

République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de l'Enseignement

Supérieur et de la Recherche

Scientifique.



Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE.

Département du génie civil.



Mémoire

Pour l'obtention du diplôme Master 2 Filière :

- Travaux Publics.

Spécialité : voie et ouvrage d'art.

Thème.

Etude d'un Tronçon Autoroutier de la pénétrante reliant le port de ghazaout a l'autoroute Est-Ouest Sur 5 Km

- Présenter par :

✚ BENOSMAN Hamza.

✚ MERAH Mustapha

- Encadrer par :

BENAMAR Abderrahmane.

-Examiner par :

✓ Mr. ALLAL Mohamed El Amine.

✓ Mr. BEZZAR Abdalilah.

Année universitaire : 2018-2019

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui on voudrait témoigner toute nos reconnaissances.

En premier lieu, nos sincères gratitudes vont à notre encadreur Mr BENAMAR Abdrrahmane pour tout efforts qu'il nous a fournis pour nous faciliter et aider à accomplir notre travail, nous le remercions pour ça gentillese et ça disponibilité.

En second lieu, on tient à remercier tous les enseignants de notre département de génie civil pour leurs efforts qu'ils n'ont césse à fournire durant toute notre formation.

Nos vifs remerciements de reconnaissance sont également adressées aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

En fin, nous tenons également à remercier tout le personnel administratif de notre faculté pour les efforts qu'ils ont fournit pour nous assurer le bon déroulement de notre formation.



Dédicace.

Pour nous avoir permis d'être ce que nous sommes devenues aujourd'hui, nous remercions, en premier lieu, notre Dieu, le tout puissant qui nous a donné la santé, le courage et la patience pour mener à bien ce modeste travail que je dédie :

A mes parents :

Ma très chère mère qui m'a accompagné durant les moments les plus pénibles de ce long parcours de mon éducation, Celle qui a répandu de la lumière sur mon chemin celui qui s'est donné tant de mal pour me voir en arriver là où je suis, celle qu'aucune ne dédicace ne saurait exprimer l'affection et l'amour que je lui éprouve.

Mon cher papa qui m'a énormément aidé pour accomplir ce travail, je le remercie pour ses conseils qui m'ont permis de faire les bons choix de ma vie, pour ces sacrifices afin de me voir grandir et réussir dans mon parcours d'études.

A mon frère et ma sœur qui on était toujours à mes coté dans tous les moments difficiles de ma vie.

.....et a tous ce qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Hamza.



Dédicace.

Pour nous avoir permis d'être ce que nous sommes devenues aujourd'hui, nous remercions, en premier lieu, notre Dieu, le tout puissant qui nous a donné la santé, le courage et la patience pour mener à bien ce modeste travail que je dédie :

A mes parents :

Ma très chère mère qui m'a accompagné durant les moments les plus pénibles de ce long parcours de mon éducation,

Mon cher papa qui m'a énormément aidé pour accomplir ce travail, je le remercie pour ses conseils qui m'ont permis de faire les bons choix de ma vie.

A ma femme pour son grand soutien et ça tendresse qui mon énormément aider pour bien avancer

.....et a tous ce qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Mustapha.



ملخص.

في مذكرتنا هته للحصول على شهادة الماستير 2 قمنا بدراسة جزء من الطريق الربط مناء مدينة الغزوات بالطريق السريع شرق - غرب. المشروع يمتد على مسافة 45 كلم و هو في طور الإنجاز.

دراستنا تخص 5 كلم

الاخيرة من المشروع وتحتوي على: المظهر الطولي، المظاهر العرضية، المنظر العلوي، حساب تكعيب التربة ودراسة القارعة، الا ان العمل المقدم بين ايديكم يقتصر على 1 كلم من المشروع وهدابتوجيهات من السيد المؤطر.

Résumé.

Dans notre mémoire de fin d'études nous avons traité une étude d'un tronçon autoroutier de la nouvelle liaison entre le port de ghazaouat et l'autoroute est-ouest. Le projet réel est en phase de réalisation. La longueur totale de ce projet est de 45km.

Dans notre étude on a choisie le dernier tronçon de 5km.Elle comporte : le tracé en plan, le profil enlong, les profils en travers, le calcul de cubature et l'étude de la chaussée, mais le travail présenté devant vous concerne 1km seulement et ceci sur orientation de notre encadreur.

Abstract.

In our final dissertation we discussed a study of a motorway section of the new link between the port of ghazaouat and the east-west highway. The actual project is in the process of being completed. The total length of this project is 45km.

In our study we chose the last 5km stretch. It includes: the plot in plan, the long profile, the cross profiles, the calculation of the cubature and the study of the chaussée, but the work presented before you concerns only 1km and this on the orientation of our framer.

Sommaire

Remerciements	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	IV
Sommaire	V
Liste des Figures.....	VIII
Liste des tableaux	IX
Introduction Général.....	1

CHAPITRE I : Présentation du projet.

I.1 Présentation du projet	2
I.1.1 Introduction.....	2
I.1.2 Localisation géographique du projet.....	2
I.1.3 Zone d’Influence du Projet.....	3
I.2 Collecte des données	4
I.2.1 Relief	4
I.2.2 Géologie et tectonique	5
I.2.3 Contraintes géotechniques	5
I.2.4 Données climatiques.....	5
I.3 Etude de trafic.....	6
I.3.1 Comptage routier	6
a) Introduction.....	6
b) type de comptage routier	7
I.3.2 Détermination du type du réseau principal	8
I.3.3 Choix du niveau de réseaux.....	8
I.3.4. Determination de la classe du trafic	8



CHAPITRE II : Géométrie de la route

Introduction	10
II.1 Tracé en plan	10
II.1.1 Définition	10
II.1.2. Règles à respecter pour le trace en plan.....	11
II.1.3. Eléments du trace en plan	11
II.1.4. Règles pour l'utilisation des rayons en plan	12
II.1.5. Visibilité en courbe	13
II.1.6. Courbes de raccordements.....	13
II.1.7. Type de courbes de raccordement	13
II.2 Profil en long	16
II.2.1 Définition.....	16
II.2.2 Caractéristiques générales	17
II.2.3 Principaux paramètres du choix d'un profil en long	19
II.2.4 Eléments des raccordements paraboliques	20
II.2.5 Description du profil en long.....	20
II.3 Profil en travers	21
II.3.1 Introduction	21
II.3.2 Différents types de profils en travers.....	22
a- Profil en travers type	22
b- Profils en travers courants	22
II. 3.3 Différents éléments d'un profil en travers type	23
II.3.4 Etude du projet.....	24
Conclusion	25

CHAPITRE III : Structure de la chaussée.

Introduction.....	26
III.1 Les différents types de chaussées.....	26
III.2 Dimensionnement de la chaussées	28
III.2.1 Détermination du type du réseau principal.....	29
III.2.2 Détermination de la portance de sol-support de la chaussée.....	30
III 2.3 Choix des structures types par niveau de réseau principal	30
III 2.4 Calcul des déformations admissibles	31
III.3 Terrassement	33
III.3.1. Généralités	33
III.3.2 Importance des terrassements	33
III.3.3 Calcul des volume	33
III.3.4 Matériels de terrassements	34
III.3.5 Exécution des terrassements	37

Chapitre IV : Aménagement des chaussées

IV.1 Introduction	38
IV.2 Aménagement des carrefours	38
IV.2.1 Principes généraux d'aménagement d'un carrefour	38
IV.2.2 Types de carrefours.	38
IV.3 Grands choix d'aménagement	39
IV.4 Les échangeurs.....	40
IV.4.1 Définition.....	40
IV.4.2 Choix d'un type d'échangeur	40
IV.5 Signalisation	41
IV.5.1 Introduction	41
IV.5.2 Règles à respecter pour la signalisation	41
IV.5.3 Utilité de la signalisation	41

IV.5.4 Types de signalisations	42
IV.6 Eclairage	48
IV.7 Assainissement	49
IV.7.1 Introduction	49
IV.7.2 Conception des ouvrages hydrauliques	49
IV.7.3 Facteurs influant le choix des ouvrages hydrauliques	51
IV.7.4 Protections des ouvrages hydrauliques	51
IV. 7.5 Nature et fonction des réseaux d'assainissement	52
IV. 7.6 Entretien et exploitation des ouvrages	57
IV 7.7 ouvrage d'art	58
IV 8 Conclusion	58
Conclusion générale	59
Annexes	
Bibliographie	

Liste des Figures

Figure 1.1 : Localisation du projet.....	2
Figure 1.2 : Plan synoptique du tracer.....	3
Figure 1.3 : Réseau de transport de la wilaya de tlemcen. (DTP tlemcen)	6
Figure 1.4 : Photo de pose d'un compteur de comptage	7
Figure 2.1 :element qui constitue le tracé en plan.....	10
Figure 2.2 : élément du tracé en plan.....	10
Figure 2.3 :schéma d'un clothopide.....	14
Figure 2.4 :capture de covadis qui montre les deux variants possible du trace en plan.....	15
Figure 2.5 : capture d'autocade du tracé en plan qui montre les deux raccordement .	16
Figure 2.6 : profil en traver d'une chaussée a deux voie separé par une TPC.....	21
Figure 2.7 : Profil en traver type d'une autoroute section courant 2* 2 voies	22
Figure 2.8 : Profil en traver courant	22
Figure 2.9 : les elements de notre profil en traver type	24
Figure 3.1 : Corps de chaussée et ces différentes couches.	14
Figure 3.2 : Determination de la structure de chaussée	30
Figure 3.3 les couches de la structure chaussée	31
Figure 3.4: Capture de logiciel lcpc structure de notre chaussée.....	32
Figure3.5 : Capture de logiciel alize lcpc resulta de calcul.	32
Figure 3.6 : Photo d'une pelleteuse	35
Figure 3.7 : Photo d'un engin (chargeur).....	35
Figure 3.8: Photo d'un tractopelle	36
Figure 3.9 : Photo d'un bulldozers (ou boteurs)	36
Figure 4.1 : Types de carrefours	39
Figure 4.2 : capture tiré d'autocade l'échangeur présent au PK 50+064.....	40

Figure 4.3 : Plaques de signalisations verticales.....	42
Figure 4.4 : Panneaux triangulaire de danger	45
Figure 4.4 : Exemples signalisations horizontales	45
Figure 4.5 : Rond-point équipé d'une signalisation au sol rétro-réfléchissante	48
Figure 4.6 : Lampadaires sur une route	48
Figure 4.7 : Buses en béton armée.....	50
Figure 4.8 : Dalots en béton préfabriquer	50
Figure 4.9: chéma d'un réseau de pied de talus de déblai	53
Figure 4.10 : chéma d'un réseau de pied de talus de remblai	54

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Températures équivalentes des zones en Algérie	5
Tableau 1.2 : Trafic journalier moyen.....	8
Tableau 1.3 : Classe du trafic suivant le poids lourd	8
Tableau 1.4 : Classement des catégories suivant la norme B40.....	9
Tableau 2.1 : Les normes géométrique de tracer en plan pour les autoroutes	10
Tableau 2.2 : Normes géométriques du profil en long pour les autoroutes	17
Tableau 2.3 : Rayon minimal suivant les normes	18
Tableau 2.4 : Déclivités maximal	19
Tableau 3.1 : Type des matériaux de la chaussée suivant GDDA	29
Tableau 3.2 : Dimension des panneaux de signalisation.....	32
Tableau 3.3 : Tableau qui resume les deformation.....	33
Tableau 4.1 : Dimension des paneaux de signalisation	44
Tableau 4.2 : Modulations des lignes discontinues	46
Tableau 4.3 : Tableau des ouvrages courant et leur pk.....	58
Tableau 4-4 :Tableau des ouvrages d'art et leur pk	58



Introduction générale.

Les pouvoirs publics viennent d'initier un vaste programme d'étude d'infrastructure au but d'assurer un meilleur maillage du réseau autoroutier national répondant ainsi au souci d'optimisation de ces infrastructures et assurant des liaisons rapides entre les plus grandes agglomérations du territoire national.

A terme le réseau autoroutier sera constitué de l'autoroute Est-Ouest, des rocades 1, 2,3 et 4 ainsi que de la rocade des hauts plateaux.

Dans la même continuité, le lancement de ce programme a pour but d'étudier les liaisons transversales à celles-ci (le réseau autoroutier) et assurant un même niveau de service. Ce seront des pénétrantes.

La wilaya de Tlemcen fait partie de celles qui bénéficieront de ce programme. A cet effet, la Société Algérienne d'étude d'infrastructures (SAETI) s'est chargé de l'étude d'avant-projet détaillé de la pénétrante reliant la ville portuaire de Ghazaouet à l'autoroute Est-Ouest. Par la suite le bureau d'étude chinois FHCC (First Highway Consultants Company) s'est chargé de réviser et d'optimiser la variante de l'étude APD faite par la SAETI de cette liaison autoroutière.

Donc, le présent projet sujet d'étude est « La pénétrante autoroutière Port de Ghazaouet-L'autoroute Est-Ouest », une des liaisons autoroutières dont prévoit le schéma directeur routier et autoroutier à l'horizon 2025. Cette pénétrante se situe complément dans la wilaya de Tlemcen. Notre projet a pour but l'étude d'un tronçon de cette pénétrante reliant le port de Ghazaouet à l'autoroute Est Ouest.

Pour cela on doit vérifier les points suivants :

- Terrain disponible.
- Qualité du terrain.
- Liaison entre localité.
- Développement économique.
- Evolution politique.
- Milieu social.
- Environnement culturel.
- Défense intérieure...etc.

Chapitre I

Présentation du projet

Et étude du trafic

Chapitre. I : Présentation du projet et étude du trafic.

