

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 Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Travaux Public

Spécialité : Voies et Ouvrages d'Art

Par : BENDEHINA Youcef Miloud et BENYAHIA Mohammed Aymen

Sujet

ÉTUDE TECHNICO-ÉCONOMIQUE D'UN TRONÇON DE ROUTE À NAÂMA SUR UN LINÉAIRE DE 6 KM

Présentée Par :

BENDEHINA Youcef Miloud et BENYAHIA Mohammed Aymen

Soutenu publiquement, le 09/06 /2024 devant le jury composé de :

M. BEZZAR Abdel Illah	Université de Tlemcen	Président
M. CHERIF BENMOUSSA Med Yazid	Université de Tlemcen	Examineur
M. BENAMAR Abderrahmane	Université de Tlemcen	Encadreur

Année universitaire : 2023 /2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ملخص

في سياق الحصول على شهادة الماستر قمنا بعمل بدراسة تقنية لمقطع طريق يمتد على مسافة ٦ كم في ولاية النعامة، يتضمن المقطع مجموعة من المنشآت المائية ومفترق طرق في بداية الطريق هذا بالإضافة الى لافتات و اشارات الطريق قمنا باستعمال برنامج اوطو ديسك سيفيل ٣د وفق المعيار الوطني لتصميم الطرقات ٠٤ بعد الحصول على كميات الحفر والردم والمواد المستعملة بواسطة البرنامج، قمنا بعمل دراسة اقتصادية لمعرفة تكاليف المشروع النهائية.

الكلمات المفتاحية: أوتوديسك سيفيل ٣ ، تقاطع ، دراسة تقنية واقتصادية ، المنشآت الهيدرولوجية بإشارات المرور

Abstract

As part of obtaining a Master's degree, we conducted a technical study of a 6 km road section in the Naâma province. This section includes a set of hydraulic structures and an intersection at the beginning of the road, along with road signs and signals. We used Autodesk Civil 3D software in accordance with the national road design standard B40. After obtaining the quantities of excavation, fill, and materials used with the software, we conducted an economic study to determine the final project costs.

Keywords: Autodesk Civil 3D ,Intersection , Technical and economic study , Hydraulic structures ,Road signage

Résumé

Dans le cadre de l'obtention du diplôme de Master, nous avons fait une étude technique d'un tronçon de route de 6 km dans la wilaya de Naâma. Ce tronçon inclut un ensemble d'ouvrages hydrauliques et un carrefour au début de la route, ainsi que des panneaux et des signalisations routières. Nous avons utilisé le logiciel Autodesk Civil 3D conformément à la norme nationale de conception des routes B40.

Après avoir obtenu les quantités de terrassement, de remblais et des matériaux utilisés à l'aide du logiciel, nous avons fait une étude économique pour déterminer les coûts finaux du projet.

Mots Clée : Autodesk Civil 3D , Carrefour , Étude technique et économique , Ouvrages hydrologiques , Signalisation routière

Remerciement

Nous tenons à remercier notre professeur, Monsieur BENAMAR, pour son aide précieuse dans la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour ses conseils et ses orientations.

Nous remercions également notre jury, Monsieur CHERIF BENMOUSSA Mohamed Yazid et Monsieur BEZZAR Abdelilah, pour avoir lu et examiné ce mémoire.

Nos remerciements et notre gratitude vont également à tous les professeurs de la Faculté de Technologie de l'Université Aboubakr Belkaid et à l'ensemble de son personnel administratif.

Nous remercions tous ceux qui ont contribué à ce mémoire, tous ceux qui nous ont donné des conseils, et tous ceux qui nous ont enseigné une méthode.

Dédicace

Tout d'abord, je remercie Dieu, notre créateur de m'avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste.

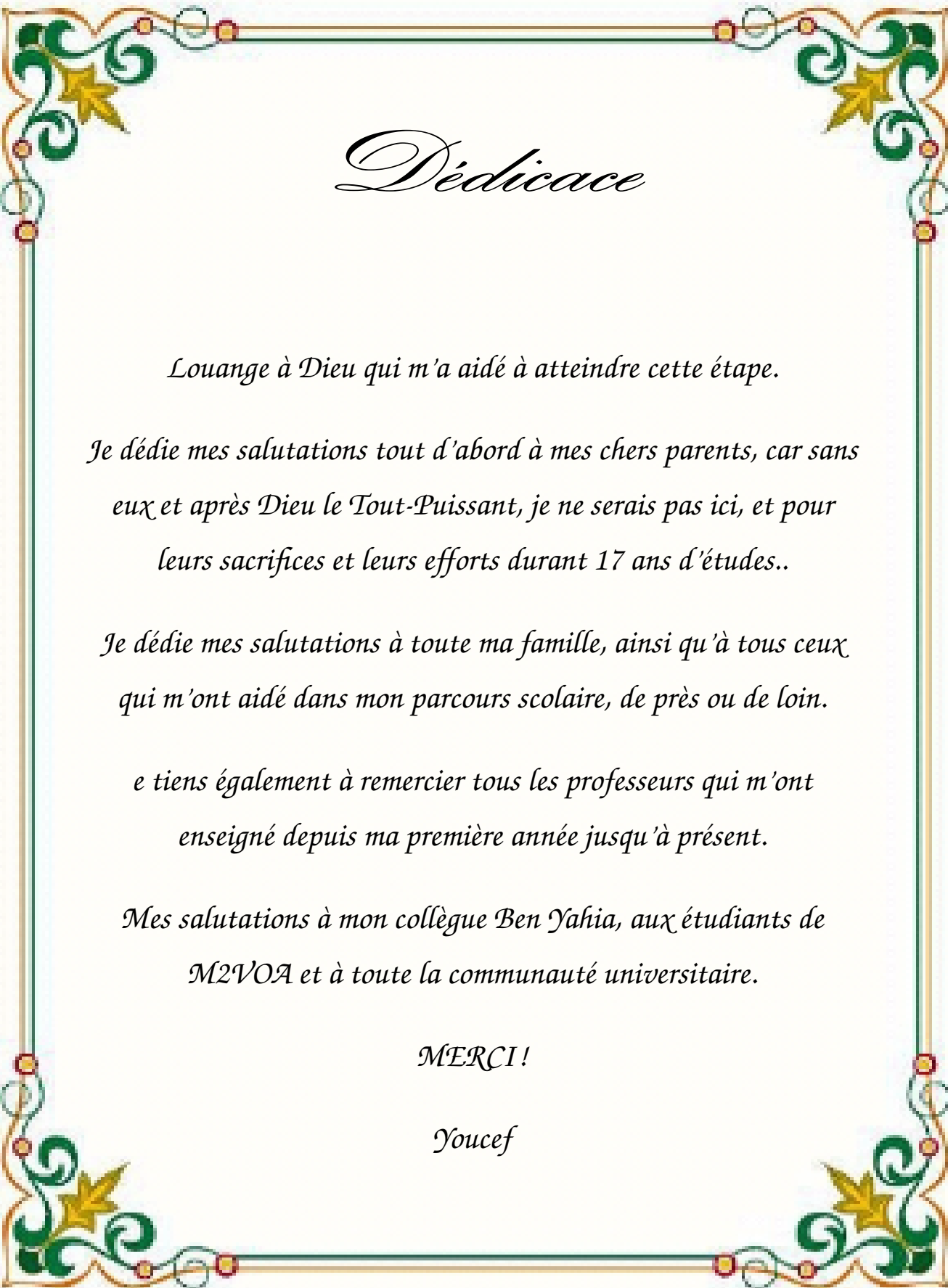
Je dédie ce travail

À mes très chers parents, pour l'amour qu'ils m'ont toujours donné, leurs encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant mes études.

À mes chères sœurs, merci pour votre encouragement constant, merci pour toutes les fois où vous avez été mes épaules sur lesquelles m'appuyer.

À mon binôme YUCEF, merci À tout ce que je connais sans exception. A tous mes enseignants sans exception. Enfin, j'offre mes bénédictions à tous ceux qui m'ont soutenu dans l'accomplissement de ce travail.

MOHAMED AYMEN



Dédicace

Louange à Dieu qui m'a aidé à atteindre cette étape.

Je dédie mes salutations tout d'abord à mes chers parents, car sans eux et après Dieu le Tout-Puissant, je ne serais pas ici, et pour leurs sacrifices et leurs efforts durant 17 ans d'études..

Je dédie mes salutations à toute ma famille, ainsi qu'à tous ceux qui m'ont aidé dans mon parcours scolaire, de près ou de loin.

e tiens également à remercier tous les professeurs qui m'ont enseigné depuis ma première année jusqu'à présent.

Mes salutations à mon collègue Ben Yahia, aux étudiants de M2VOA et à toute la communauté universitaire.

MERCI!

Youcef

Table des matières

Table des figures

Liste des tableaux

Notations

Introduction générale	1
1 Présentation du projet	3
1 Introduction	4
2 Objectif du projet	4
3 Présentation du tronçon	4
4 Caractéristiques de la région	5
4.1 Aperçu sur la wilaya de Naâma	5
4.2 Aperçu de la commune de Djeniene Bourezg	6
4.3 Situation démographique	7
4.4 Géologie	8
4.5 Climatologie	8
4.6 Réseaux routiers et ferroviaires	8
4.7 Sismicité	9
5 Paramètres fondamentaux et notions de bases	10
5.1 La norme B40	10
5.2 L'environnement de la route	10
5.3 Catégorie de la route	10
5.4 Vitesse de reference	10
5.5 Temps de perception- réaction	11
5.6 Distance de freinage	11

5.7	Distance d'arrêt :	12
5.8	Distance de sécurité entre deux véhicules	13
5.9	Distance de visibilité de dépassement et manoeuvre de dépassement .	13
5.10	Dimensionnement de corp de chaussée	14
6	Application au projet et résultats	18
6.1	Résultats	18
7	Conclusion	19
2	Etude technique du projet	20
1	Introduction	21
2	tracé en plan	21
2.1	Les éléments géométriques du Tracé en plan	22
2.2	Le Rôle de courbes de raccordement progressif	27
2.3	Coefficient de frottement transversal	27
2.4	Le dévers de la chaussée	27
2.5	Sur largeur	28
2.6	La force centrifuge	29
2.7	Application au projet et résultat	30
3	Profil en long	31
3.1	Eléments géométriques du profil en long :	31
3.2	Remblai	34
3.3	Déblai	34
3.4	Application au projet et résultat	35
4	Les profils en travers	36
4.1	Profil en travers type	36
4.2	Le profil en travers courant	37
4.3	Les éléments du profil en travers	37
4.4	Les éléments de la plate-forme	37
4.5	Les éléments de l'assiette	37
5	L'assainissement routier	38
5.1	Objectifs de l'assainissement	38
5.2	Les ouvrages d'assainissement	38
5.3	Les buses	39
5.4	Les radiers	39
6	Application au projet et résultat	40

6.1	Résultat	40
7	Conclusion	45
3	Aménagement de carrefour et signalisation routière	46
1	Introduction	47
2	Conception Géométrique des carrefours	47
2.1	Définition	47
2.2	Principes fondamentaux	47
2.3	Les types des carrefours	48
2.4	Classement des carrefours	49
3	Aménagement de la route non prioritaire (carrefours à 3 ou 4 branches) . . .	51
3.1	Fonctions de l'îlot séparateur	52
3.2	Aménagement en faveur des mouvements de tourne à gauche	54
3.3	Conditions de Visibilité	54
4	Signalisation routière	57
4.1	Définition	57
4.2	Principes fondamentaux	57
4.3	Types de signalisation routière	57
5	L'étude d'impact lors de la création d'une route sur l'environnement	64
5.1	L'objectif de l'étude d'impact	64
5.2	Les impacts de la route sur l'environnement	64
5.3	Des solutions utiles peuvent aider	66
6	Application au projet et résultat	68
6.1	Résultat	68
7	Devis quantitatif et estimatif	72
8	Conclusion	75
	Bibliographie	3

Table des figures

1.1	localisation de projet sur GOOGLE earth	5
1.2	la wilaya de Naâma[34]	6
1.3	les communes de la wilaya de Naâma [34]	6
1.4	Djeniene Bourezg[34]	7
1.5	évolution de la population de la wilaya de naama depuis 1977 [34]	7
1.6	répartition de la population par commune en 2018[34]	7
1.7	Réseaux routiers et ferroviaires de Naama[34]	9
1.8	Carte de zonage sismique du territoire national(RPA99) [34]	9
1.9	Les distances précédentes [37]	12
1.10	Distance de sécurité entre deux véhicules[27]	13
1.11	Figure explicative [27]	14
1.12	Chaussées souples [21]	17
2.1	Les éléments géométriques du tracé en plan [1]	21
2.2	Les forces qui subit le véhicule en virage [24]	22
2.3	Les éléments de la clothoïde [24]	25
2.4	Le dévers des accotements [29]	28
2.5	La sur largeur [1]	29
2.6	la force centrifuge et centripète [18]	29
2.7	Eléments géométriques du profil en long [1]	31
2.8	Véhicule en déclivité (rampe) [28]	32
2.9	La hauteur de l'œil[28]	33
2.10	Cobstacle invisible [28]	33
2.11	La tête de la buse [20]	39
2.12	Radier semi-submersible[20]	40
2.13	Radier submersible [20]	40

2.14 Coupe transversale	42
2.15 vu en face tete d'ouvrage	42
2.16 Coupe A-A	43
2.17 vue en plan	43
2.18 Profil en travers types	44
2.19 Profil en travers types ouvrage hydraulique	44
2.20 Profil en travers déblai	44
2.21 Profil en travers mixt	45
2.22 Profil en travers remblai	45
3.1 Carrefour à niveau [29]	48
3.2 Carrefour dénivelé [29]	48
3.3 Bifurcations[29]	49
3.4 Bifurcation canalisée [29]	49
3.5 Carrefour en T[29]	50
3.6 Carrefour en forme de T avec ilot séparateur dans la route transversale [29]	50
3.7 Carrefour en forme de T avec voie spéciale de virage à droite [29]	51
3.8 Route non prioritaire[25]	51
3.9 Influence de l'incidence du tracé de la route secondaire [7]	52
3.10 Caractéristiques du triangle de construction de l'îlot [7]	53
3.11 Schémas types de l'îlot séparateur	53
3.12 Aménagement en faveur des mouvements de tourne-à-gauche pour un carrefour en t(1)[7]	54
3.13 Aménagement en faveur des mouvements de tourne-à-gauche pour un carrefour en t(2) [25]	54
3.14 Condition de visibilité pour la manœuvre de tourne-à-gauche vers la route secondaire[7]	55
3.15 Panneaux de danger [35]	58
3.16 Panneaux permanente et temporaire [35]	58
3.17 Les panneaux de prescription	59
3.18 Panneaux de direction	59
3.19 panneaux indication	60
3.20 Feux de signalisation	60
3.21 Les lignes jaunes [35]	61
3.22 Lignes blanches [35]	61

3.23 Lignes blanches discountinue [26]	62
3.24 Les flèches de directions[26]	63
3.25 Les flèches de rabattement[26]	63
3.26 Perte d'habitats naturels [10]	65
3.27 L'impact environnemental[10]	66
3.28 Intégration de l'environnement dans la création des voiries[10]	67
3.29 virage a gauche	68
3.30 virage a droite	68
3.31 virage a droite	68
3.32 virage a gauche	69
3.33 Interdit de depasse 100 km/h	69
3.34 vu en plan de carrefour	70
3.35 vu en plan de carrefour	70
3.36 Limitations de vitesse dans l'entrée et la sortie de carrefour[35]	71
3.37 depassement interdit[35]	71
3.38 Limitations de vitesse pour les véhicules approchent du carrefour 60 km/h[35]	71
3.39 intersection a droite et a gauche[35]	72
3.40 Route Étroite [35]	72

Liste des tableaux

1.1	les environnements de la route selon B40[29]	10
1.2	Coefficient d'équivalence des matériaux [21]	18
1.3	Tableau récapitulatif des valeurs précédentes pour notre projet[29]	19
2.1	Tableau récapitulatif des valeurs précédentes [29]	30
2.2	Tableau récapitulatif des valeurs précédentes[29]	30
2.3	Tableau récapitulatif des valeurs précédentes	35
2.4	Tableau récapitulatif des valeurs de peofil en long	36
2.5	les buses et ces longueurs	41
3.1	Conditions de Visibilité[7]	55
3.2	Récapitulatif des principaux paramètres de construction de l'îlot séparateur et des voies[29]	56
3.3	Types de lignes discontinues[7]	62

Notations

G.N.T :	Grave Non Traitée
G.C :	grave concasse
ft :	Coefficient de frottement transversal.
fl :	Coefficient de frottement longitudinal
Rhnd :	Rayon non déversé
Rhn :	Rayon minimal normal
Rhm :	Rayon minimal absolu.
Rhd :	: Rayon au dévers minimal.
Lmax :	Longueur maximale d'un alignement.
Lmin :	Longueur minimale d'un alignement.
R :	Rayon de courbure.

