

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Aboubekr Belkaid Tlemcen  
Faculté de Technologie  
Département de Génie Civil



Mémoire pour l'Obtention du Diplôme  
de Master en Génie Civil  
Option : Infrastructure de base et géotechnique – Travaux Publics

Thème

**ETUDE D'AMENAGEMENT DE LA ROCADE COTIERE  
RELIER HONAINA - OUARDANIA SUR 10 KM DANS LA  
WILAYA DE TLEMCEEN**

Présenté le 01 Octobre 2012 par :

Mr : ZERROUKI Mouhssin & Mr : AHMED AMMAR Bouzyiene

Encadré par :

Mr : CHERIFBENMOUSSA M Y

Devant le jury composé de :

Mr : GHENNANI Boubeker	Maître de conférences A	Président
Mr : BENAMAR Abderrahmane	Maître Assistant A	Examineur
M <sup>me</sup> : BENACHENHOU Kamila	Maître Assistante A	Examinatrice

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السلام عليكم و رحمة الله

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



Université Aboubakr Belkaid  
Faculté de technologie – Département de Génie Civil  
Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme  
de master en génie civil

Option : Infrastructure de base et géotechnique – Travaux Publics

THEME

**ETUDE D'AMÉNAGEMENT DE LA ROCADE  
CÔTIÈRE ENTRE HONAINA ET OUARDANIA  
SUR 10 Km**

Présenté par : Mr : ZERROUKI Mouhssin & Mr : AHMED AMMAR Bouzyen

Soutenu 01 Octobre 2012 devant le jury composé de :

Mr : GHENNANI . B

Mr : CHERIFBENMOUSSA M.Y

Mr : BENAMAR .A

M<sup>me</sup> : BENACHENHOU . K

Maître de Conférence A

Maître Assistant A

Maître Assistant A

Maître Assistante A

Président

Encadreur

Examineur

Examinatrice

# Plan du présentation

## INTRODUCTION

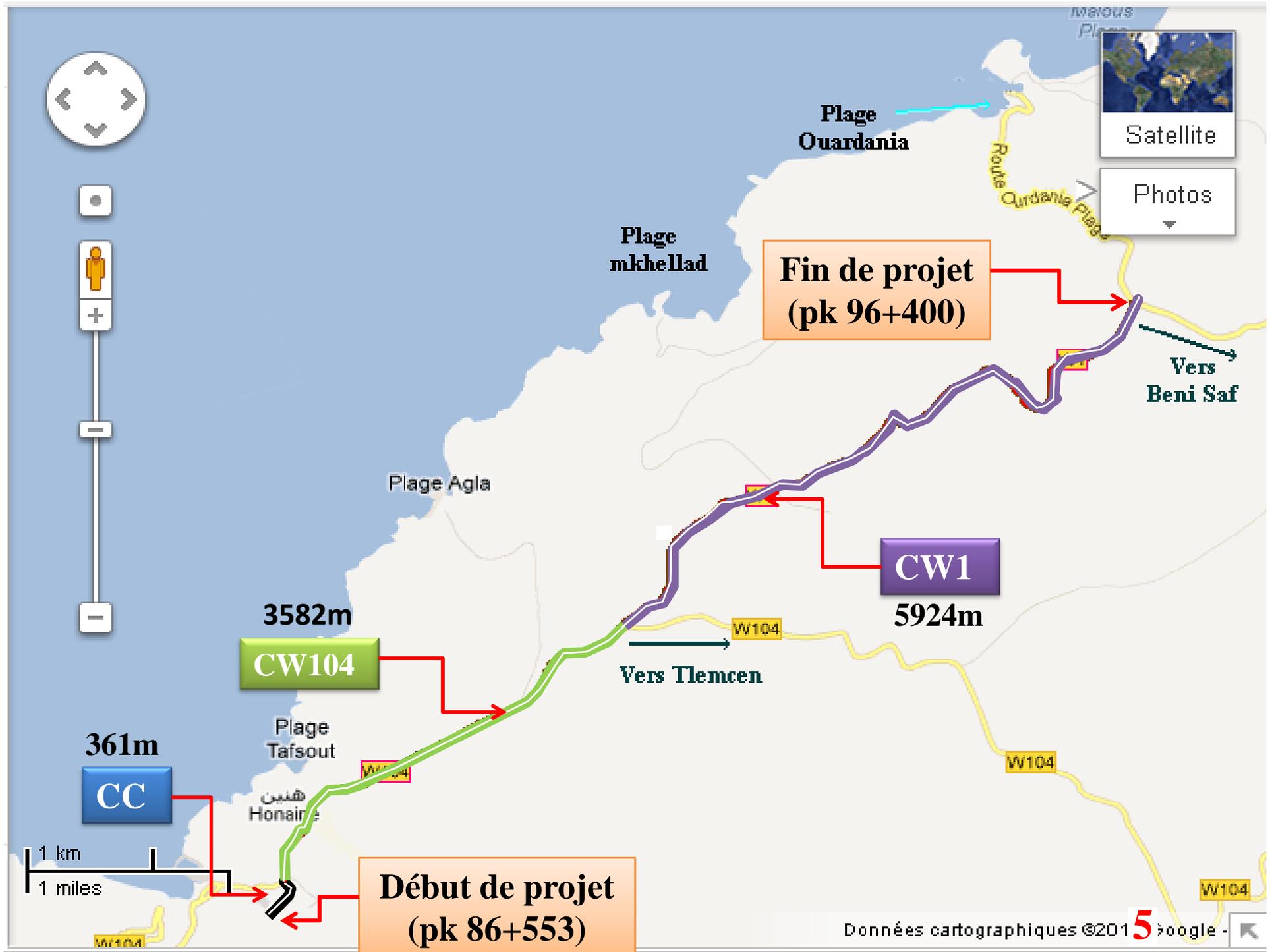
1. Présentation du projet
2. Impact sur l'environnement
3. Etude du trafic
4. Tracé en plan
5. Profil en long
6. Profil en travers
7. Etude géotechnique
8. Dimensionnement du corps de chaussée
9. Assainissement
10. Carrefour
11. Signalisation

## CONCLUSION

# Introduction

Le but de la réalisation de la rocade côtière est de doter la Wilaya d'une route côtière adéquate ceci pour la mise en valeur de ses richesses touristiques afin de favoriser le développement de la région et d'encourager l'activité touristique entre Marsa Ben Mhidi, Ghazaouet et Honaine.

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



le tronçon de la route de notre étude situe dans la wilaya de TLEMCEM, il prend son origine au centre ville de la commune de HONAINA au (PK 86 +533) et se termine au niveau d'intersection du PK 96 +400, et s'étend sur une longueur nette de 9867m. (361m de CC, 3582m de CW104 et 5924m de CW1).

Le profil en travers de notre route est généralement mixte avec une chaussée initiale de 7 m de largeur.

L'itinéraire du projet est classé en environnement (E2) , de catégorie (C1) avec une vitesse de base ( 80 Km/h).

Notre tache consiste à faire une étude de ce projet d'un tracé neuf de cette route en gardant le même couloir mais on améliorant les caractéristiques des différent élément du tracé.

Ce tronçon routier très important, reliant un ensemble des plages « Tafout, Honaine, Agla, mkhelad et Ouardania ».

# Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est d'améliorer le niveau de service de la route , cette amélioration se traduit par :

- ❑ La réduction des risques d'accidents vis-à-vis des piétons et des véhicules.
- ❑ Assurer le confort de l'utilisateur.
- ❑ L'amélioration de la sécurité et la réduction de temps de parcours.
- ❑ Doter la chaussée d'une structure adéquate capable de supporter le trafic actuel et futur
- ❑ L'amélioration du niveau de service et les conditions de circulations de la route par la fluidification du trafic routier.

# Impact sur l'environnement

L'objectif d'étude d'impact sur l'environnement de la rocade est d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et à long terme du projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet sur l'homme, l'environnement, les richesses naturelles et les agricoles.

## **Les mesures d'insertion et d'atténuation proposées:**

- Encourager des plantations dans les endroits sujettes aux pollutions de l'air.
- Réalisation des bassins antipollution pour réduire ou de supprimer ce type de nuisances.

- ❑ Effectuer des travaux de reboisement.
- ❑ Le traitement esthétique des ouvrages.
- ❑ Réalisation des murs antibruit et réduction de la vitesse pour réduire les nuisances sonores.
- ❑ Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO<sub>2</sub> par l'utilisation d'autres sources d'énergie
- ❑ Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.

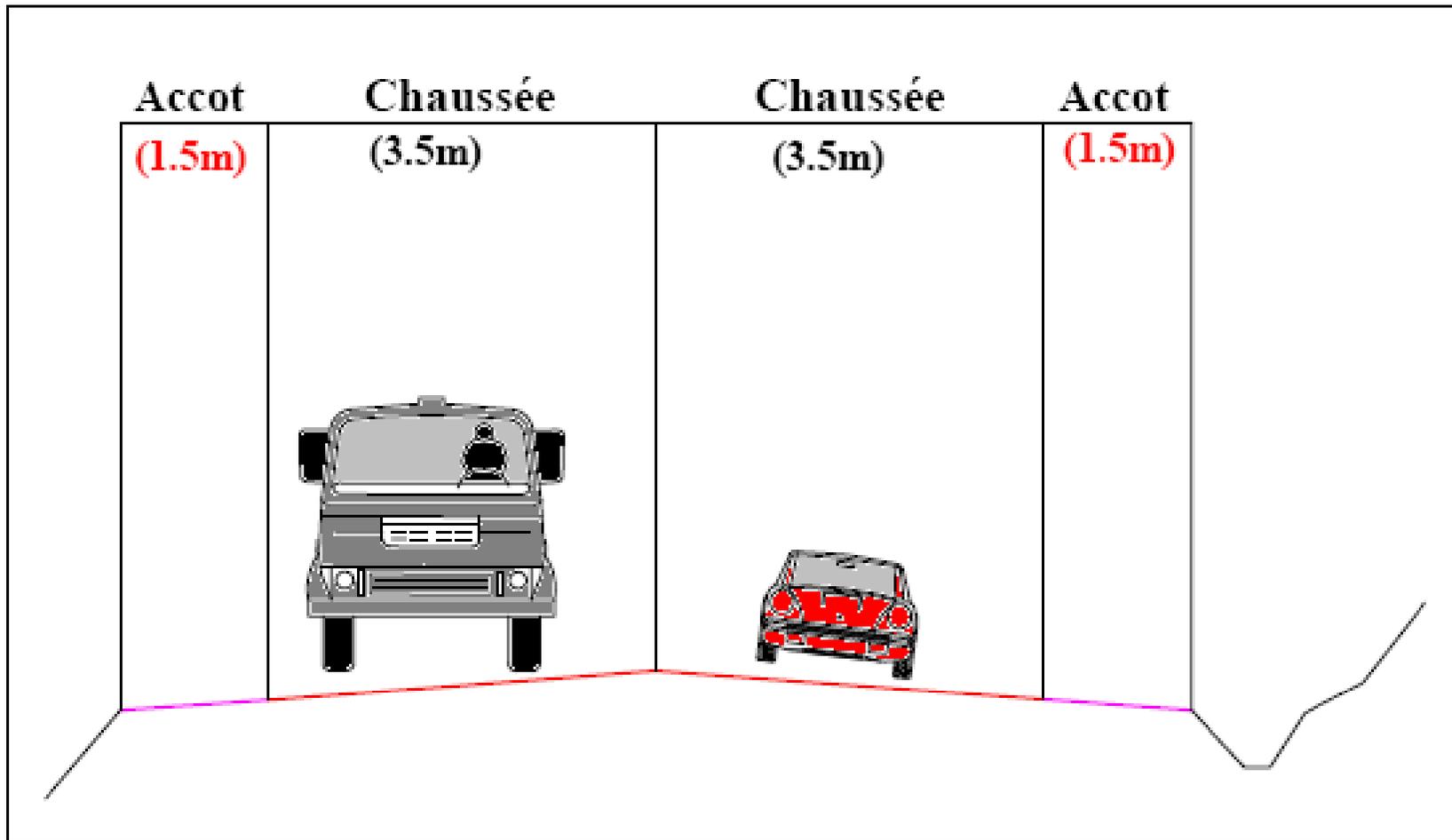
# Etude du trafic

L'étude de trafic est une donnée nécessaire aux réflexions sur le développement des infrastructures de transport. Elle détermine directement les caractéristiques des voies à créer, ainsi que les caractéristiques des chaussées.

Les données nécessaires pour traiter ce chapitre sont données par la DTP de la wilaya de Tlemcen qui sont :

- Année de comptage : 2011 et l'année de mise en service : 2014
- Trafic journalier :  $TJMA(2011) = 2500 \text{ v/j}$
- Le taux d'accroissement annuel du trafic :  $\tau = 4\%$
- La vitesse de base sur le tracé :  $V_B = 80 \text{ Km/h}$
- Le pourcentage de poids lourds :  $Z = 25 \%$
- La durée de vie de projet est de 20 ans.
- Catégorie de la route C1 et L'environnement E2

Après les calculs on a obtenu que la chaussée de notre route est bidirectionnelle de 2 voies de 3.50m et des accotements de 1.50m.



# Tracé en plan

Pour faire un bon tracé en plan dans les normes on doit respecter les recommandations suivants:

- L'utilisation du réseau routier existant si possible.
- Eviter au maximum les propriétés privées, de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Le passage sur les oueds pour éviter la construction d'ouvrages.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géotechniques.
- Adapter le tracé afin d'éviter les terrassements importants.
- Respecter les normes d'aménagement routière.

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C1, dans un environnement E2, avec une vitesse de base  $V_B = 80$  km/h.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées dans les normes Algérienne B40.

<b>Paramètres</b>		<b>Symbole</b>	<b>Unité</b>	<b>Valeur</b>
Vitesse de base		$V_B$	km/h	80
Rayon en plan	Horizontal minimal	RHm	m	240 (7%)
	Horizontal normal	RHn	m	425 (5%)
	Horizontal déversé	RHd	m	650 (2.5%)
	Horizontal non déversé	RHnd	m	900 (-2.5%)

<b>Paramètres</b>	<b>Unité</b>	<b>Symboles</b>	<b>valeurs</b>
Longueur minimale	m	Lmin	112
Longueur maximale	m	Lmax	1333
Devers maximal	%	dmax	7
Devers minimal	%	dmin	2.5
Temps de perception-réaction	s	t <sub>1</sub>	2
Frottement longitudinal	-	f <sub>L</sub>	0.39
Frottement transversal	-	f <sub>t</sub>	0.13
Distance de freinage	m	d <sub>0</sub>	65
Distance d'arrêt	m	d <sub>1</sub>	109
Distance de visibilité de dépassement minimale	m	d <sub>m</sub>	325
Distance de visibilité de dépassement normale	m	d <sub>n</sub>	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	m	d <sub>md</sub>	200

# Profil en long

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle.

## Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Rechercher un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Respecter les normes d'aménagement routière.

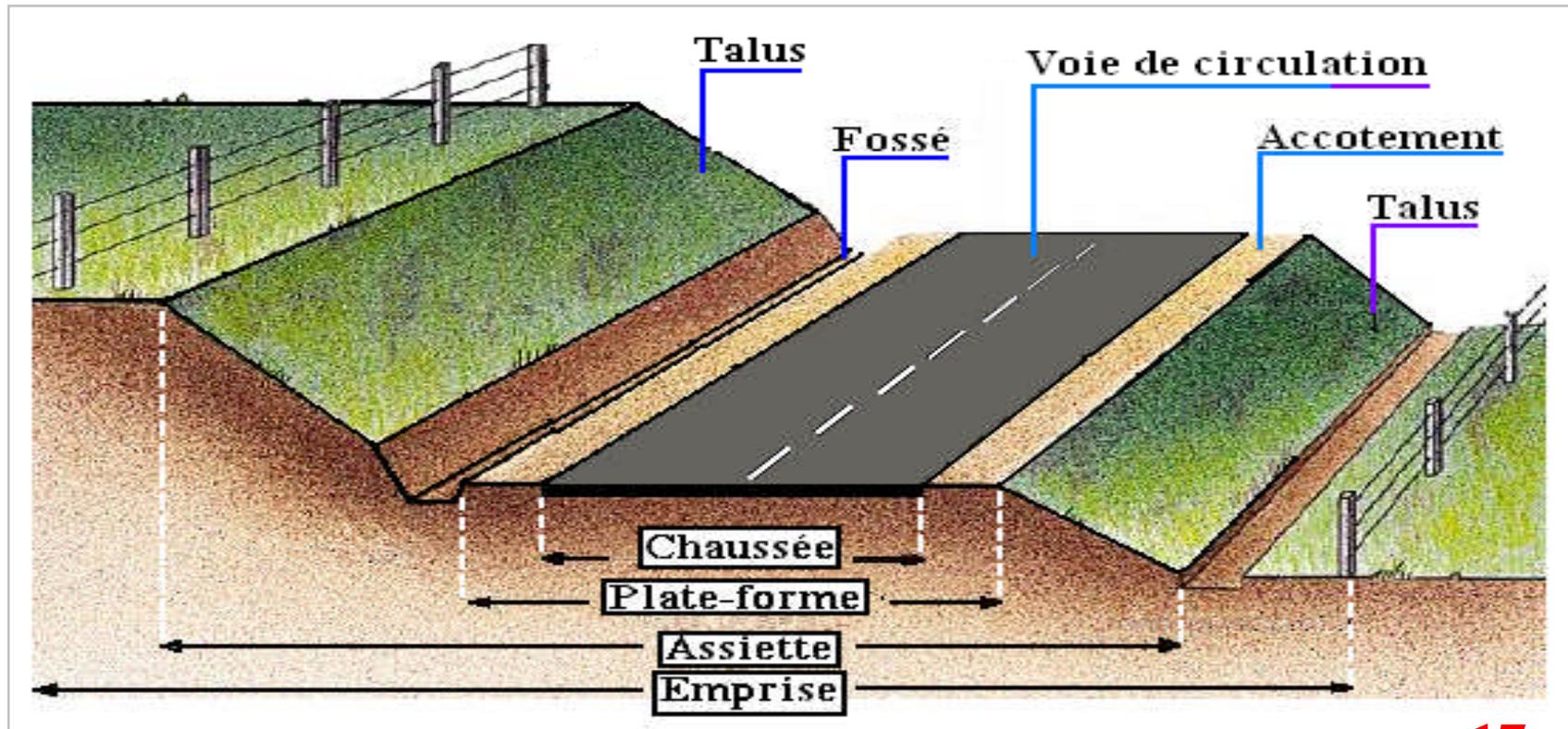
## Les caractéristiques du profil en long :

Vitesses de base $V_{VL}$		80 (km/h)
Rayon en angle saillant ( $R_v$ )	Minimal absolu $R_{vm}$	4500 (m)
	Minimal normal $R_{vn}$	10000 (m)
Rayon en angle rentrant ( $R'_v$ )	Minimal absolu $R'_{vm}$	2200 (m)
	Minimal normal $R'_{vn}$	3000 (m)
Déclivité maximale $I_{max}$		6 (%)
Vitesses de poids lourd $V_{PL}$		30 (km/h)

# Profil en travers

Le profil en travers est le levé perpendiculaire à l'axe de la route sur un plan vertical.

Notre routes comprend plusieurs éléments qui sont présentés dans la figure suivant :

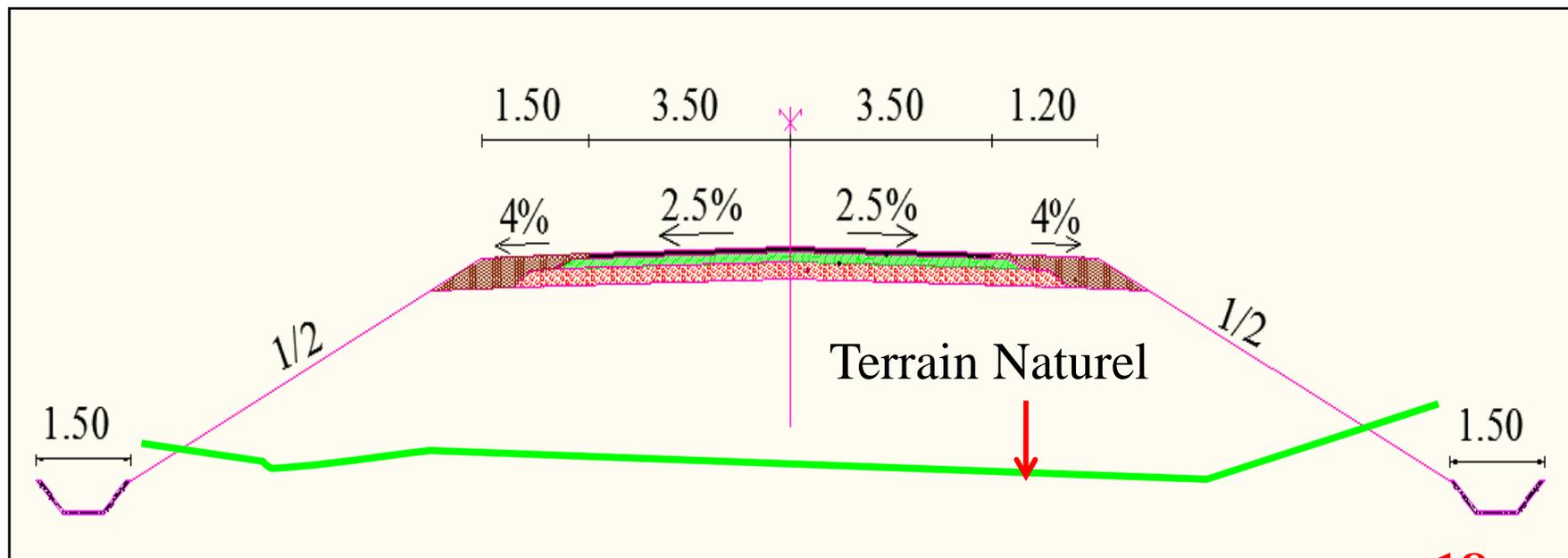


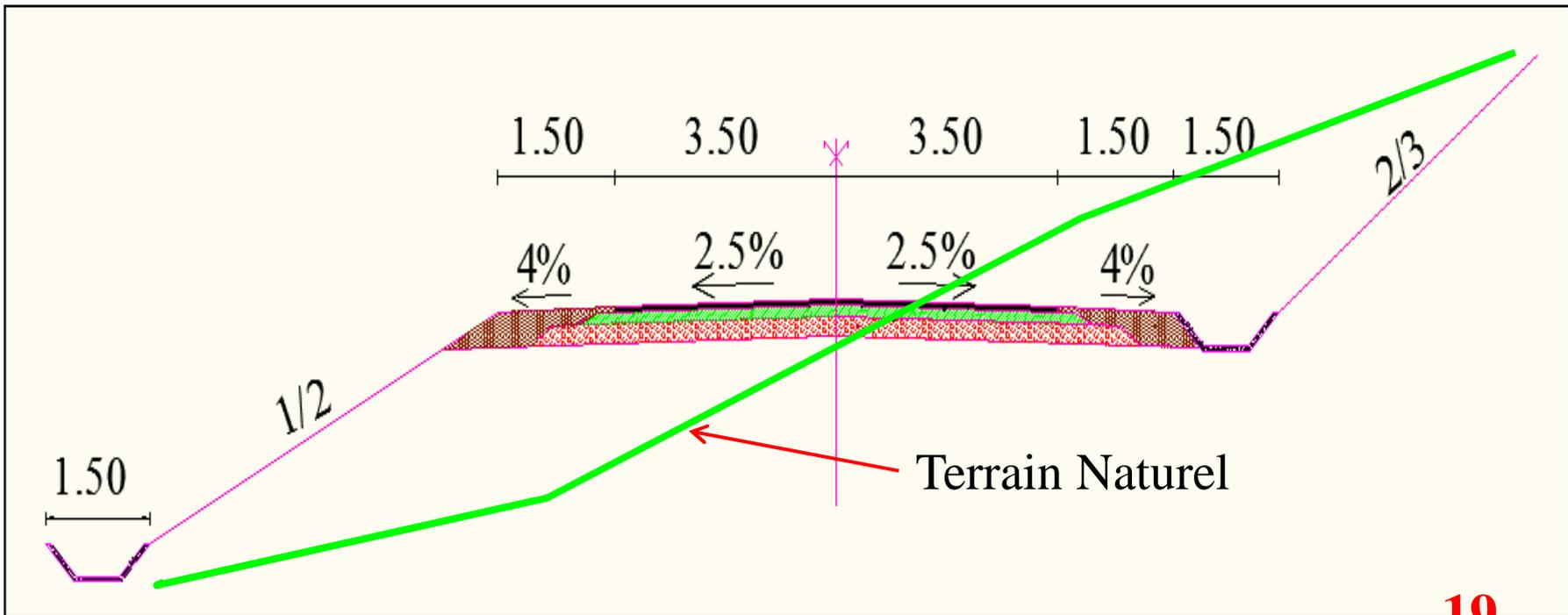
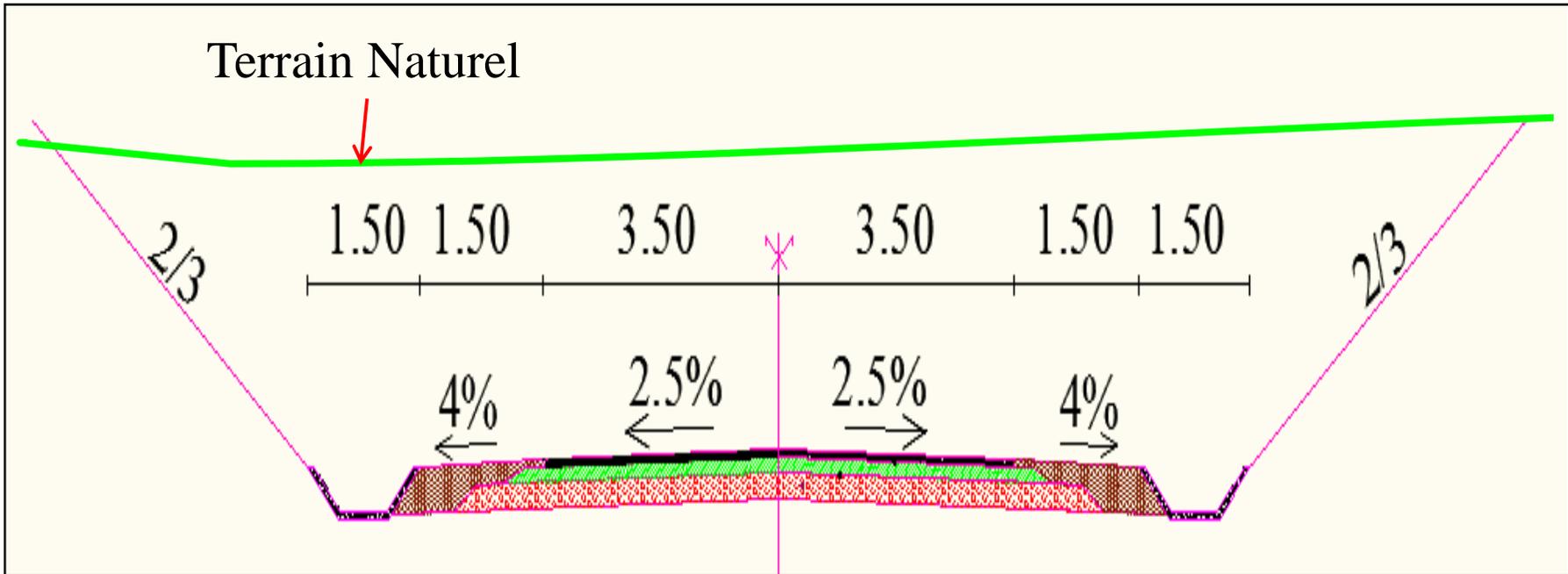
Après la détermination de nombre de voies par sens dans la partie d'étude du trafic, les caractéristiques du profil en travers sont :

chaussée :  $2 \times 3.5 \text{ m} = 7.00 \text{ m}$   
accotement :  $2 \times 1.5 \text{ m} = 3.00 \text{ m}$  } Plat forme = **10.00 m**

### Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets routière, Il contient tous les éléments constructifs de la route, dans toutes les situations (remblais, déblais , mixte).





# Etude géotechnique

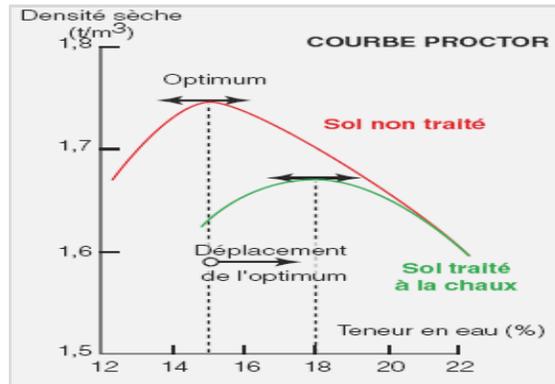
L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés; et qui exige des reconnaissances géotechniques

l'étude géotechnique permet de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chacune d'elles et de connaître les caractéristiques mécaniques, physiques et chimique du sol support. Pour cela, des essais qui se font en place et au laboratoire permettent de déterminer ses caractéristiques.

# Les essais qui utilisés dans l'étude géotechnique sont:



Analyse granulométrique



Essai Proctor



Essai CBR



Limites d'Atterberg



Bleu de méthylène

Teneur en eau naturelle

Teneur en carbonate

## **Résultats des essais**

D'après l'étude géotechnique nous avons un sol sableux riche en fines, moyennement plastiques, limoneux-argileux.

# Dimensionnement du corps de chaussée

La chaussée est une structure plane et imperméable, conçue et dimensionnée pour assurer son rôle sur une période de service minimale fixée au stade d'élaboration du projet.

Pour le dimensionnement du corps de chaussée Il existe plusieurs méthodes, et pour notre chaussée nous avons utilisé les trois méthodes suivantes :

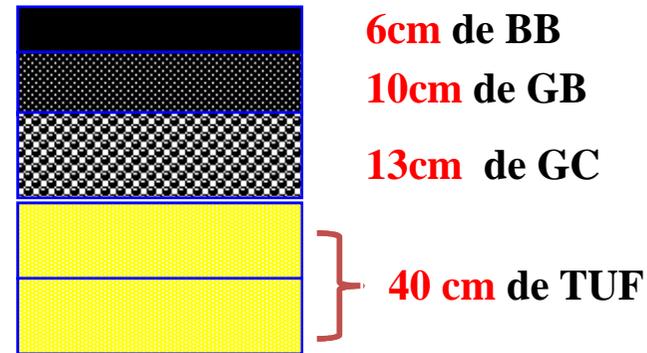
- La méthode de CBR (California – Bearing – Ratio)
- La méthode du catalogue des structures (B60-B61)
- La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

## Méthode CBR :

D'après le rapport géotechnique, nous avons un indice CBR= 9.38

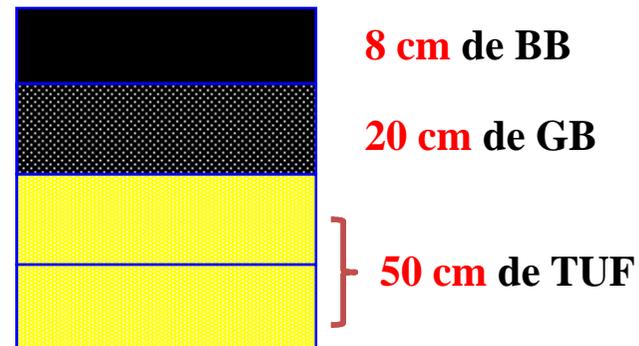
$$E_{eq} = 37\text{cm}$$

Donc la structure proposée est :



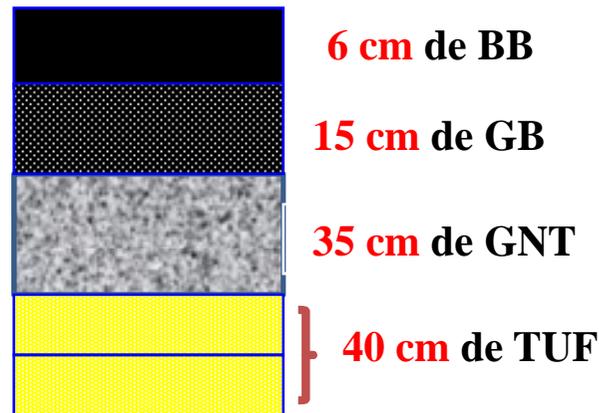
## Méthode du catalogue des structures :

Pour un trafic de classe T4 et un sol de classe S3 le règlement B60 –B61 donne la structure suivant :



## La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTPP » :

D'après les fiches structures(RP1), pour un trafic de classe TPL4, un sol de classe S3, et une zone climatique II, on aura la structure suivante :



d'après les résultats , on remarque bien que la méthode CBR nous donne le corps de chaussée le plus économique et tout en sachant que cette méthode est la plus utilisée en Algérie, donc on choisit les résultats de la méthode CBR.

# Assainissement

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines.

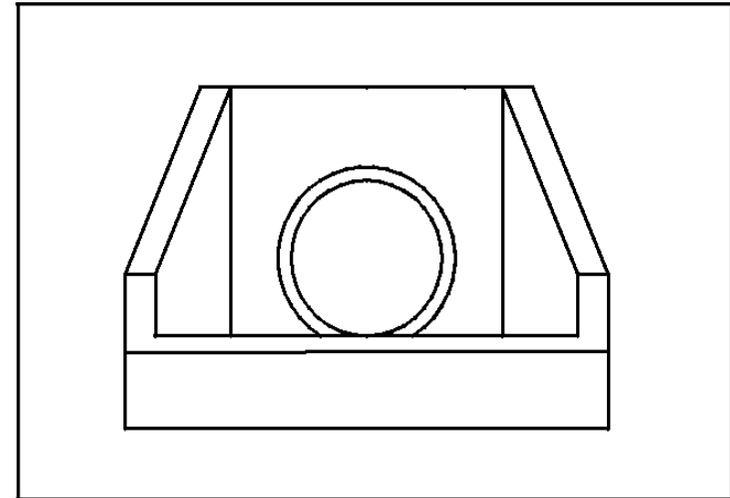
## **L'objectif de l'assainissement :**

- Protéger la route d'inondation et de submersion
- Limiter le risque de rupture de l'ouvrage routier
- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Réduction du coût d'entretien.

## Dimensionnement des ouvrage d'évacuations :

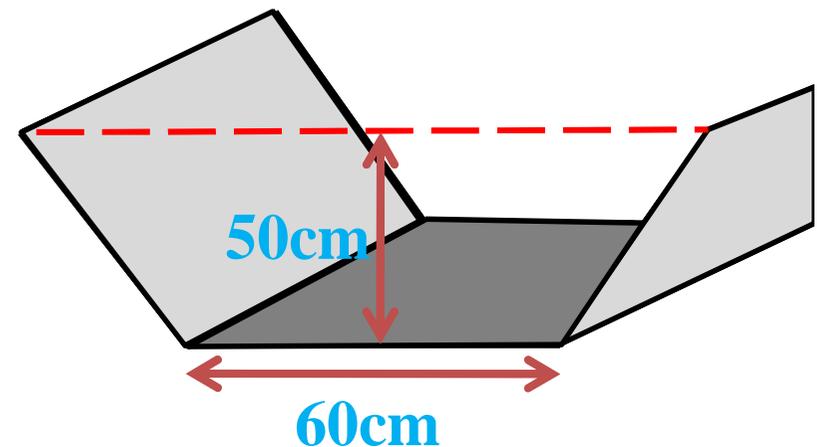
### ❑ Les buses

Les résultats de calcul donnent des buses de diamètres variante entre 600mm et 1000mm, et pour notre projet on prend des buses de **1000mm** de diamètre pour faciliter l'opération de curage.



### ❑ Les fossés

On a utilisé des fossés de forme trapézoïdale à parois en béton, de **50cm** de hauteur et **60cm** de largeur de base.



# Aménagement des carrefours

Le carrefour est l'aire de rencontre ou de croisement de deux ou plusieurs routes au même niveau. Il comprend la chaussée et tous les aménagements en bordure qui assurent l'écoulement et la fluidité de la circulation des véhicules et des piétons à cet endroit.