I.1 Présentation du projet :

I. 1.1 Introduction :

Tout d'abord, dans le cadre de la réalisation de la nouvelle liaison autoroutière entre le port de Ghazaouet et l'autoroute Est-Ouest plus précisément au niveau de la région de Hammam Boughrara, la direction des travaux publics de la wilaya de Tlemcen, a confié au bureau d'étude SAETI l'étude de cette liaison.

Ensuite, l'Algérienne des autoroutes, a confié au bureau d'étude chinois FHCC l'optimisation de cette étude en deux tranches ; du PK 0+000 au PK 11+600 et du PK 11+600 au PK 50+068, en jouant un rôle important pour améliorer les conditions du transport des marchandises du port ainsi que stimuler l'activité économique des villes et villages traversés par le dit projet.

Dans notre projet on va faire une étude d'un tronçon de la deuxième tranche du PK45 au PK50

I.1.2 Localisation géographique du projet :

Notre tronçon est la cloture du projet global de la liaison autoroutière il se trouve phjarallele au village du ouled riayh. (Figure 1.1)

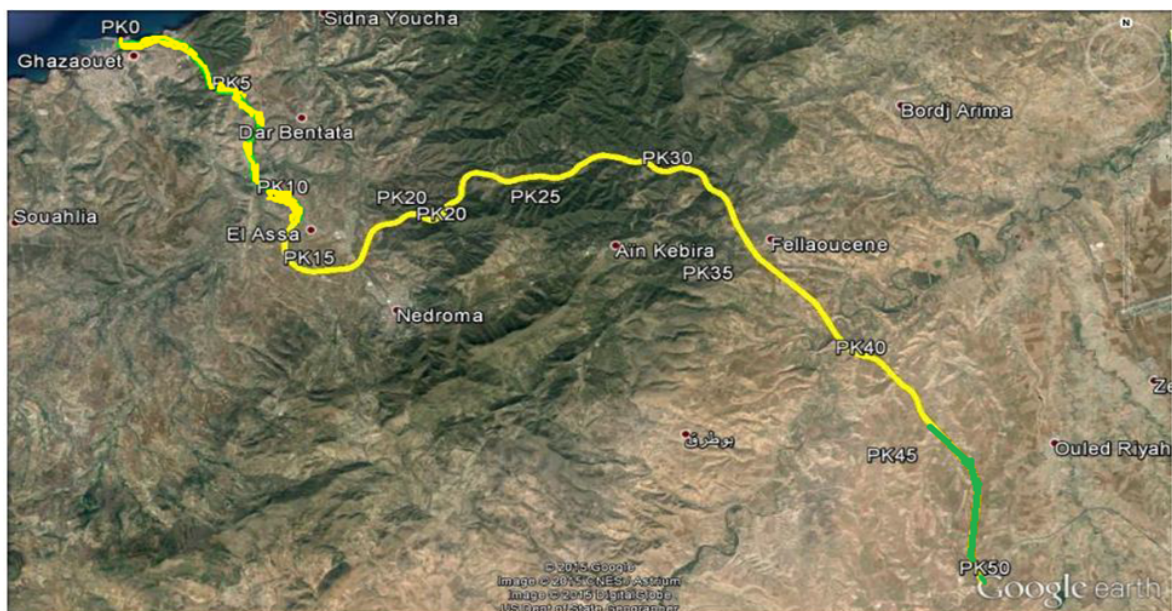


figure 1.1 : localisation du projet . [google earth]

I.1.3 Zone d'influence du projet :

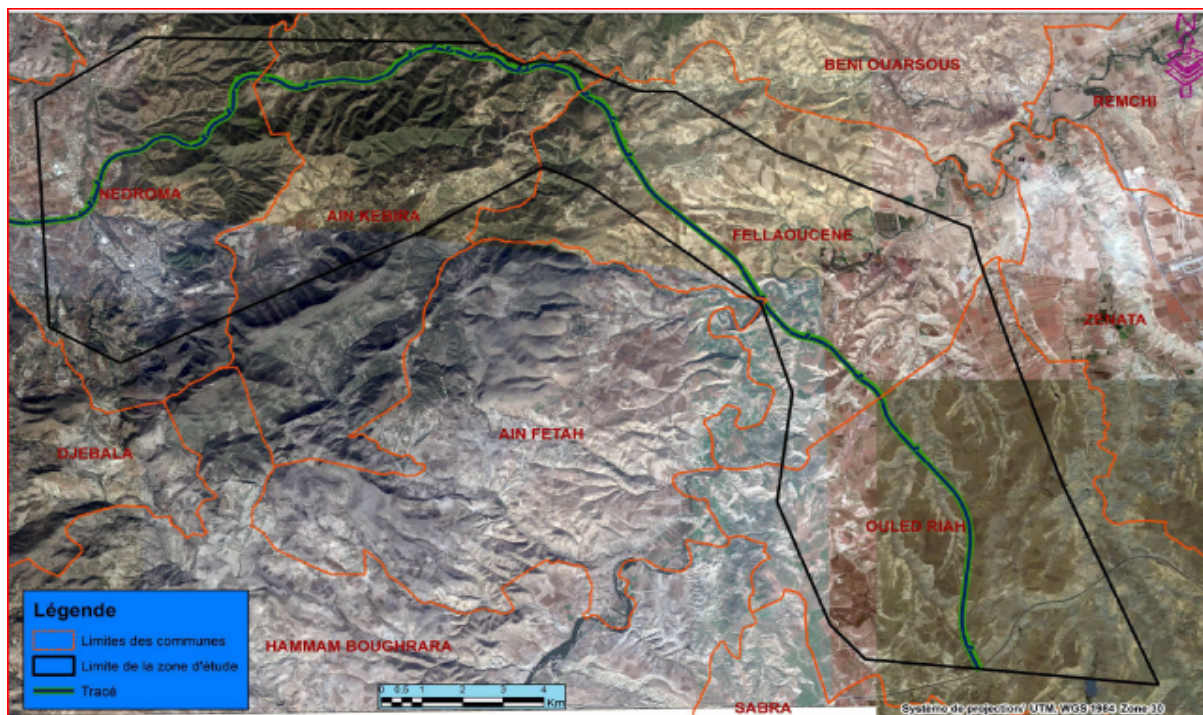


Figure 1.2 plan synoptique du tracé. [google earth]

La zone d'Influence du projet (ZIP), regroupe le territoire géographique délimité par les infrastructures routières fonctionnelles, elle s'étend aux wilayas avoisinantes la wilaya de Tlemcen à proximité de la connexion avec l'autoroute Est-Ouest. Dans la zone d'influence du projet, la RN 98 est le principal axe routier Est-ouest qui relie Tlemcen à Ghazaouet. Entre Ghazaouet jusqu'à Hennaya, la RN 98 affiche une longueur de 59,2 Km.

Les traversées d'agglomérations sont nombreuses, de l'est à l'Ouest, les plus importantes (Ghazaouet, Hennaya, Nedroma, Fellaoucène). La RN 98 traverse notamment les localités suivantes :

- ✓ Sidi Amar.
- ✓ Dar Bentata.
- ✓ Boukio.
- ✓ Zenata.
- ✓ Hennaya.

Ces traversées d'agglomérations influent sur les temps de parcours, la sécurité et les nuisances de circulation en ville.

La zone d'influence du projet est traversée verticalement par des routes nationales telles que :

RN 57 : relie Ghazaouet à Maghnia (AEO), en passant par Souahlia.

RN 35 : relie Remchi à l'Autoroute Est Ouest.

RN 99 : relie Ghazaouet à Maghnia, en passant par Nedroma.

I.2 Collecte des données :

I.2.1 Relief :

De par sa situation géographique, la wilaya de Tlemcen présente des grandes unités de paysages. Elle est composée :

- Au Nord-Ouest, par une zone des Traras, constituée par une chaîne côtière de montagnes très peuplées. Les forêts sont rares et des reboisements occupent la partie centrale autour du mont Fillaoucène.
- A l'Est de la Tafna après son confluent avec l'Isser se trouvent les Monts de Sebaa Chioukh, régions des collines cultivées à faible densité de population.

Le centre de la wilaya est occupé d'Est en Ouest par une zone montagneuse boisée : les monts de Tlemcen, ces montagnes constituent à la fois une réserve forestière relativement importante avec des forêts de chêne liège, de chêne zens, de pin d'Alep et de château d'eau de l'Algérie occidentale grâce à son sous-sol constitué de grès et de dolomies calcaires.

Cette zone montagneuse et forestière représente avec ses vallées et des dépressions 28 % de la superficie de la wilaya.

Entre ces deux massifs montagneux s'étend d'ouest en Est une succession de plaines et de plateaux drainés par des cours d'eau importants prenant naissance pour la plupart dans les monts de Tlemcen.

A l'Ouest, la plaine de Maghnia est bordée au Nord par Oued Mouilah. Constituée en majorité de bons sols, cette plaine de faible altitude (400 m) protégée de l'influence marine par les Traras, bénéficie d'un climat continental aride (pluviométrie inférieure à 400 mm), mais elle dispose d'une nappe importante.

A l'Est de cette plaine une série de plateaux s'étageant entre 400 et 800 m d'altitude bordés au Nord-Ouest par la vallée de la Tafna et au Nord-Est par la vallée d'Isser et découpés par les affluents de la rive droite de la Tafna (Oued Zitoun, Oued Atchane, Oued Bou Messaoud), et de la rive gauche de l'Isser (Oued Chouly, Oued Saf Saf, Oued Sekkak, Oued Amieur), et descendant tous les monts de Tlemcen.

Ces plateaux de moins en moins arides d'Ouest en Est et ces vallées ont fourni à la wilaya de Tlemcen sa réputation de wilaya agricole.

Enfin, au sud une zone septique, géographiquement rattachée aux Hauts plaines occidentales.

La liaison autoroutière entre le port de Ghazaouet et l'autoroute Est-Ouest sera réalisée sur un linéaire de 50 Km.

I. 2.2. Géologie et tectonique :

Dans le projet global Sur le plan géologique, on y trouve des formations aussi bien meubles que rocheuses :

Des alluvions quaternaires au niveau des plaines alluviales de Ghazaouet, de la vallée de Nedroma et de la plaine de Maghnia.

Des dolomies et calcaires ; des grés, argiles et marno-calcaires du secondaire, qui forment les massifs des Traras, ainsi que les marnes Miocènes au voisinage de Hammam Boughrara.

Des granites à l'exemple du massif granitique de Nedroma.

Des roches volcaniques (basaltes, rhyolites), recoupant les formations Moi-Pliocènes.

Dans notre tronçon on a un relief montagneux a une déclivité moyenne, avec des sols hétérogènes alternant les sols à encroutements calcaires caillouteux avec des sols rouges plus profonds

Le plan tectonique, la région est affectée par de grandes failles normales, dont le rejet vertical peut dépasser les 500 m..

I. 2.3 Contraintes géotechniques :

- Les contraintes géotechniques sont :

- Présence de reliefs montagneux.
- Problème d'inondation (passage de zones de reliefs aux zones de plaines).
- Présence de formations rocheuses (recours probable à l'explosif).
- Problème de stabilité (glissement en présence de terrains marneux).
- Présence de formations rocheuses fissurées.

I. 2.4 Les données climatiques :

Le dimensionnement d'un corps de chaussée s'effectue avec une température équivalente de la région, c'est à dire la variation de température de cette région sur plusieurs cycles d'années.

<i>La température équivalente</i>	<i>Zone climatique</i>		
	<i>Zone I et II</i>	<i>Zone III</i>	<i>Zone IV</i>
	<i>20°C</i>	<i>25°C</i>	<i>30°C</i>

-Tableau 1.1 températures équivalentes des zones en algerie.[8]

D'après le " catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CCTP 2001)" La wilaya de tlemcen est classée en Zone II notre projet et clasée dans cette zone, donc la temperature equivalentes considerer pour notre dimensionnement est 20°C.