Introduction générale

Les routes, en tant qu'éléments essentiels des infrastructures de transport, jouent un rôle fondamental dans le développement économique et social d'un pays. Définies comme des voies de communication destinées à la circulation des véhicules et des piétons, les routes ont une histoire riche remontant à l'Antiquité.

Au fil des siècles, les routes ont évolué pour devenir des réseaux sophistiqués intégrant des technologies avancées et répondant à des normes de sécurité rigoureuses.

Après son accession à l'indépendance, l'Algérie a entrepris une transformation économique et sociale majeure, mettant l'accent sur le développement des infrastructures de base, notamment les routes.

Aujourd'hui, l'Algérie continue de renforcer son réseau routier pour répondre aux besoins croissants de la population et soutenir la dynamique de croissance économique. Cette amélioration vise également à réduire l'isolement des régions reculées, à faciliter les échanges commerciaux et à soutenir le développement économique.

Notre projet consiste en une étude technique et économique d'un tronçon de route à NAAMA avec un aménagement d'un carrefour .

Nous commencerons par une présentation des caractéristiques de la zone d'étude, suivie par la description des normes et standards utilisés, notamment la norme B40.

Ensuite, nous aborderons les différentes phases de la conception du tracé, les profil en loge et en traver , ainsi que les solutions de drainage et d'évacuation des eaux. Chaque étape sera accompagnée d'explications sur les choix effectués.

Nous avons utilisé le logiciel Civil 3D d'Autodesk, qui fait partie du groupe de logiciels spécialisés dans l'ingénierie en général. Ce logiciel permet de calculer des distances et des quantités, de concevoir des voiries et des ouvrages, et offre de nombreuses fonctionnalités. Nous avons également utilisé $\text{\LaTeX}$ pour la rédaction et la mise en forme du document.

Enfin, nous présenterons les résultats obtenus et les analyses réalisées pour garantir la fiabilité et la sécurité de la route.

Chapitre 1

Présentation du projet

1 Introduction

Dans le programme de sécurisation des frontières terrestres sur 153,3 km le ministère de travaux public représentant par la direction de travaux public Naama et le Ministère de la Défense Civile décident de réaliser une route reliant RN6 à post de douane (frontière marocain) sur 17.5 Km, dans la wilaya de Naâma a la commune de Djeniene Bourezg.

Dans ce premier chapitre, nous allons présenter la région de la wilaya de Naâma, où le tronçon de route de 6 km est prévu. Cette section a pour objectif de fournir un contexte géographique, topographique et socio-économique complet de la région. Nous commencerons par une description détaillée des caractéristiques naturelles de la région, y compris le climat, le relief, la géologie.

Ensuite, nous analyserons les aspects socio-économiques, tels que la démographie, les activités économiques principales, et les infrastructures existantes. Cette analyse est essentielle pour comprendre l'importance stratégique de notre projet de route pour le développement local.

Enfin, nous aborderons les notions de base qui sous-tendent notre étude technique et économique. Cela inclut une présentation des concepts et des méthodologies que nous utiliserons dans les chapitres suivants, notamment les normes de conception routière et les critères d'évaluation économique.

2 Objectif du projet

Objectif de cette route c'est la sécurisation des frontières terrestres (algéro-marocaine) sur une linéaire de 153,3 km. En parallèle, garantissant ainsi leur sécurité pour les habitants des villages frontaliers et leur bien-être.

3 Présentation du tronçon

Notre projet consiste en la construction d'une route contournante dans la wilaya de Naâma, sur la route nationale 6, précisément dans la commune de Djeniene Bourezg et dans le village de Hadjret M'Guil. Le projet vise à relier la route nationale 6 en direction de Hadjret M'Guil (PK 468) à la frontière ouest. Le projet s'étend sur une distance de 17 kilomètres. Notre étude se concentre sur une section de seulement 6 kilomètres, en mettant l'accent sur les aspects techniques et économiques.

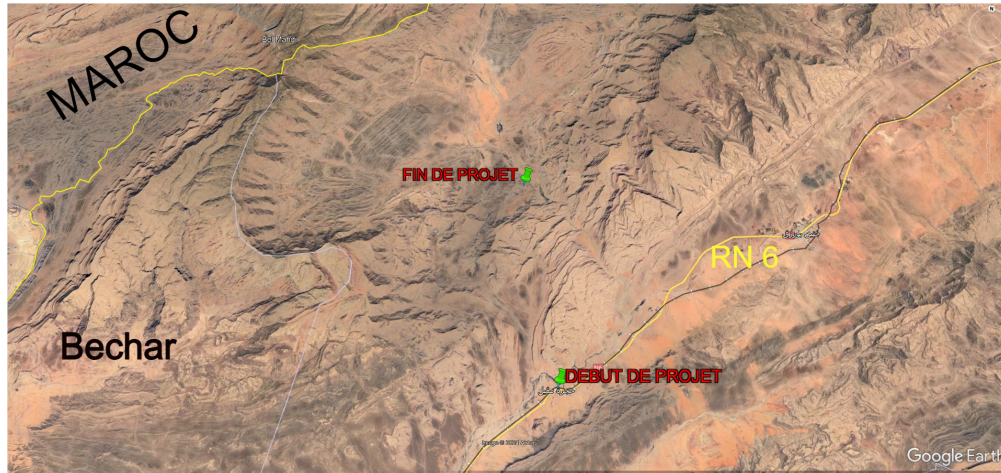


FIGURE 1.1 – localisation de projet sur GOOGLE earth

4 Caractéristiques de la région

4.1 Aperçu sur la wilaya de Naâma

La wilaya de Naâma est issue de découpage administratif institué par la loi 84-09 du 04 avril 1984, elle est située dans les hauts plateaux du sud-ouest de l'Algérie, elle est distante de 750 km de la capitale Alger et s'étend sur une superficie de 29.819,30 Km². [34] La limite géographique de la wilaya de Naâma est :

- Au nord, par les wilayas de Tlemcen et de Sidi-Bel-Abbès
- A l'est, par la wilaya d'El Bayadh
- Au sud, par la wilaya de Béchar
- A l'ouest, par le Maroc avec une frontière algéro-marocaine de 250 km .

La Wilaya de Naâma est divisée administrativement en 07 départements et 12 communes. [34]



FIGURE 1.2 – la wilaya de Naâma[34]

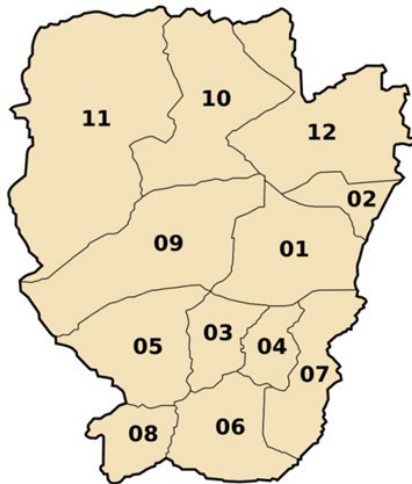


FIGURE 1.3 – les communes de la wilaya de Naâma [34]

4.2 Aperçu de la commune de Djeniene Bourezg

Djenien Bourzeg est une commune de la wilaya de Naâma en Algérie. Elle couvre une superficie de 1 170,63 km² et compte fin 2008 une population de 3 392 habitants. Djeniene Bourezg est située sur la Route nationale d'Algérie numéro 6, à 150 km au sud de Naâma à 999 m d'altitude.[34]



FIGURE 1.4 – Djeniene Bourezg[34]

4.3 Situation démographique

La population de la wilaya de Naâma est de l'ordre de 281168 habitants en 2020 et la densité de la population est de 9,43 habitants/km². [34]

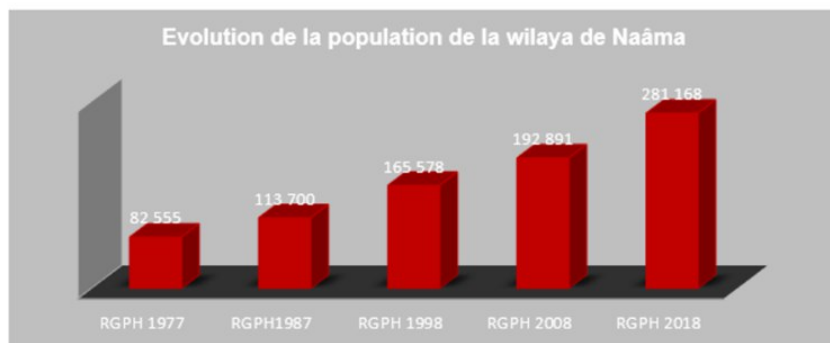


FIGURE 1.5 – évolution de la population de la wilaya de naama depuis 1977 [34]

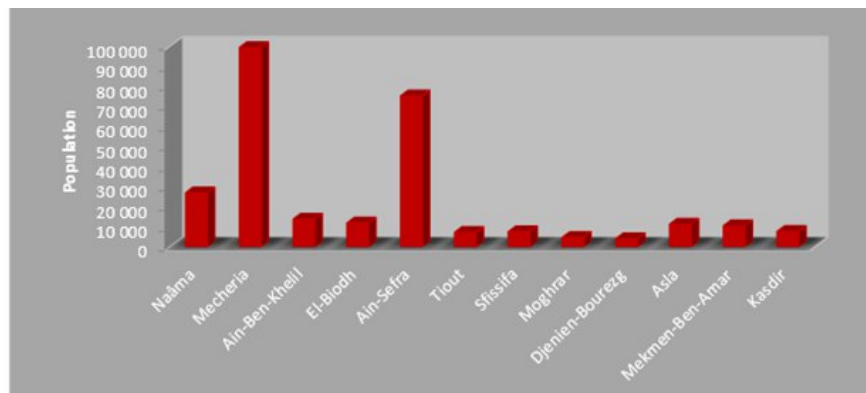


FIGURE 1.6 – répartition de la population par commune en 2018[34]

4.4 Géologie

La wilaya de Naâma est située dans les hauts plateaux du sud-ouest de L'Algérie, avec une altitude de 1140 elle est traversée par la chaîne de l'Atlas saharien avec des sommets qui dépassent les 2 000 mètres au Djebel mekfer 2 200 mètres. Les nombreuses études géologiques menées depuis les années 1970 ont révélé l'existence de diverses substances minières pouvant être mises en valeur à travers l'exploitation et la transformation pour la fabrication de divers matériaux de construction. Il s'agit notamment de :

- Calcaires et dolomies, Argiles ,Grés ,Sables dunaires, Gypse ,Sel gemme ,Gisements polymétaux.[34]

4.5 Climatologie

La Wilaya de Naâma se caractérise au cours de l'année par deux saisons : une saison relativement froide et humide qui s'étend de novembre à avril et une saison chaude et sèche qui s'étend de mai à octobre. La présence de glace et elle monte en été à son plus haut niveau. Le climat est continental aride avec des moyennes de -10°C l'hiver et de plus de 45°C l'été.[34]

4.6 Réseaux routiers et ferroviaires

Les données du secteur font état de la rénovation de 638,41 km de routes nationales (RN), de 376 km de chemins de wilaya (CW) et de 1572,10 km de routes communales en total de 2586,51 km. La wilaya dispose d'une (01) seule ligne ferroviaire, celle de Mecheria – Bechar, il s'agit d'une voie normale qui longe la RN6 sur tout le territoire de la wilaya.[34]

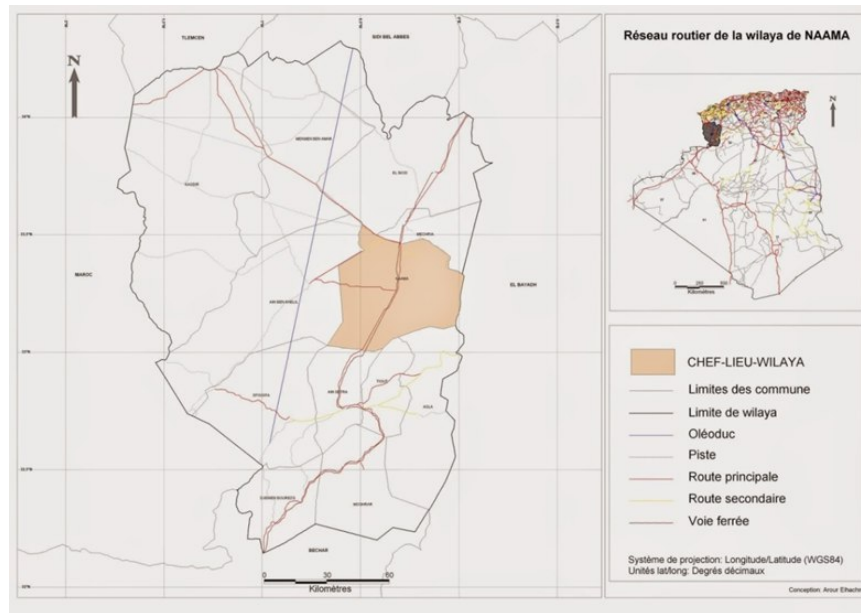


FIGURE 1.7 – Réseaux routiers et ferroviaires de Naama[34]

4.7 Sismicité

La wilaya de Naâma est située dans la zone 1.

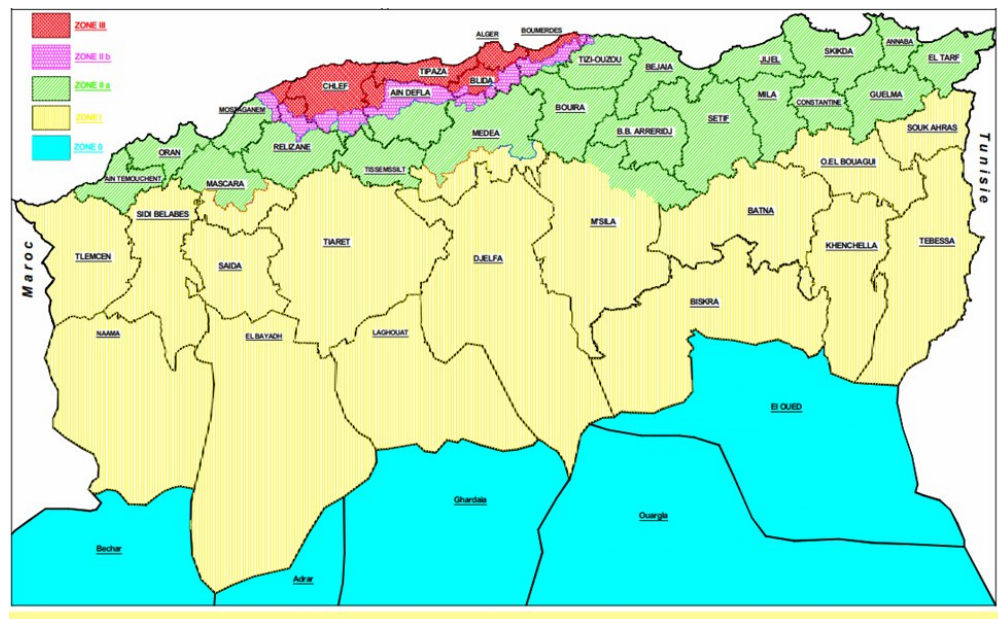


FIGURE 1.8 – Carte de zonage sismique du territoire national(RPA99) [34]

5 Paramètres fondamentaux et notions de bases

5.1 La norme B40

La norme B40, c'est la norme techniques d'aménagement routier élaborées en 1977, intégrée dans les normes algérienne pour objectif d'orienter l'analyse technique en respectant les réglementations en vigueur.

5.2 L'environnement de la route

Trois classes d'environnement ont été propose dans le rapport B40 E1, E2, E3. Les deux indicateurs adaptés pour caractériser chaque classe d'environnements sont : La sinuosité et le dénivelé cumulée moyen (relief).

/	Faible	Moyenne	Forte
plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E3	E3

TABLEAU 1.1 – les environnements de la route selon B40[29]

Notre projet est d'environnement 1.

5.3 Catégorie de la route

Routes de I ère catégorie :ces routes correspondent aux routes de grand trafic dans le tracé est sur terrain facile et peu accidenté avec quelques agglomération et croisements.[28] Notre projet est de catégorie 1.

5.4 Vitesse de reference

La vitesse de référence des véhicules légers d'une section de route est la vitesse qui permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement de ses points particuliers. Le respect des conditions liées à cette vitesse minimale, permet de garantir l'homogénéité des caractéristiques d'une section de route, et par là même le confort et la sécurité de la conduite. Notre projet a une vitesse de référence de 100 km/h.[28]

5.5 Temps de perception- réaction

Le temps de perception-réaction est le temps nécessaire pour la mise en œuvre du dispositif de freinage, lors d'une situation imprévue exigeant un ralentissement pour prendre en toute situation les mesures nécessaires à sa sécurité. [28]

Les temps de perception-réaction interviennent pour :

- Le freinage
- Le dépassement
- l'observation de la signalisation

Catégorie 1 environnement E1. [29]

$t=1,8$ s pour $v > 80$ km/h

$t=2$ s pour $v < 80$ km/h

La distance d_r de temps de réaction et de perception est donc : [29]

Cas $V > 100$ km/h $d_r = 0,50V$

Cas $V < 100$ Km/h $d_r = 0,55V$

5.6 Distance de freinage

C'est la distance parcourue pendant l'action de freinage et l'annulation complète de la vitesse.

