

République Algérienne Démocratique et Populaire  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



**Ecole Nationale Supérieure**  
**des Travaux Publics**  
المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية

Code : .....

# Projet de Fin d'Études

*Pour l'Obtention du Diplôme  
D'Ingénieur d'Etat des Travaux Publics*

## Thème

**Etude en APS et APD du contournement nord de la  
ville de Médéa sur 11km entre la RN1 et RN18 avec  
conception deux échangeurs et giratoires**

*Encadré par :*

**GHEFFAR M.A**

**CTTP**

*Présenté par :*

**MOUMOU YOUNES**

**LAIFA BOUDJEMAA**

**Promotion 2012**

*Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics. Garidi. Kouba.*

# SOMMAIRE

Introduction Générale. 01

## **CHAPITRE (I) : PRESENTATION DU PROJET**

I.1 La description de la wilaya de Médéa.	02
I.2 Cadre de l'étude.	02
I.3 L'importance de réseau routier de la wilaya.	02
I.4 Consistance et état du réseau routier de la Wilaya de Médéa.	03
I.5 L'objectif de l'étude.	05
I.6 Définition de contournement.	05
I.7 Les contraintes de la zone d'étude.	06

## **CHAPITRE (II) : CHOIX DE COULOIRES**

II.1 Introduction.	07
II.2 Etude avant-projet sommaire.	07
II.3 Description des variantes.	08
II.4 Description des couloirs.	10
II.5 Comparaison des variantes.	12
II.6 Conclusion.	12

## **CHAPITRE (III) : ETUDE DE TRAFIC**

III.1 Introduction.	13
III.2 Analyse du trafic.	13
III.3 Modèles de présentation de trafic.	14
III.4 Application au projet.	19
III.5 Conclusion	21

## **CHAPITRE (IV) : TRACE EN PLAN**

IV.1 Introduction.	22
IV.2 Les règles à respecter.	22
IV.3 Les éléments du tracé en plan.	22
IV.4 Paramètres Fondamentaux.	27
IV.5 Exemple de calcul.	28

## **CHAPITRE (V) : PROFIL EN LONG**

V.1 Introduction.	31
V.2 Choix des segments de droites.	31
V.3 Valeurs limites.	31
V.4 Coordination du tracé en plan et du profil en long.	32

## **CHAPITRE (VI) : PROFIL EN TRAVERES**

VI.1 Introduction.	33
VI.2 Les éléments constitutifs du profil en travers.	33
VI.3 Classification du profil en travers.	35
VI.4 Application au projet	35

## **CHAPITRE (VII) : CUBATURES**

VII.1 Introduction.	36
VII.2 Définition.	36
VII.3 Les méthodes de calcul.	36
VII.4 Les méthodes de calcul.	36
VII.5 Description de la méthode.	36

## **CHAPITRE (VIII) : ETUDE GEOTECHNIQUE**

VIII.1 Introduction.	38
VIII.2 les études géologiques	38
VIII.3 les études hydrographie et hydrogéologie.	39
VIII.4 Etude géotechnique.	40
VIII.5 Etude de stabilité.	41
VIII.6 Estimation de tassement.	44
VIII.7 Gites et matériaux.	48
VIII.8 Commentaires et Recommandations.	49
VIII.9 Conclusion Générale.	50

## **CHAPITRE (IX) : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE**

IX.1 Introduction.	51
IX.2 Principe de la constitution des chaussées.	51
IX.3 Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée.	51
IX.4 Les principales méthodes de dimensionnement.	52
IX.5 Application au projet.	55

**CHAPITRE (X) :****ASSAINISSEMENT**

X.1 Introduction.	60
X.2 Assainissement De La Chaussée.	61
X.3 Etude Hydrologique.	62
X.4. Estimation du débit de crue.	62
X.5. Calcul de L'intensité de pluie I(t).	63
X.6 Système de drainage longitudinal.	67
X.7 Système de drainage transversal.	70

**CHAPITRE (XI) :****IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT**

XI.1 Introduction.	75
XI.2 Contexte et raison d'être du projet.	75
XI.3 Aspect de l'environnement a préservé lors de la conception d'une infrastructure.	76
XI.4 Analyse des impacts environnementaux méthodologies.	77
XI.5 mesures d'insertion et d'atténuation proposées.	77
XI.6. Conclusion.	80

**CHAPITRE (XII) :****CARREFOUR**

XII.1 Introduction.	81
XII.2 Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour.	81
XII.3 Choix de l'aménagement.	81
XII.4 Les types de carrefours.	81
XII.5 Principes généraux d'aménagements d'un carrefour.	82
XII.6 Application au projet.	84

**CHAPITRE XIII****ECHANGEUR**

XIII.1 Introduction.	86
XIII.2 Définition et rôle d'un échangeur.	86
XIII.3 Rôle d'un échangeur.	86
XIII.4 Types d'échangeurs.	87
XIII.5 Caractéristiques géométriques des échangeurs.	90
XIII.6 Règles de conception.	91
XIII.7 Conditions d'implantation d'un échangeur.	91
XIII.8 Choix du type de l'échangeur.	92
XIII.9 Conclusion du choix de type d'échangeur.	94

## CHAPITRE XIV

## OUVRAGE D'ART

XIV.1 Introduction.	96
XIV.2 Recommandation sur le choix du type d'ouvrage.	96
XIV.3 Normes parasismiques.	97
XIV.4 Les voies de rétablissement.	97

## CHAPITRE XV

## SIGNALISATION

XV.I.1 Introduction.	99
XV.I.2 Dispositifs de retenue.	99
XV.I.3 Signalisation.	99
XV.I.4 Les type de signalisation.	100
XV.II.1 Eclairage.	106
XV.II.2 Introduction.	106
V.II.3 Catégorie d'éclairage.	106
XV.II.4 Paramètres de l'implantation des luminaires.	106

### DEVIS QUANTATIF ET ESTIMATIF

- CONCLUSION GENERALE.
- BIBLIOGRAPHIE.
- ANNEXE.

### **I. Introduction Générale :**

Pour compléter les connaissances techniques acquises pendant le cycle de formation, l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics propose à ses élèves ingénieurs l'élaboration des projets de fin d'études pour l'obtention du **diplôme d'ingénieur d'état** des travaux publics.

Pendant ce travail qui s'étend sur trois mois de stage, l'élève ingénieur est appelé à appliquer les connaissances théoriques acquises et se met face aux problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets. Parmi les domaines de travaux publics, celui de l'infrastructure routière.

Il est admis que l'infrastructure routière est une utilité horizontale qui affecte toutes les activités d'un pays parce qu'il joue un rôle propulseur dans le développement économique et social et qu'à l'échelle régionale et mondiale, la performance du système de transport est, de nos jours, devenue déterminante dans les échanges commerciaux.

Pour notre cas l'entreprises CTTP (organisme National de contrôle technique des travaux publics) qui a été proposé un sujet de fin d'étude a traitée, leur intitulé est : « Etude en APS et APD du contournement nord de la ville de Médéa sur 11km entre la RN1 et RN18 avec conception deux échangeurs et giratoires »

# Chapitre I

## Présentation De Projet

## **I.1 La description de la wilaya de Médéa :**

Médéa est une wilaya ayant pour chef-lieu la ville du même nom. Elle est située à 88 km au sud d'Alger, sur les hauts plateaux, elle a des frontières communes avec d'importantes wilayas d'Algérie. Au Nord, avec la wilaya de Blida, au Sud, la wilaya de Djelfa, à l'Est, les wilayas de M'sila et Bouira et à l'Ouest, les wilayas de Ain Defla et de Tissemsilt, le tableau suivant représente certain information sur la ville de Médéa :

Code	Wilaya	Nombre de daïras	Nombre de communes	La surface km2	populations (recensement de2008)
26	Médéa	19	64	8 866	819 932

### ➤ **Climat :**

Le climat de la wilaya de Médéa se distingue par des caractéristiques dues à des nombreux facteurs qui sont:

- \* Son altitude qui atteint 1248 mètres au-dessus du niveau de la mer (sommet de Ben-chicao).
- \* Sa position sur les monts de l'Atlas Tellien.
- \* Son exposition aux vents et aux vagues de courants venant de l'Ouest.

Tous ces facteurs ont fait que la wilaya de Médéa dispose d'un climat Méditerranéen semi continental, froid et humide en hiver, tempéré au printemps et chaud et sec en été. La wilaya de Médéa reçoit une quantité considérable de pluie atteignant 500 mm par an, avec une moyenne de pluviométrie élevée, particulièrement en décembre, janvier et février. La neige quant à elle, recouvre régulièrement les hauteurs de Ben-chicao.

## **I.2 Cadre de l'étude :**

Notre projet consiste à faire une étude en phase APS et phase APD, d'un contournement de la ville de Médéa sur 11 Km qui reliant la RN1 a la RN18 avec aménagement des carrefours.

## **I.3 L'importance de réseau routier de la wilaya :**

Dans le cas de la wilaya de Médéa, la route représente l'unique mode de transport pour le déplacement des personnes et des marchandises. La ligne de chemin de fer que traverse la wilaya du Nord au Sud est hors service depuis plusieurs années, alors que la demande de transport aérien ou maritime est satisfaite à partir de l'aéroport et le port d'Alger, d'où l'importance du réseau routier comme unique infrastructure de déplacement offerte à la

population de la wilaya. Ce réseau joue, de par sa consistance, son état et sa configuration territoriale, un rôle primordial dans la structuration de l'espace de la wilaya.

La wilaya de Médéa et vu sa position géographique au centre du nord algérien, constitue une liaison **incontournable** entre le nord et le sud d'une part par les pénétrantes RN01 et RN08 et entre l'Est et l'Ouest par les rocades RN40 des hauts plateaux, les axes RN18, RN62 au nord de la wilaya et de l'axe RN60A et la RN60 d'un autre part.

**I.4 Consistance et état du réseau routier de la wilaya de Médéa :**

Le réseau routier principal est celui qui permet d'assurer une meilleure accessibilité aux chefs-lieux des 64 communes que compte la wilaya de Médéa et de les relier aux principaux pôles d'attractions limitrophes à Médéa, assurer la continuité du trafic routier et des liaisons routières avec les autres wilaya, comme l'illustre la carte du réseau routier.

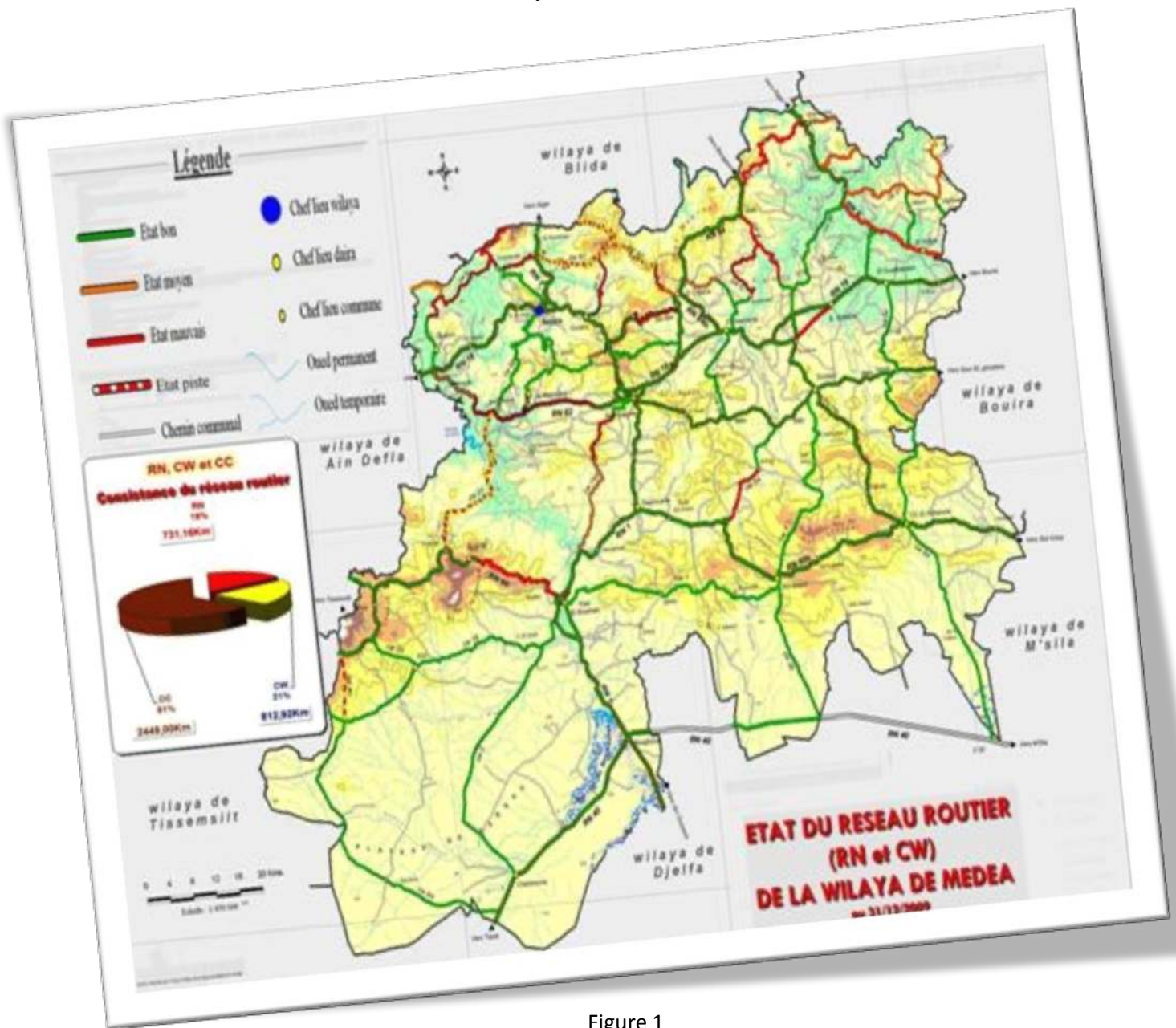
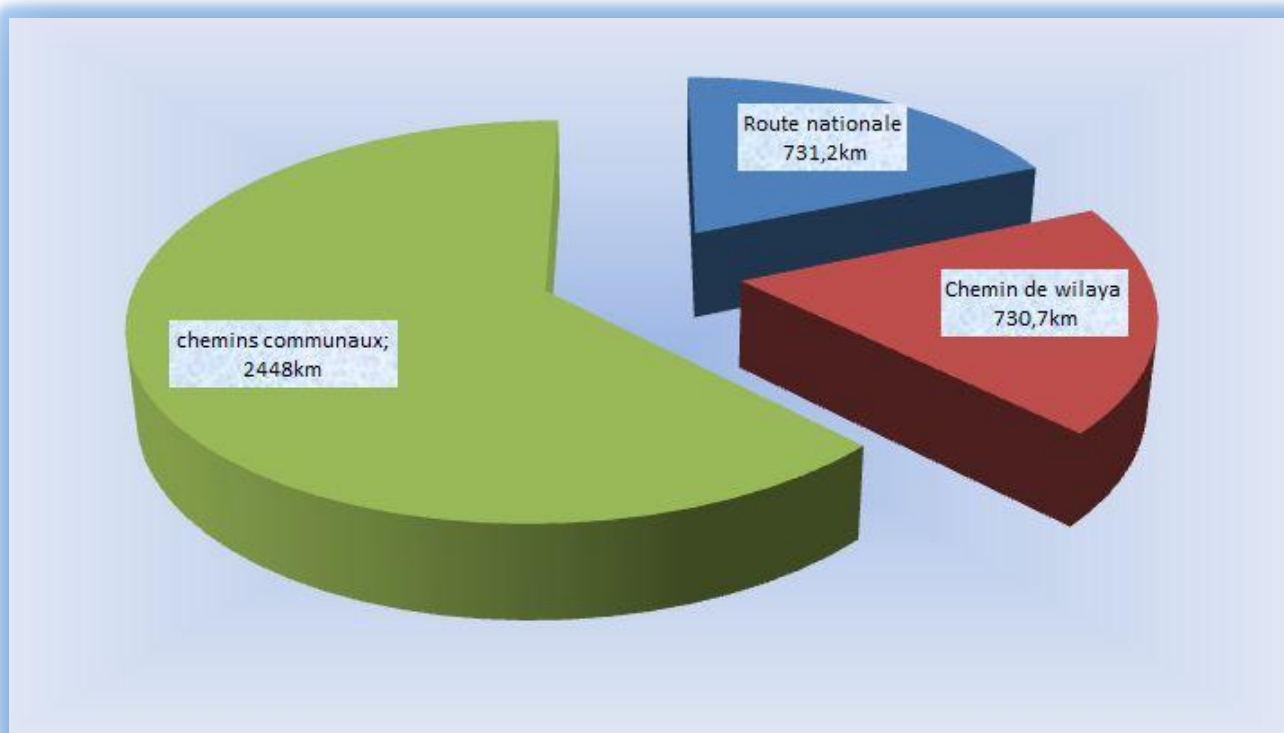


Figure 1

Ce réseau englobe l'ensemble des routes nationales et des chemins de wilaya faisant partie de la wilaya de Médéa et quelques chemins communaux importants.

Le réseau routier de la wilaya de Médéa est constitué de 1462 kilomètres, répartis comme suit :

- ❖ 731,2 Km de route nationale.
- ❖ 730,7 Km de chemin de wilaya.
- ❖ 2448 Km de chemins communaux.



Soit un total de 3992,08 km, ce qui donne une **densité routière** relativement satisfaisante de **0,46km/km<sup>2</sup>**.

Toutefois, l'importance de cette densité est surtout due à un réseau de chemins communaux important, malheureusement ce dernier est à 50% (1230km) soit en état de piste ou revêtu en mauvais

Le réseau routier de la wilaya de Médéa s'articule autour d'un axe central, constitué par la RN 01, et de pénétrantes Est-Ouest, principalement les routes RN18, RN18A, RN60A et RN62.

L'axe central permet de relier les pôles les plus importants de la wilaya dans un couloir Nord–Sud qui est considéré comme le principal couloir d'urbanisation de la wilaya et où se concentre l'essentiel des activités socio-économiques. Cet axe traverse les trois plus grands pôles urbains de la wilaya: Médéa, chef-lieu de la wilaya, Berouaghia et Ksar El Boukhari.

Cet axe constitue par ailleurs une voie d'accès rapide vers des grandes métropoles du Sud du pays: Djelfa, Laghouat, Ghardaïa et Tamanrasset.

Les pénétrantes, quant à elles, jouent un rôle de liaison des différents pôles socioéconomiques de la wilaya de Médéa avec les pôles régionaux de l'Est du pays et de l'Ouest.

En plus de cette ossature principale constituée de routes nationales, le réseau routier est doté d'un réseau secondaire de chemins de wilayas ainsi que quelque chemins communaux qui, pour certains revêtent un caractère d'intérêt régional dans la mesure où ils peuvent constituer des itinéraires attractifs pour joindre des wilayas limitrophes.

### **I.5 L'objectif de l'étude :**

L'objectif principal de notre projet est de créer un évitement dans le cadre du **Développement durable de la ville de Médéa**, assurant le transfert d'une partie du trafic transitant par la ville. Et aussi de détourner une partie du flux automobile notamment des poids lourds par une route de déviation prenant son origine à l'entrée de Médéa de la RN1 et aboutissant sur la RN18 sur une distance de 11 km.

Les avantages qui découlent de notre projet sont de deux ordres à savoir:

#### **Les avantages directs :**

Qui concernent principalement tous les usagers de la route : gain de temps et de confort, garantir la sécurité et l'économie de fonctionnement des véhicules.

Ces avantages peuvent être mesurés en unités physiques (heures, nombre d'accidents, de morts de blessés, journées d'hospitalisation, carburants, ...)

#### **Les avantages indirects :**

Qui ne concernent pas directement les usagers de la route, mais la politique du transport et plus généralement, le développement économique national ou local et l'aménagement du territoire.

### **I.6 Définition de contournement :**

Le **contournement** est un ensemble des axes routiers et autoroutiers qui permettent d'éviter la ville à une distance variant.

## I.7 Les contraintes de la zone d'étude :

### ❖ Environnement géographique :

Le relief est généralement vallonné, il est coupé par un réseau hydrographique ce qui nécessite en phase de réalisation un système d'assainissement efficace.

### ❖ Les eaux superficielles :

D'un point de vue hydrogéologique (eaux souterraines), les terrains rencontrés ne sont pas par nature favorable aux circulations d'eau en profondeur. Ces circulations se produisent donc essentiellement en surface.

### ❖ Environnement naturelle :

Le territoire du projet s'étend sur une série de milieux qui ne présente pas d'enjeux exceptionnel, ni un intérêt écologique certain. En effet, le relief et le climat génèrent une diversité intéressante de milieux (boisement, prairies abandonnés ou exploités) et d'espèces associées (notamment concernant l'avifaune).

### ❖ Environnement humain :

#### - **Habitats et urbanisation :**

Au nord, le plateau est une zone à dominante rurale, peu peuplée, ou l'occupation humaine est surtout localisée sur les crêtes. La zone de Doukane constitue un secteur qui connaît un développement de l'habitat dont un pôle urbain sera réalisé dans cette zone. Au-delà une urbanisation continue, prenant le long de **RN18** comme axe de développement, s'est progressivement installée. L'habitat est également présent de façon dispersée sous forme d'habitations isolées

### ❖ Agriculture :

Généralement la zone concernée par le projet est une zone agricole, entaillée par un réseau hydrographique il se caractérise par des vallées peu boisées, entre ces dernières les replats sont occupés par des pâturages et quelque terre de labour.

