

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Centre Universitaire d'Ain Témouchent
Institut des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil



Mémoire pour l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Génie Civil

Spécialité : Travaux publics

**Thème : Etude du Dédoublément de la Route Nationale « 35 » de 11KM RELIANT
HAMMAM BOUGHRARA à MAGHNIA**

Présenté par :

Taleb Mohammed Salah-Eddine

Touati Mohammed Ilies

Devant le jury composé de :

- Mr Bouayed Amine..... Encadreur
- Mr Cherif Benmoussa M.Yazid.....Encadreur
- MrPrésident
- MmeExamineur
- MmeExamineur

Année universitaire 2015/2016

Bibliographie

- (Maitrise de la qualité en construction routière, **Michel Ruban**, 2012)
- Cours de route ENSTP
- Cours de route Master 1 travaux publics
- Anciennes mémoires de l'ENSTP
- **B40** (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- • Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (**C.T.T.P**).

GLOSSAIRE

Symbole		Unité
R	Rayon de la courbe	m
d	Dévers Mm	mm
A	Constante de RP (raccordement progressif)	mm
$\Delta f/\Delta l$	Variation de flèche	mm
$\Delta d/\Delta l$	Variation de dévers	mm/s
V	Vitesse	km/h
V _B	Vitesse de base	km/h
LA	Longueur d'alignement	m
LC	Longueur de la pleine courbe	m
LRP	Longueur du RP	m
ORP	Origine du RP (côté de la courbure la plus faible)	m
FRP	Fin du RP (côté de la courbure la plus grande)	m
RC	Raccord de déclivité (raccordement circulaire)	m
i	Déclivité longitudinale de la voie	%
TMJA	Trafic journalier moyen annuel	v/j
PL	Le pourcentage de poids lourds	%
f _t	Coefficient de frottement transversal	-
δ	Coefficient d'accroissement annuel	-
n	L'année de saturation	ans
T _{eff}	Trafics effectifs	uvp/j
Q	Débit de pointe horaire normal	uvp/h
C _{th}	Débit théorique	uvp/h
N	Nombre de voies	voie
RHm	Rayon horizontal minimal absolu	m
RHn	Rayon horizontal normal	m
Rdm	Rayon horizontal déversé	m
RHnd	Rayon horizontal non déversé	m
R _{vmin}	Rayon en angle saillant R _v minimal absolu	m
R _v	Rayon en angle saillant R _v minimal normal	m
R' _v	Rayon en angle rentrant R _v minimal normal	m
R' _{vmin}	Rayon en angle rentrant R _v minimal absolu	m

Liste des Tableaux

- *Tableau II.3 : Tableau récapitulatif des résultats obtenu pour le dédoublement*
- *Tableau II.3.3: Surlargeur des virages*
- *Tableau II.4 : Paramètres fondamentaux*

- *Tableau II.4.3 : Rayons horizontaux du Projet*
- *Tableau IV.5 : Sur largeur sur ouvrage d'art*
- *Tableau VI.5.1: coefficients d'équivalence*

- *Tableau VI.5.2 : Classification du sol selon l'indice CBR*
- *Tableau X.5 : Coefficient de ruissèlement*
- *Tableau X.7 : Débit des eaux pluviales*
- *Tableau XI-4-1: Caractéristiques des lignes discontinues.*

Liste des figures :

- *Figure 01: Eléments de raccordement Clothoïde*
- *Figure 02: Courbe en S*
- *Figure 03 : Courbe en sommet*
- *Figure 04: Courbe en C*
- *Figure 05: Ove*
- *Figure06 : Eléments constitutifs du profil en travers normal*
- *Figure 07 carrefour giratoire*
- *Figure 08 : schéma d'un fossé de notre projet*
- *Figure 09 : Schéma d'un ouvrage buse de drainage*
- *Figure 10: la signalisation horizontale*
- *Figure11: la signalisation horizontale*
- *Figure 12 : Signalisation de direction*

Table des matières

Introduction.....	10
Présentation du projet	11
I Présentation du projet :.....	11
II Objectif du projet :.....	11
III Position géographique du projet :.....	11
IV Présentation De la ville.....	12
IV.1. Situation géographique :.....	13
IV.2 Géomorphologie et relief :.....	13
IV.3 Pédologie :.....	14
IV.4 Géologie :	14
IV.5 Climatologie de la région :.....	14
IV.6 Hydrologie et bassin versant :.....	15
IV.7 Faune et flore :	15
IV.8 Sismicité :	15
IV.9 Aspect socio-économique	16
AVANT PROJET SOMMAIRE	17
I. Etude De Trafic :.....	17
I.1. Introduction :	17
I.2 Analyse de trafics :.....	18
I.3 Différents types de trafics :	18
I.4 Modèles de présentation de trafic :.....	19
I.5 Calcule la capacité :	19
I.6 Application au projet :.....	21
I.7Conclusion :	23
II Le tracé en plan.....	23
II.1 définition :	23
II.2 la vitesse de référence :.....	24
II.3 Les éléments géométriques du tracé en plan :	24
II.4 PARAMÈTRES FONDAMENTAUX :	34
II.5 calcul d'axe :.....	35
II.6 Application au projet :	36

III Le profil en long :	39
III.1 Définition :	39
III.2 Coordination du tracé en plan et du profil en long :	39
III.3 la déclivité :	40
III.4 Raccordement en profil en long :	40
IV Le profil en travers :	44
IV.1 Définition :	44
IV.2 Le profil en travers type :	44
IV.3 Le profil en travers courant :	44
IV.4 Eléments constitutifs du profil en travers en section courante :	45
IV.5 Profil en travers sur l'ouvrage d'art :	46
IV.6 Application au projet :	46
IV.7 Exemples des profils en travers :	47
V : ETUDE GEOTECHNIQUE	48
V.1 INTRODUCTION :	Error! Bookmark not defined.
V.2 LES MOYENS DE LA RECONNAISSANCE :	Error! Bookmark not defined.
V. 3 CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :	Error! Bookmark not defined.
VI. Dimensionnement du corps de chaussé	48
VI.1 Dimensionnement :	48
VI.2 Facteurs à considérer dans le dimensionnement :	48
VI.3 Définition de La Chaussée :	48
VI.4 Rôle des différents types de chaussée souple :	49
VI.5 Méthodes de dimensionnement des chaussées :	49
VI-6. Caractéristiques du sol support :	52
VI.7. Choix de la méthode de dimensionnement :	52
VI.8 APPLICATION AU PROJET	52
VII. cubatures :	56
VIII. ouvrages d'art :	56
VIII.1- Introduction :	56
VIII.2- Ouvrages d'art de notre projet :	56
VIII.3- Les ponts à poutres en béton précontraint:	56
IX. Aménagement des carrefours	56
IX. 1. INTRODUCTION :	56

IX.2- LES DIFFÉRENTS TYPES DE CARREFOUR :	57
IX.2.1 - Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :.....	57
IX. 3 DONNÉES UTILES À L'AMÉNAGEMENT D'UN CARREFOUR:	57
IX. 4- PRINCIPES FONDAMENTAUX DE CONCEPTION :.....	58
IX.5- TYPE D'AMENAGEMENT DES CARREFOURS GIRATOIRES :.....	58
X: Etude d'assainissement	60
X.1 : introduction.....	60
X.2 Objectif de l'assainissement :	60
X.3 Le drainage :	61
X.4 Choix des ouvrages d'évacuation :	63
X.5 Dimensionnement des ouvrages d'évacuation :	63
X.6 Assainissement de la plateforme :	64
X.7 Application au projet :.....	67
XI : Signalisation :	72
XI.1-Introduction :	72
XI.2-Critères à respecter pour les signalisations :	72
XI.3-Catégories de signalisation :	72
XII: Impact du projet sur l'environnement	75
XII-1-L'évaluation des impacts :.....	75
XII-1-1-Impacts positifs.....	76
XII-1-2- Impacts négatifs sur le milieu physique et mesures prises pour leur réduction.....	76
Conclusion générale :	78

Introduction

L'histoire de la route est intimement liée au niveau de développement technologique et de la croissance économique des nations et des civilisations.

l'avancée industrielle de l'empire et de la place privilégiée accordée aux voies de communication.

La route n'est pas la seule infrastructure de transport, on trouve aussi d'autres moyens comme le chemin de fer, les voies aériennes et les voies maritimes, mais le transport routier est dominant, et même si les technologies de l'information se développent, les déplacements routiers liés tant à la vie quotidienne qu'au tourisme sont des réalités incontournables pour encore de nombreuses années.

La route joue un rôle moteur dans l'aménagement du territoire, elle favorise l'implantation d'activités économiques et industrielles et réduit les coûts de transport et donc de production.

Présentation du projet

I Présentation du projet :

Notre projet concerne à réaliser un dédoublement entre la ville de Maghnia et Hammam Boughrara sur un tracé existant.

Cette section à étudier sur une longueur de 11 km et un trafic moyen journalier annuel TMJA estimé à environ 12000 uvp /j.

- Le pourcentage du poids lourds est estimé à 25% du trafic.
- Le tracé se situe dans un terrain plat, et se caractérise par des sinuosités (E1), et des déclivités. la vitesse de base du projet est estimée à 80 Km/h ce qui nous donne un classement de catégorie (C2)

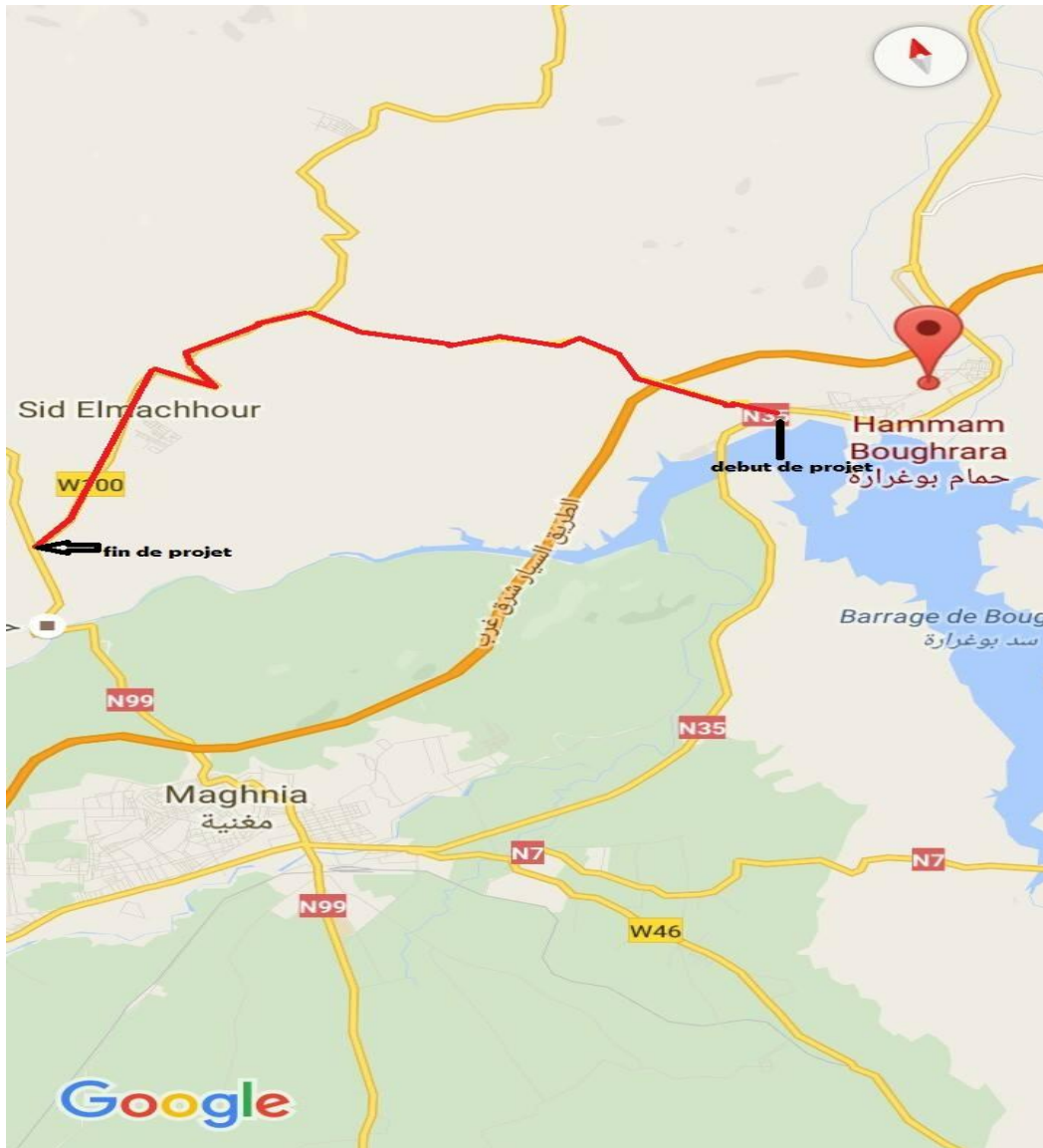
II Objectif du projet :

L'objectif principal de ce projet est d'absorber une ointe due au trafic ce qui permettra d'assurer la fluidité de la circulation ou le trafic est en croissance permanente, dans le but d'atteindre l'objectif visé.

Cette infrastructure routière va jouer un rôle pour améliorer le développement économique de la région où se trouve notre tracé.

Le dédoublement permet aux régions de Fillaoucène de Nédroma et Djeballa et Maaziz d'être rapprochées de l'échangeur de Hammam Boughrara pour accéder plus rapidement à l'autoroute Est Ouest.

III Position géographique du projet :



IV Présentation De la ville

La ville de Magnia a connu un important essor urbanistique et démographique pour devenir la métropole non déclarée de l'extrême Ouest du pays. Elle renferme une activité commerciale très enthousiaste, l'agriculture quant à elle constitue l'autre pôle très intéressant de cette région. A l'instar des autres régions de la Wilaya de Tlemcen, l'activité industrielle est en nette progression.

Elle constitue en outre un passage obligé pour les estivants désirant se rendre à la ZET (Zone d'Extension Touristique) de Marsa Ben Mhidi.

De part sa position géographique, il faut déduire que le principal flux du trafic est celui qui vient du côté Est.

Avec le confort de la circulation induit par la création de l'autoroute Est Ouest, la ville de Maghnia a attiré un trafic additionnel non négligeable.

Dès la sortie de l'autoroute Est Ouest les usagers de la route sont confrontés à un tracé saturé depuis la Ville de Hammam Bouhrara jusqu'au centre-ville de Maghnia.

La première idée de trouver une solution à ce problème a été de penser au dédoublement de la Route Nationale 35 qui est actuellement une liaison bidirectionnelle et qui n'arrive plus à drainer le trafic dans des conditions de sécurité et de confort acceptables.