I .3 Etude du trafic :

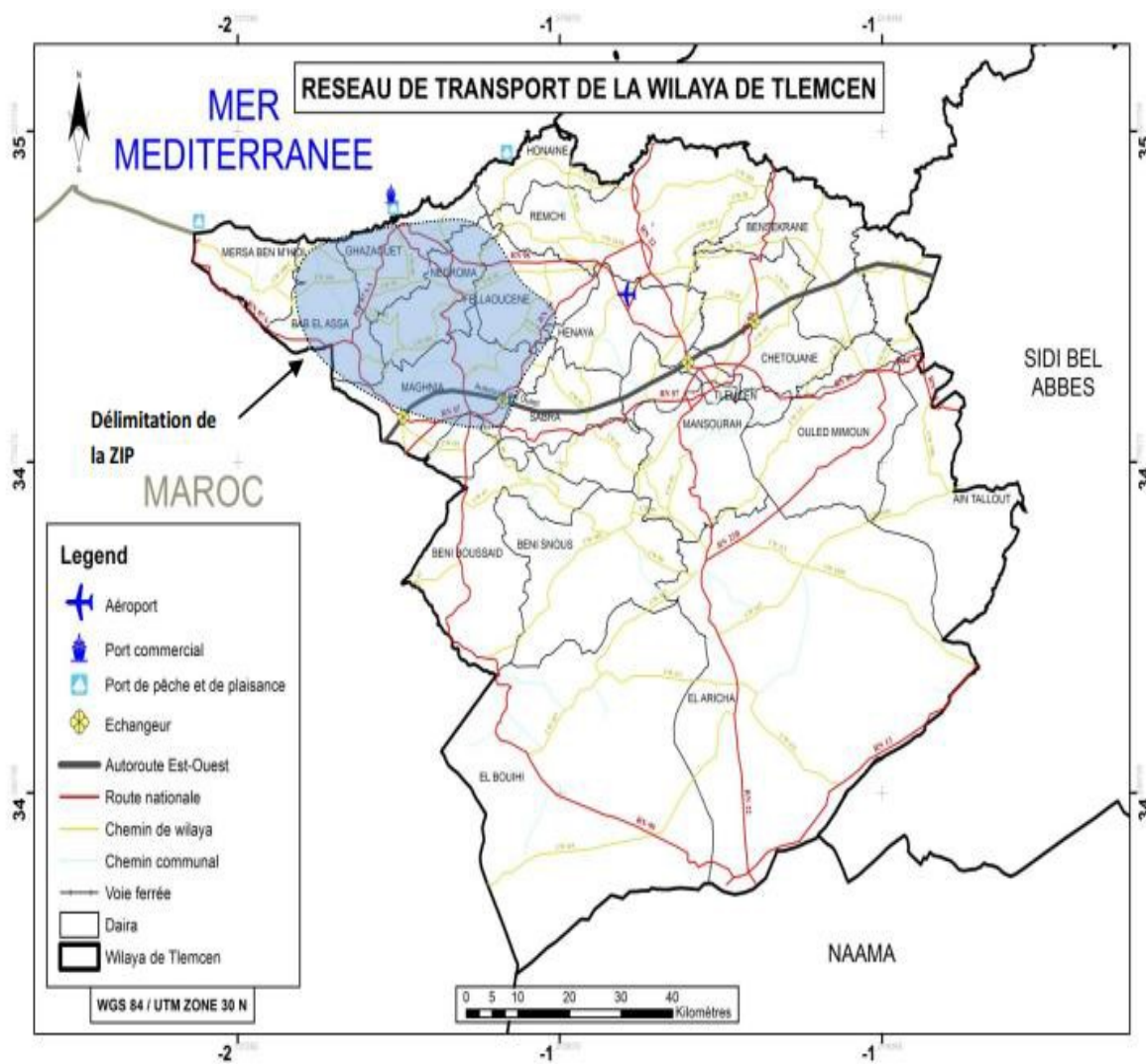


Figure 1.3 réseaux de transport de la wilaya de Tlemcen. (DTP tlemcen).

La quantification du trafic sur un itinéraire déterminé se réalise à l'aide de l'opération de comptage appelée "Comptage routier".

I.3.1 Comptage routier :

a).Introduction :

Les comptages routiers constituent la formule d'enquête pour la détermination :

- du volume de la circulation sur un axe à étudier, des flux de circulation des intersections et jonction de routes.

b) type de comptage routier :

- Les comptages manuels ou visuels,
- Les comptages automatiques routiers,

-Les comptages manuels ou visuels :

C'est une quantification faite par observation directe sur les lieux dans un endroit bien définie, cette quantification es opérée par une personne physique, c'est un recensement des différentes catégories des véhicules passant sur un itinéraire L'outil de travail est un tableau où sont portés instantanément les passages des véhicules par catégorie.

-Les comptages automatiques routiers :

Le comptage routier automatique en section consiste à recenser les véhicules sur un axe routier simple ou double sens.

Les résultats de ces comptages sont fournis par sens, par classe de véhicule et sont échantillonnés toutes les heures (ou autre intervalle de temps).

D'autres informations sont accessibles comme la vitesse (distribution, moyenne, minimale, maximale, écart-type), écar

Moyen entre 2 véhicules qui se suivent.

Le comptage routier automatique en section est le plus souvent effectué sur une période de plusieurs jours, de l'ordre de 1 à 2 semaines, afin d'avoir des éléments fiables sur le Trafic Moyen Journalier, les jours de pointes, le week-end, etc...

- Le Trafic Journalier Moyen Annuel (TJMA).
- Le trafic journalier moyen hors été.
- Le trafic journalier moyen en été.
- Le trafic de pointe.
- Le trafic de pointe en été.
- Le trafic journalier de fin de semaine.



Figure 1.4 photo de pose d'un compteur de comptage, (département des pyrénées orientales)

I.3.2 Détermination du type du réseau principal :

La durée de service pour ce projet est de 20 ans, datée de 2020,

Après l'analyse du réseau de circulation dans l'envergure du projet par les méthodes expliquées avant, voilà un tableau qui montre le trafic journalier moyen.

Trafic	2020		Proportion PL(%)
Section	TJMA	PL	
	18468	2955	17

Tableau 1.2 : Trafic journalier moyen

I.3.3 Choix du niveau de réseau:

On a :

$$TJMA_{2020} = 18\,468 \text{ v/j} > 1500 \text{ v/j.}$$

D'après " catalogue de dimensionnement des chaussées neuves fascicule 1" le réseau principal est du niveau bn RP1.

I.3.4 Détermination de la classe du trafic :

On a :

$$TPL_{2020} = 2955 \text{ PL/J/Sens.}$$

D'après le fascicule 1 de catalogue de dimensionnement Algérien on a le tableau suivant qui représente la classe de trafic :

TPL _i	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

Tableau 1.3 classe du trafic suivant le poids lourd.

La classe du trafic et TPL6.

La norme B40 retient une classification en cinq catégories fonctionnelles correspondant aux finalités économiques et administratives assignées par la politique d'aménagement du territoire pour l'ensemble des itinéraires d'Algérie.

Catégorie socio-économique	Catégorie 1			Catégorie 2			Catégorie 3			Catégorie 4			Catégorie 5		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Environnement															
Vitesse de référence VVL	120	100	80	120	100	80	120	100	80	100	80	60	80	60	40

Tableau 1.4 classement des catégories suivant la norme B40.

NB : D'après la norme B40 notre projet est classé dans la catégorie 1 car notre infrastructure fait partie des routes qui assurent les liaisons entre les grands centres économiques.

Calcul de sinuosité :

$$\sigma = l_s/L$$

$$l_s = \sum LR \text{ inférieur à } 200$$

dans notre tronçon on a le rayon minimal 1500 donc $l_s=0$

$$\sigma=0$$

Sinuosité faible notre route donc est classé en E1.

Conclusion :

Notre tronçon autoroutier a un débits important et un pourcentage de poids lourd important

Notre tronçon est classé en RP1 et la classe du trafic est TPL6.

Chapitre II

géométrie de la route

Chapitre II :géométrie de la route :

Introduction : Un projet de route d'une façon général comporte dans son dossier un tracé en plan un profil long et un profil en travers.

II .1 Tracé en plan :

II 1.1 Définition

Le tracé en plan renseigne immédiatement sur la sinuosité d'une route. Il consiste à représenter l'axe de la route par un ensemble d'éléments constitué de segments de droite et d'arcs de cercle tangents aux axes de droites ou dans certain cas le raccordement des segments de droite par des courbes de raccordement progressif.

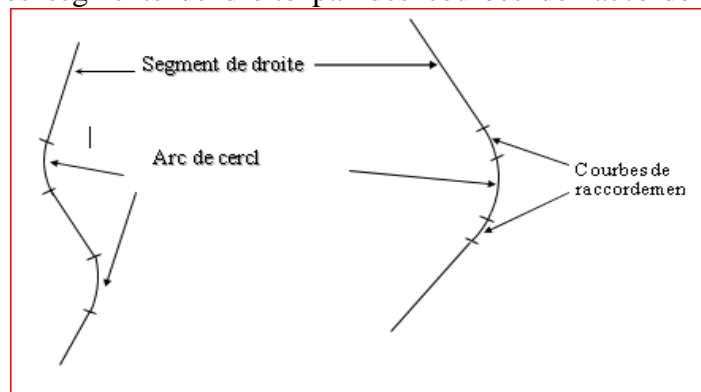


Figure 2.1 :element constitue du trace en plan .

Désignation des paramètres	Symbole unité	Environnement		
		Facile	Moyen	Difficile
Vitesse de référence		120	100	80
Alignement droit max	L(m)	2400	2000	1600
Rayon minimum normal	R(m)	1000	650	450
Rayon minimum absolu	R(m)	650	450	250
Rayon au déversé minimum	R(m)	2200	1600	1000
Rayon non déversé	R(m)	5000	-----	-----
Clotoïde minimum	A(m)	350	250/225	200/150
Clotoïde minimum absolue	A(m)	275/250	225/200	175/150
Rayon minimum sans courbe	A(m)	3200	3000	1500

Tableau 2.1 : Normes géométriques du tracer en plan pour les autoroutes [4]

II 1.2 Règles a respecté pour le trace 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 franchi 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.

II 1.3 Elements du trace en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Des droites (alignements).
- Des courbes de raccordement(CR) de courbures progressives.

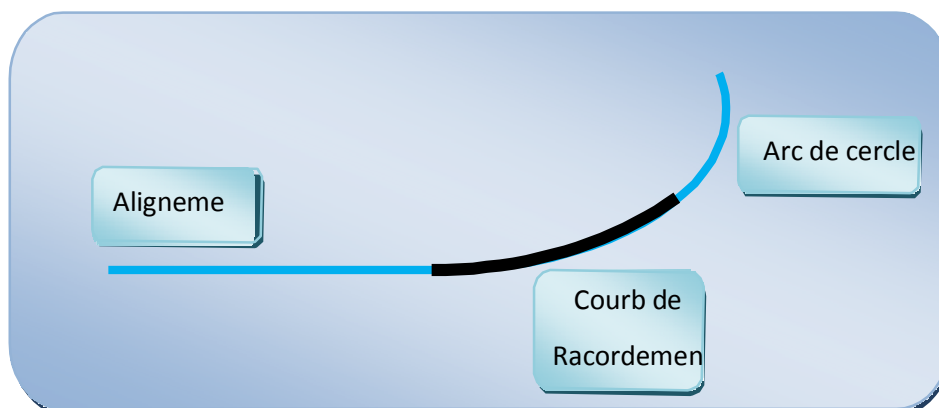


Figure 2.2 : element d'un tracé en plan. [4]

a) Le tracé en alignement :

Il existe une longueur minimale d'alignement L_{\min} qui devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles.

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires

sont raccordées par une courbe en C, Ove, S, ou à sommet.

La longueur maximale L_{\max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

Longueur maximale

$$L_{\max} = 60V_b \text{ (m/s)} = 60 \times V_b \text{ (Km / h)} / 3.6 \text{ (} V_b=120\text{km/h)}$$

$$L_{\max}=60 \times V_b / 3.6 = 2000\text{m}$$

Longueur minimale.

$$L_{\min} = 5V_b \text{ (m/s)} = 5 \times V_b \text{ (Km / h)} / 3.6$$

$$L_{\min}=5 \times V_b / 3.6 = 167\text{m}$$

b) Le tracer en courbe :

Dans un tracer la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite - devers exprimée par sa tangente.

Remarque :

- Le devers « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas)
 - Le devers « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux. Ceci nous conduit à la série de couples (Catégorie, d).

Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu RH_m avec :

- $D_{\max} = 7\%$ pour les catégories (1– 2) ;
- $D_{\max} = 8\%$ pour les catégories (3– 4) ;
- $D_{\max} = 9\%$ pour la catégorie 5.

II 1.4 Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RH_m , on utilise autant que possible des valeurs de rayon \geq à RH_N .
- Les rayons compris entre RH_m et RH_d sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à 0,5% près.
- Les rayons compris entre RH_d et RH_{nd} sont en dévers minimal d_{\min} .
- Les rayons supérieurs à RH_{nd} peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.
- Un rayon RH_m doit être encadré par des RH_N .

II.1.5 Visibilité en courbe :

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

Lorsqu'un véhicule circule dans une courbe, il occupe une largeur plus grande que sur l'alignement droit ; compte tenu de l'empattement du véhicule, les roues arrière n'épousant pas exactement le tracé de celles de devant.

La valeur de la Sur largeur théorique S nécessaire pour une voie de circulation :

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

- L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10\text{m}$) ;
- R : rayon de l'axe de la route.

II 1.6 Courbes de raccordements :

Le fait que le tracé soit constitué d'alignement et d'arc ne suffit pas, il faut donc prévoir des raccordements à courbure progressif, qui permettent d'éviter la variation brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaires et ça pour assurer :

- La stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Un tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

II 1.7 Type de courbes de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- Parabole cubique
- Lemniscate
- Clothoïde

-Les courbes dans raccordement les plus utiliser son les clothoïde.

La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il infini jusqu'au point asymptotique ou il s'annule, la courbure de la clothoïde est linéaire.

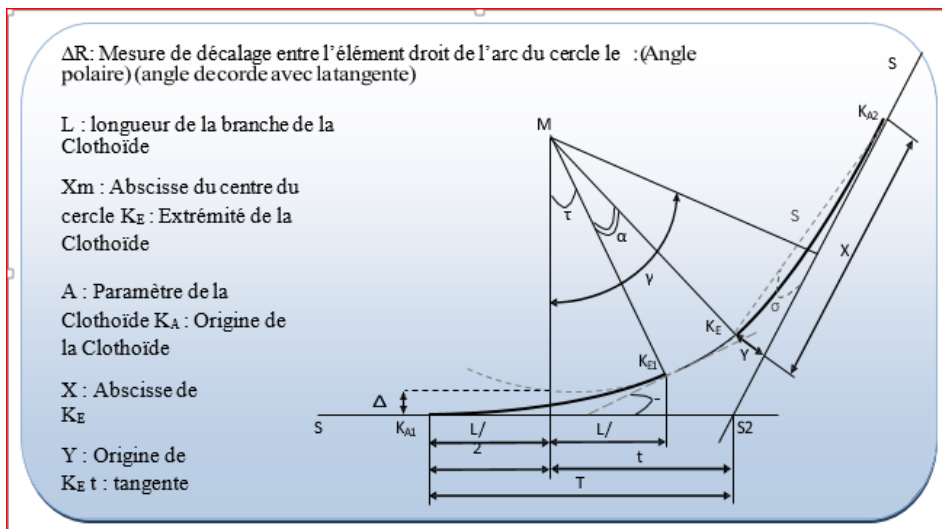


Figure 2.3 : schéma d'une clothoïde

- ✓ Pour assurer une bonne circulation des voitures et éviter toute sorte de danger il y'a trois condition a respecter.