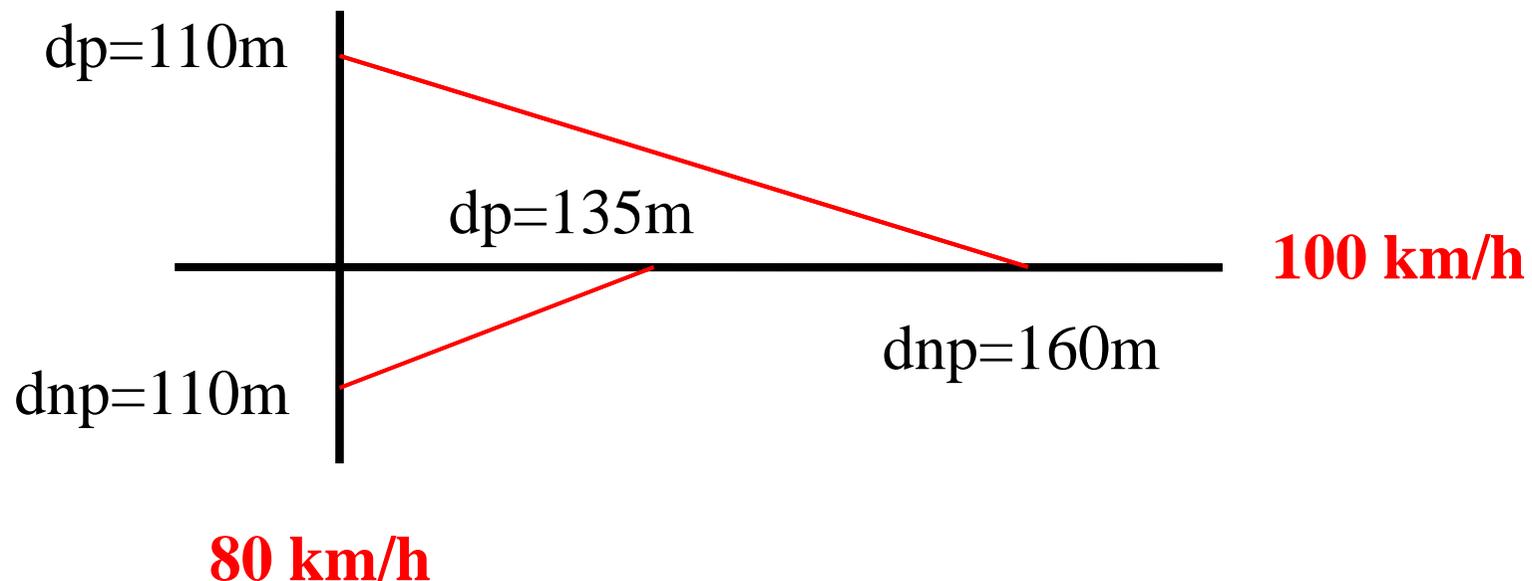
## Règles générales d'aménagement:

- Projeter les cisaillements sous un angle voisin de  $90^\circ$ .
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Réduire autant que possible le nombre de points de conflits.
- Diminuer la surface des zones de conflit
- Eviter si possible, les carrefours a feux tricolores

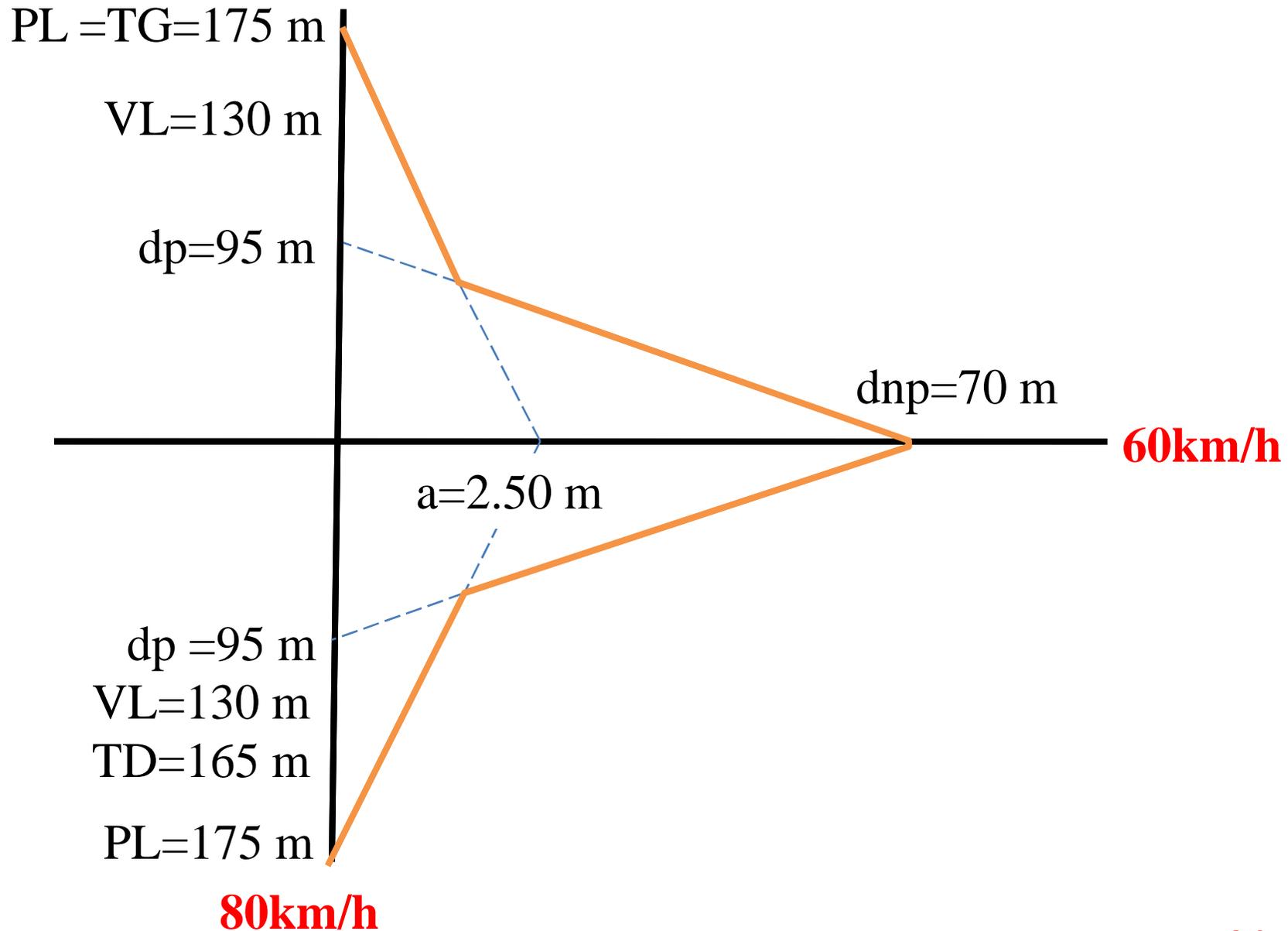
L'étude de la rocade côtière comporte un ensemble des carrefours à aménager selon les recommandations du B40 :

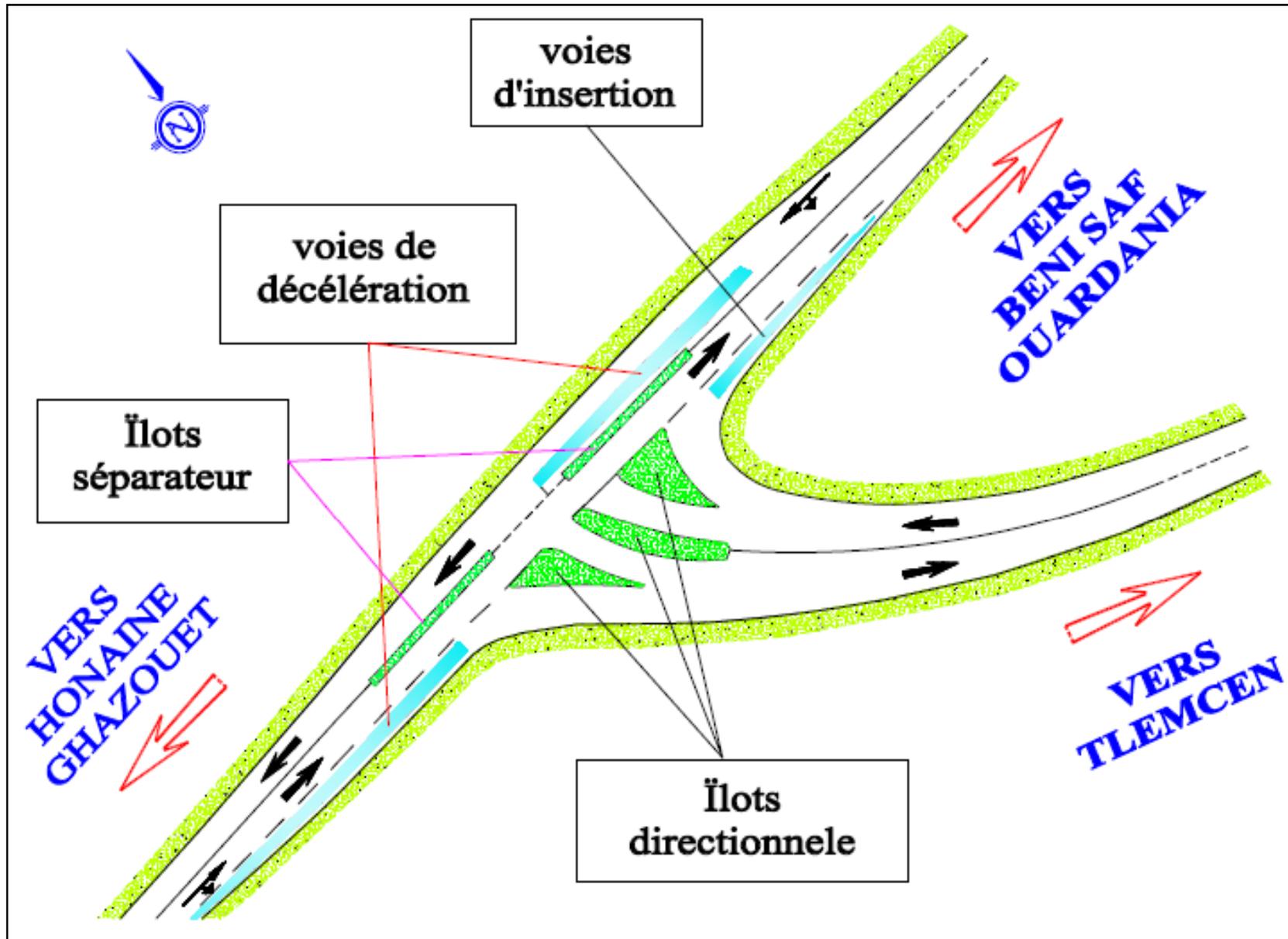
## Triangle de visibilité:

➤ Diagramme de visibilité : Cas de priorité à droite

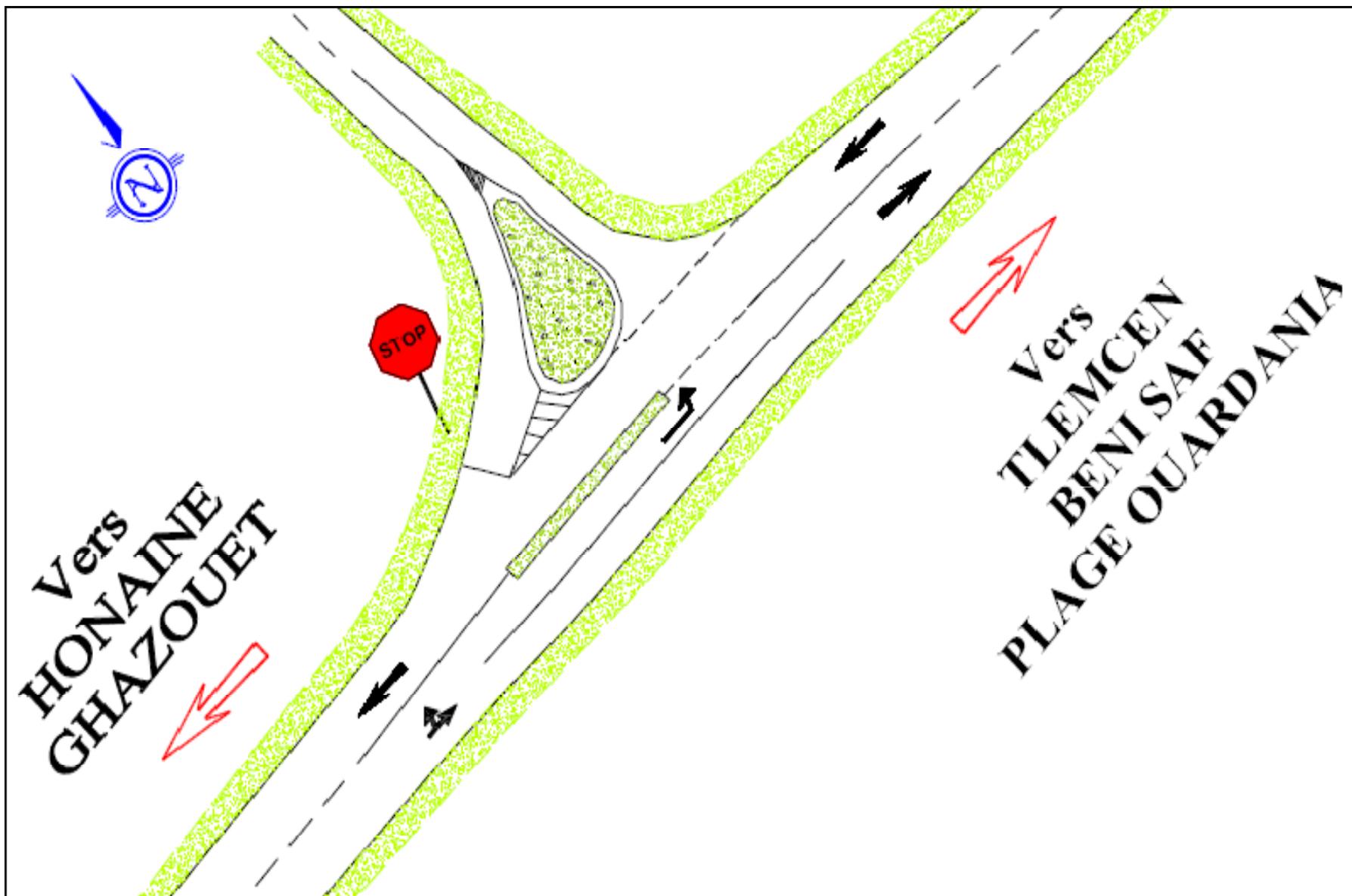


➤ **Diagramme de visibilité : Cas de cédez le passage ou signale de STOP**

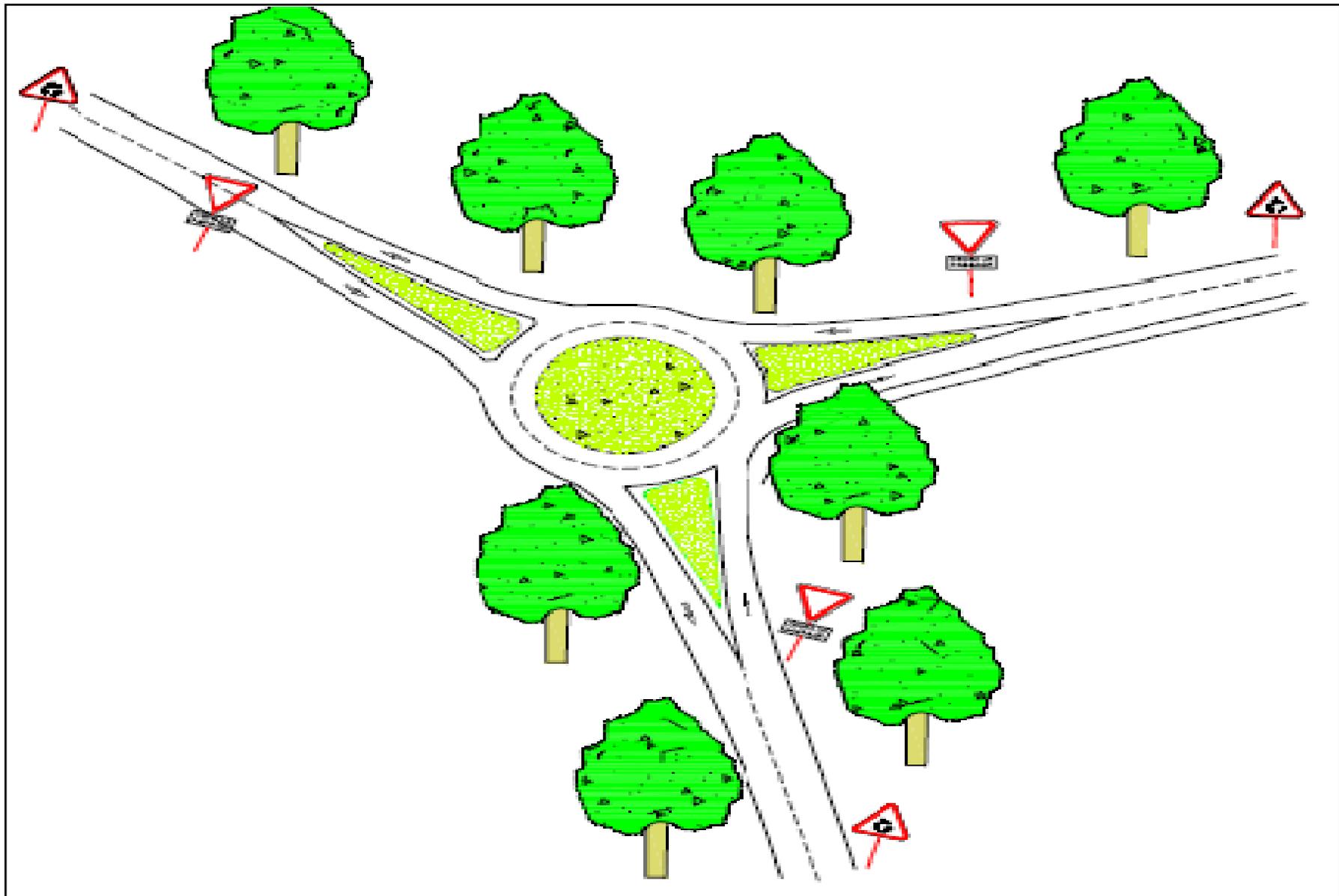




Carrefour en Y (PK 90 + 501)



Carrefour en T (PK 87 + 827)



Carrefour giratoire de trois branches (PK 86+553)

# Signalisation

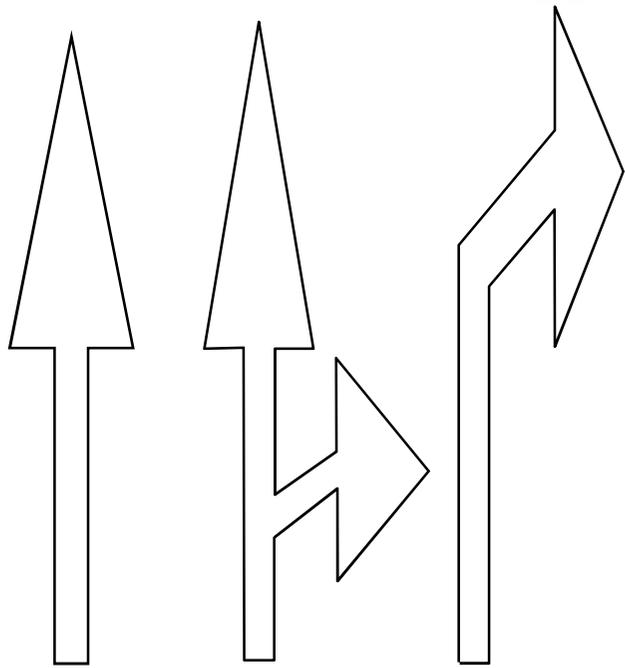
Pour la limitation des vitesses, et le respect du code de la route, on doit implanter les panneaux de signalisation .

## ➤ L'objectif de la signalisation:

- ❖ Assurer la sécurité de l'utilisateur
- ❖ Faciliter la circulation routière
- ❖ Rappeler certaines prescriptions des codes de la route

les différents types de signalisations routières ont été adoptés sur la section de notre aménagement sont :

## Signalisation horizontale



Flèche de sélection



Flèche de rabattement



Ligne Continue



Ligne Discontinue

# Signalisation verticale

Signaux de danger :



Signaux d'interdiction et de priorité :



Signaux d'interdiction et d'obligation :



## Signaux de direction :

TLEMCEN  
تلمسان

BENI SAF  
بني صاف

Plage Ouardania  
شاطئ الوردانية

HONAINE  
هنين

GHAZOUET  
غزوات

Plage Agla  
شاطئ أقلة

# Conclusion

Dans notre étude, nous avons essayé de respecter toutes les normes existantes qu'on ne peut pas négliger et qu'on a pris en considération, le confort, la sécurité des usagers puis l'économie.

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation.

Cette étude nous a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier.

الحمد لله

يَا إِلَهَ

MERCI POUR  
VOTRE  
ATTENTION

رِشَّةُ الْعَيْنِ

حيث الإبداع.. هبة

[www.eyelash.ps](http://www.eyelash.ps)

[www.islamicwall.com](http://www.islamicwall.com)

## Remerciements

*Nous tenons à remercier en premier lieu et avant tout ALLAH le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir notre travail dans les meilleures conditions.*

*Pour réaliser ce travail, plusieurs personnes nous ont assistés, chacune à sa manière. Il est opportun, à cette occasion, de leur réitérer nos remerciements.*

*Nous présentons nos vifs remerciements à :*

- *Mon encadreur Monsieur CHERIFBENMOUSSA Mohamed Yazid pour sa disponibilité, ses conseils et ses encouragements prodigués tout le long de notre présent travail.*
- *Monsieur TAIBI Ahmed; l'ingénieur principal de la direction de travaux publics de la wilaya de Tlemcen pour ses appréciations compétentes, son aide technique et ses précieux conseils.*
- *Monsieur le président GHENNANI Boubeker et les membres de jury ; monsieur BENAMAR Abderrahmane et madame BENACHENHOU Kamila pour l'honneur qu'ils ont bien voulu faire par leur présence.*
- *Monsieur HAMOUDI Ahmed et Monsieur LASRI Younes pour leurs aides, leurs compréhensions et leurs encouragements.*
- *Aux divers enseignants ayant participé à notre formation, qu'ils trouvent ici l'expression de toute notre reconnaissance, sans oublier les responsables de la bibliothèque qui nous ont facilité notre recherche bibliographique.*
- *Enfin, nos pensées à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.*

## *Dédicaces*

*Rien n'est beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qui j'aime jusqu'à les frontières de l'imagination; Ma chère mère, mon cher père, sans eux, je n'aurais pas abouti à ce stade d'étude, que Dieu puisse m'aider à les honorer, les servir et les combler.*

*A mon frère ;*

*A ma sœur, leur mari, leur fille FARAH et toute la famille BOUZIDI ;*

*A toute la famille ZERROUKI ;*

*A mon binôme « AHMED AMMAR Bouziyen », A qui je souhaite tout le bonheur, ainsi qu'à sa famille ;*

*A tous mes amis : BETAOUAF Djawad, TALBI Ilias, BENTIFOUR Abdellatif, MALACHE Yacine, SAIDI Amine, ZAHAR Hamza, REZNI Youssouf, BELAIDI Omar, BENARIBA Zine-eddine, OULD KADDOUR Abderezzak, KADDAR Fatima, SIAGHE Mohamed.*

*A tout la promotion de génie civil IBG-TP 2012.*

*ZERROUKI Mouhssin*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes grand parents, qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma grand père qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon grand père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci beaucoup mes grand parents.*

*A ma très chère mère et mon très cher père ;  
A mes chers frères et chères sœurs ;  
A toute la famille AHMED AMMAR sans exception ;*

*A mon Binôme Mouhassin qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail ;*

*A tous mes amis et tous ceux qui j'aime particulièrement :  
HAMOUDI Ahmed, LASRI Younes, REZNI Youssouf,  
BELAIDI Omar, OULD KADDOUR Abdelrzak,  
BELBACHIR Ilyas, AMGHR Lhadi, KEDDAR Fatima ;*

*A tout la promotion de génie civil IBG-TP 2012 ;*

*AHMED AMMAR Bouzyene*

## Liste des tableaux

### LISTE DES TABLEAUX

Tableau II-01 : grille du critère.....	8
Tableau II-02 : analyse des critères .....	8
Tableau II-03 : les mesures proposées.....	13
Tableau II-04 : principaux impacts positif et négatifs du projet.....	14
Tableau III-01 : coefficient d'équivalence 'P' .....	19
Tableau III-02 : Classification des reliefs selon la dénivelée.....	19
Tableau III-03 : Type de sinuosité.....	19
Tableau III-04 : type d'environnement.....	20
Tableau III-05 : Valeurs de K1 .....	20
Tableau III-06 : Valeurs de K2.....	21
Tableau III-07 : Valeurs de capacité théorique Cth :.....	21
Tableau III-08 : Récapitulatif des résultats du calcul de trafic.....	24
Tableau IV-01 : Valeurs de $ft$ .....	34
Tableau IV-02 : Rayons du tracé en plan .....	35
Tableau IV-03 : Récapitulation des paramètres fondamentaux.....	36
Tableau IV-04: Récapitulatif des résultats du calcul.....	41
Tableau V-01 : valeur de la déclivité maximale.....	45
Tableau V-02 : Rayons verticaux pour un angle saillant.....	47
Tableau V-03 : Rayons verticaux pour un angle rentrant.....	48
Tableau VII-01 : Classification des matériaux en fonction du % massique en carbonate ..	65
Tableau VII-02 : Résultats d'essais géotechnique.....	66
Tableau VIII-01 : Classification des trafics.....	75
Tableau VIII-02 : Valeur du coefficient d'agressivité CAM.....	76
Tableau VIII-03 : La portance de sol en fonction de l'indice de CBR.....	77
Tableau VIII-04 : coefficients d'équivalence pour chaque matériau .....	78
Tableau VIII-05 : La classe du trafic poids lourd.....	79
Tableau VIII-06 : Classement de sole en fonction de l'indice de CBR .....	80
Tableau VIII-07 : Tableau exprimé les classe de sol en fonction de la déflexion.....	82
Tableau VIII-08 : Epaisseur de couche de fondation en fonction de la portance du sol .....	82
Tableau VIII-09 : Les zones climatiques de l'Algérie .....	83
Tableau VIII-10 : Récapitulatif des résultats du calcul .....	85
Tableau IX-01 : Coefficient de ruissellement 'C' .....	92
Tableau IX-02 : Variable de Gauss .....	93
Tableau IX-03 : Coefficient de rugosité $K_{st}$ .....	94
Tableau IX-04 : Intensité-Durée-Fréquence.....	95
Tableau X-01 : Vitesse d'approche à vide $V_0$ .....	106
Tableau X-02 : Distance de visibilité des véhicules prioritaires et non prioritaires .....	107
Tableau X-03 : Distance de visibilité des véhicules non prioritaires .....	107
Tableau X-04: Récapitulatif des carrefours à implanter.....	109
Tableau XI-01 : Modulation des lignes discontinues .....	118

**LISTE DES FIGURES**

Figure I-01 : Monts des Traras.....3  
Figure I-02 : Vue aérienne du tronçon étudié.....5

Figure III-01 : Schéma explicatif d'une Coupe transversale de la chaussée prévue ..... 24

Figure IV-01 : Les éléments du tracé en plan.....28  
Figure IV-02 : Les éléments de clothoïde.....29  
Figure IV-03 : Force centrifuge .....33  
Figure IV-04 : Choix des dévers associés.....36  
Figure IV-05 : Les éléments de clothoïde pour les calculs.....37

Figure V-01 : Éléments géométriques du profil en long .....44  
Figure V-02 : Schéma de la courbe du profil en long .....49  
Figure V-03 : Rayon concave .....51  
Figure V-04 : Rayon convexe .....52

Figure VI-01 : Éléments du profil en travers .....55  
Figure VI-02 : profil en travers type en remblai .....56  
Figure VI-03 : profil en travers type en déblai .....57  
Figure VI-04 : profil en travers type mixte .....57

Figure VII-01 : Essai d'équivalent de sable.....61  
Figure VII-02 :  $W_L$  : réalisation de la rainure .....62  
Figure VII-03 :  $W_P$  : réalisation du rouleau de sol .....62  
Figure VII-04 : L'états de sol en fonction de sa teneur en eau .....62

Figure VIII-01 : Schéma théorique de la structure du corps de chaussée.....73  
Figure VIII-02 : Structure type d'une chaussée souple .....73  
Figure VIII-03 : Structure type d'une chaussée semi-rigide .....74  
Figure VIII-04 : Structure type d'une chaussée rigide .....74  
Figure VIII-05 : Les niveaux de réseau principal .....82  
Figure VIII-06 : Récapitulatif des résultats de la méthode CBR .....85  
Figure VIII-07 : Récapitulatif des résultats de la méthode de SETRA.....86  
Figure VIII-08 : Récapitulatif des résultats de la méthode des chaussées neuves.....87

Figure IX-01 : Section transversale d'un ouvrage représente  $S_m$  et  $P_m$ .....94  
Figure IX-02 : Dimensionnement de fossés .....96  
Figure IX-03 : Vue de face d'une buse de diamètre  $\varnothing = 1000$  mm.....99  
Figure IX-04 : Résultat de dimensionnement du fossé.....100

## *Table des figures*

---

Figure X-01 : carrefour en T .....	103
Figure X-02 : carrefour en Y .....	103
Figure X-03 : carrefour giratoire.....	103
Figure X-04 : carrefour en croix .....	103
Figure X-05 : Diagramme de visibilité –priorité à droite .....	108
Figure X-06 : Diagramme de visibilité - Cédez le passage ou signale de STOP.....	108
Figure X-07 : Carrefour giratoire de trois branches (PK 86+553).....	109
Figure X-08 : Carrefour giratoire de trois branches (PK 87 + 652).....	110
Figure X-09 : Carrefour en T (PK 87 + 827).....	110
Figure X-10 : Carrefour en Y (PK 90 + 501).....	111
Figure X-11 : Carrefour giratoire de trois branches (PK 96 + 400).....	111
Figure XI-01 : Type de modulation .....	118
Figure XI-02 : Panneaux de direction.....	121
Figure XI-04 : Flèche de rabattement .....	121
Figure XI-03 : Flèche de sélection.....	122

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION :	1
----------------	---

### Chapitre I : **PRESENTATION DU PROJET**

1- INTRODUCTION :	3
2- ETAT ACTUEL DE LA ROUTE :	4
3- LE CADRE D'ÉTUDE :	4
4- OBJECTIF DE L'ÉTUDE :	5

### Chapitre II : **IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT**

1- INTRODUCTION :	7
2- L'ANALYSE DES ALTERNATIVES DES DIFFÉRENTES OPTIONS DU PROJET :	7
2-1 L'alternative « pas de projet » :	7
2-2 L'alternatif « projet » :	7
3- L'ANALYSE MULTICRITERE :	8
4- ASPECT DE L'ENVIRONNEMENT:	9
4-1 Les ressources en eau :	9
4-2 La qualité de l'aire :	9
4-3 Impact sur les habitants :	9
4-4 Traitement paysage :	10
4-5 Sécurité :	10
4-6 La faune et la flore :	11
4-7 Impact sur la santé :	11
4-8 Impact sur l'agriculture :	11
4-9 Impact sur l'activité socio-économique :	12
5- L'EVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE ET L'EFFICACITE DES MESURES ENVISAGEES :	12
6- BILAN ENVIRONNEMENTAL :	13
7- CONCLUSION :	14

### Chapitre III : **ETUDE DE TRAFIC**

1- INTRODUCTION :	16
2- L'ANALYSE DE TRAFIC :	16
2-1 Différents types de trafics :	17
2-2 Calcule de la capacité :	17
2-3 Calcul de Trafic à un horizon donné « TJMAh » :	18
2-4 Débit de point horaire normal :	20
2-5 Débit horaire admissible :	20
2-6 Détermination de nombre des voies :	21
3- APPLICATION AU PROJET :	22

3-1	Projection future de trafic :	22
3-2	Trafic effectif de l'année de mise en service :	22
3-3	Trafic effectif de l'année 2034 :	22
3-4	Débit de pointe horaire de l'année mise en service :	22
3-5	Débit de pointe horaire à l'année horizon :	23
3-6	Nombre des voies :	23
3-7	Calcul de l'année de saturation de la voie :	24
4-	CONCLUSION :	24

## Chapitre IV : TRACE EN PLAN

1-	INTRODUCTION :	26
2-	REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :	26
3-	PROJET : CONCEPTION ET APPROCHE :	27
3-1	Paramètres fondamentaux de projet :	27
4-	LES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN :	28
4-1	Les alignements :	28
4-2	Les raccordements progressifs (clothoïde) :	29
4-3	Arc de cercle (les courbes) :	32
4-4	Surlargeur dans les virages :	34
5-	SOLUTIONS POUR ÉVITER LES ACCIDENTS EN COURBE :	35
6-	PARAMÈTRES FONDAMENTAUX :	35
7-	CALCUL D'AXE :	37
8-	APPLICATION AU PROJET :	37
8-1	Caractéristiques de la courbe de raccordement :	38

## Chapitre V : PROFIL EN LONG

1-	INTRODUCTION :	43
2-	REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG :	43
3-	LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG :	44
3-1	Les types de rayons :	44
4-	COORDINATION DU TRACÉ EN PLAN ET PROFIL EN LONG :	44
5-	DÉCLIVITÉS :	45
5-1	Déclivité minimale :	45
5-2	Déclivité maximale :	45
6-	RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :	46
6-1	Raccordements convexes (angle saillant) :	46
6-2	Raccordements concaves (angle rentrant) :	47
7-	DÉTERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG :	48
7-1	Calcul des éléments de profil en long :	49

8- CALCUL DE PROFIL EN LONG : .....	51
8-1 Cas d'un rayon concave : .....	51
8-2 Cas d'un rayon convexe: .....	52

## Chapitre VI : PROFIL EN TRAVERS

1- INTRODUCTION : .....	54
2- MODERNISATIONS DU PROFIL EN TRAVERS : .....	54
3- TYPES DE PROFIL EN TRAVERS : .....	54
3-1 Le profil en travers type : .....	54
3-2 Le profil en travers courant : .....	54
4- LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS : .....	55
5- APPLICATION AU PROJET : .....	56

## Chapitre VIII : ETUDE GEOTECHNIQUE

1- INTRODUCTION : .....	59
2- L'OBJECTIF DE LA GÉOTECHNIQUE ROUTIÈRE : .....	59
3- LES MOYENS DE RECONNAISSANCE : .....	59
4- RÉGLEMENTATION ALGÉRIENNE EN GÉOTECHNIQUE : .....	59
4-1 Les différents essais en laboratoire : .....	60
4-2 Les différents essais in situ : .....	65
5- CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS : .....	65
6- DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE DE SITE : .....	66
7- INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES ESSAIS : .....	69

## Chapitre IX : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1- INTRODUCTION : .....	71
2- LA CHAUSSEE : .....	71
2-1 Les différents types de structures de chaussées : .....	71
3- FACTEURS A CONSIDERER DANS LE DIMENSIONNEMENT : .....	75
3-1 Trafic : .....	75
3-2 Environnement : .....	76
3-3 Le Sol Support : .....	76
3-4 Matériaux : .....	77
4- LES PRINCIPALES MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT : .....	77
4-1- Méthode C.B.R (Californian – Bearing – Ratio): .....	77
4-2- Méthode d' A.A.S.H.O: .....	78
4-3 Méthode d' ASPHALT INSTITUTE : .....	79
4-4 Méthode du catalogue des structures «SETRA» : .....	79
4-5 La méthode L.C.P.C .....	80
4-6 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves : .....	81

5- APPLICATION AU PROJET : .....	83
5-1 La méthode C.B.R : .....	83
5-2 Méthode de catalogue des structures «SETRA» : .....	85
5-3 Méthode du catalogue des chaussées neuves CTTTP : .....	86
6- CONCLUSION : .....	87

## Chapitre X : ASSAINISSEMENT

1- INTRODUCTION : .....	89
2- L'OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT : .....	89
3- TYPES DE DÉGRADATION : .....	89
3-1 Pour les chaussées.....	89
3-2 Pour le talus : .....	90
4- TYPES DE CANALISATIONS : .....	90
5- DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES : .....	90
5-1 Protection contre la nappe phréatique : .....	90
6- DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'ASSAINISSEMENT : .....	91
6-1 Choix des ouvrages d'assainissement.....	91
6-2 Le débit d'apport : .....	91
6-3 Pluie journalière maximal annuelle $P_j$ : .....	93
6-4 Le débit de saturation : .....	93
7- DIMENSIONNEMENT DES BUSES : .....	94
8- DIMENSIONNEMENT DES FOSSES : .....	95
8-1 Calcul de la surface mouillée : .....	96
8-2 Calcul du périmètre mouillé : .....	96
8-3 Calcul le rayon hydraulique : .....	96
9- APPLICATION AU PROJET : .....	96
9-1 Données hydrauliques : .....	96
9-2 Calcul hydraulique : .....	97
9-3 Dimensionnement des buses : .....	98
9-4 Dimensionnement des fossés : .....	99
10- CONCLUSION : .....	100

## Chapitre XI : AMENAGEMENT DES CARREFOURS

1- INTRODUCTION : .....	102
2- CHOIX DE L'AMENAGEMENT : .....	102
3- LES PRINCIPAUX TYPES DE CARREFOUR: .....	102
3-1 Carrefour à trois branches.....	102
3-2 Carrefour à quatre branches.....	103
3-3 Carrefour à branches multiples : .....	104
4- DONNEES POUR L'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR .....	104
5- PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENTS D'UN CARREFOUR .....	105

6- LA VISIBILITE :	105
6-1 Triangle de visibilité :	105
6-2 Les ilots :	106
7- APPLICATION AU PROJET :	107
7-1 Dessin de triangle de visibilité :	108
7-2 Les carrefours de projet :	108

## Chapitre XIII : **SIGNALISATION**

1- INTRODUCTION :	113
2- L'OBJECTIF DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :	113
3- CRITERES A RESPECTER POUR LES SIGNALISATIONS :	113
4- PRINCIPES DE BASE DE LA SIGNALISATION :	113
4-1 Principe de valorisation :	113
4-2 Principe de concentration :	114
4-3 Principe de lisibilité :	114
5- CATEGORIES DE SIGNALISATION :	114
5-1 Signaux d'avertissement de danger :	114
5-2 Signaux de réglementation :	114
5-3 Signaux d'indication :	114
6- LES PANONCEAUX :	115
7- TYPES DE SIGNALISATION :	115
7-1 Signalisation verticale :	115
7-2 Signalisation Horizontale :	116
8- APPLICATION AU PROJET :	118
8-1 Panneaux de signalisation de danger :	119
8-2 Panneaux d'interdiction de priorité et d'obligation:	119
8-3 Panneaux de signalisation d'intersection et de priorité :	120
8-4 Signalisation de direction (type E4) :	121
8-5 Flèche de sélection :	121
8-6 Flèche de rabattement :	122
CONCLUSION GENERALE :	123
BIBLIOGRAPHIE :	124

## **INTRODUCTION :**

Le réseau routier occupe une place stratégique de transport, puisqu'il supporte plus de 85% du volume de transport de marchandise et de voyageurs, c'est par conséquent, un élément essentiel et fondamental dans le processus de développement du pays.

Actuellement, en Algérie, le trafic routier a connu une évolution rapide, les routes existantes qui supportent ce trafic dont un pourcentage important du poids lourds, nécessitent des opérations de réhabilitation, modernisation et des réaménagements.

L'évolution démographique et la forte urbanisation ont engendré plusieurs mutations, ainsi des recherches et des études des tracés linéaires des routes et d'autoroutes ont été menées à travers le pays afin d'améliorer les infrastructures de transport.

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

L'objectif des ces mesures est d'assurer la sécurité, le confort des usagers avec les moindres coûts possibles, d'où, ce présent projet de fin d'études qui consiste à la création d'une infrastructure routière de 10 km qui se situe dans la wilaya de Tlemcen (liaison entre HONAINA et OUARDANIA). Elle comportera des tronçons en création neuve, la modernisation et le réaménagement des tronçons routiers existants.

Ce projet entré dans le développement durable du tourisme de la wilaya de Tlemcen parce que la région de la rocade recèle un potentiel en ressources côtières et paysagères indéniables qui mérite d'être étudié, analysé et exploité pour la promotion du tourisme de balnéaire, de montagne et de transit.

## 1- INTRODUCTION :

Il faut souligner que le réseau routier de la Wilaya de Tlemcen le long de la côte qui s'étend sur une longueur d'environ 70 km est constitué de chemins sous dimensionnés et défectueux hérités de l'ère coloniale. Durant les décennies écoulées certains efforts très timides ont été effectués pour l'entretien des routes existantes ou la création de certains chemins dans le cadre des Plans Communaux de Développement, mais les efforts consentis ont été en deçà des espérances de la région qui renferme un potentiel énorme de régions touristiques vierges.

Le but de la réalisation de la rocade côtière est donc de doter la Wilaya de Tlemcen d'une route côtière adéquate ceci pour la mise en valeur de ses richesses touristiques afin de favoriser le développement de la région à l'instar des autres Wilaya Côtières et d'encourager l'activité touristique de la région côtière entre Marsa Ben Mhidi, Ghazaouet et Honaine.

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

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

Le climat de cette région est propice au développement des activités de tourisme, de convalescence des malades et d'oxygénation des sportifs.