# Chapitre II

**Choix du couloir « APS »**

## II.1 Introduction :

La phase d'avant-projet doit aboutir à la définition de l'objectif du projet et une première estimation des coûts et délais. Mais la phase d'avant-projet a aussi pour objectif de déterminer le bon objectif du projet.

L'**avant-projet** se décline en deux étapes successives :

- ❖ **L'avant-projet sommaire (APS) :** Le but de l'APS est notamment de déterminer les valeurs des paramètres dimensionnant du projet, de façon à permettre l'estimation du coût du projet. L'APS permet également de fournir aux décideurs une proposition technique quant à la réponse apportée au problème posé, en termes de principes retenus et d'architecture générale. L'APS est l'un des éléments constitutifs du dossier de faisabilité.
- ❖ **L'avant-projet détaillé (APD) :** Ensemble des études de base permettant de définir les caractéristiques principales d'un projet. Les études d'avant-projet détaillé permettent le lancement des études de détail et des activités d'approvisionnement.

## II.2 Etude avant-projet sommaire :

L'objectif de l'avant-projet sommaire est de choisir deux ou plusieurs couloirs (**quand le relief le permet**) exemplaire du tracé

L'Avant-Projet Sommaire comporte trois grandes parties :

- ❖ Un volet **technique** avec les études géométriques et les solutions techniques pour les remblais, les ouvrages d'art, l'assainissement, les chaussées et les équipements.
- ❖ Un volet **environnemental** très important sur cette opération dans lequel sont étudiés de façon détaillée l'état initial des zones traversées, les impacts du projet et les mesures d'accompagnement pour en atténuer les effets.
- ❖ Un volet **économique** avec une évaluation de l'ensemble des travaux et des mesures associées au projet ainsi qu'une estimation du trafic attendu qui permettra d'étudier les conditions de financement du projet.

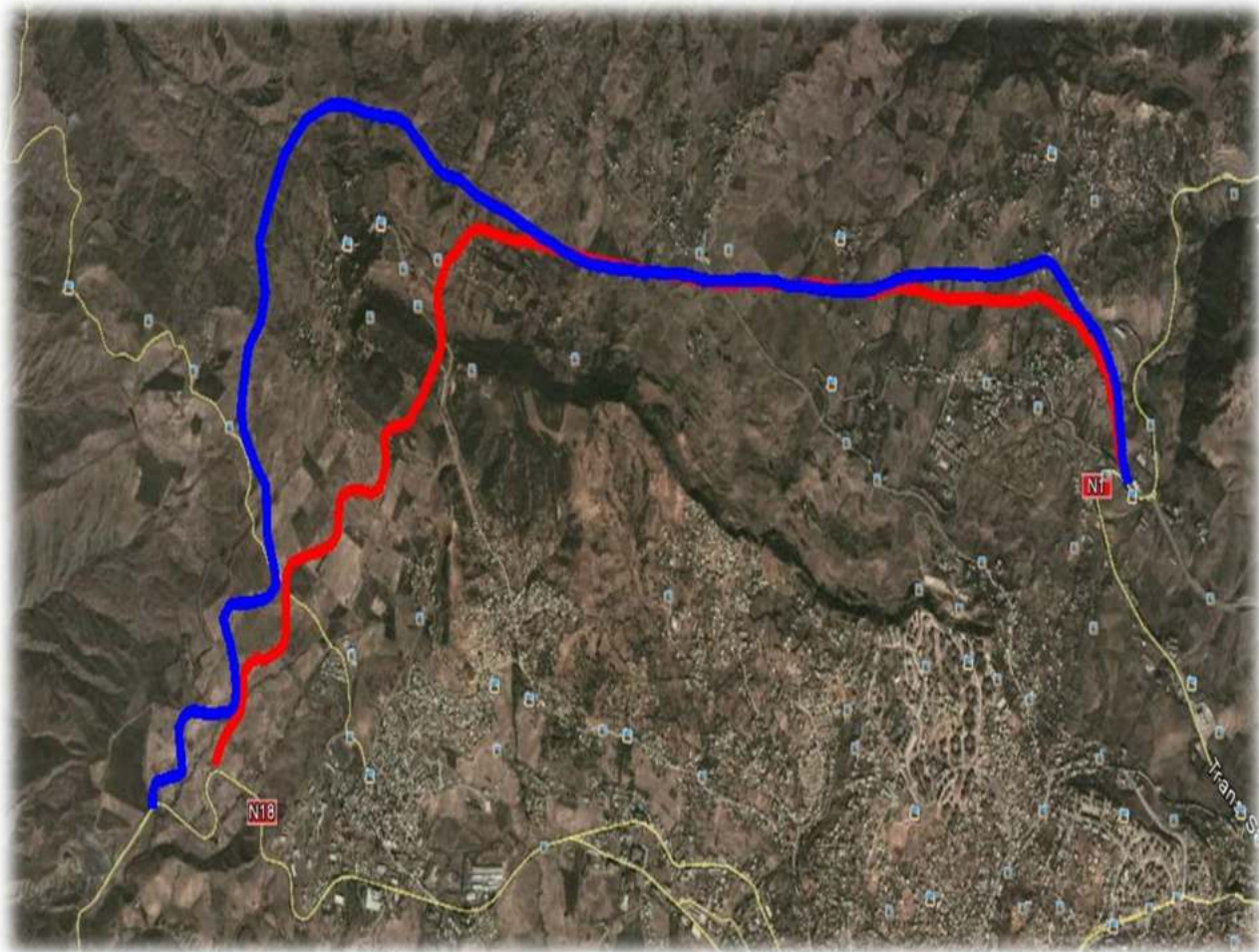
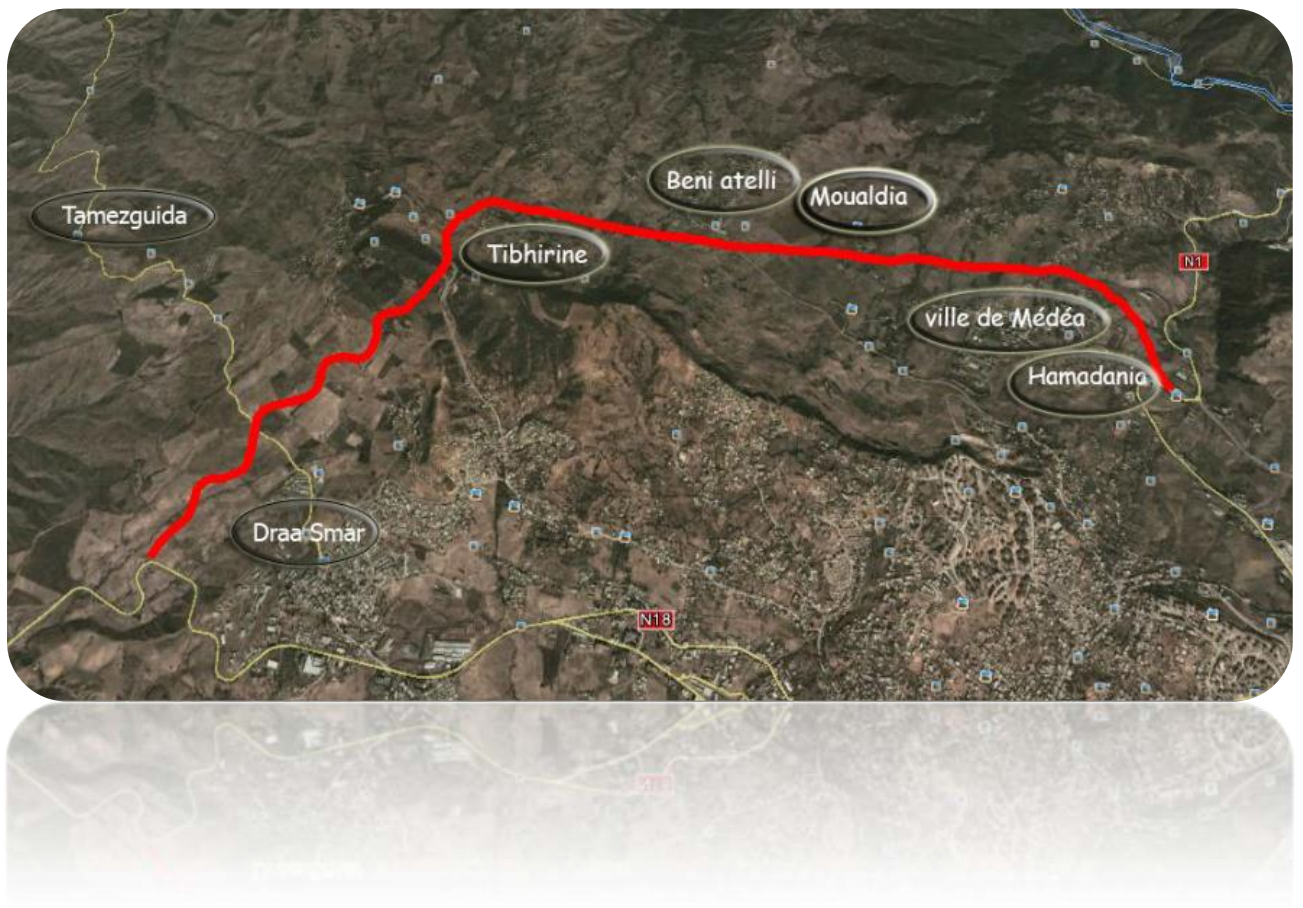
**Localisation des couloirs :**

Figure 1 : Image représente les choix des couloirs

**II.3 Description des variantes :**

Les deux couloirs qui on a choisir reliant la RN1 a la RN18, qui commencent de la RN1 a l'Est de Hamadania et le Nord de la ville de Médéa et Sud de Moualdia et passe aussi a cote de Beni Atelli ; au-delà:

Pour le couloir rouge (**la variante 1**) qui va passer a cote de Tibhirine (guérite) et franchie la route de Tibhirine et continue directement pour franchie la route qui joint Tamezguida a Draa Smar et arrivée à la RN18.



Pour le couloir bleu (**la variante 2**) qui continue directement vers le Nord West de Monastère de Tibhirine, qui va continuer pour tournera West de cette région, et passer a couté de la routequi joint Tamezguida à Draa Smar, arrivée à la RN18.

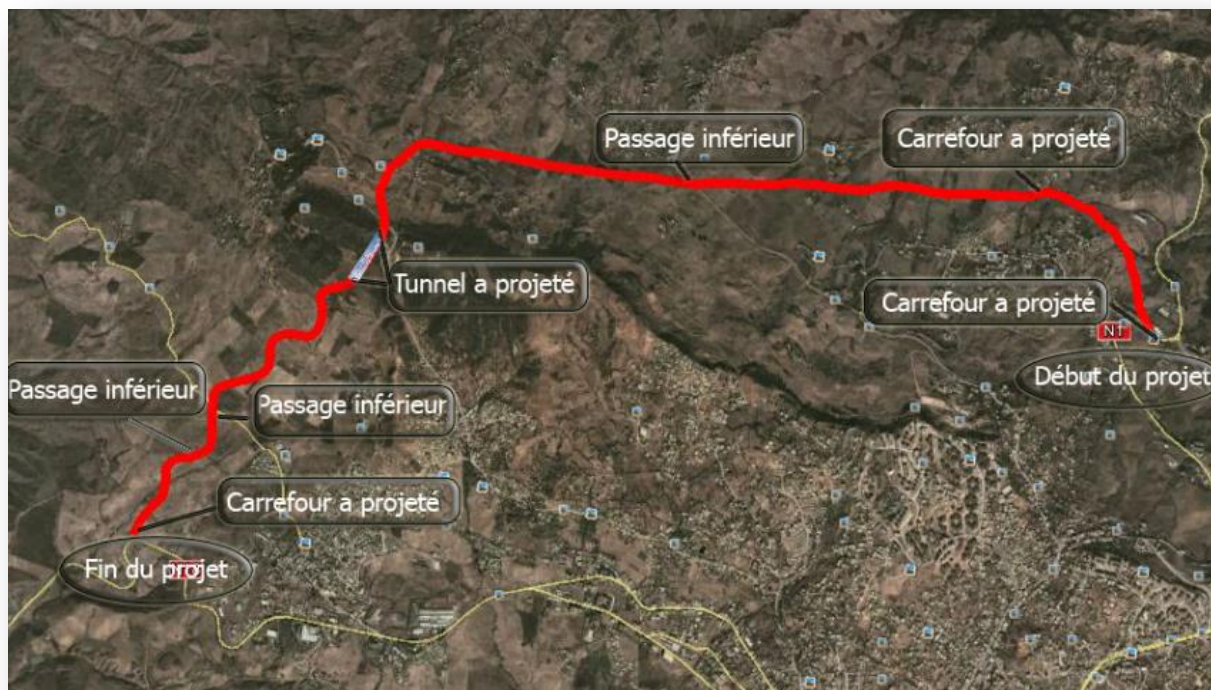


## II.4 Description des couloirs :

### 1) Variante 1 :

Le premier couloir à une largeur variant entre 100 et 30 mètres, il franchit successivement les obstacles suivants :

- ❖ Chemin de Moualdia (carrefour à projeter).
- ❖ Chemin de Beni atelli (carrefour à projeter).
- ❖ La route de Tibhirine (Tunnel à projeter).
- ❖ L'instabilité de terrain (traitement de sol)
- ❖ La route qui joint Tamezguida a Draa Smar (carrefour à projeter).
- ❖ Carrefour a projeté dans le début et la fin de l'évitement.



## 2) Variante 2 :

Le deuxième couloir à une largeur variant entre 50 et 40 mètres, il franchit successivement les obstacles suivants : Inférieur

- ❖ Chemin de Moualdia (carrefour à projeter).
- ❖ Chemin de Beni atelli (carrefour à projeter).
- ❖ La route qui joint Tamezguida a Draa Smar (passage supérieur à projeter).
- ❖ Carrefour a projeté dans le début et la fin de l'évitement.



### II.5 Comparaison des variantes :

	<u>Avantage</u>	<u>Inconvénient</u>
<u>Variante 1</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petite Longueur (8km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plusieurs ouvrages d'art.</li> <li>• Plusieurs intersections.</li> <li>• contrainte topographique forte.</li> <li>• Passage en bordure de la zone inondable du site (risque d'inondations).</li> <li>• Zone inondable (au niveau de tunnel).</li> </ul>
<u>Variante 2</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moins d'ouvrages d'art</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur importante (11km).</li> <li>• Tracé proche des habitations (5 maisons)</li> </ul>

### II.6 Conclusion :

D'après la comparaison qui on a vue au-dessus, nous a permis d'opter pour la variante N°2 qui présente les critères économiques les plus avantageuses.

# Chapitre III

## **Etude de trafic**

### III.1 Introduction :

Le problème situé à la base des projets d'infrastructure routière est souvent lié à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par insuffisance. Il est alors nécessaire, pour bien délimiter ce problème, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions, d'en quantifier précisément les composantes. C'est le champ des études de circulation.

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale, au travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés.

Il est donc nécessaire d'entreprendre une démarche systématique visant à la connaissance des trafics.

L'évolution des activités est, elle-même génératrice de trafic. Sa prévision et l'analyse de ses impacts sur les déplacements deviendront des paramètres sur l'organisation de l'urbanisme.

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

Dans ce cas on peut citer des choix possibles :

- ❖ nécessité ou non d'une déviation d'agglomération.
- ❖ choix du tracé par rapport aux zones bâties.
- ❖ position des échangeurs.
- ❖ géométrie des carrefours.
- ❖ dimensionnement des chaussées en fonction des trafics poids lourds cumulés.

### III.2 Analyse du trafic :

Pour connaître en un point et à un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage. Ce dernier nécessite, une logistique et une organisation appropriée.

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- ❖ Statistiques générales.
- ❖ Comptages sur routes (manuel, automatique).
- ❖ Enquêtes de circulation. (origine, destination)

### III.3 Modèles de présentation de trafic :

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

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

- ❖ Prolongation de l'évolution passée.
- ❖ Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- ❖ Modèle gravitaire.
- ❖ Modèle de facteur de croissance.

#### 1) Prolongation de l'évolution passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé.

On établit en général un modèle De croissance du type exponentiel.

Le trafic  $T_n$  à l'année  $n$  sera :

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

Ou :

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

$\tau$ : est le taux de croissance.

#### 2) Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

- ❖ Produit nationale brute (PNB).
- ❖ Produits des carburants.

D'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort de cadre de notre étude.

### 3) Modèle gravitaire :

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prête mal à la projection.

### 4) Modèle de facteurs croissance

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine destination.

La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

- Le taux de motorisation des véhicules légers et utilisation.
- Le nombre d'emploi.
- La population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

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

### 5) Calcul de la capacité :

#### A. 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 sont propres durant une période bien déterminer, la capacité dépend :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- 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).

**B. Projection future du trafic :**

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

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

Avec :

$TJMA_h$  : le trafic à l'année horizon.

$TJMA_0$  : le trafic à l'année de référence.

$n$  : nombre d'année.

$\tau$  : Taux d'accroissement du trafic (%).

**C. La procédure de détermination de nombre de voies :**

Le choix du nombre de voie résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à dire, le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'horizon.

Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

**❖ Calcul de TJMA à horizon :**

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

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

$T_0, \tau, n$  : sont définies précédemment.

**❖ Calcul des trafics effectifs:**

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de :

**➤ Type de route et de l'environnement :**

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

Le trafic effectif donné par la relation :

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

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

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

Tableau N° I.1 : coefficient d'équivalence

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

➤ Débit de point horaire normal :

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

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

$\left(\frac{1}{n}\right)$ : Coefficient de pointe prise égale 0.12

Q : est exprimé en UVP/h.

➤ Débit horaire admissible :

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

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

K1 : coefficient lié à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

$C_{\text{th}}$  : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

❖ Valeurs de  $K_1$  :

Environnement	$E_1$	$E_2$	$E_3$
$K_1$	0.75	0.85	0.90 0.95

❖ Valeurs de  $K_2$  :

environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
$E_1$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$E_2$	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
$E_3$	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

❖ Valeurs de  $C_{th}$  : Capacité théorique du profil en travers en régime

	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 $C_{th}$	1500800 uvp/h

❖ Calcul le nombre de voies :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare  $Q$  à  $Q_{adm}$  et en prend le profil permettant d'avoir :  $Q_{adm} \geq Q$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport  $\Rightarrow S \cdot Q / Q_{adm}$

Avec :

$S$  : coefficient dissymétrie en général = 2/3

$Q_{adm}$  : débit admissible par voie.

### III.4 Application au projet :

#### 1) Données de trafics :

En se basant sur les données de trafic effectuées par le DTP de Médéa (année 2010), les données sont suivantes :

- Le trafic à l'année 2010  $TJMA_{2010} = 7000 \text{ v/j}$
- Le taux d'accroissement annuel du trafic  $\tau = 4\%$
- La vitesse de base sur le tracé  $V_B = 60 \text{ Km/h}$
- Le pourcentage de poids lourds  $P_L = 30\%$
- L'année de mise en service sera en 2013
- la durée de vie de la route (20 ans).

#### ➤ Calcul de TJMA horizon :

$$TJMA_{2013} = (1 + \tau)^n \times TJMA_{2010}$$

$$TJMA_{2013} = (1 + 0.04)^3 \times 7000$$

$$TJMA_{2013} = 7874.04 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2033} = (1 + 0.04)^{20} \times 7874.04$$

$$TJMA_{2033} = 17253 \text{ v/j}$$

#### ➤ Calcul des trafics effectifs :

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ] T J M A_h$$

Avec :

$T_{\text{eff}}$  : trafic effectif à l'horizon.

Z : pourcentage de poids lourds (30%)

P : coefficient d'équivalence

P = 6 (route de bonnes caractéristiques,  $E_2$ )

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.30) + 6 \times 0.30] \times 17253$$

$$T_{\text{eff}} = 43132.5 \text{ uvp/j.}$$

➤ **Débit de pointe horaire normal :**

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

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

Avec :

(1/n) coefficient de pointe prise égale 0.12

$$Q = (1/n) T_{\text{eff}} = 0.12 \times T_{\text{eff}}$$

$$Q = 0.12 \times 43132.5$$

$$\longrightarrow Q = 5175.9 \text{ uvp/h}$$

➤ **Calcul du Débit admissible :**

Il est déterminé par application de formule suivante :

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{theo}}$$

Catégorie C <sub>1</sub>	}	K <sub>1</sub> =0.85
Environnement E <sub>2</sub>		K <sub>2</sub> =0.99

en trouve :

$$C_{\text{théo}} = 3600 \text{ uvp/h (d'après B40)}$$

Donc:

$$Q_{\text{adm}} = 0,85 \times 0,99 \times 2000$$

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

➤ **Détermination de nombre de voies :**

$$Q=5175.9 \text{ uvp/h.}$$

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

$$N = (2/3) \times 5175.9 / 1683 = 2.03$$

Le nombre de voie par sens est donc de deux (2).