-1-Condition optique [1]

La Clothoïde doit aider à la lisibilité de la route on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être $\leq 3^\circ$ pour être perceptible à l'œil.

- Règle générale (B40) :

2-Condition de confort dynamique. [1]

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

$L = \sqrt{24R \cdot \Delta R}$	
$R \geq 1000m$	$\Rightarrow \Delta R = 0.5m$ à
$R > 1000$	$\Rightarrow \Delta R = 1m$ à
$R > 2000$	$\Rightarrow \Delta R = 1.75m$ à
$R > 5000m$	$\Rightarrow \Delta R = 2,5m$

$$L < 20 \left(\frac{V_b^2}{3.6} \right) \left[\frac{V_b^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right]$$

R : rayon en (m).

D : variation de dévers.

3- Condition de gauchissement [1]

Le demi chaussé extérieur au virage de C. R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule. Le raccordement doit assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers. D

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversée et de son axe de tel sorte que

$$P < (0,5/V_B.)$$

- L : longueur de raccordement.
- l : largeur de la chaussée.
- d : variation de dévers.

II 1.8 Etude de projet :

Pour tracer notre axe de route on avait la possibilité entre deux variantes

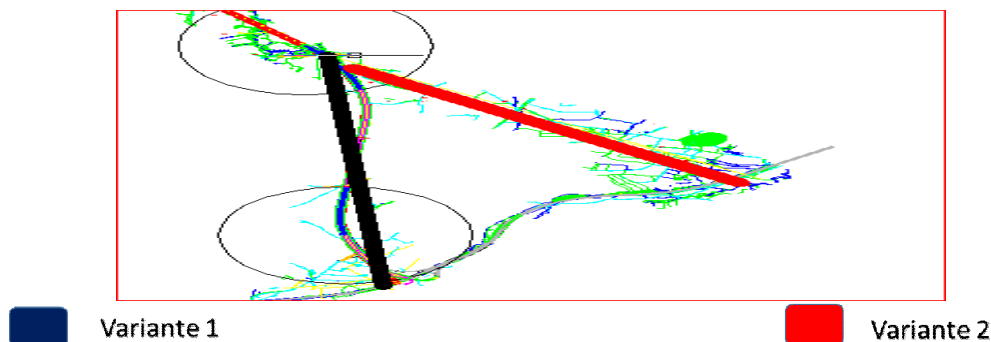


Figure 2.4 capture de covadis qui montre les deux variants possible du tracé en plan

On a fait notre choix suivant plusieurs critères: -la géologie du terrain.

-la sinuosité du tracé .

-les obstacles (Oued, Riviereect)

On a constaté que pour la variante 2 le sol est de mauvaise qualité et la réalisation dans ce tracé nécessite une fortune d'argent si non on est obligé de réaliser notre chaussée avec une vitesse max qui est égale à 90km/h ..

Pour la variante 1 il y'avait plus de sinuosité que la première mais le sol était de bonne qualité et on peut se permettre une vitesse $V = 120 \text{ km/h}$.

Donc de point de vue économique on a choisie la variante 1 .

-Dans notre projet de 5km on doit assurer que le rayon minimal soit supérieur a 1500m on a deux courbes de raccordement une au pk46+000 dans un virage a gauche avec un rayon de 2145m et la deuxième au pk48+920 dans virage a droit avec un rayon de 1900m , on a un alignement droit de plus que 1.3 km.

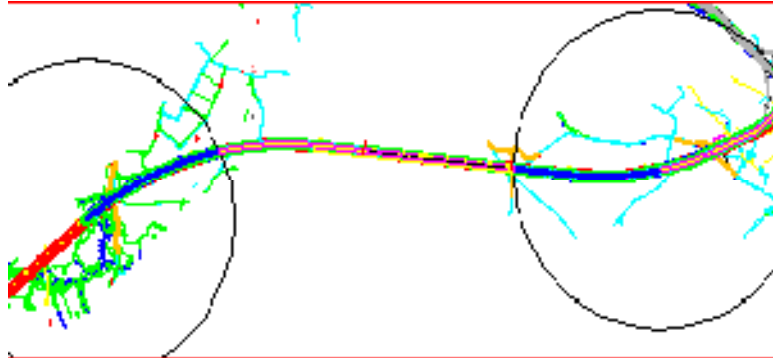


Figure 2.5 :capture d'autocade du tracé en plan qui montre les deux raccordement .

II.2. Profil en long :

II.2.1. Définition :

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

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles.

a route est en définitive, une surface gauch dont les formes doivent être harmonieuses, confortables et sures .Pour cela il faut examiner les nombreuses considérations du profil en long :

- Ecoulement des eaux ;
- Comportement des véhicules dans les rampes ;
- Confort dynamique du conducteur ;
- Visibilité ;

Désignation des paramètres	Symbole unité	Environnement		
		Facile Difficile	Moyen	
Vitesse de référence		120	100	80
Déclivité maximum	P (%)	4	5	6
Déclivité minimum	P (%)	0.5	0.5	0.5
Raccordement convexe	RV (m)	16000	8000	4000
Raccordement concave	RV (m)	10000	5000	3000
La longueur de la courbe de profil en travers	L (m)	240	200	160
Largeur de voie	L (m)	3.5	3.5	3.5
Dévers minimum	(%)	2.5	2.5	2.5
Dévers maximum	(%)	5	6	7

Tableau 2.2. Normes géométriques du profil en long pour les autoroutes.

II 2.2 La caractéristiques générales :

a) - Rampes :

Les rampes posent des problèmes très complexes. L'énergie consommée dans une rampe dépend non seulement de son inclinaison, mais aussi de sa longueur et de la possibilité des véhicules à se lancer pour aborder la rampe en vitesse. Elle dépend aussi de l'importance de la circulation et de probabilités pour qu'un véhicule rapide ne soit pas gêné par un véhicule lent.

b) -Pentes :

On constate que certaines grandes descentes peuvent être particulièrement dangereuses pour les poids lourds.

c)-Rayon verticale en angle saillant :**c)-1-Rayon verticale en angle saillant :**

Dans ce cas la condition de visibilité est très importante car l'accélération radiale agit en sens inverse de la pesanteur.

Pour calculé R on fait appel à l'équation suivante :

$$R = \frac{d^2}{2[h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 h_2}]}$$

Avec :

R : rayon en courbure en angle saillant.

d : distance de visibilité d'arrêt ou de manœuvre de dépassement.

h_2 : dépend du type de l'obstacle en fonction du type de la route .

h_1 : la position de l'œil du conducteur supposé à 1.10m au dessus de la chaussée.

Pour les chaussées unidirectionnelles :

La distance de visibilité d'un obstacle éventuel de 0,15m d hauteur doit être au moins égale à la distance d'arrêt pour la vitesse de référence ou l'œil du conducteur est supposé être à 1, 10m d'auteur avec :

d : distance de visibilité d'arrêt.

h 1 : 15 cm cat.1 et 2.

h 2 : 20 cm < cat.4 et 5

Le rayon minimal en angle saillant de la chaussée unidirectionnelle varie de 500 à 18000 selon la vitesse de référence.

Vitesse (Km/h)		40	60	80	100	120	140
Rayon en angle saillant pour chaussée unidirectionnelles	R min absolu	500	1500	2500	6000	12000	18000
	R min normal	1500	4500	6000	12000	12000	12000

Tableau2.3 des rayons minimaux suivant les normes.

c)-2- Rayon vertical en angle rentrant :

Dans ce cas la visibilité ne pose pas de problème particulier (sauf la nuit) et la condition de confort doit être prise en considération

La norme Algérienne (B40) retient la valeur de l'accélération radiale contraignante de $g/40$ pour les catégories (1, 2) et $g/30$ pour les catégories (3,4 et 5)

Pour $g=10\text{m/s}$ on a :

$$R=0,31 V_R^2 \quad (\text{cat.1,2})$$

$$R=0,24 V_R^2 \quad (\text{cat.3,4 et 5})$$

Pour la circulation de nuit, il faut qu'un obstacle éventuel sur la chaussée puisse être aperçu à la distance de visibilité d'arrêt, dans un faisceau de phares d'axe parallèle à la surface de la chaussée située à 75cm d'hauteur.

$$R_v = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035 d_1)}$$

d : la distance d'arrêt sur l'objet éventuel

II 2.3 Les principaux paramètres du choix d'un profil en long :

a) - Ecoulement des eaux :

Le profil en long des caniveaux des fossés est lié à celui de l'axe de la chaussée si l'on veut assurer un bon écoulement des eaux il est recommandé d'éviter les déclivités inférieures à 0,5% si l'on réalise une chaussée en palier il faut donner au profil en travers un seul versant incliné transversalement à 3%.

Une solution consiste à substituer au palier un profil ondulé constitué d'une succession de pentes et de rampes de 0,5% avec des avaloirs rapprochés tous les 50m par exemple

b) - Limitation des déclivités :

Les études économiques montrent qu'il est souhaitable de ne pas dépasser une déclivité de 4% sur les rampes de longueur supérieure à 500 m surtout quand il s'agit de voies parcourues par une circulation importante de poids lourds.

Les déclivités maximales varient de 4 à 8% (voir tableau)

Catégorie	Facile (plate)	Moyen	Difficile
1-2	4%	5%	6%
3	5%	6%	7%
4-5	6%	7%	8%

Tableau2.4 : Déclivités maximal.

Pour les dénivelés importants ou très localisés les valeurs du tableau précédent pouvant être dépassées et fixées après étude économique. En particulier en environnement difficile la valeur maximale peut être majorée à 2% cette dernière valeur est celle pour les routes de montagne.

c)-Le confort :

Lorsque le profil en long comporte une courbe à forte courbure, les véhicules sont soumis à une accélération verticale importante qui modifie les conditions de stabilité et affecte sensiblement le confort des usagers.

On admet qu'une telle accélération est supportable si elle ne dépasse pas $0,25\text{m/s}^2$ soit $g/40$.

d)- La visibilité :

Une condition essentielle pour la détermination du profil en long est d'avoir une visibilité satisfaisante sur une chaussée à double sens, la sécurité impose que deux véhicules venant sur la même voie s'aperçoivent à temps pour pouvoir s'éviter.

II 2.4 éléments des raccordements paraboliques :

En pratique l'arc est assimilé à une branche de parabole ayant pour équation :

$$X^2 - 2Fr = 0$$

$$F = X^2$$

$$2R$$

Le choix de la parabole est justifié par la facilité de construction par abscisse et ordonnées.

$$T (\text{tan gente}) = T = (R \times P + \frac{P}{2}) / 100 \quad (\text{ p et p' sont de sens contraire)}$$

$$T (\text{tan gente}) = T = (R \times P - \frac{P}{2}) / 100 \quad (\text{ p et p' sont de même sens)}$$

$$SB (\text{bis sectrice}) = T^2 / 2R$$

II-2.5- Description du profil en long :

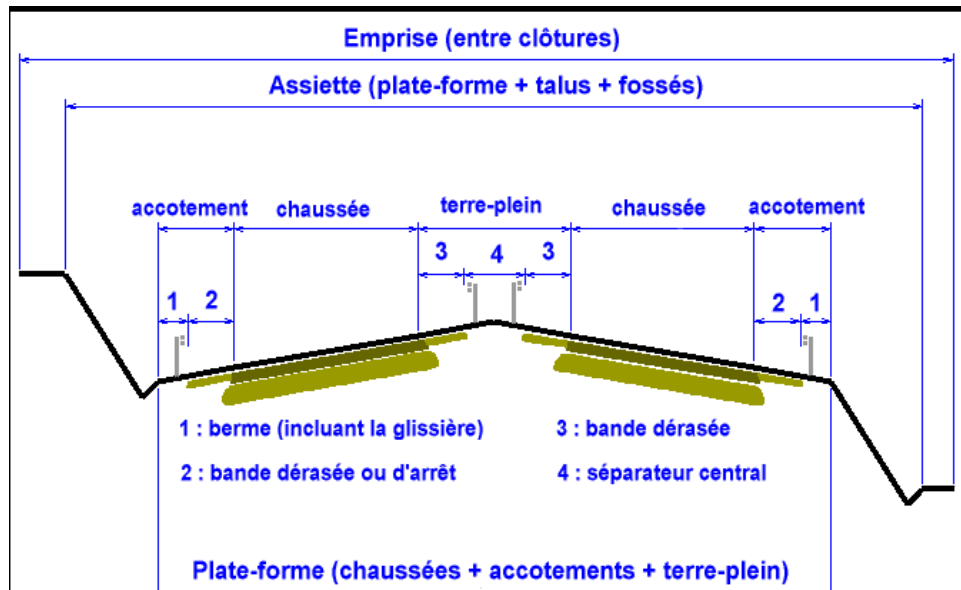
Le profil en long a été tracé de telle façon à respecter les règlements en vigueur il a été conditionné par :

- Les altitudes des ouvrages d'art, en respectant les rayons minimums et assurant les déclivités.
- Les pentes et les rampes pour éviter la stagnation des eaux ; elles ont été choisies selon les normes B40.
- La ligne rouge de l'autoroute établie au profil en long montre les pentes longitudinales, les courbes verticales et les altitudes au niveau du revêtement.
- Elles concernent les axes longitudinaux des deux chaussées à droite et à gauche de l'axe de l'autoroute.