Lorsqu'un véhicule est soumis à une action de freinage, celle ci s'effectue par :

- action de frottement des garnitures de freins (tambours ou disques).
- frottement des pneus sur la chaussée.[27]

5.6.1 Distance minimum de freinage dans le cas de déclivité nulle

Il existe une distance minimum pour obtenir l'arrêt complet du véhicule, l'équation des forces sera réduite à ses principaux termes en égalité entre les Energies cinétique et de frottement.

$$d_0 = \frac{4V^2}{1000 \cdot f_{rt}} \quad [29]$$

5.6.2 Distance minimum de freinage en cas de déclivité e

Dans le cas général, la route a une déclivité e (pente ou rampe) e étant la déclivité (+ cas d'une rampe et - cas d'une pente).[28] La distance de freinage minimum dans le cas général

cas de déclivité e est donnée par :[28]

$$d_0 = \frac{4v^2}{1000(frt \pm e)} [29]$$

5.6.3 Coefficient de frottement longitudinal

Le coefficient de frottement longitudinal admissible f_{rt} variable avec la vitesse, sert à définir les valeurs minimales de la distance théorique de freinage, et par conséquence. les paramètres des projets qui y sont liés comme la distance de visibilité le rayon minimal en point haut du profil en long.[27]

5.7 Distance d'arrêt :

C'est la distance parcourue par le véhicule pendant l'action effective de freinage Jusqu'à l'annulation de sa vitesse initiale.

C1 et E1 :[29]

Pour $V < 80 \text{ Km/h}$ et $t = 2 \text{ s}$ $d_1 = d_0 + 0,56V$

Pour $V > 80 \text{ Km/h}$ et $t = 1,8 \text{ s}$ $d_1 = d_0 + 0,50V$

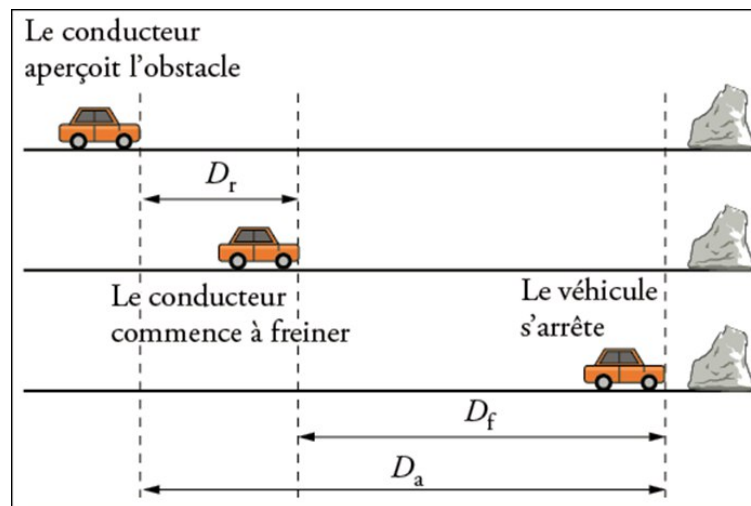


FIGURE 1.9 – Les distances précédentes [37]

5.8 Distance de sécurité entre deux véhicules

Le conducteur d'un véhicule circulant derrière un autre véhicule doit laisser libre, derrière celui-ci, une distance de sécurité suffisante pour pouvoir éviter une collision en cas de ralentissement brusque ou d'arrêt subit du véhicule qui le précède. La distance de sécurité apparaît comme une bouée de sauvetage, parcequ'elle offre une marge de manœuvre à l'automobiliste en lui procurant en extrême urgence le temps nécessaire pour évaluer un danger et réagir ensuite. Ce temps est généralement de deux (02) secondes.[28]



FIGURE 1.10 – Distance de sécurité entre deux véhicules[27]

5.9 Distance de visibilité de dépassement et manoeuvre de dépassement

5.9.1 La distance de visibilité de dépassement minimale d_m

Qui la longueur parcourue pendant environ 15 secondes à la vitesse V est qui correspond à une manœuvre de dépassement qui dure 7s et 8s. Elle sert au calcul des rayons en profil en long R_{Vm} , on adapte [29] :

$$d_m \text{ (m)} = 4v \text{ (km/h)} \quad \text{Pour } V \geq 100 \text{ km/h}$$

5.9.2 La distance de visibilité de dépassement normale d_N

Qui correspond à une manœuvre de dépassement qui dure 11 et 12 second, on adapte :[29]

$$d_N \text{ (m)} = 6v \text{ (km/h)} \quad \text{Pour } V \geq 100 \text{ km/h}$$

5.9.3 La distance de visibilité de manœuvre de dépassement dM_d

Qui est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule dépassant d'abandonner en freinant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement amorcée, dans l'hypothèse où le véhicule adverse freine. Elle sert au calcul des rayons minimaux en point haut pour les chaussées bidirectionnelles. [29]

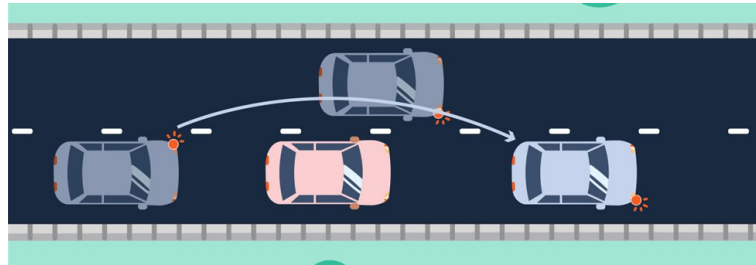


FIGURE 1.11 – Figure explicative [27]

5.10 Dimensionnement de corp de chaussée

Le dimensionnement d'une chaussée neuve ou l'élargissement d'une voie fait intervenir la vocation de la voie, le trafic poids lourds (PL), l'agressivité du trafic PL et le coefficient d'agressivité, la durée de service, le classement géotechnique des sols naturels, l'état hydrique du sol support sensible à l'eau, le type d'hiver et l'indice de gel, la vérification au gel/dégel.[3]

5.10.1 L'étude de trafic

Le trafic est l'un des paramètres d'entrée du catalogue. Pour le dimensionnement des chaussées, il est nécessaire de connaître le nombre de poids lourds qu'aura à supporter la chaussée durant sa durée de vie (TC). Pour le choix des couches de surface, il est nécessaire de connaître la classe de trafic T_i déterminée à partir de la moyenne journalière annuelle en PL à la mise en service (MJA).[3]

1. Le trafic T_n à l'année n sera :

$$T_n = T_0 \times (1 + \tau)^n \quad [3]$$

Avec :

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

τ : est le taux d'accroissement en %.

2. Le trafic à un horizon donné :

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est :[3]

$$TJMA_n = TJMA_0 \times (1 + \tau)^n \quad [3]$$

Tel que :

- TJMA_n : trafic journalier moyen à l'année n.
- TJMA₀ : trafic journalier moyen à l'année 0.
- τ : taux d'accroissement annuel.
- n : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

3. Calcul du trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P). [3]

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ] \cdot TJMA_n \quad [3]$$

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

4. Débit de pointe horaire normal

Le débit de point horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule : [3]

$$Q = \frac{1}{n} \cdot T_{\text{eff}} \quad [3]$$

Avec :

n : Coefficient de pointe prise égale 0.12

Q : est exprimé en UVP/h .

n : nombre d'heure, (en général n=8 heures).

5. Débit horaire admissible

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule :[3]

$$Q_{\text{adm}}(\text{uvp/h}) = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}} \quad [3]$$

K₁ : coefficient lié à l'environnement.

K₂ : coefficient de réduction de capacité.

Cth : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Valeurs de K1 : E1=0.75

Valeurs de K2 : E1,C1 =1

Valeurs de Cth :route à 2 voies de 3,5 m =1500 à 2000 uvp/h [3]

6. Calcul du nombre de voies

Cas d'une chaussée bidirectionnelle : Avec :

$$n = s \times \left(\frac{Q}{Q_{\text{adm}}} \right) \quad [3]$$

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3

Qadm : débit admissible par voie

5.10.2 Poids lourd

Le poids lourd est défini par comme un véhicule dont le poids total est au moins égal à 3,5 tonnes (PTAC 35 kN) Ces véhicules sont facilement identifiables visuellement sur la route, car ils regroupent tous les véhicules comportant deux essieux et plus, et dont l'essieu arrière est un jumelage.[16]

5.10.3 Les différentes structures de chaussées

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, on distingue généralement les trois différents types de structures suivants :

1. Chaussées souples

C'est une structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches liées qui la constituent, sont traitées aux liants hydrocarbonés. La couche de fondation et/ou la couche de base peuvent être constituées de grave non traitée.[21]

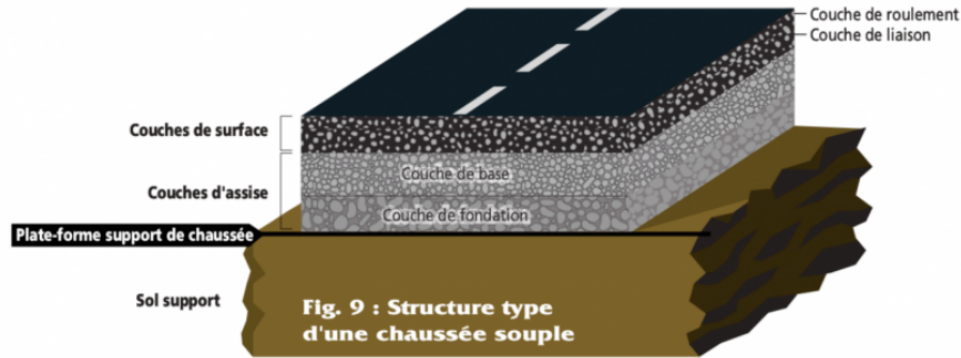


FIGURE 1.12 – Chaussées souples [21]

5.10.4 Les différentes méthodes de dimensionnement :

Pour la détermination de l'épaisseur du corps de chaussée, il faut commencer par l'étude du sol. La détermination de l'indice portant de sol ,l'appréciation de trafic composite ,l'utilisation des abaques ou des formules pour déterminer l'épaisseur de la chaussée.[3]

— La méthode C.B.R (californien- bearing- ratio) :

[24]c'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de l'optimum proctor modifié.[3] La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule suivante :

$$e = \frac{100 + \sqrt{P} \left[75 + \left(50 \cdot \log \frac{N}{10} \right) \right]}{I_{cbr} + 5} \quad [21]$$

Avec : e : épaisseur équivalente

ICBR : indice CBR (sol support)

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

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

Log : logarithme décimal

Puis on applique la formule suivante pour déterminer les différentes épaisseurs :

Avec :

ai : coefficient d'équivalence de chacun des matériaux à utiliser.

ei : épaisseurs réelles des couches.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave concasse ou gravier	1.50
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.60 à 1.70
Tuf	0.60

TABLEAU 1.2 – Coefficient d'équivalence des matériaux [21]

6 Application au projet et résultats

6.1 Résultats

Notre projet consiste en une chaussée d'une épaisseur de 0.63 m.

Couche de roulement : 0.08 m

Couche de base : 0.3 m

Couche de fondation : 0.25 m

Avec une couche de forme de 0.25 m.

Avec une largeur de 7m.

En nous basant sur la norme B40, nous avons extrait et résumé les données relatives à notre projet comme suit.

Vitesse(km/h)	100
Temps de Perception-réaction (s)	1.8s
Coefficient de frottement longitudinal	0.36
Distance de freinage (m)	111
Distance d'arrêt (m)	161
Distance de visibilité de dépassement	
Minimale d_m (m)	425
Normale d_N (m)	652
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement d_{Md}	300

TABLEAU 1.3 – Tableau récapitulatif des valeurs précédentes pour notre projet[29]

7 Conclusion

Après avoir pris connaissance des caractéristiques et de la nature du site de la route ainsi que des acquis de base, nous avons utilisé la norme B40 pour calculer et extraire les données et valeurs appropriées à ce projet, afin de les intégrer dans l'étude technique du chapitre suivant.

Chapitre 2

Etude technique du projet

1 Introduction

La route est identifiée par ses caractéristiques géométriques : le tracé en plan, le profil en long et le profil en travers. Une bonne étude de ces caractéristiques géométriques doit offrir les conditions satisfaisantes suivantes :

Le confort routier, découlant d'un profil de chaussée sans irrégularités, offrant une expérience plaisante aux usagers ; la sécurité, assurée par une adhérence maximale entre les pneumatiques et la chaussée, avec des réactions transversales renforçant la stabilité ; et la durabilité, atteinte grâce à un revêtement permettant le freinage et les virages constants malgré l'impact de l'environnement.

Sur le plan économique, l'efficacité est optimale lorsque ces caractéristiques perdurent sans nécessiter d'entretien fréquent, ce qui réduit les coûts de maintenance à long terme. De plus, une route bien conçue contribue à la réduction des accidents, des dommages aux véhicules et à l'amélioration générale de la fluidité du trafic.

Ce chapitre vise à mettre en évidence ces caractéristiques techniques essentielles et à expliquer comment elles ont été prises en compte dans la conception de notre projet de route.

2 tracé en plan

Le tracé en plan est la projection sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée. C'est une succession de droites (alignements), d'arcs de cercle et des courbes de raccordement progressifs. [1]

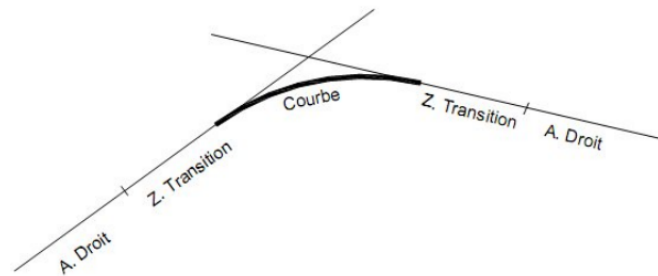


FIGURE 2.1 – Les éléments géométriques du tracé en plan [1]

2.1 Les éléments géométriques du Tracé en plan

2.1.1 alignement

Les alignements droits représentent une des parties du tracé en plan de la route, la longueur des alignements dépend de la vitesse de base, les sinuosités du terrain. Ils sont définis par leur longueur. Il est crucial de limiter la longueur maximale des alignements droits $L_{max}=60v$ (v en (m/s)) afin d'éviter la monotonie et les risques d'éblouissement nocturne. De plus, une longueur minimale est $L_{min}=5v$ (v en (m/s)) nécessaire pour éviter les changements de direction fréquents et limiter la fatigue du conducteur.[1]

2.1.2 arc de cercle

Lorsque les véhicules circulent à la vitesse de référence (V_r), ils doivent traverser ces rayons sans risque de dérapage. Le véhicule en virage subit différentes forces, notamment la force centrifuge (F_c), le poids du véhicule (P), l'accélération due à la gravité (g), et le dévers. On incline la chaussée transversalement vers l'intérieur pour la stabilité des véhicules et la visibilité dans les tranchées en courbe. [1]

Pour l'étude de l'équilibre d'essieux nous donne :

$$F + P + \sum N_i + \sum T_i = 0[1]$$

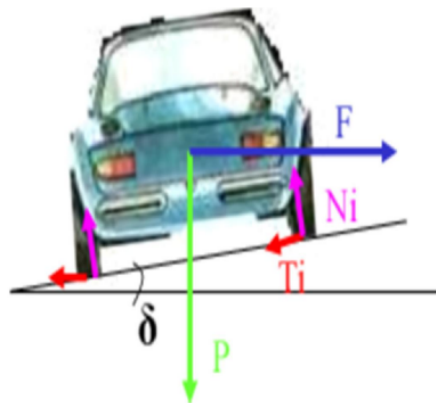


FIGURE 2.2 – Les forces qui subit le véhicule en virage [24]

Cette expression donne :

$$R \geq \frac{v^2}{127(d + ft)} [1]$$

Avec

R : Le rayon en plan (en m)

vr : La vitesse de référence (en m/s)

ft : Coefficient de frottement

d : Le devers en (%)

Les rayons en plans minimaux On peut définir quatre types de rayons minimaux en fonction de la valeur du devers :

- Rayon horizontal minimal absolu Rhm :

Par définition, à la vitesse de référence Vr. Le devers associé au rayon minimum absolu Rhm est le devers maximum possible d. max. Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, R >= à RHn que possible.[29]

$$Rhm \geq \frac{v^2}{127(d_{\max} + ft)} [29]$$

- Rayon horizontal minimal normal :

Le rayon minimal normal RHN à la vitesse de référence Vr est, par définition, le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure Vr + 20 km/h.[29]

$$Rhn \geq \frac{(v + 20)^2}{127(d_{\max} + ft)} [29]$$

- Le rayon horizontal déversé au minimum Rhd.