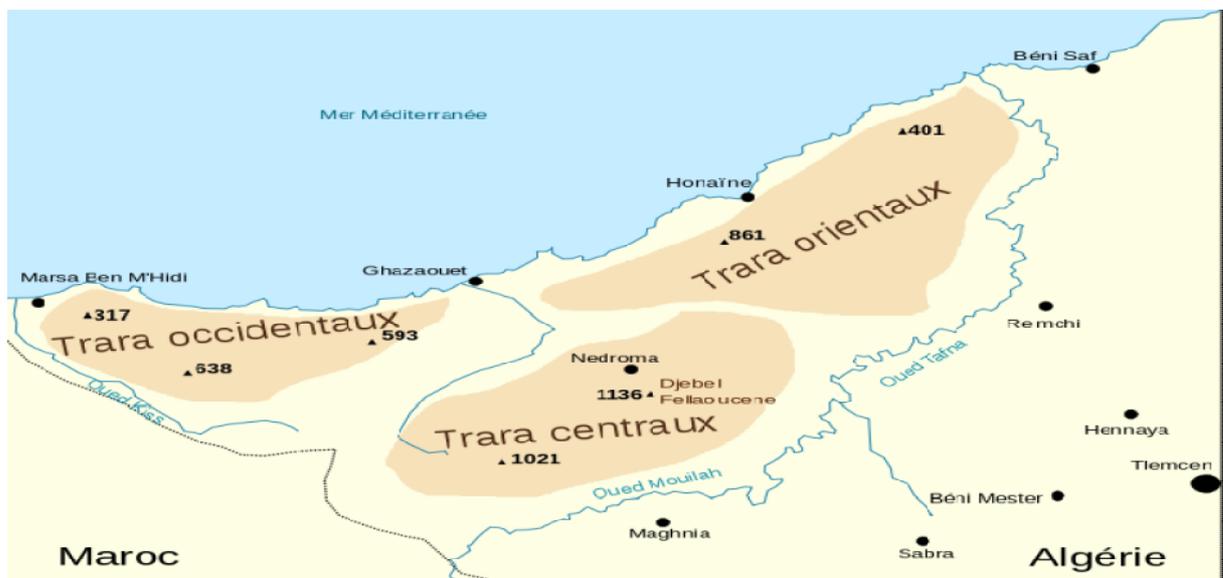


Figure 01 : Monts des Traras

## **2- ETAT ACTUEL DE LA ROUTE :**

Dans la situation actuelle, le trafic sur la voie de Honaine est dense, et les conditions de circulation sont mauvaises, notamment en raison de la surcharge des véhicules surtout pendant la saison estivale. Cette situation génère plusieurs types de risques :

- ❖ Risques pour le milieu physique et biologique : les mauvaises conditions de circulation génèrent un risque d'accident significatif.
- ❖ Risques pour le milieu humain : outre les nuisances subies par les populations riveraines de la rocade (bruit, pollution de l'air), les risques d'accidents sont élevés pour les automobilistes et pour les riverains.

Par ailleurs, les conditions difficiles de circulation limitent le développement économique des régions, notamment en gênant les échanges commerciaux.

## **3- LE CADRE D'ETUDE :**

Dans le cadre du programme de développement de l'infrastructure de la wilaya de Tlemcen on a réalisé l'étude de la modernisation de la rocade côtière qui constitué de chemin communal, chemin de wilaya CW1 et CW104 reliant la ville de HONAINNE et la plage OUARDANIA sur un linéaire de 9.867 km, du Pk 86+533 au Pk 96+400.

Il faut reconnaître que les caractéristiques géométriques de cet axe ne sont plus adaptées à son trafic que les aménagements existants ne peuvent pas offrir le niveau de sécurité souhaitable.

Notre tache consiste à faire une étude de ce projet d'un tracé neuf de cette route on gardant le même couloir de la route existe, mais on améliorant les caractéristiques des différant élément du tracé.

Ce tronçon routier très important, reliant un ensemble des plages « Tafsout, Honaine, Agla, mkhelad et Ouardania ».

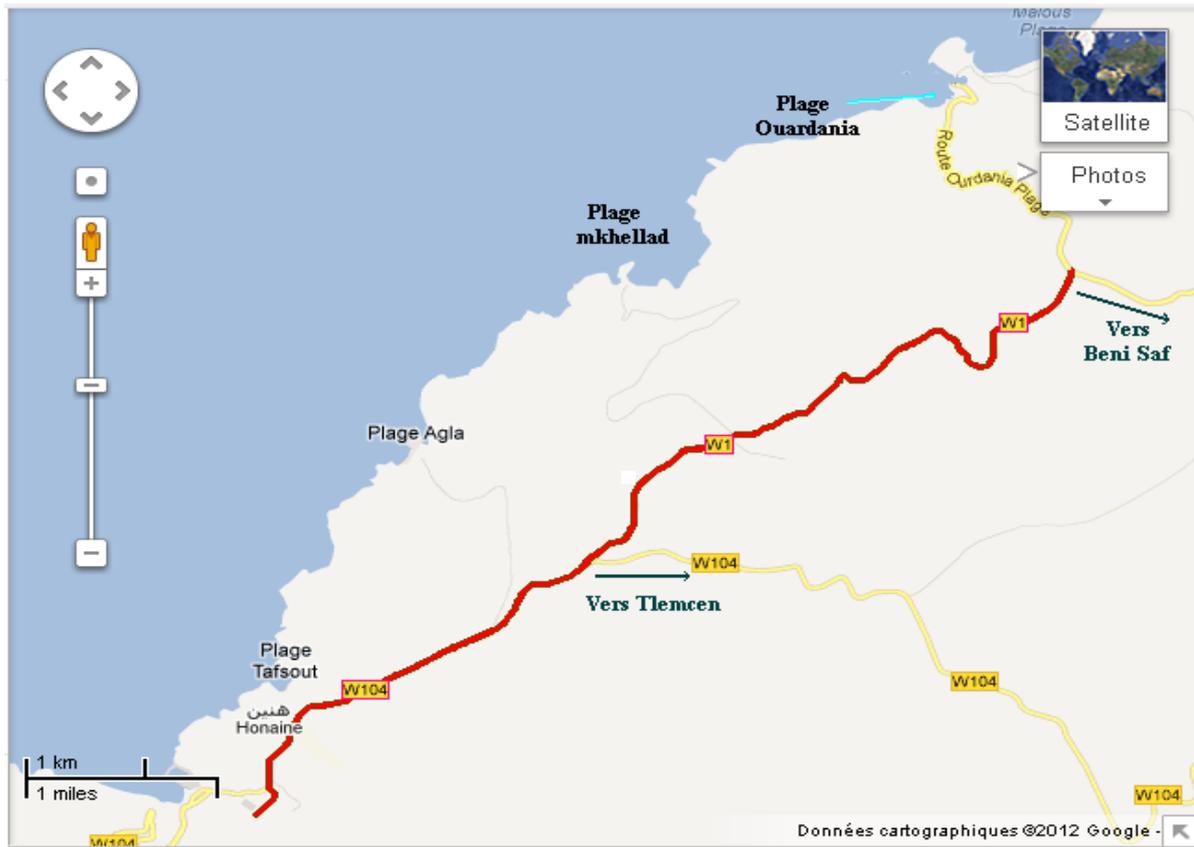


Figure 02: Vue aérienne du tronçon étudié

#### 4- L'OBJECTIF DE L'ETUDE :

L'objectif principal de notre étude consiste à améliorer le niveau de service par la rocade côtière.

Pour atteindre l'objectif visé, notre travail a été structuré comme suit :

- ❖ L'augmentation de la capacité de la route.
- ❖ L'amélioration du système de drainage.
- ❖ L'amélioration de la sécurité et la réduction du temps de parcours.
- ❖ L'amélioration des flux du trafic routier entre les régions.
- ❖ La réduction des risques d'accidents vis-à-vis des piétons et des véhicules.
- ❖ Doter la chaussée d'une structure adéquate capable de supporter le trafic actuel et futur.
- ❖ L'amélioration du niveau de service et les conditions de circulations de la route par la fluidification du trafic routier.
- ❖ L'amélioration substantielle de la qualité de l'air grâce à la réduction des émissions des véhicules et la limitation des nuisances sonores sur la rocade.

## **1- INTRODUCTION :**

Actuellement, il est exigé pour n'importe quel type de projet une étude d'impact sur l'environnement.

Nous avons pris en considération l'étude de l'impact des projets d'infrastructures sur l'environnement; surtout lorsque la comparaison entre les inconvénients des différents tracés routiers sont difficilement quantifiables ce qui apporte des éléments de comparaison supplémentaire pour le choix entre les différentes variantes du tracé routier.

L'objectif de l'étude d'impact sur l'environnement est d'analyser les dégradations et les écosystèmes créés par la route et de déterminer ces impacts afin de prendre des mesures contre tous les esprits négatifs sur l'homme, l'environnement, les richesses naturelles et agricoles.

## **2- L'ANALYSE DES ALTERNATIVES DES DIFFERENTES OPTIONS DU PROJET :**

### **2-1 L'alternative « pas de projet » :**

Actuellement, le trafic de notre voie est dense, et les conditions de circulation sont mauvaises, notamment en raison de la surcharge des véhicules surtout pendant la saison estivale. Cette situation génère plusieurs risques comme les accidents, la pollution de l'air et de sol et le bruit. [22]

### **2-2 L'alternatif « projet » :**

Le projet induira certainement une série d'impacts positifs importants, en particulier, des impacts positifs directs (amélioration des flux du trafic routier entre les régions, amélioration de la sécurité routière, de qualité de l'air,...) et des impacts positifs indirects conséquents des impacts directs notamment l'amélioration de santé publique et la contribution importante au développement des activités socio-économiques. En effet, la création de la nouvelle déviation de 40 km, aura comme conséquences directes. [22]

- La réorganisation du trafic de transit et le trafic local.
- L'amélioration des conditions de circulation.
- La réduction des risques d'accidents et le gain de temps.
- L'amélioration substantielle de la qualité de l'air grâce à la réduction des émissions des véhicules et la limitation des nuisances sonores sur la rocade.

Les impacts positifs indirects touchent pratiquement tous les secteurs (la santé publique, les entreprises économiques dans leurs diversités, l'emploi, le tourisme, les transports, l'habitat, etc.).

### 3- L'ANALYSE MULTICRITERE :

L'analyse multicritère des variantes de tracé a été menée en tenant compte des principaux critères quantitatifs et qualitatifs, les critères qui étudier dans ce projet de la rocade côtière sont les suivants : [22]

- Effets du projet sur le développement économique régional : (perte de production agricole).
- Effet du projet sur l'aménagement du territoire : (cohérence avec les grands projets).
- Effet du projet sur l'emploi.
- Effet du projet sur l'environnement (milieu naturel et milieu humain).
- Les avantages pour les usagers et la rentabilité économique, en considérant: Le bénéfice net actualisé, le taux de rentabilité immédiate et le taux de rentabilité interne.
- Niveau de desserte de rocade.

Pour chaque critère, une note est attribuée à chaque tracé selon la grille suivante : [3]

**Tableau 01** : grille du critère [3]

Symbole	Niveau du critère
++	très favorable
+	favorable
0	neutre
-	défavorable
--	très défavorable

Les critères pour l'évaluation le projet de la rocade sont analysés plus ponctuellement :

**Tableau 02** : analyse des critères [3] et [22]

Critères	Points d'analyse
Développement économique et aménagement du territoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nbre de communes et population.</li> <li>• Taux moyen des primes de l'Etat.</li> </ul>
Avantages pour les usagers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temps : heures gagnées</li> <li>• Frais de fonctionnement</li> </ul>
Environnement	Favorable, neutre, défavorable
Emploi	Nbre d'emplois liés à l'investissement, l'entretien et l'exploitation
Bilan coût-avantage monétarisables	Avantages actualisés globaux Bénéfice propre Bénéfice actualisé Taux de rentabilité immédiate

#### **4- ASPECT DE L'ENVIRONNEMENT A PRESERVER LORS DE LA CONCEPTION D'UNE INFRASTRUCTURE :**

La construction d'une route intervient directement dans la perturbation de l'eau, l'aire, la faune, la flore et l'altération des nuisances dus au bruit. Les impacts peuvent concerner : [1]

##### **4-1 Les ressources en eau :**

La route peut modifier les écoulements, la qualité des eaux de surface et souterraines, entraînant par fois un risque d'inondation, d'érosion, de dépôt ou une modification de la dynamique de la nappe phréatique.

Pour prévenir la pollution accidentelle ou chronique des eaux superficielles et souterraines la conception de bassins antipollution ou de merlons anti déversement est un moyen assez efficace de réduire ou de supprimer ce type de nuisances. Aussi le drainage des routes doit être conçu de façon à retenir l'eau dans des micros - bassins pour qu'elle soit utilisable par l'homme et la nature ou pour affaiblir les inondations et évacuer les eaux stagnantes. [23]

##### **4-2 La qualité de l'aire :**

La pollution de l'aire due au trafic routier est essentiellement causée par le gaz d'échappements, et la poussière.

La réduction de ces effets exige une modification de la politique nationale dont les principaux objectifs devront veiller à : [23]

- Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO<sub>2</sub>
- Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique.
- Utiliser d'autres sources d'énergie.
- Contrôler les véhicules et les vitesses.
- Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air.

##### **4-3 Impact sur les habitants :**

###### **4-3-1 Le bruit:**

C'est un des impacts les plus manifestes de la circulation routière et peut apparaître pendant la phase de la construction. Pour les travaux d'excavation ou d'emprunt dans les zones sensibles, une attention particulière doit être accordée aux normes applicables au niveau sonore des engins, aux horaires de travail, aux itinéraires de transport des matériaux et à tout autre aspect ayant trait à la gestion du chantier. Concernant l'urbanisme, la voirie nouvelle et l'habitat, des progrès importants sont à attendre dans ce domaine qui demande à être davantage exploré. [22]

Le niveau moyen du bruit diminue avec l'éloignement par rapport à la voie de circulation. Ceci montre que les possibilités d'amélioration en matière de protection contre le bruit peuvent être attendues : [23]

- D'une part, de l'éloignement des habitations par rapport aux voies de circulation.
- D'autre part, de l'orientation de l'habitation par rapport à ces voies ou au moins par rapport aux points singuliers de circulation, tels que les feux, les carrefours, les rampes.

Les moyens pour lutter contre le bruit dans un projet routier peuvent prendre plusieurs formes : [3]

- réduction de la vitesse.
- implantation de la voie par rapport aux zones bâties.
- construction de buttes de terre.
- baisse du profil en long par rapport au terrain naturel.
- murs antibruit.
- isolation des bâtiments.

#### **4-3-2 La destruction**

Le tronçon est choisi en limitant au maximum la destruction d'habitats et en évitant les zones urbaines prévues au niveau des divers plans d'aménagement. Cependant, pour certains passages obligatoires à travers des propriétés privées, l'Etat compensera les endommagés selon la réglementation en vigueur. [22]

#### **4-4- Traitement paysage :**

Pour lutter contre la pollution de l'aire on doit : [22]

- Assurer un contrôle régulier des engins et de la qualité de leur combustion ;
- Assurer un arrosage régulier du chantier particulièrement en période sèche.

#### **4.5- Sécurité :**

Pour assurer la sécurité des piétons on doit :

- Implanter des passerelles au niveau des centres, ainsi que les passages piétons seront implantés au niveau des carrefours.
- Pour assurer la sécurité des automobilistes on doit réduire la vitesse au niveau des carrefours ; Ainsi qu'implanter des carrefours giratoires qui assurent une meilleure sécurité pour leurs usagers.

**4-6- La faune et la flore :**

Les projets routiers peuvent générer des impacts importants sur le milieu naturel et il est important de prendre en compte les effets indirects et d'étudier les conséquences du projet sur l'écosystème dans son ensemble.

Le choix du tracé doit tenir compte des problèmes liés à l'environnement biologique.

Des précautions peuvent être prises à un stade précoce de la planification du projet pour protéger le milieu naturel et faciliter le déplacement de la faune par l'implantation de passages pour faunes ou encore la conception de franchissements revêtus ou non. Ces passages doivent être conçus de façon que leur entretien soit le plus simple possible et que leur gestion soit à la fois naturelle et écologique. [3]

La détermination de toutes les espèces vivantes dans notre zone d'étude est une opération complexe, vu l'absence de matériaux de piégeage. [22]

L'étude de la faune du site révèle une diversité biologique relativement faible, avec l'absence des espèces rares ou protégées. [22]

**4-7- Impact sur la santé :**

Les contraintes de protection de la santé s'imposent maintenant aux projets routiers. Cette thématique doit être développée dans les études d'impact, et les mesures compensatoires ou préventives doivent être mises en œuvre par le maître d'ouvrage. [3]

Le volet santé de l'étude d'impact doit en particulier évaluer l'état initial en termes de mortalité et de morbidité sur une zone d'étude pertinente. Il doit ensuite évaluer l'incidence de l'aménagement sur ces données. [3]

**4-8- Impact sur l'agriculture :**

Il est incontestable que l'agriculture est une activité économique principale et inépuisable. De ce fait elle doit se faire octroyer un grand intérêt.

**4-8-1 Les impacts :**

L'ensemble des impacts sur l'agriculture peut se regrouper en trois éléments qui sont :

- L'effet de la substitution du sol à vocation agricole, et la diminution des superficies exploitées.
- L'effet de coupure, entraînant la destruction d'une tranche de la parcelle agricole, et difficultés de travail et de circulation par des allongements de parcours (rupture de cheminements).
- L'effet de modification du régime agricole.

**4-8-2 Les remèdes :**

Les mesures visant à remédier à ces préjudices sont classées en deux catégories :

- **Mesures préventives :** Devant intervenir en amont, lors des choix du tracé et la détermination des caractéristiques du projet, si non on aura recours aux mesures curatives.
- **Mesures curatives :** Comprenant la restriction des exploitations et des mesures techniques allant du rétablissement des réseaux existants à la remise en état des terrains agricoles.

**4-9- Impact sur l'activité socio-économique :**

Impact positif dans l'ensemble du à : [22]

- Un renforcement des infrastructures routières à l'échelle nationale;
- Une création d'emploi durant la phase de construction.
- Un renforcement de l'économie nationale engendrée par la fluidité du trafic.
- Un gain en temps de parcours ;
- Une réduction des coûts d'exploitation des véhicules proportionnels au temps ou " coûts horaires";
- Une réduction de la consommation de carburant, de lubrifiant, de l'entretien et plus généralement des différents véhicules ;
- Une amélioration de la sécurité routière et par conséquent une réduction du nombre d'accidents.

**5- L'EVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE ET L'EFFICACITE DES MESURES ENVISAGEES :**

Il est à signaler que les mesures proposées correspondent d'une part à des mesures à court terme qui intéressent la phase chantier et d'autre part à des mesures à long terme qui resteraient valables pendant toute la période d'exploitation du tronçon. [22]

Tableau 03 : les mesures proposées [22]

Mesures à court terme	Mesures à long terme
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aménagements paysagers le long de la rocade ;</li> <li>• Réhabilitation des sites pendant la période du chantier ;</li> <li>• Mise en place d'un plan de gestion adéquat des déchets liquides et solides ;</li> <li>• Préserver la qualité de l'air à travers un contrôle régulier des engins et un arrosage régulier du chantier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aménagements paysagers le long de la rocade</li> <li>• Fixation des sols menacés par l'érosion le long de la route ;</li> <li>• Contrôle régulier de la qualité des émissions atmosphériques engendrées par la circulation routière</li> <li>• Mise en place d'ouvrages hydrauliques en vue de gérer convenablement les écoulements d'eau de surface.</li> </ul>
<p>Sur le milieu humain et socioéconomique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indemnisation des exploitants agricoles et de la population expropriée de son habitat et affectée par l'aménagement routier ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compensation par la création de nouveaux aménagements agricoles ;</li> <li>• Renforcement des infrastructures routières Amélioration de la sécurité routière ;</li> <li>• Réduction du coût d'exploitation des véhicules</li> <li>• Renforcement de l'économie nationale ;</li> </ul>

## 6- BILAN ENVIRONNEMENTALE :

Le projet du tronçon de la rocade côtière « *GHAZAOUET – HONAIN* » fait apparaître un certain nombre d'impacts négatifs aux quels sont associées en général des mesures de compensation, et essentiellement un impact positif à travers toute la dynamique socio-économique que ce projet devra engendrer sur la région. [22]

Le tableau suivant présente les principaux impacts négatifs du projet ainsi que les impacts positifs, en faisant la distinction entre ceux qui seront compensés et ceux qui ne le seront pas. [22]

**Tableau 04** : principaux impacts positif et négatifs du projet [22]

IMPACT NEGATIF		IMPACT POSITIF
• Dégradation de la géomorphologie	3	• Renforcement des infrastructures routières
• Artificialisation du sol le long de la route	2	
• Aggravation du phénomène d'érosion	3	• Amélioration de la sécurité routière
• Destruction du couvert végétal	3	
• Perturbation de la faune sauvage	3	• Réduction du coût d'exploitation des véhicules
• Dégradation de la qualité des eaux de surface	1	
• Perturbation du régime d'écoulement des eaux de surface	1	• Renforcement de l'économie nationale
• Dégradation de la qualité de l'air	1	
• Destruction de certains aménagements hydro-agricoles	3	
• Expropriation des terres agricoles	1	
• Destruction de certaines habitations	1	
• Gênes occasionnés par les bruits et vibrations	1	

1 : Impact compensé

2 : Impact non compensé

3 : Impact compensé partiellement

Il apparaît à travers ce tableau que le projet de la rocade côtière est largement positif du fait qu'au delà des impacts positifs mentionnés, les impacts négatifs seront en grande partie compensés. [22]

## 7- CONCLUSION :

La rocade côtière s'intègre dans le réseau routier national et constitue ainsi un maillon permettant d'assurer la continuité du réseau. Il permettra de soulager la densité de trafic. Les nombreux impacts positifs qu'il engendre (réduction des accidents de la circulation, diminution des émissions atmosphériques à proximité des zones d'habitats, etc..) justifient à eux seuls la mise en œuvre de ce projet.

## **1- INTRODUCTION :**

Tout projet d'étude d'infrastructures routières doit impérativement contenir une évaluation et une analyse précise du trafic supporté, car le dimensionnement de la chaussée est lié étroitement à cette sollicitation, la résolution de ce problème consiste à déterminer la largeur des voies et leur nombre, d'après le trafic prévisible à l'année d'horizon. L'étude de trafic représente une approche essentielle dans la conception des réseaux routiers, l'analyse de trafic est destinée à éclairer des décisions relatives à la politique des transports.

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

- ❖ Apprécier la valeur économique des projets routiers.
- ❖ estimer les coûts d'entretien du réseau routier.
- ❖ définir les caractéristiques techniques des différentes tranches de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues (nombres de voies).

## **2- L'ANALYSE DE TRAFIC :**

Plusieurs méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins, le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause, enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet. [1]

Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

- Celles qui permettent de quantifier le trafic : les comptages.
- Celles qui permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs : Les enquêtes.

**Les comptages :**(technique n'identifiant pas les véhicules)

- ❖ Comptages manuels
- ❖ Comptages automatiques

**Les enquêtes simplifiées :**

- ❖ Enquêtes par relevé minéralogique.
- ❖ Enquêtes par cartes

**Les enquêtes complètes :**

- ❖ Enquêtes par interview le long de la route
- ❖ Enquête par interview à domicile ou enquêtes ménages

## 2-1 Différents types de trafics :

On distingue quatre types de trafics : [2]

**2-1-1 Trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet.

**2-1-2 Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

**2-1-3 Trafic induit** : C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

Ce trafic résulte :

- ❖ Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
- ❖ Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

**2-1-4 Trafic total** : C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

Le trafic est classé en quatre classes qui sont définies en fonction de trois données suivantes :

- ❖ Le trafic de mise en service, exprimé en fonction de l'intensité journalière moyenne ( $V/j$ ) et pour une durée de vie escomptée de l'ordre de 20 ans.
- ❖ Le trafic cumulé ( $N$ ) exprimé en nombre d'essieux standards pendant la durée de vie de service, qui est en général prise égale à 20 ans. La détermination du trafic cumulé nécessite de choisir un taux de croissance qui varie en général entre 0 et 6 % par an avec une moyenne de 3 %.
- ❖ Le poids maximal (en tonnes) de l'essieu ou de la roue du poids lourd qui emprunte l'itinéraire pendant la durée de service. Cette donnée est nécessaire pour le dimensionnement des chaussées non revêtues.

## 2-2 Calcule de la capacité :

### 2-2-1 Définition de la capacité :

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme(ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui est propres durant une période bien déterminé.

La capacité dépend : [3]

- ❖ Des conditions météorologiques.
- ❖ Des conditions de trafic.
- ❖ Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- ❖ Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- ❖ Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies). [4]

### 2-2-2 La procédure de détermination de nombre de voies :

Le choix de nombre de voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande (le débit admissible) et le trafic prévisible à l'année d'exploitation. Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

Le Trafic Moyen Journalier Annuel (**TMJA**) égal au trafic total de l'année divisé par le nombre de jour ; on l'exprime en véhicules/jour.

### 2-3 Calcul de Trafic à un horizon donné « TJMA<sub>h</sub> ».

Du fait de la croissance annuelle du trafic, le TJMA évolue d'une année à l'autre.

Soit :

- **TJMA<sub>h</sub>** le trafic à l'année horizon.
- **TJMA<sub>0</sub>** le trafic à l'année zéro (l'année de référence).

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est: [1]

$$\mathbf{TJMA_h = TJMA_0 \times (1 + \tau)^n} \quad \text{(III.1)}$$

#### 2-3-1 Calcul du trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (u.v.p) en fonction de type de route et de l'environnement (en plaine, vallonné ou montagneux).

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P) (tableau ci-dessous).

Le trafic effectif donné par la relation suivante :

$$\mathbf{T_{eff} = [(1 - Z) + P.Z]. TJMA_h} \quad \text{(III.2)}$$

Avec :

**T<sub>eff</sub>** : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

**Z** : pourcentage de poids lourds (%).

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

**Tableau 01 : coefficient d'équivalence 'P' [5]**

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

#### L'environnement de la route :

Les classes de l'environnement (E1, E2, E3) sont caractérisée par deux indicateurs : [5]

- ❖ La dénivelée cumulée moyenne (Km), qui est la somme en valeur absolue des dénivelées successive rencontrées le long de l'itinéraire :

$$\frac{h}{L} \quad (\text{III. 3})$$

Le rapport de la dénivelée cumulée totale à la longueur de l'itinéraire **L** permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

**Tableau 02 : Classification des reliefs selon la dénivelée [5]**

Environnement	Classification des reliefs	Dénivelée cumulée moyenne
E1	Plat	$h/L \leq 1.5\%$
E2	Vallonné	$1.5\% < h/L \leq 4\%$
E3	Montagneux	$h/L > 4\%$

- ❖ La sinuosité moyenne  $\sigma$  est égale au rapport de la longueur sinueuse **Ls** sur la longueur totale de l'itinéraire. [5]

$$\sigma = \frac{h}{L} \quad (\text{III. 4})$$

La longueur sinueuse **Ls** est la longueur cumulée des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200m.

**Tableau 03 : Type de sinuosité [5]**

Type de sinuosité	Valeurs des sinuosités
Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.1$
Sinuosité moyenne	$0.1 < \sigma \leq 0.3$
Sinuosité forte	$\sigma > 0.3$

Trois types d'environnement (E1, E2, E3) sont caractérisés par les deux paramètres précédents selon le tableau suivant :

Tableau 04 : type d'environnement [5]

Sinuosité \ Relief	faible	moyenne	forte
Plat	E1	E2	
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux		E3	E3

#### 🚦 Catégorie de la route :

Les routes algériennes sont classées en cinq catégories fonctionnelles correspondant aux finalités économiques et administratives des itinéraires considérés ; cependant la route de notre projet appartient à la catégorie C1. [5]

#### 2-4 Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon **h**, il est exprimé en (uvp) et donné par la formule : [5]

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{eff}} \quad (\text{III.5})$$

Avec :

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

$$\left(\frac{1}{n}\right) = \mathbf{0.12} \text{ Coefficient de pointe}$$

$$Q = \mathbf{0.12} \times T_{\text{eff}} \quad (\text{III.6})$$

Avec :

**Q** : débit de pointe horaire exprimé en (uvp/h).

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

**T<sub>eff</sub>** : trafic effectif.

#### 2-5 Débit horaire admissible :

Le débit horaire admissible est le nombre de véhicules toléré pouvant passer en un point donné pendant une heure, il est déterminé par la formule suivante : [5]

$$Q_{\text{adm}} = \mathbf{K_1} \times \mathbf{K_2} \times C_{\text{th}} \text{ (uvp/h)} \quad (\text{III.7})$$

Avec :

**K<sub>1</sub>** : coefficient lié à l'environnement.

**K<sub>2</sub>** : coefficient de réduction de capacité.

**C<sub>th</sub>** : capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Tableau 05 : Valeurs de **K1** [5]

Environnement	E1	E2	E3
K1	0,75	<b>0,85</b>	0,90 à 0,95

Tableau 06 : Valeurs de **K2** [5]

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>E2</b>	<b>0.99</b>	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.92	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau 07 : Valeurs de **C<sub>th</sub>** : capacité théorique du profil en travers en régime stable [5]

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

## 2-6 Détermination de nombre des voies :

Le nombre de voies de circulation est variable selon le volume de circulation projeté à terme et les niveaux de services attendus.

### ➤ Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare **Q** à **Q<sub>adm</sub>** et en prend le profil permettant d'avoir : [5]

$$Q \leq Q_{adm}$$

### ➤ Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voie par chaussée est le nombre entier le plus proche du rapport : [5]

$$n = S \times \left( \frac{Q}{Q_{adm}} \right) \quad (\text{III.8})$$

Avec :

**n** : nombre de voies

**Q<sub>adm</sub>** : débit admissible par voie

**S** : coefficient dissymétrie, en général = 2/3

### 3- APPLICATION AU PROJET :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la DTP qui sont les suivants :

- ❖ Année de comptage : **2011**
- ❖ Année de mise en service : **2014**
- ❖ Trafic journalier : **TJMA(2011) = 2500 v/j**
- ❖ Le taux d'accroissement annuel du trafic :  **$\tau = 4\%$**
- ❖ La vitesse de base sur le tracé :  **$V_B = 80 \text{ Km/h}$**
- ❖ Le pourcentage de poids lourds :  **$Z = 25\%$**
- ❖ La durée de vie de projet est de **20 ans.**
- ❖ Catégorie **C1**
- ❖ L'environnement **E2**
- ❖ coefficient d'équivalence pour le poids lourd :  **$P = 6$**

#### 3-1 Projection future de trafic :

L'année de mise en service (2014)

$$TJMA_h = TJMA_0 \times (1 + \tau)^n$$

Avec :  $TJMA_h$  : trafic à l'horizon (année de mise en service)

$TJMA_0$  : trafic à l'année zéro (origine 2011)

$$TJMA_{2014} = 2500 \times (1 + 0,04)^3 = 2813 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2014} = 2813 \text{ v/j.}$$

Trafic à l'année (2034) pour une durée de vie de 20 Ans

$$TJMA_{2034} = 2813 \times (1 + 0,04)^{20} = 6164 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2034} = 6164 \text{ v/j}$$

#### 3-2 Trafic effectif de l'année de mise en service :

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + P.Z]. TJMA_h$$

$$T_{\text{eff}(2014)} = [(1 - 0.25) + 6 \times 0.25] \times 2813 = 6330 \text{ uvp/j.}$$

$$T_{\text{eff}(2014)} = 6330 \text{ uvp/j}$$

#### 3-3 Trafic effectif de l'année 2034 :

$$T_{\text{eff}(2034)} = [(1 - 0.25) + 6 \times 0.25] \times 6164 = 13869 \text{ uvp/j.}$$

$$T_{\text{eff}(2034)} = 13869 \text{ uvp/j}$$

#### 3-4 Débit de pointe horaire de l'année mise en service :

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{eff}}$$

Avec :

$\frac{1}{n}$  : Coefficient de pointe horaire pris est égal à 0.12

$$Q_{2014} = \left(\frac{1}{n}\right) T_{\text{eff } 2014} = 0.12 \times 6330 \implies Q_{2014} = 760 \text{ uvp/h}$$

### 3-5 Débit de pointe horaire à l'année horizon :

$$Q = 0.12 \times T_{\text{eff } 2034} = 0.12 \times 13869 \implies Q_{2034} = 1665 \text{ uvp/h}$$

### 3-6 Nombre des voies :

$$n = \frac{2}{3} \times \left(\frac{Q}{Q_{\text{adm}}}\right)$$

#### 3-6-1 Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :  $Q_{\text{adm}} = K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}}$

Avec :

$K_1$ : coefficient correcteur pris égal à **0.85** pour  $E_2$

$K_2$ : coefficient correcteur pris égal à **0.99** pour environnement ( $E_2$ ) et catégorie ( $C_1$ )

$C_{\text{th}}$ : capacité théorique

$$Q \leq Q_{\text{adm}} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}} \quad \text{Donc} \quad C_{\text{th}} \geq \frac{Q}{K_1 \cdot K_2}$$

Avec :

$Q$  : débit de l'année de mise en service.

$$Q_{2014} = 760 \text{ uvp/h} ; K_1 = 0,85 ; K_2 = 0,99$$

$$C_{\text{th}} \geq \frac{760}{0,85 \times 0,99} \implies C_{\text{th}} \geq 904 \text{ uvp/h}$$

$$\text{Donc : } Q_{\text{adm}} = K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}} = 0,85 \times 0,99 \times 904$$

$$Q_{\text{adm}} = 760.7 \text{ uvp/h}$$

$$n = \frac{2}{3} \times \frac{760}{760.7} = 0,67$$

Donc  $n \approx 1 \implies$  une voie par sens

**3-7 Calcul de l'année de saturation de la voie :**

$$Q_{2014} = 760 \text{ uvp/h} ; Q_{adm} = 760.7 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm} = 4 \times 760.7 \implies Q_{sat} = 3043 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2014}$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{Q_{sat}}{Q_{2014}}\right)}{\ln(1 + \tau)} = \frac{\ln\left(\frac{3043}{760}\right)}{\ln(1 + 0.04)} = 35 \text{ ans}$$

Donc notre route sera saturée **35 ans** après la mise en service.

Les résultats des calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

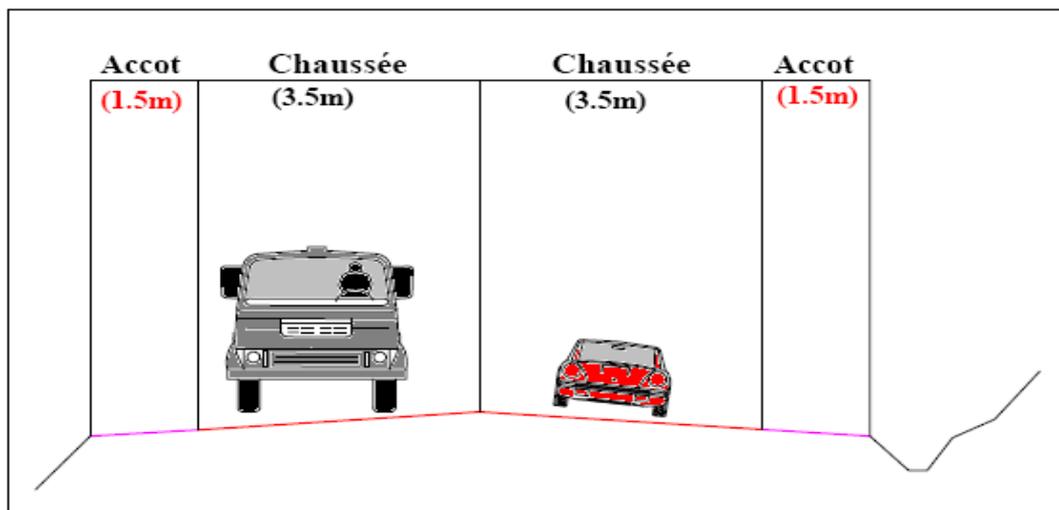
**Tableau 08** : Récapitulatif des résultats du calcul de trafic

TJMA <sub>2008</sub> (v/j)	TJMA <sub>2014</sub> (v/j)	TJMA <sub>2034</sub> (v/j)	T <sub>eff</sub> 2014 (uvp/j)	T <sub>eff</sub> 2034 (uvp/j)	Q 2014 (uvp/h)	Q 2034 (uvp/h)	n
2500	2813	6164	6330	13869	760	1665	1

**4- CONCLUSION :**

Le profil en travers retenu pour notre projet est défini comme suit :

Chaussée bidirectionnelle de 2 voies de 3.50 m est des accotements de 1.5 m.



**Figure 01** : Schéma explicatif d'une Coupe transversale de la chaussée prévue

## **1- INTRODUCTION :**

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche d'un tracé dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain.

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

- ❖ Tracé de son axe en situation ou en plan.
- ❖ Tracé cet axe en élévation ou profil en long.
- ❖ Profil en travers.

- **Définition:**

Le tracé en plan est une projection de l'axe de la chaussée sur un plan horizontal, il est constitué d'une succession de droites, raccordés par des arcs de cercles. Il doit permettre d'assurer les bonnes conditions de sécurité et de confort.

Le tracé en plan d'une route est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les paramètres géométriques de la route.

## **2- REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :**

Pour faire un bon tracé en plan dans les normes on doit respecter certaines recommandations. [5]

- ❖ De recourir à un tracé garantissant la visibilité aux usagers de la route.
- ❖ Assurer des raccordements progressifs entre les alignements droits et les courbes.
- ❖ Placer les carrefours dans des endroits assurant une bonne visibilité.
- ❖ Introduire les devers au niveau des petits rayons.
- ❖ Respecter les normes d'aménagement en matière de paramètres routiers (rayons, Dévers).
- ❖ Introduire des sur largeurs pour les poids lourds.
- ❖ Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- ❖ L'utilisation du réseau routier existant si possible.
- ❖ Dans le cas des terrains plat, l'axe sera placé le plus près possible des points hauts de façon à utiliser les possibilités de drainage naturel.
- ❖ Éviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- ❖ Éviter au maximum les propriétés privées.
- ❖ Éviter le franchissement des oueds afin d'éviter au maximum la construction d'ouvrages d'arts pour des raisons économiques et d'exploitation.
- ❖ Respecter la cote des plus hautes eaux.
- ❖ Éviter les sites qui sont sujets à des problèmes géotechniques.

### 3- PROJET : CONCEPTION ET APPROCHE :

Dans le cas où, le nouveau tracé coïncide avec le réseau existant et pour réduire les coûts du projet, il est impératif de sauvegarder et préserver la chaussée existante il est bien recommandé de suivre la démarche suivante :

- ❖ Élargir autant que possible d'un côté.
- ❖ Adapter le nouvel axe à l'ancien.
- ❖ Utiliser au maximum la plate forme existante en se collant sur l'ancienne.

#### 3-1 Paramètres fondamentaux de projet :

##### 3-1-1 La vitesse de référence :

La vitesse de référence ( $V_r$ ) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route. [5]

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admise qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief ...etc.).