II. 3 profil en travers :

II. 3.1 Introduction :

Après l'étude du tracé en plan et du profil en long qui recherchent essentiellement l'évolution de l'axe de la route, il s'agit maintenant de définir le troisième élément géométrique d'un projet routier le profil en travers.



Un projet de route comporte le dessin d'un grand nombre de profil en travers. Pour éviter de reporter sur chacun d'eux des dimensions générales qui se répètent et des détails constructifs communs, on établit tout d'abord un profil unique appelé profil type contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs.

- Largeur des voies.
- Chaussée
- Dimensions des couches de la superstructure.
- Système d'évacuation des eaux.
- Détail.

Le profil en travers type s'établit généralement à l'échelle 1/50.

Les profils en travers perpendiculaire à l'axe de la route dessinés à l'échelle 1/100 (Altitude du terrain et altitude de la route).

II. 3.3 Différents éléments d'un profil en travers type :**- chaussée :**

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.

La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

- largeur roulable :

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

- La plateforme :

C'est la surface de la route située entre le fossé ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

-Assiette :

Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

- L'emprise :

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc....), elle coïncidant généralement avec le domaine public.

- Les accotements :

Les accotements sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent.

❖ Extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés. Ils

comportent généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

- Le terre-plein central :

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

- Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage).
- Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

II.3.4 Etude du projet :

Les gabarits de l'autostrade, des routes transversales et des échangeurs autoroutiers sont projetés sur la base de ceux adoptés dans la phase APS.

L'étude actuelle traite les gabarits concernant la première étape de construction de l'autostrade. Tous les ouvrages – passages supérieurs et inférieurs, ponts, buses, dalots etc.. ; sont choisis en tenant compte de la seconde étape de construction de l'autostrade.

L'assainissement du terre plein central devra subir des modifications en vue de la seconde étape de la réalisation de l'autostrade. Les regards des collecteurs longitudinaux et transversaux devront être surélevés.

Une révision du projet sera nécessaire concernant les niveaux de la demi-buse d'assainissement de terre plein central. Les fonctions du drainage au-dessous de la demi-buse seront maintenues pour la seconde étape de construction de l'autostrade. Par contre il sera nécessaire aussi de déplacer la glissière de sécurité.

Le gabarit de l'autostrade pour chaque direction suivant les normes algériennes comprend :

- Trois bandes de circulation de largeur 3.5m chacune 10.5m
- Une bande d'arrêt de largeur 2.5m
- Accotements 1.5m
- Terre plein central (première phase) 3m
- Une distance totale d'une direction est de 16 m

Le gabarit total de l'autostrade y compris les accotements est de 32m.

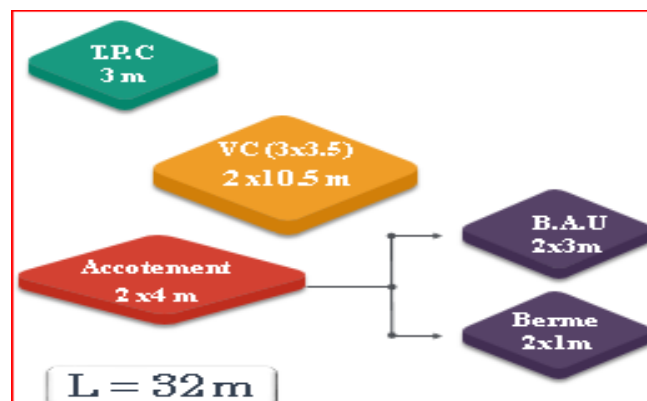


Figure 2.9: les éléments de notre profil en travers type

Conclusion:

Le trace en plan nous donnent des information sur la sinuosité du terrain les allingment droit et les courbes arc de cercles , le profil en long nous montre les ramps et les pentes du terrain,et en enfin les profils en travers nous informs sur la chaussée et ces différents éléments .

Chapitre III

Structure de la chaussée

Chapitre III : Structure de la chaussée :

Introduction :

L'estimation d'un projet routier ne se limite pas en un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, d'une fois réalisée ,elle devra résister aux agressions des agents extérieurs et a la surcharge d'exploitation :action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques ,pluie neige, verglas...etc .pour cela, il faudra non seulement assurer a la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister a toutes ces chagres pendant sa durée de vie.

- Le corps de chaussée est dimensionné pour supporter la circulation du trafic pour une durée bien déterminée. Il est défini comme étant l'épaisseur des différentes couches et matériaux qui seront mis en place pour constituer le corps de chaussée.

Définition de la chaussée :

-Au sens géométrique la chaussée est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

-Au sens structurel c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

III.1 Les différentes types de chaussées:

> les chaussées classiques (souples et rigides> les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides).

Les matériaux utiliser dans ces deux types sont :

>- BB : béton bitumineux

> GB : grave bitume

>- GT : grave traité

>- G.N.T : grave non traité.

1 Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

Les sols et matériaux pierreux à granulométrie étalée ou serrée.

Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissent des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

2-Chaussée semi -rigide :

On distingue : conseil

>- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,)

La couche de roulement est enrobée hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé dont l'épaisseur minimale doit être de 15 cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie .

Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

3- Chaussée rigide :

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, un grave traité aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie au niveau des aéroports.

Le type matériaux utiliser dans la chaussée est choisie suivant plusieurs critère.

*Les principaux rôles des couches:

-Couche de surface :

Cette couche est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation. Elle est composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison,

La couche de roulement a pour rôles :

> D'imperméabiliser la surface de la chaussée.

> D'assurer la sécurité et le confort des usagers.

-Couche de liaison :

La couche de liaison a pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

- Couche de base :

La couche de base a pour rôle essentiel de reprendre les efforts verticaux et de répartir les efforts normaux qui résultent sur les couches sous-jacentes.



Figure 3.1 : Corps de chaussée et ces différentes couches.

III.2 Dimensionnement de la chaussée :

Pour dimensionner le corps de chaussée on doit prendre en compte le facteur suivant:

- La portance du sol.
- Trafic.
- Climat et environnement.

Au niveau mondial plusieurs méthodes ont été conçues pour le dimensionnement d'un corps de chaussée.

Dans notre projet on va utiliser la méthode de gatalogue algerien de dimensionnement des chaussée neuve fascicule (1-2-3).

La méthode du catalogue Algérien.

Les paramètres de bases pour le dimensionnement des chaussées neuves en suivant le catalogue Algérien sont :

- Le trafic.
- La durée de vie.
- Les données climatiques.

- Le sol support de la chaussée.
- Le risque de calcul considéré et les caractéristiques des matériaux.

III 2.1 Détermination du type du réseau principal :

D’après les résultats trouver dans l’étude de trafic

On a :

$$TJMA_{2020} = 18\,468 \text{ v/j} > 1500 \text{ v/j.}$$

Donc d’après " catalogue de dimensionnement des chaussées neuves fascicule 1" le réseau principal est du niveau bn RP1. [8]

On a :

$$TPL_{2020} = 2955 \text{ PL/J/Sens.}$$

D’après les résultats trouver dans le chapitre

La classe du trafic et TPL6

$$TCE_i = TPL_i \times \left(\frac{(i+1)^n - 1}{i} \right) \times 365 \times A$$

A : le coefficient d’agressivité.

N : durée de vie.20ans

i: taux d’accroissement 4%

Notre projet se trouve dans la Zone climatique II D’après le gatalogue de dimensionnement Algerien fascicule 2.

Niveau de réseau principal (RPi)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB, GB/Tuf, GB/SG	0,6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL, BCg/GC	1

Tableau 3.1 type des matériaux de la chaussée suivant le gatalogue de dimensionnement Algerien.

-Dans notre projet on va utiliser la chaussée a matériaux traites on bitume a vu la situation du projet et les matériaux disponibles dans l’entourage de cette zone.

On prend A=0.6

$$TCEi = 2955 \times \left(\frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04} \right) \times 365 \times 0.6.$$

$$TCEi = 19.27 \times 10^6.$$

III 2.2 La détermination de la portance du sol-support de la chaussée

➤ **La classe de portance**

La classe de portance du sol est en fonction de l'indice CBR (**I_{CBR}**), dans notre présente étude l'indice CBR est égale à 4.8 (**I_{CBR} ≈ 4.8**), donc la classe de portance du sol support de la chaussée est **S4** suivant le fascicule de dimensionnement des chaussées neuves algérien (Fascicule 1).

Notre sol nécessite une couche de forme car S4 est de mauvaise portance.

III 2.3 Choix des structures types par niveau de réseau principal :

D'après le catalogue de dimensionnement on a les structures suivantes :

- GB/GB
- GB/GNT
- GL/GL
- BCg/GC

Pour la structure de type GB/GB on a une durée de vie de 20 ans. D'après le fascicule 3 on a la structure de chaussée suivantes : [8]

TPI PI/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000		8 BB 14 GB 15 GB	8 BB 12 GB 13 GB	8 BB 11 GB 11 GB
3000		8 BB 12 GB 13 GB	8 BB 11 GB 11 GB	8 BB 10 GB 10 GB
1500		6 BB 11 GB 12 GB	6 BB 10 GB 10 GB	
600		6 BB 10 GB 10 GB		
300				
150				

Figure 3.2 : Determination de la structure de chaussée . [8]

-Donc d'après le tableau de fascicule 1 de gatalogue de dimensionnemnt algérien la structure de chaussée et la suivante :

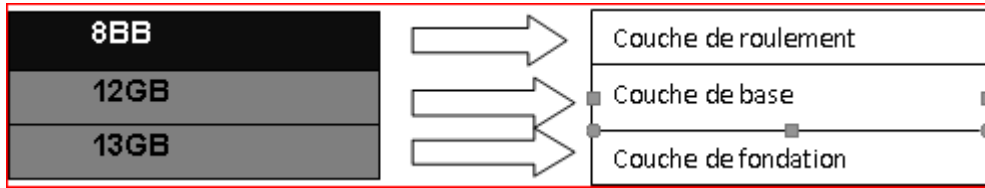


Figure 3.3 les couches de la structure chaussée .

Remarque : comme notre sol nécessite une couche de forme, d'après le fascicule 3, on surclasser le sol S4 visé à S2 et on choisit une couche de forme de 60 cm sur deux couches d'épaisseur de 30 cm en Tuf.

III 2.4 Calcul des déformations admissibles :

Déformation admissibles a la base de GB:

$$\varepsilon_{t,ad} = \varepsilon_6 (10^\circ, 25 \text{ Hz}) \times k_{ne} \times k_{\theta} \times k_r \times k_c$$

ε_6 : Déformation limitée à 106 cycles. Avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz.

K_{ne} : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

k_{θ} :Facteur lié à la température.

k_r :Facteur lié au risque et aux dispersions.

K_c : Facteur lié au calage

$$\varepsilon_6 = 100 \times 10^{-6}$$

$$K_{ne} = \left(\frac{T_{CEI}}{106}\right)^b ; k_{\theta} = \left[\frac{E(10^\circ, 10 \text{ Hz})}{E(\theta_{eq}, 10 \text{ Hz})}\right]^{0.5} ;$$

$$k_r = 10^{-tb\delta} ; K_c = 1,3$$

- b : pente de la droite de fatigue ($b < 0$) = -0.146
- $E(10^\circ c)$: module complexe du matériau bitumineux à 10°C.
- $E(\theta_{eq})$: module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée .
- δ : La dispersion =
- S_n : dispersion sur la loi de fatigue
- S_h : dispersion sur les épaisseurs
- C : coefficient égal à 0.02.
- t : fractile de la loi normale qui est en fonction du risque adopté ($r\%$).

Matériaux (MTB)	E(20°C,10HZ) (Mpa)	E(10°C,10HZ) (Mpa)		-1/b	SN	Sh (cm)	v	Kc calage
BB	4000	-	-	-	-	-	0.35	-
GB	7000	12490	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3
SB	-	3000	245	7.63	0.68	2.5	0.35	1.3

Tableau 3.2: caractéristique des matériaux.

$$Kne = \left(\frac{19.27 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0.146} = 0.64 ; k\theta = \left[\frac{12490}{7000}\right]^{0.5} = 1.33 ;$$

$$kr = 10^{-1.036 \times 0.146 \times 0.609} = 0,808$$

$$\epsilon_{t,ad} = \epsilon_6 (10^\circ, 25 \text{ Hz}) \times kne \times k\theta \times kr \times kc$$

$$\epsilon_{t,ad} = 100 \times 10^{-6} \times 0,64 \times 1,33 \times 0,808 \times 1,3$$

$$\epsilon_{t,ad} = 0,894 \times 10^{-4}$$

Calcul de la déformation admissible sur sol support $\epsilon_{z,ad}$

Résultats de la simulation :

Voici les résultats de la simulation à l'aide du logiciel Alizé-LCPC :

Structure de base				
	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0.08	5400	0.350	bb
collé	0.12	7000	0.350	gb1
collé	0.13	7000	0.350	gb1
	infini	20	0.350	pf1

Figure 3.4: Capture de logiciel lcpc structure de notre chaussée.

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0.080	5400.0	0.350	0.000	48.8	0.501	-14.9	0.658
			0.080	18.1	0.351	41.7	0.552
0.120	7000.0	0.350	0.080	18.1	0.441	27.2	0.552
			0.200	-23.6	-0.155	38.5	0.179
0.130	7000.0	0.350	0.200	-23.6	-0.155	38.5	0.179
			0.330	-88.2	-0.883	83.6	0.008
infini	20.0	0.350	0.330	-88.2	0.002	339.1	0.008

Figure 3.5 : Capture de logiciel alize lcpc resulta de calcul.