Son étude a été réceptionnée, mais à court terme, cette solution paraît irréalisable car la Route Nationale 35 traverse une fracture naturelle occupée par le Barrage de Hammam Bouhrara qui nécessite un ouvrage d'art important de plus de 600 ml pour sa traversée.

Dans ce contexte, il a été décidé de trouver un tracé qui prendra en charge dans l'immédiat les problèmes posés par la liaison Hammam Bouhrara- Maghnia.

L'évitement de Maghnia consiste donc, dans cette première phase en la création d'une liaison qui relie la Route Nationale 35 à partir de Hammam Bouhrara à la Route Nationale 99 qui aboutit directement au centre-ville et au grand boulevard du côté Ouest de la ville.

Ce nouveau tracé devra constituer une liaison rapide pour les usagers

IV.1. Situation géographique :

Maghnia est une ville de l'extrême Ouest de l'Algérie ses coordonnées géographiques sont :

Latitude : 34°50'49'' Nord

Longitude : 1°43'42'' Ouest

Altitude : 385 m

Cette étude consistera à examiner l'évitement de la ville de Maghnia passant par Hammam Bouhrara. Il passe par la localité de Sidi Machour et traverse le territoire d'une unité minière d'exploitation de bentonite pour laquelle le tracé a été dévié.

IV.2 Géomorphologie et relief :

Le couloir qui nous concerne présente une morphologie singulière constituée par des zones calcaires, délimitées par les monts des Traras au Nord et la plaine de Maghnia au Sud. Le relief peu accidenté comporte une seule brèche naturelle constituée d'un grand talweg occupé par un Oued régulièrement sec.

Généralement le relief traversé par le tracé comporte des pentes douces et constantes sauf au droit du talweg précité où les pentes sont de 23% d'un côté et de 12% de l'autre.

Le relief peu accidenté a favorisé l'investissement dans le domaine de l'agriculture et notamment céréaliculture qui occupe 90% de l'activité agricole dans cette région. La création de cet évitement contribuera à développer l'activité agricole et le tourisme qui est à son état embryonnaire avec l'existence de quelques hôtels dans l'agglomération de Sidi Machour en rapport avec les cures au niveau de Hammam Chigueur

IV.3 Pédologie :

Les régions de Maghnia et Hammam Boughrara sont caractérisées par les terres d'alluvions, et d'argile. Ces sols sont aptes à toutes les cultures.

IV.4 Géologie :

Les différentes zones du projet sont recouvertes par des croûtes calcaires anciennes que l'on rapporte au Quaternaire.

Le plateau est en général formé par des sédiments du miocène qui sont souvent recouverts soit par des alluvions des Oueds appartenant au plio-quaternaire, soit par la carapace alluviale. Les terrains calcaires-dolomitiques sont superposés par rapport au substratum. La stratigraphie de la région se présente comme suit :

-plio-quaternaire : puissance d'alluvions de l'ordre de 100m

-Miocène : marnes gypseuse, limoneuses et pyrite uses épaisseur moyenne comprise entre 250 et 300 m.

-jurassique : complexe composé de formation gréseuse d'une puissance de 400m. Ces grés peuvent passer latéralement aux calcaires dolomites.

C'est un complexe de calcaires et dolomies gréseuses d'une puissance de 200m.

Sur la plan hydrogéologique, ce sont les calcaires blancs du kimméridgiens inférieur qui sont considérés comme l'aquifère le plus important de la région de Tlemcen.

D'autres formations sont rencontrées, Les formations bassins néogène au niveau de Sidi Machour sont caractérisées par des plateaux basaltiques avec des dépôts de tuf volcaniques altérés en surface, localement durs et peu stables.

Des encroûtements calcaires d'origine chimique recouvrent le substratum et donnent une couleur blanchâtre caractéristique aux collines particulièrement dans les zones de Hammam Boughrara et Hammam Chigueur.

Au-dessus, des dépôts argileux d'âge triasique et les marnes d'âge jurassique moyen sont rencontrés entre les Pk 4+000 et 8+000 où l'on trouve l'unité d'exploitation de la Bentonite.

IV.5 Climatologie de la région :

La zone d'étude présente un climat méditerranéen avec une pluviométrie moyenne de l'ordre de 350mm à 400mm par an.

La période la plus arrosée s'étale de Novembre à Avril avec 80% des précipitations totales et 48 jours de pluies.

En hiver, la température moyenne oscille autour de 10°C avec un minimum de 6°C.

On note des tombées de gelées au niveau de la ville de Maghnia et un faible taux d'humidité de l'air.

En été par contre, la température moyenne est de 30°C. Avec des températures oscillant entre 24°C et 30°C, exceptionnellement maximales de l'ordre de 40°C.

Les vents dominants sont ceux provenant des secteurs Est, Nord - Est et Ouest, Sud – Ouest.

Le Micro climat de Hammam Boughrara est plus hospitalier, donc propice au développement des activités de tourisme, de convalescence des malades et d'oxygénation des sportifs.

De même le climat est favorable à la culture intensive (sous serres) de primeurs et de fleurs (similaire à l'ensemble de la côte méditerranéenne).

Tableau 01 : *Les précipitations (Source Station de Ghazaouet 2007)*

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Précipitations (mm)	70	72	72	61	28	00	01	00	10	40	70	76

IV.6 Hydrologie et bassin versant :

Un plan hydrographique, la commune de Maghnia fait partie du bassin de la Tafna.

Les principaux cours d'eau de la commune. Affluents de la Tafna, sont : Oued Mouilah (au Nord de la ville de Maghnia), Oued Ouardeffou au Sud de la Ville de Maghnia

Les eaux souterraines locales sont très importantes au Sud/Ouest de Maghnia et utilisées à des fins d'adduction en eau potable et pour l'agriculture.

La situation en matière de distribution en eau potable pour les communes de Maghnia et Hammam Boughrara est satisfaisante - le Taux de satisfaction est de l'ordre 80%

IV.7 Faune et flore :

Les espèces floristiques inventoriées dans l'environnement immédiat du projet est de type arboricole à savoir l'olivier, est quelque arbustes d'ornement tels que le faux poivrier, l'eucalyptus, le pin d'Alep, le cyprès.

En ce qui concerne la faune on note l'existence de quelque espèces : telles que : les chien, les chats, les reptiles, les rapaces, les corbeaux, les pigeons.

IV.8 Sismicité :

La région de Maghnia se trouve dans la Zone 1, d'après la répartition élaborée par le CRAG, la zone 1 est caractérisée par une sismicité faible.

IV.9 Aspect socio-économique

1 –population et zone peuplées environnantes :

La population globale de la commune de Maghnia est estimée à 114.634 habitants, dont 75% sont localisés au niveau de l'agglomération chef-lieu.

Les agglomérations secondaires avoisinantes du projet.

- ❖ Sidi Machour
- ❖ Maaziz
- ❖ Sidi Ali Benzemra

2–Réseau routier

Les communes de Maghnia et Hammam Boughrara sont dotées d'un réseau routier dense et bien réparti, englobant l'autoroute, les routes nationales, chemins de wilaya et chemins communaux. On trouve la RN35, la RN99, la RN7, la RN7A ainsi que le CW02, CW46, CW63, CW101, CW105, etc.

3 –Agriculture :

L'activité agricole dans la région de Maghnia est remarquable, la superficie total de la terre agricole est d'environ 9888 Ha, dont les terres labourées sont de 7954 Ha, la production la plus importante dans la commune c'est les céréales. Il faut signaler que le développement urbain et industriel se fait au dépend d'autre secteur.

4 –Urbanisme :

La commune de Maghnia fait partie de la strate urbaine (grande concentration en population). Le développement urbain de la commune se fait au dépend d'autre secteur.

5 –Tourisme :

Il est à signaler que la région dispose de potentialités touristiques importantes liées à l'abondance d'eau.

6–Industrie :

C'est le secteur qui offre le plus grand nombre de poste d'emploi dans la commune de Remchi, avec l'existence d'une Zone Industrielle, plusieurs unités de production ont vu le jour notamment l'industrie de matière de Construction (la céramique, et la brique), le textile, des produit agro-alimentaires, et d'autres...

AVANT PROJET SOMMAIRE

Un projet routier est généralement entrepris dans le but d'améliorer le bien-être économique et social des usagers . Une route élargie ou une chaussée rénovée peuvent réduire le temps de trajet et les coûts d'exploitation des véhicules.

L'amélioration d'accès aux marchés, aux lieux de travail, aux services économiques et éducatifs, ainsi qu'une réduction des coûts de transport des marchandises et des passagers sont des avantages parmi tant d'autres qu'un projet de route peut viser.

Afin de bien réaliser notre étude plusieurs phases sont à examiner sont :

- L'élaboration du tracé préliminaire.
- Les levés topographiques.
- L'étude géotechnique.
- L'étude des ouvrages d'art.
- L'étude hydraulique.
- étude d'impact
- estimation du projet.

I. Etude De Trafic :

I.1. Introduction :

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

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

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

I.2 Analyse de trafics :

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées. Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales.
- Comptages sur routes (manuels, automatique).
- Enquêtes de circulation.
- Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier à zone d'influence sur le projet, ont été basées sur les comptages et analyses élaborés par les services du Ministère des Travaux Publics (Direction des Travaux Publics et CTTP) pour la détermination des dimensions à donner à la route et appréciation d'utilité des travaux projetés.

I.3 Différents types de trafics :

TRAFIC NORMAL :

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement indépendamment du nouveau projet.

TRAFIC DEVIE (DERIVE) :

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

TRAFIC INDUIT :

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

TRAFIC TOTAL :

Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

I.4 Modèles de présentation de trafic :

Dans l'étude des projections des trafics, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constituent des ensembles homogènes, en matière d'évolution ou d'affectation.

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

Prolongation de l'évolution passée.

- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle de facteur de croissance.

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

Prolongation de l'évolution passée :

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

Le trafic T_n l'année n sera :

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

Avec :

T_0 : trafic à l'arrivée pour origine.

τ : taux de croissance annuel.

I.5 Calcul de la capacité :

Définition de la capacité :

La capacité d'une route est le nombre maximal de véhicules qu'on est en droit de s'attendre à voir circuler dans une section donnée, dans une direction donnée et pendant une période de temps définie.

Elle est fonction du nombre de voies de circulation, de la largeur de ces voies, du dégagement latéral, de la pente, du pourcentage de camions et d'autobus, de la visibilité et du contrôle des accès.

La procédure de détermination de nombre de voies :

Le choix de nombre de voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à dire, 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 la quinzaine année d'exploitation.

Le choix de nombre de voies a été prédéfini dans l'estimation de l'investissement pour répondre à la demande des débits admissibles découlant du trafic prévisible aux années d'exploitation 2015 - La durée de vie est arrêtée à 20 ans (2035).

La capacité de la route est estimée largement suffisante pour répondre aux besoins du trafic attendu durant cette période.

Calcul de TMJA Horizon :

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

$$TMJA_h = TMJA_0(1 + \tau)^n$$

TMJA_h : le trafic à l'année horizon.

TMJA₀ : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

Calcul du trafic effectif :

Le trafic effectif donne par la relation :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + PZ]. TMJA_h$$

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 et de son environnement.

Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une traction du trafic effectif a l'horizon, il est donne par la formule :

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

n = Nombre d'heure, (en général n=8heures)

Q : est exprimé en UVP/h.

Débit horaire admissible, capacité théorique :

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

$$Q_{adm}(u/vp/h) = K1.K2.Cth$$

K1 : coefficient lie à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

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

Calcul le nombre de voies :

Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

On considère que la chaussée reçoit 2/3 du débit horaire normal. Le nombre de voie par chaussée est le nombre entier le plus proche du rapport :

$$N = 2/3 \times \frac{Q}{Q_{adm}}$$

I.6 Application au projet :

Données :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par DTP de Tlemcen nous avons :

- Le trafic à l'année 2016 **TMJA= 12000v/j**
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 3\%$
- La vitesse de base sur le tracé **V2016=80km/h.**

- Le pourcentage de poids lourds $Z=25\%$.
- L'année de mise en service sera en **2019**.
- L'année horizon est 2039 soit à **20** ans.

D'après les normes algériennes B40, pour un environnement E1 et une catégorie C2, on définit les paramètres suivants :

- Valeur du coefficient d'équivalence K2 pour le calcul de la capacité=1
- Valeurs du coefficient d'équivalence K1 pour le calcul de la capacité :=0.75
- Valeur de la capacité théorique Cth =1500 à 1800 uvp/h

Calcul du trafic a divers horizons :

TMJA2016 : trafic à l'horizon 2019 (année de mise en service)

$$TMJA2019= 12000(1+0.03)^3 = 13113 \text{ V/J}$$

$$TMJA2036 = 12000(1 + 0,03)^{20} = 21673 \text{ V/J}$$

$$\mathbf{TMJA2036 = 21673 \text{ V/J}}$$

Calcul du trafic effectif :

$$\text{Teff 2036} = 27091 \times [(1 - 0.25) + 2 \times 0.25] = 33864 \text{ uvp/J.}$$

$$\mathbf{\text{Teff 2036} = 33864 \text{ uvp/J}}$$

Débit de pointe horaire normale:

$$\mathbf{Q2036} = 0.12 \times 40637 = 4064 \text{ uvp/h}$$

$$\mathbf{Q2036 = 4064 \text{ uvp/h}}$$

Débit admissible, capacité théorique :

On prend Cth = 1800, le débit horaire admissible sera donc :

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1800 = 1350 \text{ uvp/h}$$

$$\mathbf{Q_{adm} = 1350 \text{ uvp/h}}$$

Nombre des voies par sens :

$$N = 2/3 \times Q/Q_{adm}$$

$$N = 2/3 \times 4064/1350 = 2,006$$

$$\mathbf{N = 2,006 \approx 2 \text{ voies}}$$

On peut opter pour une chaussée bidirectionnelle de deux voies (deux voies par sens). C'est l'année de saturation qui confirmera le nombre de voies à retenir.

Détermination de l'année de saturation :

$$N = 2 \text{ voies /sens}$$

$$Q_{2019} = 0.12 \times \text{Teff } 2019$$

$$\text{Teff } 2019 = [(1 - 0.25) + (2 \times 0.25)] \times 13113 = 16392 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{2019} = 1967 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{\text{saturation}} = 4 \times Q_{\text{adm}}$$

$$Q_{\text{saturation}} = 4 \times 1350 = 5400 \text{ uvp}$$

$$Q_{\text{saturation}} = (1 + \tau)^n \times Q_{2019}$$

$$n = 34.1$$

$$n = 34 \text{ ans.}$$

Donc la situation de 2 X 2 voies ne s'opérera qu'après 34 ans.

I.7 Conclusion :

D'après les calculs, le profil de la route sera :

Chaussée de 02 voies par sens (2x3.50 m) et de 2 m d'accotement sur chaque côté.

II Le tracé en plan

II.1 définition :

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontale, Il est constitué en général par une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif.

Ce tracé est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer de bonne sécurité et de confort.