Le rayon au devers minimal est le rayon au deçà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage, et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse.[29]

$$Rhn \geq \frac{v^2}{127 \cdot 2 \cdot d_{\min}} [29]$$

- Rayon minimal non déversé :

Le rayon non déversé Riind est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse V_r une courbe de devers égal à $d_{\min}$ vers l'extérieur.[29]

$$R_{hn} \geq \frac{v^2}{127(ft - d_{\min})} [29]$$

2.1.3 Courbes de raccordement progressives

La courbe de raccordement est une courbe introduite entre les alignements droits et arcs de cercle. Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement. Les courbes à raccordement progressif sont obligatoires pour les itinéraires de catégories 1.[29]

Le long d'un raccordement progressif et dans les cas usuels, le devers varie linéairement en fonction de la courbure.

Principales courbes de raccordement progressif :

1. Paraboles cubiques :

Sa courbure est proportionnelle à l'abscisse mesurée à partir du point d'inflexion sur la tangente en ce point. Cette courbe est d'un emploi limité, vu le maximum de sa courbure vite atteint ne convient qu'à des raccords de très grands rayons, utilisée dans le tracé des chemins de fer.[24]

2. Lemniscate :

Sa courbure est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur, mesurée à partir du point d'inflexion ou centre de symétrie.[24]

3. La clothoïde :

Sa courbure est proportionnelle à l'abscisse curviligne, mesurée à partir du point d'inflexion. Permet le raccordement de deux éléments géométriques du tracé faisant entre eux un angle quelconque. La courbe la plus utilisée est la courbe décrite par la courbe clothoïde.[24] La clothoïde présente deux propriétés remarquables qui justifient son emploi :

Sa courbure $\frac{1}{R}$ est proportionnelle à l'abscisse curviligne L (origine au point de courbure nulle).

Si A est le paramètre de la clothoïde on a :

$$R \times L = A^2 [29]$$

Avec :

L : longueur de la clothoïde

R : rayon de la courbure

ΔR : le ripage du cercle raccordé

sa valeur dépend du rayon :[29]

pour $R > 5000\text{m}$ on adopte $\Delta R = 2,5 \text{ m}$

$2000 < R \leq 5000 \text{ m}$ on adopte $\Delta R = 1,75 \text{ à } 2,5 \text{ m}$

$1000 < R \leq 2000 \text{ m}$ on adopte $\Delta R = 1 \text{ à } 1,75$

$R < 1000 \text{ m}$ on adopte $\Delta R = 0,5 \text{ à } 1$

2. Conditions de gauchissement

Cette condition a pour objet d'assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de devers ($\Delta d\%$). Elle se traduit par la limitation de la pente relative du profil en long du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe. Cette pente relative est limitée à :[29]

$$\Delta P = \frac{0.5}{V_r(\text{km/h})} [29]$$

Règle générale de calcul :

$$L = \frac{L \cdot \Delta d\% \cdot R}{50} [29]$$

Avec :

Δd : différence de dévers en %

L : longueur de raccordement

R : rayon de raccordement

3. Condition dynamique :

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

[29] Règle générale de calcul :

$$L \leq \frac{0.2 \cdot V^2}{3.6} \left[\frac{V^2}{127R} - \Delta d \right] [29]$$

2.2 Le Rôle de courbes de raccordement progressif

- Stabilité transversale du véhicule
- Confort des passagers du véhicule
- Transition de la forme de la chaussée
- Tracé souple, fluide, et satisfaisant [24]

2.3 Coefficient de frottement transversal

Le coefficient de frottement transversal admissible f_t variable avec la vitesse, est utilisé pour déterminer le rayon en trace en plan associé à un devers donné ou inversement. Le coefficient de, frottement transversal et le coefficient de frottement longitudinal (tableau 2) sont liés en ce sens que leur somme vectorielle doit rester à l'intérieur de l'ellipse de frottement. [29]

2.4 Le dévers de la chaussée

2.4.1 Le dévers en alignement

Le dévers de la route est par définition la pente transversale de la chaussée, en alignement le dévers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée [29]. L'épaisseur du film d'eau est conditionnée par deux types de paramètres :

- paramètres indépendants de la route , intensité et durée de la pluie
- paramètres liés à la route , nature et état du revêtement de surface[29]

2.4.2 Le dévers en courbe

En courbe, permet de :

- Assurer un bon écoulement des eaux superficielles
- Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules
- Améliorer le guidage optique [29]

2.4.3 Le dévers des accotements

Le choix des pentes est dicté par des considérations d'écoulement des eaux, de sécurité de l'usager et d'entretien mécanique.

La surlargeur de chaussée portant la bande de guidage a la pente de la chaussée.

La pente transversale de la bande stabilisée est fixée comme suit :

en alignement, et dans l'intérieur des courbes de devers inférieur ou égal à 5%

dans l'intérieur des courbes de devers supérieur à 5%

dans l'extérieur des courbes de devers inférieur ou égal a 3% : 5% vers l'extérieur.[29]

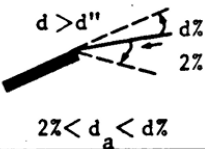
Dévers d de chaussée	INTERIEUR DES COURBES		EXTERIEUR DES COURBES	
	supérieur à d'%	inférieur à d'% (+ alignement)	inférieur à d''%	supérieur à d''
Bande d'arrêt d' = 5% d'' = 3%				

FIGURE 2.4 – Le dévers des accotements [29]

2.5 Sur largeur

Un long véhicule à deux essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit. Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une surlargeur par rapport à sa largeur normale en alignement.[24]

$$S = \frac{L^2}{2R} [24]$$

avec :

L : longueur du véhicule

R : rayon de l'axe de la route

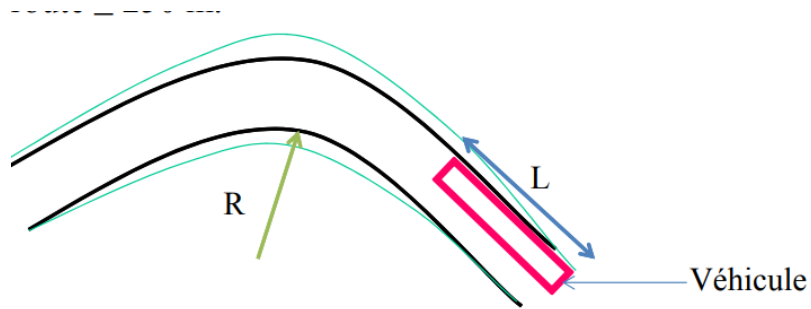


FIGURE 2.5 – La sur largeur [1]

2.6 La force centrifuge

La force centrifuge se manifeste lorsqu'un corps est en mouvement circulaire. Elle tend à éloigner le corps du centre de courbure de sa trajectoire. C'est une force fictive, qui n'a pas d'origine physique. Pour un observateur extérieur, seule s'applique la force centripète, qui attire le corps vers le centre de sa trajectoire.[18]

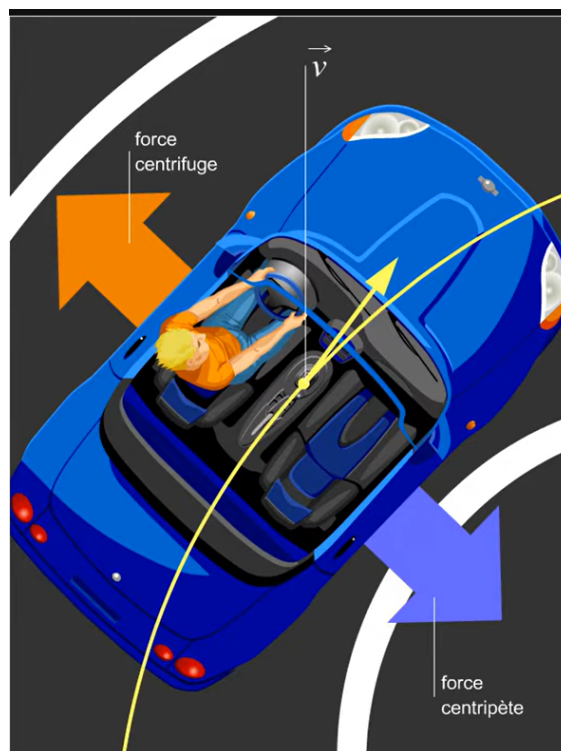


FIGURE 2.6 – la force centrifuge et centripète [18]

2.7 Application au projet et résultat

2.7.1 Résultat

En nous basant sur la norme B40, nous avons extrait et résumé les données relatives à notre projet comme suit :

/	Symbole	E1,C1
Vitesse (km/h)	Vr	100
Tracé en plan : Rayon et devers associés		
min. absolu(m)	RHm (7%)	450
min. normal(m)	RHN (5%)	650
au d. min (m)	RHd (2,5%)	1600
non déversé(m)	RH nd (-2,5%)	2200
longueur min d'alignement (m)	L=5v	138
longueur max d'alignement (m)	L=60v	1666

TABLEAU 2.1 – Tableau récapitulatif des valeurs précédentes [29]

Vr	Rm	d%	R.optique	R. dynamique	R.de gauchissement
100km/h	RHm = 450	+7%	103m	44m	133m
	RHnd = 2200	-2.5%	230m	20m	-

TABLEAU 2.2 – Tableau récapitulatif des valeurs précédentes[29]

3 Profil en long

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle. Le tracé du profil en long constitue la deuxième pièce graphique dans l'élaboration et la conception d'un projet routier. Le profil en long économique suivra au plus près le profil du terrain naturel (TN). [37]

3.1 Eléments géométriques du profil en long :

Le profil en long est constitué des lignes droites (déclivités) et d'arcs de cercle qui raccordent des segments de pentes différentes.

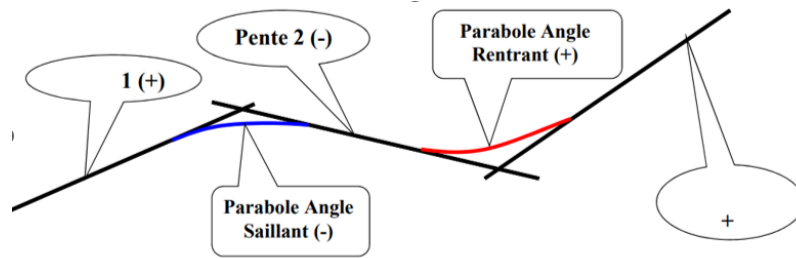


FIGURE 2.7 – Eléments géométriques du profil en long [1]

3.1.1 Les déclivités

L'inclinaison de la droite ou de la tangente au cercle s'appelle rampe si la route s'élève dans le sens du parcours, et pente si elle s'abaisse.[37] On choisit les rampes et les pentes en tenant compte de la puissance des véhicules, du type de véhicule, de l'intensité de la circulation (gêne pour les véhicules lents en côte), de la capacité de freinage dans les pentes.[37]

3.1.2 Déclivité minimale

L'écoulement des eaux pluviales est le principal élément qui délimite les déclivités minimales des routes.[28] La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5%, pour éviter la stagnation des eaux. [1]

3.1.3 Déclivité maximale

Du point de vue technique, la déclivité max dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée, vitesse minimum de PL et condition économique. [4] Les déclivités (pentes ou rampes) ne doivent pas non plus être trop forte, car de fortes déclivités conduisent à un ralentissement de la circulation des véhicules et surtout les poids lourds. [4]

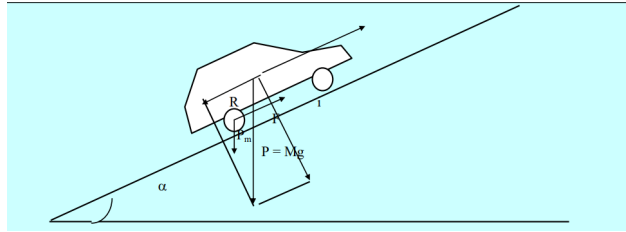


FIGURE 2.8 – Véhicule en déclivité (rampe) [28]

Toutefois, pour les dénivelées importantes ou très localisées, ces valeurs pourront être dépassées et fixées après étude économique. En particulier, en environnement difficile, la valeur maximale pourra être majorée de 2%. [28]

3.1.4 Raccordements en profil en long

Deux déclivités de sens contraires doivent se raccorder en profil en long par une courbe de raccordement circulaire en plan vertical de rayon R_v . Le rayon de raccordement de la courbe choisie doit assurer à la fois le confort des usagers et une visibilité satisfaisante. [28]

3.1.5 angle saillant (convexes)

Les rayons minimaux admissibles des raccordements en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part. Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assure pour un œil placé à 1,10 m de hauteur, la visibilité derrière l'angle saillant de l'obstacle éventuel de 0,15m (catégories 1). [29]

Les valeurs adoptées sont données par la relation suivante :

$$RVm = a \cdot d^2 \quad [29]$$

Catégories 1 : $a = 0,24$

Pour les chaussées bidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 1,10 m de hauteur la visibilité d'un véhicule de 1,20 m de hauteur

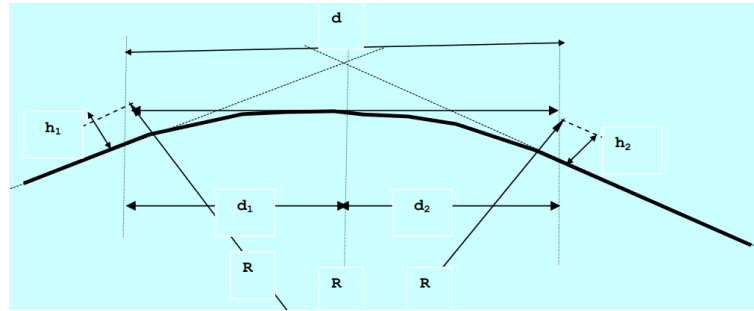


FIGURE 2.9 – La hauteur de l'œil[28]

à la distance de visibilité de manœuvre de dépassement $d_{Md}(V)$.[29] Les valeurs adoptées sont données par la relation suivante :

$$RV_{m2} = b \cdot d_{Md}^2 \quad [29]$$

Le calcul détaillé donne pour le coefficient b , la valeur 0,11 que nous retiendrons pour les catégories 1.

$V = V_r + 20$ km/h, avec plafond à 120 km/h.

Pour les chaussées bidirectionnelles, on s'efforcera, d'autre part, d'assurer sur la moitié du parcours la distance de visibilité minimale d_m [29]. Le rayon qui assure cette condition pour un œil placé à 1,10 m de hauteur et un véhicule adverse de 1,20 m de hauteur, est le rayon de liberté de dépassement RVD . Il est donné par la relation :

$$RVD = b \cdot d_m^2 \quad [29]$$

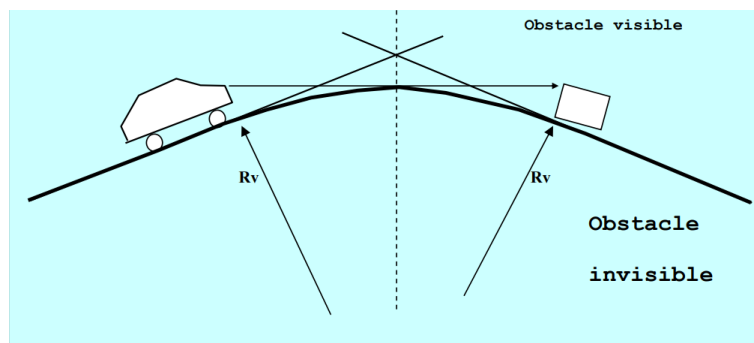


FIGURE 2.10 – Cobstacle invisible [28]

Avec les mêmes valeurs de b .