	Déformations calculées	Déformations admissibles
ϵ_z (sol support)	$3.37 \cdot 10^{-4}$	$4,27 \times 10^{-4}$
ϵ_t (à la base de GB)	$0,882 \cdot 10^{-4}$	$0,894 \cdot 10^{-4}$

Tableau 3.3: Tbleau qui résume les déformation calculées et admissibles .

$\epsilon_t < \epsilon_{t.ad}$ et $\epsilon_z < \epsilon_{z.ad}$. Donc notre structure est vérifiée.

III.3 Terrassement :

III.3.1 Généralité :

Les terrassements consistent à modifier le terrain naturel par prélèvement (déblai) ou apport (remblai). Afin de préserver les couches de chaussée des contaminations apportées par les matières organiques contenues dans la terre végétale, on évacue cette terre végétale : c'est le décapage.

Dès les terrassements, on doit se préoccuper du drainage de la route, ensemble des opérations, travaux ou constructions concourant à assurer l'évacuation des eaux internes.

Enfin, on aura terminé avec les terrassements, avec le talutage, opération de réglage des talus.

III.3.2 L'importance des terrassements :

Les terrassements représentent le poste budgétaire le plus important d'un projet de route. Il faut donc essayer d'optimiser au maximum ces dépenses par une bonne étude d'aménagement. Il est nécessaire de lier le projet de terrassement à la conception même du tracé de la route afin de réduire au maximum les terrassements et limiter les frais de transport par l'utilisation des matériaux locaux à proximité du projet, compte tenu des paramètres imposés à savoir les caractéristiques géométriques minimales, les points obligés.

III 3 .3 Calcul des volumes.

La cubature des terrassements consiste à calculer les volumes de déblais ou les volumes de remblais.

La méthode la plus couramment employée en travaux publics consiste à l'évaluation du volume de terre compris entre deux profils en faisant le produit de la moyenne des sections de chacun deux par la longueur à l'autre profil.

Les profils en travers sont destinés à permettre la détermination de la surface comprise entre la ligne rouge et le terrain naturel qu'elle soit en déblais ou en remblais.

Considérons le volume V compris entre deux profils successifs S_1 et S_2 .

Nous admettons que le volume V est égal à la moyenne des surfaces des profils S_1 et S_2 multipliée par la distance L entre profils $V = (S_1 + S_2/2) \cdot L$.

Cette méthode consiste à évaluer approximativement le volume des terres entre les profils, nous avons finalement la formule suivante :

$$V = (S_1 + S_2/2) \cdot L_1 + (S_2 + S_3/2) \cdot L_2 + (S_3 + S_4/2) \cdot L_3$$

III 3.4 Matériels de terrassements :

Sur les chantiers routiers, il y a toujours une mécanisation importante mais c'est surtout au niveau de l'exécution des terrassements que l'on rencontre la plus forte concentration en matériels.

Le choix des engins de terrassement est important car les travaux de terrassement sont une étape cruciale de tout chantier de BTP. Ils consistent à modifier le relief d'un terrain en déplaçant des quantités importantes de matériaux (généralement de la terre), en créant des ouvrages en remblai (ajout de matière) ou en déblai (enlèvement de matière).

Ils se composent généralement de 3 actions principales :

- L'extraction,
- Le transport
- La mise en œuvre.

Ces différentes machines, lorsqu'elles sont utilisées de façon adéquate, permettent des gains de productivité importants ; En effet, il n'est pas rare de constater que le poids économique du matériel mis en œuvre suivant la taille du chantier représente entre 30 % et 50% du montant des terrassements.

Sur certains grands chantiers la valeur de remplacement du parc de matériel peut même atteindre le chiffre d'affaires annuel du chantier, dès lors, on se rend compte de l'importance du facteur.

Voilà les différents engins de terrassement :

- ✚ La pelleuse (ou pelle hydraulique).



Figure 3.6 : Photo d'une pelleuse

Difficile d'imaginer un chantier sans pelleuse tant cette machine sait tout faire. Elle est essentiellement utilisée pour creuser des trous ou des fondations, mais peut également servir pour des travaux de manutention ou comme outil de démolition.

✚ **Le chargeur.**

Le chargeur fait partie des engins de terrassement les plus populaires. C'est un engin de chantier sur pneus muni de roues imposantes lui permettant la pratique de tous types de terrains. Sa benne de grande taille située à l'avant, aussi appelée godet, peut effectuer des mouvements verticaux et pivoter sur son axe porteur.



Figure 3.7 : Photo d'un engin (chargeur)

✚ La tractopelle :



Figure 3.8: Photo d'un tractopelle

La tractopelle, également appelé « chargeuse-pelleteuse » est composé d'un chargeur à l'avant et d'une pelleteuse à l'arrière de la machine. Il est très apprécié par les professionnels du bâtiment en raison de sa polyvalence d'usage et de sa capacité à se déplacer de chantier en chantier sans nécessiter le recours à une remorque ou un porte char.

✚ Les bulldozers (ou bouteurs) :



Figure 3.9 : Photo d'un bulldozers (ou bouteurs)

Le bulldozer est un tracteur monté sur chenilles ou sur pneus. Il est constitué d'une lame frontale qui peut être abaissée ou levée grâce à deux bras articulés (position basse pour le terrassement et position haute pour le transport).

III.3.5 Exécution des terrassements :

Il y a 20 ou 30 ans, les travaux qui pouvaient être entrepris avec un nombre limité de méthodes sont aujourd'hui réalisables avec des moyens beaucoup plus nombreux.

Il importe donc, avant de choisir le matériel, d'adopter la méthode adéquate à mettre en œuvre de manière efficace et d'avoir étudié avec son tous les éléments qui la composent :

- Distance de transport.
- Nature de qualité et volume des matériaux à déplacer.
- Condition climatique.
- Qualité des pistes de circulation des engins.
- Délais d'exécution des travaux.

Chapitre IV

Aménagement des chaussée

Chapitre IV : Aménagement des chaussées.

IV.1 Introduction

Un aménagement des chaussées comporte l'assainissement, l'aménagement de carrefours, la signalisation et l'éclairage

IV.2 Aménagement des carrefours :

Le carrefour est une partie importante d'une route. L'efficacité, la vitesse, le coût d'exploitation et la capacité en dépendent, c'est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables.

IV.2.1 Principes généraux d'aménagement d'un carrefour :

- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de $90^\circ \pm 20^\circ$ à fin d'obtenir de meilleure condition de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.
- Eviter si possible les carrefours à feux bicolores.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- Les caractéristiques et les projets d'aménagements des sections adjacentes et des carrefours voisins.
- Les vitesses d'approche des véhicules affluents.
- La fonction des itinéraires et la nature du trafic qui les empruntent.

IV.2.2 Types de carrefours :

- Carrefour en croix.
- Carrefour en Y.
- Carrefour en T.

- Carrefour giratoire.
- Echangeur en trompettes.
- Echangeur en losange.
- Echangeur en trèfle complet.

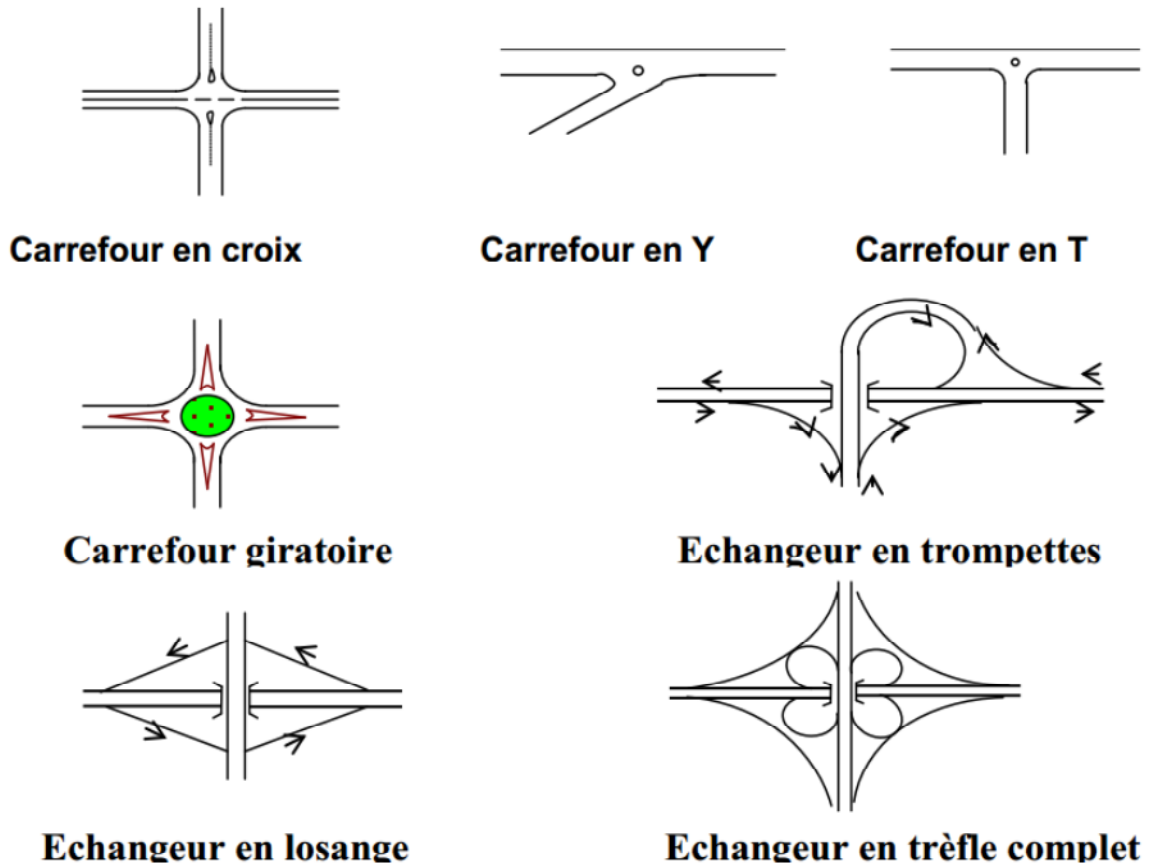


Figure 4.1 : types de carrefour.

IV.3 Grands choix d'aménagement :

L'aménagement correct doit s'inspirer des principes suivants :

- ✓ Dans toute la zone d'approche du carrefour on doit assurer d'excellentes conditions de visibilité entre véhicules et sur les îlots.
- ✓ La géométrie du carrefour doit inciter les véhicules en provenances des voies affluents à ralentir en fonction de la visibilité, en particulier pour les courants non prioritaires s'ils ont à respecter un signal d'arrêt.
- ✓ Pour pouvoir choisir le type d'aménagement, une étude économique est nécessaire. Cependant l'échangeur comparé à un carrefour à niveau est plus rentable :
 - Sécurité : Moins d'accidents et de conflits.

- Capacité : Grande capacité.
- Gains de temps considérable.
- ✓ Pour le coté cout le choix d'aménagement est très influencé par la nature des sols et par le relief, et encore plus les conditions générales des sites (urbain ou rase campagne).

- IV.4 Les échangeurs :

IV.4.1 Définition :

Un échangeur autoroutier est un système de « bretelles » routières permettant de s'engager sur une voie rapide, ou sur une autoroute ou de les quitter pour prendre une autre autoroute ou une route du réseau routier ordinaire. Les échangeurs se trouvent donc aux intersections entre autoroutes, ou entre une autoroute et un autre type de route. Ils permettent d'éviter tout croisement à niveau pour limiter le ralentissement des voies concernées.

Un échangeur autoroutier compte au minimum un pont permettant à une autoroute d'enjamber l'autre. Dans les cas les plus complexes, les chaussées peuvent s'étager sur quatre niveaux différents (échangeur dit "Four-stack").

Un échangeur peut être complet (bidirectionnel) ou partiel (donnant accès à une seule direction de l'autoroute).

Les sociétés d'autoroute utilisent le terme *diffuseur* pour désigner les échangeurs entre une autoroute et un autre type de route.

IV.4.2 Choix d'un type d'échangeur :

Les choix d'un type de carrefour dénivelé et sa conception dépendent de certaines considérations dont les plus importantes sont :

- La catégorie de la route.
- Les débits de circulation.
- La vitesse de référence.
- La nature de la circulation.
- La sécurité.
- l'environnement.
- La topographie.
- l'emprise disponible.

NB : on a la présence d'un échangeur au PK 50+064

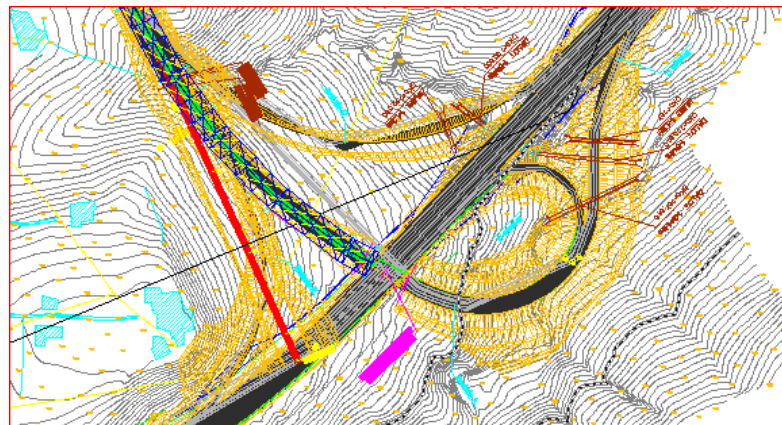


Figure 4.2 capture tiré d'autocade l'échangeur présent au PK 50+064

IV.5 signalisation :

IV.5.1 Introduction :

La signalisation routière est nécessaire pour garantir la sécurité de la circulation et assurer la fluidité du trafic. Il arrive cependant qu'elle n'atteigne pas le but recherché, voire qu'elle induise les usagers de la route en erreur, car parfois des signaux routiers ne sont pas aperçus par les usagers ou compliquent l'attention que ceux-ci doivent porter à la circulation.