Les règles à respecter dans le tracé en plan

- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages
- d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Adapter au maximum le terrain naturel.
- Appliquer les normes du B40.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.

- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- S'inscrire dans le couloir choisi.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Il est recommandé que les alignements représentent 60% au plus de la longueur totale du trajet.
- En présence des lignes électriques aérienne prévoir une hauteur minimale de 10m.

II.2 la vitesse de référence :

La vitesse de référence (V_r) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et au très intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route. Pour le confort et la sécurité des usagers la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible l'utilisateur (traversée d'une ville, modification du relief, etc.....).

a) - Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

b) - Vitesse de projet :

La vitesse de projet V_B est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales. On entend par conditions normales :

- Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace.
- Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible.
- Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonne conditions normales.

II.3 Les éléments géométriques du tracé en plan :

Les éléments du tracé en plan sont :

II.3.1 alignements Droits :

La droite est l'élément géométrique le plus simple, mais les grands alignements droits sont déconseillés.

La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.
- Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement se justifie :
- En plaine ou, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans des vallées étroites.
- Pour donner la possibilité de dépassement.

Donc la longueur des alignements dépend de :

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

La longueur maximale d'un alignement ne dépasse pas la longueur parcourue par la vitesse de base durant une minute.

$$L_{\max} = T \cdot V_B \quad T = 60 \text{ sec}$$

Quant à la longueur minimale (courbe même sens) elle ne doit pas être inférieure à la distance parcourue avec la vitesse de base durant un temps d'adaptation qui est égale à 5 secondes.

$$L_{\min} = T \cdot V_B \quad T = 5 \text{ sec}$$

V_B : Vitesse de base en (m/s)

II.3.2 Arcs de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité des véhicules en courbe.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

A) Stabilité en courbe :

Dans un virage **R** un véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente.

B) Rayon horizontal minimal absolu :

$$RH_{\min} = \frac{V_r^2}{127 (f_t + d_{\max})}$$

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

C) Rayon minimal normal :

$$RHN = \frac{(V_r + 20)^2}{127 (f_t + d_{\max})}$$

Le rayon minimal normal (RHN) doit permettre à des véhicules dépassant V_r de 20 km/h de rouler en sécurité.

D) Rayon au dévers minimal :

C'est le rayon au dévers minimal, au-deçà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse V_r serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$.

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{\min}}$$

E) Rayon minimal non déversé :

C'est le rayon non déversé tel que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse V_B en courbe de dévers égal à d_{\min} vers l'extérieur reste inférieure à la valeur limitée.

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

$F' = 0.07$ cat 3

$F' = 0.075$ cat 4-5

Pour notre projet situé dans un environnement (E1), et classé en catégorie (C2) avec une vitesse de base de 80km/h, donc à partir du règlement B40 on peut avoir le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Evitement de Maghnia
Catégorie 1-2	V _r	80
Rayon min. absolu	RHm (7%)	250
<i>Rayon min. normal</i>	RHN (5%)	450
Rayon au dévers min.	RHd (2,5%)	1000
Rayon non déversé	RHnd (-2,5%)	1400

Tableau II.3 : Tableau récapitulatif des résultats obtenu pour le dédoublement

II.3.3 Surlargeur :

Un long véhicule à 2 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 sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

$$S = L^2 / 2R$$

L : longueur du véhicule (valeur moyenne L = 10 m)

R : rayon de l'axe de la route.

Rayon (m)	Surlargeur (m)
40	1.25
45	1.00
60	1.00
80	0.5
100	0.5
160	0.25
180	0.25

Tableau II.3.3: Surlargeur des virages

II.3.4 Les courbes de raccordement :

A / rôle et nécessité des courbes de raccordement :

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes :

- Stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant

B/ Type de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues, on cite les 3 courbes suivantes :

1. **lemniscate** : est défini par l'équation est : $K.F = (1/R)$, sa courbe est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur F.
2. **parabole cubique** : est définie par l'équation : $y=c.x^3$.elle est peu utilisé et sa en raison de sa courbure vite atteint (utilisé sur tout dans le tracé de chemin de fer).
3. **Clothoïde** : c'est une spirale dont le rayon de courbure décroît dès l'origine jusqu'au point asymptotique ou il est nul.

II.3.5 Choix de la courbe de raccordement :

Entre les trois courbes citées au paravent la courbe de raccordement qu'on a choisis pour notre tracé est la Clothoïde, car théoriquement c'est l'idéal et la plus utilisé, et aussi parce qu'elle présente 3 propriétés remarquables qui sont :

- Variation constante de la courbure qui correspond au conducteur à une rotation constante.
- Elle maintient constante la variation de l'accélération, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.
- Sa courbure est proportionnelle à l'abscisse curviligne.

Éléments de la Clothoïde :

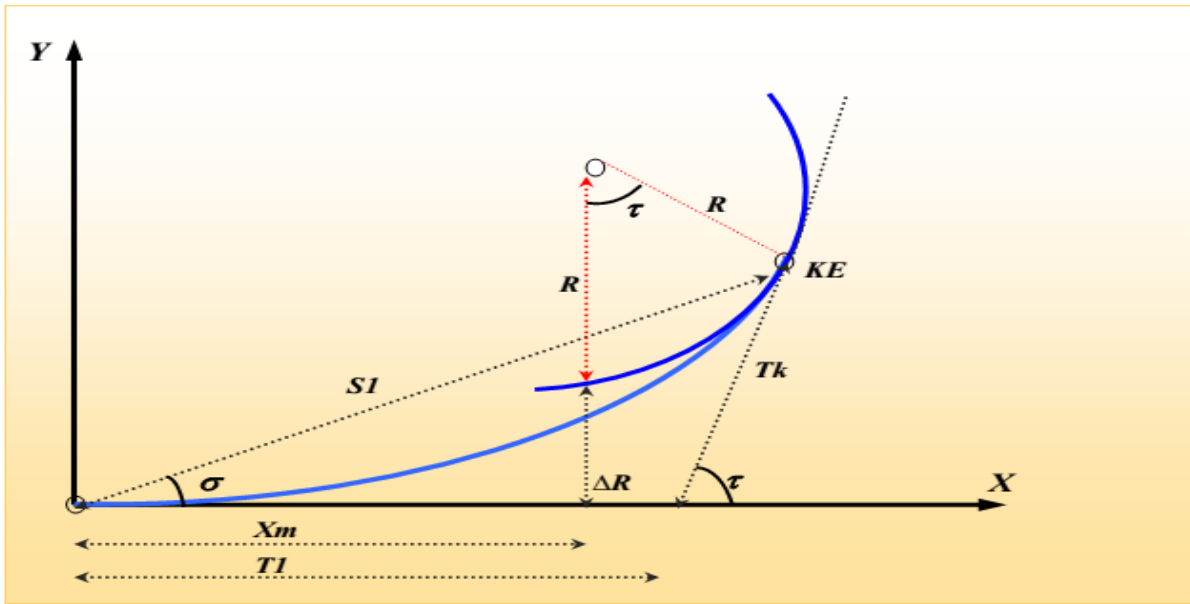


Figure 01: Eléments de raccordement Clothoïde

L'expression de la Clothoïde est : $A^2=L.R$

Tel que :

- A : paramètre de Clothoïde.
- L : longueur de Clothoïde.
- R : rayon de cercle
- KA : origine de la Clothoïde.
- KE : extrémité de la Clothoïde.
- ΔR : ripage.
- τ : angle des tangentes.
- TC : tangente courte.
- TL : tangente longue.
- σ : angle polaire.
- SI: corde KE – KA.
- M : centre du cercle d'abscisse Xm.
- Xm : abscisse du centre du cercle de M à partir de KA .
- Ym : ordonnée du centre du cercle M à partir de KA .
- X : abscisse de KE
- Y : ordonnée de KE

Le choix du paramètre A de la clothoïde doit respecter les trois conditions, qui nous permet de fixé la longueur minimal de raccordement qui sont :

Condition de confort optique :

Elle permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels et pour cela la rotation de la tangente doit être supérieure à 3°.

$$A_{\min} = R/3 \quad R/3 < A < R$$

Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, est imposé à une variation limitée.

D'où :

$$L = \left(\frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127R} - \Delta R \right) \right)$$

Tel que :

V_r : vitesse de référence (km/h).

R : rayon (m).

ΔR : variation des dévers (%).

Condition de gauchissement :

Elle se traduit par la limitation de la pente relative en profil en long du bord de la chaussée déversée.

$$L \geq I \cdot \Delta d \cdot V_r$$

I : largeur de la chaussée.

L : longueur de la chaussée.

Δd : variation des dévers.

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

Cette variation est limitée à 2%.

C/ Combinaison des éléments de tracé en plan :

La combinaison des éléments du tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite :

a) courbe en S :

Une courbe constituée de deux arcs de Clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.

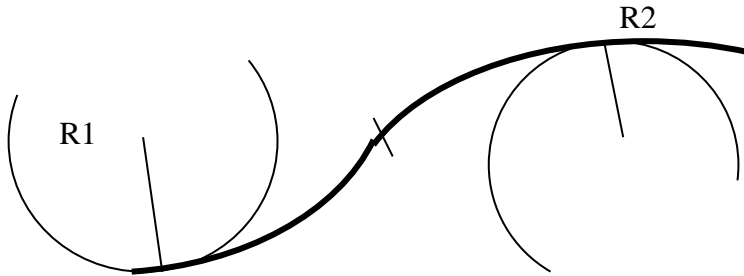


Figure 02: Courbe en S

b) Courbe à sommet :

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements.

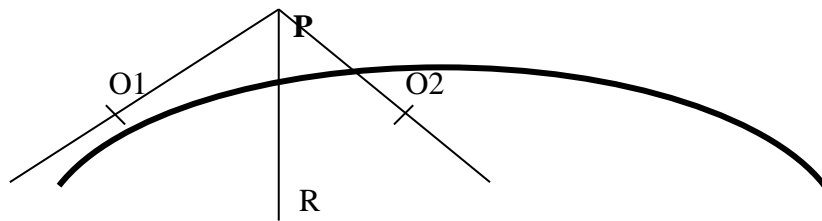


Figure 03 : Courbe en sommet

c) Courbe en C :

Une courbe constituée de deux arcs de Clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.

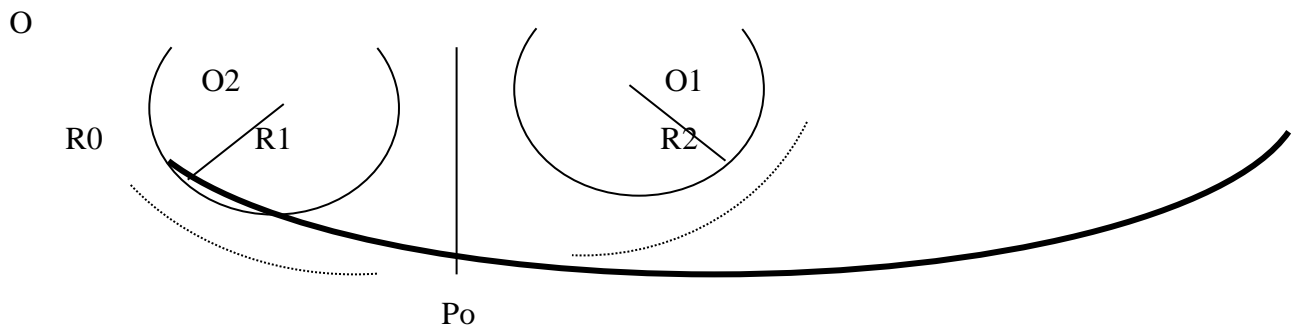


Figure 04: Courbe en C

d) Ove :

Un arc de clothoïde raccordant deux arcs de cercles dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique.

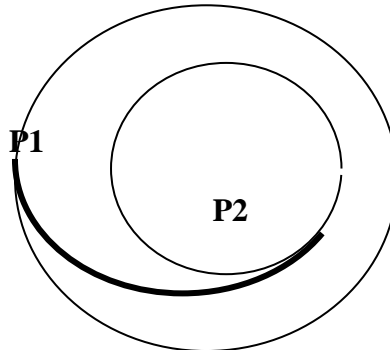


Figure 05: Ove

D/Notion de devers :

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe.

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

a)-Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à : **dmin =2.5%**

b)-Devers 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.

c)-Rayon de courbure :

Pour assurer une stabilité du véhicule et réduire l'effet de la force centrifuge, on est obligé d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur d'une pente dite devers, exprimée par sa tangente; D'où le rayon de courbure.

d)-Calcul des devers :

Dans les alignements droits et dans les courbes de $R \geq R_{Hnd}$ le devers est égal à 2.5% et pour les courbes de rayon $R < R_{Hnd}$ un calcul de devers peut être fait par l'interpolation en « $1/R$ ».

$$\text{RHm} < R < \text{RHn} \text{ on a: } \frac{d(R) - d(\text{Rhm})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{\text{Rhm}}} = \frac{d(\text{Rhm}) - d(\text{Rhn})}{\frac{1}{\text{Rhm}} - \frac{1}{\text{Rhn}}}$$

$$\text{RHn} < R < \text{RHd} \text{ on a: } \frac{d(R) - d(\text{RHd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{\text{RHd}}} = \frac{d(\text{Rhn}) - d(\text{RHd})}{\frac{1}{\text{Rhn}} - \frac{1}{\text{RHd}}}$$

Les rayons compris entre RHd et RHnd sont au devers minimal mais des rayons supérieur à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

II.3.6 Raccordement des devers :

En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (2.5%), en courbe ils ont des valeurs supérieures (de 3 à 7%).

Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des Clothoïdes :

- Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la Clothoïde jusqu'au début de l'arc de cercle.
- Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance **Dmin**.

$$D_{\min} = \frac{5}{36} \times v_B \Delta d \text{ Appelée longueur de gauchissement}$$

.

- Pour les courbes en S, il est souhaitable de prendre le devers nul au point d'inflexion.
- Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens le devers peut unique peut être conservé.

