'évaluation de la résistance au poinçonnement du sol support et sur la transmission des charges selon le modèle de Bousines. Elle fait appel à des abaques qui, en fonction du CBR, déterminent l'épaisseur totale de la chaussée à réaliser selon les formules suivantes :

- Pour un trafic en voiture particulière : $TJMA \times 365 \times 1.5t < 100000 \text{ t/ans}$

$$e_{eq} = \frac{100 + 150\sqrt{p}}{I_{CBR} + 5} \quad [36]$$

- Pour un trafic en voiture particulière: $TJMA \times 365 \times 1.5t \geq 100000 \text{ t/ans}$.

$$e_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \left(75 + 50 \log \frac{N}{10} \right)}{I_{CBR} + 5} \quad [36]$$

Avec:

e_{eq} : Épaisseur équivalente

I_{CBR} : L'indice CBR Californien de sol support (%).

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

log: logarithme à base 10

N: Nombre moyen journalier des véhicules (TJMA) $> 1,5t$ à l'année horizon

$$N = TJMA \times Z \quad [36]$$

Avec

TJMA : trafic à l'année 2044

Z : pourcentage poids lourds

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$E_{eq} = C_1 \times e_1 + C_2 \times e_2 + C_3 \times e_3 \quad [36]$$

Avec :

e_1 : Épaisseur réelle de la couche de roulement.

e_2 : Épaisseur réelle de la couche de base.

e_3 : Épaisseur réelle de la couche de fondation

C_1, C_2, C_3 : Coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches

• **Coefficient d'équivalence**

Le tableau ci-dessous indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau : [36]

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

Tab.IV. 21. Coefficient d'équivalence

➤ **Pour notre projet**

Les données :

TJMA : 22577uvp/j

$I_{CBR} = 8$

$P = 6.5t$

$Z : 30\%$

$27092 \times 365 \times 1.5 = 14\,832\,870$

$N = 22577 \times 0.3 = 6773.1$

$$e_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \left(75 + 50 \log \frac{6773.1}{10} \right)}{8 + 5} = 50.16 \text{ cm}$$

$$e_{eq} = 65\text{cm}$$

Les couches	Epaisseurs réelle
Béton bitumineux	8
Grave bitume	12
Couche de base	25
Couche de fondation	20
Totales	65

Tab.IV.22. Tableau récapitulatif

VI. 3. Conclusion

Les caractéristiques géométriques des routes sont essentielles pour assurer la sécurité, le confort, l'efficacité et l'accessibilité des infrastructures routières. Leur conception et leur gestion doivent être guidées par une approche holistique, prenant en compte les besoins des usagers, les contraintes environnementales et les évolutions du contexte socio-économique.