3.1.6 Angle rentrant (concaves)

Les rayons minimaux absolus des raccordements paraboliques en angle rentrant assurent :
Pour

$$V > V'$$

(pour $V' = 80$ pour les catégories 1, dans un faisceau de phares d'axe horizontal situé à 0,75 m de hauteur, d'un objet situé à la distance d'arrêt $d_1(V_r)$). [29] Cette condition s'exprime par la relation :

$$R'V_m = \frac{d_1^2(V_r)}{1.5 + 0.035 d_1(V_r)} \quad [29]$$

Pour

$$V > V'$$

la limitation de l'accélération verticale aux seuils fixés au chapitre 1, soit $g/40$ (catégories 1). [29] Cette catégorie s'exprime par la relation :

$$R'Vm = c \cdot V_r^2 \quad [29]$$

Catégories 1 : $c = 0,30$

Les rayons minimaux normaux en angle rentrant sont obtenus par application :

$$R'VN(V_r) = R'Vm(V_r + 20) \quad [29]$$

3.2 Remblai

Une route est dite en remblai, lorsque le niveau de la chaussée est plus haut que celui du terrain naturel, Le remblai consiste à ajouter de la terre pour élever ou niveler le sol. [37]

3.3 Déblai

Une route est dite en déblai lorsque le niveau de la chaussée est plus bas que celui du terrain naturel. Le déblai implique l'enlèvement de la terre ou pour abaisser ou niveler le sol. [37]

3.4 Application au projet et résultat

3.4.1 Résultat

Nous avons pris les valeurs et les avons résumées dans le tableau suivant :

Profil en long : Raccordements paraboliques		
Angle saillant Bidirectionnel		
.min. absolu (m)	RVml	10000
min normal(m)	RVNl	20000
Angle rentrant		
min absolu (m)	RVm	3000
min normal (m)	RVN	4200
Déclivités maximales		
Déclivité maxi %	P maxi	4%

TABLEAU 2.3 – Tableau récapitulatif des valeurs précédentes
[29]

	PK(station)	Pente	rampe	Rayon
1	0+000.00	/	1.07%	/
2	0+562.61	1.39%	/	20000
3	1+740.39	/	0.59%	4500
4	2+610.44	1.60%	/	20000
5	3+293.29	/	0.62%	4500
6	3+595.39	-1.24%	/	19000
7	4+124.10	/	1.04%	4500
8	4+435.20	-1.65%	/	18000
9	4+848.25	/	2.55%	4000
10	5+202.95	-1.17%	/	13500
11	5+531.74	/	0.96%	3800
12	5+780.56	-1.33%	/	15500
13	6+000.00	/	/	

TABLEAU 2.4 – Tableau récapitulatif des valeurs de peofil en long

4 Les profils en travers

Les profils en travers constituent les coupes transversales perpendiculairement à l'axe de la chaussée.[37]

4.1 Profil en travers type

On établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, et autres bandes, les divers et les talus, dimensions des couches de la superstructure, etc...). Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais et mixte). L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la côte du projet permet le calcul de terrassements. [1]

4.2 Le profil en travers courant

Est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances régulières (10, 15, 20,25m. . .), qui servent à calculer les cubatures.[1]

4.3 Les éléments du profil en travers

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. [29]

L'assiette de la route : est la surface du terrain réellement occupée par la route. [29]

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. [29]

4.4 Les éléments de la plate-forme

La chaussée : étant la partie destinée à la circulation des voitures, doit présenter une résistance suffisante pour ne pas se déformer sous les pressions qu'elle supporte. Elle doit donc être garnie de matériaux plus durs que le sol naturel. [4]

Les accotements : s'étendent de la limite de chaussée (au sens géométrique) à la limite de plate-forme [29]. Du point de vue structural, ils peuvent comprendre une sur-largeur de chaussée (supportant la bande de guidage) une bande stabilisée (éventuellement) une berme engazonnée jusqu'à la limite de plate-forme.

Glissière de sécurité : placé sur certains accotements, près de la limite de la chaussée pour ramener sur celle-ci, les véhicules qui s'en écarteraient.[37]

4.5 Les éléments de l'assiette

C'est la plate-forme avec ces éléments :

Talus : Parois inclinées de déblai ou de remblai suivant la nature des terrains, l'inclinaison des talus varie selon la cohésion des sols.[37]

Fossés : Tranchées latérales bordant les accotements et destinées à recueillir les eaux de ruissellement de la chaussée (de section triangulaires, trapézoïdales ou rectangulaires). [37]

Banquette : Surélévation terrassée avec ou sans parement maçonné ou bétonné, aménagée parfois à la limite extérieure de l'accotement pour la sécurité des usagers. Elle est parfois remplacée par une barrière de sécurité ou par un parapet.[37]

Berme zone non revêtue faisant partie de l'accotement et située à l'extérieur de la B.A.U.

ou de la B.D.D.

Balisage mise en place de dispositifs de signalisation en vue de guider ou d'alerter les usagers de la présence d'un risque.[37]

5 L'assainissement routier

L'assainissement d'une voie routière doit régler plusieurs types de problèmes posés par l'eau, l'assainissement est l'ensemble des moyens de collecte, de transport et de traitement d'épuration des eaux pluviales.[20]

5.1 Objectifs de l'assainissement

Trois grands principes doivent toujours être présents à l'esprit lors de l'étude d'assainissement d'un projet :

La protection de la route et la protection des milieux extérieurs. [20]

5.2 Les ouvrages d'assainissement

La création de la route perturbe les écoulements naturels. Il faut donc rétablir les écoulements par des ouvrages suffisamment dimensionnés. Les ouvrages d'assainissement regroupent les ouvrages hydrauliques (buses, dalots, radiers etc.), qui rétablissent les écoulements franchissant la route et les ouvrages de drainage de l'emprise de la chaussée (fossés de crête, caniveaux pour talus et bermes, bourrelets, etc.) [1]

5.3 Les buses

sont des ouvrages hydrauliques en béton ou métallique de section en voûte entourées par le remblai. [20]



FIGURE 2.11 – La tête de la buse [20]

5.4 Les radiers

le radier est un ouvrage qui permet de traverser le cours d'eau en cas de basses eaux et qui est submergé en cas de crue. L'eau passe au-dessus du radier car ce dernier est construit sur le fond de la rivière. [20]



FIGURE 2.12 – Radier semi-submersible[20]



FIGURE 2.13 – Radier submersible [20]

6 Application au projet et résultat

6.1 Résultat

Nous avons pris les valeurs et les avons résumées dans le tableau suivant :

N des buses	pk	longueur(m)
1	0+314.60	27
2	0+455.85	30
3	2+180.30	21
4	2+255.11	25
5	2+410.65	33
6	2+880.42	15
7	3+023.65	27
8	3+597.65	15
9	3+659.14	21
10	3+731.82	24
11	3+761.96	24
12	3+931.89	27
13	4+022.02	24
14	4+792,75	15
15	4+821.62	15
16	4+894.73	15
17	4+941.82	18
18	5+000.51	18
19	5+339.5	21
21	5+623.17	18

TABLEAU 2.5 – les buses et ces longueurs

Notre projet comprend plusieurs ouvrages hydrauliques. À l'aide de Civil 3D, nous avons conçu ces ouvrages et les résultats sont les suivants :

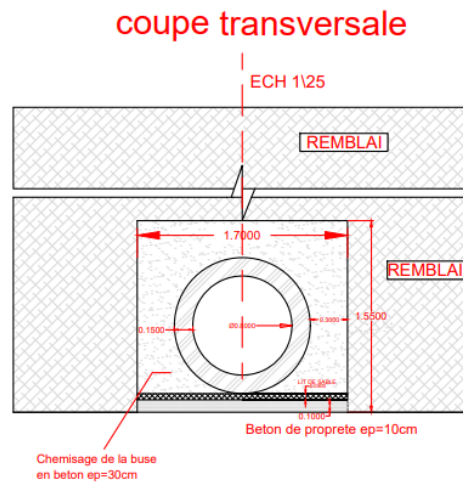


FIGURE 2.14 – Coupe transversale

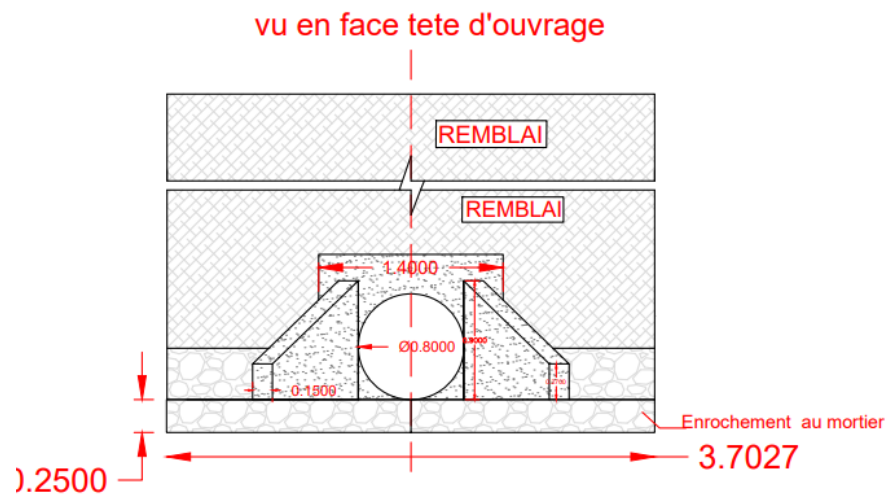


FIGURE 2.15 – vu en face tete d'ouvrage

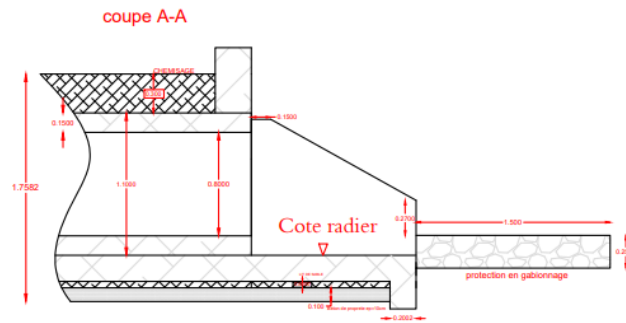


FIGURE 2.16 – Coupe A-A

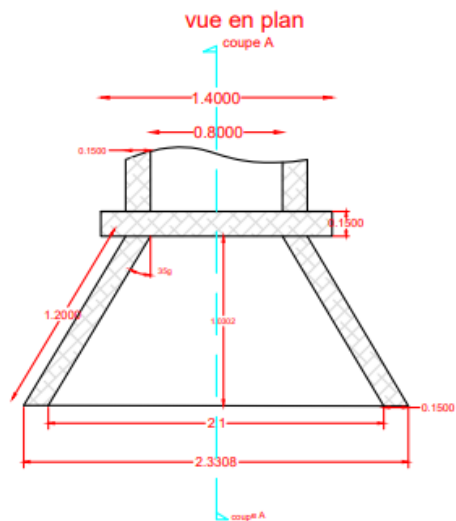


FIGURE 2.17 – vue en plan

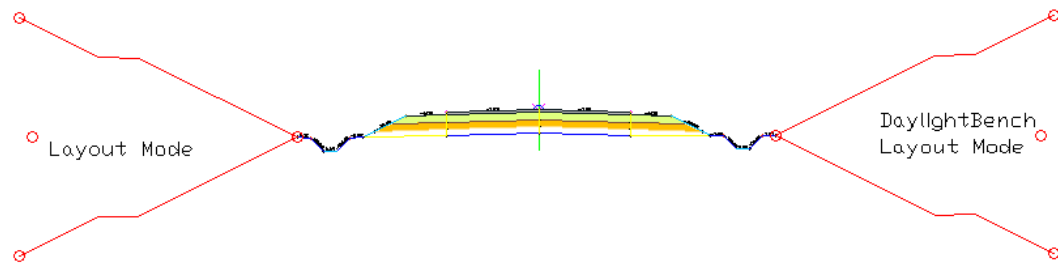


FIGURE 2.18 – Profil en travers types

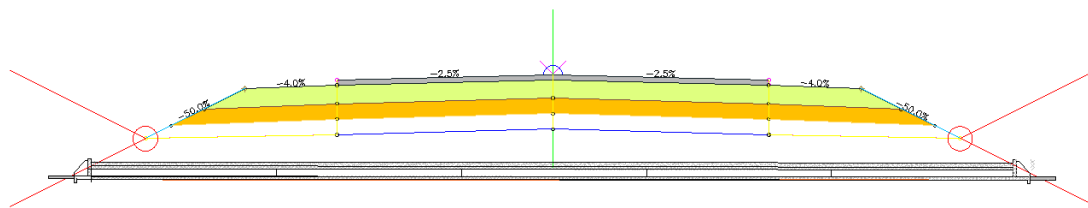


FIGURE 2.19 – Profil en travers types ouvrage hydraulique

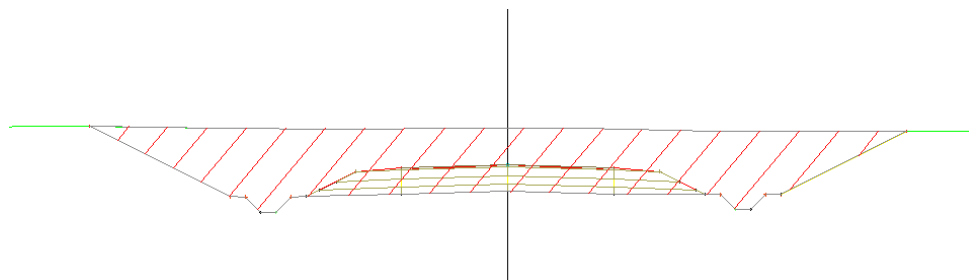


FIGURE 2.20 – Profil en travers déblai

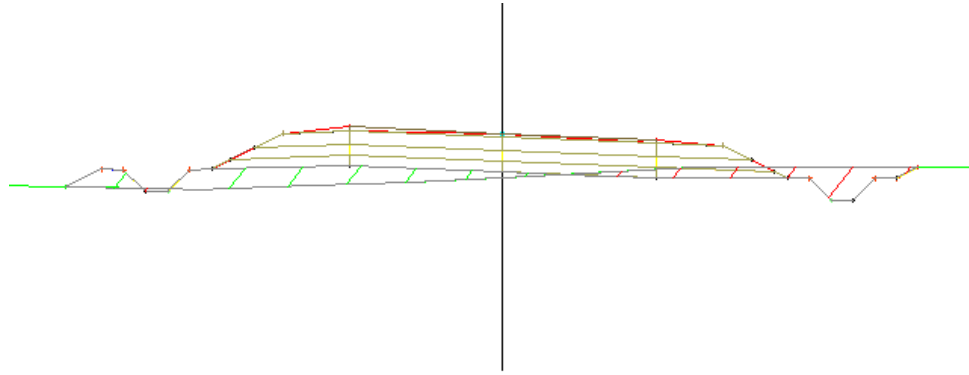


FIGURE 2.21 – Profil en travers mixt

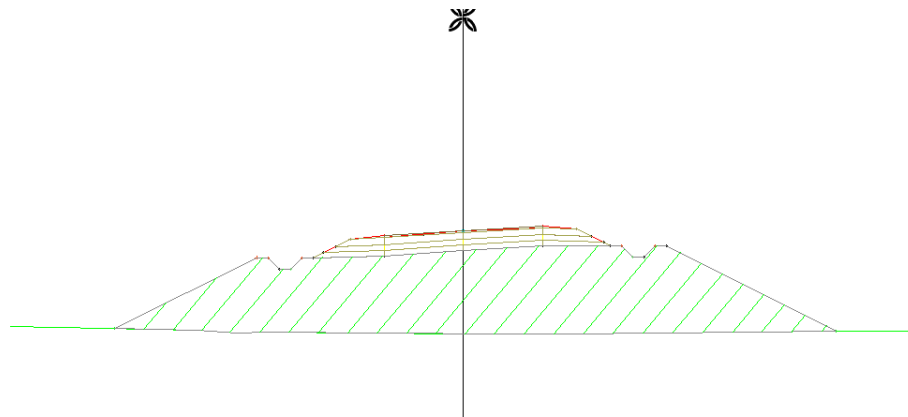


FIGURE 2.22 – Profil en travers remblai

7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons calculé et extrait toutes les données nécessaires pour effectuer l'étude technique selon la norme B40 et les avons appliquées à notre projet à l'aide du logiciel Civil 3D. Nous avons obtenu des résultats qui sont appropriés et sécuritaires pour les usagers.

Tous ces résultats seront utilisés dans le chapitre suivant afin d'augmenter la sécurité des utilisateurs de la route.

Chapitre 3

Aménagement de carrefour et signalisation routière

1 Introduction

Les ramifications de la route entre la principale et la secondaire exigent que nous étudions les intersections routières. Ces intersections ne peuvent pas être dépourvues de panneaux de signalisation car elles en font partie intégrante, cela augmente la sécurité routière pour les conducteurs.

Ce chapitre est relatif à la conception général des carrefours et la signalisation routière, il donne les principes fondamentaux à respecter, et décrit la démarche à adopter pour l'aménagement générale des carrefours, en plus des méthodes et des critères de sélection des signalisations routières appropriées pour éviter les accidents de la route.

2 Conception Géométrique des carrefours

2.1 Définition

Un carrefour routier est l'intersection de plusieurs voies où la circulation des véhicules se croise en formant entre elles des angles sensibles. Ce point est crucial pour garantir la sécurité et la fluidité du trafic routier.[29]

2.2 Principes fondamentaux

Par ailleurs, la conception des carrefours doit prendre en compte dans les différentes étapes de sa démarche, qu'il s'agisse de la conception générale ou de la conception géométrique, les principes fondamentaux suivants : [7]

- une adaptation ou type de route sur lequel il se situe, au site (environnement, etc.) et aux conditions d'utilisation (trafics, etc.).[7]
- une conception géométrique (configuration générale et conception de détail) correcte.
- La valeur du débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements, tournant leur évolution prévisible dans le futur.
- Les types et les causes des accidents constatés dans le cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- Les vitesses d'approche à vide pratique. [7]
- Les caractéristiques des sections adjacentes et des carrefours voisins.
- La condition topographique.