II.3.7 Exemple de calcul du paramètre de la courbe de raccordement:

a)-Calcul du paramètre A :

On sait que : $A^2 = L \times R$

b)-Détermination de L :

b.1)-Condition de confort optique :

$$\frac{R}{3} \leq A_{\min} \leq R \quad \text{D'où } 266.67 \leq A_{\min} \leq 800$$

$$R = 800\text{m} < 1500\text{m} \rightarrow L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

$$L \geq \sqrt{24 \times 800 \times 10} = 138.56\text{m} \quad \text{Donc } L \geq 138.56 \text{ m}$$

b.2)- condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$L \geq \frac{5}{36} \times \Delta d \times V_b \quad \text{avec } \Delta d = d + 2.5$$

$$d = \frac{\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}\right)(d_{\min} - d_{RH})}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHN}} + d_{\min}$$

$$d = 3.01\%$$

$$\rightarrow \Delta d = 3.01 + 2.5 = 5.51 \%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 5.51 \times 80 = 61.24 \text{ m}$$

$$\text{Donc } L = 61.24\text{m}$$

De (1) et (2) on aura :

$$L = \frac{A^2}{R} \quad \text{Donc } L = 140.28 \text{ m}$$

calcul de ΔR :

$$\Delta R = \frac{L^2}{24R} = 1.025\text{m}$$

$$\Delta R = 1.025 \text{ m}$$

II.4 Paramètres Fondamentaux :

D'après les normes algériennes B40, pour un environnement E1 et une catégorie C2, avec une vitesse de base de 80km/h, on a les paramètres suivants :

<i>Paramètres</i>	<i>Symboles</i>	<i>Valeurs</i>
<i>Vitesse (km/h)</i>	<i>V</i>	80
<i>Longueur minimale (m)</i>	<i>L_{min}</i>	111.11
<i>Longueur maximale (m)</i>	<i>L_{max}</i>	1333.33
<i>Devers minimal (%)</i>	<i>D_{min}</i>	2.5
<i>Devers maximal (%)</i>	<i>D_{max}</i>	7
<i>Temps de perception réaction (s)</i>	<i>t₁</i>	2
<i>Frottement longitudinal</i>	<i>f_L</i>	0.39
<i>Frottement transversal</i>	<i>f_t</i>	0.13
<i>Distance de freinage (m)</i>	<i>d₀</i>	65
<i>Distance d'arrêt (m)</i>	<i>d₁</i>	109
<i>Distance de visibilité de dépassement minimale (m)</i>	<i>d_m</i>	320
<i>Distance de visibilité de dépassement normale (m)</i>	<i>d_n</i>	480
<i>Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m) RHm</i>	<i>dmd</i>	200
<i>(m) (d'associe %)</i>	RHm	250(7)
<i>RHN (m) (d'associe %)</i>	RHN	450(5)
<i>RHd (m) (d'associe %)</i>	RHd	1000(2.5)
<i>RHnd (m) (d'associe %)</i>	RHnd	1400(-2.5)

Tableau II.4 : Paramètres fondamentaux

II.5 calcul d'axe :

Dans un calcul d'axe, la grande partie est celle de la courbe de Clothoïde (fig1), cet élément géométrique particulier qui se définit par des formules mathématiques approchées.

L'opération de calcul d'axe n'aura lieu, qu'après avoir déterminé le couloir par le quel passera la voie.

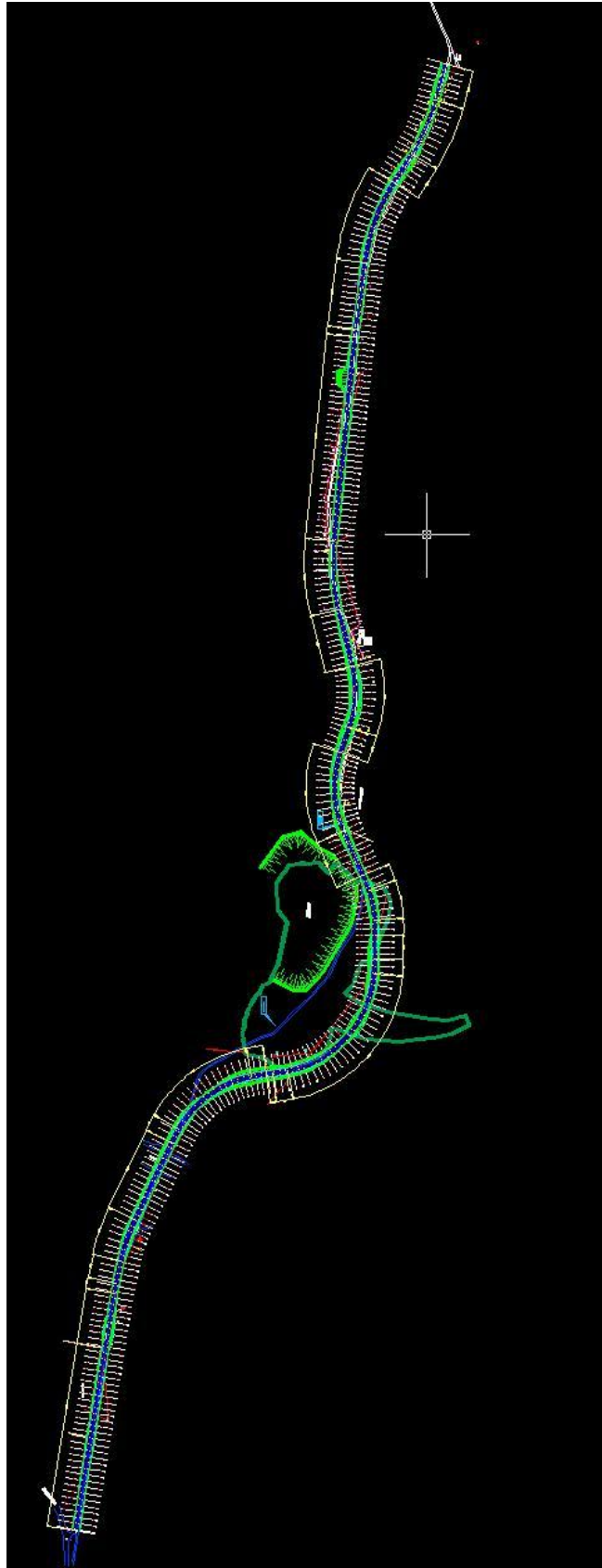
Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes :

- Calcul de gisements
- Calcul de l'angle entre alignements
- Calcul de la tangente T
- Calcul de la corde SL
- Calcul de l'angle polaire
- Vérification de non chevauchement
- Calcul de l'arc de cercle

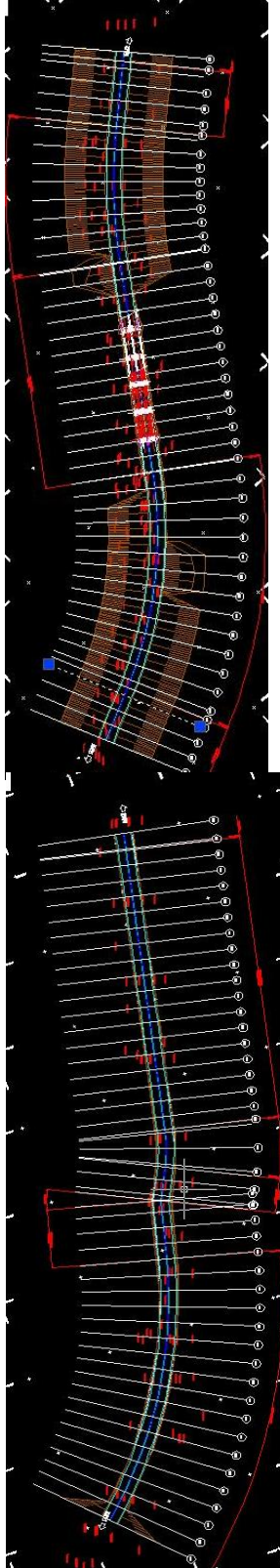
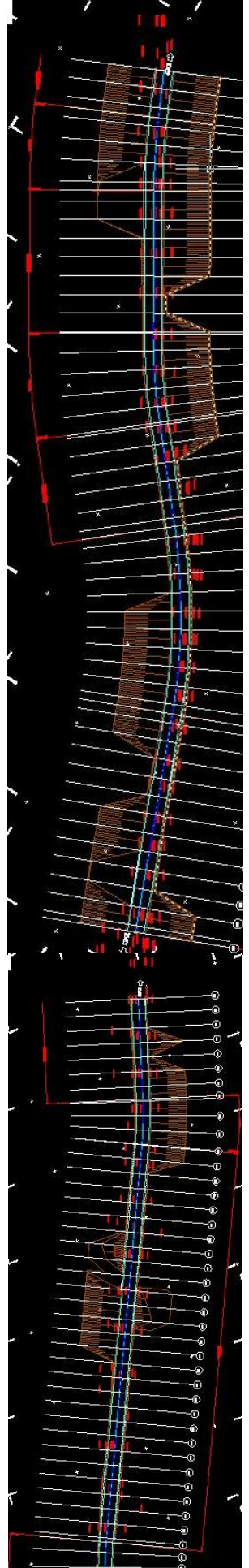
- Calcul des coordonnées des points singuliers
- Calcul de kilométrage des points particuliers

II.6 Application au projet :

Les calculs d'axes ont été effectués avec le logiciel COVADIS 9.1. Les détails des calculs sont joints en annexe.



Tracé en plan Axe 01



Tracé en plan Axe 02

III Le profil en long :

III.1 Définition :

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 doit répondre à plusieurs conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux, pour cela il faut respecter certaines règles pratiques régissant celui ci :

- Respecter les règles du B40 (déclivités Max et Min).
- Eviter les hauteurs excessives des remblais.
- Epouser le terrain naturel pour limiter les volumes des déblais et remblais et les équilibrer afin de déterminer le coût.
- Coordonner entre le tracé en plan et le profil en long.
- Un profil en long en léger remblai et préférable à un profil en long sur un léger déblai qui implique une mauvaise évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones à déverses nulles en pente en profil en long.
- Eviter de placer un point bas du profil en long dans une zone de déblais et en sens inverse, il est aussi contre indiqué de prévoir un remblai dans un point haut du profil en long.

III.2 Coordination du tracé en plan et du profil en long :

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, respecter les règles de visibilité et autant que possible, un certain confort visuel ; ces objectifs incite à :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :
Vertical > 6 Horizontal pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

III.3 la déclivité :

La déclivité d'une route est l'angle tangente que fait le profil en long avec l'horizontal, on l'appelle pente pour les descentes et rampes pour les montées.

Déclivité minimale :

Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

Dans les sections en déblais on prend $I_{\min}=0.5$ % pour que les ouvrages des canalisations ne soient pas profonds.

Déclivité maximale :

La déclivité maximale est tolérée surtout dans les courtes distances (inférieures à 1500 m) pour les raisons suivantes :

- Réduction de la vitesse et augmentation des dépenses de circulation.
- Important effort de freinage des poids lourds ce qui conduit à user les pneumatiques.

III.4 Raccordement en profil en long :

Le changement de déclivité constitue des points particuliers dans le profil en long, ce changement est assuré par l'introduction de raccordement circulaire qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

Il y a deux types de raccordements :

III.4.1 Raccordement convexe (saillants) :

La conception des raccordements convexes doit satisfaire les conditions suivantes :

a) condition de confort :

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle sera soumis le véhicule lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe.

b) condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de condition confort.

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

D_1 : Distance d'arrêt (m)

h_0 : Hauteur de l'œil (m)

h_1 : Hauteur de l'obstacle (m)

Dans le cas d'une route unidirectionnelle « bretelles » :

$h_0 = 1.1$ m, $h_1 = 0.15$

On trouve:

$$R_v = 0.24 d_1^2$$

III.4.2 Raccordement concave : (rentrant)

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

$$R_{v'} = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

Condition esthétique :

Une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à procurer à l'utilisateur une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et ($b > 50$) pour des dévers $d < 10\%$ (spécial échangeur).

$$R_{v \min} = 100 \times \frac{50}{\Delta d \%}$$

Avec :

Δd : Changement de dévers (%)

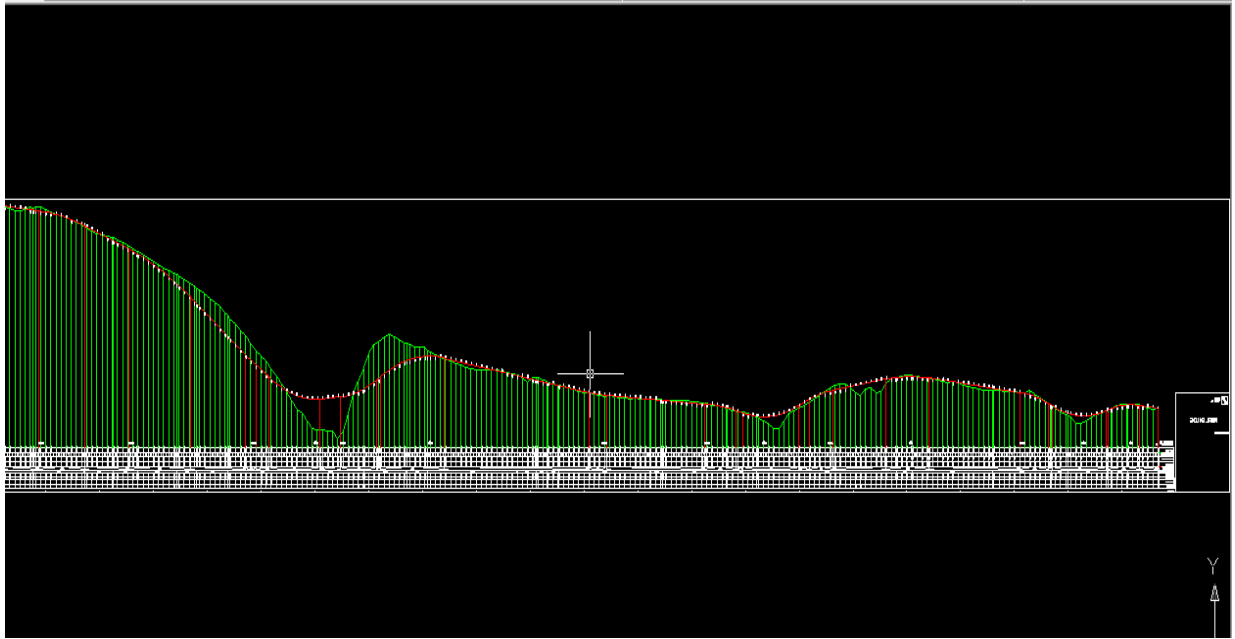
Rvmin : Rayon vertical minimum (m)

III.4.3 Caractéristiques des rayons en long :

Pour le cas de la pénétrante et la voie express et les bretelles et les boucles de l'échangeur, on a respecté les paramètres suivants :

		Evitement de Maghnia
Vitesse de référence (km/h)		80
Rayon en angle saillant (Rv1)	Minimal absolu Rvm1	2500
	Minimal normal Rvn1	6000
Rayon en angle rentrant (Rv2)	Minimal absolu Rvm2	2400
	Minimal normal Rvn2	3000
Déclivité maximale I_{max} (%)		6

Tableau II.4.3 : Rayons horizontaux du Projet



Le profil en long

IV Le profil en travers :

IV.1 Définition :

Le profil en travers d'une route est la coupe dans le sens transversal définissant toutes les parties constituant la route. La largeur de cette chaussée est en fonction de l'importance et de l'hétérogénéité du trafic à écouler.

IV.2 Le profil en travers type :

Est une représentation graphique contenant et détaillant d'une manière précise les éléments constituant la route notamment les dimensions de la route

La structure de chaussée, ses composantes ainsi que les épaisseurs qui vont être projeté sur toutes les sections du projet.