Conclusion générale

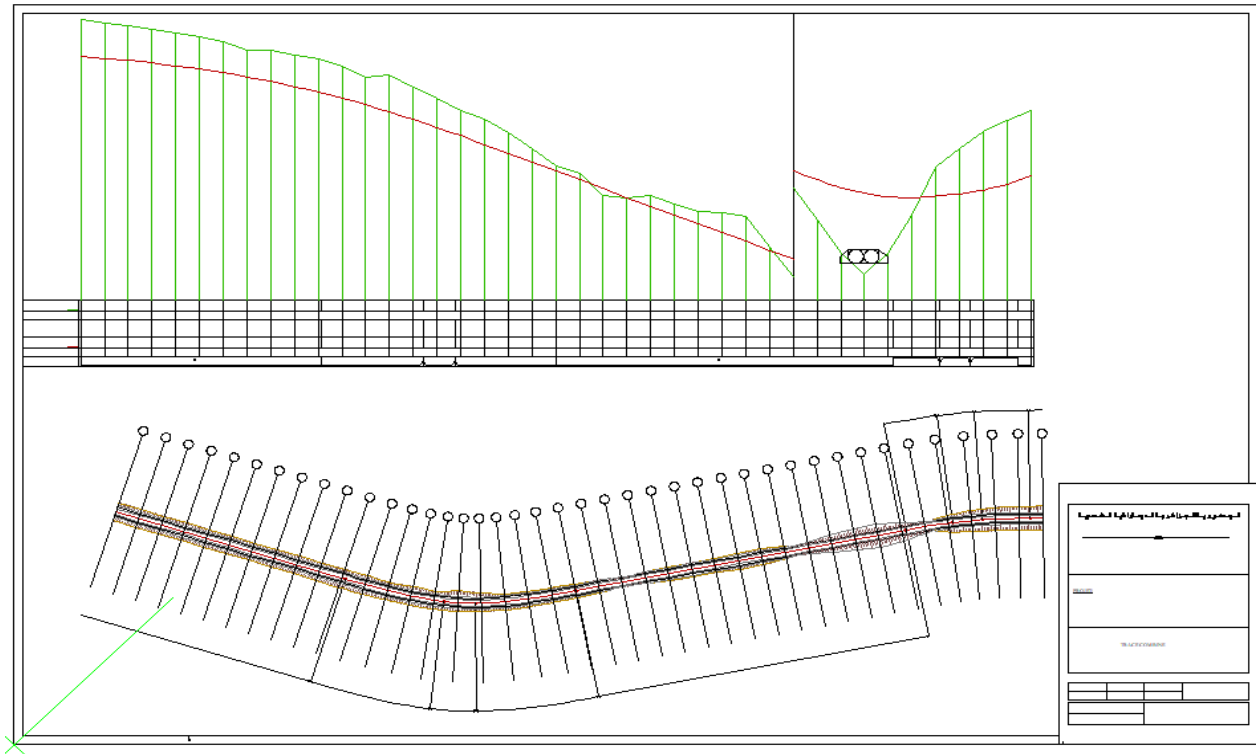
En conclusion, l'utilisation de l'analyse multicritère « AMC » dans la recherche d'un tracé routier optimal représente une méthode robuste et efficace pour répondre aux défis complexes de la planification des infrastructures routières. Ce processus d'évaluation permet de prendre en compte une multitude de critères, allant de la sécurité routière à l'impact environnemental, en passant par les coûts de construction et d'entretien.

L'analyse multicritère offre une approche holistique qui permet de pondérer et de comparer ces critères de manière équilibrée, offrant ainsi une vision globale des différentes alternatives de tracé. Cette approche favorise une prise de décision éclairée, en permettant aux décideurs d'identifier les compromis nécessaires entre les objectifs concurrents et de sélectionner la solution qui offre le meilleur équilibre global.

De plus, L'analyse multicritère présente une grande flexibilité, permettant d'adapter les critères et les pondérations en fonction des spécificités du projet et des préférences des parties prenantes. Cette adaptabilité favorise l'implication active des différents acteurs impliqués dans le processus de décision, renforçant ainsi la légitimité et la qualité des résultats obtenus.

Enfin, L'analyse multicritère contribue à une planification plus durable et plus résiliente des infrastructures routières, en intégrant des critères environnementaux, sociaux et économiques dans le processus d'évaluation. Cette approche permet de minimiser les impacts négatifs sur l'environnement, tout en favorisant des solutions qui répondent aux besoins des communautés locales et des usagers de la route.