Les calculs sont représentés dans le tableau suivant :

TJMA <sub>2010</sub> (v/j)	TJMA <sub>2013</sub> (v/j)	TJMA <sub>2033</sub> (v/j)	T <sub>eff 2033</sub> (uvp/j)	Q (uvp/j)	N
7000	7874.04	17253	43132.5	5175.9	<b>2</b>

# Chapitre IV

## Tracé en plan

### IV.1 Introduction :

Le **tracé en plan d'une route** est, avec le profil en travers et le profil en long, un des trois éléments qui permettent de caractériser la géométrie d'une route. Il est constitué par la projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route.

### IV.2 Les règles à respecter :

Il convient pour les projets des routes neuves (d'après ARP) :

- ❖ d'éviter les tracés en succession de grandes courbes (tracés de type autoroutier).
- ❖ de recourir de préférence à des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et de zones de visibilité de dépassement dans de bonnes conditions) alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal, et ne dépassant guère le rayon non déversé).
- ❖ d'éviter, en extrémité d'alignements droits importants (plus de 1 km) et quelle que soit la catégorie, les courbes de rayon inférieur à 300 m, de même qu'en bas de longues descentes rapides ; en extrémité d'alignements plus courts (0,5 à 1 km) éviter les courbes de rayon inférieur à 200 m.
- ❖ de respecter, lorsque deux courbes se succèdent (même séparées par un alignement droit, quelle que soit sa longueur) la condition suivante concernant leurs rayons R1 et R2 :  $0,67 < R1/R2 < 1,5$ , sauf si R1 et R2 sont supérieurs à 500 m.
- ❖ D'exclure les courbes en ove, en C, et à sommet

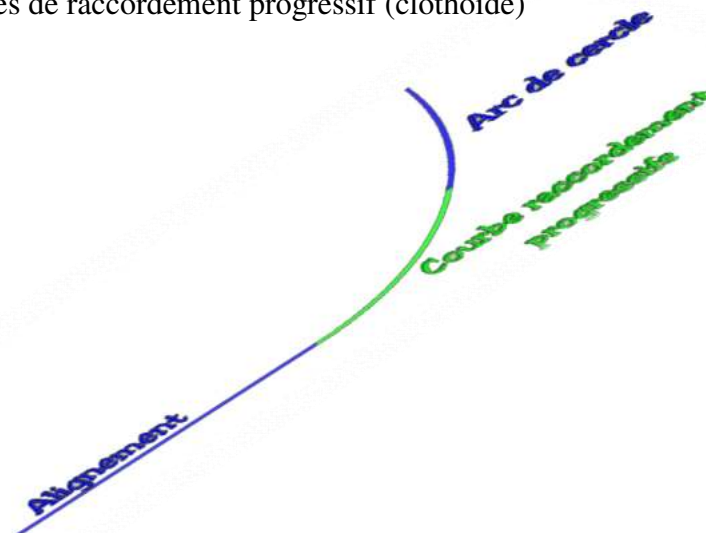
#### Remarque :

Ces dispositions introduisent en effet des variations de courbure susceptibles de surprendre l'utilisateur ou de rendre difficile l'appréciation de la courbure et de dégrader la sécurité.

### IV.3 Les éléments du tracé en plan :

Le tracé en plan comporte :

- ❖ des alignements droits
- ❖ des arcs de cercle
- ❖ des courbes de raccordement progressif (clothoïde)



### a) Les alignements droits :

Les alignements droits sont, en premier, définis par la disposition générale du tracé et serviront généralement de bases à la détermination des autres éléments (cercles, clothoïdes). Ils serviront éventuellement de raccordement entre deux cercles.

Pour des raisons de sécurité, il est recommandé d'alterner alignements droits et courbes circulaires : 40 à 60 % d'alignements droits, et on limite à 30 % les courbes à courbure progressive telles que les clothoïdes. Bien entendu les contraintes du projet peuvent de fait contraindre à des ratios différents.

### b) Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

### c) Stabilité en courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire de cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules.

- ❖ Aux points singuliers le dévers prend sa valeur maximale absolue  $\delta_{\max}$  on peut y circuler à la vitesse  $V_r$ . Le rayon du cercle est le rayon minimal absolu  $R_m$ ,
- ❖ Pour l'ensemble du tracé en dehors des zones correspondant aux points singuliers, le dévers ne peut atteindre que sa valeur normale, on peut y circuler à la vitesse  $V = V_r + 20$  Le rayon du cercle est le rayon minimal normal  $R_n$ ,
- ❖ Pour assurer l'évacuation rapide de l'eau de la surface de la chaussée le dévers de la chaussée est au minimum de 2,5 % (béton bitumineux) ou 2% (béton hydraulique). Le rayon des cercles où ce dévers doit exister doit être au moins égal au "rayon; au dévers minimal  $R_m$ ".
- ❖ Si de plus la chaussée, est "non déversée" (dévers inverse de celui nécessité par l'effet des forces centrifuges considérées dans ce cas comme négligeables dans le cas des chaussées situées côté extérieur de la courbe de façon à évacuer les eaux directement à l'extérieur de la plateforme), le rayon du cercle doit être au moins égal au rayon "non déversé"  $R_H$ .

### d) Surlargeur :

Un long véhicule à 2 essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

$$S = \frac{L^2}{2R}$$

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

### e) Les arcs de Courbe raccordement 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 :

- ✓ La stabilité transversale de véhicule.
- ✓ Le confort des passagers.
- ✓ La transition de la chaussée
- ✓ Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Il y a beaucoup des courbes de raccordement Pour assurer ce confort. Mais la clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets de route.

Leurs domaines d'utilisation sont les suivants :

- Ils servent de raccordement entre deux alignements droits entre deux cercles, entre cercle et alignements droits,
- Ils sont utilisés pour toutes les zones où le dévers doit varier.

### f) Définition de la clothoïde :

La **clothoïde** est une courbe transcendante plane dont la courbure est proportionnelle à l'abscisse curviligne.

#### Les éléments de la clothoïde :

$\Delta R$ : Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage)

$\sigma$  : Angle polaire (angle de corde avec la tangente)

$L$  : longueur de la branche de la clothoïde

$X_m$  : Abscisse du centre du cercle

$K_E$  : Extrémité de la clothoïde

$A$  : Paramètre de la clothoïde

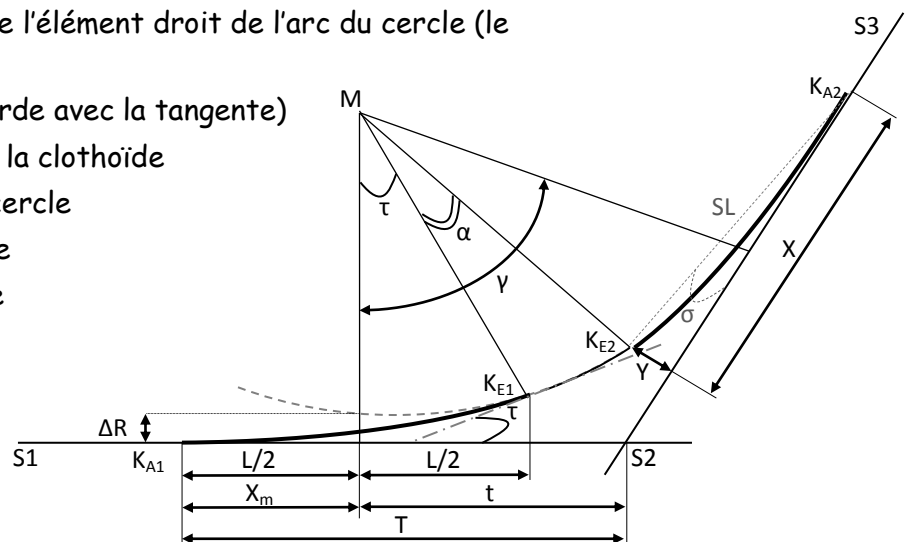
$K_A$  : Origine de la clothoïde

$\tau$  : Angle des tangentes

$SL$  : Corde ( $K_A - K_E$ )

$M$  : Centre de cercle

$X$  : Abscisse de  $K_E$



**g) Expression de la clothoïde :**

La courbure est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L (ou longueur de la clothoïde).

$$\text{On pose :} \quad \Rightarrow \quad K = C \cdot L \quad ; \quad K = \frac{1}{R} \quad L \cdot R = \frac{1}{C}$$

$$\frac{1}{C} = A^2 \quad \Rightarrow$$

$$A^2 = L R$$

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.

**❖ Les conditions de raccordement :**

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes :

- Condition optique : C'est une condition qui permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.
- 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.
- Condition de gauchissement : Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers.

Il est conseillé de donner à la clothoïde introduisant un arc circulaire la longueur suivante : (pour la norme ARP)

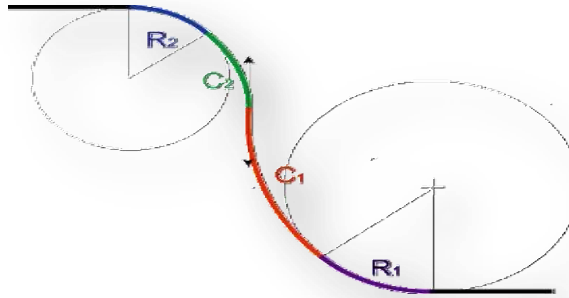
Profil en travers	Longueur de clothoïde
routes à 2 voies	$L = 6 R^{0.4}$
routes à 3 voies	$L = 9 R^{0.4}$
routes à 2 X 2 voies (de type R)	$L = 12 R^{0.4}$

Ce tableau résume le calcul de la longueur de clothoïde pour les trois conditions

**❖ COMBINAISON DES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN :**

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

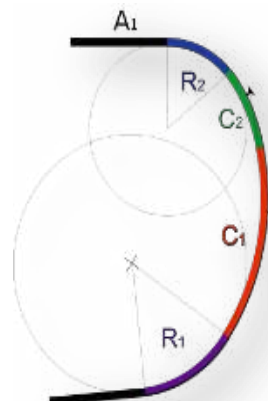
- **Courbe en S** : formées de deux arcs de clothoïde, de concavités opposées raccordant 2 cercles.



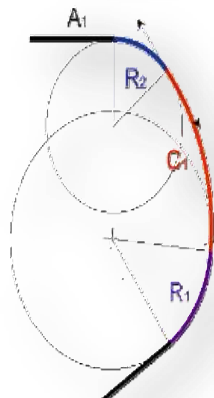
- **Courbe à sommet** : Deux arcs de clothoïde de même concavité raccordant 2 alignements droits.



- **Courbe en C** : Deux arcs de clothoïde de même concavité raccordant deux cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.



- **Courbe en oye** : Un arc de clothoïde de même concavité raccordant deux arcs de cercles, l'un intérieur à l'autre.



#### IV.4 PARAMETRES FONDAMENTAUX :

Paramètres fondamentaux des projets				
Désignation du paramètre		Symbole et unité		Catégorie de route
Vitesse de référence		V <sub>r</sub> (km/h)		60
Tracé en plan	Dévers maximal		$\delta_{max}$ (%)	7
	Rayon en plan R (m)	minimal absolu (dévers $\delta_{max}$ )	R <sub>m</sub>	120
		au dévers minimal	R <sub>dm</sub>	450
		non déversé	R <sub>nd</sub>	600
Profil en long	Déclivité maximale en rampe		⋯⋯⋯	7
	Rayon en angle saillant RV(m)	Minimal absolu	$R_{Vm}^{\wedge}$ (m)	1500
	Rayon en angle rentrant RV'(m)	Minimal absolu	$R_{Vm}^{\vee}$ (m)	1500
Paramètres cinématiques	Vitesse du véhicule		V (Km/h)	60
	Longueur de freinage		d <sub>0</sub> (m)	50
	Distance d'arrêt en alignement		d <sub>1</sub> (m)	65
	Distance d'arrêt en courbe		d <sub>2</sub> (m)	72

### IV.5 Exemple de calcul :

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe. La liaison que l'on a choisie se situe à la fin de notre projet. Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

S1	x = 473113,8135	, y = 4014794,107	, PK=0+530
S2	x = 473707,7381	, y = 4014735,9	
S3	x = 473604,4222	, y = 4015306,945	

Rayon R = 130m et  $V_r = 60\text{km/h}$

### Caractéristiques de la courbe de raccordement

- **Détermination de L :**

$$L = 12 R^{0.4}$$

A partir de cette formule on doit vérifier les trois conditions :

1. **Condition de confort optique**
2. **Condition de confort dynamique**
3. **Condition de gauchissement**

$$L = 12 * 130^{0.4} = 84\text{m}$$

- **calcul du paramètre A**

$$\text{On sait que : } A^2 = L.R$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{L.R} = 105\text{m}$$

- **Calcul de  $\Delta R$**

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = 2.26\text{m}$$

- **Calcul des Gisements :**

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$G_{S1}^{S2} = 300 - \arctg\left(\frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}\right) \quad G_{S1}^{S2} = 93,7807326 \text{ gr}$$

$$G_{S2}^{S3} = 300 - \arctg\left(\frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}\right) \Rightarrow G_{S2}^{S3} = 11,3947338 \text{ gr}$$

- **Calcul de l'angle  $\gamma$  :**

$$\gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}| = 82,3859987 \text{ gr}$$

- **Calcul de l'angle  $\tau$  :**

$$\tau = \frac{L}{2.R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{84}{2.130} \times \frac{200}{\pi} = 20,5677161 \text{ gr}$$

- **Vérification de non chevauchement :**

$$2.\tau = 41.156 \text{ gr.} \quad \Longrightarrow \quad 2.\tau \leq \gamma \Rightarrow \text{pas de chevauchement.}$$

$$\gamma = 82,3859987 \text{ gr}$$

- **Calcul des distances :**

$$\overline{s1 s2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 596,77\text{m.}$$

$$\overline{s2 s3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 580,31592\text{m.}$$

- **Calcul de l'abscisse du centre du cercle :**

$$X_m = \frac{A^2}{2.R} = \frac{L}{2} = 42\text{m.}$$

- **Abscisse de KE :**

$$x = L \left( 1 - \frac{L^2}{40.R^2} \right) = 83.123\text{m.}$$

- **Origine de KE :**

$$y = \frac{L^2}{6.R} = 9.046\text{m.}$$

- **Calcul de la tangente :**

$$T = X_m + (R + \Delta R) \text{tg}\left(\frac{\gamma}{2}\right) = 113,411\text{m.}$$

- **Calcul des Coordonnées SL :**

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = 29,93\text{m.}$$

- **Calcul de  $\sigma$  :**

$$\sigma = \text{arctg}\left(\frac{y}{x}\right) = \text{arctg}\left(\frac{9.046}{83.123}\right) = 2,44\text{gr.}$$

- Calcul de l'arc :

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 41.229$$

$$\widehat{K_{E1}K_{E2}} = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{200} = \frac{470 \times \pi \times 70.8036}{200} = 84,235\text{m.}$$

- Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} - (\overline{s1 s2} - T)\cos(300 - G_{S1}^{S2}) = 473594,8678\text{m.} \\ Y_{KA1} = Y_{S1} - (\overline{s1 s2} - T)\sin(300 - G_{S1}^{S2}) = 4014841,252\text{m.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} - T\cos(300 - G_{S2}^{S3}) = 473624,5253\text{m.} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} - T\sin(300 - G_{S2}^{S3}) = 4014845,313\text{m.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} - SL\cos(300 - \sigma - G_{S1}^{S2}) = 473727,9291\text{m.} \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} - SL\sin(300 - \sigma - G_{S1}^{S2}) = 4014847,499\text{m.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} + SL\sin(G_{S2}^{S3} - \sigma - 200) = 473721,473\text{m.} \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} + SL\cos(G_{S2}^{S3} - \sigma - 200) = 4014818,269\text{m.} \end{cases}$$

- Calcul de point kilométrique des points singuliers :

$$PK_{KA1} = PK_{S1} + \overline{s1 s2} - T = 1+013.36$$

$$PK_{KE1} = PK_{KA1} + L = 1+097.36$$

$$PK_{KE2} = PK_{KE1} + \widehat{K_{E1}K_{E2}} = 1 + 181.59\text{m.}$$

$$PK_{KA2} = PK_{E2} + L = 1 + 256.59\text{m.}$$

# Chapitre V

## Profil en long

### V.1 Introduction :

Un profil en long est la représentation d'une coupe verticale suivant l'axe d'un projet linéaire (route, voie ferrée, canalisation, etc.). Le profil en long est complété par des profils en travers qui sont des coupes verticales perpendiculaires à l'axe du projet. Leur établissement permet en général le calcul des mouvements de terres (cubatures) et, par exemple, permet de définir le tracé idéal d'un projet de manière à rendre égaux les volumes de terres excavés avec les volumes de terre remblayés. (Pas toujours facile !!)

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

### V.2 Choix des segments de droites :

La pente des droites ne peut dépasser un certain maximum fixé pour chacune des catégories de route : 4 à 8 % selon les catégories.

D'autre part, on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux s'effectue facilement. On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- ❖ 0,5% dans les zones où la pente transversale de la chaussée est inférieure à 0,5 %, s'il y a risque de verglas,
- ❖ Au moins 0,2 % dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage longitudinal d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément enterré du côté aval ;
- ❖ Au moins 0,2 % dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.
- ❖ La position des droites par rapport au terrain naturel dépend de plusieurs facteurs tels que :
  - ❖ éviter des terrassements inutiles : position proche de la surface du terrain naturel,
  - ❖ équilibrer les déblais-remblais,
  - ❖ minimiser le mouvement des terres,
  - ❖ accentuer la position en déblais pour accroître les déblais d'un matériau utile, protéger l'environnement (vue, bruit...),
  - ❖ accentuer la position en remblais pour éviter un mauvais matériau ou un matériau d'extraction onéreuse, rendre plus agréable la route à l'usager, éviter une zone inondable.

### V.3 Valeurs limites :

Les paramètres du profil en long doivent respecter les valeurs limites données dans le tableau :

Catégorie	R60
Déclivité maximale (%)	7
Déclivité minimale (%)	0.5
Rayon minimal en angle saillant $R_{V^{\wedge}}$ (m)	1500
Rayon minimal en angle rentrant $R_{V_{\vee}}$ (m)	1500

Sur une route appartenant à la catégorie R60, où la vitesse pratiquée sera de l'ordre de 60 km/h, l'exigence de visibilité conduit à utiliser un rayon en angle saillant d'environ 3 300 m. Par ailleurs, à l'approche des points particuliers (virages, carrefours, échangeurs, etc.) les contraintes de visibilité conduisent à adopter des rayons supérieurs aux valeurs minimales indiquées ci-dessus qui concernent les sections courantes.

#### **V.4 Coordination du tracé en plan et du profil en long :**

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

- ❖ associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- ❖ faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :  **$R \text{ vertical} > 6R \text{ horizontal}$** , pour éviter un défaut d'inflexion.
- ❖ supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de surcoût sensible ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

#### **V.5 Déclivités :**

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).

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.

- **Déclivité minimum :**

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

- **Déclivité maximum :**

Il est recommandable d'éviter La déclivité maximum qui dépend de :

- ✓ Condition d'adhérence.
- ✓ Vitesse minimum de PL.
- ✓ Condition économique.

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à ( $I_{\max} = 7\%$ ).

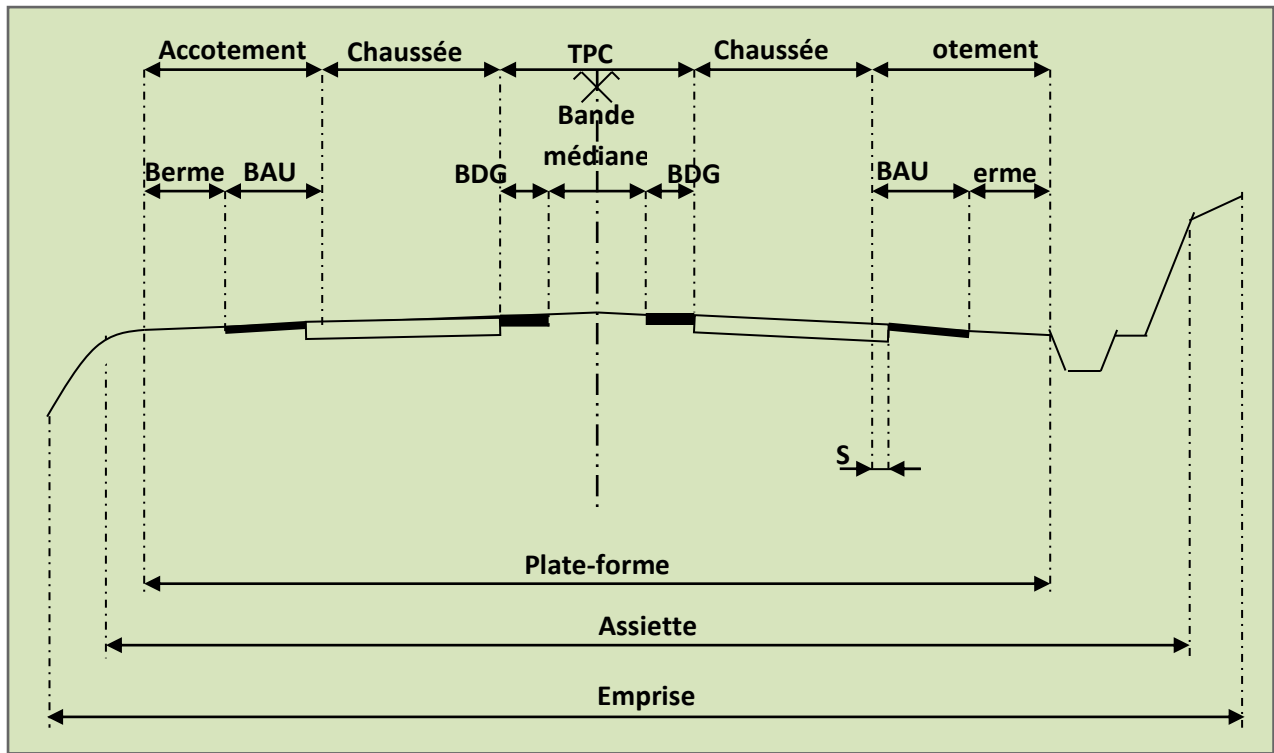
# Chapitre VI

## **Profil en travers**

## VI.1 Introduction :

En conception routière, le **profil en travers** d'une route est représenté par une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de la surface définie par l'ensemble des points représentatifs de cette surface.