La situation d'aujourd'hui n'a rien de comparable avec celle d'il y a 20 ou 30 ans. La densité du réseau routier et la demande de mobilité individuelle ont considérablement augmenté. Par conséquent, les automobilistes sont soumis à une circulation sans cesse de plus en plus complexe, avec les risques d'erreurs que cela comporte. Ces éléments ont le mérite d'attirer l'attention du gestionnaire de voirie sur le fait que placer un panneau routier n'est pas ou n'est plus un geste anodin et que les avantages et bénéfices de chaque signal doivent être, au préalable, correctement évalués.

L'objet du guide "SIGNALER MOINS MAIS MIEUX" à l'attention des gestionnaires de voirie est de fournir des conseils de placement d'une signalisation routière qui atteigne le but recherché.

Il a pour vocation d'interpeller toute personne amenée à décider du placement d'un panneau routier sur les conséquences que cette décision peut avoir sur la sécurité de la circulation. A cet égard, on ne saurait trop recommander aux gestionnaires de voirie de se mettre à la place des usagers auxquels les panneaux qu'ils placent s'adressent.

Lors de l'aménagement de la route, le gestionnaire de la voirie doit donc prévoir les déficiences et les limites des usagers, tenir compte des imperfections du comportement humain.

IV.5.2 Règle à respecter pour la signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

- ✓ Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- ✓ Cohérence avec les règles de circulation.
- ✓ Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- ✓ Eviter la publicité irrégulière.

Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

IV.5.3 L'utilité de la signalisation :

La signalisation routière a pour objet :

- ✓ De rendre plus sûr la circulation routière ;
- ✓ De faciliter cette circulation ;
- ✓ D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police ;
- ✓ De donner des informations relatives à l'usage de la route.

IV.5.4 Type de signalisation :

La signalisation verticale :

Lors de chaque déplacement, les usagers croisent des panneaux de signalisation, aussi nommés “éléments de signalisation verticale”. Ce type de signalisation répond à trois missions fondamentales :







FORME	COULEUR	ANNONCÉ À	SIGNIFIE
	Rouge et blanc	50 m en agglomération, 150 m en dehors	Danger
	Rouge et blanc	À l'endroit	Ordre, interdiction ou prescription
	Bleu foncé et blanc	À l'endroit	Obligation
	Bleu foncé et blanc	À l'endroit ou avant en fonction des besoins	Indication
	Blanc	À l'endroit	Localisation
	Vert ou bleu	À l'endroit où il faut changer de direction	Direction

Figure 4.3 : plaque de signalisation vertical.

- Avertir des dangers à l'aide des panneaux triangulaires
- Signaler une interdiction ou une obligation à l'aide des panneaux ronds
- Donner des indications et des informations lors d'un trajet.

Les panneaux triangulaires de danger

Les panneaux triangulaires servent à indiquer un danger. Lors d'une conduite en agglomération, ces panneaux sont situés 50 mètres en amont du danger, alors que sur les routes hors agglomération, ils se trouvent 150 mètres avant le danger qu'ils montrent aux usagers.

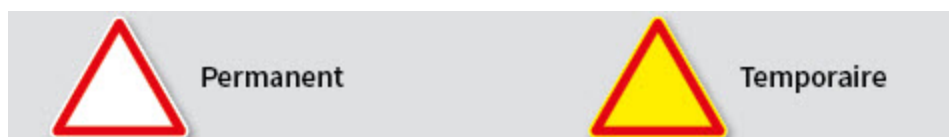


Figure 4.4 : panneaux triangulaires de danger

Les panneaux ronds d'interdiction ou d'obligation :

Il existe 2 types de panneaux ronds :

- les panneaux ronds rouge et blanc qui informent d'une interdiction.
- les panneaux ronds bleu et blanc qui indiquent une obligation.

Les panneaux de direction.

Contrairement aux panneaux de danger ou d'obligation, qui donnent des directives directes à l'usager, les panneaux de direction facilitent les déplacements des usagers.

Si la couleur bleue indique la direction d'une autoroute, la couleur verte indique, quant à elle, une grande ville. Pour ce qui est des autres couleurs, la couleur blanche fait référence à une localité voisine, alors que la couleur jaune stipule la mise en place d'un itinéraire temporaire.

Il existe, de plus, des panneaux de pré signalisation, d'annonce et de confirmation qui se distinguent par leurs formes et leurs usages respectifs.



Figure 4.3 panneaux de direction.(autoroute d'algerie)

-Tous ces panneaux ont pour objectif de préparer le conducteur à une prise de décision :

- Les **panneaux de pré signalisation** sont de forme rectangulaire et signalent une direction
- Les **panneaux de position** sont terminés par une flèche et sont positionnés pour permettre la réalisation d'une manœuvre.

- Les **panneaux de confirmation** indiquent le nombre de kilomètres à parcourir pour atteindre l'information mentionnée. Ils sont accompagnés par un cartouche qui précise la catégorie et le numéro de la route empruntée.

Remarque :

Pour les signaux de danger ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée). Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

Les dimensions des panneaux :

Les cinq gammes de dimension des panneaux de signalisations sont représentées sur le tableau suivant :

Gamme	Triangle (coté nominal en mm)	Disque (diamètre en mm)	Octogone (largeur en mm)	Carré (coté nominal en mm)
Très grandes (autoroute)	1500	1250	1200	1050
Grande (route à plus de 2 voies)	1250	1050	800	900
Normale	1000	850	800	700
Petite	700	650	600	500
Miniature	500	450	400	350

Tableau 4.1 dimension des panneaux de signalisation [7]

Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche.



Figure 4.5 : Exemple signalisation horizontale

La signalisation horizontale se divise en trois types :

Marques longitudinales :

Ligne continues :

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

Lignes discontinues :

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

Les lignes axiales, ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au traie de leurs intervalles.

Les lignes de rives, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.

Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgences, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans la figure et le tableau suivants :

Type de modulation	Longueur du trait(en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètre)	Rapport pleins -vides
T ₁	3.00	10.00	Environ 1/3
T' ₁	1.50	5.00	
T ₂	3.00	3.00	Environ 1
T' ₂	0.50	0.50	
T ₃	3.00	1.33	Environ 3
T' ₃	20.00	6.00	

Tableau 4.2 modulations des lignes discontinues. [7]

Marques transversales : [7]

Lignes STOP : C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.

Autres signalisations : [7]

Les flèches de rabattement : [7]

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

Les flèches de sélection : [7]

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

Largeur des lignes : [7]

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

U= 7.5 cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U= 6 cm sur les routes et voies urbaines.

U= 5 cm sur les autres routes.

Pour être efficace, la signalisation doit respecter les principes suivants :

Principe de valorisation :

Il y a une hiérarchie dans l'importance du message transmis. Il importe donc de valoriser les messages importants (danger, carrefour, direction, etc.....), cette valorisation doit se faire sur deux plans :

- Faciliter la perception des messages importants vis-à-vis de ceux plus indicatifs, dont l'utilisation doit être limitée au strict nécessaire.
- Éviter que des messages importants ne soient utilisés lorsqu'ils ne correspondent pas à une réalité physique. Par exemple, l'usage excessif de panneaux tels que virages dangereux ou vitesse limitée tend à les dévaloriser aux yeux des usagers.

Principe de lisibilité :

La lisibilité de la signalisation s'inscrit dans le cadre plus général de la lisibilité de la route, dont le principe de base est que l'aménagement routier doit conduire au comportement attendu de l'usager. La signalisation est un élément de la perception globale mais ne saurait à elle seule modifier la lecture du lieu et déterminer l'attitude du conducteur.

De nuit, la signalisation revêt une importance accrue car beaucoup de repères visuels disparaissent ; la lisibilité de nuit des panneaux et du balisage est assurée grâce à la réflectorisation des panneaux.

Par ailleurs, les quelques règles suivantes doivent être observées pour assurer une bonne perception et compréhension de la signalisation :

- La nécessaire uniformité de la signalisation implique l'interdiction d'utiliser des signaux non réglementaires.
- L'homogénéité exige que, dans les situations identiques, l'usager rencontre des signaux de même valeur et de même portée implantés suivant les mêmes règles.
- La continuité des directions signalées permet d'éviter les hésitations et les fausses manœuvres en carrefour.

Comment évaluer l'efficacité des panneaux de signalisation sur l'usager ?

Toute indication (panneau, marquage routier, etc.....), rencontrée à plusieurs reprises par un conducteur sans être suivie d'un effet quelconque (ex : panneaux « gibier », « chute de pierre », etc.....) perd sa valeur de message, c'est-à-dire qu'elle perd son contenu.

En revanche, toute indication suivie d'un effet (virage réellement prononcé par exemple) acquiert une valeur de message élevée : elle a un contenu important.

Il est donc essentiel que l'information à transmettre au conducteur soit suivie d'un effet, positif ou négatif.

IV.6 Eclairage :

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.



Figure 4.6 : Rond-point équipé d'une signalisation au sol rétro-réfléchissante.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement et de localiser avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

Il s'agit d'un exemple de dispositif pouvant remplacer l'éclairage électrique de nuit. Il peut être complété par un éclairage asservi à un détecteur de présence, pour les piétons.



Figure 4.7 Lampadaires sur une route.

IV.7 Assainissement :

IV.7.1 Introduction :

L'assainissement routier comporte en fait trois volets :

-La collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route.

Toute accumulation d'eau sur la chaussée favorise en particulier l'aquaplanage les projections d'eau par les véhicules et tend ainsi à diminuer la sécurité des usagers. De plus l'eau qui stagne en surface finit toujours par s'infiltrer.

-La collecte et l'évacuation des eaux internes c'est-à-dire le drainage.

L'eau infiltrée provoque à plus au moins longue échéance des désordres dans les couches de chaussée ou entraîne une perte de portance du support.

-Le rétablissement des petits écoulements naturels.

Des ouvrages de rétablissement bien conçu et correctement exécuté permettent de se prémunir contre les inondations et contre les dégâts causés aux différents ouvrages notamment aux remblais routiers.

*Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier :

Un réseau routier est composé d'un assemblage d'ouvrages élémentaires linéaire où Ponctuel, superficiel ou enterrés.

Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et de les canaliser vers un exécutoire,

1point de rejet hors de l'emprise routière : il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance coupé par la route.

IV.7.2 Conception des ouvrages hydrauliques :

Plus généralement on utilise comme des ouvrages hydrauliques des buses des dalots et il ya possibilité d'autre ouvrages dans la mesure du possible, les produits industrialisés seront à rechercher plutôt que des ouvrages coulés en place plus coûteux. Les ouvrages en béton armé, sous réserve de dispositions constructives soignées, présentent d'excellentes garanties de solidité et de longévité.

 Les buses



Figure 4.8: Buses en béton armée .


 Les dalots:



Figure 4.9: Dalots en béton préfabriqué.

- ❖ L'étude structurelle des ouvrages projetés relève d'un bureau d'études spécialisé en ouvrage d'art.

IV.7.3 Facteurs influençant le choix des ouvrages hydrauliques :

Le choix des ouvrages est guidé par le souci permanent de la pérennité de la route, de la sécurité des usagers, du coût d'investissement et des modalités d'entretien ultérieur de l'ouvrage. Les facteurs influençant le choix sont :

- L'importance du débit à évacuer qui fixe la section d'écoulement et le type de l'ouvrage.
- Les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage : coefficient de rugosité (K), coefficient d'entonnement (K_e) créant une perte de charge à l'entrée, forme de la section d'écoulement .
- La largeur du lit. Un ouvrage unique adapté au débit à évacuer et à la largeur du lit du cours d'eau est généralement préférable à des ouvrages multiples qui augmentent les pertes de charges et rendent plus difficile le passage des corps flottants.
- La hauteur disponible entre la cote du projet et le fond du talweg.
- Les charges statiques et dynamiques qui sollicitent l'ouvrage hydraulique.
- Les conditions de fondation des ouvrages.
- La rapidité et la facilité de mise en œuvre : les produits industrialisés approvisionnés en éléments transportables et montés sur place peuvent constituer une solution intéressante pour réduire les délais d'exécution et dans le cas où l'accès au chantier est difficile.
- La résistance aux agents chimiques.
- La résistance au choc : les ouvrages massifs résistent mieux aux chocs et à l'abrasion par le dimriage de matériaux solides.

IV.7.4 Protections des ouvrages hydrauliques :

Il peut être envisagé de caler le radier de l'ouvrage hydraulique à au moins 0,30 m sous le

Du lit du cours d'eau pour permettre la reconstitution d'un fond naturel dans l'ouvrage.

La surélévation du niveau amont des écoulements et l'accroissement des vitesses en sortie d'ouvrage nécessitent le plus souvent des protections en amont et en aval des ouvrages. .

Toute rectification du tracé nécessitera :

-la continuité de l'écoulement hydraulique

-la protection efficace des berges aux changements de direction par des techniques pérennes relève prioritairement du génie végétal « Protection des berges de cours d'eau en techniques végétales.

Les techniques de renforcement par encochements et gabions devront être réservées aux fortement sollicitées par la vitesse de l'écoulement, si les enjeux sont importants en terme de sécurité des personnes et des biens à fortes valeurs ajoutées ;

- Les écoulements en pente importante $p = 4\%$ posent des problèmes spécifiques (détermination

de la hauteur d'eau amont, vitesse dans les ouvrages...).

IV.7.5 Nature et fonction des réseaux d'assainissement :

Le réseau d'assainissement doit collecter les eaux de ruissellement provenant des bassins versants routiers et des talus pour les évacuer vers des exutoires.