- la lisibilité de l'aménagement, en favorisant une reconnaissance facile, rapide et non ambiguë du fonctionnement du carrefour abordé.[7]

2.3 Les types des carrefours

On distingue :

2.3.1 Carrefour a niveau

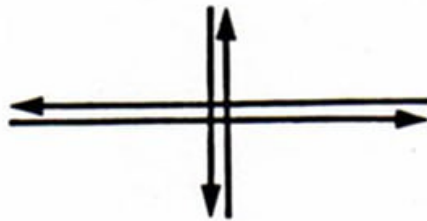


FIGURE 3.1 – Carrefour à niveau [29]

2.3.2 Carrefour dénivelé



FIGURE 3.2 – Carrefour dénivelé [29]

2.4 Classement des carrefours

Les carrefours peuvent être classés selon le nombre de leurs branches puis selon les volumes et la distribution de la circulation, l'espace et les moyens financiers à disposition.[29]

2.4.1 Carrefours à 3 branches

Les carrefours à trois branches peuvent être répartis en deux catégories :

1. Bifurcations Les bifurcations ou intersections en Y dans les quelles le trafic virant, dans l'angle aigu est nul ou insignifiant.[29] on distingue :

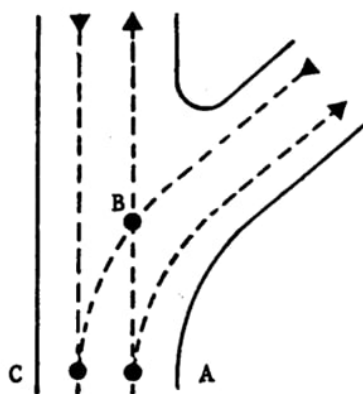


FIGURE 3.3 – Bifurcations[29]

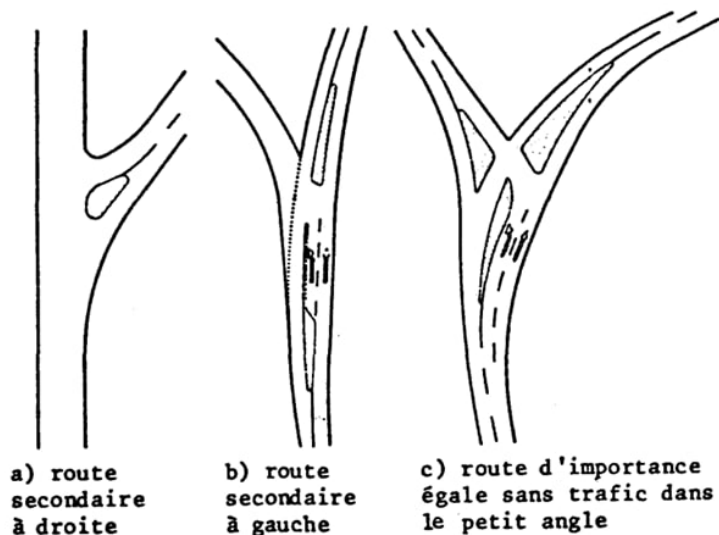


FIGURE 3.4 – Bifurcation canalisée [29]

2. Carrefours en T es carrefours à 3 branches dont les courants de circulation empruntent toutes les branches. Généralement, ils ont la forme de T, le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importances semblables.[29] Avec un axe principal et une

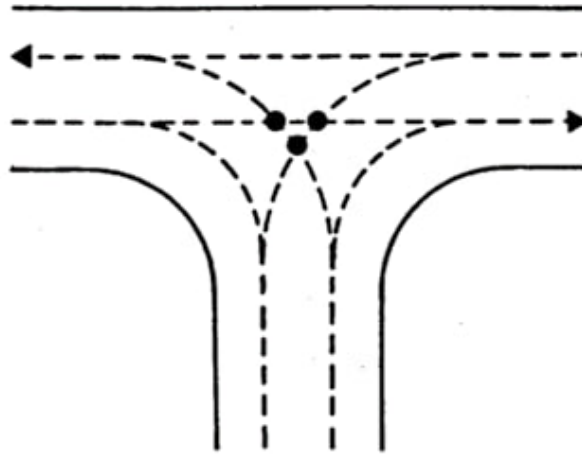


FIGURE 3.5 – Carrefour en T[29]

artère secondaire transversale. La canalisation est réalisée par un îlot séparateur dans l'axe de la route transversale. Cet îlot freine les véhicules et fait se couper les trajectoires sous un angle presque droit, il empêche la coupe des virages, augmente la distance de visibilité et facilite la traversée des piétons. Si le trafic virant est important, on peut aménager une voie spéciale de virage à droite séparée de débouché par un îlot triangulaire d'au moins 4 m de côté.[29]

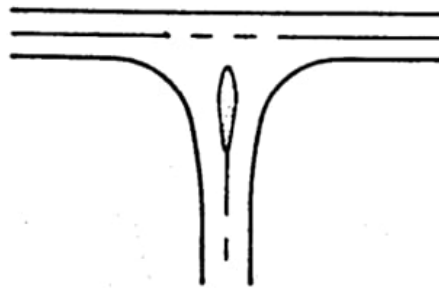


FIGURE 3.6 – Carrefour en forme de T avec îlot séparateur dans la route transversale [29]

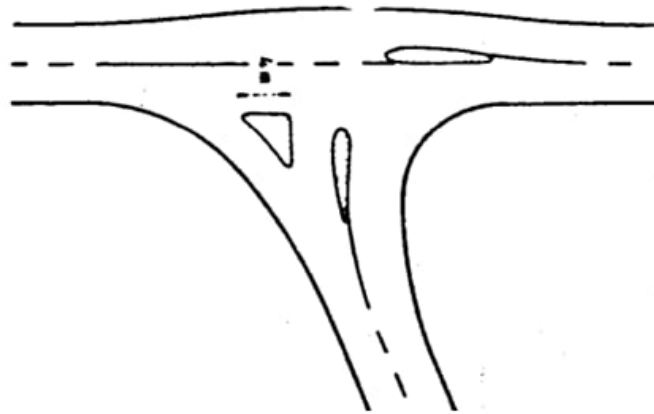


FIGURE 3.7 – Carrefour en forme de T avec voie spéciale de virage à droite [29]

3 Aménagement de la route non prioritaire (carrefours à 3 ou 4 branches)

Afin d'améliorer la sécurité des franchissements (notamment les mouvements traversiers et les insertions à gauche dans le courant principal), l'aménagement de la route non prioritaire

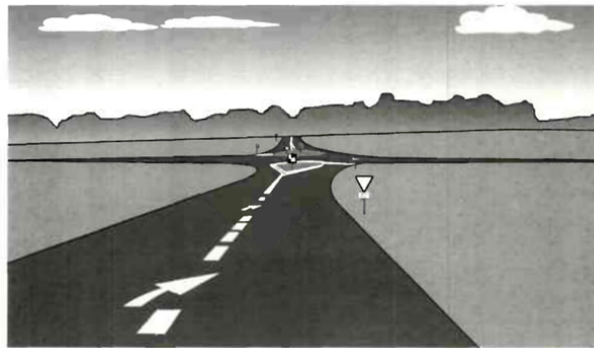


FIGURE 3.8 – Route non prioritaire[25]

doit en premier lieu favoriser la perception du carrefour et de la perte de priorité, améliorer les conditions de prise d'information pour l'utilisateur non prioritaire, et limiter la largeur à traverser. Aussi, une conception rendant orthogonales (ou quasi) les traversées de la voie prioritaire et l'implantation d'un îlot séparateur (en saillie) constituent les dispositions de base.[7]

3.1 Fonctions de l'îlot séparateur

- Contribuer au fort ralentissement (ou à l'arrêt) du courant de trafic non prioritaire, conformément aux prescriptions de la signalisation de priorité.
- Guider les véhicules de la voie non prioritaire pour obtenir un positionnement optimal au droit de la ligne transversale du STOP ou du CEDEZ LE PASSAGE.
- Améliorer la perception de l'intersection pour les usagers de la route principale .
- Guider les véhicules quittant la voie prioritaire pour se rendre sur la voie secondaire [?]

3.1.1 Conception géométrique de l'îlot séparateur

L'utilisateur doit pouvoir identifier facilement les types d'aménagement auxquels il est confronté, et le mode de fonctionnement des systèmes d'échanges. Aussi, est-il souhaitable de rechercher une certaine standardisation des éléments constitutifs des carrefours plans ordinaires, en particulier l'îlot séparateur sur la voie non prioritaire, étant donné son rôle fondamental.[7]

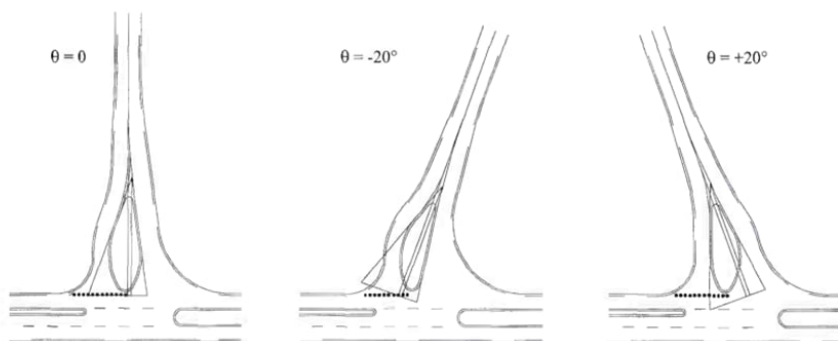


FIGURE 3.9 – Influence de l'incidence du tracé de la route secondaire [7]

La construction géométrique de l'îlot séparateur repose sur un triangle, dit de construction, dans lequel viennent s'inscrire les rayons de giration (bord gauche) et les rayons de construction. La position du triangle de construction d'un îlot type s'obtient à partir de l'axe de la route secondaire.[7]

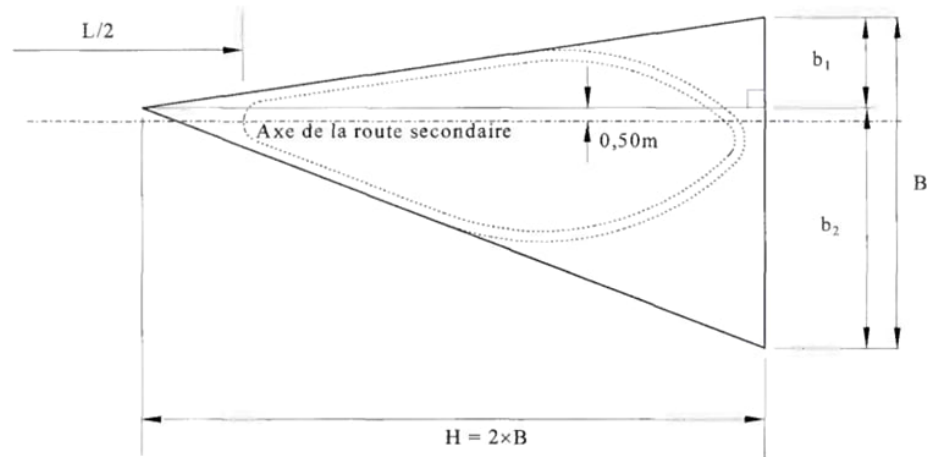


FIGURE 3.10 – Caractéristiques du triangle de construction de l'îlot [7]

3.1.2 Triangle de construction

3.1.3 Schéma type de l'îlot séparateur

Le schéma donne le mode de construction de l'îlot séparateur à partir du triangle de construction. Il est à noter que :

Les rayons de tourne-à-gauche d'entrée (R_{jg}) et de sortie (R_{jj}) dépendent de la largeur l de la voie secondaire.

La pointe de l'îlot est décalée de 1 m par rapport au bord droit de la route principale. L'îlot en saillie se déduit de ce dessin par un décalage minimum, 0,50 m de préférence, sauf pour la partie qui tangente la rive droite de la chaussée principale qui est en retrait de 1,50 m par rapport à cette rive.[7]

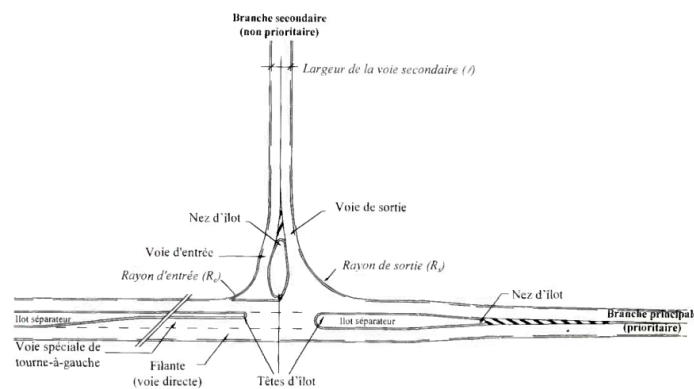


FIGURE 3.11 – Schémas types de l'îlot séparateur

3.2 Aménagement en faveur des mouvements de tourne à gauche

Le niveau d'aménagement d'un carrefour plan ordinaire sur une route à 2 voies dépend du type de carrefour et du niveau des trafics en présence.

Il faut rechercher une largeur « roulable », entre l'axe de la chaussée et le bord extérieur de la surlargeur, de 5 m ou moins ; cela correspond généralement à une surlargeur de 1,50 m à 2,00 m.

La longueur totale peut être portée jusqu'à 65 m lorsque des poids lourds tournent à gauche.

Il convient de ne rien faire pouvant dissuader une manoeuvre d'évitement sur l'accotement : [7]

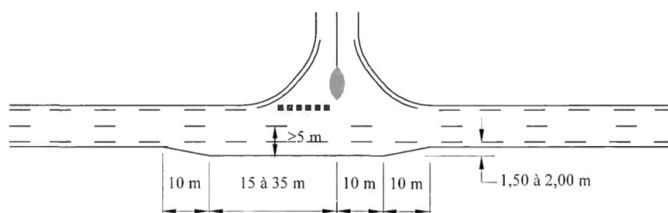


FIGURE 3.12 – Aménagement en faveur des mouvements de tourne-à-gauche pour un carrefour en t(1) [7]

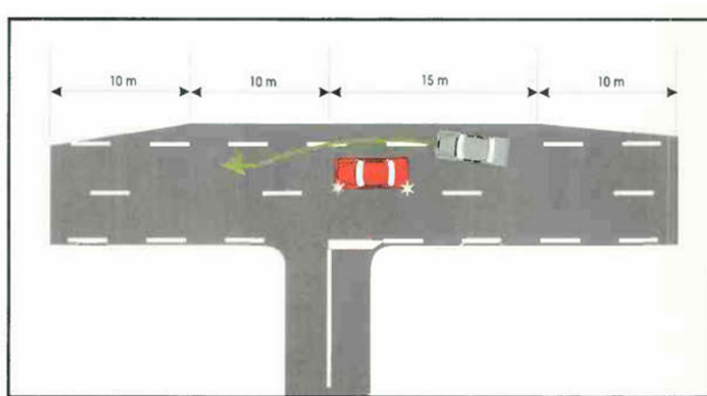


FIGURE 3.13 – Aménagement en faveur des mouvements de tourne-à-gauche pour un carrefour en t(2) [25]

3.3 Conditions de Visibilité

Pour des raisons de sécurité, l'usager de la route non prioritaire ou de l'accès doit disposer une distance nécessaire pour s'informer de la présence d'un autre usager sur la route

prioritaire, décider de sa manœuvre, démarrer et réaliser sa manœuvre de franchissement.[7]

V (en km/h)	100 - 110
Distance minimale conseillée(en m)	1200

TABLEAU 3.1 – Conditions de Visibilité[7]

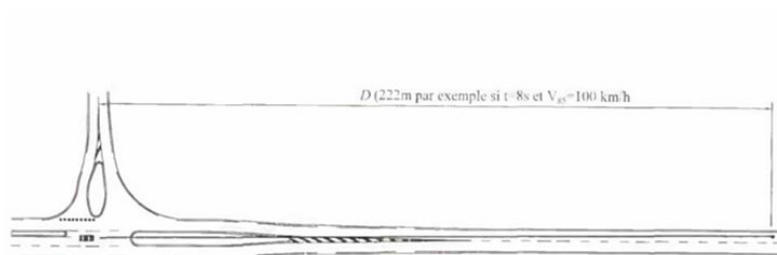


FIGURE 3.14 – Condition de visibilité pour la manœuvre de tourne-à-gauche vers la route secondaire[7]

/	Notation	Paramétrage	Valeurs courantes
L.V.secondaire	L	1 7	7
V.d'approche	V85	—	80-90
L.présignalisation de l'îlot	Lp	3L/2	175,5
Paramètres de l'îlot			
Hauteur de triangle	H	4l	28
Base du triangle	B	H/2 -2l	14
Demi-base du triangle (sortie)	b1	0,55l	3,85
Demi-base du triangle (entrée)	b2	1,45l	10,15
R. en sortie à gauche	Ris	2l + a	14 + a
R. en entrée à gauche	Rie	2l + b	14 + b
R. du nez d'îlot	rn	—	1
R. de raccordement en entrée	Rre	8l	56
R. de raccordement en sortie	Rrs	16l	110
Paramètres des voies d'entrée / sortie			
R. de sortie vers V.secondaire à gauche	Rs	4l	28
R. d'entrée sur V.principale à droite	Re	2l	14
Largeur de la voie de sortie	ls	l/2 + 0,5	4
Largeur de la voie d'entrée	le	Sup(l /2 ; 3)	3,5

TABLEAU 3.2 – Récapitulatif des principaux paramètres de construction de l'îlot séparateur et des voies[29]