## VI.2 LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :



- ❖ **L'emprise** : partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.
- ❖ **L'assiette** : surface du terrain réellement occupée par la route.
- ❖ **Plate-Forme** : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.
- ❖ **Chaussée** : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.
- ❖ **Accotements** : zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée.  
L'accotement est constitué de la berme et de la bande d'arrêt d'urgence.
- ❖ **Bande D'arrêt D'urgence** : elle facilite l'arrêt d'urgence hors chausse d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

- ❖ **La Berme** : elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). sa largeur dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.
- ❖ **Terre- Plein Central (T.P.C)** : il assure la séparation matérielles des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.
- ❖ **Couche De Surface Ou De Roulement** : la couche de surface constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné permet d'encaisser les efforts et le cisaillement provoqué par la circulation et d'assurer l'imperméabilisation de la chaussée.

Cette couche peut être simple c'est à dire réalisée en une seule couche d'un matériau, ou multiple, c'est à dire réalisée en plusieurs matériaux différents.

Dans ce dernier cas, on appelle couche de roulement celle qui est en contact direct avec les roues ; les autres couches sont appelées couches de liaison.

- ❖ **Couche De Base** : la couche de base a pour objet de résister aux efforts verticaux et de répartir sur le terrain les pressions qui en résultent .elle est constituée d'un matériau non traité de bonnes caractéristiques mécaniques.
- ❖ **Couche De Fondation** : la couche de fondation forme avec la couche de base le corps de chaussée. son rôle est identique à celui de la couche de base .mais elle est constituée d'un matériau non traité de moindre qualité (le tuf).
- ❖ **Sous Couche** : lorsque le corps de chaussée doit être préservé contre certains effets, on interpose entre celui-ci et le terrain une couche supplémentaire appelée sous couche (anti-contaminant pour empêcher les remontées d'argile, drainante pour assurer le drainage de la fondation, ou anticapillaire pour couper les remontées capillaires).
- ❖ **Couche De Forme** : la couche de forme est la surface de terrain préparée sur laquelle est édifiée la chaussée. dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer sur certaine épaisseur le sol naturel par un meilleur sol, sélectionné à cet effet on constitue ainsi une couche de forme qui améliore la portance du support en permettant entre autre la circulation des engins de chantier.
- ❖ **Les Trottoirs** : dans les agglomérations les accotements sont spécialement aménagés pour la circulation des piétons, ils prennent le nom de trottoir.
- ❖ **Banquettes** : lorsque le bord de l'accotement d'une route en remblai est plus de 1,00m au-dessus du sol naturel, on réduit les risques d'accident en établissant une levée de terre appelée banquette .de nos jours les banquettes sont remplacées par des glissières de sécurité.
- ❖ **Descentes De L'eau** : elles permettent l'évacuation des eaux de ruissellement le long des talus de remblai ou de déblai.

### VI.3 Classification du profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

- ❖ profil en travers type.
- ❖ profil en travers courant.

#### 1) Le profil en travers type :

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

#### 2) Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances régulières (10, 15, 20,25m...).qui servent à calculer les cubatures.

### VI.4 Application au projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la pénétrante sera compose d'une chaussée unidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

Deux chaussées de deux voies de 3.5m chacune	: $(2 \times 3.5) \times 2 = 14.00\text{m}$ .
Un terre-plein central de 2 m	: 2.00m.
Accotement de 2.00m	: $2 \times 2 = 4\text{m}$ .
Une berme de 0.5m pour chaque cote.	: $2 \times 0.5 = 1 \text{ m}$ .

# Chapitre VII

## **Cubatures**

### VII.1 Introduction :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général. Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers. La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai).

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle «les cubatures des terrassements »

### VII.3 Définition :

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- Les profils en long.
- Les profils en travers.
- Les distances entre les profils.

### VII.4 Les méthodes de calcul :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai. La méthode que nous allons utiliser est celle de la moyenne des aires, c'est une méthode simple mais elle présente un inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreurs. Pour être en sécurité, on prévoit une majoration des résultats.

### VII.5 Description de la méthode :

Le principe de la méthode de la moyenne des aires est de calculer le volume compris entre

deux profils successifs par la formule suivante :  $V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S)$

H : hauteur entre deux profils.

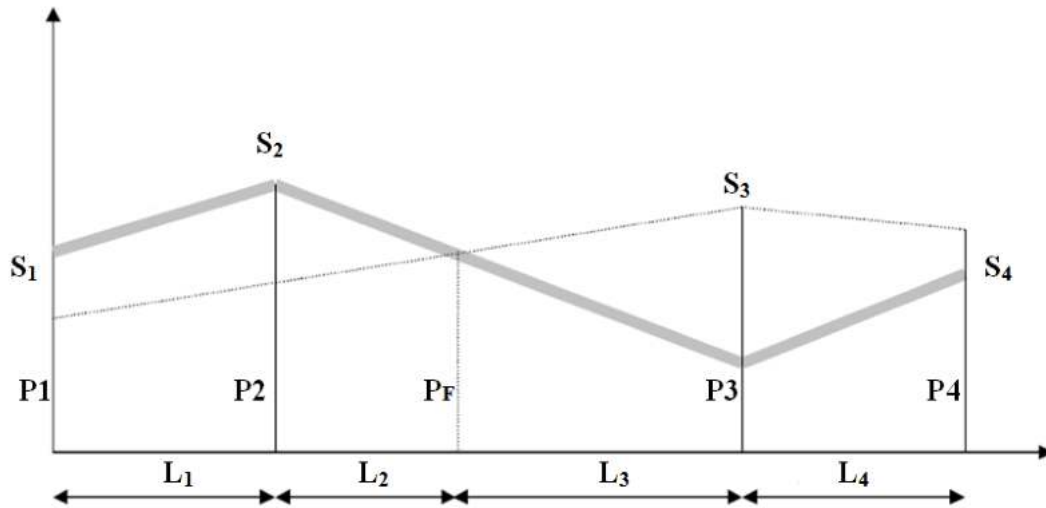
S0 : surface limitée à mi-distances des profils.

S1 : surface de profil en travers P1.

S2 : surface de profil en travers P2.

### Application

La figure ci-dessous représente le profil en long d'un tracé donné.



Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1, S2 sera égale à :

$$V_1 = \frac{L_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{\text{moy}})$$

Pour un calcul plus simple, on a considéré que :  $S_{\text{moy}} = \frac{S_1+S_2}{2}$

Donc :

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 : V_1 = L_1 \times \left(\frac{S_1+S_2}{2}\right)$$

$$\text{Entre } P_2 \text{ et } P_F : V_2 = L_2 \times \left(\frac{S_2+0}{2}\right)$$

$$\text{Entre } P_F \text{ et } P_3 : V_3 = L_3 \times \left(\frac{0+S_3}{2}\right)$$

$$\text{Entre } P_3 \text{ et } P_4 : V_4 = L_4 \times \left(\frac{S_3+S_4}{2}\right)$$

Le volume total V :  $V=V_1+V_2+V_3+ V_4$

$$V = \left(\frac{L_1}{2}\right) \times S_1 + \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) \times S_2 + \left(\frac{L_2 + L_3}{2}\right) \times 0 + \left(\frac{L_3 + L_4}{2}\right) \times S_3 + \left(\frac{L_4}{2}\right) \times S_4$$

**NOTA :**

Les résultats de calcul des cubatures sont joints en annexe.

# Chapitre VIII

## **Etude géotechnique**

### **VIII.1) Introduction :**

Afin d'alléger le trafic de la ville de Médéa, le contournement de celle-ci s'avère nécessaire, pour se faire la D.T.P de Médéa a mandaté la CTTP pour une étude technique, notamment du tracé et géotechnique.

L'exécution du programme de reconnaissance géotechnique en combinaison avec les visites de site permettront d'aboutir ci –après :

- Reconnaissance de la nature du sol support.
- Interprétation des caractéristiques géotechnique.
- Etude de la stabilité au glissement circulaire et estimation des tassements.
- Dimensionnement de la chaussée.

Les réflexions qui en découleront aboutiront sur des recommandations géotechniques visant à assurer la stabilité de l'infrastructure.

### **VIII.2) Les études géologiques :**

#### **❖ Introduction :**

L'étude géologique s'avère d'une nécessité et importance indiscutable, et doit intervenir bien en amont de toute étude pour contribuer au choix du tracé, à détecter ses points critiques (durs), et à bien connaître la nature du terrain qui servira d'assise pour le projet, afin d'éviter ou du moins limiter d'éventuels problèmes pouvant se poser en phase de réalisation ou après.

#### **❖ Géologie de site :**

La description lithostratigraphique de la région d'étude est basée essentiellement sur les essais in situ représentés par les puits de reconnaissance, et les sondages carottés.

La région de Médéa, est constituée par des terrains néogènes poste-nappes, délimitées par d'importants massifs montagneux d'âge plus ancien, ou le crétacé prédomine : l'Atlas de BLIDA au Nord, le massif de Berrouaghia au Sud.

Les terrains post-nappes de Médéa, s'étendent jusqu' aux plaines de Beni Slimane et du chellif. Ils forment des bassins néogènes intramontagneux, relativement peu élevés par rapport aux massifs de bordure.

Des fractures et des plis de direction principale NE-SW on t'affecté la région de Médéa, fragilisant ainsi les terrains meubles essentiellement marneux en l'infiltration des eaux pluvieuses.

### ❖ Stratigraphie

La description des coupes des sondages carottés et des puits de reconnaissance a révélé l'homogénéité aussi bien latérale que verticale des formations géologiques ; qui sont essentiellement meubles.

La succession lithologique est décrite ci-après :

- Terre végétale d'épaisseur moyenne allant de 0.2 à 0.6m.
- Sable argileux ou argileux ou argile sableuse et limoneuse, parfois caillouteux et souvent grésifiée.
- Des passages de bancs grèsent sont parfois présent pour constituer une armature pour la formation.
- Marne argileuse, compacte en profondeur de couleur grisât avec parfois.
- Intercalation de bancs gréseux ou renfermant des lentilles sableuses, le grès et le sable consolide la formation marneuse.

### VIII.3) les études Hydrographie et hydrogéologie:

#### ❖ Introduction :

Le drainage judicieux des eaux superficielles et souterraines garantit la pérennité de l'infrastructure, par conséquent la connaissance de l'hydrogéologie du présent projet est nécessaire, on distingue les :

- Les eaux superficielles (les oueds, la pluie,...).
- Les eaux souterraines (les nappes d'eaux,...).

#### ❖ Hydrographie et hydrogéologie du site :

Les études hydrauliques inventorieront l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface, ces études détermineront ensuite l'incident du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

#### • Hydrographie :

- C'est une science qui traite des cours d'eaux et des eaux stable d'une région.
- L'examen des chiffres mensuels des débits correspondants aux différents oueds de la région d'étude, fait ressortir un régime simple, et n'observent pas des crues violentes sur ces oueds.

L'objectif principal de l'étude hydrologique, en donnant en préalable les dimensions des obstacles hydrauliques.

- **Hydrogéologie :**

La région de Médéa et ses environs possèdent un climat méditerranéen avec de saisons : l'une humide est tempérée, l'autre est chaude et sèche avec une température qui avoisine les 32°, elle subit donc l'influence du continental du Sud ;et de la mer méditerranéenne du Nord . Les précipitations annuelles moyennes varient de 600mm/an en moyenne avec des chutes nivales non négligeables (épaisseur 0 à 60mm : janvier et décembre).

#### **VIII. 4) Etude géotechnique**

##### **VIII.4.1) Essais In Situ**

- 09 sondage carottés allant jusqu'à 15 m de profondeur, ces essais été réalisés au droit des sections dont la hauteur de déblai et remblai est supérieur à 8m :pour l'étude de stabilité.
- 30 puits de reconnaissance géotechnique poussés jusqu'à 3m de profondeur.

Ces essais ont été opérés chaque 250 m environ.

##### **VIII.4.2) Essais en laoratoire :**

###### **VIII .4.2.1) Essais physico-chimiques :**

- Les essais caractérisent la nature des sols .la granulométrie est réalisée par analyse granulométrique par tamisage pour  $D > 100\mu m$  et par sédimentométrie pour  $D < 100\mu m$  .la mesure d'argilosité est réalisée soit par la mesure des limites d'Atterberg, soit par la mesure de l'équivalent de sable, soit par essai au bleu de méthylène.
- Des essais caractérisent l'état des matériaux .la mesure de la teneur en eau (WO), des densités humides ( $\gamma_n$ ) et sèche ( $\gamma_d$ ) et du degré de saturation ( $S_r$ )
- Des essais caractérisent le comportement du sol au compactage on a recourt le plus souvent à l'essai (Proctor normal) ou modifié.
- Analyses chimiques sommaires.

###### **VIII.4.2.2) Essais mécanique :**

- Des essais caractérisent le comportement du sol au compactage on a recourt le plus souvent à l'essai Proctor normal ou modifié.
- Essai des cisaillements à la boîte de Casagrande (cohésion : C et l'angle de frottement :  $\phi$ )
- Essai de cisaillement au triaxial drainé pour déterminer les cohésions et les angles de frottement correspondants.

- Essai œnométrique pour connaître la contrainte de
- Préconsolidation ( $P_c$ ) ; le coefficient de compressibilité ( $C_c$ ) et l'indice de gonflement ( $C_g$ ).

### Pour le puits de reconnaissance

Puits n°	<u>nature</u>	WL (%)	IP (%)	Proctor modifié		CBR (92%)	Classifi- cation	Interprétation
				Wopm	$\gamma_{max}$ (t/m <sup>3</sup> )			
P2 p7 p9 p17 p27 p28	Argile sableuse ou sable argileux	30	14	13.5	1.84	7	A <sub>2</sub>	Argile sableuse plastique Plastique, étude moyenne portance
		-	-	-	-	-		
		44	24	14.7	1.95	15		
P4 ,p6,p8 P14,p19 P21,p22 P24,p25	Sable argileux, argile sableuse parfois marneuse ou limoneuse	46	26	8.9	1.96	12	A <sub>3</sub>	Sable argileux Plastique, de bonne portance et réutilisable, mais sous condition.
		-	-	-	-	-		
		64	39	11.9	2.08	15		
P3 ,p12 P15,p26	Argile sableuse grancho- caillouteus e avec des calcaires	60	40	12.9	1.8	8	A <sub>4</sub>	Argile sableuse Graveuse très plastique de moyenne portance réutilisable S/C
		-	-	-	-	-		
		68	44	15.8	1.93	12		
P5,p18	Sable léger et argileux.	21 - 25	9.5 -11	/	/	/	B <sub>5</sub>	Sable peu plastique de bonne portance et réutilisable
P11,p29	Argile avec des C calcaires.	25 - 31	13 - 17.5	9.8	2.06	09	B <sub>6</sub>	Argile mois plastique de moyenne portance réutilisable S/C

### VIII.5 Etude DE Stabilité :

La région de Médéa est connue par ses nombreux sites instables dont certains mouvements gravitaires restant jusqu'à présent en phase d'expertise.

Pour se prémunir contre le glissement de terrain et éventuellement des déplacements.

Verticaux (tassements), une étude de stabilité s'avère, les profils en long révèlent que les hauteurs maximum des déblais et remblais sont respectivement de 16 m et 7m environ cinq (05) profils représentatifs du site du présent projet sont pris en considération.

Pour les calculs de stabilité et sont les suivant :

Profil	terrassement	H (m)	PK
Profil 38	Déblai	16	0+560
Profil 205	Déblai	12	3+200
Profil 332	Déblai	10	5+048
Profil 195	Remblai	≈ 7	3+040

### VIII.5.1) Analyse manuelle de stabilité des talus (l'abaque de TAYLOR) :

Dans notre cas, nous avons pris le profil qui présente la hauteur la plus importante.

#### ❖ Vérification manuel :

Les caractéristiques physico-mécaniques de notre déblai sont :

- $C' = 41 \text{ KN/m}^2$
- $\varphi' = 24^\circ$
- $\gamma_t = 20 \text{ KN/m}^3$

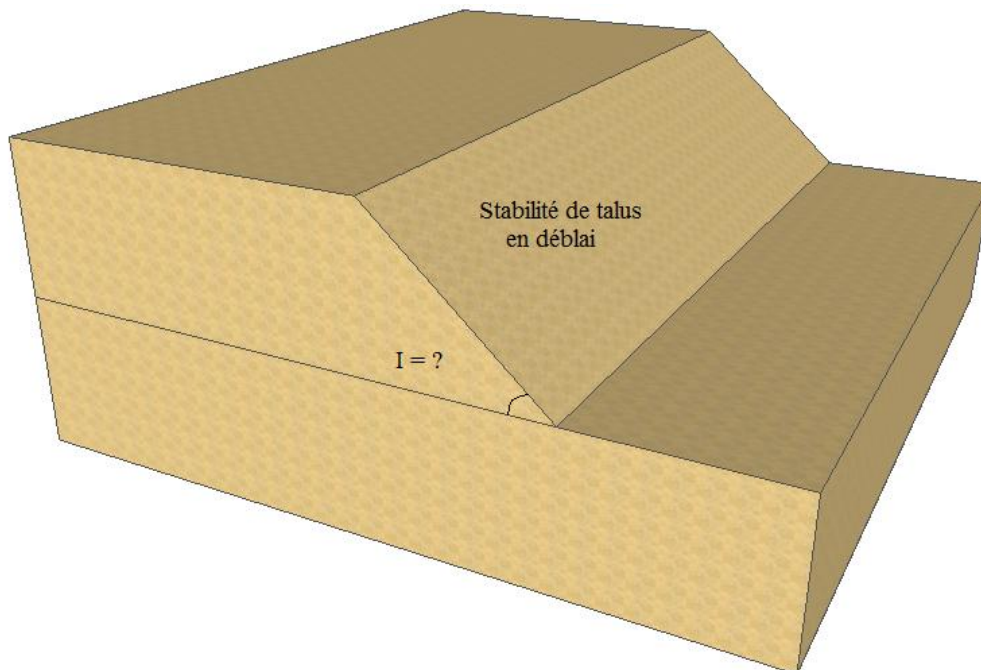


Figure 1

Pour notre cas, on a fixé le coefficient de sécurité  $F_s$  à 1,5 (en assurant la stabilité) et on procède au calcul de la pente du talus correspondante.

Donc :  $F = 1,5$ .

On a :

$$C_d = \left(\frac{C'}{F}\right) = \left(\frac{41}{1,5}\right) = 26.66 \text{KN/m}^2$$

$$C_d \left(\frac{1}{\gamma \times H}\right) = \left(\frac{14.67}{22 \times 16}\right) = 0.07$$

$$\Rightarrow i \approx 40^\circ$$

D'après l'abaque de Taylor l'angle de talus est d'environ de  $40^\circ$  par rapport l'horizontal.

### **VIII.5.2) Analyse automatique de stabilité des talus (TALRON 4) :**

#### **❖ Vérification automatique :**

La modélisation de ces profils, aboutit sur des fichiers de données d'ordre : Géologique, géotechnique et hydrogéologique ; dont le traitement par logiciel (TALRON 4) permet de ci construire les cercle de glissement probables et les facteur de sécurité (F)

#### **❖ Résultat et Interprétation :**

Les profils tels établit (berme chaque 04 ou 03 m de hauteur) ont été recommandés au préalable pour la stabilité des talus

En effet, tous les calculs automatiques de stabilité ont donné des facteur de sécurité  $> 1$

De plus le drainage de la nappe qui se trouve généralement entre 7 et 10 m est indispensable pour assurer la stabilité des talus

Les résultats des calculs de stabilité sont :

terrassement	$H_T$	$F_N$	$F_{SN}$
Déblai	16	1.52	1.78
Déblai	12	1.96	2.38
Déblai	10	1.67	2.03
Remblai	7	-	1.52

$F_N$  : Facteur de sécurité avec présence de nappe.

$F_{SN}$  : Facteur de sécurité sans présence de nappe.

L'analyse des résultats, révèlent clairement que la sécurité des talus de déblais dont la hauteur dépassent les 10 m est directement liée à la combinaison de (02) processus d'ordre topographique (système de berme) et hydrogéologique (drainage de la nappe). Pour les remblais et les déblais (> 7 m), la sécurité semble être assurée par le talutage en berme. Néanmoins, la fragilité des terrains de Médéa, impose une vigilance prémonitoire dont le drainage de la nappe est nécessaire.