##### 3-1-2 Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ❖ Caractéristiques topographiques.
- ❖ Type de la route dans le réseau.
- ❖ Importance et genre de trafic.
- ❖ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

##### 3-1-3 Vitesse de projet :

La vitesse de projet  $V_p$  est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales pour une Route Nationale on admet  $V_r = 80$  km/h

On entend par conditions normales:

- ❖ Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace;
- ❖ Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible;

##### 3-1-4 Dévers :

Pour l'évacuation des eaux pluviales au droit des alignements assurer la stabilité dynamique des véhicules en courbe. La route nécessite un dévers qui est par définition la pente transversale de la chaussée.

#### 4- LES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN :

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons (courbes de raccordement progressives) et des arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous : [6]

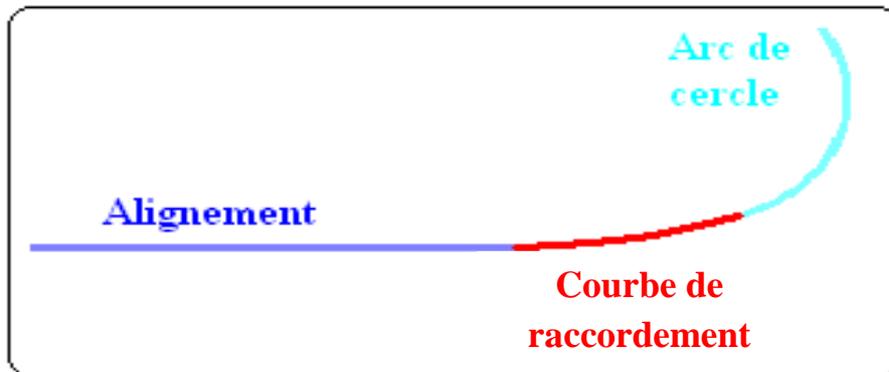


Figure 01 : Les éléments du tracé en plan [6]

##### 4-1 Les alignements :

Une longueur minimale d'alignement  $L_{\min}$  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 sont raccordées par une courbe en C ou Ove. [5]

##### 4-1-1 Longueur minimale :

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

$$L_{\min} = T \times V_B \quad (\text{IV.1})$$

$$\Rightarrow L_{\min} = 5 \times V_B \quad \text{avec } V_B : \text{vitesse de base en (m/s)} \text{ et } T = 5 \text{ s}$$

##### 4-1-2 Longueur maximale :

Pour réduire les effets de monotonie et d'éblouissement, la longueur maximale  $L_{\max}$  d'un alignement est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes à la vitesse  $V$  (m/s).

D'après B40 on a : [5]

$$L_{\max} = T \times V_B \quad (\text{IV.2})$$

$$\Rightarrow L_{\max} = 60 \times V_B \quad \text{avec } V_B \text{ en (m/s)} \text{ et } T = 60 \text{ s}$$

La longueur des alignements dépend de :

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

#### 4-2 Les raccordements progressifs (clothoïde) :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croît linéairement de ( $R=\infty$ ) jusqu'à ( $R=\text{constant}$ ), pour assurer :

- ❖ Le confort des passagers de véhicule.
- ❖ La transition douce du véhicule d'un dévers donné vers le dévers dans un autre sens.
- ❖ La stabilité transversale de véhicule.
- ❖ Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

##### 4-2-1 Expression de la clothoïde :

La courbe est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc)  $A^2 = LR$   
C'est -à- dire que pour le paramètre  $A$  choisi, le produit de la longueur  $L$  et du rayon  $R$  est constant.

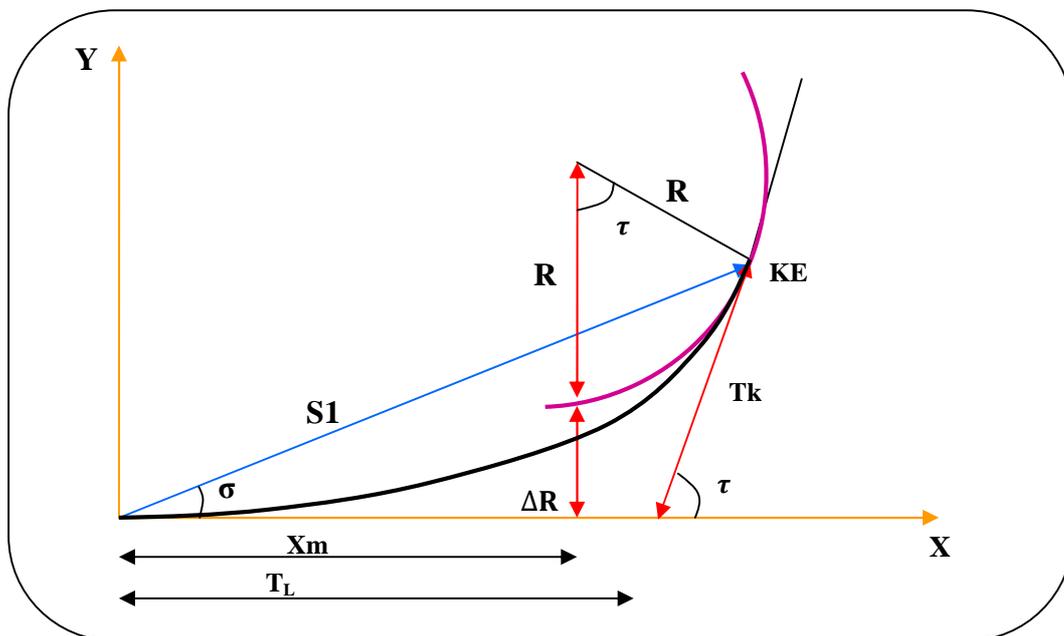


Figure 02 : Les éléments de clothoïde

#### 4-2-2 Les éléments de la clothoïde :

Les éléments principaux de la clothoïde sont les suivants :

- ❖ **A** : Paramètre de la clothoïde
- ❖ **M** : Centre de cercle d'abscisse **X<sub>m</sub>**.
- ❖ **R** : Rayon de cercle
- ❖ **K<sub>A</sub>** : Origine de la clothoïde
- ❖ **K<sub>E</sub>** : Extrémité de la clothoïde
- ❖ **L** : longueur de la branche de la clothoïde
- ❖ **ΔR**: Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage)
- ❖ **X<sub>m</sub>** : Abscisse du centre du cercle **M** à partir de **K<sub>A</sub>**.
- ❖ **τ** : Angle des tangentes
- ❖ **X** : Abscisse de **K<sub>E</sub>**
- ❖ **Y** : Origine de **K<sub>E</sub>**
- ❖ **T<sub>K</sub>** : tangente courte
- ❖ **T<sub>L</sub>** : tangente longue
- ❖ **S<sub>L</sub>** : Corde (**K<sub>A</sub> - K<sub>E</sub>**)
- ❖ **σ** : Angle polaire (angle de corde avec la tangente)

#### 4-2-3 Les conditions de raccordement :

La longueur des raccordements progressifs est une combinaison de plusieurs conditions de natures différentes : parmi ces conditions les trois principales sont : [5]

##### a) Condition de confort optique :

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

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

##### Règle générale (B40) :

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \tau \geq \frac{1}{18} \text{ (rad)}$$

$$\tau = \frac{L}{2R} \quad (\text{IV.3})$$

$$\frac{L}{2R} \geq \frac{1}{18} \geq \frac{1}{18 \text{ rad}} \Rightarrow L \geq \frac{R}{9}$$

$$\text{Soit } \frac{A^2}{2R^2} \geq \frac{1}{18} \Rightarrow A \geq \frac{R}{3}$$

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

Pour  $R < 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$  (éventuellement 0.5m) d'où

$$L = (24 R \Delta R)^{1/2} \quad (\text{IV.4})$$

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

Pour  $R < 1500 \Rightarrow \Delta R$  limité à 2.5m soit  $L = 7.75(R)^{1/2}$

### b) Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

La variation de l'accélération transversale est :  $\left( \frac{V_B^2}{R - g \Delta d} \right)$

Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur.

$$K_g = \frac{1}{0.2 \times V_R} \quad (\text{IV.5})$$

On opte :

$$L \text{ (m)} \geq \frac{V_B^2}{18} \left( \frac{V_B^2}{127 \times R} - \Delta d \right) \quad (\text{IV.6})$$

Avec :

$V_B$  : vitesse de base (Km/h)

$R$  : rayon en mètre (m)

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

### c) Condition de gauchissement :

La demi-chaussée extérieure au virage est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule dont le raccordement doit être assuré.

Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative du profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de tel sorte que  $\Delta p < 0.5/V_B$

Nous avons :  $L = l \times \Delta d \times V_B$

Avec :

$L$  : longueur de raccordement(m).

$l$  : Largeur de la chaussée(m).

$\Delta d$  : variation de dévers(%).

$V_B$  : vitesse de base (km/h).

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

Cette variation est limitée à 2%.

$$L \geq \frac{5}{36} \times \Delta d \times V_B \quad (\text{IV.7})$$

Avec : (L en m,  $\Delta d$  en % et V en Km/h)

- **Rôle et nécessité des courbes de raccordement**

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

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

- **Types de courbe de raccordement : [7]**

a) **Parabole cubique :**

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

b) **Clothoïde :**

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul.

La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

- **Expression mathématique de la Clothoïde:**

Courbure **K** linéairement proportionnelle à la longueur curviligne. [5]

$$K = C \cdot L \quad \text{et} \quad K = \frac{1}{R} \Rightarrow L \times R = \frac{1}{C} \Leftrightarrow \frac{1}{R} = C \cdot L$$

$$\text{On pose: } \frac{1}{C} = A^2 \Rightarrow A^2 = L \times R \quad (\text{IV.8})$$

#### 4-3 Arc de cercle (les courbes) :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

##### 4-3-1 La stabilité des véhicules :

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

« d » ne doit pas être trop grand, risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas.

« d » ne doit pas être trop faible pour assurer un écoulement des eaux ainsi pour chaque vitesse  $V_B$  on définit une série de couple (R, d).

Les rayons et leur devers doivent permettre à un véhicule roulant à la vitesse de référence  $V_r$  de ne pas dérapier.

Les rayons en plan dépendent de facteurs : [4]

- ❖ Force centrifuge  $F_c$
- ❖ Poids de véhicule  $P$
- ❖ Accélération de la pesanteur  $g$
- ❖ Devers  $d$

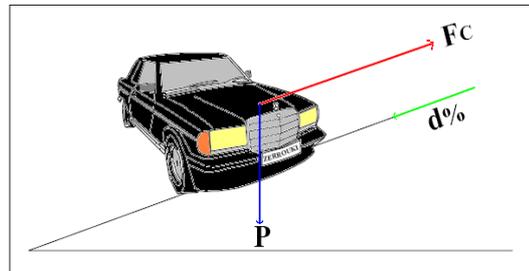


Figure 03: Force centrifuge [4]

**a) Rayon horizontal minimal absolu ( $RH_{min}$ ) :**

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal. [5]

$$RH_{min} = \frac{V_B^2}{127 (ft + d_{max})} \quad (IV.9)$$

Avec :

- $RH_{min}$  : C'est le rayon minimal absolu qui correspond aux divers max ( $d_{max}$ ).
- $V_B$  : vitesse de référence
- $ft$  : coefficient de frottement transversal
- $d_{max}$  : devers maximal

**b) Rayon minimal normal ( $RH_n$ ) :**

$RH_n$  : C'est le rayon minimal normal permettant aux véhicules dépassent  $V_B$  de 20 km/h de roulés en toute sécurité. [5]

$$RH_n = \frac{(V_B + 20)^2}{127 (ft + d_{max})} \quad (IV.10)$$

**c) Rayon au devers minimal ( $RH_d$ ) :**

$RH_d$  : C'est le rayon au devers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et telle que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse  $V_r$  serait équivalente à celle subit par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit. [5]

Dévers associé  $d_{min} = 2.5\%$ .

$$RH_d = \frac{V_B^2}{127 \times 2 \times d_{min}} \quad (IV.11)$$

**d) Rayon minimal non déversé (RHnd):**

**RHnd** : Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le devers est alors négatif pour l'un des sens de circulation. Le rayon qui permet cette disposition est le rayon non déversé (RHnd). [5]

$$\text{Pour les Cat 1-2} \quad \text{RHnd} = \frac{V_B^2}{(127 \times 0.0035)} \quad (\text{IV.12})$$

$$\text{Pour les Cat 3-4 et 5} \quad \text{RHnd} = \frac{V_B^2}{127 \times (f' - d_{\min})} \quad (\text{IV.13})$$

Avec :  $f' = 0.07$  cat 3

$f' = 0.075$  cat 4-5

**Tableau 01** : Valeurs de  $ft$  [5]

Vr (km/h)	40	60	80	100	120
$ft$	0,25	0,16	0,13	0,11	0,10

**4-3-2 L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon :**

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 : [5]

$$\mathbf{S} = \mathbf{L}^2 / 2\mathbf{R} \quad (\text{IV.14})$$

Avec :

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

**R** : rayon de l'axe de la route.

**4-3-3 La visibilité dans les tranchées en courbe :**

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur du 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.

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

**4-4 Surlargeur dans les virages :**

La surlargeur dans les courbes devient nécessaire pour tous les virages de rayon inférieur à 250m. Elle a pour rôle de permettre l'insertion des véhicules longs dans la largeur d'une voie qui s'avère trop étroite par suite de l'augmentation du gabarit transversal du véhicule circulant selon une trajectoire courbe. Dans le cas d'une route fréquentée par des véhicules lourds la surlargeur est donnée par la formule : [5]

$$S = \frac{50}{R} \quad (IV.15)$$

**S** et **R** sont exprimés en mètres, désignent respectivement la surlargeur et le rayon de courbure. Elle s'applique à chacune des voies et pour des raisons d'aspect elle est introduite à l'intérieur du virage.

On donne généralement une surlargeur :

- ❖ De 5 à 10 % pour les rayons de 200 mètres à 100 mètres avec un minimum de 1 mètre
- ❖ De 20% pour les rayons de 50 mètres
- ❖ De 40% pour les rayons encore plus petits.

## 5- SOLUTIONS POUR ÉVITER LES ACCIDENTS EN COURBE :

Il faut :

- ❖ Soigner l'introduction du virage pour faciliter la perception des usagers.
- ❖ Maintenir de bonnes caractéristiques de surface et aménager des accotements assez larges pour permettre de rattraper une sortie de route.
- ❖ Éviter les virages trop serrés ( $R < 200$  m) et surtout proscrire les variations de rayon dans les courbes (pas plus de 10 % en tout état de cause).
- ❖ Un bon devers est un facteur de sécurité.
- ❖ Si on évite les virages de faible rayon, il convient de le signaler par une série de balises.

## 6- PARAMÈTRES FONDAMENTAUX :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie **C1**, dans un environnement **E2**, avec une vitesse de base  $V_B = 80$  km/h.

Ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées de normes d'aménagements routiers B40 :

**Tableau 02** : Rayons du tracé en plan [5] et [8]

Paramètres		Symbole	Unité	Valeur
Rayon en plan	Horizontal minimal	RHm	m	<b>240</b> (7%)
	Horizontal normal	RHn	m	<b>425</b> (5%)
	Horizontal déversé	RHd	m	<b>650</b> (2.5%)
	Horizontal non déversé	RHnd	m	<b>900</b> (-2.5%)

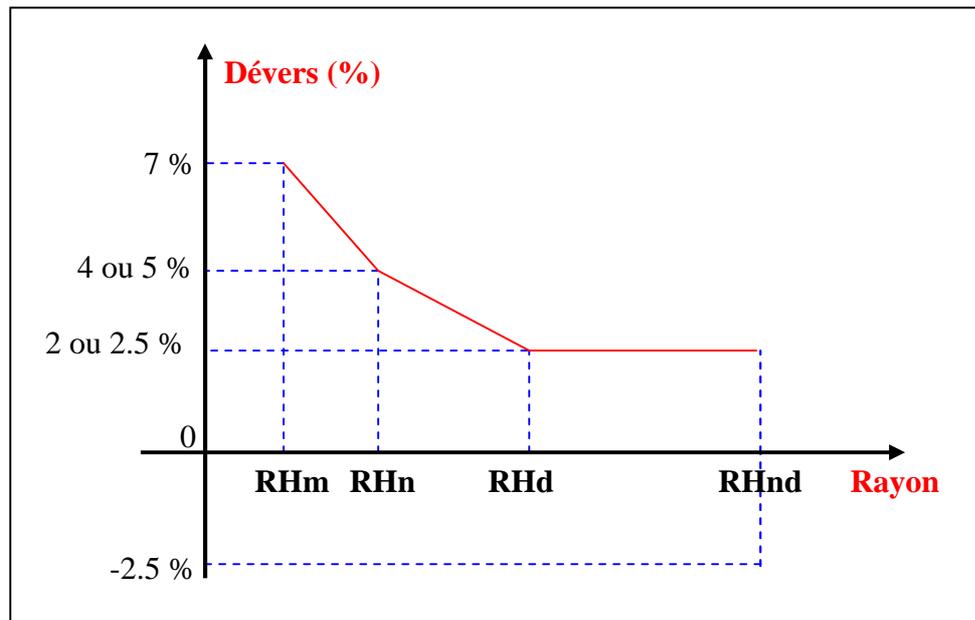


Figure 04 : Choix des dévers associés [8]

Tableau 03 : Récapitulation des paramètres fondamentaux [5]

Paramètres	Unité	Symboles	valeurs
Vitesse de base	km/h	$V_B$	80
Longueur minimale	m	$L_{\min}$	112
Longueur maximale	m	$L_{\max}$	1333
Devers maximal	%	$d_{\max}$	7
Devers minimal	%	$d_{\min}$	2.5
Temps de perception-réaction	s	$t_1$	2
Frottement longitudinal	-	$f_L$	0.39
Frottement transversal	-	$f_t$	0.13
Distance de freinage	m	$d_0$	65
Distance d'arrêt	m	$d_1$	109
Distance de visibilité de dépassement minimale	m	$d_m$	325
Distance de visibilité de dépassement normale	m	$d_n$	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	m	$d_{md}$	200

## 7- CALCUL D'AXE :

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie.

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

- ❖ Calcul de gisements.
- ❖ Calcul de l'angle  $\gamma$  entre alignements.
- ❖ Calcul de la tangente T.
- ❖ Calcul de la corde SL.
- ❖ Calcul de l'angle polaire  $\sigma$ .
- ❖ Vérification de non chevauchement
- ❖ Calcul de l'arc de cercle
- ❖ Calcul des coordonnées des points singuliers
- ❖ calcul de kilométrage des points particuliers.

## 8- APPLICATION AU PROJET :

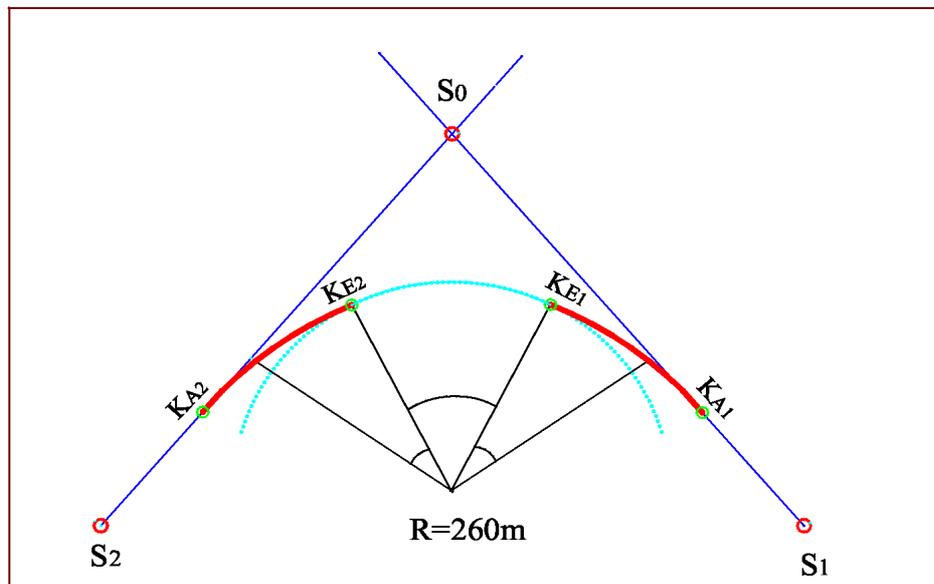


Figure 05 : Les éléments de clothoïde pour les calculs

$$S_0 \begin{cases} X_0 = 625379.5860 \\ Y_0 = 3896107.1272 \end{cases} \quad S_1 \begin{cases} X_1 = 625431.5815 \\ Y_1 = 3896137.719 \end{cases} \quad S_2 \begin{cases} X_2 = 625341.4514 \\ Y_2 = 3896060.6117 \end{cases}$$

**8-1 Caractéristiques de la courbe de raccordement :**

**8-1-1 Détermination de A :**

Selon le règlement on a : [5]

$$R < RHnd$$

$$R = 260m < 900 m \quad \Longrightarrow \quad R / 3 < A < R$$

$$\Longrightarrow 260/3 < A < 390$$

$$\Longrightarrow 86.66 < A < 260$$

On prend: **A = 177**

**8-1-2 Détermination de la valeur minimale de L (longueur de la clothoïde) :**

❖ **Condition optique :**

$$R \leq 1000m \quad \Delta R = 0.5m \quad L = \sqrt{24. R. \Delta R}$$

$$L = \sqrt{24 \times 260 \times 0.5}$$

$$L = 55.85 m \dots \dots \dots (1)$$

❖ **Condition de confort dynamique :**

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

$$\Delta d = d + d_{min}\% \quad \Longrightarrow \quad \Delta d = d + 3\%$$

$$\text{Si } RHm \leq R \leq RHn \quad \Longrightarrow \quad d = d_{max} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHm} \right) \times \frac{d_{max} - d_{RHn}}{\frac{1}{RHn} - \frac{1}{RHd}} \quad (IV.16)$$

$$\text{Si } RHn \leq R \leq RHd \quad \Longrightarrow \quad d = d_{min} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) \times \frac{d_{min} - d_{RHn}}{\frac{1}{RHd} - \frac{1}{RHn}} \quad (IV.17)$$

Dans notre cas  $RHm \leq R \leq RHn$   
 $240 \leq 260 \leq 425$

$$d = 7 + \left( \frac{1}{260} - \frac{1}{240} \right) \times \frac{7 - 5}{\frac{1}{425} - \frac{1}{650}}$$

$$d = 6.21 \quad \Longrightarrow \quad \Delta d = 6.21 + 3 \quad \Longrightarrow \quad \Delta d = 9.21 \%$$

Donc :

$$L = \frac{(80)^2}{18} \left( \frac{(80)^2}{127 \times 260} - 0.0921 \right)$$

$L = 36.167 \text{ m} \dots\dots\dots (2)$

❖ **Condition de gauchissement :**

$L \geq 1. \Delta d.V_r \implies L \geq 7 \times 0.0921 \times 80$

$L \geq 51.576 \text{ m} \dots\dots\dots (3)$

D'après (1), (2) et (3) on aura: **L = 55.85 m**

**8-1-3 calcul le paramètre (par) :**

$\text{Par} = A^2/R \implies \text{Par} = (177)^2/260 \implies \text{Par} = 120.5$

**8-1-4 calcul le ripage ΔR :**

$\Delta R = L^2 / (24 \times R) \implies \Delta R = (55.85)^2 / 24 \times 260 \implies \Delta R = 0.50$

**8-1-5 Calcul l'angle des tangentes τ :**

$\tau = \frac{(\text{par})^2}{2.R^2} \times \frac{200}{\pi} \implies \tau = \frac{(120.5)^2}{2.(260)^2} \times \frac{200}{3.14} \implies \tau = 6.84 \text{ grade}$

**8-1-6 Calcul des gisements :**

La relation suivante permet de calculer le gisement

$\text{gis} = \text{Arctg} (\Delta X/ \Delta Y) \quad (\text{IV.18})$

**Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :**

- ❖ **GIS = gis** si  $(\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y > 0)$  (avec  $\text{gis} > 0$ )
- ❖ **GIS = 200 + gis** si  $(\Delta X > 0 \text{ et } \Delta Y < 0)$  (avec  $\text{gis} < 0$ )
- ❖ **GIS = 200 + gis** si  $(\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y < 0)$  (avec  $\text{gis} > 0$ )
- ❖ **GIS = 400 + gis** si  $(\Delta X < 0 \text{ et } \Delta Y > 0)$  (avec  $\text{gis} < 0$ )

$\left\{ \begin{array}{l} \Delta X_1 = X_{S1} - X_{S0} = 38.1346 \text{ m} \\ \Delta Y_1 = Y_{S1} - Y_{S0} = 46.5160 \text{ m} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \Delta X_2 = X_{S2} - X_{S1} = 51.9955 \text{ m} \\ \Delta Y_2 = Y_{S2} - Y_{S1} = 30.5918 \text{ m} \end{array} \right.$
$\left\{ \begin{array}{l} \text{gis}_1 = \text{arctg } 38.1346/46.5160 \\ \text{gis}_1 = 43.717 \end{array} \right.$ <p style="text-align: center;"><b>GIS<sub>1</sub> = 43.717 grade</b></p>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{gis}_2 = \text{arctg } (51.9955 / 30.5918) \\ \text{gis}_2 = 66.143 \end{array} \right.$ <p style="text-align: center;"><b>GIS<sub>2</sub> = 66.143 grade</b></p>

**8-1-7 Calcul des distances :**

$\overline{SOS1} = \sqrt{(\Delta X1)^2 + (\Delta Y1)^2} = \sqrt{(38.1346)^2 + (46.5160)^2}$

**$\overline{SOS1} = 60.15 \text{ m}$**

$$\overline{S1S2} = \sqrt{(\Delta X2)^2 + (\Delta Y2)^2} = \sqrt{(51.9955)^2 + (30.5918)^2}$$

$$\overline{S1S2} = 60.32 \text{ m}$$

### 8-1-8 Calcul de l'angle

$$\gamma = |\text{GIS1} - \text{GIS2}| \Rightarrow \gamma = |43.717 - 66.143| \Rightarrow \gamma = 22.426 \text{ grade}$$

### 8-1-9 Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 6.84 \text{ grade}$$

$$\frac{\gamma}{2} = 22.426/2 = 11.213 \text{ grade}$$

$$\frac{\gamma}{2} > \tau \Rightarrow 11.213 > 6.84 \Rightarrow \text{pas de chevauchement.}$$

### 8-1-10 Calcul de l'abscisse du centre du cercle :

$$X_m = \frac{(par)^2}{2 \times R} \cong \frac{L}{2} \Rightarrow X_m = 27.92 \text{ m}$$

### 8-1-11 Abscisse de KE :

$$X = L \times \left(1 - \frac{L^2}{40 \times R^2}\right) = 55.85 \times \left(1 - \frac{(55.85)^2}{40 \times (260)^2}\right) \Rightarrow X = 55.78 \text{ m}$$

### 8-1-12 Origine de KE :

$$Y = \frac{L^2}{6 \times R} = \frac{(55.85)^2}{6 \times 260} \Rightarrow Y = 2 \text{ m}$$

### 8-1-13 Calcul de la tangente :

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg}\left(\frac{\gamma}{2}\right) \Rightarrow T = 27.92 + (260 + 0.5) \operatorname{tg}\left(\frac{22.426}{2}\right)$$

$$T = 74.283 \text{ m}$$

### 8-1-14 Calcul des Coordonnées SL :

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} \Rightarrow SL = \sqrt{(55.78)^2 + (2)^2} \Rightarrow SL = 55.81 \text{ m}$$

### 8-1-15 Calcul de $\sigma$

$$\sigma = \operatorname{arctg}\left(\frac{Y}{X}\right) \Rightarrow \sigma = \operatorname{arctg}\left(\frac{2}{55.78}\right) \Rightarrow \sigma = 2.28 \text{ grade}$$

### 8-1-16 Calcul de l'arc de cercle :

$$\alpha = \gamma - 2\tau \Rightarrow \alpha = 22.426 - 2 \times 6.84 \Rightarrow \alpha = 8.746 \text{ grade}$$

$$\widehat{KE1KE2} = \frac{R \times \pi \times \alpha}{200} \Rightarrow \widehat{KE1KE2} = \frac{260 \times 3.14 \times 8.746}{200}$$

$$\widehat{KE1KE2} = 35.701 \text{ m}$$

**8-1-17 Calcul des coordonnées des points singuliers :**

$$X_{KA1} = X_{S2} - (\overline{S1S2} - T) \cos (R - GIS2)$$

$$X_{KA1} = 625431.5815 - (60.32 - 74.283) \cos (260 - 66.143)$$

$$\mathbf{X_{KA1} = 625417.6835 \text{ m}}$$

$$Y_{KA1} = Y_{S2} - (\overline{S1S2} - T) \sin (R - GIS2)$$

$$Y_{KA1} = 3896137.719 - (60.32 - 74.283) \sin (260 - 66.143)$$

$$\mathbf{Y_{KA1} = 3896139.0720 \text{ m}}$$

$$X_{KA2} = X_{S1} - T \cos (R - GIS1)$$

$$X_{KA2} = 625379.586 - 74.283 \cos (260 - 43.717)$$

$$\mathbf{X_{KA2} = 625451.5298 \text{ m}}$$

$$Y_{KA2} = Y_{S1} - T \sin (R - GIS1)$$

$$Y_{KA2} = 3896107.1272 - 74.283 \sin (260 - 43.717)$$

$$\mathbf{Y_{KA2} = 3896125.9400 \text{ m}}$$

$$X_{KE1} = X_{KA1} - SL \cos (R + \sigma - GIS2)$$

$$X_{KE1} = 625417.6172 - 55.81 \cos (260 + 2.289 - 66.143)$$

$$\mathbf{X_{KE1} = 625473.5406 \text{ m}}$$

$$Y_{KE1} = Y_{KA1} - SL \sin (R + \sigma - GIS2)$$

$$Y_{KE1} = 3896139.072 - 55.81 \sin (260 + 2.289 - 66.143)$$

$$\mathbf{Y_{KE1} = 3896135.6820 \text{ m}}$$

$$X_{KE2} = X_{KA2} + SL \sin (GIS1 + \sigma - 200)$$

$$X_{KE2} = 625451.5298 + 55.81 \sin (43.717 + 2.289 - 200)$$

$$\mathbf{X_{KE2} = 625414.4752 \text{ m}}$$

$$Y_{KE2} = Y_{KA2} + SL \cos (GIS1 + \sigma - 200)$$

$$Y_{KE2} = 3896125.94 + 55.81 \cos (43.717 + 2.289 - 200)$$

$$\mathbf{Y_{KE2} = 3896083.9180 \text{ m}}$$

**Tableau 04:** Récapitulatif des résultats du calcul

Coordonnées (m)	<b>K<sub>A1</sub></b>	<b>K<sub>A2</sub></b>	<b>K<sub>E1</sub></b>	<b>K<sub>E2</sub></b>
<b>X</b>	625417.6172	625451.5298	625473.5406	625414.4752
<b>Y</b>	3896139.0720	3896125.9400	3896135.6820	3896083.9180

## **1- INTRODUCTION :**

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.

Afin d'éviter des terrassements importants une correction de la ligne rouge sera exécutée tout en respectant les conditions technique d'aménagements des routes.

### **✚ Définition :**

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une échelle (n'est pas une projection horizontal).

Il est toujours composé d'éléments de lignes droites inclinées (rampes et pentes) et arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

Le pourcentage de déclivité dans les rampes et pente est choisi de manière à :

- ❖ Assurer une circulation sans gêne due au trafic de poids lourds en limitant les valeurs des rampes si possible aux valeurs des normes, ou en créant des voies supplémentaires pour les poids lourds.
- ❖ Assurer l'évacuation des eaux de la plateforme dans les sections longues en déblais ou dans les zones de devers nul par la création des pentes longitudinales.
- ❖ Le passage d'une déclivité à une déclivité suivante est adouci par l'aménagement de raccordement circulaire dont on distingue :
  - Rayon en angle saillant (ou convexe).
  - Rayon en angle rentrant (ou concave).

Pour le calcul des deux raccordements on tient compte du problème de visibilité pour le premier et le problème de confort pour le deuxième.

## **2- RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ DU PROFIL EN LONG :**

Le coût d'une construction routière varié en fonction de son profil en long, les coûts d'exploitation des véhicules empruntant la route et le nombre d'accident, à cet effet, quelques règles pratiques régissant celui-ci doivent être suivies : [5]

- ❖ Éviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- ❖ Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- ❖ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.

- ❖ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- ❖ Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- ❖ Eviter une hauteur excessive en remblai.
- ❖ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
  - Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
  - Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
  - Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

### 3- LES ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG :

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements paraboliques caractérisés par leur rayon. [5]

#### 3-1 Les types de rayons :

- Les rayons en angles rentrants (concaves).
- Les rayons en angle saillant (convexes).

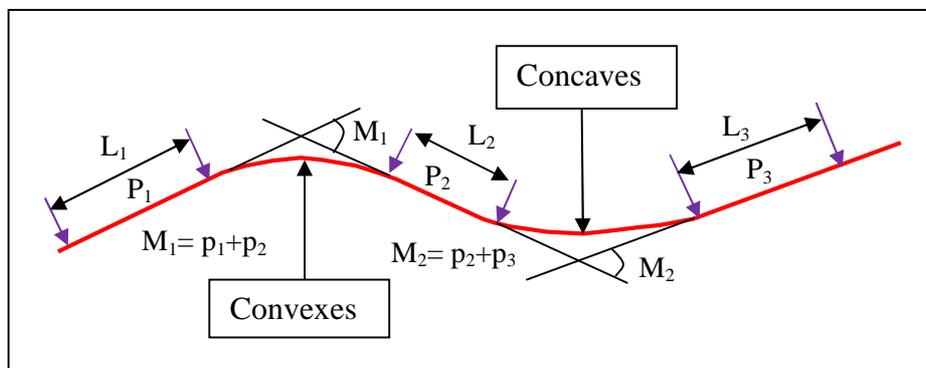


Figure 01 : Élément géométriques du profil en long [6]

### 4- COORDINATION DU TRACÉ EN PLAN ET PROFIL EN LONG :

Il est nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin : [10]

- ❖ D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- ❖ D'envisager de loin l'évolution du tracé.

- ❖ De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre:
  - D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
  - D'amorcer la courbe en plan avant un point haut Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
  - De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

## 5- DECLIVITES :

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente) et de confort (puissance des véhicules en rampe). [5]

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées. [5]

### 5-1 Déclivité minimale :

- ❖ Il est recommandé d'éviter les pentes inférieures à 1%, et surtout à 0.5% et ceci dans le but d'éviter la stagnation des eaux.
- ❖ Dans les longues sections en déblais on prend  $I_{min} = 0.5\%$  pour que les ouvrages de canalisation ne soient pas profonds. [5]

### 5-2 Déclivité maximale :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m, à cause de :

- ❖ La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- ❖ L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max).

**Tableau 01** : valeur de la déclivité maximale [5]

Vr (Km/h)	40	60	<b>80</b>	100	120	140
$I_{max}$ (%)	8	7	<b>6</b>	5	4	4

Pour notre cas la vitesse  $V_r=80$  Km/h donc la pente maximale  $I_{max} = 6\%$ .

Sur les sections spécifiques les pentes dépendront des vitesses tolérées et des conditions de terrain.

## 6- RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe.

Le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante. [5]

Et on distingue deux types de raccordements :

### 6-1 Raccordements convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. [5]

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- ❖ condition de confort.
- ❖ condition de visibilité.

#### 6-1-1 Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à : [5]

$$\frac{g}{40} \quad \longrightarrow \quad (\text{Cat 1-2})$$

$$\frac{g}{30} \quad \longrightarrow \quad (\text{Cat 3-4-5})$$

Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$\frac{v_r^2}{R_v} < \frac{g}{40} \quad \text{Avec} \quad g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)} \quad \text{et} \quad v = \frac{V_r}{3.6}$$

$$\text{Pour (Cat 1-2)} \quad R_v \geq 0,3 V^2 \quad (\text{V.1})$$

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

Tel que :

$R_v$  : C'est le rayon vertical (m).

$V_r$  : vitesse de référence (km/h).

**6-1-2 Condition de visibilité :**

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante : [5]

$$R_V \geq \frac{d_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})} \quad (V.3)$$

Avec :

- d<sub>1</sub>** : distance d'arrêt (m).
- h<sub>0</sub>** : hauteur de l'œil (m).
- h<sub>1</sub>** : hauteur de l'obstacle (m).

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base, l'environnement et la catégorie de la route, pour choix bidirectionnelle et pour une vitesse de base **V<sub>B</sub> = 80 Km/h**, la catégorie **C1** et pour l'environnement **E2** on à :

**Tableau 02** : Rayons verticaux pour un angle saillant [5]

Rayon	symbole	Valeur
Min-absolu	$R_{vm}$	4500
Min- normal	$R_{vn}$	10000
Dépassement	$R_{vd}$	11000
Déclivité maximale	<b>I<sub>max</sub></b> (%)	6%

Remarque : [8]

- ✓ Utiliser si possible, des rayons supérieurs aux valeurs minimales normales.
- ✓ Éviter les successions de raccordements circulaires.
- ✓ Mettre le P.L de préférence en léger remblai.

**6-2 Raccordements concaves (angle rentrant) :**

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation : [5]

$$R'_V = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035 d_1)} \quad (\text{V.4})$$

**Tableau 03** : Rayons verticaux pour un angle rentrant [5]

Rayon	symbole	Valeur
Min-absolu	$R_{vm}$	2200
Min- normal	$R_{vn}$	3000
Dépassement	$R_{vd}$	11000
Déclivité maximale	$I_{max}$ (%)	6%

## 7- DÉTERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG :

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle : [9]

$$X^2 + Y^2 - 2 RY = 0 \quad (\text{V.1}) \quad (\text{V.5})$$

À l'équation de la parabole :

$$X^2 - 2 RY = 0 \Rightarrow Y = \frac{X^2}{2 R} \quad (\text{V.6})$$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

- ✓ Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- ✓ Donnée La pente P1 de la droite (AS).
- ✓ Donnée la pente P2 de la droite (DS).
- ✓ Donnée le rayon R.