IV.3 Le profil en travers courant :

S'applique au PK indiqué, il répond et mentionne toutes les données caractérisant la section transversale de la route au PK considéré, notamment cote terrain Natural, cote projet, dévers de la chaussée et talus en cas de remblai ou de déblai.

IV.4 Eléments constitutifs du profil en travers en section courante :

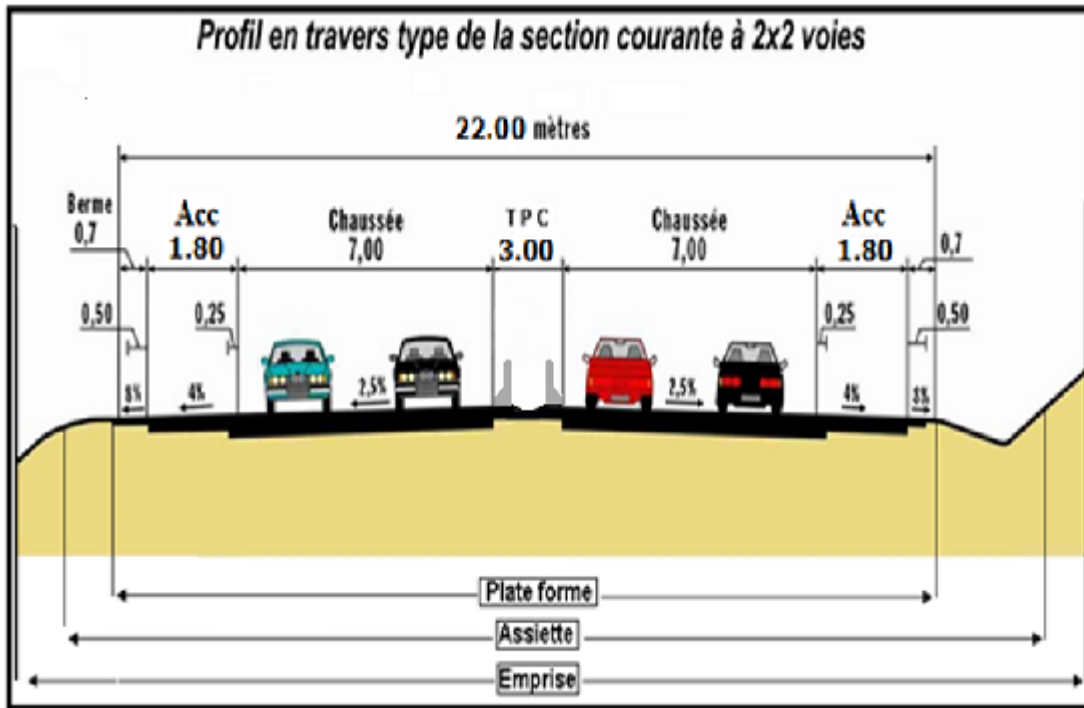


Figure06 : Eléments constitutifs du profil en travers normal

-Emprise : c'est la surface du terrain naturel affecté à la route ; limitée par le domaine public.

-Assiette : c'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

-Plate-forme : elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement le terre-plein central et bande d'arrêt.

-chaussée : c'est la partie de la route affectée à la circulation des véhicules.

-Terre-plein central (T.P.C) : Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

-bande médiane : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation,.. etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implantés.

-Accotement : Comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) bordée à l'extérieur d'une berme.

-Bande d'arrêt d'urgence : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

-La berme : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations..). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

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

IV.5 Profil en travers sur l'ouvrage d'art :

La route doit comporter un dispositif de sécurité (glissière de sécurité) dès que la hauteur du remblai est importante.

Pour l'ouvrage d'art, il est conseillé de prévoir une sur largeur des deux côtés de la route, cette sur largeur est donnée par le tableau ci-dessous en fonction de la vitesse de référence sur le tracé considéré.

Vr (km/h)	120	100	80	60	40
Surlargeur (m)	0.75	0.75	0.5	0.5	0.5

Tableau IV.5 : Sur largeur sur ouvrage d'art

IV.6 Application au projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre dédoublement est comme suit :

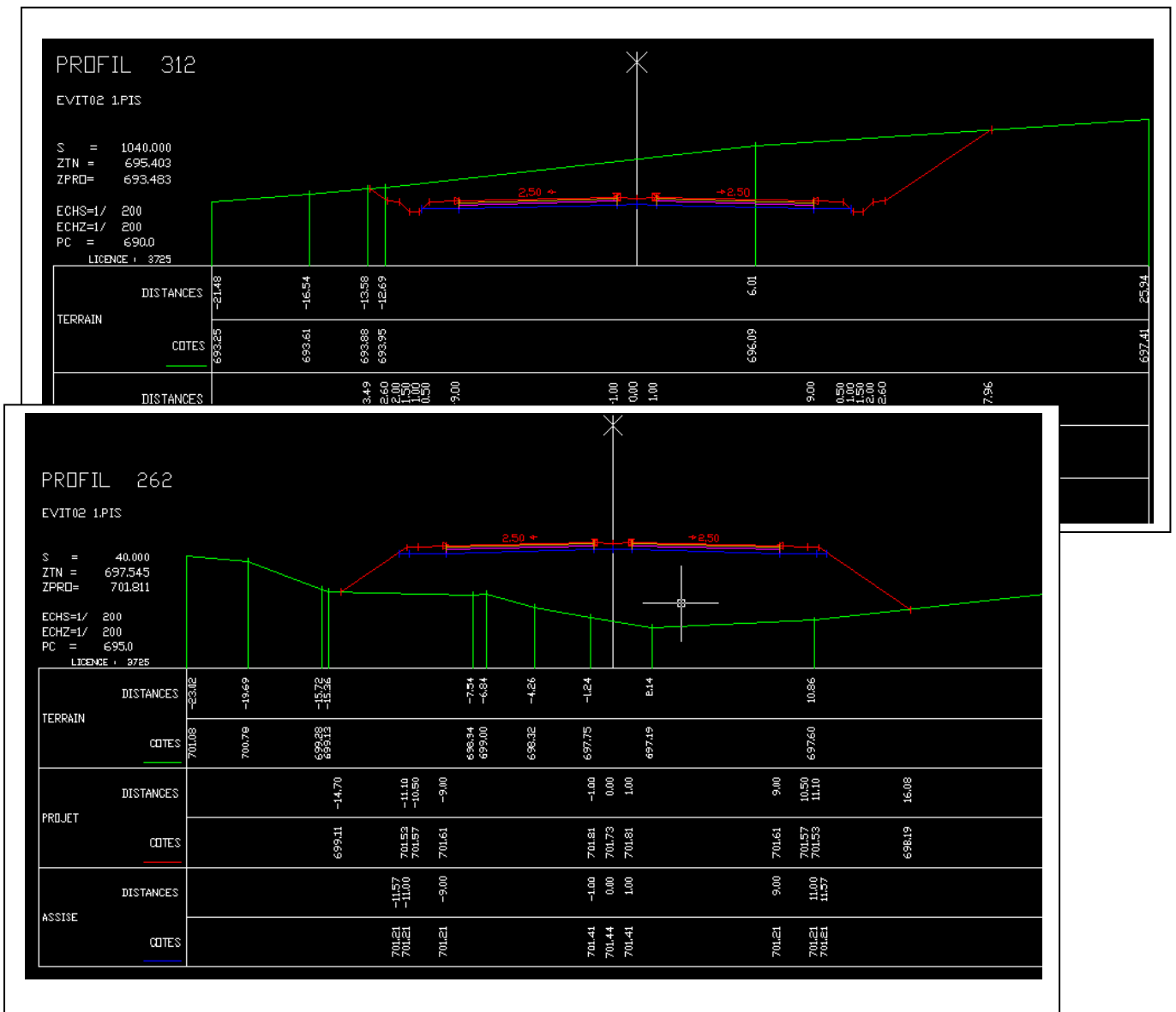
- Terre-plein : 1 m
- Chaussée : 7,00 m x 2 = 14,00 m
- Accotement : 2 m x 2 = 4,00 m
- Berme : 0,5 m x 2 = 1 m (pour la pose de la signalisation verticale)
- Fossé : 0,70 x 2 = 1,40 m
- Risberme : 0,4 m x 2 = 0,8 m (pour le nettoyage des fossés)

Plate-forme retenue = 22,00 m

La structure de chaussée, ses composantes ainsi que les épaisseurs qui vont être projetées sur toutes les sections du projet.

Désignation	Epaisseur en cm
Couche de roulement en Béton Bitumineux	06
Couche de Grave Bitumineux	12
Couche de base en Grave Concassé	25
Couche de forme en Tuf	25

IV.7 Exemples des profils en travers :



Profil en travers en remblais

V : Etude Géotechnique :

Note : a défaut du manque de rapport géotechnique complet du projet qui n'a pas été conçu nous n'avons pas pu traiter la partie géotechnique pour l'application à notre projet.

VI. Dimensionnement du corps de chaussée :

VI.1 Dimensionnement :

Après avoir terminé avec les études techniques relatives à la fixation des principaux paramètres de conception géométrique du tracé, nous abordons le volet dimensionnement de chaussée, il s'agit de retenir la structure de chaussée la plus économique et la plus adaptée au projet sur la base des données relatives à la nature de sol traversées, le trafic projeté dans l'avenir, des types de matériaux et des conditions climatiques.

VI.2 Facteurs à considérer dans le dimensionnement :

Les principaux facteurs à prendre en considération sont les suivants :

- Portance de sol (naturel ou plateforme).
- Trafic (son influence se traduit par l'usure, le fluage, rupture par fatigue).
- Climat et environnement : influence de la température de l'eau et Vieillessement de bitume.

VI.3 Définition de La Chaussée :

La chaussée est constituée d'une structure multicouche de type souple, rigide et semi-rigide de matériau granulaire traité ou non traité avec des liants hydrocarbonés ou en ciment.

Cette structure a pour rôle d'encaisser les charges horizontales et verticales et les transmettre au sol support.

Chaussées rigides :

Une chaussée rigide se compose d'une dalle de ciment portland fléchissant élastiquement sous les charges, reposant sur un sol compacté ou sur une mince fondation de pierre ou de gravier concassé, ou sur une fondation stabilisée.

L'avantage que procure cette chaussée est de répartir les charges sur une grande surface de la fondation du fait de la rigidité de son revêtement. Par conséquent, son revêtement ne requiert pas de fondation épaisse, dans ce cas, son rôle se limite à empêcher les remontées de sol entre les dalles.

-chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- Les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

VI.4 Rôle des différents types de chaussée souple :

Couche de surface :

C'est la dernière couche de la chaussée et qui est en contacte directe avec les pneumatiques, elle a pour rôle :

- de résister aux efforts des charges dynamiques et de transmettre les charges verticales à la base.
- D'imperméabilisée la surface de chaussée.

Elle comporte deux parties : une couche de roulement et une couche de liaison.

Couche de base :

Elle a pour rôle d'augmenter la stabilité et la rigidité de la fondation tous en lui transmettant les contraintes verticales. Pour cela, que les granulats sélectionnés et la qualité du liant (bitume) utilisées doivent être suffisamment durs pour résister à l'écrasement pour donner une couche de base rigide stable et uniforme.

Couche de fondation :

Elle a le même rôle que la couche de base (les couches de fondation et de base constituent le corps de chaussée).

Couche de forme :

Elle est prévue pour répondre à certains objectifs à court terme qui sont pour :

Un Sol rocheux : joue un rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.

Un Sol peut portant : (argileux à teneur en eau élevée), elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantiers de circuler librement.

VI.5 Méthodes de dimensionnement des chaussées :

Pour la détermination de l'épaisseur du corps de chaussée, il faut commencer par l'étude du sol. La méthode utilisée par les bureaux d'études qui sont empiriques est basées sur :

- La détermination de l'indice portant de sol.
- Appréciation de trafic composite.

- -Utilisation des abaques ou des formules pour déterminer l'épaisseur de la chaussée.

Les méthodes appartenant à la famille sont essentiellement :

-Méthode C.B.R

-Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

VI.5.1 Méthode CBR: (Californian- Bearing- Ratio):

C'est une méthode (semi empirique), elle se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de l'O.P.M. les abaques qui donnent l'épaisseur «e» des ; chaussées en fonction des pneus et du nombre de répétitions des charges, tout en tenant compte de l'influence du trafic.

L'épaisseur de la chaussée, obtenue par la formule CBR améliorée, correspond à un matériau bien défini (grave propre bien gradué). Pour ce matériau, le coefficient d'équivalence est égal à 1.

Et pour les qualités différentes, il faudra utiliser le coefficient (e_i), tel que : $e = \sum a_i e_i$

L'épaisseur est donnée par la formule suivant :

$$e = \frac{100+150\sqrt{p}}{I_{CBR}+5}$$

I_{CBR} : indice CBR

En tenant compte de l'influence du trafic, la formule suivant :

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

N : désigne le nombre moyen de camion de plus 3500 kg à vide.

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

Log : logarithme décimal.

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

Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau sont mentionnés dans le tableau :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave concasse ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.60 à 1.70
Tuf	0.60

Tableau VI.5.1: coefficient d'équivalence

VI.5.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :

Afin de faciliter la tâche à l'ingénieur routier, un manuel pratique de dimensionnement d'une utilisation facile a été conçu, caractérisé par des hypothèses de base sur les paramètres caractéristiques : (la stratégie de dimensionnement, niveau de service, trafic, caractéristiques du sol, climat, matériaux)

- Matériaux : traités au bitume (GB, BB), non traités.
- Trafic : classé selon le nombre de PL/j/sens à l'année de mise en service.
- Portance du sol support (Si) : selon l'indice CBR (voir tableau)
- Climat : l'Algérie est divisée en trois zones (humide, semi-aride, aride).

Portance	CBR
S ₄	<5
S ₃	5 - 10
S ₂	10 - 25
S ₁	25 - 40
S ₀	>40

Tableau VI.5.2 : Classification du sol selon l'indice CBR

VI-6. Caractéristiques du sol support :

Nous avons un indice de CBR= 3,7 (P=1, notre sol est faible), donc la portance de sol support est de **S4**. On doit prévoir une couche de forme en matériau non traité de 25 cm (en **deux couches**), pour améliorer la portance de sol support.

VI.7. Choix de la méthode de dimensionnement :

Les méthodes de dimensionnement qui sont citées ci-après ont comme point commun leurs prises en considération (d'une façon différente) le trafic circulant sur la voie à construire et du sol sur lequel cette même voie va s'appuyer.

Ceci représente les points nécessaires et suffisants pour tout dimensionnement d'une chaussée routière cependant, bien que ces paramètres aient fait l'unanimité des experts, on note qu'il n'existe pas actuellement une méthode universellement acceptée pour le calcul des épaisseurs de chaussées, et leurs différentes couches c'est pourquoi lors d'un choix de la méthode à appliquer, il ne faudra pas oublier que la qualité réelle de la chaussée dépend :

-De la disposition constructive adaptée à la chaussée, de bonne condition de drainage de la plateforme dans les zones basses.