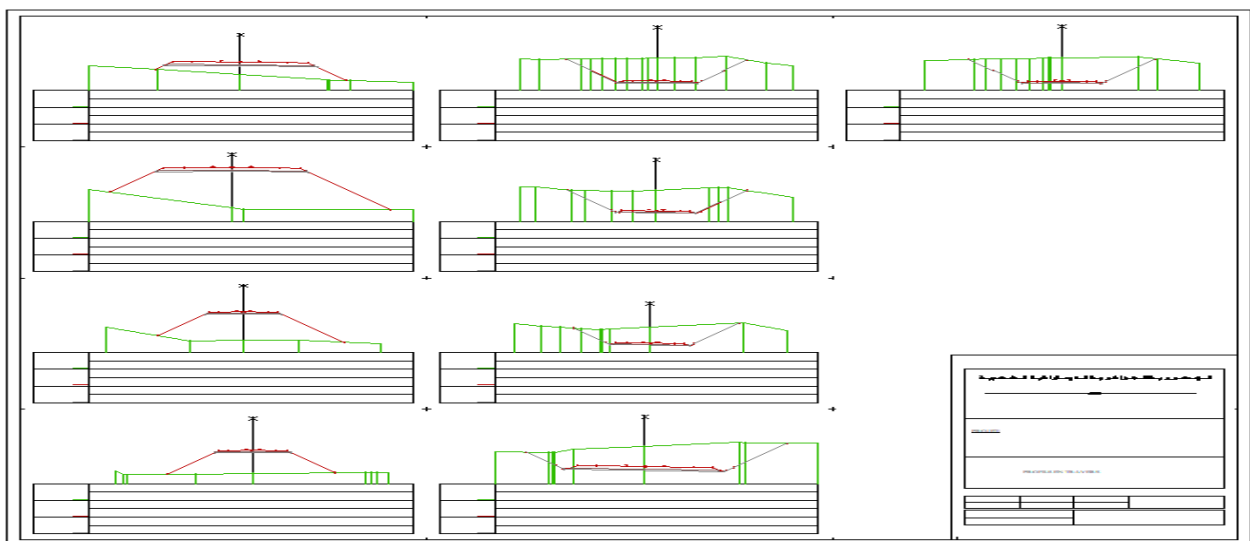
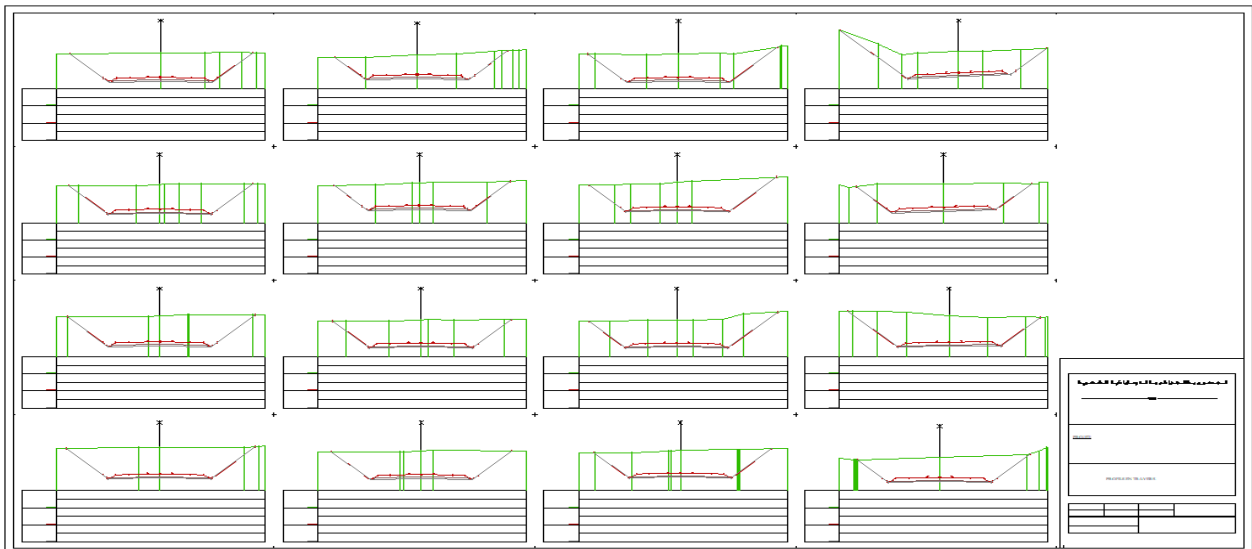
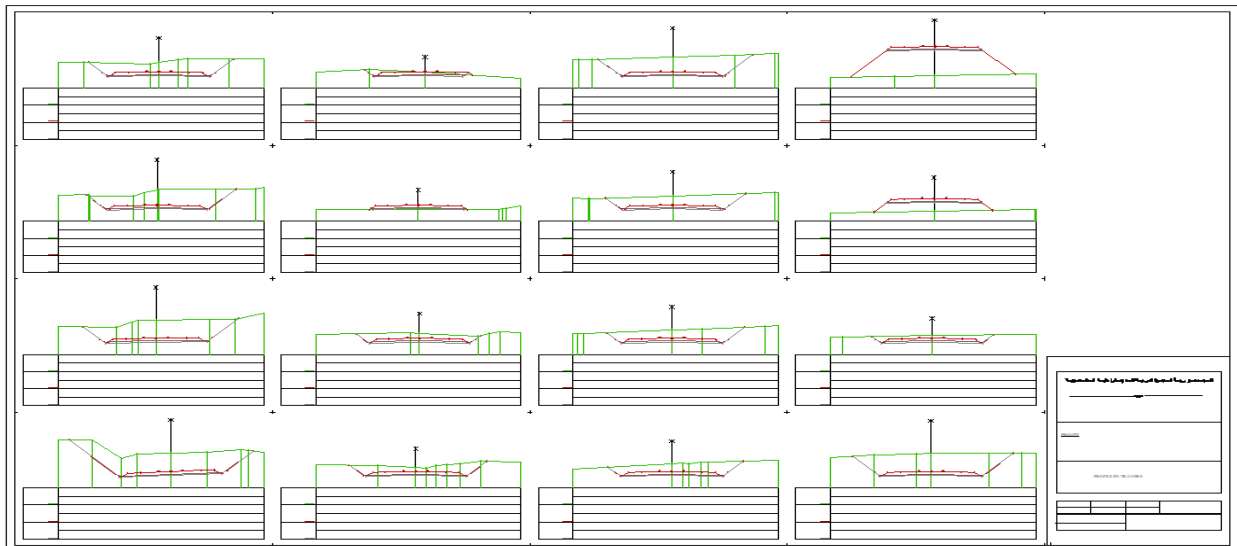
Annexe