### **VIII.6 Estimation des tassements :**

La nature argilo-sableuse des formations de la région de Médéa sont souvent peu compressibles ( $C_c$  moyen  $\approx 12\%$ ) à moyennement compressibles ( $12\% < C_c < 20$ ). Les remblais vont par conséquent engendrer les déplacements verticaux (tassement); par dissipation des pressions interstitielles suivant la loi de Terzaghi :

$$\sigma_T = \sigma' + \mu$$

$\sigma_T$ : Contrainte total

$\sigma'$  : Contrainte effective

$\mu$  : Pression interstitielle

Tout sol sollicité par des charges verticales induit des déplacements, dans le même sens des forces appliquées, est appelé «Tassements ». Par définition, les tassements sont donc des déplacements verticaux, vers le bas, du sol, provoqués par l'accroissement des contraintes effectives. Les tassements peuvent engendrer des désordres qui vont influencer sur la stabilité des ouvrages. Pour cette raison et pour empêcher tout désordre, surtout si le sol de fondation est compressible, avant de réaliser n'importe quel projet de génie civil, il est indispensable d'évaluer l'amplitude et les vitesses des tassements.

#### **❖ Type de tassement :**

Schématiquement, on à l'habitude de décomposer le tassement total  $\Delta h_t$  d'une couche compressible, sature, charge par un remblai, de la façon suivante :

$$\Delta h_t = \Delta h_i + \Delta h_c + \Delta h_s + \Delta h_f$$

- $\Delta h_i$ : est le tassement immédiat qui se produit, avant tout drainage donc à volume à pratiquement constant.

- $H$  : l'épaisseur du sol compressible.

- $\Delta h_c$  : est le tassement de consolidation primaire à déformation latérale nulle il est provoqué par l'écoulement de l'eau pendant la consolidation.

- $\Delta h_s$  : est le tassement secondaire à déformation latérale nulle; il s'effectue à pression interstitielle quasiment nulle ; Ce tassement  $\Delta h_s$  reste souvent négligeable Pour les argiles inorganiques.

**Sol sur consolidé** (noté : O.C)  $\sigma_c > \sigma_0$

C'est un sol qui a subi au cours de son historique une pression supérieure à l'actuelle pression.

$$\Delta h_1 = H \frac{C_s}{1+e_0} \log \frac{\sigma_c}{\sigma_{v0}'} + H \frac{C_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma_{v0}' + \Delta\sigma}{\sigma_c}$$

- $\Delta h$  : est le tassement de la couche du sol.
- $H$  : est la hauteur de la couche du sol compressible.
- $\Delta\sigma$  : La surcharge due au remblai.
- $\sigma_c$  : pression de consolidation.
- $C_c$  : coefficient de consolidation.
- $\sigma_{v0}'$  : Est la contrainte effective verticale initiale (à mi-couche).
- $\sigma_v'$  : Est l'incrément de contrainte effective (à mi-couche), dû à la charge appliquée.
- $e_0$  : est l'indice des vides initial.
- $C_s$  : coefficient de gonflement.

### VIII.6.1 Application du projet:

#### ❖ Calcul du tassement par la méthode œdométrique classique :

Le calcul se fait par la formule de TERZAGHI, qui néglige les tassements secondaires par rapport au tassement total.

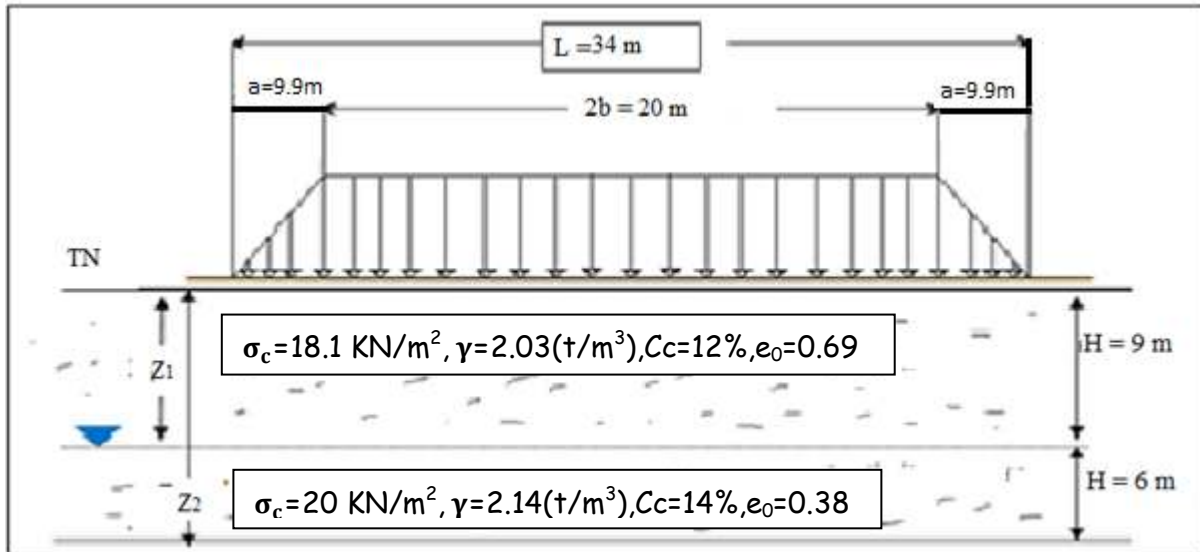
Dans le cas d'un sol multicouche, on calcule le tassement pour chaque couche, en utilisant la méthode des tranches.

#### ❖ Calcul du tassement selon le sondage : SC - 5 :

Le sondage SC5, de 15 mètres de profondeur, montre la lithologie suivante :

- terre végétale (argile brunâtre sombre) et remblai de 0.2 à 0,6 m.
- Marne moyennement, plastique à plastique, moyennement compressible et très gonflante de 0.6 à 9 m
- Marne saturée, plastique, peu compressible et très gonflante

**Schéma du profil type sus remblai**



❖ Calcul de  $\gamma_{sat}$  :

$$e = \frac{\gamma_s - \gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \Rightarrow \gamma_{sat} = \frac{\gamma_s + e \cdot \gamma_w}{e + 1}$$

Profondeur (m)	$\gamma_s$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_w$ (t/m <sup>3</sup> )	e	$\gamma_{Sat}$ (t/m <sup>3</sup> )
0 - 9	2.77	2.03	1.00	0.593	2.11
9 - 15	2.64	2.14	1.00	0.381	2.19

**0 < H < 9 m :**

$\gamma_s = 2.77$ (t/m<sup>3</sup>),  $\gamma = 2.03$ (t/m<sup>3</sup>),

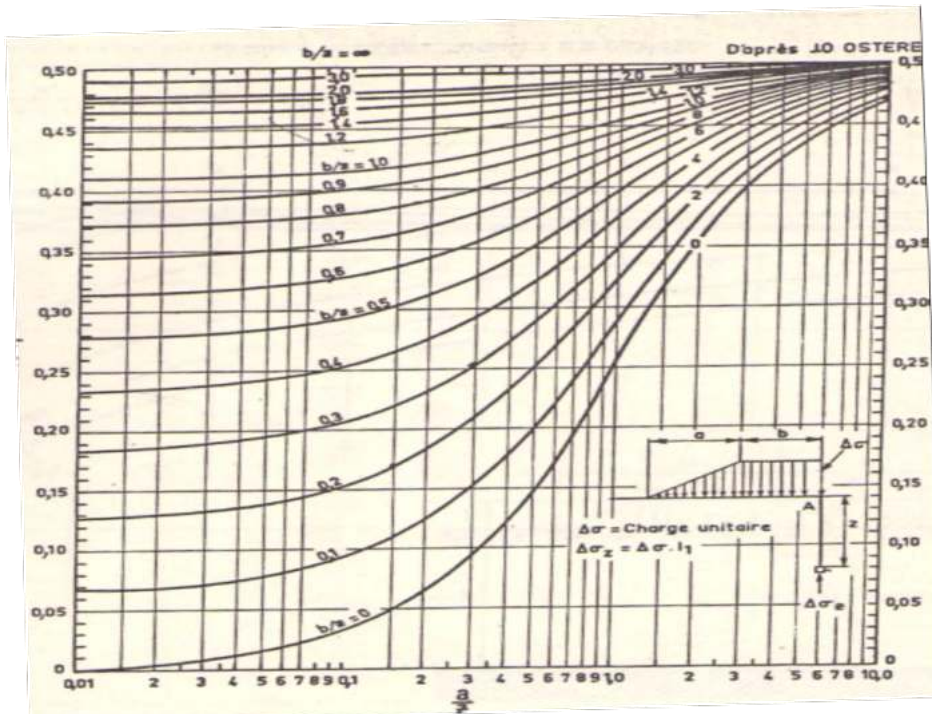
$\sigma_{v0} = \gamma_s \times (h_1/2) = 2.77 \times (9/2) = 12.46$ t/m<sup>2</sup>

$\sigma'_{v0} = \sigma_{v0} - u = 6.46$  t/m<sup>2</sup> ; u=6

$\Delta\sigma = 2I (q + q')$

$I(z, a, b) \longrightarrow I(1, 3, 5) \longrightarrow \left\{ \frac{a}{z} \mid \frac{b}{z} \right\} \longrightarrow \left\{ \frac{9.9}{9} \mid \frac{10}{9} \right\} \longrightarrow I = 0.46$

D'après l'abaque d'OSTERBERG.



$$q = \gamma_r \times h_r = 1.8 \times 7 = 12.6 \text{ t/m}^2$$

$$q' = 1 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta\sigma = 2 \times 0.46 \times (12.6 + 1) = 12.51 \text{ t/m}^2$$

$\sigma_{v0} < \sigma_c \Rightarrow$  Sol Surconsolidés.

$$\Delta h_1 = H \left[ \frac{C_s}{1 + e_0} \log \frac{\sigma_c}{\sigma_{v0}'} + \frac{C_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma_{v0}' + \Delta\sigma}{\sigma_c} \right]$$

On a :  $C_s = 2.3\%$  et  $C_c = 12\%$ .

$$\Delta h_1 = 650 \left[ \frac{0.023}{1 + 0.69} \log \frac{18.1}{6.46} + \frac{0.12}{1 + 0.69} \log \frac{6.46 + 12.51}{18.1} \right]$$

$$\Rightarrow \Delta h_1 = 6.74 \text{ cm} \Rightarrow 2.08\%$$

**9 < H < 15 m :**

$$\sigma_{v0} = \gamma \times h + \gamma_{\text{Sat}} \times (h_{\text{sat}} / 2) = 2.03 \times 6 + 2.77 \times 3 + 2.64 \times 3 = 28.41 \text{ t/m}^2$$

$$U = \gamma_w \times h = 1 \times 6 = 6 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{v0}' = \sigma_{v0} - U = 28.41 - 6 = 22.41 \text{ t/m}^2 > \sigma_c = 19.2$$

$\Rightarrow$  Sol sous consolidé

$$\Delta\sigma = 2I(q + q')$$

$$I(z, a, b) \longrightarrow I(2.5, 3, 5) \longrightarrow \left\{ \frac{a}{z} \middle| \frac{b}{z} \right\} \longrightarrow \left\{ \frac{9.9}{15} \middle| \frac{10}{15} \right\} \longrightarrow I = 0.40$$

$$q = \gamma_r \times h_r = 1.8 \times 7 = 12.6 \text{ t/m}^2$$

$$q' = 1 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta\sigma = 2 \times 0.40 \times (12.6 + 1) = 10.88 \text{ t/m}^2$$

$\sigma_{v0}' < \sigma_c \Rightarrow$  Sol sous consolidés.

$$\Delta h = \left( \frac{h \times C_c}{1 + e} \right) \times \log \left( \frac{\sigma_{v0}' + \Delta\sigma}{\sigma_c} \right)$$

$$\Delta h = \left( \frac{600 \times 0.14}{1 + 0.38} \right) \times \log \left( \frac{12.6 + 22.41}{20.4} \right)$$

$$\Rightarrow \Delta h_2 = 5.18 \text{ cm} \Rightarrow 1.09\%$$

$$\Delta H_t = \Delta H_1 + \Delta H_2 = 6.74 + 5.18 = 11.92 \text{ cm} \Rightarrow 0.8 \%$$

### ❖ Conclusion :

L'estimation des tassements qui a été faite est d'ordre de 0.8 %, ceci confirme la compressibilité très faible du sol en place. A la lumière des résultats de l'étude géotechnique, nous constatons que la réalisation du remblai de ce tronçon n'est pas préjudiciable.

### VIII.7 Gites et Matériaux :

Les matériaux du corps de remblai proviendront des gites à matériaux, du fait que les matériaux de déblais sont en leur quasi-totalité inutilisables (sauf le sable ou le sable argileux)

Les gites à matériaux sont rares dans la région de Médéa et ses environs ; le gite le plus proche de la région d'étude se situe à environ 9 km de la ville de Médéa.

Les deux autres gites qui peuvent être exploités sont :

- Oued Chiffa
- Oued bouhach (12 à 15 km de la ville de Médéa)

Pour le corps de chaussée, les carrières existantes sont :

- MEGA MORONO (20 km de la ville de Médéa).
- BEN SLIMANE (80 -90 km de la ville de Médéa).

### **VIII. 8 Commentaires et Recommandations :**

Les différentes visites de sites combinées à l'interprétation et aux calculs géotechniques; ont conjointement permis de mettre en relief des formations meubles argilo-sableuse à marneuses avec présence de nappe entre 4 et 8 de profondeur.

Les reliefs sont vallonnés, ce pendant les pentes du terrain naturel qui recevront les plus haute remblais sont plus ou moins douces ( $< 15\%$ ), jouant ainsi en faveur de la stabilité des talus de remblais

De la fragilité des faciès, la présence de nappe et la géomorphologie de la région d'étude, découlent les recommandations géotechniques ci-après :

- ❖ Drainage de la nappe avant le début des travaux de terrassement (sécurité au cours et après les travaux)
- ❖ Pour les déblais  $> 8$  m, réaliser des bermes de 3 à 4m de hauteur (selon la hauteur des déblais et les contraintes de distance)

Ces bermes auront une largeur de 3 m avec une contre pente 3%, chaque berme sera munie d'une semi-buse, relie au fossé bétonné en aval du talus de déblai.

La pente des déblais est de 4/5, celle des remblais est de 1/1.

- ❖ Protéger tous les talus de déblais par des masques drainants sableux ou graveleux
- Ou par recommandées surtout pour les déblais dont la hauteur dépassent les 10 m
- ❖ Réaliser un fossé de crête de talus de déblai qui récoltera les eaux en amont des talus de déblais
  - ❖ Avant la réalisation de la couche de forme et du corps de chaussée ; il est indispensable d'étaler une imperméable (argileuse non monmorillontique) de 20 cm ou une nappe de géomembrane pour protéger l'assise marneuse.
  - ❖ Végétalisation des talus de déblais et remblais.

### VIII.9 Conclusion Générale :

Les déplacements sur le site du présent projet « contournement de Médéa », la description lithologique, l'interprétation géotechnique et hydrologique ainsi que les différents calculs de stabilité ont conjointement permis de conclure que :

- Les profils en long ont mis en évidence des hauteurs de déblais importantes pouvant

Atteindre les 20m

La hauteur maximum des remblais est de 9 m

- les marnes sont souvent saturées ; moyennement plastique à plastique ; peu compressibles à compressibles : et souvent gonflantes.

Les argiles sableuses sont de faible à moyenne portance ( $8 < \text{CBR} < 15$ ) nécessitant ainsi une couche de forme.

- Les calculs de stabilité effectués sur de nombreux profils ; révèlent le caractère stable

Des talus de remblais et déblais à vis-à-vis du glissement circulaire ( $1.7 < F < 3$ ) ; et de l'assise routière vis-à-vis des tassements ( $2.5 \text{ cm} < \Delta H_T < 12 \text{ cm}$ ).

# Chapitre IX



## **Dimensionnement du Corps de** **chaussée**

### **IX.1 Introduction :**

De tous temps, l'objectif essentiel des structures des routes été la réalisation des chaussées résistantes, que la répétition des passages des véhicules ne puisse l'endommager trop rapidement.

C'est pourquoi l'évolution de la chaussée a toujours était étroitement lié avec celle du moyen de transport routier.

La qualité de la construction des chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisés conformément aux exigences arrêtées.

### **IX.2 Principe de la constitution des chaussées :**

Sous l'effet de passage des charge roulants et répétitive et pour un durée de vie donnée la répartition les charge par l'intermédiaire du la chaussée devra satisfaire aux conditions limite de déformation du sol support ou amélioré ( $\epsilon_z$ ,  $\gamma_d$  et  $\epsilon_{\text{rad}}$ ).

### **IX.3 Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée :**

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont :

#### **❖ Trafic :**

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur à 3.5tonnes) .il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

- De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes ;
- De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

N : trafic cumulé.

$$N = T \cdot A \cdot C$$

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul :

$\tau$  : Taux de croissance du trafic.

$$C = [(1 + \tau)^p - 1] / \tau.$$

p : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

#### ❖ Environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi :

La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne

#### ❖ 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.

#### ❖ Matériaux :

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois (le passage répété des véhicules lourds).

### **IX.4 Les principales méthodes de dimensionnement :**

On distingue deux familles des méthodes :

- les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances de la chaussée.
- Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

#### **1) Méthode de C.B.R :**

C'est une méthode semi-empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support.

Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivent la théorie de BOUSSINESQ soit inférieure à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice C.B.R.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$I_{CBR}$  : indice CBR

En tenant compte de l'influence du trafic :

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

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

N : désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide/par voie

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

Log : logarithme décimal.

Coefficient d'équivalence :

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

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.60 à 1.70

L'épaisseur totale à donner à la chaussée est

$$e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

$a_1 \times e_1$  : couche de roulement

$a_2 \times e_2$  : couche de base

$a_3 \times e_3$  : couche de fondation

## 2) Méthode du catalogue des structures :

Cette méthode découle du règlement algérien B60-B61 et elle consiste à déterminer la classe du trafic des poids lourds à la 20<sup>ème</sup> année et la classification du sol support. Une grille combinant les deux données oriente le projecteur sur le type de chaussée qui lui correspond.

### a) Détermination de la classe du trafic :

Quatre classes de trafic sont définies en se basant sur le nombre journalier moyen de poids lourds de plus de 5 t de charge utile sur la voie la plus chargée.

Il est supposé croître de façon géométrique au taux de 7 % par an. , sinon il faut corriger en fonction du trafic prévisible sur les 15 à 20 premières années de service.

À défaut d'informations sur le trafic PL de la voie la plus chargée, on pourra le prendre égal au 1/20 du trafic tous véhicules dans les deux sens, à condition que le nombre total de voies de circulation ne dépasse pas quatre.

Les classes de trafic sont les suivantes :

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule sur 20 ans
T <sub>1</sub>	$T < 7.3 \times 10^5$
T <sub>2</sub>	$3.7 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
T <sub>3</sub>	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
T <sub>4</sub>	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
T <sub>5</sub>	$T > 4 \times 10^7$

On commence par la détermination du trafic de poids lourds cumulé sur 20 ans et classer dans l'une des classes définies précédemment.

Le trafic cumulé est donné par la formule :

$$T_c = T_{PL} \left[ 1 + \frac{(1+\tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] 365$$

$T_{PL}$  : trafic poids lourds à l'année de mise en service.

$n$  : durée de vie ( $n = 20$  ans) .

### b) Détermination de la classe du sol :

Le sol doit être classé selon la valeur de CBR de densité Proctor modifier maximal les différentes catégories sont données par le tableau indique les classe de sols :

Classe du sol	Indices C.B.R
S <sub>1</sub>	25 – 40
S <sub>2</sub>	10 – 25
S <sub>3</sub>	5 – 10
S <sub>4</sub>	< 5

## IX.5 Application au projet :

Nous utilisons pour le calcul deux méthodes les plus applicables en Algérie.

Et les comparer afin d'obtenir le corps de chaussée le plus adéquat

Chaussée unidirectionnelles à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite.

On a :  $PL = 30\%$     $\tau = 4\%$     $CBR = 8$

$TJMA_{2013} = 7800.84v/j$  (année de mise de service)

$N_{PL2033} = 17092.6 * 30\% = 5127.69pl/j$

$N_{PL2029} = (17092.6/2) * 0.3 * 0.9 = 2307.42pl/j/sens_$

### 1) Méthode de C.B.R :

Parmi les méthodes de dimensionnement du corps de chassée couramment utilisées, on cite la méthode CBR améliorée (qui tient compte de l'intensité du trafic des poids lourds).

Avec :

$P$  : charge maximale par roue (6,5t).

$N$  : nombre moyen journalier des véhicules >1,5t à l'année horizon .

$I$  : Indice CBR.

Log : Logarithme décimal.

$E_{Eq}$  : Epaisseur équivalente en cm.

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{P})(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5}$$

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{2307.42}{10})}{8 + 5} \approx 45.6 \text{ cm}$$

Cette méthode considère que la chaussée est constituée d'un même matériaux, soit donc l'épaisseur obtenus par cette méthode est celle d'une chaussée entièrement réalisée en grave propre (grave de référence de coefficient d'équivalence égal à l'unité).