-De la qualité des matériaux mis en place.

-Le soin apporté à l'élaboration et à la mise en œuvre des matériaux.

VI.8 APPLICATION AU PROJET

Peu importe la méthode choisie, c'est la maîtrise qui nous intéresse le plus, c'est pour cela on a choisi les deux méthodes qui sont C.B.R et catalogue des dimensionnements des chaussées neuves (CTTP), car c'est les méthodes les plus répandues en Algérie.

Méthode C.B.R :

Pour le dédoublement de Hammam Boughrara à Maghnia :

On a :

- $I_{CBR}=3.7$
- $P= 6.5 \text{ t}$

On a:

$$TMJA_{2036} = 21673 \text{ V/J}$$

$$N = \frac{(TMJA_{2036} \times \% PI)}{2} \times 0,9$$

$$N = (21673 \times 0,25) \times 0,45 = 2438,26 /PI/j/sens.$$

$$\text{Donc : } E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{2438,26}{10})}{3.7 + 5} \Rightarrow E_{\text{Totale}} = 68 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$$

L'épaisseur équivalente :

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$E_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

Où :

e_1, e_2, e_3, e_4 : épaisseurs réelles des couches.

a_1, a_2, a_3, a_4 : coefficients d'équivalence.

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante : $a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4 = 70 \text{ cm}$.

Pour résoudre l'équation précédente, on fixe 3 épaisseurs et on calcul la 4^{ème}

- Couche de roulement en béton bitumineux (B.B) : $a_1 \times e_1 = 2 \times 6 \text{ cm}$.
- Couche de base en grave bitume (GB) : $a_2 \times e_2 = 1.6 \times 12 \text{ cm}$.
- Couche de fondation en grave concassé (GK) : $a_3 \times e_3 = 1 \times 25 \text{ cm}$.

Donc L'épaisseur de la couche de forme e_4 en (Tuf) est :

$$e_4 = \frac{70 - e_1 a_1 - e_2 a_2 - e_3 a_3}{a_4} = \frac{70 - 2 \times 6 - 1.6 \times 12 - 1 \times 25}{0.6} = 23 \text{ cm}$$

On prend : $e_4 = 25 \text{ cm}$

Donc la structure proposée : **6 BB + 12 GB + 25 GK + 25 TUF.**

Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

La méthodologie suivie pour la détermination de la structure de chaussée est la suivante :
 - Calcul de trafic pour la période de durée de vie de chaussée (d'après les données de trafic proposées dans le rapport d'étude de trafic)

- Choix de la structure de chaussée en fonction de la classe du trafic. On utilise le " Catalogue de Dimensionnement des chaussée neuves" édition Novembre 2000 publié par le CTPP.TRAFIC

- Données de trafic et Classe de Trafic

Le trafic moyen journalier annuel pour les années 2015 à 2035 avec un taux d'accroissement de 4%, et 25% de Poids lourd.

TMJA₂₀₁₅ estimé à 12000v/j

TMJA (v/j)			
Evitement de la ville de Maghnia	2015	Taux d'accroissement	2035
	12000 v/j	4%	32.867

La mise en service de ce tronçon est prévue pour l'année 2019,

- Trafic cumulé de PL (TCi)

Le TCi est le trafic cumulé de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vie).

$$TCi = \frac{TPL \cdot 365 \cdot (1+i)^n - 1}{i}$$

i = taux d'accroissement, (pris égal à 0.06 dans le calcul du dimensionnement)

n = durée de vie considérée.

Trafic cumulé équivalent (TCEi)

Le TCEi est le trafic à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalent de 13 tonnes sur la durée de vie considérée. Le calcul de TCEi qui fait intervenir l'agressivité (A) des PL, est donnée par la formule :

$$TCEi = \frac{TCi \cdot A}{i} = \frac{TPL \cdot 365 \cdot (1+i)^n - 1}{i} \cdot A$$

Cette formule peut être simplifiée comme suit :

$$TCEi = TPL \cdot C \cdot A \cdot 10^3 = 3000 \times 10.86 \times 0.6 \times 1000 = 19.54 \cdot 10^6 \text{ PL/130KN}$$

$$\text{Avec } C = \frac{365 \cdot (1+i)^n - 1}{i} \cdot 10^{-3} = 10.86$$

La valeur de coefficient d'agressivité A est pris égal à 0,6 d'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 5 classes de portance de sol support (S3, S2, S1, S4 et S0). Les valeurs des modules indiquées sur le tableau(VI.5.2) ont été évaluées à partir de la relation

$$E = 5 \times CBR$$

Les CBR imbibés des puits de 01 à O8 sont respectivement : 43.3, 9.2, 3.7, 10, 4.2, 8.8, 7.1, 5.2 et 4.6 :

* Classe de sol support nettement inférieure à S3

* Classe de trafic TPL5


Le niveau de portance pour cette classe de trafic n'est pas atteint, donc il faut prévoir une couche de forme de manière à améliorer le module du sol support de chaussée. Cette couche de forme sera en TUF de 25 cm d'épaisseur.

Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves

2
RESEAU PRINCIPAL DE NIVEAU 1 (RP1)
GB/GNT

FICHE STRUCTURE GRAVE BITUME/GRAVE NON TRAITEE

Type : MTB
 Zone climatique : I et II
 Durée de vie : 20 ans, taux d'accroissement : 4%

TPI PL/j/sens	S1	S2	S1	S0
	50 MPa	125 MPa		200 MPa
1500				
TPI5				
600				

. Structure de la chaussée de la section courante

Le tableau ci-après présente la structure préconisée dans le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

Couches	Epaisseur (m)
Couche de roulement en béton bitumineux (BB)	0,06
Couche en grave bitume (GB)	0,20
Couche de fondation en Grave concassée (GC)	0,30
Couche de forme en TUF	0,25

Conclusion :

On a choisi la méthode CBR du fait qu'elle est la plus utilisée en Algérie.

VII. cubatures :

Les calculs des cubatures ont été effectués avec le logiciel COVADIS 9.1. Les détails des calculs sont joints en annexe.

VIII. ouvrages d'art :

VIII.1- Introduction :

Un ouvrage d'art permet le franchissement d'un oued ou un site très accidenté il permet aussi la réalisation des passages supérieurs ou inférieurs sur autoroute, voies ferrées pour le rétablissement des voies des communications.

Un ouvrage d'art est constitué d'un tablier reposant sur deux culées avec ou sans appuis intermédiaires (les piles).

VIII.2- Ouvrages d'art de notre projet :

Notre projet comporte deux ouvrages d'art :

- **Pont N°01(pk 5+575) :** Franchissant l'autoroute Est Ouest ayant une portée de 34m repose sur deux culées. La conception de l'ouvrage est un pont à poutres isostatiques en béton précontraint.
- **Pont N°02(pk 11+235) :** Franchissant l'Oued ayant une portée de 136 m repose sur deux culées et 3 piles. La conception de l'ouvrage est un pont poutre isostatique en béton précontraint.

VIII.3- Les ponts à poutres en béton précontraint:

Les ponts à poutres en béton précontraint utilisés pour le franchissement des portées intermédiaires de l'ordre de 30m.

Leurs portées les plus économiques se situent entre 25 et 35m.

Avantage :

La possibilité de franchir de plus grandes portées qu'avec des ouvrages en béton armé.

IX. Aménagement des carrefours

IX. 1. INTRODUCTION :

Un carrefour est un lieu d'intersection deux ou plusieurs routes au même niveau.

L'analyse des carrefours sera basée sur les données recueillies lors des enquêtes directionnelles, qui doivent fournir les éléments permettant de faire le diagnostic de leur fonctionnement.

IX.2- LES DIFFÉRENTS TYPES DE CARREFOUR :

Pour notre projet on a choisi quatre carrefours de type giratoire.

IX.2.1 - Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :

C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique.

Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale). Aucune intersection ne subsiste; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible. Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond point



Figure 07 carrefour giratoire

IX. 3 DONNÉES UTILES À L'AMÉNAGEMENT D'UN CARREFOUR:

Le choix d'un aménagement de carrefour doit s'appuyer sur un certain nombre des données essentielles concernant :

- La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la future.
- 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.
- Les caractéristiques des sections adjacentes et des carrefours voisins.

- Le respect de l'homogénéité de tracé.
- La surface neutralisée par l'aménagement.
- La condition topographique.

IX. 4- PRINCIPES FONDAMENTAUX DE CONCEPTION :

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 :

- Le respect de la compatibilité avec le type de route, et les comportements que ce type induit.
- L'intégration et homogénéité des aménagements, contribution au rythme et au sectionnement de l'axe.
- La lisibilité de l'aménagement, en favorisant une reconnaissance facile, rapide et non ambiguë du fonctionnement du carrefour abordé.
- L'optimisation des conditions de sécurité pour tous les flux de trafic, y compris pour les courants très secondaires.
- Le respect d'un niveau élevé de fluidité des flux prioritaires.
- La prise en compte des usagers particuliers (piétons, cyclistes, transports en commun, poids lourd).
- La visibilité : Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possible, à cet effet il est préconiser d'atteindre des vitesses d'approche à vide.

En cas la visibilité insuffisante il faut prévoir :

- Une signalisation appropriée dont le but est d'imposer une réduction de vitesse ou de changer les régimes de priorité.
- Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlots séparateurs ou débouché les voies non prioritaires).

IX.5- TYPE D'AMENAGEMENT DES CARREFOURS GIRATOIRES :

Les giratoires sont généralement moins coûteux que les intersections à niveau mais ils requièrent une grande surface de terrain et un îlot central de grandes dimensions, en plus, ils se prêtent mal à la circulation des piétons dont il faut prévoir des traversés appropriés.

La priorité dans les giratoires est généralement à gauche (priorité au giratoire).

Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire :

Les avantages :

Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise l'espace,

- Modération de la vitesse.
- Amélioration de la sécurité.

- Accroissement de la capacité.
- Diminution des nuisances.
- Faciliter d'insertion d'un grand nombre des branches.
- Economie de régulation et d'exploitation permet d'autre par des demi-tours.

Les inconvénients :

- Empiètement d'emprise important.
- Entretien de l'îlot central et éventuellement les îlots séparateurs.
- Traversée difficile des piétons.
- Absence de régulation du trafic, par le non-respect par les usagers de la route du régime de priorité.

Principaux critères de choix:

❖ **La sécurité :**

C'est un critère prioritaire sur une route principale, le giratoire présente toujours un meilleur niveau de sécurité qu'un carrefour plan ordinaire : le nombre et la gravité des accidents sont en générale beaucoup plus faibles.

Il faut cependant noter que le réaménagement d'un carrefour plan ordinaire (voie de tourne à gauche, îlot sur la route secondaire, par exemple) peut permettre d'améliorer très sensiblement le niveau de sécurité (parfois à coût modéré).

❖ **Le Coût :**

Les coûts des carrefours plans sont très variables selon les contraintes locales, la réutilisation plus ou moins importante de la chaussée existante (dans le cas de réaménagement), leur niveau d'équipement, la réalisation de voies rabattement, etc.

Certains éléments de l'aménagement (éclairage, aménagements paysagers, choix des matériaux ...) peuvent majorer très sensiblement le coût du projet. En outre, il convient de tenir compte des coûts de fonctionnement (l'entretien, éventuellement la consommation électrique due à l'éclairage).

❖ **Le temps perdu :**

Ce critère est également important sur les axes où circule un trafic de longue ou moyenne distance (rarement prédominant mais que l'on peut décider d' privilégier). Il faut aussi tenir compte du trafic d'intérêt local sur les axes d'importance secondaire.

Le temps perdu comprend, en substance, deux composantes dont la part respective varie en fonction des niveaux de trafic en présence :

Le retard lié au trafic : dit retard de congestion, il est dû au non priorité et aux intersections entre les véhicules. Il peut être assimilé au temps d'attente en file et en tête de file.

Le retard géométrique : C'est le retard subi par un véhicule en franchissant l'aménagement, en l'absence de toute gêne due au trafic. En effet un carrefour impose à certains flux des ralentissements

Pour un giratoire, le temps d'attente sont en générale négligeable en rase compagne.

Données De Base :

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
- La vitesse d'approche à vide (V qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base.
- Les conditions topographiques.

Les Îlots :

Les îlots sont aménagés sur les bras secondaires du carrefour pour séparer les directions de la circulation, et aussi de limiter les vois de circulation.

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont :

- Décalage entre la tête de l'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la chaussée de la route principale : **1m**.
- Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : **1m**.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : **0.5 m à 1m**.
- Longueur de l'îlot : **15 m à 30 m**.

Îlot Directionnel :

Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées et de sortie. Leur nez est en saillie et ils doivent être arrondis avec des rayons de **0.5 à 1 m**

X: Etude d'assainissement

X.1 : introduction

L'assainissement est l'ensemble des actions à prévoir et entreprendre pour les écoulements naturels issus du bassin versants amont, il s'agira donc de collecter les eaux de ruissellement interceptées par le tracé routier de la route et de les drainer vers un point de rejet, exutoire ou en direction d'un ouvrage de franchissement crée à cet effet ;

-La sécurité routière doit avoir la priorité absolue, pour cela la conception des installations de drainage doit permettre l'évacuation efficace et sûre des eaux de ruissellement recouvrant la surface des voies de circulation.

-La conception du drainage doit viser à protéger l'environnement naturel.

X.2 Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

-Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).

- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Le sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

X.3 Le drainage :

Le drainage est donc un élément important dans la stabilité d'ensemble ouvrages et routes.

Le drainage est l'ensemble des opérations artificielles d'évacuation de l'eau présente dans le sol et dans les chaussées traditionnellement. Les systèmes de drainage sont conçus avec des matériaux granulaires (grave et Sable). Avec l'avènement des géo synthétiques, les techniques traditionnelles sont remplacées par des géotextiles et par d'autres moyens de drainage comme les drains agricoles.

X.3.1 Le rôle de drainage

Les principaux rôles de drainage sont :

- Le rabattement des nappes.
- Le contrôle des écoulements intermittents.
- La diminution et la maîtrise les pressions de l'eau.
- L'accélération des phénomènes de consolidation.

X.3.2 Drainage des eaux souterraines :

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

X.3.3 Le drainage routier

L'eau peut être un danger mortel sur l'autoroute et ruiner la chaussée si elle y pénètre ; elle doit donc être évacuée rapidement.