A. 1. Profil combiné



A. 2. Profil en long



A. 4. Profil en travers du projet étudié de 1km

Références bibliographiques

- [1] : ANIREF. Monographie de la wilaya de Tlemcen.[consulte le 03/02/2024], disponible à l'adresse :<https://www.aniref.dz/DocumentsPDF/monographies/MONOGRAPHE%20WILAYA%20TLEMEN.pdf>
- [2] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Tlemcen:consulte le 03/02/2024 à 19:48.
- [3] : KHEMIES.R BOUKADA.M. ANALYSE MULTICRITERE POUR LA RECHERCHE D'UN TRACE OPTIMAL : EVITEMENT DE BENI SAF, thèse de master, 2017, p91.
- [4] :BRUNEL.H.COURS DE ROUTE.UNIVERSITE D'ORLEANS I.U.T. DE BOURGES .DEPARTEMENT GENIE CIVIL
- [5] : Paul,P. Les analyses multicritères dans les projets de transport : applications aux projets d'extension du tramway de Strasbourg. Université Lumière Lyon 2. Master Professionnel. Septembre 2010.p104
- [6] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Choix_d'un_projet_routier : consulté le 10/02/2024 à 22 :00
- [7] : Berger,A. Les impacts du réseau routier sur l'environnement. Le 4 page Ifen
- [8] : https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tude_d'impact:consulté le 14/02/2024
- [9] : Étude d'impact sur l'environnement. Le gouvernement du Nouveau-Brunswick [consulte le 14/02/2024] disponible a l'adresse :
https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/egl/environnement/content/etude_d_impact_environmental.html#:~:text=L'%C3%A9tude%20d'impact%20sur,d%C3%A9coulant%20d'un%20projet%20pr%C3%A9vu
- [10] :A.BACHA, Étude d'impact des projets routiers sur l'environnement, par USTHB – Géologie de l'ingénieur, 2007.
- [11] : conservation, nature. Impact des infrastructures de transport.[consulté le 17/02/2024] sur le site : <https://www.conservation-nature.fr/ecologie/menaces-ecologiques/activites-humaines/impact-infrastructures-transport/#:~:text=Un%20des%20principaux%20impacts%20de,des%20terres%20adjacentes%20aux%20infrastructures>
- [12] : ROYAUME DU MAROC SOCIÉTÉ DES AUTOROUTES DU MAROC. Etude d'impact sur l'environnement du projet de construction de l'autoroute Fès-Oujda.Résumé non technique
-
- [13] : code de la route.Accident de la Route | Causes et Conséquences[consulté le 17/02/2024]
<https://codedelaroute.io/blog/accident-de-la-route/#Causes-principales-des-accidents-de-la-route>
- [14] : arcMap. Analyse d'itinéraires.[consulté le 24/02/2024]:
<https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/latest/extensions/network-analyst/route.htm>

[15] : Brosset.D. Description d'itinéraire en milieu naturel : modèle intégré de description verbale et de représentation spatiale au sein des systèmes d'information géographique. Thèse de doctorat. L'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers. le 14 novembre 2008.