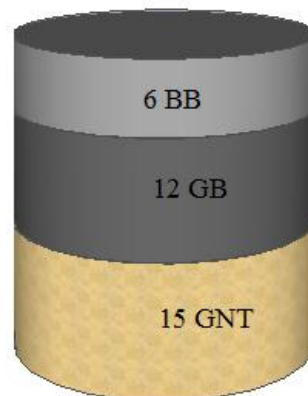
La détermination des épaisseurs des différentes couches d'une chaussée en matériaux divers est obtenue en utilisant les coefficients d'équivalence qui permettent de convertir l'épaisseur équivalente calculée en une épaisseur réelle constituée de matériaux.

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche

- Couche de roulement  $a_1 = 2$  : béton bitumineux.
- Couche de base  $a_2 = 1.5$  : grave bitume.
- Couche de fondation  $a_3 = 1$  : G.N.T.

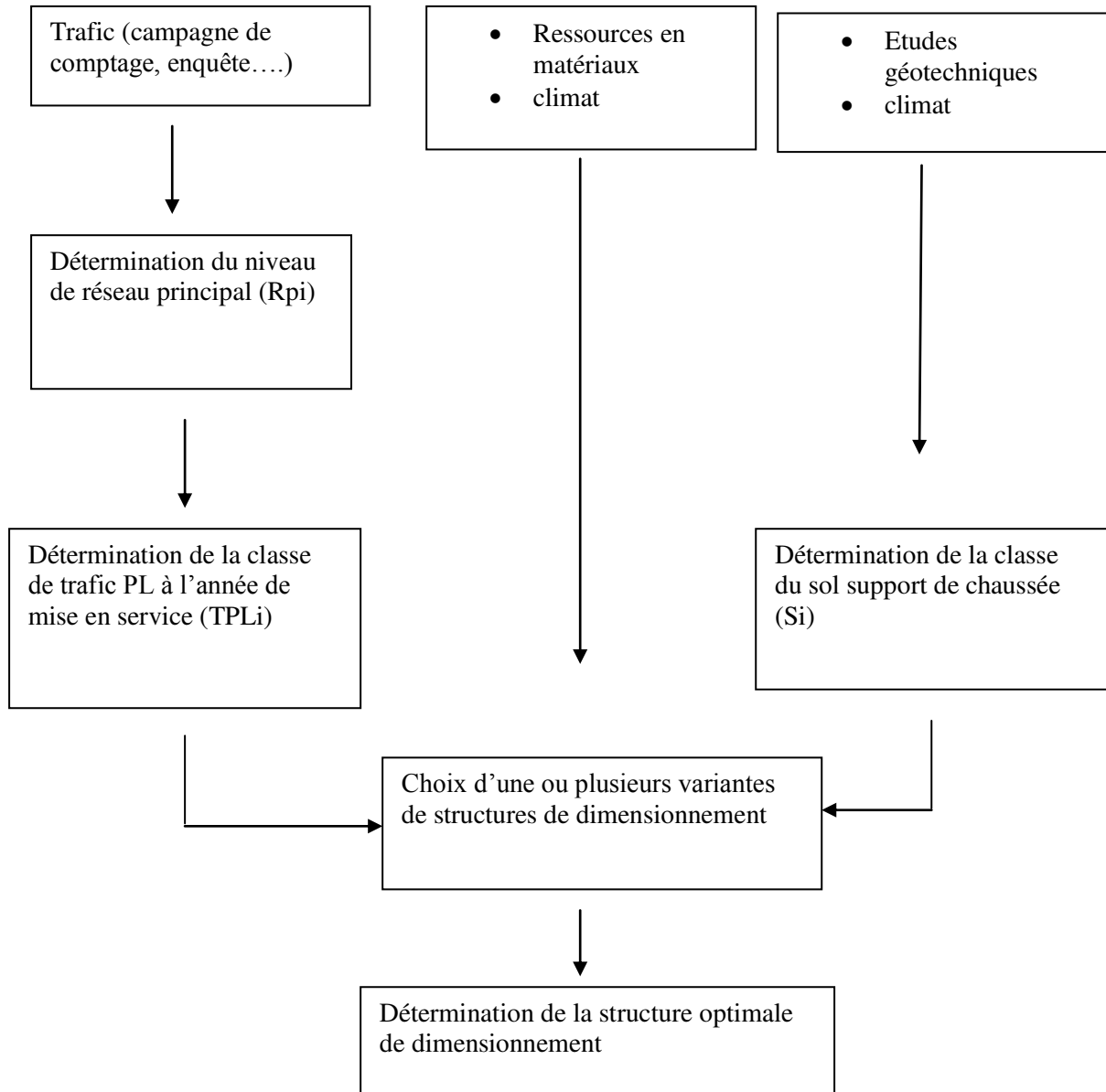
$$e = 6 \times 2 + 1.5 \times 12 + 1 \times 15 = 45 \text{ cm}$$

$$e = \sum_{i=1}^n a_i \cdot e_i$$



Donc épaisseur réelles est de 6 (BB) + 12(GB) + 15 (G.N.T)= 33 cm

## 2) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :( CTPP)

La démarche de catalogue❖ Détermination du type de réseau :

$$\text{On a : } TJMA_{2010} = 7000 \text{ v/j} > 1500 \text{ v/j}$$

La route principale présentant intérêt économique et stratégique.

Donc on est dans le réseau principal de niveau 1 (RP1).

❖ Détermination de la classe de trafic :

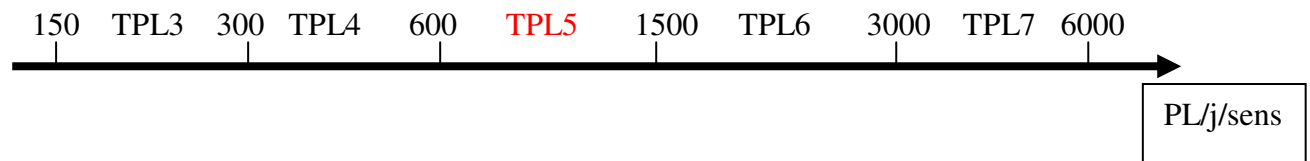
-Route unidirectionnelle a 2 voies, répartition du trafic 90% sur la voie de droite et 10% sur la voie de gauche.

- Durée de vie : 20ans, taux de d'accroissement : 4 %.
- $TJMA = 7000v/j$ . soit  $TJMA_{2013} = 7874.04 V/J$ .
- $TPL = (7874.04 \times \frac{30}{100} \times 0.9) / 2 = 1062.99 \text{ pl } /j/\text{sens}$ .

◆ Donc TPL 1062.99 PL/ j/sens.

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en TPL<sub>5</sub>.

Classe TPL<sub>i</sub> pour RP1 :



⇒ Coefficient d'agressivité :  $A = 0.6$

⇒ Risque de calcul :  $r = 10\%$

➤ Détermination de la portance de sol support de chaussée :

⇒ Classe de la portance du sol :  $E \text{ (MPA)} = 5 \times \text{CBR} = 5 \times 8 = 40 \text{ MPA}$

$$I_{\text{CBR}} = 8$$

$$8 < I_{\text{CBR}} < 15$$

❖ D'après le catalogue, l'ordre de portance de sol est de : S3.

⇒ Zone climatique : II (Médéa)

➤ Sur classement des sols supports de chaussées :

Le cas de sols de faible portance (S3 en RP1) est rencontré, le recours à une couche de forme devient nécessaire pour permettre la réalisation des couches de chaussées dans des conditions acceptable et d'utiliser le catalogue qui préconise le sol de classe S1 et S2 . . .

Le tableau donne des indications sur le choix de la couche de forme à réaliser :

classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol support visée (Si)
S3	Matériaux non traités (*)	40 cm (en 2 couches)	S2

**Matériaux non traités** (\*) : *Grave naturelle propre (T.V.O, T.V.C), Matériaux locaux.*

Avec les données citées plus haut, est une classe de sol S<sub>2</sub>, le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves préconise une structure de :

**6 BB+20 GB+30GNT** avec couche de forme (**40 cm en TUF**).

# Chapitre X

## Assainissement

## X.1 Introduction :

L'assainissement c'est l'évacuation des eaux usées, pluviales et industrielles. L'eau est le premier ennemi de la route, car elle influe sur la viabilité de la chaussée, d'où la nécessité d'une protection contre la nocivité des eaux. La présente d'étude hydraulique, nécessite la connaissance des données hydrauliques pour la détermination des débits de différente fréquence (décennal, cinquantaine ; centennales) aux diverses travées de la route par écoulement naturel. Pour cela on met en place des caniveaux ou des conduites pour que celle-ci soit drainée et collecté avec des réseaux d'assainissements locaux.

Les principes qui doivent toujours être présent à l'esprit lors de l'étude d'assainissement d'un projet :

- ❖ La sécurité de l'usager : Il faut éviter l'accumulation d'eau sur la chaussée.
- ❖ La protection de la route : La saturation des dispositifs d'évacuation des eaux ou le ruissellement trop important peuvent détériorer la route.
- ❖ La protection des milieux extérieurs : Le projet routier modifie en général le régime hydraulique superficiel et parfois interne de la zone traversée. Il faut veiller aussi aux risques de pollution des nappes phréatiques notamment et des zones de captage.

- **Le drainage :**

Le drainage est toujours essentiel qui conditionne le comportement de la route. Lorsque la route se dégrade, la cause est fréquemment à rechercher dans une insuffisance du drainage, la dégradation peut prendre un aspect spectaculaire, comme par exemple en période d'inondation, les talus et les déblais glissent, et les remblais sont emportés, ou lorsque l'eau pénètre dans le corps de chaussée et réduit ainsi la capacité portante de l'ensemble de la plateforme au point plus pouvoir supporter la circulation.

- **Drainage de la route :**

Si l'on veut qu'un corps de chaussée réponde à sa fonction, il faut, veiller avec soin à l'évacuation de l'eau qui ruisselle en surface ainsi que celle qui peut s'infiltrer dans les couches inférieures de la chaussés.

La pluie constitue le principal apport d'eau en surface sur une chaussée revêtue, mais au cours de son cheminement vers les fossés, elle peut s'infiltrer dans les accotements. Etant donné qu'il est impossible d'empêcher toute infiltration, on réalise des couches de bases particulièrement denses afin que l'eau ne puisse s'y accumuler, et on exécute les accotements comme faisant partie des couches de bases en utilisant les mêmes matériaux. Pour que l'eau ne stagne pas sur où voisinage de la route il faut :

- Eviter les pentes nulles.
- Essayer de réduire au maximum les distances ou le dévers avoisinant zéro.
- Réaliser les fossés où il faudrait.
- Réaliser les ouvrages d'évacuation.

Donc l'eau est une des facteurs influente sur la conception d'un projet d'assainissement, pour savoir le degré de son influence, on doit avoir au préalable les données naturelles suivantes :

- La pluviométrie de la région.
- La topographie de la région.
- L'hydrogéologie de la région.

## **X.2 Assainissement De La Chaussée :**

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, descente d'eau, tête de collecteur et dalot)

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

### **a) Fossé de pied de talus de déblai :**

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

### **b) Fossé de crête de déblai :**

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate -forme.

### **c) Fossé de pied de talus de remblai :**

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de la vitesse d'écoulement).ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate- forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

### **d) Drain :**

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

### **e) Descentes d'eau :**

Dans les sections des routes en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m.

### X.3 Etude Hydrologique :

L'étude hydrologique consiste en la détermination des débits de crue de chaque écoulement qui franchit le tracé routier. Par conséquent, tous les Oueds doivent être rétablis par des ouvrages hydrauliques (ponts, dalots et buses,...).

Cependant nous nous sommes basés dans nos calculs sur des données issues des supports suivants:

#### a) Données topographiques :

- Carte d'état-major éditée au 1/25000, ces dernières sont scannées.
- Levés topographiques sur une bande de 20 m de largeur sur tout le long de l'axe routier considéré.

#### b) Données pluviométriques :

La note sur les données pluviométriques, ou courbes **I.D.F** (intensité-durée-fréquence) recueillies auprès de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H.) direction régionale centre concernant la station TAMEZGUIDA code (011501) (**Index**).

#### Choix de la fréquence de pluie :

Le dimensionnement des ouvrages courants (buses et dalots) consiste en l'analyse de leurs capacités d'évacuation des eaux de ruissellement d'un coté à l'autre de la route.

Il est recommandé que le débit de référence adopté pour le dimensionnement de tous les ouvrages de franchissement (buses, dalots) soit celui dont la période de retour est de 10 ans.

### X.4 Estimation du débit de crue :

Le calcul du débit maximum limite, de fréquence donnée, à l'intensité moyenne 'I' de la pluie, et de durée 't' égal au temps de concentration, est effectué au moyen d'une formule donnant un débit approché par excès, celle-ci se dérive de la méthode dite **rationnelle** et elle est appliquée dans le cas des superficies inférieures à 200km<sup>2</sup>, elle est donnée par :

$$Q_a = K.C.I.A$$

$Q_a$  : Débit maximum d'eau pluviale (m<sup>3</sup>/s).

C : Coefficient de ruissellement.

I : Intensité de la pluie exprimée mm /h.

K : Coefficient de conversion des unités et est égale à 2,78.

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

### ❖ Superficie des bassins versants :

Le contournement, long de 11 kilomètres, traverse plusieurs écoulements dont, la superficie de leurs bassins versants varie.

Pour notre projet, Il existe dix-huit bassins versants qui ont été délimités en fonction de la structure des talwegs et des lignes de crêtes sur la carte d'état majors a l'échelle 1/25000<sup>ème</sup> scannées (**Index**), leurs surfaces sont déterminées à l'aide du logiciel Autocad version 2008

### X.5 Calcul de l'intensité de pluie I(t) :

On admet que l'intensité I(t) est celle dont la durée, sur une courbe intensité –durée-fréquence (**Index**), est égale au temps de concentration du bassin .Ce temps est exprimé par **tc**.

**Temps de concentration :**

1/ lorsque  $A < 5 \text{ km}^2$ :

$$t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}}$$

2/ lorsque  $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$  :

$$t_c = 0,108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

3/ lorsque  $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$ :

$$t_c = \frac{4\sqrt{A}}{0,8} + \frac{1,5L}{\sqrt{H}}$$

Où : **Tc** : Temps de concentration (**heure**).

**A** : Superficie du bassin versant (**km<sup>2</sup>**).

**L** : Longueur de bassin versant (**km**).

**P** : Pente moyenne du bassin versant (**m.p.m**).

**H** : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (**m**).

**Coefficient de ruissellement 'c'**

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : la couverture végétale, la forme, la pente et la nature du terrain.

Type de chaussée	Coefficient 'C'	Valeur prise
<b>Chaussée revêtue en enrobé</b>	0.8 – 0.95	0.95
<b>Accotement (sol légèrement perméable)</b>	0.15 – 0.4	0.40
<b>Talus, sol perméable</b>	0.1 – 0.3	0.30
<b>Terrain naturel</b>	0.0 – 0.2	0.20

**Détermination de l'intensité de I(t) :**

N°BV	Désignation	PK	Surface du B.V (ha)	Hmax (m)	Hmin (m)	Long (m)	P
01	E1	0+150	9,28845	780	740	274	15%
02	E2	0+907	36,90746	1100	860	1454	16%
03	E3	1+088	32,90746	1080	800	1795	16%
04	E4	1+351	36,90746	1100	860	1454	17%
05	E5	2+530	8,82623	1100	820	731	38%
06	E6	4+416	7,9615	1100	920	837	22%
07	E7	4+515	9,4685	1100	940	776	21%
08	E8	4+520	5,73384	1100	960	721	19%
09	E9	4+642	5,73384	1100	960	721	19%
10	E10	4+960	11,2262	1100	950	684	22%
11	E11	5+665	11,87925	1100	940	770	21%
12	E12	5+846	19,38676	1100	940	762	21%
13	E13	6+154	12,14463	1100	910	991	19%
14	E14	6+232	12,14463	1100	910	921	21%
15	E15	6+345	14,68779	1100	900	913	22%
16	E16	7+116	27,64363	1000	860	844	17%
17	E17	7+562	22,0225	1000	800	1068	19%
18	E18	7+625	22,0225	1000	800	1133	18%
19	E19	7+647	36,6317	1000	800	1138	18%
20	E20	8+000	26,9662	1000	780	1359	16%
21	E21	8+206	14,6298	1000	780	1484	15%
22	E22	8+260	14,2759	1000	780	1484	15%
23	E23	8+450	13,3437	1000	780	1484	15%

24	E24	9+367	9,22004	800	740	545	11%
25	E25	9+655	7,11307	800	730	703	10%
26	E26	9+780	7,05617	800	720	690	12%
27	E27	9+930	8,12489	820	720	805	12%

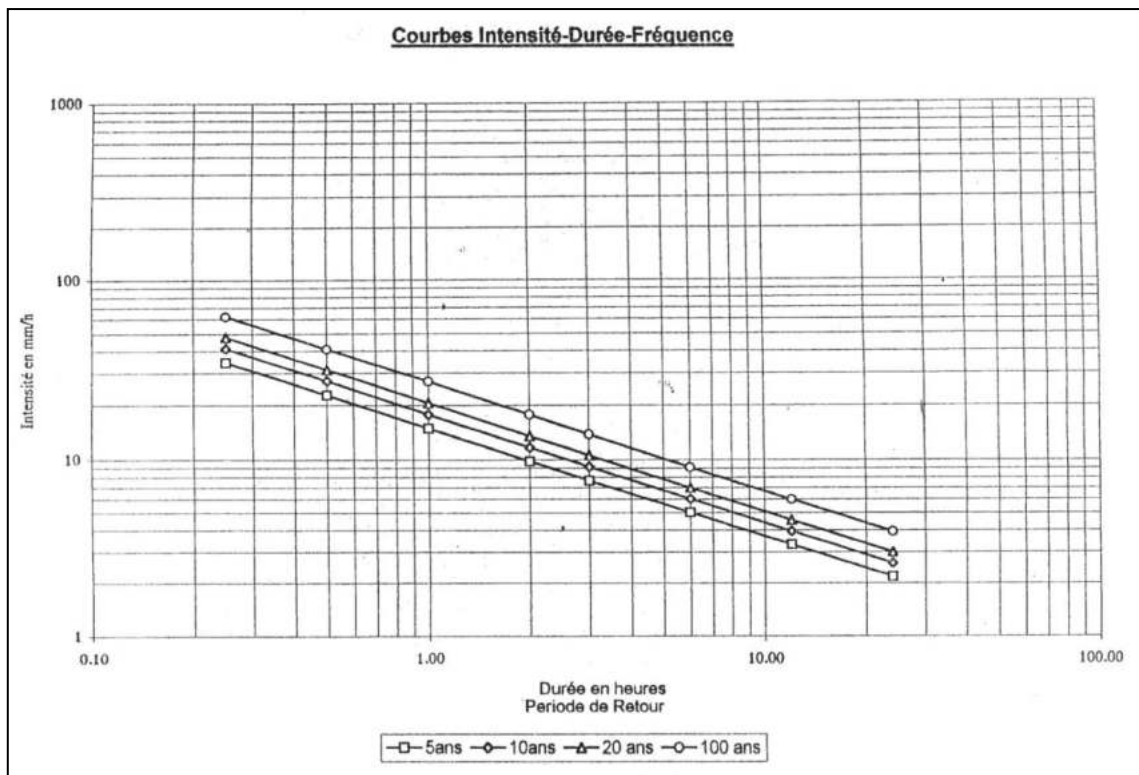
**Détermination du temps de concentration :**

**L** : longueur de thalweg

**H<sub>max</sub>** : l'altitude maximale de B.V

**H<sub>min</sub>** : l'altitude minimum de B.V

$$P = (H_{max} - H_{min}) / L$$



- A partir du temps de concentration et des courbes I.D.F., on tire directement la valeur de l'intensité de pluie.