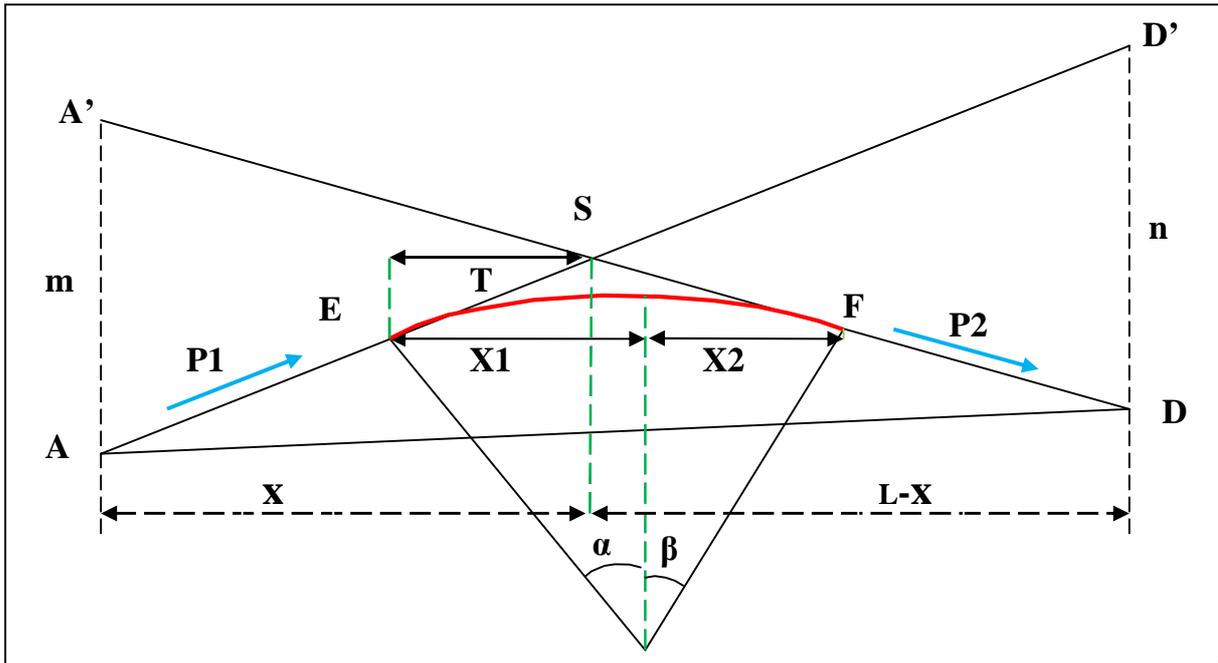


Figure 02 : Schéma de la courbe du profil en long [5]

**7-1 Calcul des éléments de profil en long :**

**7-1-1 Détermination de la position du point de rencontre (s) :**

On a :

$$\begin{aligned} Z_{D'} &= Z_A + L \times P_2 & ; & & m &= Z_{A'} - Z_A \\ Z_{A'} &= Z_D + L \times P_1 & ; & & n &= Z_{D'} - Z_D \end{aligned}$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc : [9]

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x} \Rightarrow x = \frac{mL}{m+n} \tag{V.7}$$

$$S \begin{cases} X_S = X + X_A \\ Z_S = P_1 X + Z_A \end{cases} \tag{V.8}$$

**7-1-2 Calcul de la tangente:**

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2| \tag{V.9}$$

On prend (+) pour les rampes et (-) pour les pentes.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes.

$$E \begin{cases} X_E = X_S - T \\ Z_E = Z_S - T \times P_1 \end{cases} \quad F \begin{cases} X_F = X_S + T \\ Z_F = Z_S + T \times P_2 \end{cases} \tag{V.10}$$

**7-1-3 Projection horizontale de la longueur de raccordement :**

$$LR = 2T \quad (V.11)$$

**7-1-4 Calcul de la flèche :**

$$H = \frac{T^2}{2R} \quad (V.12)$$

**7-1-5 Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe :**

$$M \left\{ \begin{array}{l} H_X = \frac{X^2}{2R} \\ Z_M = Z_B + Xp_1 - \frac{X^2}{2R} \end{array} \right. \quad (V.13)$$

**7-1-6 Calcul des coordonnées du sommet de la courbe :**

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$J \left\{ \begin{array}{l} X_J = X_E - R \times P_1 \\ Z_J = Z_E + X_1 \times P_1 - \frac{X_1^2}{2R} \end{array} \right. \quad (V.14)$$

$$\text{Avec: } \left\{ \begin{array}{l} X_1 = R \times P_1 \\ X_2 = R \times P_2 \end{array} \right. \quad (V.15)$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt. Par contre dans le cas des pentes de sens contraire, la connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J ver A et D. [9]

**7-1-7 Raccordement des dévers :**

Le raccordement des dévers dans une rampe d'échangeur se fera de la manière suivante :

Dans la partie droite de la rampe le dévers est égal à 2.5%.

Dans la partie circulaire le dévers est constant et prend la valeur de 6%.

Entre l'alignement droit et la courbe circulaire (sur la clothoïde), le dévers est variable.

## 8- CALCUL DE PROFIL EN LONG :

### 8-1 Cas d'un rayon concave :

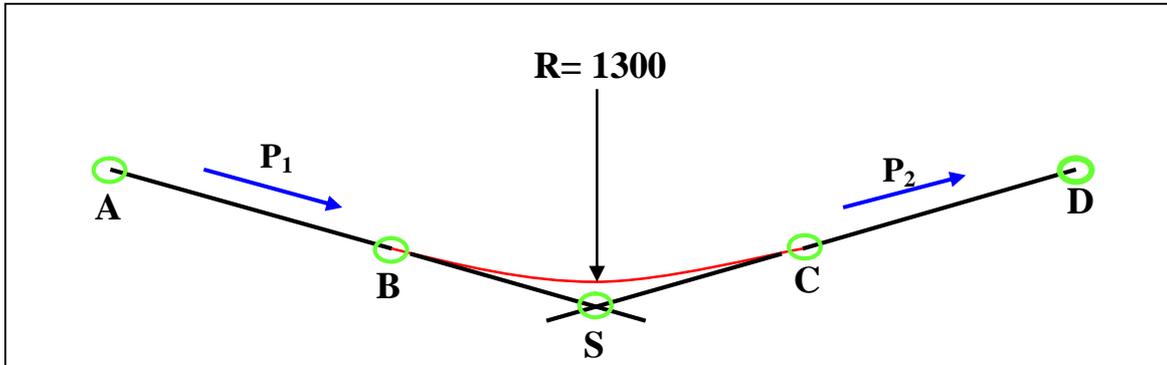


Figure 03: Rayon concave

$$A \begin{cases} DC_A = 87455.83 \text{ m} \\ Z_A = 32.83 \text{ m} \end{cases} \quad S \begin{cases} DC_S = 87706.79 \text{ m} \\ Z_S = 12.10 \text{ m} \end{cases} \quad D \begin{cases} DC_D = 87959.94 \text{ m} \\ Z_D = 35.35 \text{ m} \end{cases}$$

DC : Distances Cumulés

#### 8-1-1 Calcul des pentes :

$$P_1 = \frac{Z_S - Z_A}{DC_S - DC_A} \times 100 \implies P_1 = \frac{12.10 - 32.83}{87706.79 - 87455.83} \times 100 \implies P_1 = -8.26\%$$

$$P_2 = \frac{Z_D - Z_S}{DC_D - DC_S} \times 100 \implies P_2 = \frac{35.35 - 12.10}{87959.94 - 87706.79} \times 100 \implies P_2 = 9.18\%$$

#### 8-1-2 calcul des tangentes :

$$T = \frac{R}{2} |P_2 - P_1| \implies T = \frac{1300}{2} \times |0.0918 + 0.0826| \implies T = 113.36 \text{ m}$$

#### 8-1-3 Calcul des flèches :

$$H = \frac{T^2}{2R} \implies H = \frac{(113.36)^2}{2 \times 1300} \implies H = 4.942 \text{ m}$$

#### 8-1-4 Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$B \begin{cases} DC_B = DC_S - T = 87593.43 \text{ m} \\ Z_B = Z_S + T \times P_1 = 21.463 \text{ m} \end{cases}$$

$$C \begin{cases} DC_C = DC_S + T = 87820.15 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T \times P_2 = 22.51 \text{ m} \end{cases}$$

## 8-2 Cas d'un rayon convexe:

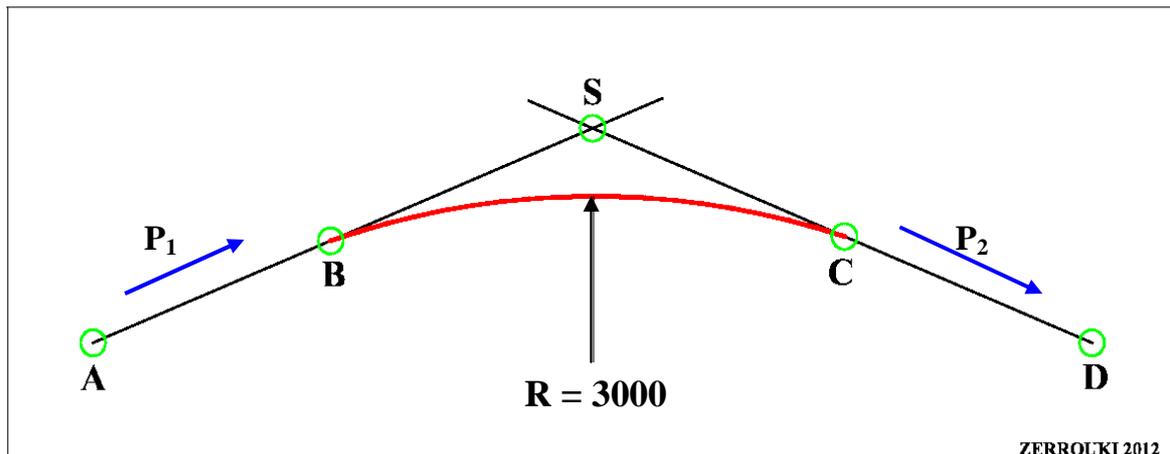


Figure 04: Rayon convexes

$$A \begin{cases} DC_A = 91080.83 \text{ m} \\ Z_A = 91.12 \text{ m} \end{cases} \quad S \begin{cases} DC_S = 91140.15 \text{ m} \\ Z_S = 98.943 \text{ m} \end{cases} \quad D \begin{cases} DC_D = 91198.33 \text{ m} \\ Z_D = 105.56 \text{ m} \end{cases}$$

## 8-2-1 Calcul des pentes :

$$P_1 = \frac{Z_S - Z_A}{DC_S - DC_A} \times 100 \implies P_1 = \frac{98.943 - 91.12}{91140.15 - 91080.83} \times 100 \implies P_1 = 13.2\%$$

$$P_2 = \frac{Z_D - Z_S}{DC_D - DC_S} \times 100 \implies P_2 = \frac{105.56 - 98.943}{91198.33 - 91140.15} \times 100 \implies P_2 = 11.38\%$$

## 8-2-2 calcul des tangentes :

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2| \implies T = \frac{2500}{2} \times |0.132 - 0.1138| \implies T = 22.75 \text{ m}$$

## 8-2-3 Calcul des flèches :

$$H = \frac{T^2}{2R} \implies H = \frac{(22.75)^2}{2 \times 2500} \implies H = 0.1035 \text{ m}$$

## 8-2-4 Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$B \begin{cases} DC_B = DC_S - T = 91117.40 \text{ m} \\ Z_B = Z_S - T \times P_1 = 95.94 \text{ m} \end{cases}$$

$$C \begin{cases} DC_C = DC_S + T = 91162.90 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T \times P_2 = 101.53 \text{ m} \end{cases}$$

## **1- INTRODUCTION :**

Le profil en travers est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route sur un plan vertical. La plate forme des routes comprend : les chaussées, les accotements latéraux et éventuellement un terre-plein central.

Le profil en travers doit être tel qu'il puisse assurer à tout moment l'écoulement du trafic actuel et prévisible dans de bonnes conditions de sécurité et de confort, et ainsi l'évacuation rapide des eaux de pluie.

## **2- MODERNISATIONS DU PROFIL EN TRAVERS :**

La route existante présente un profil en travers caractérisé par une chaussée de largeur variable. En effet La sortie sur site nous a permis, en premier de relever que la largeur de la chaussée existante n'est pas fixe le long de tracé (varie entre 4m et 6m), en second lieu de constater une insuffisance des accotements et leur absences au niveau de certaines sections de la route.

La modernisation du profil en travers du tronçon nécessite des solutions délicates d'élargissement du profil en travers actuel, mais le coté d'élargissement est variable le long de l'itinéraire, il est en fonction des contraintes rencontrés aux bords de la plate forme.

## **3- TYPES DE PROFIL EN TRAVERS :**

On distingue deux types de profils : type et courant.

### **3-1 Le profil en travers type :**

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

### **3-2 Le profil en travers courant :**

Se sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (accidenté ou plat).

#### 4- LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :

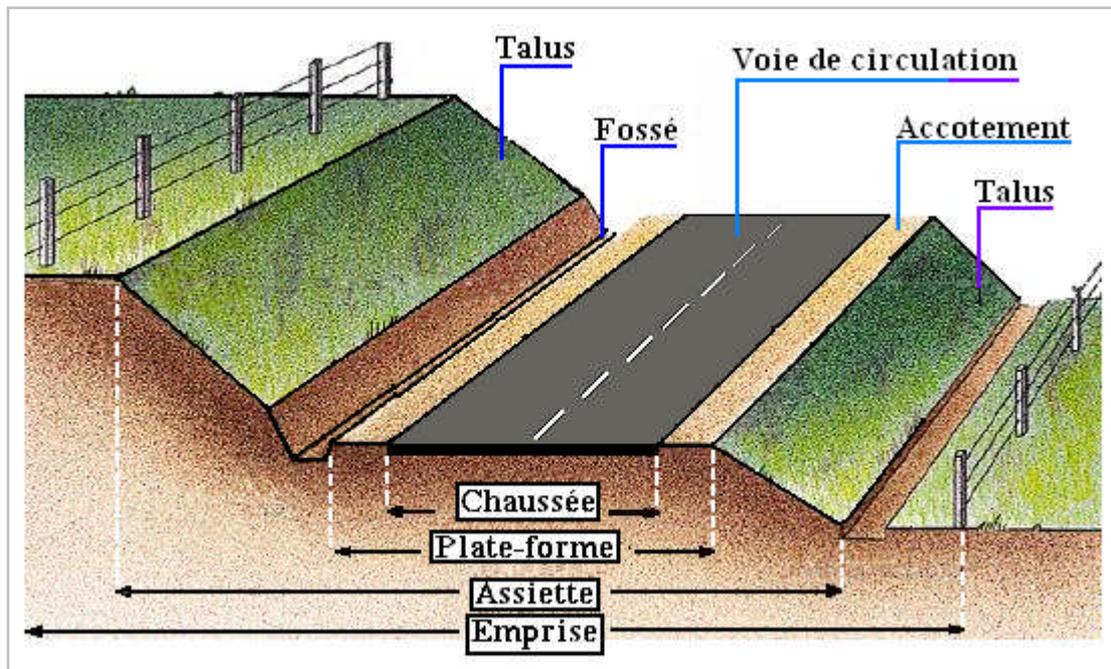


Figure 01 : Éléments du profil en travers

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants : [5], [10], [11] et [15]

- ✧ **La chaussée** : Surface de la route aménagée pour la circulation des véhicules. Au sens structural c'est l'ensemble des couches de matériaux qui supportent le passage des véhicules.- Elle comprend les sur-largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.
- ✧ **La plate forme** : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.
- ✧ **L'assiette** : Champ du terrain occupée par la chaussée, elle comprend les accotements ; les fossés et l'encombrement total des ouvrages.
- ✧ **L'emprise** : C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.
- ✧ **Les accotements** : Zones latérales qui bordent extérieurement la chaussée. Les accotements sont « dérasés » s'ils sont au même niveau que la chaussée. Ils sont « surélevés » dans le cas contraire.
- ✧ **Le fossé** : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie.
- ✧ **B.D.G** : Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.
- ✧ **Berme** : Partie latérale non rouable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

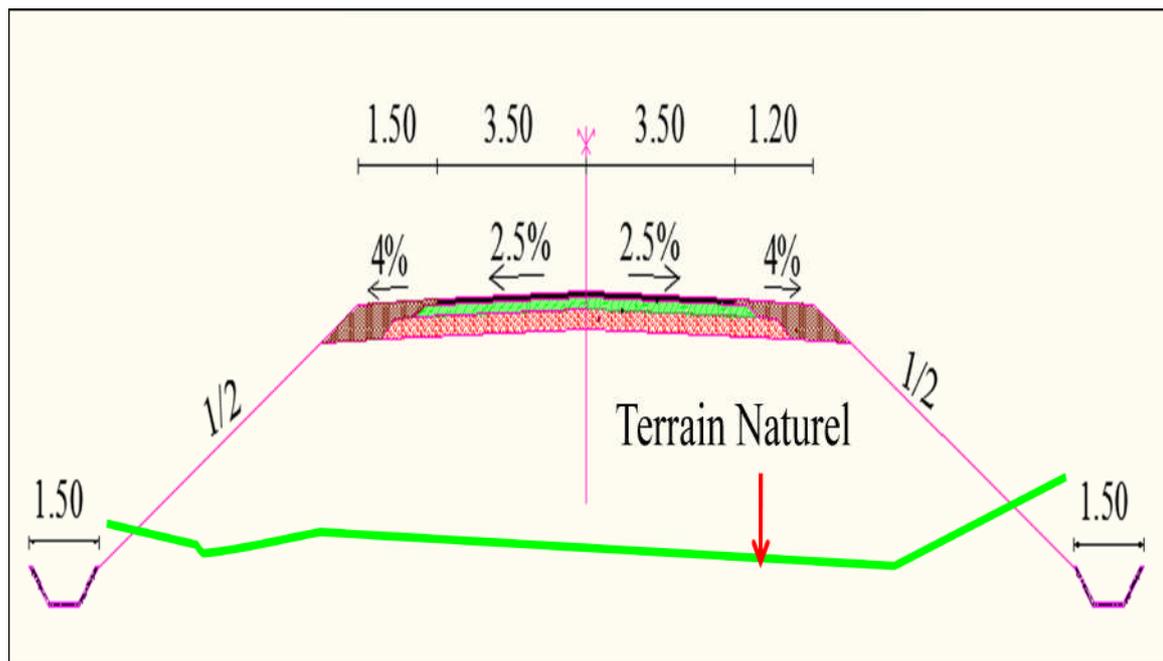
- ❖ **B.A.U** : Partie de l'accotement, contigu à la chaussée, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée, elle inclut la sur largeur structurale de la chaussée.
- ❖ **Banquette** : Parapet de terre établi le long d'une route.
- ❖ **Caniveau** : Bordure extérieure de la chaussée aménagée pour l'écoulement de l'eau.

## 5- APPLICATION AU PROJET :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé d'une chaussée bidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée :  $3.50 \times 2 = 7.00$  m.
- Accotement :  $1.50 \times 2 = 3$  m.
- Plate forme : 10 m.



**Figure 02** : profil en travers type en remblai

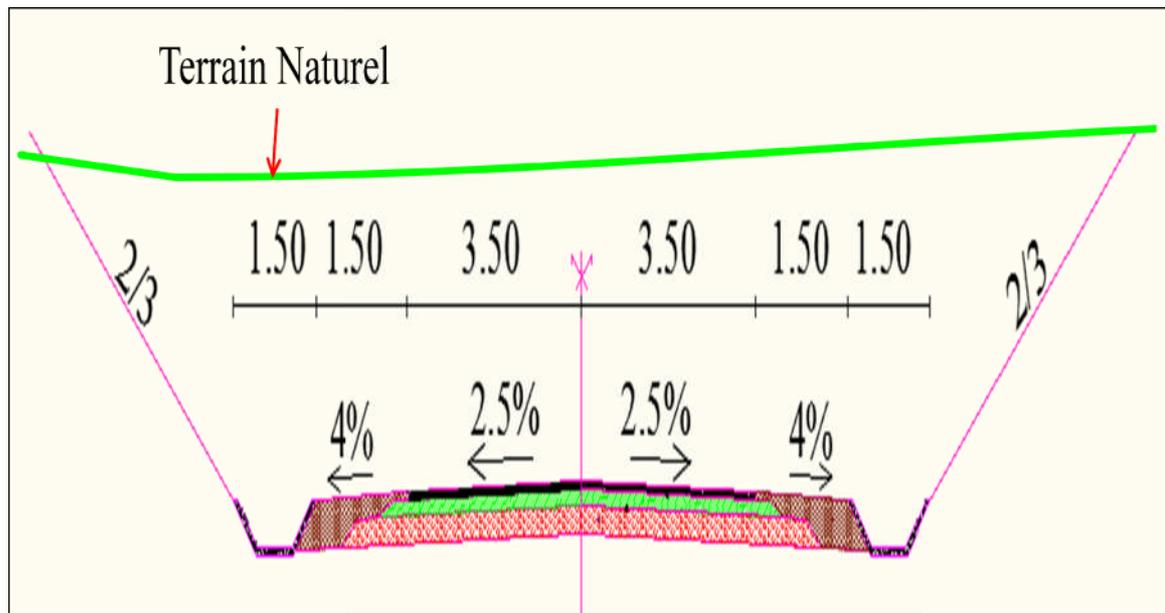


Figure 03 : profil en travers type en déblai

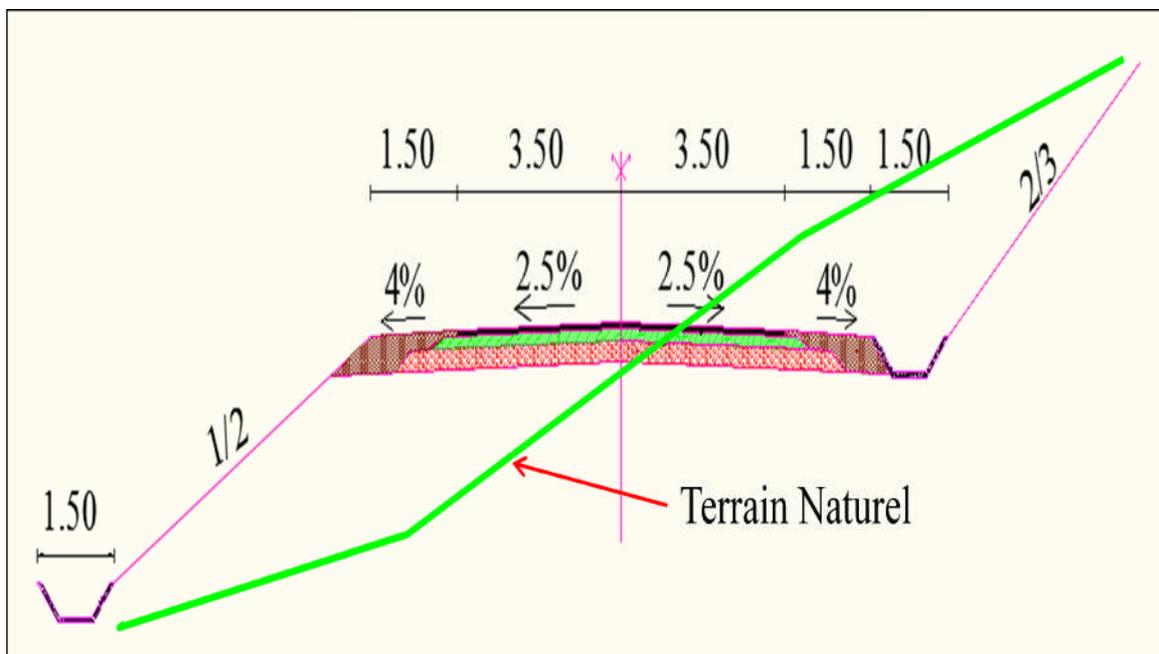


Figure 04 : profil en travers type mixte

## **1- INTRODUCTION :**

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques, chimique et mécaniques des roches et des sols qui vont jouer le rôle d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés; et qui exige des reconnaissances géotechniques.

La reconnaissance de sol, utilisant différents équipements et instrumentation sur terrain ou au laboratoire est un moyen pour le géotechnicien, à mieux connaître les sols et surtout le massif de sol étudié appelé à supporter dans de bonnes conditions le projet.

La géotechnique routière est la branche de la géotechnique qui traite des problèmes intéressant la route, dans toutes ses parties. Elle étudie notamment : les remblais, les fondations de chaussée et la construction des diverses couches de la chaussée.

## **2- L'OBJECTIF DE LA GÉOTECHNIQUE ROUTIÈRE :**

- ❖ Définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée,
- ❖ Etablir le projet de terrassement,
- ❖ Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de la chaussée.

## **3- LES MOYENS DE RECONNAISSANCE :**

Les moyens de reconnaissance d'un tracé routier sont essentiellement :

- ❖ L'étude des archives et documents existants (cartes géologiques et géotechniques)
- ❖ Les visites sur site.
- ❖ Les essais « in-situ ».
- ❖ Les essais de laboratoire.

## **4- RÉGLEMENTATION ALGÉRIENNE EN GÉOTECHNIQUE :**

La géotechnique couvre un grand champ qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place (in situ).

Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisés en laboratoire dans le cadre des études géotechnique.

- ❖ Les essais de laboratoire : essais d'identification et de classification.
- ❖ Les essais en place (essais pressiométrique, pénétromètre statique ou dynamique).

**4-1 Les différents essais en laboratoire :**

Les essais réalisés en laboratoire sont :

- ❖ Les essais d'identification :
  - Teneur en eaux et masse volumique.
  - Analyse granulométrique.
  - Limites d'Atterberg.
  - Equivalent de sable.
  - Essai au bleu de méthylène (ou à la tache).
  - Teneur en carbonate de calcium
  
- ❖ Les essais mécaniques :
  - Essai C.B.R (California Bearing Ratio).
  - Essai Proctor
  - Essai Los Angeles
  - Essai Micro Deval

**4-1-1 Les essais d'identification :****a) Masse volumique et teneur en eau :**❖ **Teneur en eau :** [27]

La teneur en eau ( $\omega$ ) est égale à :  $\omega = \frac{\text{masse d'eau évaporée}}{\text{masse de matériau sec}}$  exprimée en %

La teneur en eau permet de caractériser l'état hydrique du sol :

- Vis-à-vis de l'écart relatif avec la teneur en eau de l'OPN ( $\frac{W}{W_{OPN}}$ )
  - Par l'indice de consistance  $I_c$
- Avec :
- $W_L$  : limite de liquidité
  - $I_P$  : indice de plasticité
  - $W_n$  : teneur en eau naturelle

❖ **Masse volumique :**

$(\gamma)$  : Est la masse d'un volume unité de sol :

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (\text{VIII.1})$$

**Principe de l'essai :** On utilise le principe de la poussée d'Archimède .En effet, on mesure le volume d'eau déplacé hors de l'introduction d'un certain poids de sol sec, la connaissance du poids des grains solides et de leur volume permet de calculer le poids volumique des grains solides.

**Domaine d'utilisation:** Cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

**a) Analyses granulométriques :** [27]

Il s'agit du tamisage (soit au passant de 2 mm, soit au passant de 80  $\mu\text{m}$ ) qui permet par exemple de distinguer sols fins, sols sableux (riches en fines) et sols graveleux (pauvres en fines) ; C'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe appelée courbe granulométrique cette analyse se fait en générale par des tamisages.

**b) Équivalent de sable :** [28]

Lorsque les sols contiennent très peu particules fines, les limites **D'Atterberg** ne sont pas mesurables, pour décaler la présence en quantité plus ou moins importante de limon et d'argile, on réalise un essai appelé **équivalent de sable**.

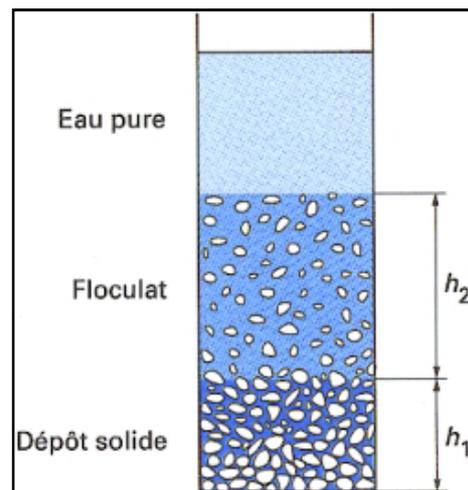
**Principe de l'essai :** l'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de 5mm; il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments les plus fins contenus dans cette fraction, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments plus fins (argileux par exemple).

**But de l'essai :** cet essai permet de mettre en évidence la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles.

Cet essai révèle très intéressant au laboratoire et sur chantier grâce à sa simplicité, sa rusticité, son faible coût et sa rapidité.

L'équivalent de sable d'un sable propre, voisin de 100, tombe à 40 et moins en présence de quelques pour-cent de fines argileuses. Au-dessous de 40, l'équivalent de sable n'est plus une grandeur significative.

L'équivalent de sable  $E_S$ , qui s'exprime en pourcentage, est égal à :



**Figure 01 :** Essai d'équivalent de sable [28]

$$ES = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \times 100 \quad (\text{VIII.2})$$

**Domaine d'application:** cette détermination trouve son application dans de nombreux domaines notamment les domaines suivants :

- Classification des soles.
- Étude des sables et sols fins peu plastique.
- Choix et contrôle des soles utilisable en stabilisation mécanique.
- Choix et contrôle des sables à béton.
- Contrôles des sables utilises en stabilisation chimique.
- Choix et contrôle des granulats pour les enrobes hydrocarbonés.

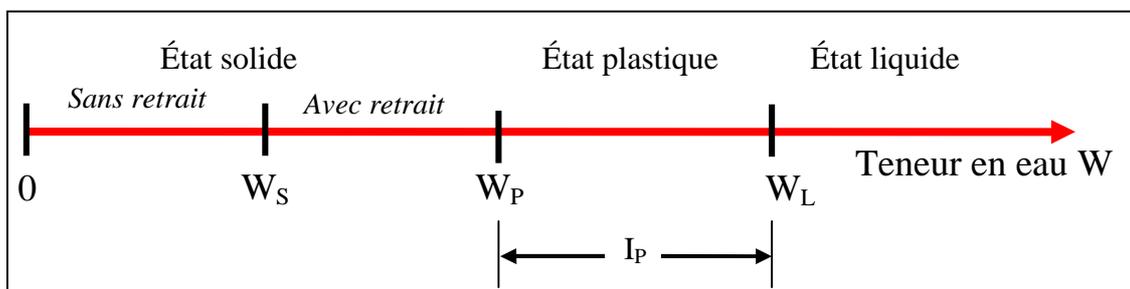
### c) Limites d'Atterberg :

Les limites d'Atterberg sot des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance. [30]

Les limites de plasticité ( $W_p$ ) et liquidité ( $W_L$ ), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol (Fig 04).  $W_p$  sépare l'état solide de l'état plastique et  $W_L$  sépare les deux états plastique et liquide ; Les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité ( $I_p=W_L-W_p$ ), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.



**Figure 02 :**  $W_L$  : réalisation de la rainure **Figure 03 :**  $W_p$  : réalisation du rouleau de sol



**Figure 04 :** L'états de sol en fonction de sa teneur en eau [27]

Les limites d'Atterberg permettent de calculer l'indice de consistance qui caractérise l'état hydrique d'un sol (dans le cas des sols fins moyennement à très argileux comportant au moins 80 à 90 % d'éléments  $\leq 400 \mu\text{m}$ ) : [27]

$$I_c = \frac{W_L - W_n}{I_p} \quad (\text{VIII.3})$$

Avec :

$W_n$  : teneur en eau naturelle de la fraction 0/400  $\mu\text{m}$ .

$I_c$  : indice de consistance

$I_c = 0$  si  $W_n = W_L$ , matériau à l'état liquide

$I_c = 1$  si  $W_n = W_P$ , matériau à l'état solide

#### **4-1-2 Les essais mécaniques :**

##### **a) Essai Proctor :**

L'essai Proctor est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum Proctor ». [27]

##### **b) Essai C.B.R (California Bearing Ratio) :**

Cet essai a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements.

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (Proctor modifié) avec trois (3) énergies de compactage 10 c/c ; 25 c/c ; 55 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours. [36]

##### **c) Essai Los Angeles :**

Cet essai a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier, et leur résistance par frottements réciproques dans la machine appelée « Los Angeles ». [27] et [37]

##### **d) Essai Micro Deval :**

L'essai micro-Deval permet de mesurer la résistance à l'usure des roches. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau. [31]

L'essai consiste à mesurer l'usure des granulats produite par frottements réciproque dans un cylindre en rotation dans des conditions bien définies.

La granularité du matériau soumise à l'essai est choisie parmi les classes granulaires : 4-6.3mm, 6.3-10mm, 10-14mm et 25-50mm.

Si (M) est la masse du matériau soumis à l'essai, (m) est la masse des éléments inférieure à 1.6 mm produits au cours de l'essai, la résistance à l'usure s'exprime par la quantité :  $100 \frac{m}{M}$

Par définition, cette quantité sans dimension, est appelée, suivant la méthode employée :

- coefficient micro-Deval sec du granulat (MDS)
- coefficient micro-Deval en présence d'eau du granulat (MDE) [31]

#### **4-1-3 Les essais chimiques :**

##### **a) Essai au bleu de méthylène (ou à la tache) :**

Les molécules de bleu de méthylène ont pour propriété de se fixer sur les surfaces externes et internes des feuillets d'argiles, la quantité de bleu adsorbée par **100 gramme** de sol s'appelle **Valeur au Bleu du Sol** et est notée **VBS**, la VBS reflète globalement :

- La teneur en argile (associée à la surface externe des particules).
- L'activité de l'argile (associée à la surface interne).

L'essai consiste à mettre en suspension une fraction de sol (**0/d**) avec **d ≤ 10 mm** et à ajouter à cette suspension des doses successives **de 5 ml** d'une solution de bleu de méthylène jusqu'à apparition d'une auréole bleue autour de la tache constituée par le sol, l'auréole bleue indique l'excès de cette solution dans les particules d'argile. [27] et [38]

La valeur **VBS** est alors calculée à l'aide de la relation :

$$\text{VBS} = \frac{X}{P} \times C \times 100 \quad (\text{VIII.4})$$

Avec :

X : La masse de bleu introduit

P : Masse sèche de la prise d'essai (100g)

C : Proportion de la prise d'essai dans le (0/50) mm

##### **b) Teneur en carbonate de calcium :**

La teneur en carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  d'un sol est déterminée par attaque à l'acide chlorhydrique d'une certaine quantité de sol sec. La mesure de la quantité de gaz carbonique dégagé permet de calculer la masse de carbonate de calcium dissoute et donc la teneur en carbonates de calcium du sol  $\text{C}_{\text{CaCO}_3}$ , exprimée en pourcentage de la masse de la phase solide du sol. [28]

Les sols fins contenant du carbonate de calcium peuvent être désignés comme indiqué dans le tableau suivant, en complément de leur classification géotechnique. [28]

**Tableau 01** : Classification des matériaux en fonction du pourcentage massique en carbonate [28] et [29]

Teneur en CaCO <sub>3</sub> (%)	Classification	Exemple
< 10	Non calcaire	Argile, sable siliceux } Sols Argile marneuse } Marne }
10 à 29	Peu calcaire	
30 à 69	moyennement calcaire	
70 à 89	fortement calcaire	Calcaire marneux } Roches Calcaire }
≥ 90	calcaire	

**4-2 Les différents essais in situ :****4-2-1 Les essais de plaque :**

Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge. On déduira ensuite un module de sol **E** en interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de Bossinesq qui relie **Z**, le déplacement, la pression  $q_0$  le rayon de charge **a** et les caractéristiques du massif **E<sub>2</sub>**, Après plusieurs approches, on a abouti à l'approche suivante : **E = 5 CBR**. [26]

**4-2-2 Les essais pénétrométrique :****a) Pénétrömètre statique :**

L'essai de pénétration statique consiste à foncer de manière continue dans le sol, à vitesse lente et constante, un pieu modèle réduit, dont le diamètre compris entre 30 et 100 mm. La résistance à l'enfoncement est mesurée de façon directe et continue, en fonction de la profondeur. [26]

**b) Pénétrömètre dynamique :**

L'essai de pénétration dynamique consiste à faire pénétrer dans le sol, par battage un train de tubes lisses muni à son extrémité d'une pointe, ou d'un carottier, à l'aide d'un mouton tombant d'une hauteur donnée. [26]

**5- CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS :**

- a) Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- ❖ Pierre de dimension > 80 mm
- ❖ Matériaux plastique IP > 20% ou organique.
- ❖ Matériaux gélifs.
- ❖ On évite les sols à forte teneur en argile.

- b) Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.
- c) Les matériaux des remblais seront étalés par couche de 30 cm d'épaisseur en moyenne avant leurs compactages. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

## 6- DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE DE SITE :

La stratigraphie des puits effectués dans le terrain réservé pour la réalisation de la rocade côtière dans la Wilaya de Tlemcen, montre une certaine hétérogénéité elle est représenté dans la majorité par des argiles, argiles limoneux, des marnes et des tufs rosât.

Le L.T.P.O, a creusé plusieurs puits à ciel ouvert sur le bord des chaussées existantes et sur le tracé pour les sections à projeter d'une profondeur avoisinante 1.50m avec une cadence d'un puits tout les 1000 ml.