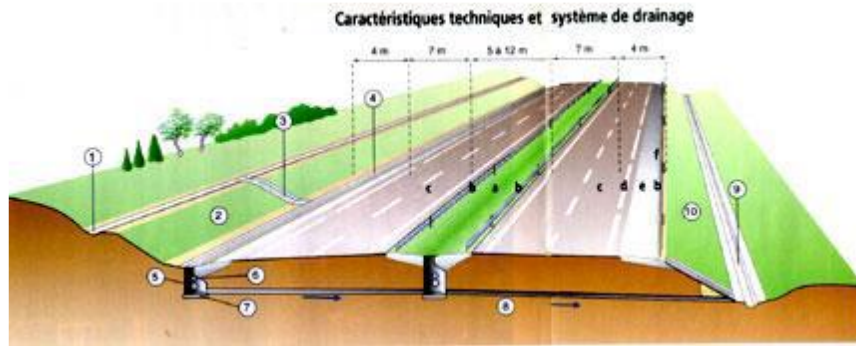


Figure 08 : Schéma général des ouvrages de raccordement

Fossé de crête (ou de garde) (1) :

Fossé creusé un peu au-dessus de la crête d'un talus de déblai pour éviter que les eaux pluviales provenant des fonds supérieurs ne le ravinent.

Talus de déblai (2):

Terrain en pente surplombant l'autoroute.

Descente d'eau (3):

Ensemble d'éléments préfabriqués en béton, se recouvrant les uns les autres comme les tuiles d'un toit, pour recueillir et canaliser des eaux pluviales et éviter ainsi le ravinement du talus sur lequel ils sont posés.

Cunette (4):

Partie arrondie du fond d'un égout et, par extension, fossé à profil arrondi et de faible profondeur, au-dessus d'un système de drainage en bordure de la plate-forme

Collecteur (5) :

Canalisation souterraine en béton, de diamètre variable, destinée à assurer l'évacuation de toutes les eaux, superficielles ou d'infiltration, recueillies sur une section d'autoroute.

Drain (6) :

Petite canalisation souterraine destinée à l'évacuation des eaux d'infiltration dans une chaussée. Elle est constituée d'éléments en poterie, en béton poreux ou en matière plastique, entourés d'un filtre en gravier pour éviter l'entraînement des parties fines du sol.

Regard (7) :

Petit ouvrage vertical en béton, recouvert d'un tampon ou d'une grille, établi de place en place sur un collecteur pour permettre à celui-ci de recueillir toutes les eaux en provenance des fossés, cunettes, descentes d'eau, caniveaux Ou drains, et de les évacuer en dehors de la plate-forme autoroutière.

Traversée sous chaussée (8) :

Canalisation transversale établie sous la chaussée pour évacuer, à partir d'un regard, les eaux recueillies dans un collecteur, jusqu'à un fossé de pied ou un émissaire naturel.

Fossé de pied (9):

A l'inverse du précédent, fossé établi au pied de tout talus de remblai pour recueillir les eaux pluviales tombant sur ce talus ou provenant de la plate-forme.

Talus de remblai (10):

Terrain en pente supportant la plate-forme de l'autoroute.

Rabattement des nappes

Opération qui consiste à abaisser le niveau de la nappe phréatique en réalisant soit des tranchées drainant, soit des puits.

X.4 Choix des ouvrages d'évacuation :

Le choix des ouvrages d'évacuation des eaux superficielles doit s'appuyer sur les deux principes de base suivante :

- L'utilisation d'ouvrage superficiel dont les coûts d'investissement et d'entretiens est plus faible que ceux des ouvrages enterrés.
- Rejeter les eaux hors de la plateforme chaque fois que cela est possible, afin de diminuer les déblais de transit.

X.5 Dimensionnement des ouvrages d'évacuation :

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage, sa pente puis à vérifier sa capacité à évacuer le débit d'apport, et pour cela on utilise la formule suivant :

$$Q_p = Q_s$$

Q_p : Débit d'apport provenant du bassin versant (m^3/s).

Q_s : Débit d'écoulement au point de saturation (m^3/s).

Le débit d'apport est calculé en appliquant la formule de la méthode de **Caquot**:

Coefficient de ruissellement 'c':

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants :

- L'ouverture végétale.
- La forme.
- La pente et la nature du terrain.

Types des chaussées	Coefficient 'c'	Valeurs prises
Chaussées revêtement en enrobé	0.80 – 0.95	0.95
Accoutrement (sol légèrement perméable)	0.15 – 0.40	0.40
Talus, sol perméable	0.10 – 0.30	0.30
Terrain Naturel	0.05 – 0.20	0.20

Tableau X.5 : Coefficient de ruissèlement

X.6 Assainissement de la plateforme :

X.6.1 Dimensionnement du réseau d'assainissement :

Les fossés récupérant les eaux issues de la chaussée, de l'accotement et des talus. Pour le cas de notre étude la hauteur de talus de déblais est supérieure à 4m, nous proposons des fossés de forme trapézoïdale en béton armé.

Le débit d'apport :

$$Q_P = K \cdot \beta \cdot C^\alpha \cdot I^\beta \cdot A^\delta$$

Q_P : Débit de pointe par la période de retour T (m³/s).

C : Coefficient de ruissellement.

I : Pente moyenne du bassin versant le long du plus long parcours (L).

A : Aire du bassin d'apport (Ha).

K, α, β, δ :coefficients spécifiques au site.

Les coefficients spécifiques à la région de Maghnia sont : ($K = 0.52$) , ($\alpha = 1.11$) , ($\beta = 0.2$), ($\delta = 0.87$).

Limites d'application de la méthode :

- Une surface inférieure à 200 Ha
- Coefficient de ruissellement entre 0.15 et 1

Allongement du bassin versant :

$$Q_P(T') = B.f(T').Q_P(T=10)$$

$$B = (M/2)^{-0.35} , \quad M = \left(\frac{L}{\sqrt{A}} \right)$$

Si $T'=100 \rightarrow f(T') = 2$

$T'= 50 \rightarrow f(T') = 1.6$

$T'= 20 \rightarrow f(T') = 1.25$

Assemblage des bassins versants :

Assemblage en parallèle:

$$A_{eq} = \sum A_i , \quad C_{eq} = \frac{\sum A_i C_i}{\sum A_i} , \quad I_{eq} = \frac{\sum I_i Q_{pi}}{\sum Q_{pi}} , \quad M_{eq} = \frac{L_{i \max}}{\sqrt{\sum A_i}}$$

Dimensionnement des conduites :

$$D = 1.54 \left(\frac{n Q_{eq}}{I_C^{1/2}} \right)^{\frac{3}{8}} , \quad \text{avec } I_C: \text{ la pente de la conduite.}$$

Coefficient de Manning 'n' : dépend de la rugosité du canal.

Débit de saturation (Q_s) :

Le calcul du débit est déterminé par la formule de **Manning Strickler** :

$$Q_s = S_m \cdot K \cdot J^{1/2}$$

Avec :

K: coefficient de Manning Strickler (m³ /s):

K= 30 : fossé revêtu en terre.

K = 70 : fossé revêtu en béton.

J : pente longitudinale.

S_m : section mouillée (m²).

R_h : rayon hydraulique = section mouillée /périmètre mouillé.

Vitesses limites :

La vitesse d'entraînement est fonction de plusieurs paramètres, nature du lit, profondeur de l'eau, pente longitudinale, ...etc., elle est limitée à 1.20 m/s ; au-delà de cette marge il faut revêtir le fossé.

X-6-2- Dimensionnement des ouvrages :

Les dimensionnements des ouvrages sont celles qui répondent aux conditions suivantes :

$$Q_p < Q_s$$

Q_p : Débit de bassin versant considéré.

Q_s : Débit de saturation du fossé.

(Maitrise de la qualité en construction routière, Michel Ruban, 2012)

X.7 Application au projet :

Le débit d'apport :

$$Q_P = K \cdot \beta \cdot C^\alpha \cdot I^\beta \cdot A^\delta$$

Q_P : Débit de pointe par la période de retour T (m³/s).

C : Coefficient de ruissellement.

I : Pente moyenne du bassin versant le long du parcours (L).

A : Aire du bassin d'apport (ha).

K, α , β , δ : coefficients spécifiques au site.

Les coefficients spécifiques à la région de Maghnia qui est classée en zone climatique I, sont : (K = 0.52) , ($\alpha = 1.11$) , ($\beta = 0.2$), ($\delta = 0.87$).

■ Rampe Pk 3+400 à pk 4+076 :

B.V	A (Ha)	C	I (m/m)	L(m)	M	β	Q (m ³ /s)
Chaussée	0.74	0.95	0.025	100	3.162	0.85	0.0269
Accotement	0.17	0.4	0.04	100	6.32	0.66	0.0263
Talus	0.2	0.3	0.03	380	12	0.53	0.0484

Tableau X.7 : Débit des eaux pluviales

On trouve que le débit d'apport total :

$$Q_t = 0.1012 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit d'apport du bassin équivalent :

On a un bassin parallèle ou unitaire :

$$A_{eq} = \sum A_i = 0.225 \text{ Hectare.}$$

$$C_{eq} = \frac{\sum A_i C_i}{\sum A_i} = 0.6 \text{ (coefficient de ruissèlement)}$$

$$I_{eq} = \frac{\sum I_i Q_{pi}}{\sum Q_{pi}} = 0.059$$

$$L_{eq} = LMAX = 380m$$

$$M_{eq} = \frac{L_{i\max}}{\sqrt{\sum A_i}} = 8.011$$

$$\beta = \left(\frac{M}{2}\right)^{-0.35} = 0.615$$

$$Q_{eq} = 0.52 \times 0.615 \times 0.6^{1.11} \times 0.059^{0.2} \times 0.225^{0.87}$$

$$Q_{eq} = 0.028 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Même calcul pour les autres.

Calcul du débit de saturation (Q_s) des ouvrages (fossés) :

Le débit de saturation ou le débit capable est calculé par le biais de la formule de Manning Strickler sur un écoulement en régime uniforme.

La forme transversale de la fosse est trapézoïdale (voir Fig.01) donc :

La section mouillée :

$$S_m = bh + 2 \frac{eh}{2}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \text{ D'où } e = n \times h$$

$$S_m = bh + n \times h^2$$

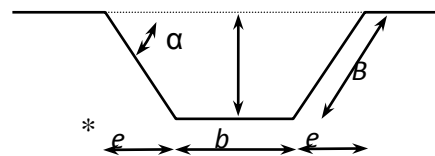


Figure 15 : Schéma du fossé trapézoïdal

$$S_m = h(b + n \times h)$$

Le périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2.B$$

$$\text{Avec : } B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2 \times h^2} = h \cdot \sqrt{1 + n^2}$$

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

Le Rayon hydraulique :

$$R_m = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h.(b+n.h)}{b+2h.\sqrt{1+n^2}}$$

Donc la formule du débit de saturation devient :

$$Q_s = h(b+n.h).K.J^{1/2} \cdot \left[\frac{h.(b+n.h)}{b+2h.\sqrt{1+n^2}} \right]^{2/3} = Q_a$$

Avec : K=70, J= 3.5 %, n=1.5

On fixe la base de fosse (b=0.50m) et on calcule la hauteur de fosse h par itération :

$$h_i = Q_a / \left[(b+n.h_{i-1}).K.J^{1/2} \cdot \left[\frac{h_{i-1}.(b+n.h_{i-1})}{b+2.h_{i-1}.\sqrt{1+n^2}} \right]^{2/3} \right] , (i= 0, n) \quad \text{---}$$

$h_0 = 0.50\text{m} \Rightarrow h = 0.24\text{m}$

On prend $h=30\text{cm}$

Donc : La fosse est de hauteur h=30cm et de base b=50cm.

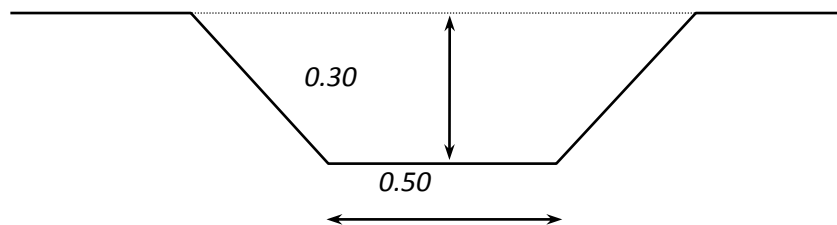


Figure 08 : schéma d'un fossé de notre projet

Pente de pose des ouvrages :

La pente maximale de pose des ouvrages est celle qui correspond a une vitesse maximale de 4 m /s selon le document STERA et ceci afin d'éviter l'action abrasive des eaux sableuses et la formation de dépôts (pierres, terres, ...etc.) qui peuvent conduire a l'obstruction des ouvrages, et pour assurer aussi l'auto curage.

Section et périmètre mouillés :

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

$$Hr=0.75\phi \quad \text{si } \phi =1\text{m}$$

$$Hr=0.80\phi \quad \text{si } \phi > 1\text{m}$$

ϕ : Le diamètre de buse.

Le diamètre de la canalisation est fonction du débit maximum à évacuer, ce dernier est donné par la même formule de Manning Strickler

$$Q_s = K_{st} R^{2/3} I^{1/2} S$$

Q_s : débit maximum.

K_{st} : Coefficient de rugosité de canalisation

I : Pente de canalisation (m/m)

R_H : Rayon hydraulique ($R_H = S_m / P_m$).

S_m : Section transversale de l'écoulement

$$Q_s = 0,083 \text{ m}^3/\text{s}, K_{st} = 70, I = 4 \%$$

$$S_m = S_T - S_1 + S_2.$$

Avec :

$$S_T = \pi R^2 \text{ (section totale de buse)}$$

$$S_1 = \alpha \cdot R^2 / 2 \text{ Et: } \alpha = 2 \cdot \arccos R/2$$

$$R = 2 \cdot \arccos 1/2$$

$$\alpha = 2\pi/3 \Rightarrow S_1 = \pi/3 \cdot R^2$$

$$S_2 = 1/2 (R/2 \cdot \sqrt{R^2 - (R/2)^2}) \text{ (surface de triangle)}$$

$$S_2 = \frac{\sqrt{3}}{8} \cdot R^2$$

$$\text{Donc: } S_m = \pi R^2 - \pi/3 \cdot R^2 + \frac{\sqrt{3}}{8} \cdot R^2$$

$$S_m = 2.31 R^2$$

$$P_m = P_T - P_{\text{arc}}$$

$$P_m = 2\pi R - \alpha R$$

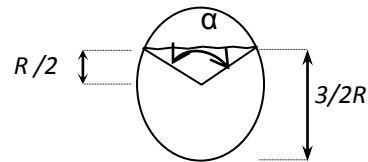


Figure 17 : Schéma d'un ouvrage buse de drainage

$$P_m = 2\pi R - 2/3\pi R \Rightarrow P_m = 4/3 \cdot \pi R$$

$$R_H = S_m/P_m \Rightarrow R_H = 0.551R$$

$$\text{On a: } Q_s = 70 \cdot (0.551R)^{2/3} \cdot (0.04)^{1/2} \cdot (2.31)R^2 = 21.73 \cdot R^{8/3}$$

$$Q_s = 21.73 \cdot R^{8/3}$$

$$Q_s = Q_{pmax}$$

$$21.73 \cdot R^{8/3} = 0,08330351 \Rightarrow R = 0.124 \text{ m.}$$

On prend : $R \approx 150 \text{ mm.}$

Le débit est assuré pour un diamètre $\phi = 2R = 300 \text{ mm.}$

Pour des raison d'entretien et pour permettre aux agents de la direction des travaux publics le curage des ouvrages le rayon minimum qu' on peut choisir est $R = 0.4M$, donc pour les ouvrages d'assainissement on prend $\phi 800$. Le diamètre est aussi proportionnel à la longueur de l'ouvrage pour permettre son curage lors de l'exploitation de la route. C'est pour cette raison que la plupart des ouvrages ont pour diamètre 1000. 02ouvrages de moindre importance en matière de drainage des eaux ont été fixés à 800 mm.