4 Signalisation routière

4.1 Définition

Les signaux routière désigne l'ensemble des signaux visuels, auditifs et tactiles utilisés sur les routes et les voies de circulation pour informer, guider, avertir et réguler la circulation des véhicules et des piétons. Les signaux conventionnels installés le long des routes font partie de la signalisation routière et ont pour objectif d'assurer la sécurité des usagers. Alors il est essentiel d'avoir une signalisation routière pour assurer un développement optimal de la circulation, en garantissant vitesse et sécurité. Pour éviter de surcharger l'attention des usagers avec trop de signaux, il faut que ce soit cohérent, constant et uniforme.[12]

4.2 Principes fondamentaux

Pour être efficace, la signalisation routière doit s'appuyer sur les principes fondamentaux que sont :

- Uniformité et homogénéité : l'uniformité et l'homogénéité sont également essentielles pour assurer la clarté et l'efficacité de la signalisation.[33]
- Visibilité (remarquer et voir) : les dispositifs de signalisation doivent toujours être vus de façon claire, de jour comme de nuit, et ce, peu importe la saison.[33]
- Lisibilité (lire) : la signalisation doit être lisible au premier coup d'œil et sans ambiguïté pour tous les usagers.[33]
- Cohérence (avec les autres dispositifs) : le message livré à l'utilisateur doit être cohérent ; il ne doit donc pas y avoir de contradiction entre les différents dispositifs de signalisation tels que les panneaux, les marques sur la chaussée, les feux de circulation et la signalisation de travaux.[33]

4.3 Types de signalisation routière

Il y a deux types de signalisation routière :

4.3.1 La signalisation verticale

La signalisation verticale, composée de panneaux aux formes, couleurs et symboles distincts, joue un rôle essentiel dans la sécurité routière. Ces éléments permettent une interprétation rapide et précise des panneaux rencontrés lors des déplacements. [35]

Types de signalisation verticale

1. Panneaux forme triangulaire :

Les panneaux triangulaires, utilisés pour signaler un danger, sont installés à une distance de 150 mètres en amont de l'obstacle signalé [35]

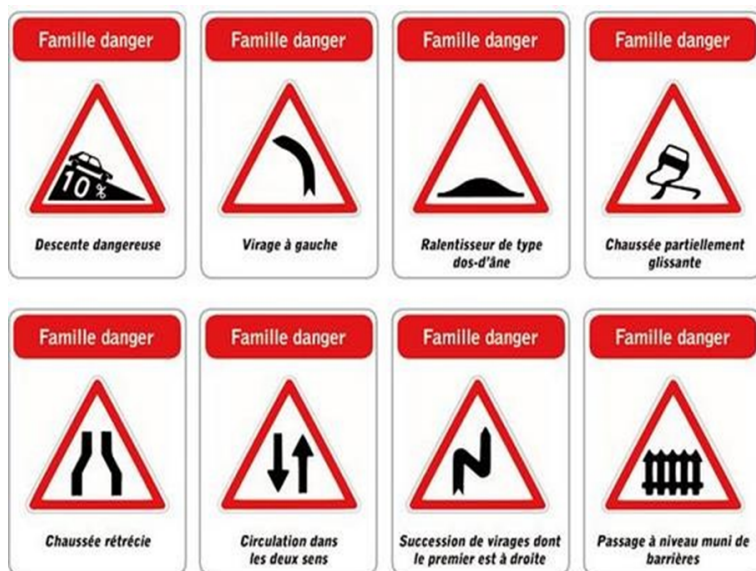


FIGURE 3.15 – Panneaux de danger [35]



FIGURE 3.16 – Panneaux permanente et temporaire [35]

2. panneaux ronds, dont la fonction est de donner un ordre (prescription) : il peut s'agir d'une interdiction ou l'obligation

Le code de la route définit ce panneau en fonction de 3 cas :

- Interdiction : Les panneaux de prescription, ou d'interdiction, sont de forme ronde. Lorsque vous voyez un panneau de ce genre sur la route, vous êtes obligé d'obéir à son

indication.[26]

- Obligation : il est obligatoire de faire ce que le panneau énonce. Exemple : obligation de tourner à gauche, le fond du panneau est bleu.[26]



FIGURE 3.17 – Les panneaux de prescription

[35]

3. les panneaux en forme de flèche (ou panneau de direction), dont la fonction est d'indiquer une direction

Les panneaux d'indication font partie des éléments de la voirie appartenant à la signalisation verticale. Leur objectif principal est de porter à la connaissance de l'ensemble des usagers circulant le long des voies des informations utiles dans le cadre de leur trajet, notamment en terme de sécurité et de confort.[26]



FIGURE 3.18 – Panneaux de direction

[35]

4. les panneaux de forme carrée

Dont la fonction est d'exprimer une indication



FIGURE 3.19 – panneaux indication
[35]

5. Feux de signalisation

Les feux tricolores sont des éléments de signalisation lumineux servant à réguler la circulation au niveau des intersections. En fonction de la couleur affichée, ils permettent ou non aux usagers de franchir une intersection.[26]

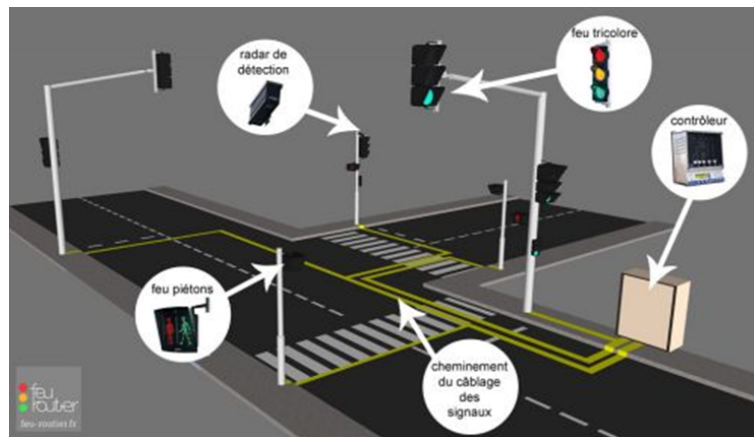


FIGURE 3.20 – Feux de signalisation
[35]

4.3.2 La signalisation horizontale

La signalisation horizontale est l'ensemble des marques sur chaussée utilisées pour assurer le guidage des usagers, matérialiser ou rappeler les règles de circulation, indiquer la présence de dangers et ordonner et concrétiser les espaces de déplacement ou de stationnement. [26]

1. Lignes jaunes

Les lignes jaunes sont employées pour délimiter des voies de circulation à sens opposés. la couleur jaune indique que la ligne est une variante appliquée temporairement, ce qui marque une particularité de la circulation On trouve souvent des lignes jaunes sur les chantiers.[26]



FIGURE 3.21 – Les lignes jaunes [35]

2. Lignes blanches :

-Le marquage au sol blanc est appelé “marquage courant“. Il représente la grande majorité des lignes tracées au sol, quel que soit leur rôle. Entre deux voies de circulation, en bord de chaussée, à l'arrivée sur stop, on retrouve systématiquement une ligne blanche.[26]



FIGURE 3.22 – Lignes blanches [35]

Les marques sur la chaussée doivent être de couleur blanche dans le cas d'une voie réservée où la circulation se fait dans le même sens que le reste de la circulation. Ces voies sont signalées par une ligne épaisse continue ou discontinue, et elles sont identifiées par un losange blanc.[26] Le tableau ci-après donne les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues .

Type de marquage	Type de modulation	Longueur de trait (en m)	Intervalle entre traits (en m)	Rapport plain/vide
Axial longitudinal	T1	3	10	1/3
	T'1	1,5	5	1/3
	T3	3	1,33	3
Rive	T2	3	3,5	1
	T'3	20	6	3
	T4	39	13	3

TABLEAU 3.3 – Types de lignes discontinues[7]

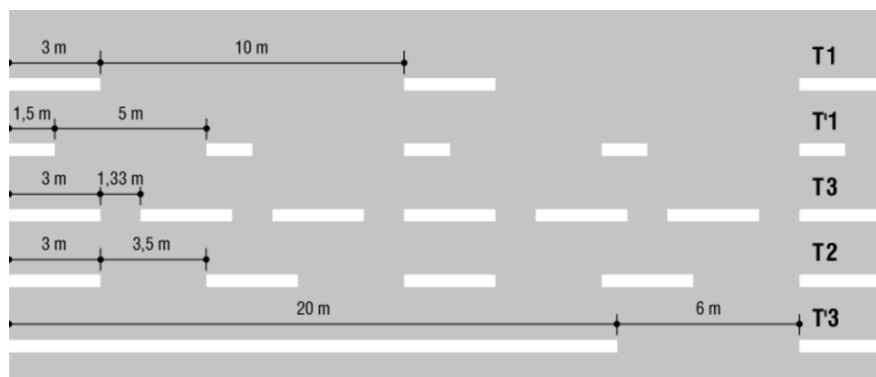


FIGURE 3.23 – Lignes blanches discountinue [26]

3. Les flèches de directions :

Les flèches directionnelles sont des éléments de signalisation horizontale qui permettent d'attribuer une à deux directions à chaque voie de circulation d'une même chaussée.

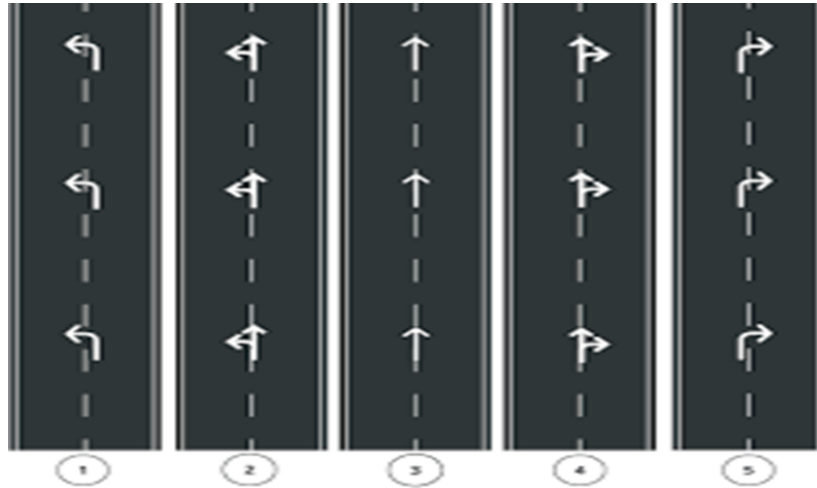


FIGURE 3.24 – Les flèches de directions[26]

4. Les flèches de rabattement :

Contrairement aux flèches directionnelles, les flèches de rabattement sont des éléments de signalisation horizontale qui informent les usagers, qui circulent dans le sens de celles-ci, de l'obligation d'emprunter la voie ou les voies situées du côté indiqué par leur pointe.[26]



FIGURE 3.25 – Les flèches de rabattement[26]

5 L'étude d'impact lors de la création d'une route sur l'environnement

Le transport routier est devenu une préoccupation majeure de nos jours, soulevant des questions cruciales quant à son impact sur l'environnement. L'étude des impacts environnementaux d'un projet routier est une étape cruciale dans le processus de planification et de développement. Elle permet d'identifier, de mesurer et d'analyser les effets potentiels du tracé routier sur les écosystèmes, les communautés locales, et les ressources naturelles. Cette évaluation est essentielle pour garantir que les projets d'infrastructure routière soient conçus et réalisés de manière durable, en minimisant les effets négatifs sur l'environnement et en maximisant les bénéfices sociaux et économiques.[10]

5.1 L'objectif de l'étude d'impact

L'étude d'impact sur l'environnement d'un projet routier vise à identifier et évaluer les effets du tracé routier sur les milieux et sites traversés. Elle cherche également à proposer des compensations et des solutions pour atténuer ces impacts.[10]

Les objectifs principaux sont :

- Intégrer le projet dans l'environnement bâti tout en préservant les conditions de vie des riverains.
- Protéger le patrimoine religieux, culturel, architectural et archéologique de la zone d'étude.
- Préserver les conditions de vie des générations futures.
- Définir les impacts du projet et établir des mesures pour réduire, supprimer ou compenser les conséquences négatives.[22]

5.2 Les impacts de la route sur l'environnement

La construction d'une route intervient directement dans la perturbation de l'eau, l'aire, la faune, la flore et l'altération des nuisances dus au bruit. Les impacts peuvent concerner :

- Perte d'habitats naturels : la construction d'infrastructures comme des routes peut entraîner la destruction ou la fragmentation des habitats naturels, ce qui peut perturber les écosystèmes et menacer la biodiversité locale.

Quantités d'insectes sont tués sur les pare-brises ou pare-chocs des véhicules.[10]



FIGURE 3.26 – Perte d'habitats naturels [10]

- Pollution de l'air et de l'eau : les infrastructures peuvent contribuer à la pollution de l'air et de l'eau par le rejet de polluants atmosphériques provenant des véhicules, des usines ou des équipements de construction, ainsi que par le ruissellement des eaux pluviales chargées de contaminants provenant des routes et des parkings.
En hiver l'épandage de sels pollue les réseaux hydrographiques et brûle la végétation riveraine.[10]
- Les particules et pollutions s'accumulent sur les bas côtés, sont lessivées lors des pluies et sont évacuées dans les caniveaux ou épurées dans des bacs de stockage et décantation.
- Modification des cours d'eau et des écosystèmes aquatiques : la construction des routes peut altérer le cours naturel des rivières et des cours d'eau, perturbant ainsi les écosystèmes aquatiques et affectant la migration des espèces aquatiques.[10]
- Perte de terres agricoles et de zones naturelles : l'expansion des infrastructures urbaines peut entraîner la conversion de terres agricoles et de zones naturelles en zones urbaines, ce qui réduit les terres disponibles pour l'agriculture et diminue les espaces naturels.[10]
- Changement climatique : la construction et l'utilisation d'infrastructures peuvent contribuer aux émissions de gaz à effet de serre, notamment par la consommation d'énergie pour le transport et la construction, le rayonnement du soleil sur le bitume sombre crée une ascendance de chaleur gênant le passage des insectes.[10]

- Bruit causé par les engins de chantier (terrassement, palplanches, forage, etc.).il est exclusivement lié à la circulation routière, causé par le bruit des moteurs des véhicules et le contact des pneus avec la chaussée.[22]

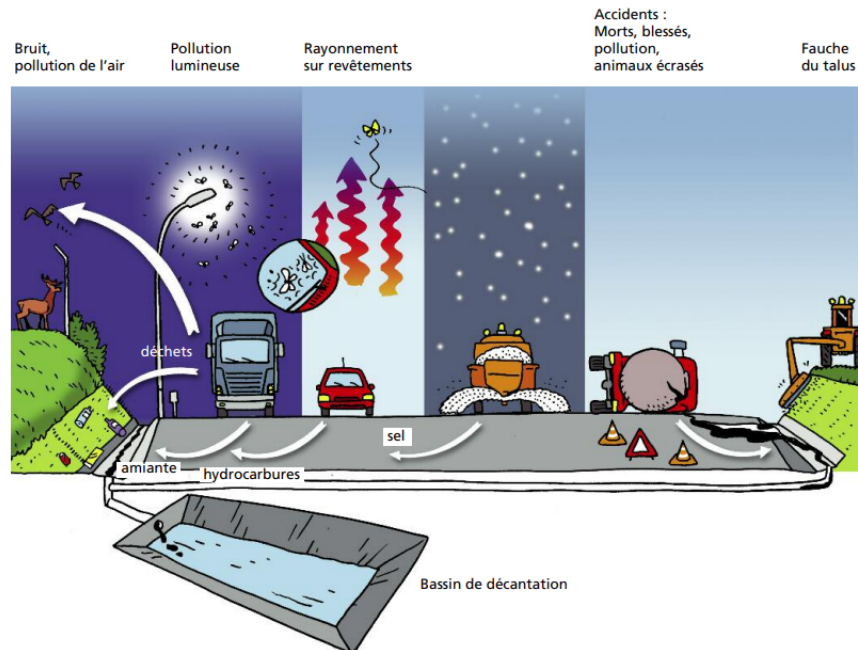


FIGURE 3.27 – L'impact environnemental[10]

5.3 Des solutions utiles peuvent aider

Intégrer l'environnement dans la création des voiries :

- Il paraît utile de réfléchir à la pertinence de la création d'une nouvelle voirie, vérifier qu'elle répond à un besoin réel et que c'est la meilleure solution limitant la destruction de terres agricoles et d'espaces naturels.[10]
- Il paraît en tous cas utile de gérer de façon optimisée les grandes infrastructures existantes. Le diagnostic faune flore et les résultats qui en découlent influent fortement sur le choix des tracés.[10]
- En effet, un bon état initial permet de choisir le tracé le moins destructeur,sa réalisation informe les différents acteurs (notamment les élus et la population locale) sur le patrimoine naturel de la zone concernée lors de l'enquête publique.[10]
- Privilégier les enrobés moins polluants, afin d'intégrer le concept de développement durable dans la création des voiries, le choix des pratiques et des méthodes liées à la

réalisation du revêtement a son importance. Effectivement, il convient de prendre en compte la possibilité d'utiliser des liants d'origine végétale, d'enrobés tièdes fabriqués et appliqués à une température inférieure de 40°C aux enrobés classiques. [10]

- Déconstruire et recycler les voiries abandonnées, il arrive que la création d'une nouvelle voirie entraîne l'abandon d'anciens tracés. [10]
- Tel est le cas de plusieurs kilomètres de routes et des pistes ,donc il faut détruire ces routes inutiles et de recycler les matériaux (bitume, gravier). [10]

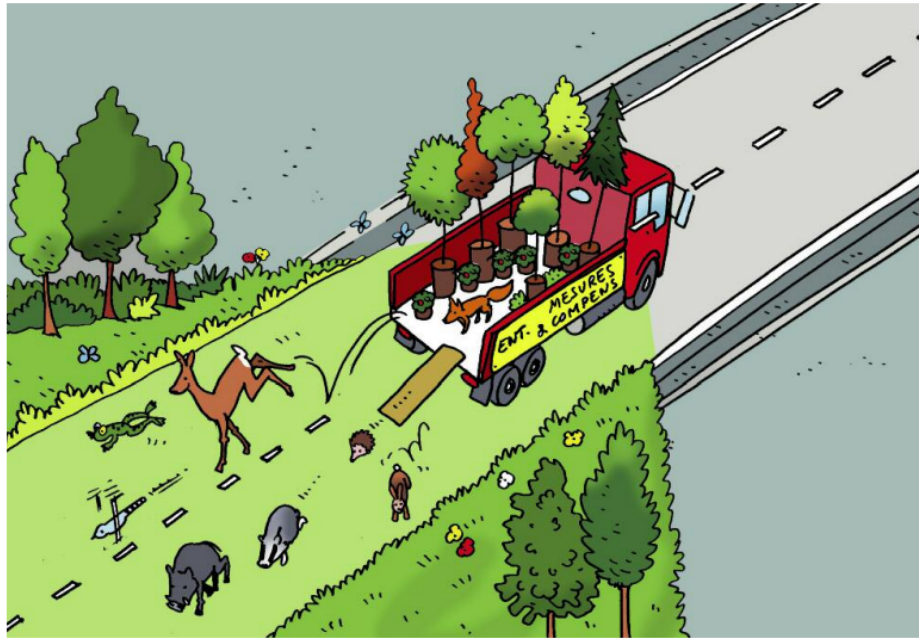


FIGURE 3.28 – Intégration de l'environnement dans la création des voiries[10]

6 Application au projet et résultat

6.1 Résultat

Pour les panneaux de signalisation horizontale, nous les avons installés au niveau de la route et le résultat est le suivant.