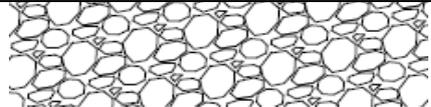
Les résultats des différents essais sur les puits sont suivants : [35]

**Tableau 02 : Résultats d'essais géotechnique [35]**

N° de puits	Puits N° 01	Puits N° 02	Puits N° 03	Puits N° 04	Puits N° 05
<b>Profondeur (m)</b>	<b>0.30 à 1.50</b>	<b>0.40 à 1.80</b>	<b>0.80 à 1.40</b>	<b>0.60 à 1.40</b>	<b>0.50 à 1.30</b>
<b><u>Granulométrie</u></b>					
Tamisât à 2 mm (%)	94	87	69	91	84
Tamisât à 0.08 mm (%)	92	73	46	82	67
<b><u>Limite d'Atterberg</u></b>					
Ip (%)	18	17	27	15	17
WL (%)	36	37	50	36	36
<b><u>Chimie</u></b>					
Teneur en carbonate (%)	1	30	7	59	33
Bleu de méthylène VBS	2.56	1.82	3.2	2.24	1.37
<b><u>Proctor modifie</u></b>					
Densité sèche maximale (t/m <sup>3</sup> )	2.15	1.95	2.02	1.90	1.95
Teneur en eau optimal (%)	8	12	12	14	14
<b><u>CBR Imbibé à 4jours</u></b>					
Indice CBR à 95% de l'OPM	11.10	10.20	5.30	11.80	8.90
Indice CBR à 98% de l'OPM	17.70	13.50	7.30	16.20	12.30

N° de puits	Puits N° 06	Puits N° 07	Puits N° 08	Puits N° 09	Puits N° 10
<b>Profondeur (m)</b>	<b>0.30 à 1.20</b>	<b>0.50 à 1.20</b>	<b>0.50 à 1.30</b>	<b>0.50 à 1.60</b>	<b>0.50 à 1.20</b>
<b><u>Granulométrie</u></b>					
Tamisât à 2 mm (%)	99	97	88	80	89
Tamisât à 0.08 mm (%)	87	84	58	25	60
<b><u>Limite d'Atterberg</u></b>					
Ip (%)	16	16	18	14	10
WL (%)	51	39	37	35	24
<b><u>Chimie</u></b>					
Teneur en carbonate (%)	0.49	4	34	15	9
Bleu de méthylène VBS	2.31	0.33	1.41	0.627	0.613
<b><u>Proctor modifié</u></b>					
Densité sèche maximale (t/m <sup>3</sup> )	1.71	1.94	1.92	2	2.07
Teneur en eau optimal (%)	18	12	13	12	10
<b><u>CBR Imbibé à 4 jours</u></b>					
Indice CBR à 95% de l'OPM	6.80	7.30	8.60	10.30	13.5
Indice CBR à 98% de l'OPM	10	10.50	13.40	14.70	21

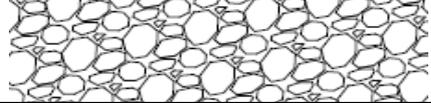
**PUITS N°1**

Description	Prof (m)	Stratigraphie
TV	0.30	
Argile rougeâtre ferrugineuse, indurée	1.00 1.50	

**PUITS N°2**

Description	Prof (m)	Stratigraphie
TV	0.30	
Argile limoneuse rougeâtre avec quelque conglomérat	1.00 1.80	

**PUITS N°3**

Description	Prof (m)	Stratigraphie
TV	0.30	
Argile verdâtre à rougeâtre indurée	1.00 1.40	

**PUITS N°4**

Description	Prof (m)	Stratigraphie
TV	0.80	
Limon marron tendre avec quelque conglomérat	1.00 1.40	

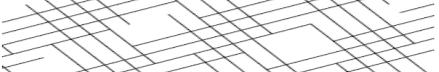
**PUITS N°5**

Description	Prof (m)	Stratigraphie
TV	0.50	
Marne verdâtre mi-raide	1.00 1.30	

**PUITS N°6**

Description	Prof (m)	Stratigraphie
TV	0.30	
Argile sableuse bicolore	1.00 1.20	

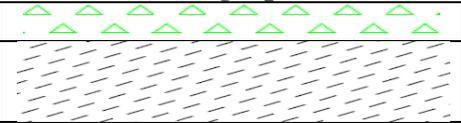
**PUITS N°7**

Description	Prof (m)	Stratigraphie
TV	0.50	
Limon rougeâtre tendre	1.00 1.20	

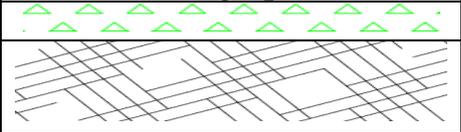
**PUITS N°8**

Description	Prof (m)	Stratigraphie
TV	0.40	
Tuf rosât tendre à graveleux	1.00 1.20	

**PUITS N°9**

Description	Prof (m)	Stratigraphie
TV	0.50	
Marne schisteuse	1.00 1.60	

**PUITS N°10**

Description	Prof (m)	Stratigraphie
TV	0.50	
Limons rougeâtre tendre	1.00 1.20	

**7- INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE :**

- ❖ L'analyse granulométrique montre un pourcentage des passants au tamis 0.08mm compris entre 58% et 92% et un pourcentage des passants au tamis de 2mm variant entre 69% et 99%. Ces valeurs montrent que les échantillons testent correspondant à un sol sableux riche en fines.
- ❖ Les limites d'Atterberg ont donné des valeurs de limite de liquidité 'WL' variante entre 24% et 51% et des indices de plasticité 'Ip' compris entre 10% et 27%. Ces résultats montrent que les matériaux des sols testés sont moyennement plastiques.
- ❖ La densité sèche obtenue " $\gamma_d$ " varie entre 1.71 et 2.15 ( $t/m^3$ ) et une densité humide entre 2.01 et 2.32 ( $t/m^3$ ), ces valeurs montrent que le sol présente une compacité moyenne.
- ❖ La valeur de bleu (VBS) varie entre 0.33 et 3.2 ces valeurs montrent que le sol est limoneux-argileux.

## **1- INTRODUCTION :**

Le réseau routier joue un rôle vital dans l'économie du pays et l'état de son infrastructure est par conséquent crucial. Si les routes ne sont pas correctement construites ou ne sont pas entretenues en temps opportun elles se dégradent inexorablement, Le dimensionnement de la chaussée est fonction de la politique de gestion du réseau routier. Cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier.

Le dimensionnement s'agit en même temps, de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises, et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée.

Le dimensionnement d'une chaussée est conditionné par trois familles de paramètres, qui sont les suivants :

- Le trafic est l'importance de la circulation et surtout l'intensité du trafic en poids lourds.
- La portance du sol support désignée par son indice CBR.
- La durée de service.

## **2- LA CHAUSSÉE :**

Une chaussée peut être définie comme une structure plane, conçue et dimensionnée pour garantir l'écoulement du trafic dans de bonnes conditions de visibilité, de sécurité et de confort pour les usagers et assurer une fonction pour une période de service minimale fixée au stade de l'élaboration du projet. [16]

### **2-1 Les différents types de structures de chaussées :**

Suivant la nature des matériaux, leur localisation dans la structure de chaussée et le niveau de trafic. On répertorie différentes familles de structures. [12]

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

#### **2-1-1- Chaussée souple :**

Elle est constituée d'une couche de surface au dessus d'une couche d'assise. La chaussée souple distribue les efforts de surface à travers les couches de base et de fondation. Cette distribution se fait de façon à ce que l'effort sur la plate forme soit compatible avec la résistance de l'infrastructure et du sol support. [16]

Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

L'épaisseur globale de la chaussée est généralement entre 30 et 60 cm. [12]

En principe une chaussée peut avoir en ordre les couches suivantes :

**a- Couche de surface :**

La couche de surface est constituée : [3] et [12]

- de la **couche de roulement**, qui est la couche supérieure de la structure de chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat.
- et le cas échéant d'une **couche de liaison**, entre les couches d'assise et la couche de roulement.

L'objectif de la couche de surface est la protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagers. [12]

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

**b- Couche d'assise :**

L'assise de la chaussée peut être composée de 2 couches :

- couche de base
- la couche de fondation

Elle apporte à la chaussée la résistance aux couches verticales et répartit les pressions sur la plateforme support. [3]

- **Couche de base :**

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 8 et 15 cm.

- **Couche de fondation :**

Complètement en matériaux non traités (en Algérie) elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic.

Assurer une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

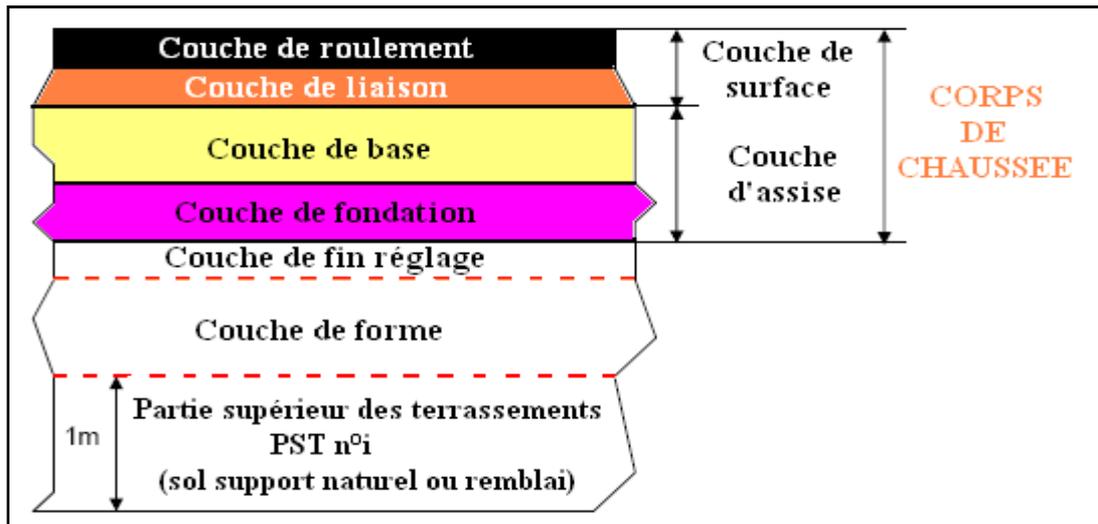
L'épaisseur de la couche de base varie entre 15 et 25 cm.

### c- Couche de forme :

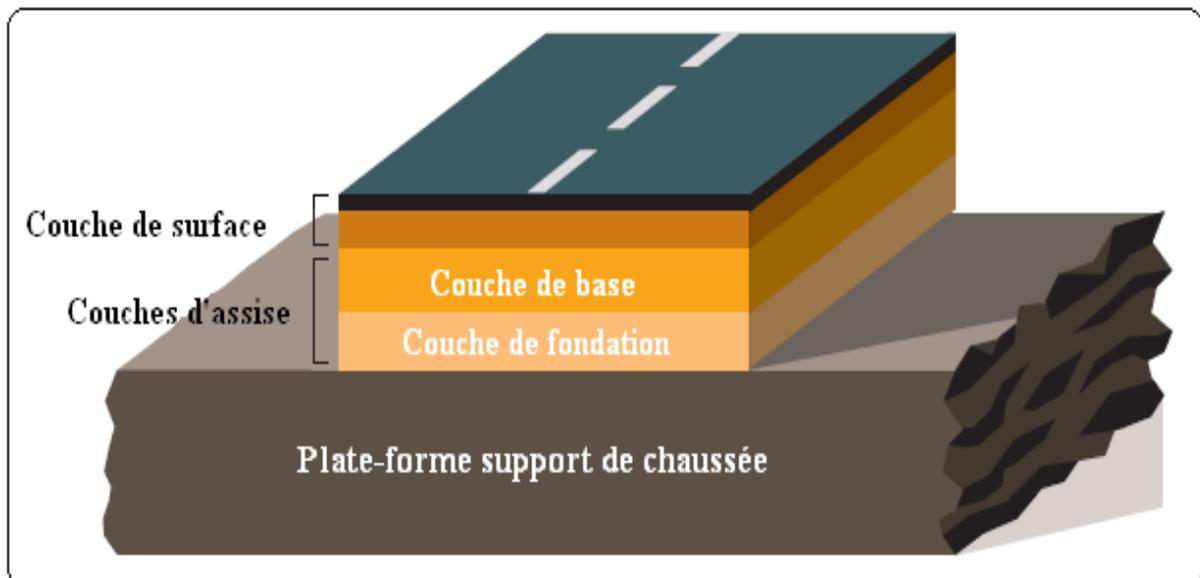
La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée.

Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme.

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



**Figure 01:** schéma théorique de la structure du corps de chaussée [18]

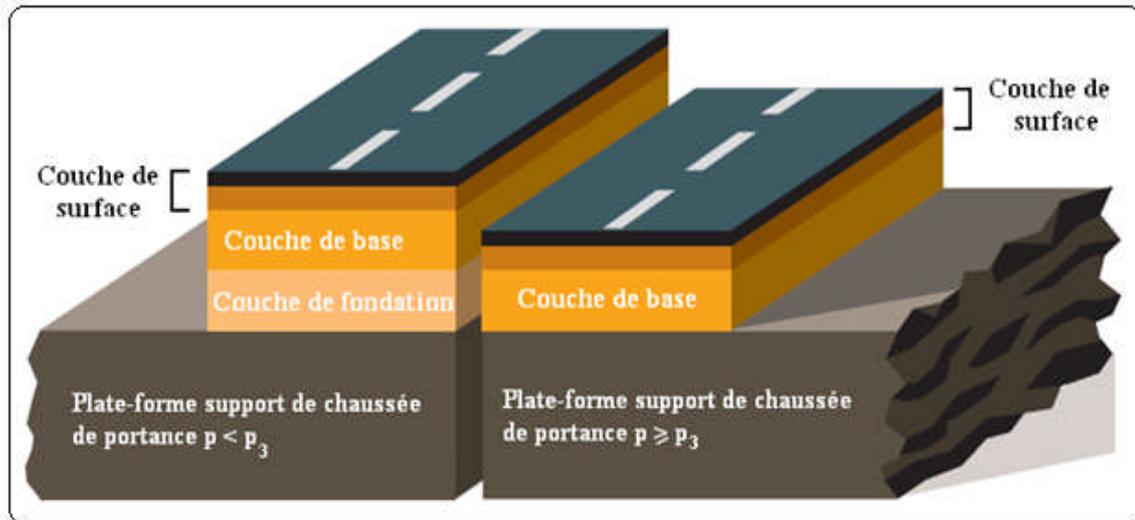


**Figure 02 :** Structure type d'une chaussée souple [15]

### 2-1-2-Chaussée semi –rigide :

Une chaussée semi rigide est une chaussée avec une couche de surface en béton bitumineux reposant sur une couche de base en matériaux stabilisés aux liants hydrauliques et d'une couche de fondation granulaire. [16]

Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

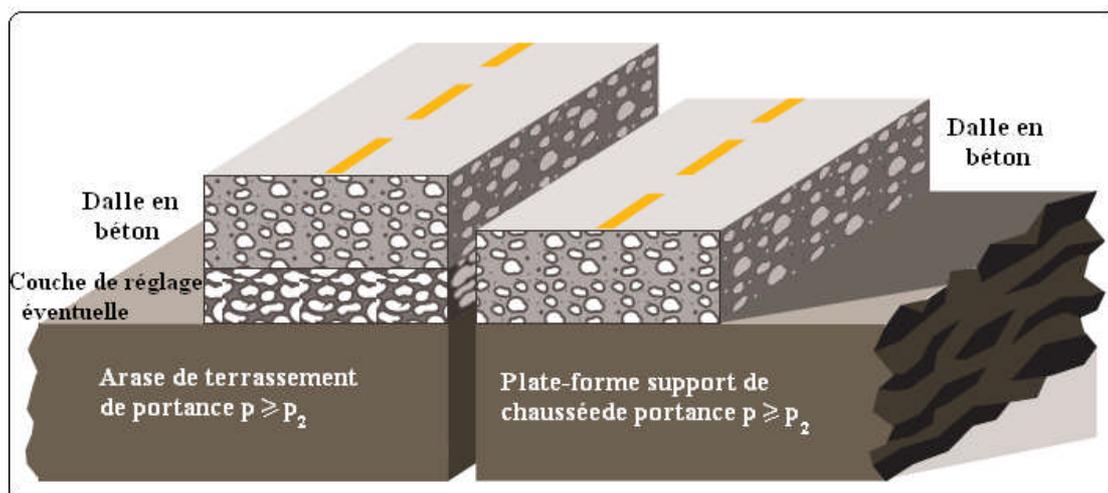


**Figure 03 :** Structure type d'une chaussée semi-rigide [15]

### 2-1-3- Chaussée rigide :

Elle est constituée d'une dalle de béton en ciment portland reposant directement sur la couche de fondation ou sur la plate forme. La dalle de béton joue un double rôle: elle est à la fois la surface de roulement et la couche de base. Elle répartit les efforts de surface dus aux charges de cisaillement sur une large surface afin d'éviter une déformation sur la couche de fondation ou sur l'infrastructure. [16]

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.



**Figure 04 :** Structure type d'une chaussée rigide [15]

### 3- FACTEURS A CONSIDERER DANS LE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE :

Le dimensionnement basé sur la connaissance d'un certains paramètres fondamentaux qui sont : [20]

- ❖ **Le trafic** : c'est le facteur le plus important dans le dimensionnement des chaussées. Il peut être estimé à partir des débits de circulation, des charges axiales et du taux d'accroissement.
- ❖ **Les conditions climatiques** : la précipitation, les variations de températures, la teneur en humidité et les cycles de gel-dégel.
- ❖ **Le sol support** : la nature du sol, propriétés mécaniques, physiques et chimiques.
- ❖ **Les matériaux des différentes couches**: propriétés, coûts unitaires.
- ❖ Programme de construction et d'entretien prévus.
- ❖ **Les contraintes** : budget, indice de viabilité minimum admissible, la période d'analyse.

#### 3-1 Trafic :

Les chaussées sont dimensionnées vis-à-vis du trafic poids lourds. La méthode de calcul implique la conversion, en un nombre cumulé NE de passages d'essieux de référence, du trafic réel constitué de combinaisons variables de véhicules ayant des charges à l'essieu et des configurations d'essieux différentes. L'essieu de référence est l'essieu isolé à roues jumelées de 130 kN. [12]

La classe de trafic **T<sub>i</sub>** est déterminée à partir du trafic poids lourd journalier moyen (MJA) de la voie la plus chargée, pendant l'année de mise en service. Les classes sont définies par les limites données par le tableau suivant :

**Tableau 01** : Classification des trafics [12]

Classe de trafic	<b>T<sub>5</sub></b>		<b>T<sub>4</sub></b>		<b>T<sub>3</sub></b>		<b>T<sub>2</sub></b>		<b>T<sub>1</sub></b>		<b>T<sub>0</sub></b>	
					<b>T<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>T<sub>3</sub><sup>+</sup></b>	<b>T<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	<b>T<sub>2</sub><sup>+</sup></b>	<b>T<sub>1</sub><sup>-</sup></b>	<b>T<sub>1</sub><sup>+</sup></b>	<b>T<sub>0</sub><sup>-</sup></b>	<b>T<sub>0</sub><sup>+</sup></b>
<b>MJA (PL/J)</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>85</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>500</b>	<b>750</b>	<b>1200</b>	<b>2000</b>	

#### 3-1-1 Trafic cumulé équivalent (NE)

Le trafic utilisé pour le dimensionnement est le nombre équivalent d'essieux de référence correspondant au trafic PL cumulé sur la durée de service retenue, il est donné par la relation suivante. [13]

$$NE = N \times CAM \quad (IX.1)$$

Avec :

**N** : nombre cumulé de PL pour la période de calcul de P années,

**CAM** : coefficient d'agressivité moyenne de PL par rapport à l'essieu de référence.

L'essieu de référence en vigueur en Algérie est l'essieu de 13 Tonnes.

$$N = 365 \times MJA \times C \quad (IX.2)$$

**C** : le facteur de cumul sur la période de calcul, tel que:

$$C = [(1 + \tau)^P - 1] / \tau \quad (IX.3)$$

Avec:

**P** : durée de vie.

**$\tau$**  : Taux de croissance de trafic.

Donc :

$$NE = 365 \times MJA \times CAM \times [(1 + \tau)^P - 1] / \tau \quad (IX.4)$$

**Tableau 02** : Valeur du coefficient d'agressivité CAM [12]

Classe de trafic	T5	T4	T3 <sup>-</sup>	T3 <sup>+</sup>	Au delà
CAM	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8 si e < 20cm
					1.0 si e > 20cm

### 3-2 Environnement :

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement, la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, la température a une influence marquée sur les propriétés des matériaux bitumineux et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants hydrauliques. [13]

### 3-3 Le Sol Support :

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

Les plates-formes sont définies à partir :

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

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de l'indice CBR.

**Tableau 03** : La portance de sol en fonction de l'indice de CBR [14]

Portance	1	2	3	4
CBR	< 3	3 à 6	6 à 10	10 à 20

**3-4 Matériaux :**

Un ensemble de normes codifie les différentes familles de matériaux de chaussée, définissant pour chacune d'elles des classes selon la qualité des constituants et certaines propriétés physiques et mécaniques des mélanges. La méthode de dimensionnement s'applique aux familles de matériaux ainsi définies. [12]

**4- LES PRINCIPALES MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT :**

On distingue deux familles des méthodes :

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

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont :

- ❖ La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio).
- ❖ Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- ❖ Méthode du catalogue des structures.
- ❖ La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).

Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées.

**4-1 Méthode C.B.R (Californian – Bearing – Ratio):**

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci après:

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

Avec:

$E_{eq}$  : épaisseur équivalente

$I_{CBR}$ : indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithm decimal

$$N = T_H \times \%PL \quad (IX.6)$$

$$T_H = \frac{T_0}{2} (1 + \tau)^m \quad (IX.7)$$

Avec:

$T_H$ : trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans.

$T_0$ : trafics actuel (v/j).

m : année de prévision.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$E_{eq} = C_1 \times e_1 + C_2 \times e_2 + C_3 \times e_3 \quad (IX.8)$$

$C_1 \times e_1$  : couche de surface

$C_2 \times e_2$  : couche de base

$C_3 \times e_3$  : couche de fondation

Où:

$C_1, C_2, C_3$  : coefficients d'équivalence et  $e_1, e_2, e_3$  : épaisseurs réelles des couches.

➤ **Le coefficient d'équivalence :**

**Le tableau 04** : coefficients d'équivalence des matériaux

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence 'C'
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.6

**4-2 Méthode d' A.A.S.H.O: (American Association of State Highway Officials)**

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales.

Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs : [39]

- ✓ L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- ✓ L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- ✓ L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- ✓ L'influence des charges et de leur répétition.

#### 4-3 Méthode d'ASPHALT INSTITUTE :

Elle est basée sur les résultats obtenus des essais «AASHO », on prend en considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches.

L'épaisseur sera déterminée en utilisant l'abaque de l'asphalte institue.

#### 4-4 Méthode du catalogue des structures «SETRA» :

Le catalogue des structures type neuves et établi par «SETRA »

- ✓ Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB).
- ✓ Il classe le trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 PL/J/sens.
- ✓ Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.
- ✓ Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données
  - Trafic cumulé de poids lourds à la 20ème année Tj.
  - Les caractéristiques de sol (Sj).

##### 4-4-1 Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant :

**Tableau 05** : La classe du trafic poids lourd [19]

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
<b>T<sub>1</sub></b>	$T < 7.3 \times 10^5$
<b>T<sub>2</sub></b>	$7.3 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
<b>T<sub>3</sub></b>	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
<b>T<sub>4</sub></b>	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
<b>T<sub>5</sub></b>	$T > 4 \times 10^7$

Le trafic cumulé «T<sub>c</sub> »est donné par la formule ci-après :

$$T_C = T_{PL} \left[ 1 + \frac{(1+\tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] 365 \quad (IX.9)$$

Avec :

T<sub>PL</sub> : trafic poids lourds à l'année de mise en service.

n : durée de vie (n = 20 ans).

τ: Taux d'accroissement.

#### 4-4-2 Détermination de la classe du sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Après immersion de quatre jours, le classement sera fait d'après le tableau suivant :

**Tableau 06** : Classement de sole en fonction de l'indice de CBR

Classe de sol	Indice C.B.R
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

#### 4-5 La méthode L.C.P.C : (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) :

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression : [40]

$$T_{eq} = TJMA \times a \times 0.75 \times p \times 365 \times \frac{[(1+Z)^n - 1]}{[(1+Z) - 1]} \quad (IX.10)$$

Avec:

T<sub>eq</sub> : trafic équivalent par essieu de 13t.

TJMA : trafic à la mise en service de la route.

a : coefficient qui dépend du nombre de voies.

Z : taux d'accroissement annuel.

n : durée de vie de la route.

p : pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente 'e' (en fonction de T<sub>eq</sub> et I<sub>CBR</sub>) à partir de l'abaque L.C.P.C. [12]

L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base. [24]

#### 4-6 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement. [24]

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- ❖ Approche théorique.
- ❖ Approche empirique.

##### 4-6-1 Trafic

C'est le trafic poids lourds (véhicules de charge supérieure à 3.5 tonnes).

Le réseau routier national algérien décompose comme suit : [21]

**Le réseau principal RP** : il se compose de route reliant :

- Les chefs lieux de wilaya.
- Les ports, les aérodomes et les postes frontaliers.
- Les principales agglomérations et important zone industrielles.

Ce réseau principal se décompose en deux niveaux.

##### i. Réseau principal de niveau 1 (RP1)

Il s'agit essentiellement d'un réseau composé de routes nationales (RN), il se compose de : [21]

- Liaisons supportant un trafic  $> 1500$  v/j
- Liaisons reliant deux chefs –lieux de wilaya.
- Liaisons présentant un intérêt économique et stratégique.

##### ii. Réseau principal de niveau 2 (RP2)

Il est constitué de liaisons supportant un trafic  $< 1500$  v/j. Ce réseau est composé de routes nationales (RN), de chemins de wilaya (CW) et de liaisons reliant l'Algérie aux pays riverains. [21]

##### Réseau secondaire RS :

Il se compose du reste des routes qui ne sont pas classées en RP

### a- Détermination de la classe de trafic TPLi

Les classes sont données pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de PL/J/sens à l'année de mise en service.

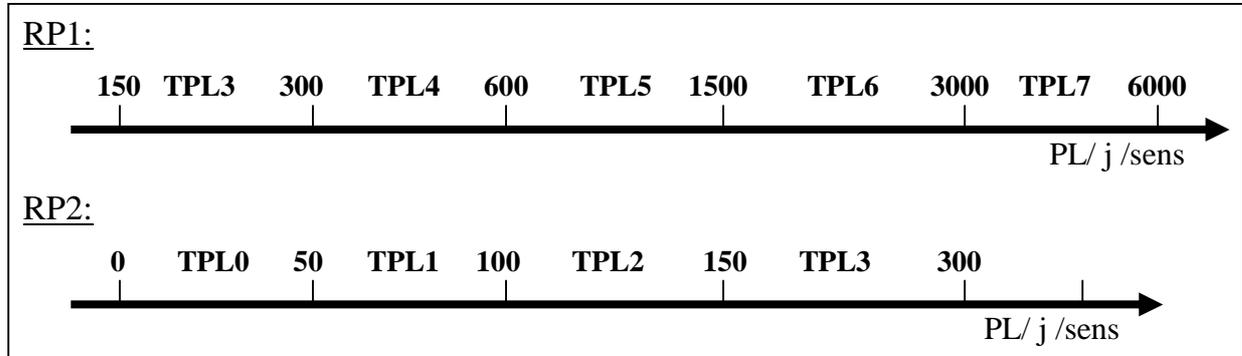


Figure 05 : Les niveaux de réseau principal. [41]

### b- Détermination des classes de portance de sols

Le tableau 06 regroupe les classes des sols par ordre croissant de S4 à S0.

### c- Détermination des classes de portance de sols support

Les différentes expériences ont fait ressortir la relation :

$$E \text{ (MPa)} = 5 \cdot \text{CBR} \quad (\text{IX.11})$$

Tableau 07 : Tableau exprimé les classe de sol en fonction de la déflexion

CLASSE	S3	S2	S1	S0
E (MPA)	25-50	50-125	125-200	>200

Il existe différents type de couches de forme suivant le cas de portance du sol terrassé (Si) et la classe du sol support visée (Sj).

Tableau 08 : Epaisseur de couche de fondation en fonction de la portance du sol

Classe portance du sol terrassé (Si)	Matériaux de C.F	Epaisseur de C.F	Classe portance du sol support visée (Sj)
< S4	Matériau NT	50 cm (en 2c)	S3
S4	Matériau NT	35 cm	S3
S4	Matériau NT	60 cm (en 2c)	S2
S3	Matériau NT	40 cm (en 2c)	S2
S3	Matériau NT	70 cm (en 2c)	S2

#### 4-6-2 Les zones climatiques

Les zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau 09** : Les zones climatiques de l'Algérie

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Teq	Région
I	> 600	Très humide	20	Nord
II	350-600	Humide	20	Nord, hauts plateaux
III	100-350	Semi-aride	25	Hauts plateaux
IV	< 100	aride	30	sud

### 5- APPLICATION AU PROJET :

#### 5-1 La méthode C.B.R :

On a :

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

Avec:

**E<sub>eq</sub>** : Épaisseur équivalente en (cm)

**P** : La charge maximale par roue (6.5 t).

**N** : Nombre moyen journalier des véhicules >1.5t à l'année horizon.

**I<sub>CBR</sub>** : Indice CBR.

**Log** : Logarithme décimal.

On a : **I<sub>CBR</sub> = 9.38** ce sol appartient à la classe (**S3**)

#### Remarque :

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

BB = 6 - 8 cm.

GB = 8 - 15 cm.

GC = 15 - 25 cm.

TVO = 20cm et plus.

Pour notre route on a :

$$Z = \% \text{ PL} = 25 \% ; I_{\text{CBR}} = 9.38 ; T_{\text{JMA}}_{2034} = 6164 \text{ V/j} ; P = 6.5$$

$$N_{\text{PL}2034} = \% \text{ PL} \times \frac{1}{2} \times T_{\text{JMA}}_{2034} \Rightarrow N_{\text{PL}2034} = 0.25 \times \frac{6164}{2} = 771 \text{ PL/j/sens}$$

$$E_{\text{eq}} = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times \left[ 75 + 50 \log\left(\frac{771}{10}\right) \right]}{9.38 + 5} \Rightarrow E_{\text{eq}} = 37 \text{ cm}$$

Avec :

$$E_{\text{eq}} = C_1 \times e_1 + C_2 \times e_2 + C_3 \times e_3$$

$e_1$  : épaisseur réelle de la couche de surface.

$e_2$  : épaisseur réelle de la couche de base.

$e_3$  : épaisseur réelle de la couche de fondation.

$C_1, C_2, C_3$  : Coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches  $e_1, e_2, e_3$ .

Pour déterminer la structure définitive on fixe les épaisseurs  $e_1, e_2$  et on calcule l'épaisseur  $e_3$  :

$$e_1 = 6 \text{ cm en béton bitumineux (BB)} \Rightarrow C_1 = 2.0$$

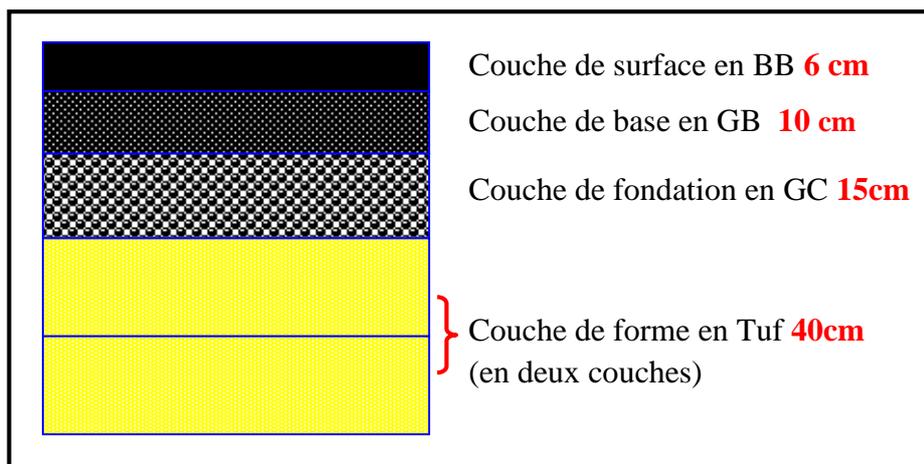
$$e_2 = 10 \text{ cm en grave bitume (GB)} \Rightarrow C_2 = 1.2$$

$$e_3 = \text{épaisseur en grave concassé (GC)} \Rightarrow C_3 = 1$$

$$E_{\text{eq}} = C_1 \cdot e_1 + C_2 \cdot e_2 + C_3 \cdot e_3 \Rightarrow e_3 = \frac{E_{\text{eq}} - (C_1 \times e_1 + C_2 \times e_2)}{C_3}$$

$$e_3 = \frac{37 - (2 \times 6 + 1.2 \times 10)}{1} \quad \text{D'où : } e_3 = 13 \text{ cm}$$

Donc la structure proposée est : **6BB + 10GB + 13GC + 40 Tuf**



**Figure 06:** Récapitulatif des résultats de la méthode CBR

Les résultats des calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau 10 :** Récapitulatif des résultats du calcul

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence ( $c_i$ )	Épaisseur équivalente (cm)
BB	6	2	12
GB	10	1.2	12
GC	13	1	13
Total	29		37

## 5-2 Méthode de catalogue des structures «SETRA» :

Le calcul du trafic poids lourds à l'année de mise en service :

$$T_{JMA_{2014}} = 2813 \text{ v/j} \Rightarrow T_{PL_{2014}} = 2813 \times 0.25/2 = 352 \text{ PL/J/sens.}$$

$$T_{PL_{2034}} = 352 \times (1 + 0.04)^{20} = 772 \text{ PL/j/sens.}$$

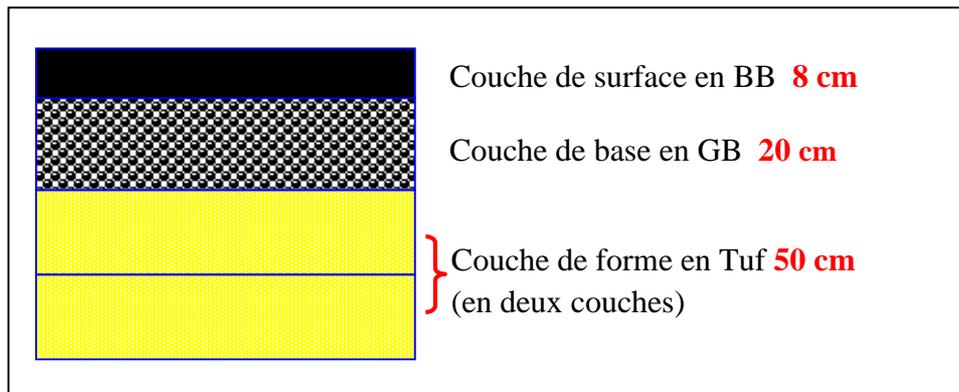
$$T_c = T_{PL} \times \left[ 1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] \times 365 \Rightarrow T_c = 772 \left[ 1 + \frac{(1 + 0.04)^{20+1} - 1}{0.04} \right] \times 365$$

$$\Rightarrow T_c = 9.29 \times 10^6 \text{ PL/J/sens.}$$

Selon les Tableaux 05 et 06, notre trafic est classé en T4 et le sol en S3.

Par conséquent d'après le règlement on obtient la structure suivante:

**8BB + 20GB + 50 Tuf** (en deux couches).



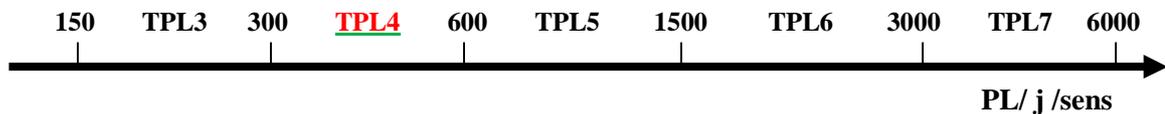
**Figure 07:** Récapitulatif des résultats de la méthode de SETRA

### 5-3 Méthode du catalogue des chaussées neuves CTPP :

#### 5-3-1 Détermination de la classe de trafic TPLi

$$TJMA_{2014} = 2813 \text{ v/j} \Rightarrow T_{PL} = \frac{2813 \times 0.25}{2} = 352 \text{ PL/J/sens.}$$

Classe TPLi pour RP1:



Pour RP1 :  $300 < 352 < 600$

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en TPL4.

#### 5-3-2 Classe de sol support

$$E = K \cdot I_{CBR} \quad \text{avec } K = 5 \text{ (le LCPC France)}$$

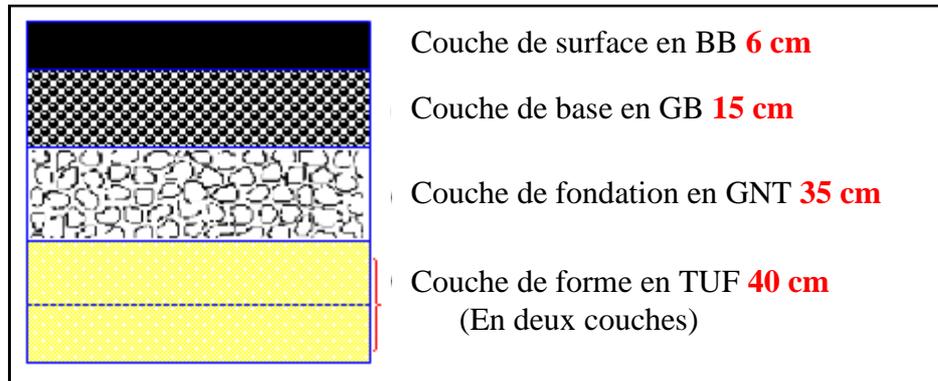
$$E = 5 \times 9.38 = 46.90 \text{ MPA.}$$

Selon les Tableau 06 et 07 notre sol est classé en **S3**.

### 5-3-3 La zone climatique

Selon la carte climatique de l'Algérie, notre projet est situé dans la zone climatique II, et par conséquent d'après les fiches structures pour le RP1 on obtient la structure suivante :

**6BB + 15GB + 35GNT + 40 TUF ou TVO** (en deux couches).



**Figure 08:** Récapitulatif des résultats de la méthode des chaussées neuves

#### Remarque :

Tenant compte de l'aspect pratique et économique, la structure retenue est celle de la méthode de l'indice **CBR**.

## 6- CONCLUSION :

La chaussée est une structure plane et imperméable, conçue et dimensionnée pour assurer son rôle sur une période de service minimale fixée au stade d'élaboration du projet.

Durant cette période, la route est soumise à une série d'agressions causées par les véhicules et les agents atmosphériques. Pour empêcher une détérioration irréversible de la chaussée, le maître d'ouvrage est conduit à faire effectuer une série d'opérations d'entretien et de renforcement dont l'importance est fonction de la technique adoptée, des conditions climatiques, du trafic, etc.

Ces opérations peuvent constituer un souci permanent et des charges importantes pour la collectivité locale.

Par conséquent, pour évaluer la répercussion économique du choix d'un type déterminé de chaussée, il faut tenir compte, non seulement du coût de construction, mais aussi des coûts d'entretien et de renforcement répartis sur la période de service adoptée pour l'ouvrage.

D'autres paramètres peuvent avoir une influence dans le choix de la technique de construction mais qui sont difficiles à quantifier, comme le coût social et le coût de la sécurité.

## **1- INTRODUCTION :**

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

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

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est-à-dire :

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

## **2- L'OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :**

L'assainissement des chaussées des routes doit remplir les objectifs suivants :

- ❖ Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée.
- ❖ Assurer l'évacuation des eaux s'infiltrant à travers du corps de la chaussée. (Danger de ramollissement du terrain sous jacent).
- ❖ Évacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci).

Ces objectifs seraient atteints par une bonne installation d'ouvrages d'évacuations comme les fossés et les buses. [4]

## **3- TYPES DE DÉGRADATION :**

Les ruissellements des eaux en surfaces de la route engendrent de graves dégâts à cause de mauvais drainage et entretien.

Ces dégradations présentent sous forme de :

### **3-1 Pour les chaussées :**

- ❖ Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- ❖ Décollement des bords (affouillement des flancs).
- ❖ Désenrobage.

- ❖ Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).

### **3-2 Pour le talus :**

- ❖ Glissement.
- ❖ Érosion.
- ❖ Affouillements du pied de talus.

## **4- TYPES DE CANALISATIONS :**

L'évacuation des eaux hors ouvrage s'effectue par le biais de dispositifs adéquats appelés «canalisations », son réseau est partagé en deux catégories :

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

## **5- DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES :**

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

Il faut donc veiller à éviter :

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

### **5-1 Protection contre la nappe phréatique :**

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si la portance du sol est faible, on pourra :

- ❖ Soit dimensionner la chaussée en conséquence.
- ❖ Soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces solutions dépend :

- ❖ Des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- ❖ De l'importance des problèmes de gel.
- ❖ De leurs coûts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

## 6- DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'ASSAINISSEMENT :

Le réseau d'assainissement doit collecter les eaux de ruissellement provenant des bassins versants routiers et des talus pour les évacuer vers la mer. Son architecture 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). [42]

### 6-1 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 quatre critères : [42]

- ❖ 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.