X.7.3 Liste des ouvrages d'assainissement:

N°	PK	DESIGNATION	LONGUEUR
1	0+40	Ø 800	34 m
2	0+340	Ø 2000	30 m
3	0+1160	Ø 800	26 m
4	1+500	Ø 2000	30 m
5	2+660	Ø 1000	26 m
6	4+4460	Ø 1000	26 m
7	5+020	Ø 1000	26 m
8	5+660	Ø 1000	24 m
9	6+034	Ø 1000	30 m
10	6+320	Ø 1000	28 m
11	7+320	Ø 1000	36 m
12	7+580	Ø 1000	38 m
13	8+020	Ø 1000	42 m
14	9+420	Ø 1000	34 m

XI : Signalisation :

XI.1-Introduction :

La signalisation est le langage qui permet à l'usager de la route de lire l'évolution du tracé de l'itinéraire. Ainsi, il s'impose à l'ingénieur routier de prévoir des signalisations adéquate afin de prévenir le conducteur des risques ou difficultés inopinées qu'il peut rencontrer sur son chemin.

XI.2-Critères à respecter pour les signalisations :

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

- Cohérence avec les règles mondialement connues de signalisations.
- Respecter les règles d'implantation et de pose.
- Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.

XI.3-Catégories de signalisation :

Il a été prévu les 03 types de signalisation:

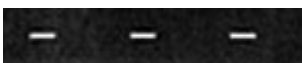
- La signalisation horizontale par marquage sur chaussée.
- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par bornage.

XI-4-1- La signalisation routière horizontale :

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



Ligne continue N'existe pas pour notre projet



Ligne discontinue trait 3m, intervalle 10 m
Dépassement et changement de voies autorisés.



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

Sépare la chaussée de l'accotement ou du terre-plein central, peut être franchie pour s'arrêter ou stationner.

Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.



Ligne de rive : trait de 20m, intervalle 6 m
Annonce l'approche d'une intersection.



Ligne de rive : trait de 38m, intervalle 14 m
Sur autoroute elle délimite la **bande d'arrêt d'urgence** (BAU), circulation, arrêt ,stationnement interdit Sauf panne ou incident.



Flèches directionnelles

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

Figure 11: la signalisation routière horizontale

-Largeurs des lignes :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité 'U' différente suivant le type de la route, pour notre cas on opte pour les valeurs suivantes :

U= 12 cm et 15 cm

Modulation des lignes discontinues :

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T ₁	3.00	10.00	~ 1/3
T' ₁	1.50	5.00	
T ₂	3.00	3.5	~1
T' ₂	0.50	0.50	
T ₃	3.00	1.33	~3
T' ₃	20.00	6.00	

Tableau XI-4-1: Caractéristiques des lignes discontinues.

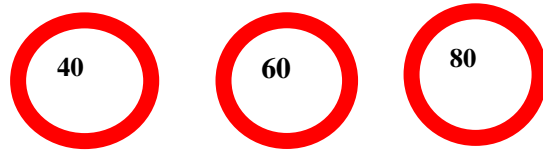
XI-4-2-.Signalisations verticales:

Elle se fait à l'aide des panneaux, on trouve :

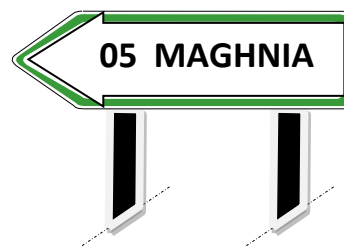
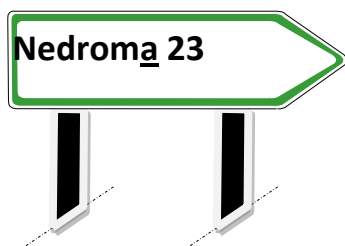
Signal avancé Arrêt à l'intersection.



Limitation de vitesse. Ce panneau notifié l'interdiction de passer la vitesse indiquée.



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



E4

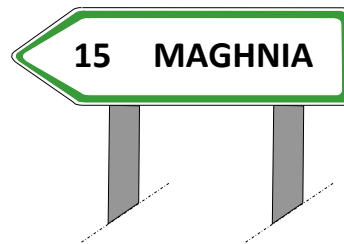
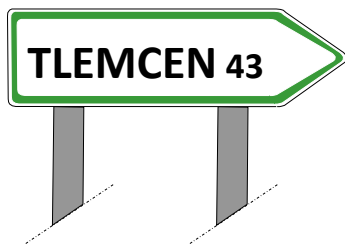
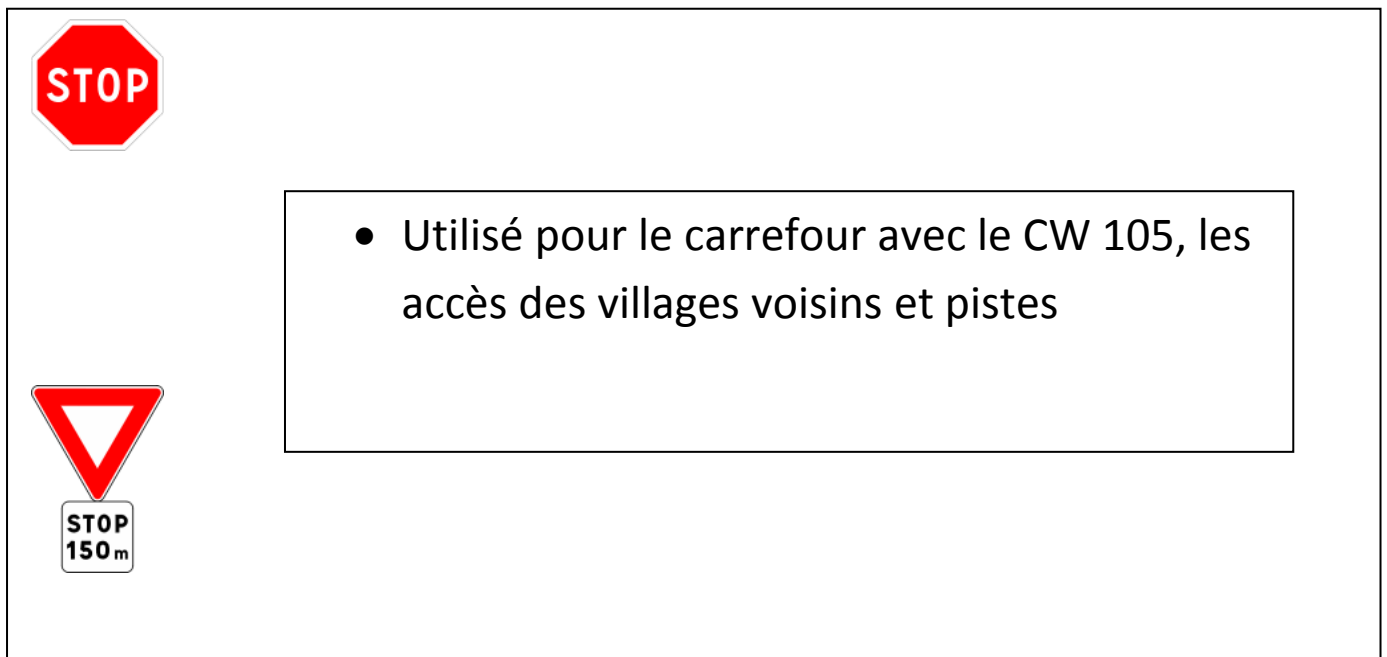


Figure 12 : Signalisation de direction



XII: Impact du projet sur l'environnement

XII-1-L'évaluation des impacts :

Prévision des impacts et avantages potentiels pour l'environnement

On analyse les impacts prévisibles du projet en différenciant les impacts temporaires et les impacts permanents, directs ou indirects.

L'analyse des impacts est menée sur le couloir de l'étude, selon les enjeux environnementaux de la zone.

XII.2 Impacts positifs

Le projet induira certainement une série d'impacts positifs importants, en particulier :

1. Des impacts positifs directs

- Sur l'amélioration des flux du trafic routier sur les axes RN35, RN99, la RN7 et le CW105.
- Sur l'amélioration de la sécurité routière ;
- Sur la l'amélioration de qualité de l'air, par la diminution des niveaux de pollution au niveau au niveau du barrage de Hammam Boughrara,
- Sur la réduction des nuisances sonores liées à la concentration du trafic routier sur la rentrée Est de la Ville de Maghnia,
- La mise en valeur de la région traversée
- La mise en valeur des potentialités touristiques de Hammam Chigueur par les facilités d'accès au site.

2. Des impacts positifs indirects

- La mise en valeur de la région traversée
- La mise en valeur des potentialités touristiques de Hammam Chigueur par les facilités d'accès au site.
- Facilité d'accès aux agglomérations environnantes (Sidi Machour, Sidi Ali Benzemra, Maaziz et Djeballa)

Les impacts positifs directs

• Impacts sur les flux du trafic routier

- La mise en service de la présente rocade aura comme conséquences directes la réorganisation des types de trafic (Est, Ouest, transit) de la ville de MAGHNIA et une amélioration des conditions de circulation sur La RN35 et la RN99,...
- Le gain de temps considérable pour les véhicules désirant se rendre à l'Ouest de la vile de MAGHNIA ou aux autres centres urbains limitrophes.

• Effet positif pour l'emploi :

Le projet aura un impact direct sur l'emploi à la fois :

- **Pendant la phase des travaux** : emplois directs de chantier et de siège, emplois indirects pour les fournitures et les activités en amont pendant le chantier, emplois indirects liés aux salaires dépensés par les personnes qui travailleront sur le chantier ;
- **Pendant la phase d'exploitation de la route** : emplois indirects pour les riverains qui pourront accéder plus facilement à de nouvelles zones de développement économique, et effets positifs pour plusieurs emplois qui bénéficieront de gain de temps grâce à l'amélioration des conditions de circulation.

XI.3 - Impacts négatifs sur le milieu physique et mesures prises pour leur réduction

Géomorphologie, géologie et pédologie

Impact sur la géomorphologie :

Le tracé de l'évitement de Maghnia présente une certaine régularité de configurations géomorphologiques et géologiques. Les impacts probables attendus sur ce thème sont surtout liés à l'exécution des opérations de terrassements, de stabilisation des matériaux des talus (déblais et remblais) qui sont confinés sur 02 seules sections où les terrassements sont plus ou moins importants (Pk 2+800 au Pk 4+600) et (Pk 7+300 ...

L'impact du plus important déblai (du Pk 2+780 au pk 3+140) sera nettement réduit car 80% des matériaux de déblai seront réutilisés dans la réalisation de la route soit comme remblai soit comme couche de forme.

Les impacts négatifs conséquents qui se produisent pendant la phase de construction ne peuvent pas avoir des effets pouvant se prolonger pendant la phase d'exploitation car les sols extraits et non réutilisés ont été confinés dans des talwegs à la demande des agriculteurs qui peuvent exploiter les parcelles ainsi formées.

Impact sur les sols :

Pour préserver les sols contre l'érosion induite par son dérangement durant les terrassements, il sera procédé à un système d'assainissement pour la maîtrise de l'écoulement des eaux qui demeurent le facteur essentiel de la dégradation des substratums.

Ainsi, les phénomènes de l'érosion et le tassement des sols seront réduits par la construction de fossés bétonnés au niveau des rampes et pentes. En crête des terrassements, il sera procédé à la mise en œuvre de fossés de crête avec des descentes d'eau.

XII-3-1- Impacts sur les ressources en eau

Dans le cas de ce projet, les risques d'impacts négatifs sur les ressources en eau superficielles et souterraines sont liés à la fois :

Pour les eaux superficielles : Le projet se situe la zone d'étude de réseaux hydrographiques et des milieux récepteurs potentiellement sensibles : Barrage de Hammam Boughrara. Cependant il faut noter que le ruissellement des eaux ne sera en aucun cas perturbé car des ouvrages d'assainissement capables de drainer les eaux de pluies ont été injectées dans le projet.

L'altération du taux d'infiltration/écoulement, en raison notamment de l'imperméabilisation de la surface de la chaussée ne va pas contribuer d'une manière significative dans l'expansion des crues.

Pour les eaux souterraines : Compte tenu de la faible vulnérabilité des eaux souterraines les impacts en phase travaux et en exploitation sont faibles.

Cependant la densité relativement importante des puits qui sont des milieux récepteurs très sensibles et qui constituent des points d'accès aux eaux souterraines et jouent par-là, le rôle de vecteurs de pollution des nappes. Ils devront faire l'objet d'une attention particulière.

Il faut souligner que la mise en exploitation de dédoublement de Maghnia va contribuer à la protection des eaux superficielles et souterraines contre la pollution pouvant provenir des camions de transport des déchets ménagers au centre d'enfouissement technique se trouvant aux abords du projet. Le temps de transport pour ces camions sera réduit et l'itinéraire amélioré sera plus sécurisé avec la mise en service de l'évitement.

Conclusion générale :

Le programme de la relance économique qui a pour objet le développement durable du pays, donne une place importante et un grand intérêt au domaine des travaux publics, et cela en s'intéressant à l'amélioration et l'aménagement d'infrastructures de qualité, qui permettent d'offrir les meilleurs services pour les utilisateurs des autoroutes, et qui répondent à l'offre et à la demande en matière de transport.

Sachant que notre pays souffre énormément des problèmes de trafic, ce programme vient donc pour donner un nouveau souffle à notre économie, en aménageant et en réalisant des divers projets importants à notamment dans le domaine des travaux publics.

Le même principe a été appliqué au niveau local (les wilayas), pour avoir un meilleur aménagement local qui servira par la suite à offrir des meilleures conditions d'échange de circulation entre les différentes localités du pays.

Dans notre projet nous avons introduit le long du tracé des courbes de raccordement en respectant les normes imposées par le B40 pour assurer la sécurité et le confort de l'utilisateur, d'autre part nous avons évité au maximum les contraintes existantes à savoir les réseaux divers, les arbres, les surfaces bâties... tout ceci en tenant compte de l'aspect économique du projet.

Cette étude nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour les mettre en valeur dans le contexte pratique sur le terrain. Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels COVADIS et AUTO CAD.