### X.6 Système de drainage longitudinal :

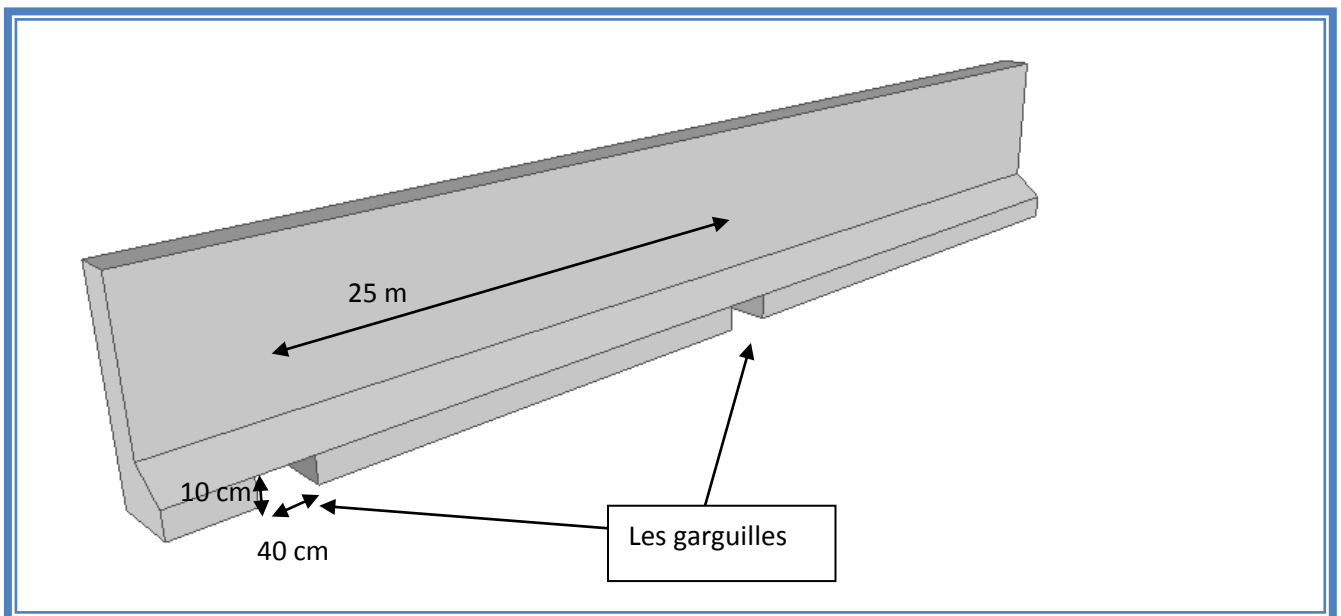
Dans note projet nous n'avons que le remblai sur tout le long du tracé ; donc Le système de drainage longitudinal de l'autoroute, soit un système en parallèle avec le profil en long « fossés de pied et descentes d'eaux » doit être conçu de manière à assurer la sécurité à long terme de l'autoroute et de ses composantes, de même que des ouvrages de drainage et de protection contre l'érosion.

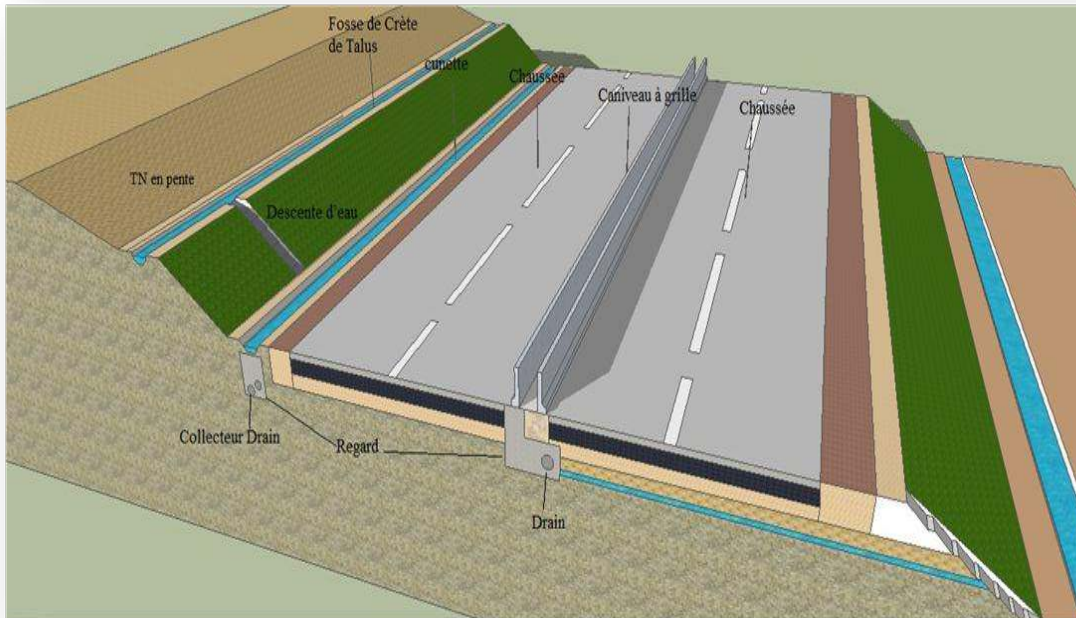
➤ **Sections en remblai de hauteur inférieure à 4m :**

Lorsque la hauteur de remblai est inférieure à 4m, la surface du talus n'est pas sujette à l'érosion par les eaux superficielles sur la chaussée qui sont drainées par des dispositifs d'assainissement de la plate-forme jusqu'au secteur en dehors de la plate-forme.

➤ **Sections en remblai d'une hauteur supérieure ou égale à 4m :**

Pour les sections en remblai d'une hauteur supérieure à 4m, il est prévu des gargouilles de 40cm×10cm à chaque 25m le long du GBA (glissière en béton adhérent), qui seront raccordés aux descentes d'eau. Les eaux pluviales sur chaussée seront évacuées dans les fossés de pied de remblai par des descentes d'eau. Voir le plan





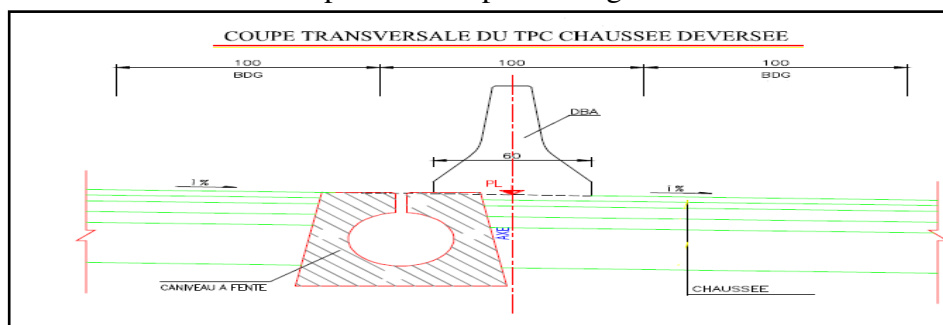
**Schéma représente la descente d'eau**

➤ **Assainissement du TPC :**

En section courante, le TPC sera revêtu et en toit. Il ne nécessitera donc pas d'assainissement particulier

➤ **Assainissement des chaussées déversées :**

En section déversée nous avons un rayon de 130 m qui a un dévers unique vers le TPC, donc il sera prévu des collecteurs à fente sur la BDG de la chaussée extérieure pour recueillir les eaux et les évacuer hors plate-forme par des regards et des buses traversée.



❖ **Dimensionnement des fossés :**

Le dimensionnement se fait dans le cas défavorable, où il y a un grand espace, entre le PK 1+320 et PK 2+660 de longueur 1222 m.

La hauteur des talus est important alors on prévoit des fossés en béton Armé d'une forme trapézoïdale

➤ **Calcul de la surface du bassin versant :**

Le dimensionnement des fossés dépend de profil en long et les points de refoulement (un drain ou un oued), donc on dimensionne les fossés selon leurs départs et fins.

	Longueur	largeur	Surface
chaussée	1222	7	0,008554
accotement	1222	2	0,002444
talus	1222	31	0,037882

➤ **Calcul du débit d'apport (Qa):**

Surface d'apport	Kst	Surface (ha)	Coefficient de Ruissellement 'c'	Intensité de l'averse mm/h	Debit(m <sup>3</sup> /s) Qai	Debit total Qa
Chaussée	0,278	0,008554	0,95	41,37	0,0934	<b>0,24</b>
Accotement	0,278	0,002444	0,4	41,37	0,0112	
Talus	0,278	0,037882	0,3	41,37	0,13070	

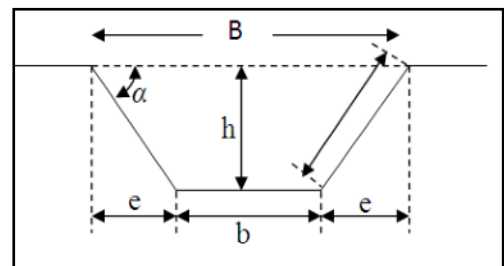
➤ **Calcul du débit de saturation (QS):**

➤ **La section mouillée :**

$$S_m = bh + 2(eh/2).$$

Avec :  $1/\text{tg } \alpha = m$ , d'où :  $e = m.h$

$$S_m = bh + mh^2 \Rightarrow S_m = h(b + mh).$$



➤ **Le périmètre mouillé :**

$$P_m = b + 2.B$$

$$\text{Avec : } B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + hm^2} = h\sqrt{1 + m^2}$$

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

➤ **Le Rayon hydraulique :**

$$R_h = S_m / P_m = h (b + mh) / (b + 2h\sqrt{1 + m^2})$$

$$\text{On a } Q_s = Q_a = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S$$

$$= \frac{1}{n} \times I^{1/2} \times \left[ \frac{h (b + mh)}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}} \right]^{2/3} \times h (b + mh)$$

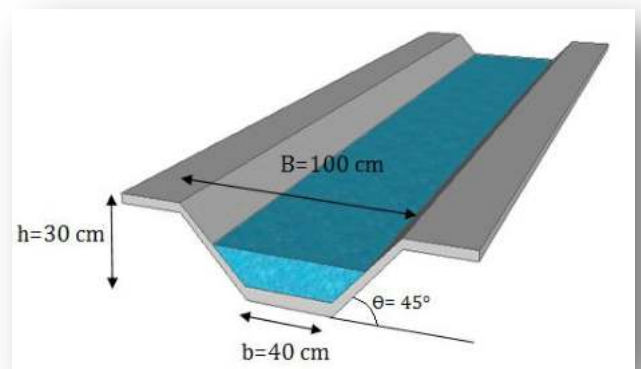
On pose :  $b = 0.3 \text{ m}$  et Pour un angle de  $45^\circ \Rightarrow m = 1$ .

Pour la pente hydraulique du fossé « I », on met :  $I = 10^{-2}$  c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

$K_{ST}$  : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 70 (au béton collé sur place).

Donc on obtient la formule suivante :

$$H = \left[ \frac{Q_a}{K_{ST} \times b \times I^{1/2}} \right]^{3/5} \frac{[1 + 2\sqrt{2} \times \frac{h}{b}]^{2/5}}{1 + \frac{h}{b}}$$



D'après le calcul itératif on a trouvé la hauteur  $h = 0.24 \text{ m}$ .

Pour des raisons de sécurité on prend un fossé standard ( $b = 40 \text{ cm}$ ,  $h = 30 \text{ cm}$ ,  $B = 100 \text{ cm}$ ).

**X.7 Système de drainage transversal :**

L'écoulement des bassins versants se draine à travers la route via des dalots et des buses.

❖ **Dimensionnement des buses :**

Pour dimensionner les buses on prend  $Q_a = Q_s$

$$Q_a = K.C.I.A$$

Nous avons :

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

Avec :

- **Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler :**

Les ouvrages sont proposés en béton armé, nous avons pris pour les buses, un coefficient de rugosité égal à 80.

- **Section et périmètre mouillés :**

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

$$H_r = 0,75 \varnothing \quad \text{si } \varnothing \leq 1\text{m}$$

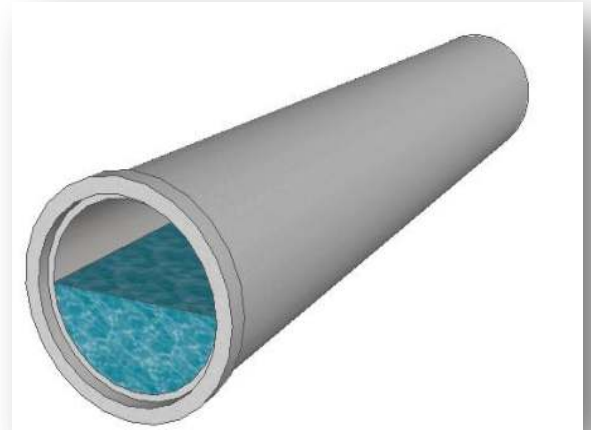
$$H_r = 0,80 \varnothing \quad \text{si } \varnothing > 1\text{ m}$$

$\varnothing$  : diamètre de la buse

$$\underline{S_m} : \text{surface mouillée} = \frac{4}{5} \times \pi \times R^2$$

$$\underline{P_m} : \text{le périmètre mouillée} = \frac{4}{3} \times \pi \times R$$

$$\underline{R_h} : \text{rayon hydraulique} = \frac{3}{5} R$$



Pour la pente hydraulique des buses « I », on met :  $I=1\%$  c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

$K_{ST}$  : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 80 (aux buses préfabriqués).

Nous avons :  $Q_a = 1.51\text{m}^3/\text{s}$ .

$$Q_s = Q_a = S \times K_{ST} \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Q_s = Q_a = \left( \frac{4}{5} \times \pi \times R^2 \right) \times K_{ST} \times \left( \frac{3}{5} \times R \right)^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$R = \left[ 1.75 \frac{Q_a}{K_{ST} \cdot \pi \cdot I^{1/2}} \right]^{3/8}$$

**NB :** Pour notre projet l'implantation des buses est résumé dans le tableau récapitulatif ci-dessous

- ❖ **Dimensionnement des dalots :**

La section de dalot est calculée comme pour le fossé. Seulement, on change la hauteur de remplissage par la hauteur du dalot.

-Pour dimensionner les dalots il faut que le débit rapporté par le bassin versant (connu), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot Ce débit est donné par la formule de MANNING STICKLER.

$$Q_s = S \cdot K_{ST} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Avec :

- $K_{ST}$  : pour les dalots (béton armé) nous avons pris un coefficient de rugosité égal à 70.

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

$$H_r = 0,80 H \quad \text{si } H \leq 2 \text{ m}$$

$$H_r = H - 0,50 \quad \text{si } H > 2 \text{ m}$$

H : hauteur du dalot

Donc :

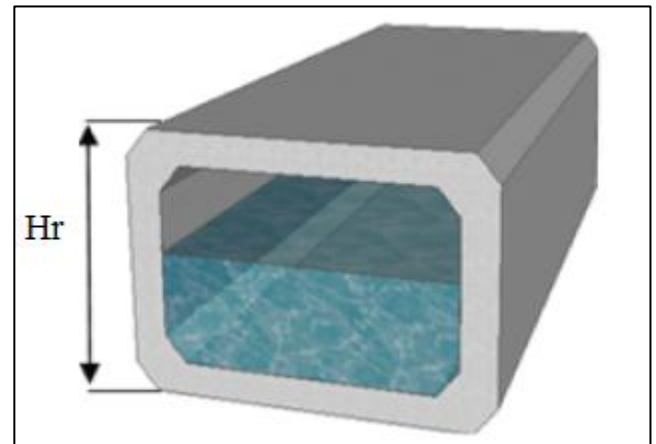
- Périmètre mouillé :  $P_m = 2 \times 0,8 \times h + L$

Section mouillée :  $S_m = 0,8 \times h \times L$

Rayon hydraulique :  $R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0,8 \cdot h \cdot L}{1,6 \cdot h + L}$

- Pente longitudinale de l'ouvrage  $i = 0,1\%$

$$Q_s = K_{st} \times i^{1/2} \times 0,8 \times h \times L \times \left[ \frac{0,8 \cdot h \cdot L}{1,6 \cdot h + L} \right]^{2/3}$$



Donc :

La surface mouillée :  $S_m = 0,8H \times B$

Le périmètre mouillé :  $P_m = 1,6H + B$

Le rayon hydraulique :  $RH = \frac{0,8H \times B}{1,6H + B}$

$$Q_a = Q_s = K_{st} \cdot I^{1/2} \cdot S \cdot RH^{2/3}$$

$$H = \frac{1}{0,8B} \left( \frac{Q_a}{K_{st} \cdot I^{1/2}} \right)^{3/5} (1,6H + B)^{2/5}$$

D'après un calcul itératif on trouve les résultats qui sont dans le tableau récapitulatif

Nota :

{	Buse en : (mm)
	Dalot en : (m)

Type d'ouvrage	Écoulements	Dimensionnement
Buse	E1	Ø 1500
Dalot	E2	bxh = 3X3
Buse	E3	bxh = 3X3
Buse	E4	bxh = 3X2
Buse	E5	Ø 1500
Buse	E6	Ø 1500
Buse	E7	Ø 1500
Buse	E8	Ø 1500
Buse	E9	Ø 1500
Buse	E10	Ø 1500
Buse	E11	bxh = 3X2
Buse	E12	Ø 1500
Dalot	E13	Ø 1500
Dalot	E14	Ø 1500
Dalot	E15	bxh = 3X2
Dalot	E16	bxh = 2X2
Dalot	E17	bxh = 2X2
Dalot	E18	bxh = 3X2
Buse	E19	bxh = 2X2
Buse	E20	Ø 1500
Buse	E21	Ø 1500
Buse	E22	Ø 1500
Buse	E23	Ø 1500
Buse	E24	Ø 1500

Buse	E25	Ø 1500
Buse	E26	Ø 1500
Buse	E27	Ø 1500

# Chapitre XI

## **Impact sur l'environnement**

### **XI.1) Introduction :**

Dernièrement, tout le monde réclame à une politique claire concernant la protection et la préservation de l'environnement.

L'Algérie et dans le même objectif à élaboré des textes d'introduire et de prendre 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 quantitatifs monétairement, ce qui apporte des éléments de comparaison supplémentaire pour le choix entre les différentes variantes du tracé routier.

L'objectif d'une étude d'impact sur l'environnement est d'analyser les dégradations et les écosystèmes traverser 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.

La consistance de ce rapport portera sur la mise en contexte du projet et le développement des chapitres de:

- ❖ La description des milieux physique, humain, biologique, et du paysage traversé
- ❖ La description des composantes du projet que sont: le tracé en plan, les échangeurs, les ouvrages d'art et le profil en travers type
- ❖ L'analyse des impacts environnementaux : leurs activités, leurs sources, et leurs évaluations.
- ❖ Et une conclusion résumant les impacts et des Activités génératrices des impacts appréhendés, les Sources d'impacts et valeur environnementales des éléments du milieu, et Évaluation des impacts environnementaux
- ❖ Et enfin, une conclusion qui résume toutes les contraintes identifiées et recensées.
- ❖ Les lois en vigueur pour la réglementation des études d'impact sur l'environnement sont répertoriées et résumé en annexe. Aussi, un tableau est joint qui résume les impacts engendrés par le projet.

### **XI.2) Contexte et raison d'être du projet :**

#### **XI.2.1) Mise en Contexte du projet :**

Le programme de développement du réseau autoroutier de la Wilaya Médéa, consiste à connecter le réseau de la wilaya au réseau national pour assurer l'échange et la fluidité du trafic externe et inter wilaya.

La consistance de ce projet sur plan national, fait de lui un projet de priorité. Ce dernier, en combinaison avec d'autres aménagements prévus, permettra l'échange de trafic entre les différentes wilayas du territoire national.

### **XI.2.2) la démarche de L'ÉTUDE :**

L'étude d'impact sur l'environnement du contournement de la ville de Médéa fait l'objet d'une démarche logique qui aboutira à un rapport articulé en volets distincts :

- ❖ volet 1 : un inventaire des données recueillies, la description de l'état initial et éléments pertinents du milieu.
- ❖ volet 2 : l'analyse des impacts et les contraintes environnementales à prendre en compte.
- ❖ Volet 3 : proposition de mesure d'atténuation des impacts identifiés

### **XI.2.3) Objectifs et portée de l'étude d'impact sur l'environnement :**

Les objectifs de la présente Étude d'impact sur l'environnement sont les suivants :

- ❖ Assurer l'intégration des contraintes et opportunités inhérentes au milieu dans la démarche de conception de la nouvelle infrastructure.
- ❖ Identifier et évaluer l'importance des impacts appréhendés du projet sur le milieu physique, biologique et humain, ainsi que sur le climat sonore et le paysage.
- ❖ Proposer des mesures visant à atténuer les impacts identifiés afin d'optimiser l'intégration du projet dans le milieu récepteur.

## **XI.3 Aspect de l'environnement à préservé 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 :

### **a) 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 la prévention des eaux superficielles et souterraines contre la pollution, la conception de bassin anti-pollution ou de merlon anti-déversement est un moyen assez efficace de réduire ce type de nuisances aussi le drainage des routes doit être conçu de façon à retenir l'eau dans les micros bassins pour affaiblir les inondations et évaluer les eaux stagnantes.

### **b) pollution de l'aire :**

La pollution de l'aire due au trafic routier est essentiellement causée par le gaz d'échappements de (Co, No<sub>x</sub>, Hc), et la poussière.

Pour lutter contre ces effets, la politique de transport doit veiller à :

Améliorer la carburation et les moteurs pour limiter les rejets de gaz.

Utiliser d'autre mode de transport.

Utiliser d'autres sources d'énergies.

Régler le trafic et contrôler les véhicules et les vitesses.

Encourager les plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'aire.

#### **• Taux d'émission polluants :**

Le taux d'émission est calculé par la formule :  $q = T \cdot Q$

Tel que :  $q$  : taux d'émission en (g/m).

$Q$  : les coefficients d'émission en (g/m/s)

T : nombre de véhicules par seconde passant par la voie.

## **XI.4 Analyse des impacts environnementales méthodologies :**

### **XI.4.1) Identification des impacts :**

L'identification des impacts du projet est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu traversé et l'infrastructure à réaliser.

Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'impact associées aux phases de pré-construction, de construction et d'exploitation de la nouvelle infrastructure et les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées.

L'identification des impacts se fait sur la base d'une matrice d'interactions.