Le dimensionnement de différents types d'ouvrage d'assainissement résulte de la comparaison du débit d'apport et le débit de saturation de chaque type d'ouvrage.

$$Q_a = Q_s \quad (X.1)$$

### 6-2 Le débit d'apport :

Le débit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivante : [2]

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A \quad (X.2)$$

Avec:

**Q<sub>a</sub>** : débit d'apport en provenance du bassin versant (m<sup>3</sup>/s).

**K** : coefficients de rugosité K= 0.2778

**C** : coefficient de ruissellement sans dimension.

**A** : l'aire du bassin versant (ha ou Km<sup>2</sup>).

**I<sub>t</sub>** : l'intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

### Remarque importante :

D'après SETRA : la formule **Q<sub>a</sub> = K×C×I<sub>t</sub>×A** est empirique, elle a été faite pour les unités suivantes :

- **Q<sub>a</sub>** en (m<sup>3</sup>/s) valable pour : **I<sub>t</sub>** en (mm/h) ; **A** en (km<sup>2</sup>) ; **K= 0.2778**
- **Q<sub>a</sub>** en (L/s) valable pour : **I<sub>t</sub>** en (mm/h) ; **A** en (ha) ; **K= 2.778**

**6-2-1 Coefficient de ruissellement 'C' :**

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des paramètres suivants : la pente et la couverture végétale du bassin versant, l'intensité de pluie et la perméabilité du terrain.

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

**Tableau 01 : Coefficient de ruissellement 'C' [2]**

Type de chaussée	Coefficient « C »	Valeurs prise
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 à 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.35
Talus, sol perméable	0.10 à 0.30	0.25
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

**6-2-2 L'intensité de la pluie  $I_t$  :**

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^\beta \quad (X.3)$$

$\beta = b - 1$  avec:  $b = 0.36$

$i$  : intensité horaire (mm/h).

$t_c$  : temps de concentration (heure)

**a) L'intensité horaire  $i$  :**

$$i = \left(\frac{P_j(\%)}{t}\right) \quad (X.4)$$

Avec  $t = 24h$

**b) Temps de concentration  $t_c$  :**

La durée  $t$  de l'avers qui produit le débit maximum  $Q$  prise égale au temps de concentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après VENTURA, PASSINI, GIADOTTI, comme suit :

❖ Si  $A < 5 \text{ km}^2$ , selon VENTURA :  $t_c = 0,127 \times \sqrt{\frac{A}{P}}$  (X.5)

❖ Si  $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$ , selon GIANDOTTI :  $t_c = 0,108 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{P}}$  (X.6)

$$\diamond \text{ Si } 25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2, \text{ selon PASSINI : } t_c = \frac{(4 \times \sqrt{A}) + (1,5 \times L)}{(0,8 \sqrt{H})} \quad (\text{X.7})$$

Avec :

**A** : aire du bassin versant (km<sup>2</sup>).

**P** : Pente moyenne du bassin versant (m/m).

**L** : Longueur de bassin versant (km).

**H** : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

La pluie de fréquence pour le calcul du dimensionnement des ouvrages hydrauliques correspond à une durée de pluie 15minute = 0.25 heures ( $t_c = 0.25 \text{ h}$ ).

### 6-3 Pluie journalière maximal annuelle P<sub>j</sub> :

**P<sub>j</sub>** est donné par la formule de GALTON.

$$P_j (\%) = \left[ \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \right] \times \left[ e^{\left( \mu \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)} \right)} \right] \quad (\text{X.8})$$

Avec :

**P<sub>jmoy</sub>** : pluie journalière moyenne (mm).

**C<sub>v</sub>** : Coefficient de variation climatique.

**Ln** : Log Népérien.

**μ** : Variable de Gauss. (Fonction de la période de retour) dont les valeurs sont données par le tableau suivant : [2]

**Tableau 02** : Variable de Gauss [2]

Fréquence au dépassement (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	100
Variable de GAUSS ( μ )	0	0.84	1.28	1.64	2.05	2.3

#### Remarque :

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

### 6-4 Le débit de saturation :

Le débit de saturation où le débit capable est calculé par le biais de la formule de MANNING STRICKLER sur un écoulement en régime uniforme. [2]

$$Q_s = S_m \times K_{st} \times R_h^{2/3} \times \sqrt{J} \quad (\text{X.9})$$

Avec :

$Q_s$  : Le débit de saturation.

$S_m$  : Surface mouillée ( $m^2$ ).

$J$  : pente moyenne de l'ouvrage.

$R_h$  : Rayon hydraulique (m).

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} \tag{X.10}$$

$K_{st}$  : coefficient de rugosité.

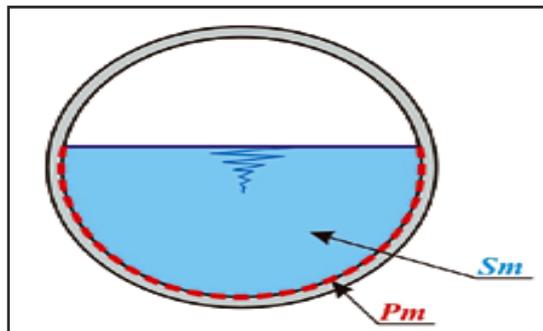
$St$  : Section totale de l'ouvrage.

Avec :

$$S_m = \frac{\pi R^2}{2} \quad , \quad P_m = \pi R \quad \Rightarrow \quad R_h = \frac{R}{2}$$

**Tableau 03** : Coefficient de rugosité  $K_{st}$

Matériaux constructive de buses	Coefficient de rugosité $K_{st}$
En terre	30
En métal	40
En maçonnerie	50
En béton ordinaire (dalots)	70
En béton préfabriqué (buses)	80



**Figure 01** : Section transversale d'un ouvrage d'assainissement représente  $S_m$  et  $P_m$  [42]

### 7- DIMENSIONNEMENT DES BUSES :

Le dimensionnement d'une buse résulte de la comparaison entre le débit d'apport et le débit de saturation de cette buse, c'est-à-dire il faut que  $Q_a = Q_s$ .

Donc le principe consiste à chercher le rayon de la buse qui vérifie cette condition. [3]

$$Q_s = S_m \times K_{st} \times R_h^{2/3} \times J^{1/2} \quad ; \quad Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

Avec:

$K_{st} = 80$  (béton préfabriqué)

$J$  : la pente de pose (2.5%).

$$Q_s = \frac{\pi \times R^2}{2} \times K_{st} \times \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} \times \sqrt{J}$$

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R = \left[ \frac{Q_a \times 2\sqrt{2}}{\pi \times K_{st} \times \sqrt{J}} \right]^{\frac{3}{8}} \quad (X.11)$$

Une fois le rayon  $R$  est déterminé on prend le diamètre de la buse  $\varnothing = 2R$ , cette diamètre est normalisé commercialement tel que :

$\varnothing 300, \varnothing 400, \varnothing 500, \varnothing 800, \varnothing 1000 \dots$  etc.

Pour le dimensionnement des buses on prend un temps de concentration égale à 15min. Alors  $t_c = 0.25h$ , et une période de retour de 10 ans.

**Tableau 04** : Intensité-Durée-Fréquence

Période	15min	30min	1H	2H	3H	6H	12H	24H
<b>Figure 04</b> ans	38.29	27.2	9.33	13.73	11.24	7.986	5.674	4.031
<b>10 ans</b>	<b>54.81</b>	31.83	22.62	16.07	13.16	9.346	6.64	4.717
50 ans	61.06	36.28	25.77	18.31	14.99	10.65	7.566	5.375
100 ans	75.22	46.33	32.92	23.39	19.15	13.6	9.664	6.866

D'après les données précédentes et le tableau « **Intensité-Durée-Fréquence** ». On a obtenu une intensité  $I_t = 54.81 \text{ mm/h}$ .

## 8- DIMENSIONNEMENT DES FOSSES :

Pour l'évacuation des eaux de ruissellement venant de la chaussée, de l'accotement et de talus, nous prévoyons des fossés en forme de V de 50 cm d'ouverture et 50 cm de profondeur. Les fossés en terre (non revêtus) sont au prévoir au niveau des sections où la nature des terrains déblais est rocheuse. Le cas des terrains argileux les fossés doivent être en béton légèrement armé en treillis soudé afin d'éviter d'éventuels érosions. [5]

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

**8-1 Calcul de la surface mouillée :**

$$S_m = (b \times h) + 2 \times \left( \frac{e \times h}{2} \right)$$

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

$$S_m = (b \times h) + (n \times h^2) = h \times [b + (n \times h)]$$

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

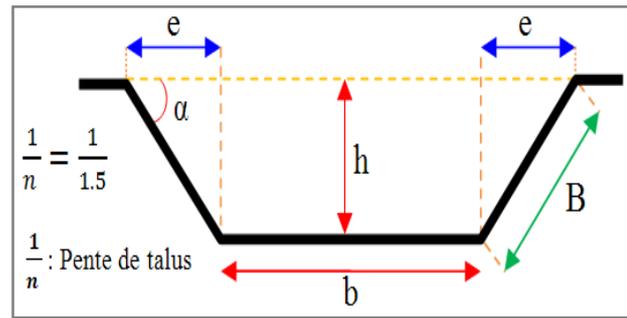


Figure 02 : Dimensionnement de fossé [3]

**8-2 Calcul du périmètre mouillé :**

$$P_m = b + 2B$$

Avec :

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

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

**8-3 Calcul le rayon hydraulique :**

$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + 2 h \times \sqrt{1 + n^2}}$$

Pou le dimensionnement, le calcul se fera par itération, on fixe le paramètre n et on fait varier b et h. on calcul à chaque fois le débit de saturation qui doit être supérieur ou égal au débit d'apport :  $Q_s \geq Q_a$

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

$$Q_s = K_{ST} \times h \times [b + (n \times h)] \times \left[ \frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + 2 h \times \sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \times J^{1/2} \quad (X.12)$$

**9- APPLICATION AU PROJET :****9-1 Données hydrauliques :**

La zone de notre projet présente un climat méditerranéen avec une pluviométrie moyenne de l'ordre de 350 à 400 mm /an et de 500mm/an les meilleures années. La période la plus arrosée s'étale de Novembre à Avril avec 80% des précipitations totales et 48 jours de pluies.

La ligne de partage des eaux se situe dans la partie Sud de la commune de Honaine.

Les bassins versants de la région ont dans leur totalité la mer pour exutoire.

Les données nécessaires aux calculs concernent sont :

- Les précipitations moyennes de 24h :  $P_{24} = P_{jmoy} = 56 \text{ mm}$
- Le coefficient de variation de la région considérée  $C_v = 0.37$
- L'exposant climatique de la région  $b = 0.36$

## 9-2 Calcul hydraulique :

### 9-2-1 Calcul de la pluie journalière maximale annuelle $P_j$

$$P_j = \left[ \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \right] \times \left[ e^{\left( \mu \times \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)} \right)} \right]$$

- Pendant 10 ans (les buses) :

$\mu = 1.28$ ,  $C_v = 0.37$ ,  $P_{jmoy} = 56 \text{ mm}$ .

$$P_j(10\%) = \left[ \frac{56}{\sqrt{(0.37)^2 + 1}} \right] \times \left[ e^{\left( 1.28 \times \sqrt{\ln(0.37^2 + 1)} \right)} \right] = [52.52] \times e^{(0.4585)}$$

$$P_j(10\%) = 83.07 \text{ mm}$$

### 9-2-2 Calcul de l'intensité horaire $i$ :

$$i = \left( \frac{P_j}{24} \right) \text{ Avec : } P_j(10\%) = 83.07 \text{ mm.}$$

$$\text{Donc : } i(10\%) = \left( \frac{83.07}{24} \right) \Rightarrow i(10\%) = 3.46 \text{ mm/h}$$

### 9-2-3 Calcul de surface du bassin versant :

- ❖ Surface de la chaussée :  $A_c = 7 \times 150.10^{-4} = 0,105 \text{ ha} = 10.5 \times 10^{-4} \text{ Km}^2$
- ❖ Surface de l'accotement :  $A_a = 1.5 \times 150.10^{-4} = 0,0225 \text{ ha} = 2.25 \times 10^{-4} \text{ Km}^2$
- ❖ Surface du talus :  $A_t = 31.7435 \text{ ha} = 0.317435 \text{ Km}^2$

$$A_{\text{Total}} = A_c + A_a + A_t$$

$$\Rightarrow A_{\text{Total}} = 31.871 \text{ ha} = 0.31871 \text{ Km}^2$$

**9-3 Dimensionnement des buses :****9-3-1 Calcul des débits d'apport :**

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

**a) Le débit d'apport de la chaussée :**

$$K = 2.778 ; C = 0.95 ; I_t = 54.81 \text{ mm/h} ; A = 0.105 \text{ ha}$$

$$Q_a = 2,778 \times 0,95 \times 54.81 \times 0.105 \Rightarrow (Q_a)_{\text{chaussée}} = 15.19 \text{ (l/s)}$$

$$\Rightarrow (Q_a)_{\text{chaussée}} = 0.01519 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

**b) Le débit d'apport de l'accotement :**

$$K = 2.778; C = 0.4; I_t = 54.81 \text{ mm/h}; A_a = 0.0225 \text{ ha.}$$

$$Q_a = 2,778 \times 0,4 \times 54.81 \times 0,0225 \Rightarrow (Q_a)_{\text{accotement}} = 1.3703 \text{ (l/s)}$$

$$\Rightarrow (Q_a)_{\text{accotement}} = 0.00137 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

**c) Le débit d'apport du talus :**

$$K = 2.778; C = 0,3; I_t = 54.81 \text{ mm/h}; A = 31.7435 \text{ ha.}$$

$$(Q_a)_{\text{talus}} = 2,778 \times 0,3 \times 54.81 \times 31.7435 \Rightarrow (Q_a)_{\text{talus}} = 1450 \text{ (l/s)}$$

$$\Rightarrow (Q_a)_{\text{talus}} = 1.45 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_a = (Q_a)_{\text{chaussée}} + (Q_a)_{\text{accotement}} + (Q_a)_{\text{talus}}$$

Donc :

$$Q_a = 0.01519 + 0.00137 + 1.45 \Rightarrow Q_a = 1.466 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Rightarrow Q_a = 1.466 \text{ m}^3/\text{s}$$

**9-3-2 Calcul du diamètre de la buse  $\emptyset$  :**

$$\text{On a : } Q_a = Q_s$$

Donc la formule de Manning – Strickler deviendra :

$$Q_a = Q_s = K_{st} \times (R/2)^{2/3} \times (\pi/2) R^2 \times (J)^{1/2}$$

$$\Rightarrow R = (Q_a \times 2 \times 2^{1/2} / \pi \times K_{st} \times J^{1/2})^{3/8}$$

$$\text{On a : } J = 2.5\%; K_{st} = 80; R_h = \frac{R}{2}; S_m = \frac{1}{2} \times \pi \times R^2$$

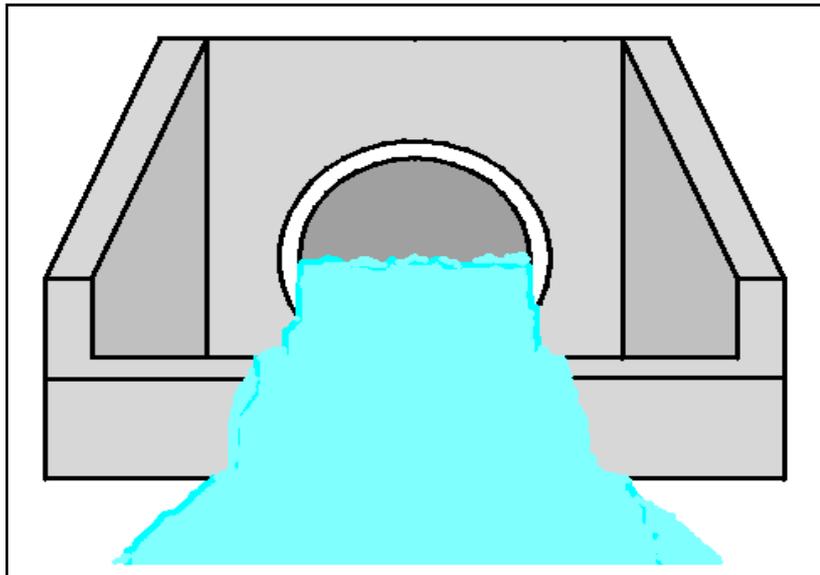
A.N :

$$R = (1.466 \times 2 \times 2^{1/2} / 3.14 \times 80 \times (0.025)^{1/2})^{3/8}$$

$$\Rightarrow R = 428.55 \text{ mm}$$

On prend  $R = 500 \text{ mm}$ .

Le débit est assuré pour un diamètre  $\varnothing = 2R = 1000 \text{ mm}$ .



**Figure 03** : Vue de face d'une buse de diamètre  $\varnothing = 1000 \text{ mm}$

#### 9-4 Dimensionnement des fossés :

Le calcul se fera par itération, on fixe le paramètre  $n$  et on fait varier  $b$  et  $h$ . on calcul à chaque fois le débit de saturation qui doit être supérieur ou égal au débit d'apport :

$$Q_s \geq Q_a$$

A partir des résultats obtenus précédemment :

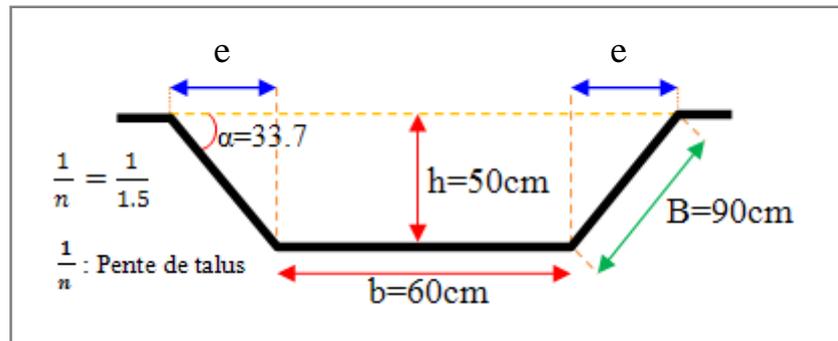
$$Q_a = K_{ST} \times h \times [b + (n \times h)] \times \left[ \frac{h \times [b + (n \times h)]}{b + 2 h \times \sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$K_{ST} = 30; b = 0.6 \text{ m}; h = 0.5 \text{ m}; n = 1.5; J = 3 \%$$

$$Q_s = 30 \times 0.5 \times [0.6 + (1.5 \times 0.5)] \times \left[ \frac{0.5 \times [0.6 + 0.5 + (1.5 \times 0.5)]}{0.6 + 2 \times 0.5 \times \sqrt{1 + 1.5^2}} \right]^{2/3} \times 0.03^{1/2}$$

$$\Rightarrow Q_s = 1.50 \text{ Ce débit est sensiblement supérieur à } Q_a = 1.466 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Donc les dimensions retenues du fossé sont :  $b = 60\text{cm}$  et  $h = 50\text{cm}$ .



**Figure 04** : Résultat de dimensionnement du fossé

## 10- CONCLUSION :

Les résultats de calcul donnent des buses de diamètres variante entre 600mm et 1000mm, et pour notre projet on prend des buses de 1000mm de diamètre pour faciliter l'opération de curage.

Pour assainir la partie existante, les ouvrages qui sont bien dimensionnés seront maintenus et prolongés du côté de la partie d'élargissement.

Pour les ouvrages sous dimensionnés, on doit les changer par des nouveaux.

Pour les ouvrages sur dimensionnés, on va les maintenir et prolonger car le sur dimensionnement permet à l'ouvrage de fonctionner sous saturation.

## **1- INTRODUCTION :**

Les carrefours représentent une partie importante d'une route, la fluidité, la sécurité, et l'intégration aux sites sont les buts recherchés les règles essentielles de conception sont : la lisibilité, la visibilité, la capacité la sécurité et enfin l'esthétique

### **Définition :**

Le carrefour est l'aire de rencontre ou de croisement de deux ou plusieurs routes au même niveau. Il comprend la chaussée et tous les aménagements en bordure qui assurent l'écoulement et la fluidité de la circulation des véhicules et des piétons à cet endroit.

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

## **2- CHOIX DE L'AMENAGEMENT :**

Le choix du type d'aménagement se fait en fonction de multiples critères :

- ❖ L'environnement et la topographie du terrain d'implantation.
- ❖ L'intensité et la nature du trafic d'échange dans les différents sens de parcours.
- ❖ Objectifs de fonctionnement privilégié pour un type d'utilisateur.
- ❖ Objectifs de la capacité choisis.
- ❖ Objectifs de sécurité

## **3- LES PRINCIPAUX TYPES DE CARREFOUR:**

Les types les plus courants sont suivant le nombre de branches :

- ❖ les carrefours en **T**
- ❖ les carrefours en **Y**
- ❖ les carrefours en croix
- ❖ les carrefours en giratoire

### **3-1 Carrefour à trois branches**

#### **3-1-1 Carrefour en T:**

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

#### **3-1-2 Carrefour en Y :**

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°)

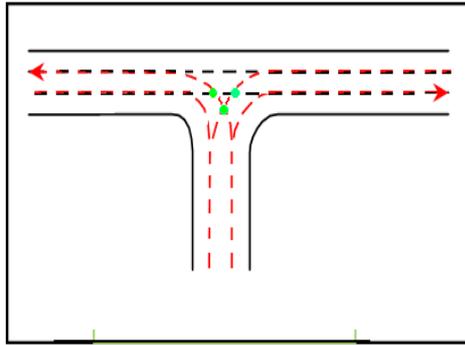


Figure 01 : carrefour en T [5]

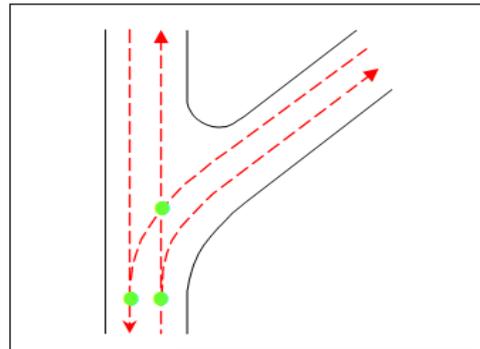


Figure 02 : carrefour en Y [5]

### 3-2 Carrefour à quatre branches :

#### 3-2-1 Carrefour en croix :

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).

#### 3-2-2 Carrefour giratoire :

Un carrefour giratoire est l'aménagement d'une voie circulaire à sens unique vers laquelle convergent un certain nombre de routes d'entrée et où toute la circulation suit une même direction en tournant autour d'un îlot central, dans le sens contraire des aiguilles d'une montre ou en sens contraire selon que la conduite.

Un carrefour giratoire, comporte au moins trois branches raccordées entre elles au moyen d'une chaussée continue à sens unique, généralement de forme circulaire.

Les giratoires sont généralement moins coûteux que les intersections à niveau mais il requiert une grande surface de terrain et un îlot central de grandes dimensions. En plus, ils se prêtent mal à la circulation des piétons ou la priorité est à gauche.

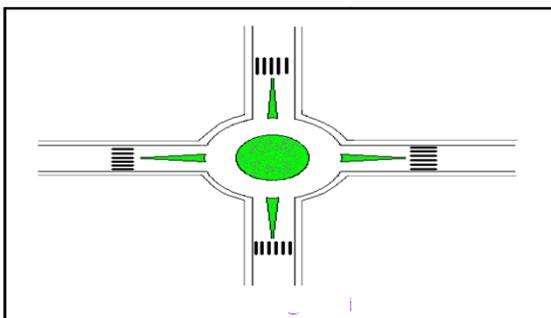


Figure 03 : carrefour giratoire [5]

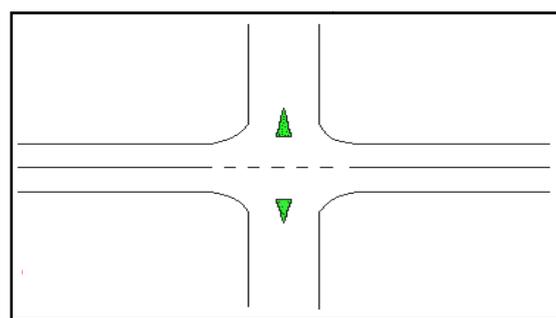


Figure 04 : carrefour en croix [5]

**3-2-2-1 Avantages et inconvénients du carrefour giratoire :****❖ Les avantages :**

- ✓ Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise l'espace.
- ✓ Modération de la vitesse.
- ✓ Amélioration de la sécurité.
- ✓ Accroissement de la capacité.
- ✓ Diminution des nuisances
- ✓ Faciliter d'insertion d'un grand nombre de branches.
- ✓ Économie de régulation et d'exploitation.

**❖ Les inconvénients :**

- ✓ Consommation d'emprise importante.
- ✓ Entretien de l'îlot central.
- ✓ Transport public non prioritaire.
- ✓ Absence de prise en charge correcte des piétons.
- ✓ Absence de régulation du trafic (non-respect du régime de priorité).

**3-3 Carrefour à branches multiples :**

Un carrefour à branches multiples est un carrefour à cinq branches ou plus.

**4- DONNÉES ESSENTIELLES POUR L'AMÉNAGEMENT D'UN CARREFOUR : [34]**

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

- ❖ La valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la future.
- ❖ Les caractéristiques des sections adjacentes et des carrefours voisins.
- ❖ Le respect de l'homogénéité de tracé.
- ❖ La surface neutralisée par l'aménagement.
- ❖ Les conditions topographiques et la visibilité.
- ❖ La composition des trafics.
- ❖ La vitesse d'approche à vide ( $V_0$ ) sur les différentes voies.
- ❖ Renseignements sur les accédants qui ce sont produit au carrefour dans le cas de l'aménagement d'un carrefour existant.

## **5- PRINCIPES GENERAUX D'AMENAGEMENTS D'UN CARREFOUR**

L'aménagement des carrefours à pour objet d'accroître la sécurité, confort et la commodité. Il doit s'inspirer des principes suivants : [34]

- ❖ La vitesse des véhicules doit être limitée en fonction de la visibilité.
- ❖ Evité qu'un véhicule puisse entrer en conflit en même point, avec plusieurs courants de circulation défiants.
- ❖ Les cisaillements doivent ce produire sous un angle voisin de 90°, contrairement à la convergence ou la divergence de deux courants qui doit se faire tangentiellement.
- ❖ Crier des zones de l'abri et de stockage pour que les véhicules puis préparé leur manœuvre.
- ❖ Le dessin des couloires et des îlots doit être fait de façon à rendre aisées les déverses manœuvre permise et difficile les déverses manœuvre indésirable.
- ❖ Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- ❖ Regrouper les points d'accès à la route principale.
- ❖ Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- ❖ Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- ❖ Éviter si possible les carrefours à feux tricolores.

### **6- La visibilité :**

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possibles, à cet effet on se rapproche aux vitesses d'approche à vide.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

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

#### **6-1 Triangle de visibilité :**

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommets :

- ❖ Le point de conflit
- ❖ Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse.

## 6-2 Les îlots :

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

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

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

### 6-2-1 Ilot directionnel :

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

### 6-2-2 Ilot séparateur :

Les éléments principaux de dimensionnement sont :

- ❖ Décalage entre la tête d'îlot séparateur de la route secondaire et la limite de la chaussée de la route principale : 1m.
- ❖ Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1m.
- ❖ Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5m à 1m.
- ❖ Longueur de l'îlot : 15m à 30m. [34]

**Tableau 01** : Vitesse d'approche à vide  $V_0$  [5]

Environnement	E1		E2		E3	
	Sur un alignement	Près d'un point parti.	Sur un alignement	Près d'un point parti.	Sur un alignement	Près d'un point parti.
Cat. 1-2	120	100	<b>100</b>	80	80	60
Cat. 3	110	90	90	80	80	60
Cat. 4	100	80	80	60	60	60
Cat. 5	80	60	60	60	60	60

**Tableau 02** : Distance de visibilité des véhicules prioritaires et non prioritaires : cas de la priorité à droite [5]

Vitesse d'approche à vide $V_p$ (km/h)	Vitesse d'approche $V_{np}$ (km/h)	60	80	90	100	110	120
		$d_{np}$ (m)	70	110	130	160	190
60	Distance de visibilité sur voie prioritaire $d_p$ (m)	70	80	90	100	105	120
80		95	110	120	130	140	155
90		105	120	130	145	160	175
100		120	135	145	160	175	195
110		130	150	160	175	190	210
120		140	160	175	195	210	235

**Tableau 03** : Distance de visibilité des véhicules non prioritaires : cas de balise B1 (cédez le passage) ou signal de STOP B2 [5]

Type de route	Manœuvre véhicule non prioritaire	Vitesse d'approche à vide $V_p$ (km/h) (Vitesse de la manœuvre $V_p'$ )						
		60 (45)	80 (60)	90 (67)	100 (75)	110 (80)	120 (85)	
2 voies	Traversée	V.L	100	130	150	165	180	200
		P.L (1)	130	175	200	220	245	265
	Tourne à gauche		110	175	215	260	310	350
3 voies	Traversée	V.L	115	155	175	195	215	235
		P.L (1)	150	200	225	250	275	300
	Tourne à gauche		115	180	220	265	315	355
4 voies	Traversée	V.L	135	175	200	220	245	265
		P.L (1)	165	220	250	275	305	335
	Tourne à gauche		120	185	225	270	320	360
4 voies avec îlot <5m	Traversée	V.L	150	200	225	250	275	300
		P.L (1)	180	240	275	305	335	365
	Tourne à gauche		125	190	230	275	325	365
Toutes routes	Tourne à droite		100	165	205	250	300	340

(1) Plus de 10 traversées P.L/jour

## 7- APPLICATION AU PROJET :

Notre projet est classé en catégorie **C1** et l'environnement **E2** avec une vitesse de base  $V_B = 80\text{km/h}$ , une distance entre l'œil de conducteur du véhicule non prioritaire et la ligne d'arrêt  $a = 2.5\text{m}$ . Et une vitesse d'approche  $V_0 = 100\text{ km/h}$

7-1 Dessin de triangle de visibilité :

7-1-1 Priorité à droite :

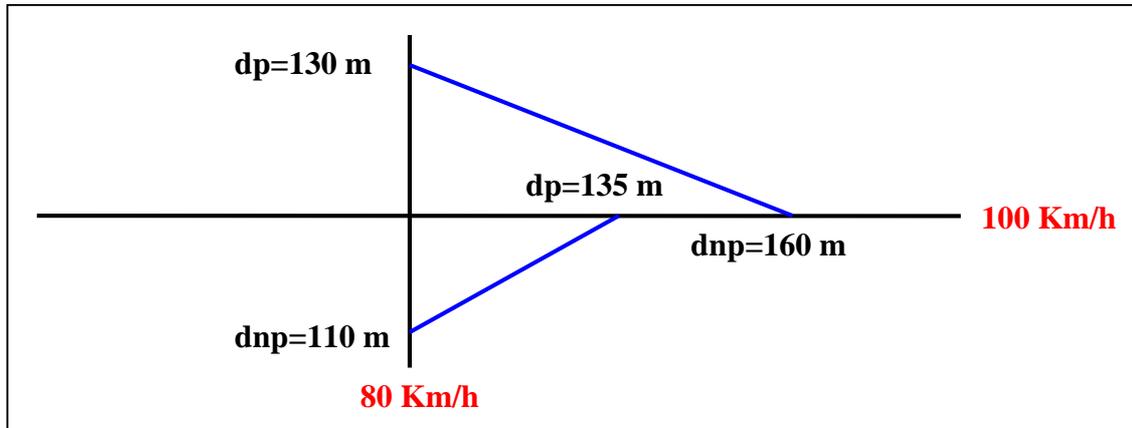


Figure 05 : Diagramme de visibilité –priorité à droite

7-2-2 Cédez le passage ou signale de stop :

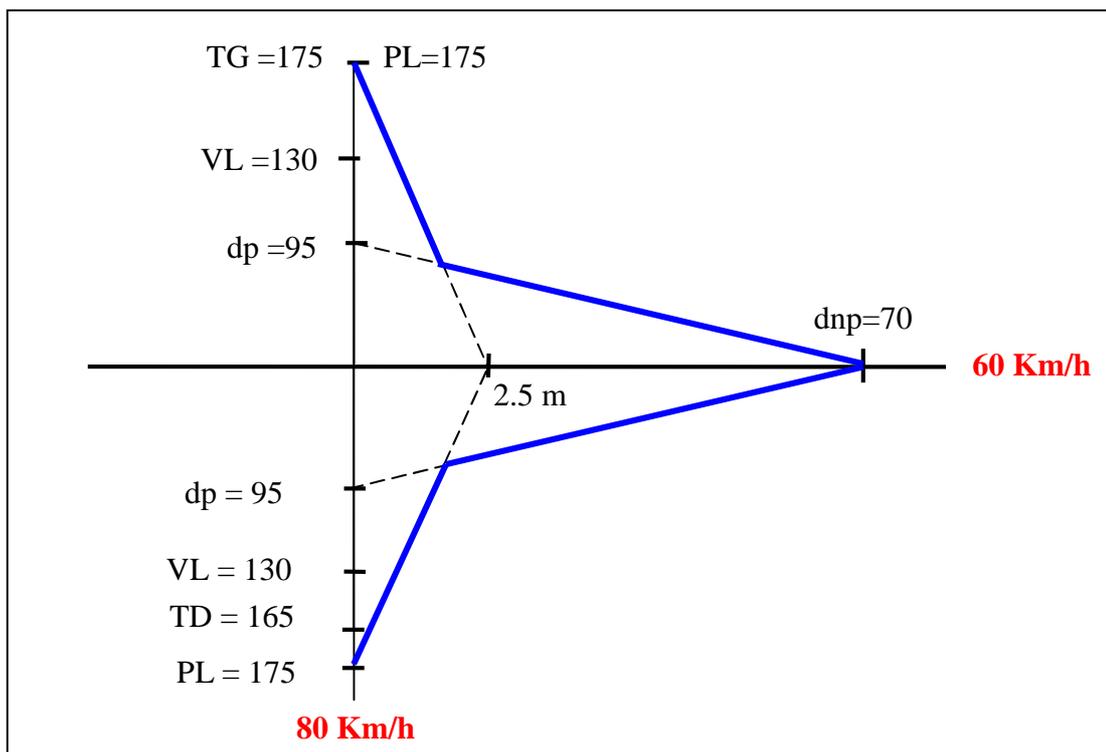


Figure 06 : Diagramme de visibilité - Cédez le passage ou signale de STOP

7-2 Les carrefours de projet :

Les différents carrefours de notre projet sont dans le tableau suivant :

Tableau 04: Récapitulatif des carrefours à implanter

Nombre de carrefours	PK	Type
1	86 + 553	Giratoire de trois branches
2	87 + 652	Giratoire de trois branches
3	87 + 827	Carrefour en T
4	90 + 501	Carrefour en Y
5	96 + 400	Giratoire de trois branches

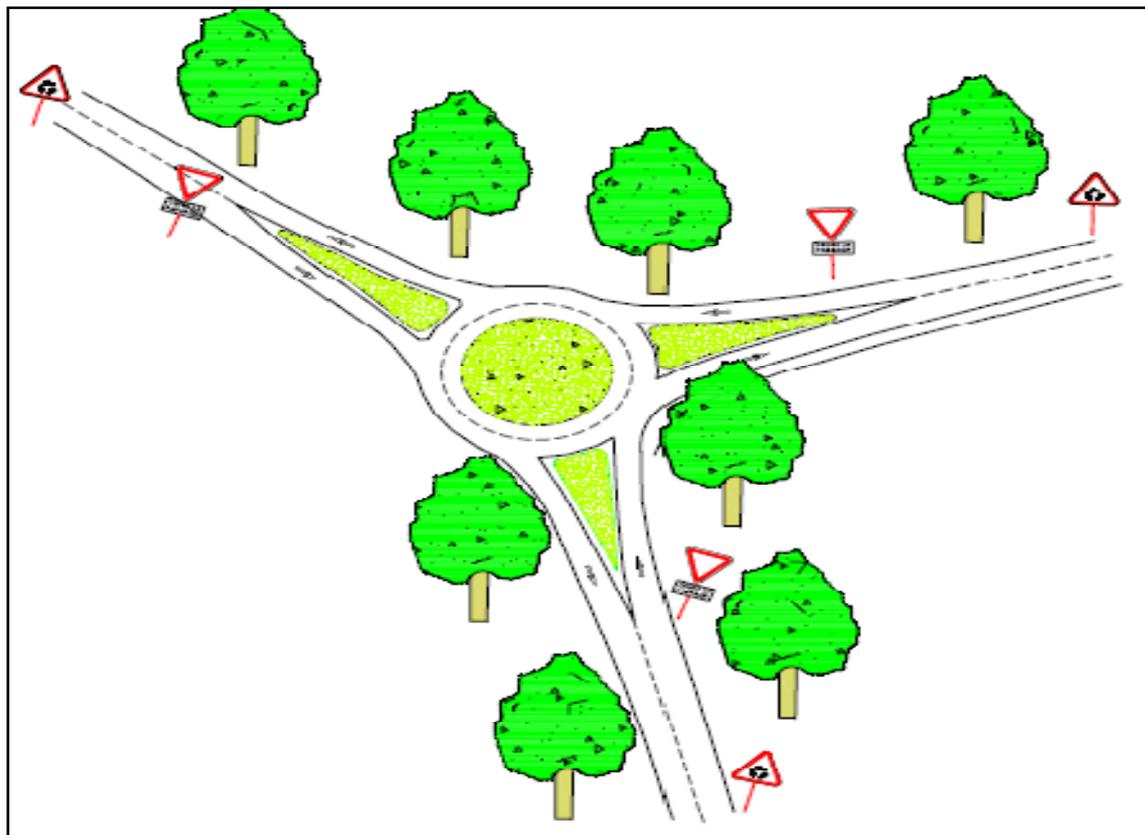


Figure 07 : Carrefour giratoire de trois branches (PK 86+553)

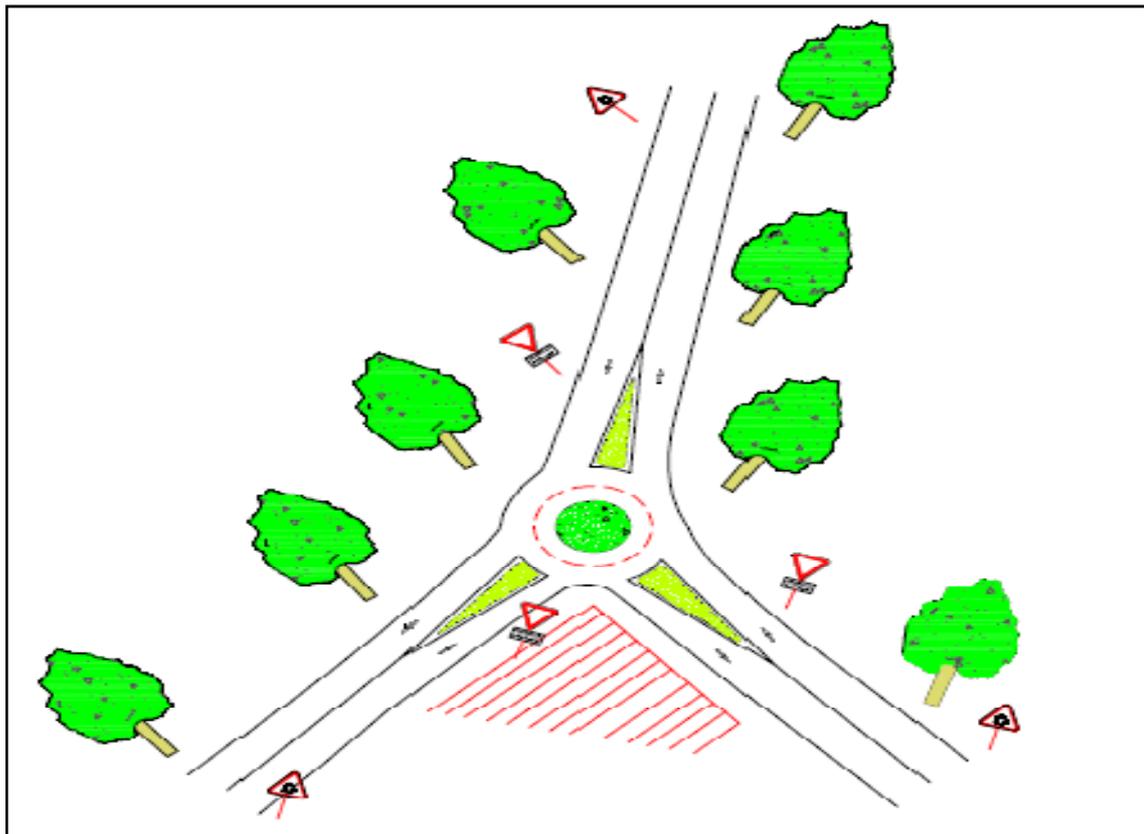


Figure 08 : Carrefour giratoire (PK 87 + 652)