1. RN6 vers la poste de douane :



pk 0+015m
pk 2+650m
pk 3+750m
pk 4+100m
pk 4+875m

FIGURE 3.29 – virage a gauche



pk 1+625m
pk 3+050m
pk 4+650m
pk 5+300m

FIGURE 3.30 – virage a droite

2. La poste de douane vers RN6



pk 5+375m
pk 4+575m
pk 4+275m
pk 3+025m
pk 0+0775m

FIGURE 3.31 – virage a droite



pk 6+000m

pk 5+075m

pk 3+675m

pk 2+275m

FIGURE 3.32 – virage a gauche

3. Interdit de depasse 100 km/h



pk 0+030m

pk 2+450m

pk 4+275m

pk 4+250m

pk 3+700m

pk 2+075m

FIGURE 3.33 – Interdit de depasse 100 km/h

Notre projet comprend une zone d'intersection entre la route RN6 et cette route. Nous avons étudié et réalisé l'intersection à l'aide du logiciel Civil 3D, avec les équipements nécessaires en signalisation horizontale et verticale pour augmenter la sécurité des conducteurs.

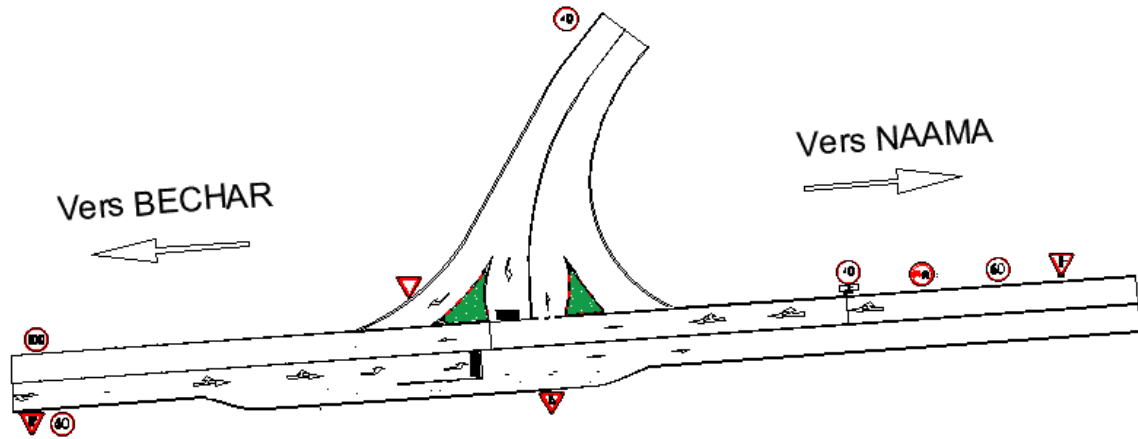


FIGURE 3.34 – vu en plan de carrefour

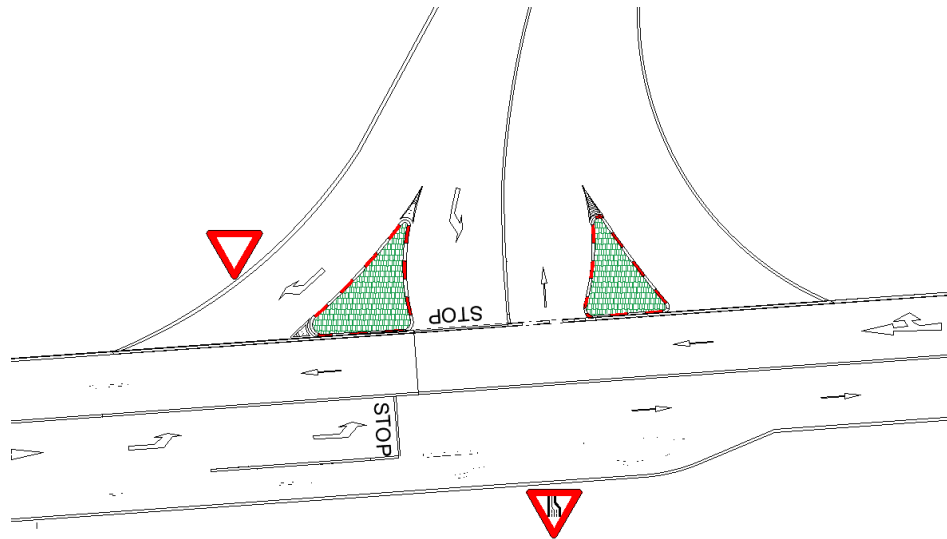


FIGURE 3.35 – vu en plan de carrefour



FIGURE 3.36 – Limitations de vitesse dans l'entrée et la sortie de carrefour[35]



FIGURE 3.37 – dépassement interdit[35]



FIGURE 3.38 – Limitations de vitesse pour les véhicules approchent du carrefour 60 km/h[35]



FIGURE 3.39 – intersection a droite et a gauche[35]



FIGURE 3.40 – Route Étroite [35]

7 Devis quantitatif et estimatif

Enfin, nous avons réalisé une étude économique pour déterminer le coût final du projet. Nous avons résumé toutes les quantités et les prix dans ce devis quantitatif et estimatif.

N°	Désignation Des Travaux	Unité	Prix unitaire (DA)	Quantité	Montant (DA)
1	TERASSEMENT				
1.1	Décapage de terre végétale sur une épaisseur de 20 cm	m2	150	12000	1800000
1.2	Déblai en terrain meuble	m3	600	132933	79759800
1.3	Remblai d'emprunt	m3	900	76042	68437800
TOTAL					149997600
2	TRAVAUX DE LA CHAUSSEE				

N°	Désignation Des Travaux	Unité	Prix unitaire (DA)	Quantité	Montant (DA)
2.1	Couche de roulement en béton bitumineux sur 0.08 m d'épaisseur et 7 m de largeur, y compris le transport des agrégats, de bitume et de l'enrobé	t	8500	3360	28560000
2.2	Couche d'imprégnation 0/1 sur 7 m de largeur, y compris transport du cut-back, balayage et soufflage	m2	120	42000	5040000
2.3	Couche de base en grave concassée, 0.3 m d'épaisseur et 10 m de largeur, y compris le transport des agrégats et de l'eau, l'arrosage, malaxage et compactage	m3	1850	19173	35470050
2.4	Couche de fondation en tuf sélectionnés 25 cm d'épaisseur et 10 m de largeur, y compris extraction, transport de tuf et de l'eau, malaxage et compactage	m3	900	17771	15993900

N°	Désignation Des Travaux	Unité	Prix unitaire (DA)	Quantité	Montant (DA)
2.5	Couche de forme en GNT 25 cm d'épaisseur et 10 m de largeur	m3	900	17787	16008300
TOTAL					101072250
3	OUVRAGE HYDRAULIQUE COURANTS ET ASSAINISSEMENT				
3.1	Buse Diamètre Ø800 mm, y compris les puisard et tête de la buse et le lit de sable	ml	35000	419	14665000
3.2	Réalisation Du Gâblion	m3	6000	101	606000
3.3	Fossé en béton	ml	3500	12000	42000000
TOTAL					57271000
4	SIGNALLISATION				
4.1	Panneaux de signalisation	Unité	25000	39	975000
4.2	Marquage au sol	ml	120	18060	2167200
TOTAL					3142200
5	Carrefour				
5.1	Les bordure de trottoir	ml	1200	38.5	46200
5.2	remplissage de carrefour remblai +Beton (350) sur ep 0.08m	m3	8000	2.33	18640
TOTAL HT					311547890
TVA 18%					56078620
TOTAL(TTC)					367626510

TABLEAU 3.4 – Devis quantitatif et estimatif du projet

Enfin nous avons estimé le coût de ce projet à la somme de :

trois cent soixante-sept millions six cent vingt-six mille cinq cent dix dinars algériens.

8 Conclusion

L'aménagement des carrefours dans notre projet vise à garantir la sécurité et la commodité des usagers en définissant clairement les emplacements des intersections. L'impact environnemental des routes, essentiel à équilibrer, nécessite une étude d'impact environnemental (EIE) rigoureuse pour un développement durable des infrastructures. La signalisation routière, cruciale pour la sécurité et la fluidité de la circulation, doit être correctement utilisée et respectée pour réduire les risques d'accidents. En intégrant ces éléments dans nos projets routiers, nous contribuons à un environnement routier plus sécurisé, organisé et respectueux de l'environnement, favorisant une meilleure mobilité pour tous.

Conclusion générale

En conclusion, ce mémoire a permis de réaliser une étude technique et économique approfondie d'un tronçon de route de 6 km dans la wilaya de Naâma, ainsi que la conception d'un carrefour associé.

L'utilisation des outils modernes tels que le logiciel Civil 3D et $\text{\LaTeX}$ nous a permis de mener à bien ce projet complexe avec rigueur et précision.

Nous avons commencé par une analyse détaillée des caractéristiques géographiques, topographiques et socio-économiques de la région, ce qui nous a permis de comprendre l'importance stratégique de cette infrastructure routière pour le développement local et national. L'application des normes B40 a garanti que notre conception répond aux exigences de sécurité, de confort et de durabilité.

Les résultats obtenus démontrent que le projet est techniquement solide et économiquement viable. Les caractéristiques géométriques de la route ont été optimisées pour assurer une expérience agréable et sûre pour les usagers, tout en minimisant les coûts de maintenance à long terme.

En outre, nous avons pris en compte les impacts environnementaux pour concevoir une route respectueuse de l'environnement.

Cette expérience nous a non seulement permis de mettre en pratique nos connaissances théoriques, mais elle nous a également enseigné des compétences précieuses en matière de gestion de projet, de collaboration et d'utilisation de logiciels spécialisés.

Nous espérons que les compétences et les connaissances acquises au cours de ce projet nous seront très bénéfiques dans notre vie professionnelle future.

Bibliographie

- [1] A.BANNOUR. *Cours de construction routière TOME 1*. Faculté des sciences semlalia- Université cadiAyyad Marrakech Maroc, 2014.
- [2] A.BERGER. *Les impacts du réseau routier sur l'environnement*. Ifen, octobre 2006.
- [3] CTTP Algérie. *catalogue de dimensionnement des chaussées neuves fascicule 1*. Ministre des travaux publics Direction des routes, November 2001.
- [4] A.SAILA. *ROUTE 1*. ACADEMIE MILITAIRE FONDOUK JEDID, 2007.
- [5] B.KERLOCH. *Le dimensionnement des reseaux dassainissement*. ENTE Valenciennes.
- [6] CID. *GUIDE DE CONCEPTION GUIDE DE CONCEPTION DES ROUTES RURALES*. Royaume du Maroc Ministère de l'Équipement et des Transports Direction des Routes, Reading, MA, DECEMBRE 2008.
- [7] Ministère de l'équipement des transports et du logement. *AMENAGEMENT DES CARREFOURS INTERURBAINS SUR LES ROUTES PRINCIPALES*. Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), decembre1998.
- [8] J.C. Doubrère. *Aménagement et exploitation des routes*. Collection des cours de l'École chez soi. Eyrolles, 1974.
- [9] S.BARLES et A.GUILLERME. *Infrastructures de transports routiers, Parcs et trafics automobiles de la France 1900-1970*. Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines, Octobre 2004.
- [10] A.VALLINI et C.BICH. *Concilier routes et environnement*. Isère - 7, rue Fantin-Latour 38000 Grenoble.
- [11] M.C.LECHALAS et C.LÉON. *Cours de routes, professé a l'école des ponts et des chaussées*. Encyclopédie des travaux publics, PARIS, 1895.
- [12] I.ANDROUIN. et P.ANELLI. *GUIDE DE LA SIGNALISATION HORIZONTALE*. Institut Des Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité, Décembre 2019.

-
- [13] A. Bensaada et S.Haddadi. *Etude de l'influence de l'ajout des déchets plastiques alimentaires sur les comportements rhéologiques du bitume routier*. Laboratoire Environnement, Eau, Géomécanique et Ouvrages (LEEGO), Algérie, 16 Déc. 2016.
 - [14] G.DUBET. *Cours élémentaire de routes*. Eyrolles, 1972.
 - [15] H.BRUNEL. *COURS DE ROUTES*. UNIVERSITE D'ORLEANS I.U.T. DE BOURGES DEPARTEMENT GENIE CIVI, 2007.
 - [16] H.HEUDE. *COURS DE ROUTES VOIES FERRÉES SUR CHAUSSÉES*. L'ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES, 1912.
 - [17] [https :www.autodesk.com](https://www.autodesk.com).
 - [18] <https://www.larousse.fr>.
 - [19] [https :www.overleaf.com.project](https://www.overleaf.com/project).
 - [20] I.AOUICHE. *Cours hydraulique fluviale*. Ecole-mohammadia-dingenieurs.
 - [21] H.Cabane J.Barillot. *LA ROUTE ET SES CHAUSSÉES*. 2018.
 - [22] P. KNOEPFE. *Approches to an effective frame work for environmental management*. Renens Chavannes, Septmbre 1997.
 - [23] M.FAURE. *Les cours de route de L'ENTP tome1*. ELEAS, 1997.
 - [24] A .Nehaoua. *Cours de Route I Caractéristiques géométriques des routes*. Département de Génie civil - Faculté : TECHNOLOGIE-U.F.A.S, 2013.
 - [25] OCDE/FIT. *Des chaussées à longue Durée De vie pour routes à forte circulation*. forum international des transports, 2008.
 - [26] RNF Québec. *INFO NORMES Tome V Signalisation routière*, volume 24. forum international des transports, Hiver 2013.
 - [27] R.HEBIB. *Tracés linéaires et matériaux*. Université de Ferhat Abbès, Sétif 1, 2020.
 - [28] S.HIMOURI. *CONDITIONS TECHNIQUES D'AMENAGEMENT DES ROUTES*. DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR, UNIVERSITE DE MOSTAGANEM, 2006.
 - [29] B40(Normes technique d'aménagement des routes). *Direction des Etudes Générales et de la Reglementation Technique*. Ministre des travaux publics , Algerie, octobre 1977.
 - [30] T.L.Thanh. *Une méthode d'évaluation géolocalisée de l'insertion des projets routiers dans les territoires et de choix de variantes*. Ecole doctorale Sciences pour l'ingénieur, Geosciences, Achitecture UNIVERSITE PARIS-EST, 12 octobre 2011.
-

-
- [31] www.fr.scribd.com/home.
- [32] www.gallica.bnf.fr.
- [33] www.lepermislibre.fr/panneaux-code-route-typologie signification.
- [34] www.naama.mta.gov.dz/fr/.
- [35] www.ornikar.com.
- [36] www.researchgate.net.
- [37] Y.SAWADOGO. *COURS DE ROUTE I*. Ecole supérieur des travaux publics,OUAGADOUGOU, 2022.