L'architecture de ces réseaux se développe principalement tout le long de l'infrastructure suivant une logique hydraulique gravitaire (entre un point haut et un point bas) par assemblage d'ouvrages élémentaires (linéaires ou ponctuels, enterrés ou superficiels).

Les réseaux de plate-forme, ont la spécificité d'être principalement des réseaux linéaires parallèles à l'axe de la route, (distinguer cependant les réseaux hors plate-forme des réseaux situés sur la plate-forme).

L'architecture d'un réseau d'assainissement peut être décomposée conventionnellement en 5 grandes parties :

Les réseaux de collecte longitudinaux, les ouvrages transversaux, les ouvrages de raccordement, les ouvrages de contenance et de dépollution et les exutoires.

a) Réseaux de collecte longitudinaux:

a) 1 Réseau de crête de talus de déblai :

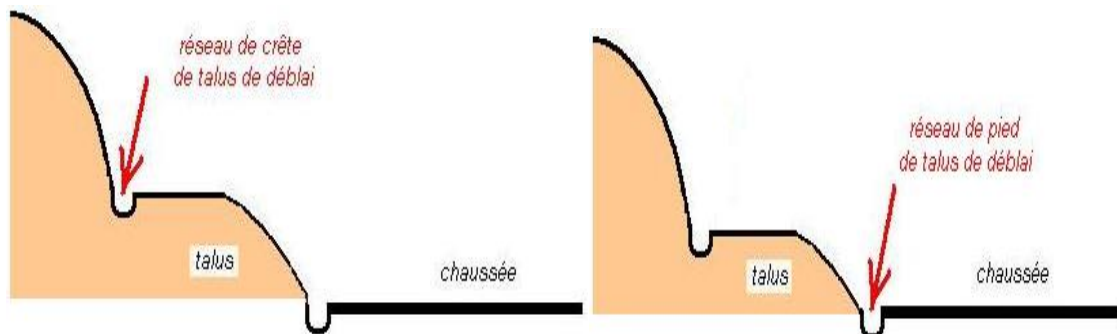


Figure 4.10 schéma d'un réseau de pied de talus de déblai.

Le rôle du réseau de crête de talus de déblai est d'éviter l'érosion du talus et d'alimenter en écoulement le réseau de pied de talus.

Généralement cet ouvrage est revêtu pour éviter son érosion et les infiltrations susceptibles de compromettre la stabilité du talus.

Il intercepte les eaux de ruissellement du bassin versant naturel modifié par le tracé routier.

Il sera implanté en retrait (1 à 2 m) par rapport à la crête du talus. Cet ouvrage devra être dimensionné en capacité suffisante par tronçon homogène. Il convient de prévoir les aménagements nécessaires à son entretien.

a) 2 Réseau de pied de talus de déblai :

Ce réseau a pour fonction de collecter les eaux issues du ruissellement du talus de déblai, de la chaussée, de la bande d'arrêt d'urgence et de la berme.

a) 3 Réseau de terre-plein central (TPC).

Le réseau du TPC a pour fonction de collecter et d'évacuer les eaux issues du TPC et de la demi-Chaussée déversée.

Bien que non circulée, cette partie de la plate-forme doit faire l'objet d'un traitement soigné afin d'éviter le ruissellement des eaux de la chaussée haute vers la chaussée basse (risques d'aquaplanage) et pour protéger la chaussée des infiltrations (cas des TPC non revêtus)

Le maximum de superficie de la chaussée déversée. Dans le cas de rechargements successifs de la chaussée hors TPC, il faudra prévoir, dès le projet, un rejet au point bas du profil en long.

a).4 Réseau de crête de talus de remblai

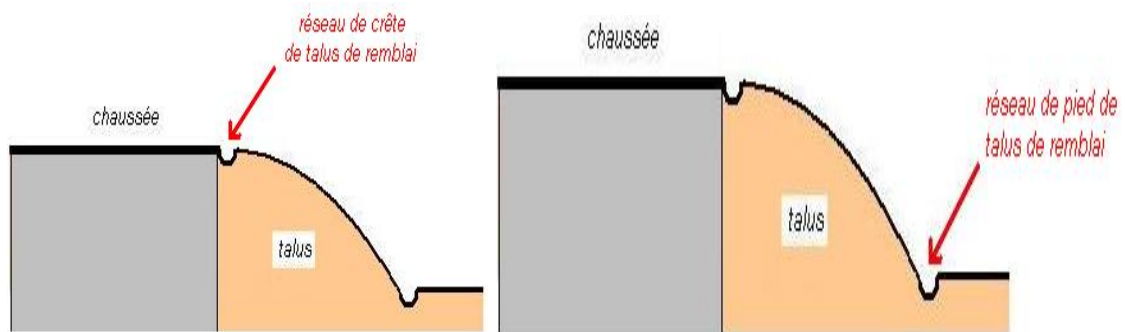


Figure 4.11 schéma d'un réseau de pied de talus de remblai .

Cette partie du réseau longitudinal a pour fonction de canaliser l'eau issue du ruissellement de la

Chaussée pour éviter son déversement en rive sur talus de remblai.

Il protège donc le talus routier contre toute le ravinement, érosion et en état limite, la

Rupture.

a) 5 Réseau de pied de talus de remblai.

Situé au niveau du terrain naturel, ce réseau doit collecter toutes les eaux de l'impluvium d'origine gravitaire, pour les diriger vers lui sans préjudice pour les fonds inférieurs de certains tracés, ce réseau intercepte également les eaux de ruissellement d'un bassin versant naturel pour les diriger vers des ouvrages de traversée.

b) Ouvrages transversaux :

On classe sous cette rubrique les ouvrages assurant un transfert des écoulements d'eau du réseau longitudinal vers un autre. Classiquement cette famille d'ouvrages intègre superficiels comme les descentes d'eau tuilées et les traversées sous chaussée

L'implantation est subordonnée à l'examen des points suivants : la géométrie de la route, le sens des écoulements la plate-forme et des bassins versants naturels associés au débits transportés,

❖ Quelques règles à appliquer :

- Les eaux d'un talus de déblai doivent, dès que possible, être rejetées hors plate-forme via une traversée sous la chaussée
- Lorsque l'infrastructure comporte un TPC, prévoir pour la traversée un regard de visite dans le terre-plein central
- préférer les descentes d'eau tuilées à une canalisation (risques importants d'obstruction) ;
- Le pied des descentes d'eau tuilées sera aménagé au raccordement avec le fossé pour éviter l'érosion (forme de béton).

✓ Ouvrages de raccordement :

Il s'agit des regards et des différents raccordements des liaisons transversales avec le réseau longitudinal ; de leur bonne exécution dépend le bon fonctionnement du système d'assainissement et de sa pérennité. Le plus souvent, ces ouvrages sont préfabriqués et plus rarement coulés en place :

- Regards de visite : nécessaires pour l'entretien et le contrôle des collecteurs enterrés
- Regards avaloirs : servant à l'engouffrement des eaux
- Têtes d'use pour l'entonnement des eaux et le maintien des terres
- Divers raccordements (bourrelets/descentes, descentes/fossés, ...).

Quelques règles à appliquer :

- Un regard devra être impérativement prévu à chaque changement de direction du tracé du collecteur, à une rupture de pente dans le prof 1 en long et à une modification du diamètre du collecteur ;
- Prévoir dans ces ouvrages des cunettes de décantation (minimum 10 cm de profondeur) qui piègeront les fines et les graviers.

Choix des ouvrages d'assainissement et calcul hydraulique :

a).6 Choix des ouvrages d'assainissement

Il n'existe a priori aucune solution toute faite et reproductible à tous les projets routiers. Toutefois, le choix d'un ouvrage d'assainissement doit principalement reposer sur 4 critères :

- Sa capacité hydraulique ;
- son insertion dans le profil en long et le profil en travers du projet routier, donc sa géométrie qui prend en compte l'aspect sécurité de l'usager également.
- Son niveau de protection au regard de la vulnérabilité des eaux ;
- Sa facilité d'entretien et d'exploitation des ouvrages.

-Calcul hydraulique des ouvrages :

La méthode de dimensionnement des ouvrages d'assainissement est fondée sur l'application de la formule rationnelle.

$$Q = 2.78 * C * i * A$$

Avec :

Q = débit en l/s produit pour le bassin versant routier pour une fréquence identique à la fréquence de i

C = coefficient de ruissellement de la plate-forme sans dimension i = intensité en mm/h pour une fréquence déterminée

A = surface en ha de la plate-forme

Le principe de calcul est donc de déterminer l'ouvrage d'assainissement qui possède la capacité d'évacuer ce débit. Pour cela, le débit capable de l'ouvrage Q_c (écoulement à pleine section) donné par la formule de Manning Strickler :

$$Q_c = 1000 * K * X * S_m$$

Avec :

Q : débit en m³/s

K : coefficient de rugosité

Rh : rayon hydraulique avec $R_h = S_n/P_m$ en mètres S_m : section mouillée en m²

P_m : périmètre mouillé en m p : pente en m/m.

IV 7.6 Entretien et exploitation des ouvrages :

Quelques recommandations sont à prendre en compte au niveau de la conception du projet :

- Les ouvrages superficiels sont préférables aux ouvrages enterrés.
- choisir des ouvrages rustiques et accessibles et des matériaux pérennes.
- ne pas descendre en dessous d'un diamètre de 600 mm pour les traversées sous chaussée et 400 mm pour les demi-traversées pour des raisons d'entretien et de décantation des eaux mais

Également pour répondre à des problèmes de tassement. En effet, ces ouvrages qui reposent

Généralement sur le terrain naturel, subissent des charges importantes (remblai, trafic, ...) et peuvent prendre des flèches.

- En cas de débouché sur un talus enherbé, accompagner la chute par une descente tuilée.
- Les traversées sous chaussées étant fortement sollicitées (charges statiques et dynamiques) prévoir des tuyaux adaptés.
- prévoir des accès aux ouvrages pour leur entretien (pistes, escaliers, refuges, ...).
- En alignement droit, l'espacement entre deux regards peut être porté à 80 m compte tenu des performances des matériels d'entretien par hydrocurage ;
- Des regards visitables devront impérativement être posés sur le tracé ; des regards d'entretien non visitables peuvent être éventuellement intercalés entre les regards visitables.
- L'implantation des ouvrages doit se faire avec le souci permanent de la sécurité du personnel exploitant et en minimisant la gêne de l'utilisateur.

IV 7.7 ouvrage d'art :

Un ouvrage d'art se définit comme une construction de grande importance nécessitée par le rétablissement d'une voie de communication (route, voie ferreux, canal etc....), un dispositif de protection contre l'action de la terre ou de l'eau, un dispositif de retenue des eaux, et autre.

Le terme « d'Art » qui accompagne le mot ouvrage pour traduire que leur conception et leur réalisation font intervenir des connaissances ou l'expérience joue un rôle aussi important que la théorie, connaissances appelées « art de l'ingénieur ».

Un ouvrage d'art peut être qualifié selon le milieu dans lequel il est construit : ouvrage d'art terrestre, ouvrage maritime, ouvrage d'art de montagne, ouvrage d'art fluvial etc....

Les types d'ouvrages avec leur PK :

N°	Type d'ouvrage courant	PK	Dimension de l'ouvrage courant
01	buse	PK47+420	1- ϕ 1.5 m×m
02	buse	PK47+720	1- ϕ 1.2 m×m
03	Buse	PK48+120	1- ϕ 1.5 m×m
04	Buse	PK 48+800	1 ϕ 1.2 m*m
05	buse	PK 49+120	1 ϕ 1.2 m*m
06	dalot	PK 49+634	1.4*4 m*m
07	buse	PK49+649	1- ϕ 1.5 m×m

Tableau 4-3 :Tableau des ouvrages courant et leur pk

N° de l'ouvrage	PK _{centre} de l'ouvrage d'art	Type de l'ouvrage	Longueur de l'ouvrage (L)	Hauteur max (H _{max})
01	PK 48+650	Viaduc 1	100	15
02	PK50+068	Viaduc 2	150	18

Tableau 4-4 :Tableau des ouvrages d'art et leur pk

IV 8Conclusion : pour faire le choix d'un aménagement de carrefours soit pour les échangeurs ou la signalisation ou tous type d'aménagement on doit respecter les normes car un bon aménagement d'une autoroute permet d'éviter beaucoup de danger et aussi de gérer le débit de circulation.

Conclusion général :

L'objectif premier de l'étude technique d'une autoroute est de garantir aux usagers les meilleures conditions de confort et de sécurité tout en diminuant au minimum possible le coût de la conception. Dans notre étude plusieurs variantes étaient possibles, notre choix a été basé sur la nature du relief et la composition géologique du terrain et la disponibilité du matériau dans l'entourage du projet, sans négliger bien sûr le côté sécurité et économique.

NB : Le tronçon étudié nécessite la réalisation d'un viaduc au niveau du Pk3 et du Pk5 qui pourraient être des sujets de mémoire pour les promotions qui suivent.

Bibliographie :

- [1] Cours de Pf. Bezzar M1.
- [2] Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves, (CCTP 2001).
- [3] Guide technique conception et dimensionnement des chausée, LCPC.
- [4] Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des Autoroutes des liaisons, « Setra », Circulaire 2000.
- [5] Chapitre 4 de profil en travers univ-djelfa.dz.
- [6] Réseaux routiers et autoroutiers en algérie consistence et perspectives, Mr MAMMA Farid, 18 Septembre 2017.
- [7] B40 : Normes techniques d'aménagement des routes.
- [8] Gatalogue de dimensionnement algerienn (fasicul 1,2 ,3)