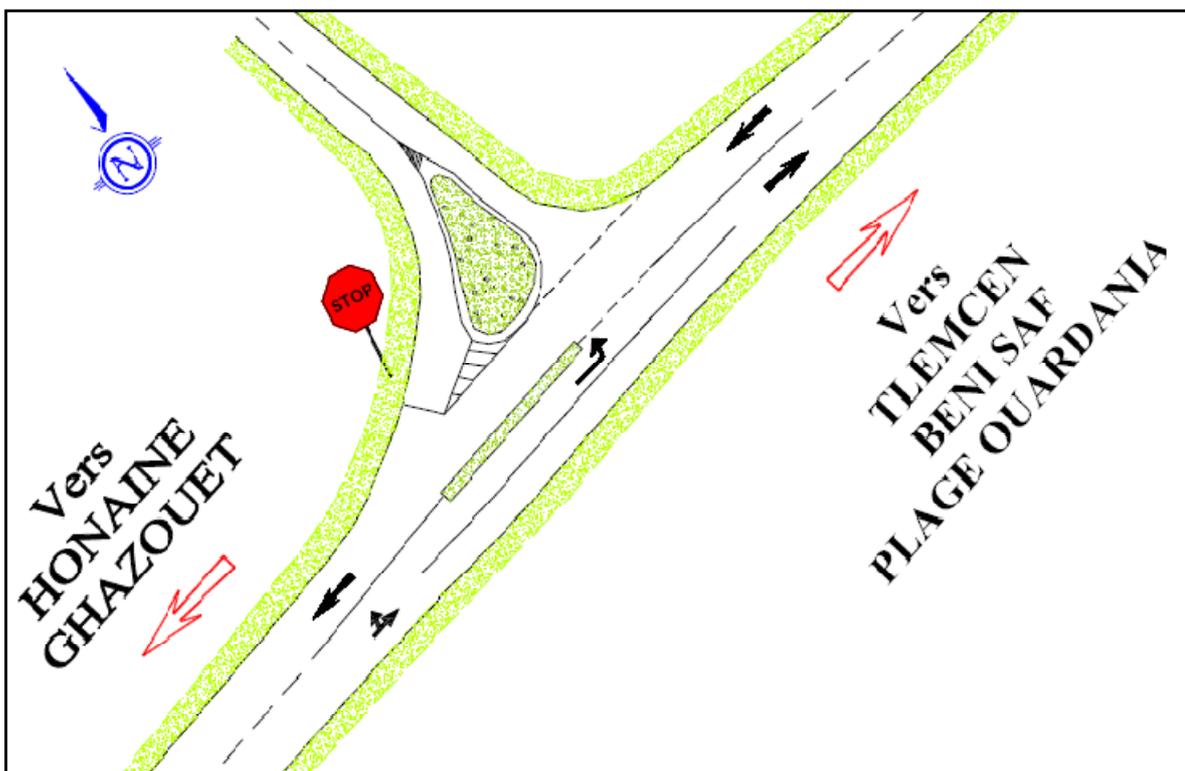


Figure 09 : Carrefour en T (PK 87 + 827)

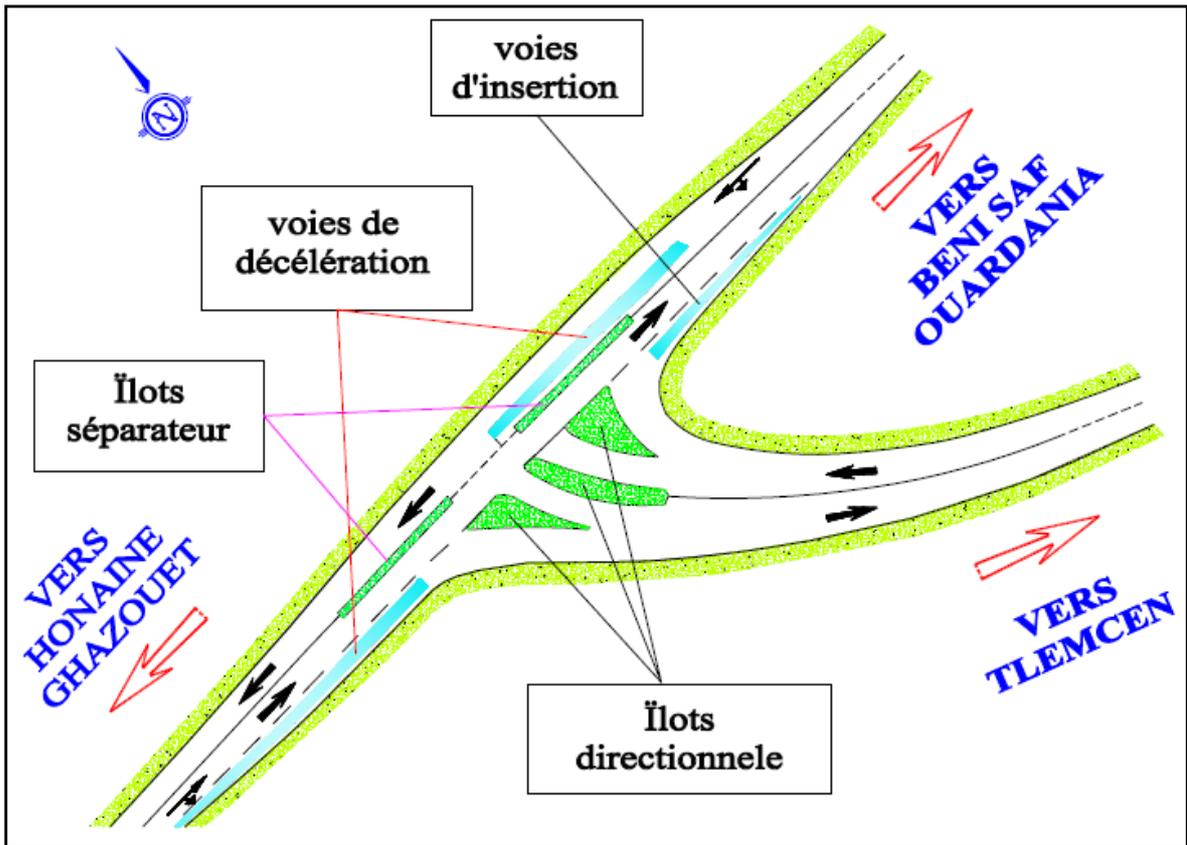


Figure 10 : Carrefour en Y (PK 90 + 501)



Figure 11 : Carrefour giratoire de trois branches (PK 96 + 400)

## **1- INTRODUCTION :**

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

Les équipements de signalisation et de sécurité routière constituent un langage visuel destiné à sécuriser et faciliter la tâche des conducteurs grâce à l'instauration d'une véritable communication codifiée entre l'usager et la route.

## **2- L'OBJECTIF DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :**

La signalisation routière a pour objet : [32]

- ❖ De rendre plus sûre 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.

## **3- CRITERES A RESPECTER POUR LES SIGNALISATIONS :**

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

- ❖ Cohérence avec les règles de signalisations.
- ❖ Respecter les règles d'implantation et de pose.
- ❖ Cohérence entre les signalisations verticales et horizontales.
- ❖ Éviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- ❖ Éviter la multiplication des signaux et des super signaux, car la surabondance détruit l'efficacité.

## **4- PRINCIPES DE BASE DE LA SIGNALISATION :**

Dans la conception et l'implantation de la signalisation routière, on ne doit jamais perdre de vue les conditions de sa perception par l'usager qui se déplace souvent à grande vitesse et dont l'attention est sollicitée par les exigences de la conduite. [32]

Pour être utile, la signalisation doit être efficace, ce qui implique le respect des trois principes suivants : [32]

### **4-1 Principe de valorisation :**

L'inflation des signaux nuit à leur efficacité. Il ne faut donc en placer que s'ils sont jugés utiles.

**4-2 Principe de concentration :**

Lorsqu'il est indispensable que plusieurs signaux soient vus en même temps ou à peu près en même temps, on doit les implanter de façon que l'utilisateur puisse les percevoir d'un seul coup d'œil, de nuit comme de jour.

Il y a intérêt à grouper deux signaux sur un même support lorsque les deux indications se rapportant au même point se complètent l'une l'autre (par exemple passage à niveau et cassis, ou encore feux de circulation et passage de piétons).

Cette concentration trouve toutefois une limite dans le principe suivant.

**4-3 Principe de lisibilité :**

Il ne faut pas demander à l'automobiliste un effort de lecture ou de mémoire excessif.

On doit donc réduire et simplifier les indications au maximum et le cas échéant répartir les signaux sur plusieurs supports échelonnés.

Des expériences ont montré que l'observateur moyen ne peut d'un seul coup d'œil percevoir et comprendre plus de deux symboles. Pour les inscriptions, des indications sont données plus loin. [32]

**5- CATEGORIES DE SIGNALISATION :**

On distingue : [32]

- ❖ La signalisation par panneaux.
- ❖ La signalisation par feux.
- ❖ La signalisation par marquage des chaussées.
- ❖ La signalisation par balisage.
- ❖ La signalisation par bornage.

Les différentes signalisations se répartissent en trois catégories : [33]

**5-1 Signaux d'avertissement de danger : (type A)****5-2 Signaux de réglementation :**

- ❖ Signaux de priorités (type B).
- ❖ Signaux d'interdiction ou de restriction (type C).
- ❖ Signaux d'obligation (type D).

**5-3 Signaux d'indication :**

- ❖ Signaux d'identification des routes (type E).
- ❖ Signaux de pré-signalisation (type E).
- ❖ Signaux de direction (type E).
- ❖ Signaux de localisation (type E).
- ❖ Signaux de confirmation (type E).

- ❖ Autre signaux donnons des indications utiles pour la conduite des véhicules (type E).
- ❖ Autre signaux indiquant des installations qui peuvent être utile pour les usagers de la route (type F).

## **6- LES PANONCEAUX :**

Les panneaux additionnels désignés dans la présente instruction sous le nom de panonceaux sont destinés à donner aux usagers des indications complémentaires à celles du panneau qu'ils complètent. Ces indications peuvent préciser la portée du panneau. Ils ont la forme d'un rectangle ou d'un carré. [32]

Le panonceau est utilisé chaque fois qu'il est nécessaire de donner une ou des informations supplémentaires à celles du panneau.

Suivant la nature des informations, les panonceaux se répartissent en plusieurs catégories : [32]

Type M1 : Panonceau de distance

Type M2 : Panonceau d'étendue

Type M3 : Panonceau de position ou directionnel

Type M4 : Panonceau de catégorie

Type M5 : Panonceau relatif au STOP

Type M6 : Panonceau complémentaire aux panneaux de stationnement et d'arrêt

Type M7 : Panonceau schéma

Type M8 : Panonceau d'application des prescriptions concernant le stationnement et l'arrêt

Type M9 : Panonceau d'indications diverses

Type M10 : Panonceaux d'identification

Type M11 : Panonceaux signalant des dérogations ou des prescriptions

## **7- TYPES DE SIGNALISATION :**

### **7-1 Signalisation verticale :**

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'usager à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

Elles peuvent être classées en quatre:

#### **7-1-1 Signaux de danger :**

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

**7-1-2 Signaux comportant une prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- ❖ L'interdiction.
- ❖ L'obligation.
- ❖ La fin de prescription.

**7-1-3 Signaux à simple indication :**

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

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

**7-1-4 Signaux de position des dangers :**

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

**7-2 Signalisation Horizontale :**

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

**7-2-1 Catégorie de marques :****a) Lignes longitudinale :**

- **Lignes continue** : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.
- **Lignes discontinue** : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.
  - ❖ Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour les quelles la longueur des trait est environ égale ou tiers de leur intervalles.
  - ❖ Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour les quelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalles.
  - ❖ Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont le largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

**b) Marquage transversale : [33]**

- ❖ Ligne STOP : C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.
- ❖ Ligne cédez le passage :
- ❖ Ligne d'effet des signaux :

**c) Autres marques :****❖ Les flèches de rabattement :**

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

**❖ Les flèches de sélection :**

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

**❖ Passage pour piéton :**

Forme rectangulaire de longueur **L = 2.50m** pour  $V \leq 60\text{Km/h}$  et **L = 4.00m** pour  $V \geq 60\text{Km/h}$  avec largeur de 0.5m et leur distance est de 0.5 à 0.8m [33]

- ❖ **Passage pour cycliste** : signalé par deux lignes discontinus, formé de carrée blanche de 0.5m de côté séparé par des intervalles de 0.5 à 0.8m. [33]

**7-2-2 Caractéristiques générales des marques :****a) Couleur des marques :**

Le blanc est le couleur utilisé pour les marques de chaussée. Pour certain marques spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions des obstacles.

**b) Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « **u** » différente suivant le type de route : [33]

**u = 7,5 cm** sur les autoroutes et voies rapides urbaines.

**u = 6 cm** sur les routes et voies urbaines dont le trafic dépasse 300 v/j

**u = 5 cm** pour les autres routes.

**c) Modulation des lignes discontinues :**

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

Tableau 01 : Modulation des lignes discontinues [8]

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Rapport pleins-vides
T <sub>1</sub>	3,00	10,00	≈ 1/3
T' <sub>1</sub>	1,50	5,00	
T <sub>2</sub>	3,00	3,50	≈ 1
T' <sub>2</sub>	0,50	0,50	
T <sub>3</sub>	3,00	1,33	≈ 3
T' <sub>3</sub>	20,00	6,00	

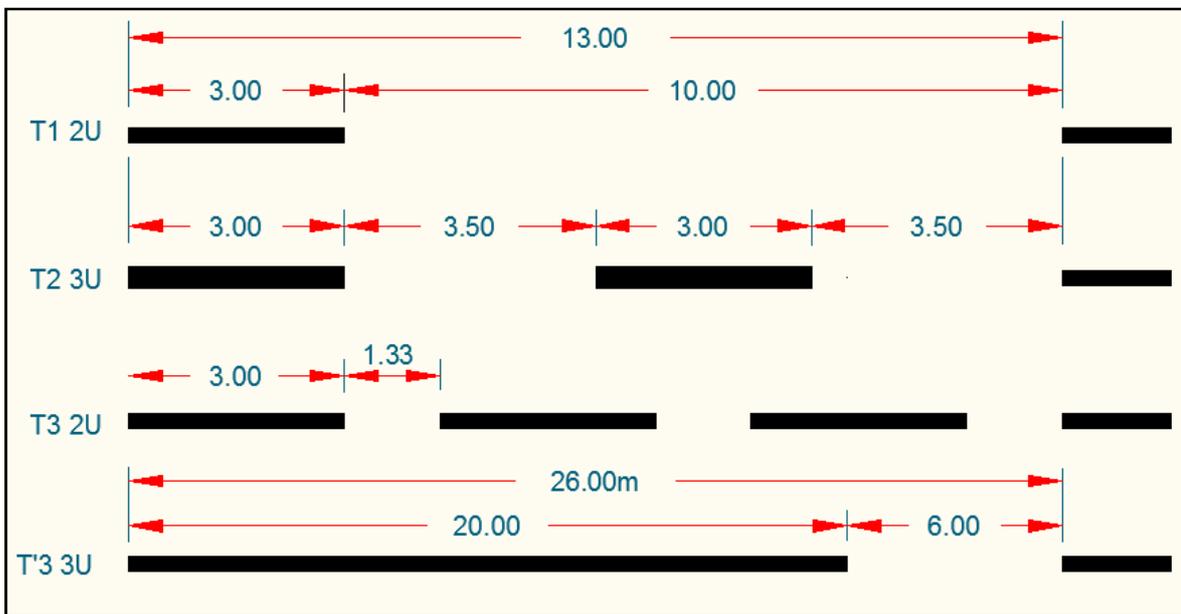


Figure 01 : Type de modulation

## 8- APPLICATION AU PROJET :

Dans le cadre de notre étude, tout en respectant les critères énoncés précédemment ainsi que la réglementation routière Algérienne « l'instruction interministérielle sur la signalisation routière, l'arrête du 14 juillet 1974 », on mentionne sur le plan de signalisation que la codification des panneaux et l'unité de largeur des lignes de marquage.

Les différents types de panneaux de signalisation dans notre projet sont :

## 8-1 Panneaux de signalisation de danger (type A) :

Nom des panneaux	Schéma
Panneau (A1a) : virage dangereux à droite	
Panneau (A1b) : virage dangereux à gauche	
Panneau (A1c + M2) : succession de virages dont le premier à droite	
Panneau (A1d) : succession de virages dont le premier à gauche	
Panneau (A2b) : Ralentisseur de type dos-d'âne	
Panneau (A13a) : Endroit fréquenté par les enfants	
Panneau (A13b) : passage pour piétons	
Panneau (A15a2) : passage d'animaux domestiques	
Panneau (A17) : Annonce de feux tricolores	

## 8-2 Panneaux d'interdiction de priorité et d'obligation (type B) :

Nom des panneaux	Schéma
Panneau (B2a) : Interdiction de tourner à gauche	
Panneau (B2b) : Interdiction de tourner à droite	
Panneau (B2c) : Interdiction de faire demi-tour	

Panneau (B3) : Interdiction de dépassement	
Panneau (B6a1) : Stationnement interdit	
Panneau (B6d) : Arrêt et stationnement interdits	
Panneau (B14) : Limitation de vitesse (la vitesse max à ne pas dépassé)	
Panneau (B21f) : Sens giratoire obligatoire	
Panneau (B21d1) : direction obligatoire à la prochaine intersection	
Panneau (B21-1) : Obligation de tourner à droite avant le panneau	

### 8-3 Panneaux de signalisation d'intersection et de priorité (type AB) :

Nom des panneaux	Schéma
Panneau (AB1) : Intersection – priorité à droite	
Panneau (AB3a+M9c) : Cédez le passage à l'intersection	
Panneau (AB2) : Intersection avec une route dont les usagers doivent céder le passage	
Panneau (AB4) : Arrêt obligatoire à l'intersection	
Carrefour à sens giratoire	

8-4 Signalisation de direction (type E4) :

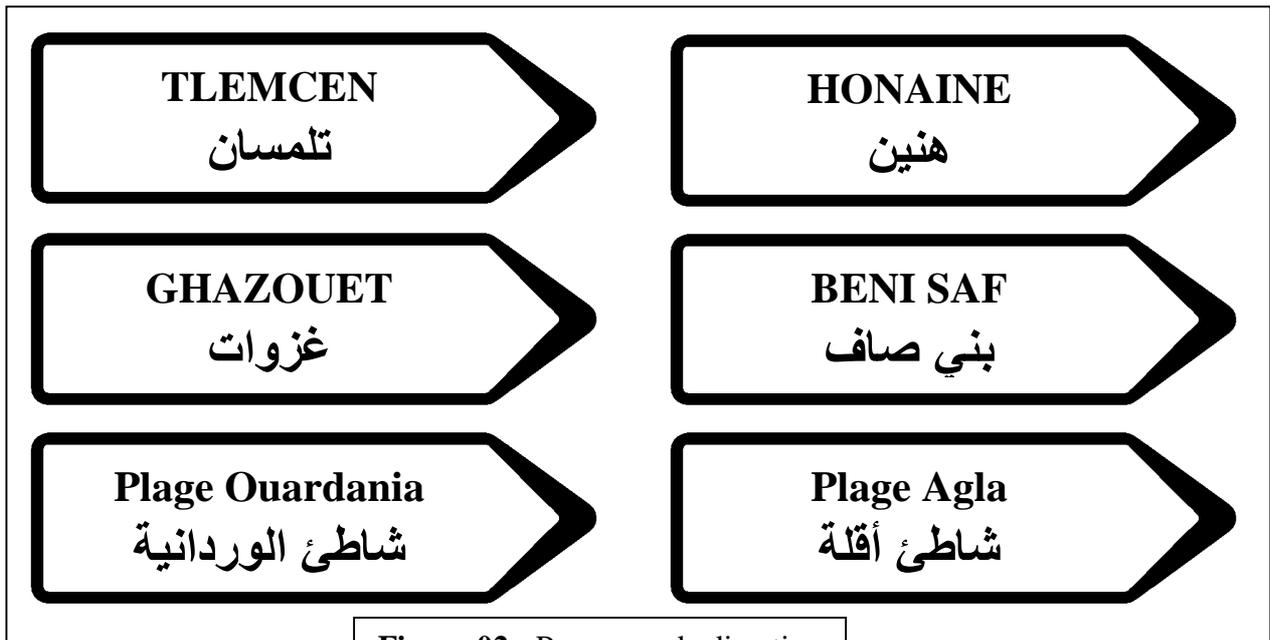


Figure 02 : Panneaux de direction

8-5 Flèche de sélection :

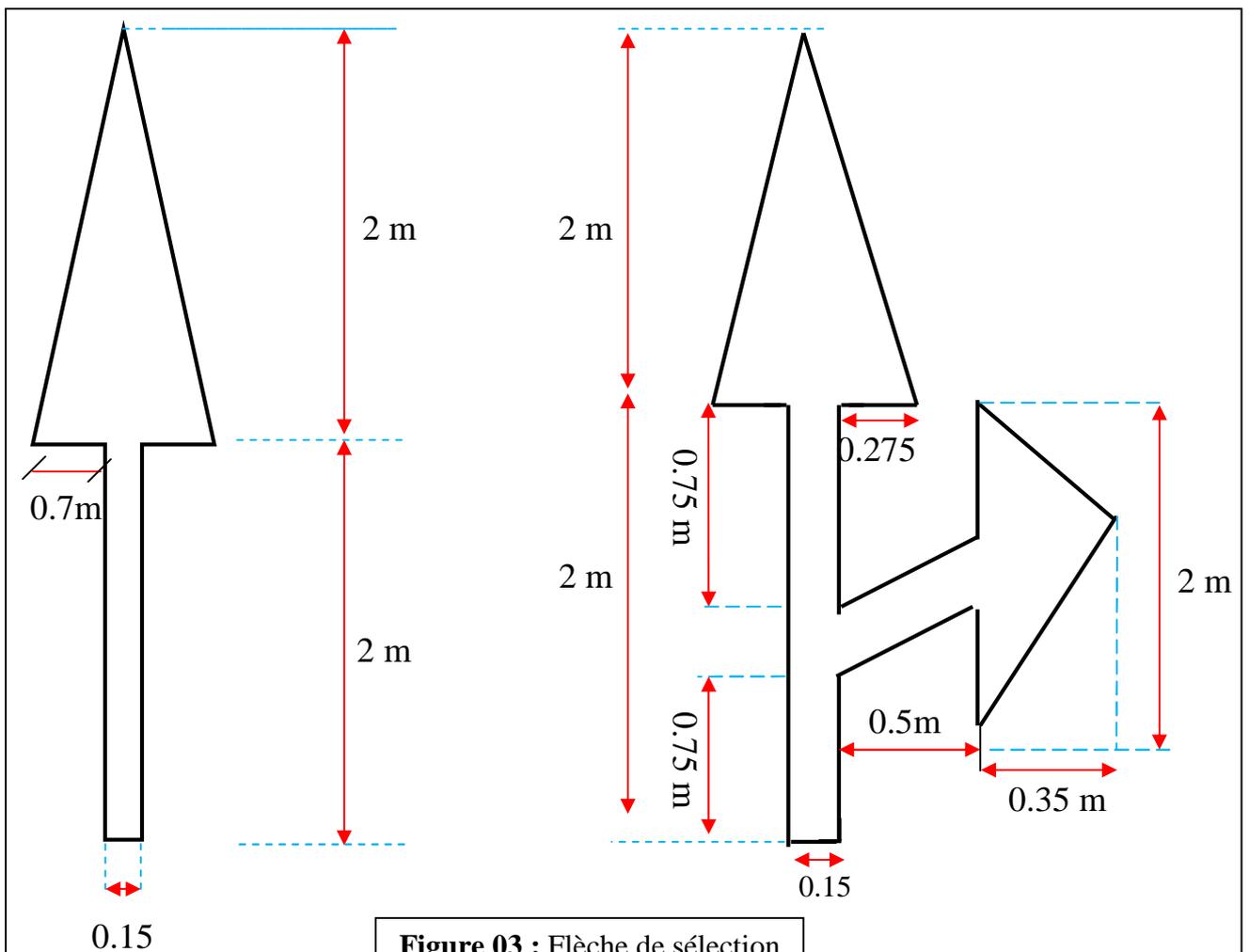


Figure 03 : Flèche de sélection

8-6 Flèche de rabattement :

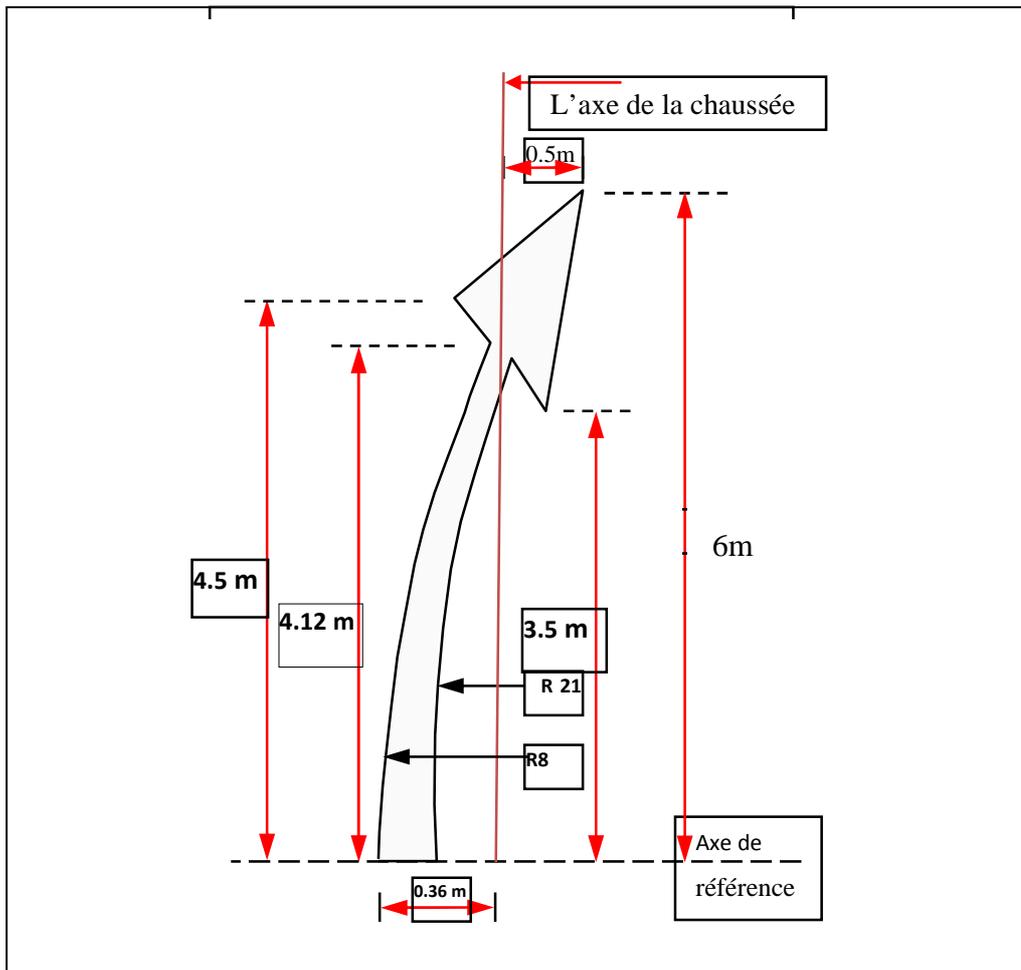


Figure 04 : Flèche de rabattement

### **CONCLUSION GENERALE :**

Ce projet de fin d'études a été une opportunité, pour mettre en pratique nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à l'université.

Le projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui peuvent se présenter dans un projet routier. Il était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier et par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin notamment le PISTE, COVADIS et l'AUTOCAD ainsi que la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics.

Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, les directives et les recommandations liés au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle.

### **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] : FAURE, Michel. *Route les cours de L'ENTPE*. tome1. Lyon : ELEAS, 1997. pp35-221 p258.
- [2] : HAMAIDI ZOURGUI D, BEGHDAOUI Y. *Étude de modernisation de la RN17C sur 10Km. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en travaux publics*. École Nationale des Travaux Publics E.N.T.P – Kouba. Alger 2008.pp3et4.p77.
- [3] : BRUNEL, Hervé. *Cours de route*. France : université d'Orléans I.U.T. de bourges, département génie civil. 2005. 98p. <http://www-brunel-ejm.org/biblio/cousroutev2007.pdf>. Consulté le 12/12/2011.
- [4] : COQUAND, Roger. *Route circulation tracé et construction*. Livre1. Paris: eyrolles, 1985.pp 19-40 p291.
- [5] : B40. *Normes technique d'aménagement des routes*. Algérie: ministre des travaux publics, octobre1977.
- [6] : LCPC.SETRA. *Directive pour la réalisation des assises de chaussées en sables traités aux liants hydrauliques*. Paris : Bagneux, 1985.
- [7] : LCPC-SETRA. *Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes, Guide technique*. Paris : Bagneux, 2006.
- [8] : FRERET, Alain. *Guide pratique pour la conception géométrique des routes et autoroutes*.1981.126p.[http://search.4shared.com/postDownload/8eAauKge/Guide\\_pratique\\_concep\\_gom\\_rout.html](http://search.4shared.com/postDownload/8eAauKge/Guide_pratique_concep_gom_rout.html). Consulté le 12/02/2012.
- [9] : GAUNIN, J.et al. *Tables trigonométriques*.1<sup>er</sup> trimestre. Dunod ,1974.p181.
- [10] : VISA, Frédéric. *Construction Travaux Publics. Les routes*. IUT St Pierre – Département Génie civil.2008.17p. <http://www.cours-genie-civil.com/>. Consulté le 22/04/2012.
- [11] : SETRA ; ICTAAL. *Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison*. Paris : Bagneux, circulaire du 12 décembre 2000. 60P.
- [12] : LCPC-SETRA. *Guide technique ; Conception et dimensionnement des structures de chaussées*. Paris : Bagneux, décembre 1994. 250 p.
- [13] : LCPC -SETRA. *Catalogue des structures types de chaussée neuves*. Paris : Bagneux, 1977.
- [14] : LCPC - SETRA. *Réalisation des remblais et des couches de forme ; Guide technique fascicule 1et2. 2éme édition*. Paris: Bagneux, juillet 2000.

## *Bibliographie*

---

- [15] : LCPC - SETRA. Guide technique. Chapitre 2 caractéristiques générales des chaussées. Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme, 1994.13p.
- [16] : TRIAW, Sandoumbé. *Dimensionnement mécanistique-empirique des structures de chaussée*. Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception en génie civil. Dakar : 2006.
- [17] : BABILOTTE, C. & SOULIE, C. Dimensionnement des structures de chaussées communautaires du Grand LYON : Guide technique communautaire. Parution initiale en 1994.85p.
- [18] : Guide technique de conception et de dimensionnement des structures des chaussées communautaires. Fascicule 2 dimensionnement des structures de chaussées neuves et élargissements des voies. 2009. 106p.
- [19] : JOEFFROY, G ; SAUTEREY, R. Dimensionnement des chaussées. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées ,1991. pp173-174 p244.
- [20] : AGAL Tarek. Développement d'un catalogue de dimensionnement structural des chaussées pour la ville de montréal. Comme exigence partielle à l'obtention de la maîtrise en génie de la construction. MONTRÉAL, le 12 Août 2005.223p.
- [21] : BELKIDAR, Katia. Contribution à la notion d'adhérence sur les chaussées du réseau Algérien. Mémoire de magistère en génie civil. Département de génie civil, Faculté du génie de la construction, Université M. Mammeri, Tizi-ouzou (Algérie).180p.
- [22] : Direction des travaux publics de la wilaya de Tlemcen. Etude d'impact sur l'environnement. Rapport établi par le Bureau d'études : « BIOTOPE - RAHMOUN Amel » pour le Compte du Bureau d'Etudes Pluridisciplinaires d'Ingénierie et d'Expertise « B.E.P.I.E.X » Tlemcen. Novembre 2011.62P.
- [23]: HARTLÉN, J, A. FALLMAN, M. Principles for risk assessment of secondary materials in civil engineering work. Naturvardsverket, 1999.
- [24] : LCPC -SETRA. Catalogue des structures types de chaussées neuves. Paris : ministres de l'équipement des transports et du logement ; Bagneux, 1998.297p.
- [25] : COSTET, J. SANGLERAT, G. Cours pratique de mécanique des sols. Dunod, 4eme trimestre.1983.442p.
- [26] : AMAR, Samuel. JÉZÉQUEL, Jean-François. Propriétés mécaniques des sols déterminées en place. Techniques de l'Ingénieur. 25p
- [27] : LCPC - SETRA. Guide technique. Conception et réalisation des terrassements. Fascicule 3 : méthodes d'essais, Mars 2007. 46p
- [28] : MAGNAN, Jean-Pierre. Description, identification et classification des sols. Techniques de l'Ingénieur. 17p

## *Bibliographie*

---

- [29] : AFNOR (Association Française de Normalisation). Sols : reconnaissance et essais. Détermination de la teneur en carbonate, Méthode du calcimètre. NF P 94-048 Octobre 1996.11p.
- [30] : AFNOR (Association Française de Normalisation). Sols: reconnaissance et essais. Détermination des limites d'Atterberg. NF P 94-051, Mars 1993.pp4.15 p.
- [31] : AFNOR (Association Française de Normalisation). Granulats. Essai d'usure micro-Deval. NF P 18-572 Décembre 1990.8p.
- [32] : Instruction interministérielle sur la signalisation routière. Arrête du 7 juin 1977 relatif à la signalisation des routes et autoroutes : journal officiel du 13 août 1977.40p.
- [33] : GHANNANI, B. Note de cours de la signalisation routière de 2<sup>ème</sup> année master. 2012.
- [34] : GHANNANI, B. Note de cours d'aménagement des carrefours de 2<sup>ème</sup> année master. 2012.
- [35] : Rapport géotechnique de sol de la rocade côtière GHAZAOUET – HONAINÉ. Laboratoire des Travaux Publics de l'Ouest (LTPO). Novembre 2011. 57p.
- [36] : AFNOR (Association Française de Normalisation). Sols : reconnaissance et essais. Indice CBR après immersion- Indice CBR immédiat – Indice Portant Immédiat. NF P 94-078. Mai 1997.12p.
- [37] : AFNOR (Association Française de Normalisation).Granulat Essai Los Angeles. NF P 18-573. Décembre 1990. 8p.
- [38] : AFNOR (Association Française de Normalisation). Granulats. Essai au bleu de méthylène. Méthode à la tache. NF P 18-592. Mai 1997. 5p.
- [39] : AASTHO. American Association of state Highway and Transportation Officials. Interim guide for design of pavement structures; Highway research board: Washington, 1972.
- [40] : LCPC. L'essai AASHO ; Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et de chaussée. Paris : Bagneux, 1966.
- [41] : GTR 92 : Guide des Terrassements Routiers, Réalisation des remblais et des couches de forme. LCPC-SET RA, 1992.
- [42] : LCPC - SETRA. Guide Technique de l'Assainissement Routier, 2006. p188.

## RESUME

La route joue un rôle moteur très important dans l'aménagement du territoire, elle favorise l'implantation d'activités économiques et industrielles et réduit les coûts de transport et donc la production. L'état actuel de la plupart des routes en Algérie, nécessite des opérations de réhabilitation, modernisation et des réaménagements.

Cette mémoire présente une étude détaillée de modernisation et d'élargissement de la rocade côtière entre HONAINE et OUARDANIA sur 10Km dans la wilaya de Tlemcen, avec des caractéristiques d'une route nationale.

Cette étude se compose de deux parties :

La première : présentation de notre projet et un aperçu sur l'étude de l'environnement.

La deuxième : comprend le dessin du tracé en plan, profil en long et les profils en travers ensuite, le dimensionnement de la chaussée, des fossés et les ouvrages transversaux.

### Mots clés :

Modernisation, chemin de wilaya (CW104 et CW1), chemin communal (CC), clothoïde, dévers, vitesse de basse, environnement, aménagement routière, trafic, tracé routier.

## ملخص

تلعب الطرق دورا فعالا وجد هام في نظام المقاطعات، حيث تشجع النشاطات الاقتصادية و الصناعية وتخفض تكلفة النقل إذا الإنتاج. الوضعية الحالية لمعظم الطرق في الجزائر، تحتاج إلى عمليات ترميم، تحديث وإعادة التهيئة. هذه المذكرة عبارة عن دراسة مفصلة لإعادة تهيئة و توسيع الطريق الساحلي الرابط بين هنين و الوردانية على طول 10 كيلومتر، المتواجد في ولاية تلمسان، بمعايير طريق وطني. هذه الدراسة تتألف من مرحلتين:

المرحلة الأولى : وصف عام للمشروع مع تقديم نبذة حول محيط المشروع. المرحلة الثانية: تحتوي على مخططات المقطع العلوي، المقطع الطولي و كذا المقاطع العرضية ثم بعد ذلك حساب أبعاد طبقات الطريق المعبد، الخنادق و المنشآت العرضية.

### الكلمات المفتاحية:

إعادة التهيئة، الطريق الولاية، الطريق البلدي، المنحنيات الدائرية، السرعة المنخفضة، الميل، تطوير الطرق، حجم المرور، مخطط الطريق.

## SUMMARY

The current state of most roads in Algerian requires rehabilitation operations, modernization and redevelopment.

This these is presents a detailed study of modernization and enlargement of the bypass coastal between HONAINE and OUARDANIA of 10Km in TLEMEN, with the characteristics of a road national.

This study consists of two parts:

The first: presentation of our project and an overview of the study of the environment.

The second: includes the design of horizontal alignment, vertical alignment and cross sections follows the design of the pavement, ditches and transverse structures.

### Keywords:

Modernization, path of wilaya (PW104 and PW1), communal way(CW), clothoid, cant, low speed, environment, land road traffic, road alignment.