[16] : Sétra. Service d'Études techniques des routes et autoroutes. Guide méthodologique .Démarche Sure .Diagnostic de l'itinéraire et pistes d'actions. Octobre2006. ISRN : EQ-SETRA--06-ED17—FR

[17] : Examen des projets d'agglomération – 2 e génération, rapport explicatif. Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC .Office fédéral du développement territorial ARE. 26.02.2014

[18] : Darryl.B. Revue sur le droit et la politique de la concurrence 2002/4 (Vol. 4), pages 49 à 119 :[Consulté le 01/03/2024]

[19] : Valérie.D et all. Comment changer les comportements de mobilité. La synthèse et l'atelier-débat de l'observatoire. 22 janvier 2015

[20] :Nehaoua.A. Cours de routes. Chapitre 2, les études de circulation et de trafic. Jan 11, 2015

[21] : Guenez .F. Modèle d'application du problème d'ordonnancement des tâches dans les systèmes distribués résolvant les Problèmes de planification de la circulation routière dans les villes intelligentes.master. Université Larbi Tebessi–Tébessa.2022

[22] :julien.L et Emanuel.H. Comment réduire les embouteillages sans étendre le réseau des routes nationales. [Consulté le 02/03/2024]

[23] : Nehaoua.A. Cours de routes. Chapitre 6, caractéristique géométrique de la route . Jan 11, 2015

[24] : Patrick.R.PROGRAMME DOCTORAL EN ENVIRONNEMENT. ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE.Suisse. 15 février 2013

[25] : Guy. D et all. IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES CHAUSSÉES DES RÉSEAUX ROUTIERS QUÉBÉCOIS. Département de génie civil et de génie des eaux Université Laval. juin2014

[26] :développement territoriale. Transports et aménagement du territoire. [consulté le 05/3/2024] : <https://www.uvek.admin.ch/uvek/fr/home/developpement-territorial/transports-amenagement-du-territoire.html>

[27]:Coquand.R .routes. circulation- tracé. Tome1.1965.Eyroles, N°2276

[28] :KALLI.F et GOUMETRE.A.MANUEL DE PROJET DE ROUTES.2eme Edition. Office des publications universitaires 11-2012.ISBN : 9789961015094

[29] : Ornikar.cours de code : la route : [consulté le 10 mars 2024] : <https://www.ornikar.com/code/cours/route>

[30] : la norme routière algérienne B40 : page (15-16)

[31] : HAMOUDI, A.et LASRI, Y. Etude de la bretelle principale de l'échangeur de la RN02 sur 4 Km avec un pont cadre, Mémoire de Master soutenue en-2012 université Tlemcen. Algérie p42..

[32] : B40 Normes technique d'aménagement des routes, Algérie, octobre 1977, page (7)

[33] : la norme routière algérienne B40 : page (39-40)

[34] : la norme routière algérienne B40 : page (54-55)

[35] : Sanogo.B. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE.17mai 2019

[36] : Chapitre VIII : Cours de routes Dimensionnement du corps de chaussée (ENSTP 2010)

[37] : la norme routière algérienne B40 : page (43)

[38] : la norme routière algérienne B40 : page (18-21)

[39] : la norme routière algérienne B40 : page (22-29)

[40] : la norme routière algérienne B40 : page (60-65)

[41] : MEGHERBI.D. Etude d'un tronçon de dédoublement de la RN 23 tronçon de PK 379 au PK385 entre Laghouat et Aflou. Master. Juin 2018.p81

[42] : la norme routière algérienne B40 : page (80-87)

[43] : géométrie de la route : <https://www.rapport-gratuit.com/geometrie-de-la-route>

[44] : la norme routière algérienne B40 : page (68-72)