### **XI.4.1) Évaluation des impacts :**

Les principales étapes menant à l'appréciation de l'importance des impacts sont présentées sur le tableau qui suit. L'évaluation de l'importance des impacts environnementaux fait appel à plusieurs paramètres, soit :

- ❖ la valeur environnementale du milieu affecté;
- ❖ le degré de perturbation ou de bonification;
- ❖ l'intensité de l'impact (qui est fonction des deux paramètres précités);
- ❖ la durée; la mise en œuvre éventuelle de mesures d'atténuation.

## **XI.5 mesures d'insertion et d'atténuation proposées :**

### **XI.5.1) Mesures d'atténuation particulières :**

#### **a) Milieu physique :**

- ❖ Limiter les interventions sur les sols sensibles à l'érosion, fragiles, en pente ou peu portants. Désigner les aires de circulation à privilégier.
- ❖ S'assurer, par un avis géotechnique préalable aux travaux, que le secteur ne risque pas de subir un glissement de terrain pendant et à la suite des travaux.
- ❖ N'obstruer en aucun temps le passage de l'eau et s'assurer de la présence d'un canal d'écoulement pour évacuer les crues subites. Tout batardeau doit être conçu de manière à permettre l'écoulement en tenant compte des débits maximums susceptibles de survenir pendant la période des travaux.
- ❖ Implanter des mesures tel l'enrochement (perré) ou l'aménagement de bassins de rétention pour ralentir la vitesse d'écoulement de l'eau et pour protéger la surface des fossés dans les secteurs en pente, particulièrement là où le sol est sensible à l'érosion et dans les zones de mouvement de terrain.

#### **b) Milieu biologique :**

- ❖ Éviter de rediriger les eaux de ruissellement directement vers les cours d'eau et habitats humides, aménager plutôt des bassins de rétention au sommet des talus afin de limiter l'apport de matières en suspension ou tout autres substances en provenance de la chaussée.
- ❖ Durant et après les travaux de construction, s'assurer que les abords de la route de contournement soient bien drainés afin d'éviter la formation de mares stagnantes favorisant la formation de salines.

**c) Milieu humain :**

- ❖ Baliser les infrastructures temporaires ou permanentes (par exemple les zones de déblais, les fossés, etc.) qui présentent un risque d'accident;
- ❖ Utiliser une signalisation adéquate, s'assurer d'une vitesse maximale appropriée pour la circulation de la machinerie et des véhicules lourds;
- ❖ Prévenir et informer les propriétaires dont le terrain va être modifié lors des travaux;
- ❖ Maintenir l'accès aux résidences et aux secteurs utilisés pour des activités récréo-touristiques, de même qu'aux terres en culture durant les travaux.
- ❖ Baliser les infrastructures publiques (par exemple les lignes électriques, les réseaux d'AEP et d'assainissement) qui se situent à l'intérieur des aires de travaux ou à proximité.

**d) Milieu sonore :**

- ❖ protéger les résidences touchées à une distance de 40 mètres de l'autoroute (mur anti bruit).

**e) Milieu visuel :**

- ❖ Réaliser les travaux de terrassement des pentes selon les normes et le recouvrement des surfaces à l'aide d'une couche de terre végétale suffisante pour la reprise de la végétation.
- ❖ Effectuer des travaux de reboisement à l'aide d'espèces arborescentes et arbustives d'essences variées compatibles avec les usages et fonction de l'infrastructure routière. Si possible, utiliser des espèces représentatives des espèces environnantes et adaptées à la nature et aux taux d'humidité des sols en présence, de même qu'aux embruns salins.

**XI.5.2) Mesures d'atténuation générales :**

- ❖ Les chemins d'accès au chantier, aux aires d'entreposage ou à tout autre aménagement temporaire doivent être à au moins 60 m du milieu hydrique;
- ❖ Utiliser une machinerie en bon état de fonctionnement afin de minimiser les risques de déversement accidentel et l'émission de polluants atmosphériques;
- ❖ L'abattage doit être fait de façon à ne pas endommager les arbres et les arbustes à conserver;
- ❖ Végéter toutes les surfaces déboisées ou défrichées durant les travaux qui sont situées à l'extérieur de l'emprise de la nouvelle route;
- ❖ S'assurer de l'efficacité de la reprise végétale sur une période de 24 mois après la fin des travaux;
- ❖ S'assurer que le réseau de drainage ne modifiera pas les conditions hydrologiques des propriétés voisines de l'emprise (assèchement de zones marécageuses ou création de zones d'accumulation d'eau);

- ❖ S'assurer que les fossés et les ponceaux sont de dimensions suffisantes pour évacuer les eaux de ruissellement provenant de l'autoroute et des cours d'eau traversant l'emprise. Pour ce faire, se référer à l'étude hydrologique et hydraulique portant sur le type de ponceau à installer et leur dimension;

### **XI.5.3) Mesures applicables :**

#### **1) Emplacement des Chantiers :**

Les divers emplacements possibles des sites seront situés en zones rurales ou à la périphérie des zones urbaines. L'installation de tels sites à l'intérieur de zones urbaines n'est envisageable que dans les zones industrielles autorisées avec contrôle d'accès approprié. Le choix de l'emplacement du chantier nécessitera une attention toute particulière.

De manière générale, le site devra être situé de telle sorte qu'il permette l'accès aisé :

- ❖ aux routes principales existantes,
- ❖ aux sites de construction,
- ❖ aux infrastructures existantes,

#### **2) Déversement des Eaux Usées :**

D'une manière générale, il est souhaitable que le chantier soit relié à un système d'égout existant avec l'approbation des services compétents. Cette approbation dépendra du volume des eaux usées, des capacités existantes du système et de l'aptitude du système de traitement et de décharge à traiter le type de déchets prévu.

Lorsque le raccordement à un système existant ne peut être envisagé, il est nécessaire de mettre en place un système autonome de récupération et de décharge des eaux usées. Dans ce cas, il s'agira de choisir le site en fonction des facteurs suivants :

- ❖ les conditions souterraines, par exemple pour l'utilisation de fosses septiques,
- ❖ le respect des ressources souterraines, en particulier en zones de recharge,
- ❖ autres facteurs importants.

#### **3) Déversements Accidentels et Fuites :**

Les déversements accidentels et les fuites de produits chimiques entreposés sur les sites représentent une menace sérieuse pour les ressources en eau.

Il convient donc de demander à l'entrepreneur de soumettre à la DTP, l'inventaire des matériaux devant être stockés sur le site, ainsi qu'une évaluation des quantités de matériaux nécessaires périodiquement. Les quantités seront données à titre indicatif.

L'entrepreneur devra s'attendre à des directives qui comprennent des mesures telles que :

- ❖ l'identification des matériaux devant être séparés les uns des autres,
- ❖ l'utilisation par les employés de vêtements et d'équipements de protection,
- ❖ les techniques de manipulation appropriées,
- ❖ d'autres mesures de sécurité telles que les systèmes de ventilation et de lutte contre l'incendie.

#### **4) Accès :**

L'atténuation des impacts causés par le trafic de construction devrait comprendre :

- ❖ le contrôle d'accès,
- ❖ le nettoyage de la route,
- ❖ la définition des routes et pistes d'accès autorisé.

- ❖ Le contrôle d'accès nécessitera la restriction des mouvements tournants aux points d'accès autorisés, ainsi que l'amélioration éventuelle de l'agencement des points de jonction afin d'éviter et réduire les accidents.

Certaines mesures concernant la maintenance de la route d'accès seront nécessaires afin que sa chaussée soit gardée en bon état. Les flaques d'huile, la boue et autres matériaux devront être nettoyés régulièrement.

En plus du programme de contrôle d'accès, l'entrepreneur devra soumettre un programme de maintenance de la route et de signalisation

### **XI.6) Conclusion :**

L'objectif principal à atteindre est celui d'intégrer l'équipement dans le paysage qu'il traverse avec le minimum de nuisances économiques, environnementales et écologiques.

# Chapitre XII

## **Carrefour**

## **XII.1 Introduction :**

Un carrefour est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours, car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables.

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.

## **XII.2 Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour :**

Les choix d'un aménagement de carrefour doivent s'appuyer sur un certain nombre de données essentielles concernant :

- ❖ Les valeurs de débit de circulation sur les différentes branches, l'intensité des mouvements tournant et leur évolution prévisible dans le futur.
- ❖ Les types et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant (point acidogènes).
- ❖ Des caractéristiques de sections adjacentes et des carrefours voisins.
- ❖ Respect de l'homogénéité du tracé.
- ❖ De la surface neutralisée par l'aménagement.

## **XII.3 Choix de l'aménagement :**

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.
- ❖ Objectif de fonctionnement privilégié pour un type d'utilisateur.
- ❖ Objectif de la capacité choisie.
- ❖ Objectif de sécurité.

## **XII.4 Les types de carrefours :**

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont :

### **XII.4.a) Carrefour à trois branches (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.

### **XII.4.b) Carrefour à trois branches (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°).

### **XII.4.c) Carrefour à quatre branches (en croix) :**

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).

### **XII.4.d) Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :**

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

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

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale). Aucune intersection ne subsiste; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rondpoint.

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°). En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé.

## **XII.5 Principes généraux d'aménagements d'un carrefour :**

- ❖ Les cisaillements doivent se produire sous un angle de  $90 \pm 20$  à fin d'obtenir de meilleure condition de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.
- ❖ 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.
- ❖ Eviter si possible les carrefours à feux bicolores.

### **XII.5.a) 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.

### **XII.5.b) 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.

### **XII.5.c) Données de base :**

- ✓ La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
- ✓ La vitesse d'approche à vide ( $V_0$ ) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base.
- ✓ Les conditions topographiques.

### **XII.5.d) Les îlots :**

Les îlots sont aménagés sur les bras 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 et la limite de la chaussée: 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.

### **XII.5.e) Îlot directionnel:**

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

### **XII.5.f) Les couloirs d'entrée et de sortie:**

Largeur de couloirs :

- ✓ Entrée 4m.
- ✓ Sortie 5m.

## **XII.6 Application au projet :**

### **XII.6.a) Choix de type de l'aménagement:**

Dans notre cas on n'a pas des données sur le trafic de chaque branche. L'environnement et la topographie du terrain d'implantation de chaque carrefour, notre choix de type d'aménagement est réparti comme suit :

- ✓ intersection de contournement avec la RN1 et CC de Moualdia on a choisi un carrefour giratoire pour les raisons suivantes :
  - Le trafic sur la route est très important.
  - L'avantage de sécurité.
  - Stockage de véhicule à l'intérieur de giratoire.
  - Diminuer la vitesse.

### **XII.6.a) Caractéristique géométrique :**

#### **1. Forme et dimension de l'îlot central :**

##### **▪ La forme :**

Il est recommandé de donner à l'îlot central une forme circulaire (la sécurité étant meilleure sur les girations circulaires)

##### **▪ Dimensions :**

En milieu interurbain, une valeur de 15 à 30 m en général suffisante pour notre cas, on a pris un rayon de 25m.

#### **2. Chaussée annulaire :**

##### **▪ Largeur :**

En milieu interurbain ou périurbain, une chaussée annulaire de 8 m de largeur, constituée de deux voies matérialisées de 4m est suffisante.

Il faut éviter les voies supplémentaires de tourné à droite, direction qui pose des problèmes de priorité.

##### **▪ Dévers :**

On a choisi un dévers uniforme de 2,5 % vers l'extérieur

### 3. Géométrie de l'entrée :

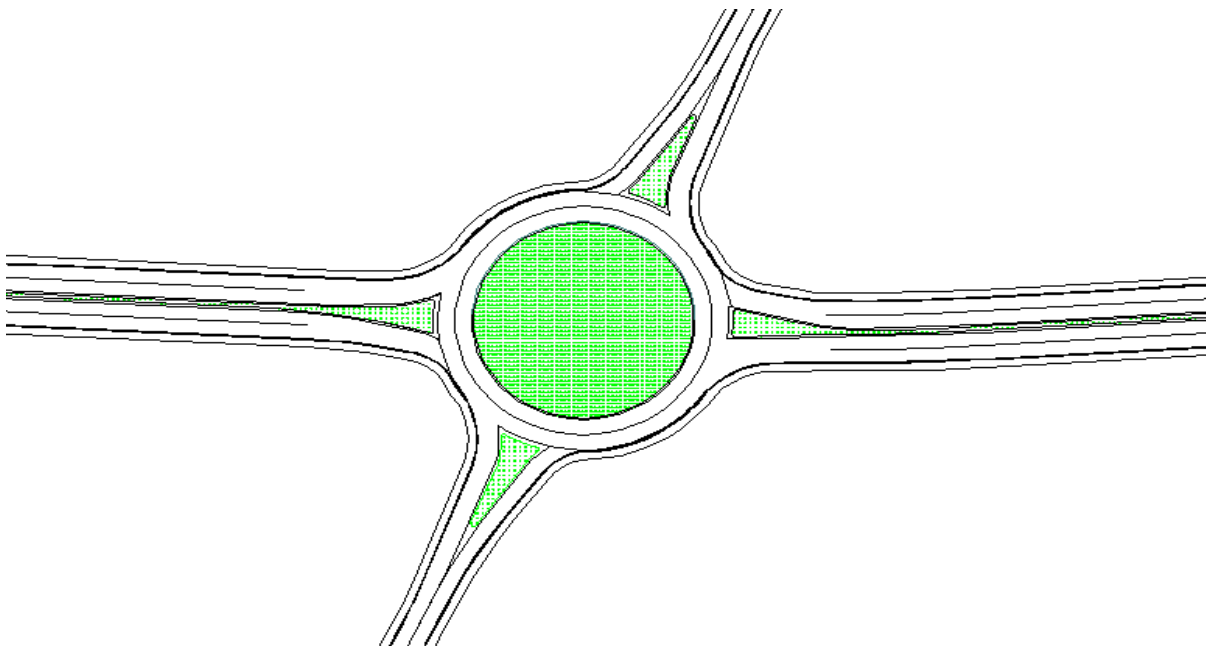
Les valeurs pour le dimensionnement du couloir d'entrée sont les suivantes :

- Un rayon d'entrer de 15m
- largeur d'entrer de 4m

### 4. Géométrie de sortie :

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir de sortie sont les suivantes :

- Un rayon de sortie de 20 m
- Une largeur de sortie de 5 m



Giratoire de l'intersection entre le contournement et CC Moualdia.

#### Remarque :

La représentation de deuxième carrefour giratoire est dans le chapitre suivant

#### Remarque pour les passages inférieur :

Pour les passages inférieurs qui on a signalée dans le chapitre choix de couloir, au niveau de voie ferré, la route de Tamezgeda et Draa essmer et la route de CC de Beni atili, pour cela on a proposé de passée par passage inférieur par ce que le relief n'admettre que cette solution et aussi pour respect les normes de réalisation (la pente de terrain naturel arrive jusqu'à 13 a 15%).

# Chapitre XIII

**Echangeur**

### **XIII.1 INTRODUCTION :**

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

Le bon fonctionnement d'un échangeur suppose :

- ☞ Qu'il soit adapté au site (environnement, etc.), et aux conditions d'utilisation (trafic, etc.),
- ☞ Que sa configuration générale et sa conception de détail soient correctes.

L'utilisation d'un échangeur comme solution aux problèmes d'un carrefour doit être pleinement justifiée ; cependant certaines situations semblent l'exiger :

- ❖ croisement de deux routes à débits de trafic important, comme autoroute- autoroute ou autoroute- route.
- ❖ carrefour dont mauvaise capacité insuffisante congestionne une ou toutes les approches.
- ❖ carrefour dont le taux d'accidents graves est disproportionné et pour lequel on ne trouve aucune solution.
- ❖ carrefour ou la topographie empêche un aménagement conforme aux normes de tout autre type de carrefour.

### **XIII.2 DEFINITION ET ROLE D'UN ECHANGEUR :**

L'échangeur est un ouvrage à croisement étagé « niveaux différents » ou un carrefour dénivelé entre deux routes, avec raccordement de circulation entre les voies qui se croisent.

En terme technique, un échangeur est un dispositif de raccordement entre plusieurs voies de circulation sans croisement à niveau sur l'autoroute permettant d'accéder ou d'en sortir.

Les croisements à niveau sont éliminés complètement aux conflits de virage, ils sont supprimés ou minimisés selon le type d'échangeur à préconiser, on les désignera par:

- ☞ nœud : quand il raccorde une voie rapide à une autre voie rapide.
- ☞ diffuseur : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.
- ☞ mixte : quand il assure en plans des échanges avec voirie locale.

### **XIII.3 ROLE D'UN ECHANGEUR :**

le but d'un échangeur est d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans le sens considéré selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêt provoquent des pertes de temps.

### ❖ Avantages de l'échangeur

Les avantages de l'échangeur sont :

- facilité aux usagers un déplacement dans des bonnes conditions de confort et de sécurité.
- évité les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents.
- évité les points d'arrêts qui provoquent des pertes de temps considérables « problèmes d'encombrement bouchon ».
- évité les contraintes d'arrêt et de reprise.
- assure la continuité du réseau autoroutier.

### ❖ Inconvénients de l'échangeur

L'inconvénient majeur, entraîne un investissement financier volumineux, c'est Pourquoi son utilisation comme solution aux problèmes d'un carrefour doit être

Pleinement justifiée.

## XIII.4 TYPES D'ÉCHANGEURS :

On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs cependant les types de base ne sont pas nombreux, chaque type peut varier de forme et de détendue aussi, il y a de nombreuses combinaisons de ces types qui donnent des formes plus complexes.

Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme de bretelle à considérer, et selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

Échangeur majeur : raccordement autoroute- autoroute. (Trèfle complet, bifurcation « y »).

Échangeur mineur : raccordement autoroute -route. (Losange, demi-trèfle, trompette).

### XIII.4.1 Echangeurs majeurs

L'échangeur majeur raccorde entre autoroute et autoroute sans qu'il y a cisaillement dans les deux autoroutes à raccordement sont :

- ✓ Trèfle complet quand il y a quatre branches à raccorder.
- ✓ bifurcation « y » quand il y a trois branches à raccorder.

#### a) Type trèfle complet :

il est utilisé pour raccordement à quatre branches, il comporte quatre boucles, quatre diagonales, ce type permet toutes les liaisons sans cisaillement moyennant un seul ouvrage d'art, et la nécessité permettre les boucles et nécessairement lente, et la nécessité d'y incorporé des voies

collectives et distributrices pour permettre les entrées sans croisement le rend finalement très coûteux.

Mais lorsqu'il n'y a pas d'importants courants trouvant le trèfle du point de vue coût de construction est le plus économique.

Son encombrement le fait exclure dans les sites de topographie difficile et pour les niveaux de raccordement trop différents on dans les zones urbaines.

le carrefour en trèfle à l'inconvénient de présenter les longs des trajets compliqués pour les itinéraires des tournes à gauche sur des courbes à petit rayon réduit la vitesse et en conséquence le débit horaire. Sa dépense ne peut être justifiée que pour le plus important croisement de routes à très forte circulation.

Pour remédier aux défauts du trèfle le schéma directionnel ou semi-directionnel le permet « sous toute réserve », au moins il est intéressant d'y avoir recours pour les liaisons les plus importantes particulièrement en site urbain.

N.A : pour le raccordement plus que quatre branches on a recours soit :

- au giratoire qui comporte ou moins un ouvrage d'art.
- au directionnel qui comporte beaucoup d'ouvrage d'art

#### **b) type bifurcation « y » :**

Pour le raccordement à trois branches on utilise le type « y » tel que la branche qui présente le plus faible doit se détacher par la droite de tronc principal on rejoignant par la droite le même tronc principal.

Ce type comporte un ouvrage biais qui fournit une exilant liaison avec les caractéristiques autoroutières continue.

### **XIII.4.2 Echangeur mineur :**

Il est utilisé pour les raccordements d'une autoroute « route principale » et une route ordinaire « route secondaire », les schémas concernant par le raccordement sont :

#### **a) Type losange :**

Il est composé de quatre diagonal unidirectionnel est un carrefour à niveau sur la route secondaire, les quatre diagonal sont symétrique entre elle par rapport à l'axe de l'autoroute il est adapté principalement pour une distribution symétrique des trafics d'échange.

##### ❖ les avantages :

- bretelles directes ce qui permet de pratiquer une grande vitesse.
- un schéma simple.
- construction moins coûteuse par rapport aux autres schémas.

- permettre une déviation suivant les diagonal, pour le passage de convoi exceptionnel par exemple.
- ❖ Les inconvénients :
- l'emprise « il occupe quatre quadrants ».
- subsistent des cisaillements sur la route secondaire qui exige un aménagement de carrefour.

#### b) Type demi-trèfle :

comporte deux boucles et deux diagonales et un carrefour à niveau sur la route secondaire, il est envisagé de préférence au schéma de type losange dans le cas en particulier d'une distribution nettement dissymétrique des trafics d'échange dans la mesure de possible utilisation des boucles en voies d'entrée ce qui améliore les conditions de visibilité et de sécurité.

- ❖ Les Avantages :
  - emprise réduite « occupe deux quadrants ».
  - construction économique.
- ❖ Les inconvénients :
  - schéma moins directionnel.
  - ouvrage de franchissement très large.
  - circulation lente dans les boucles.
  - cisaillement sur la route secondaire.

#### N.A

Généralement on a deux types de demi-trèfle :

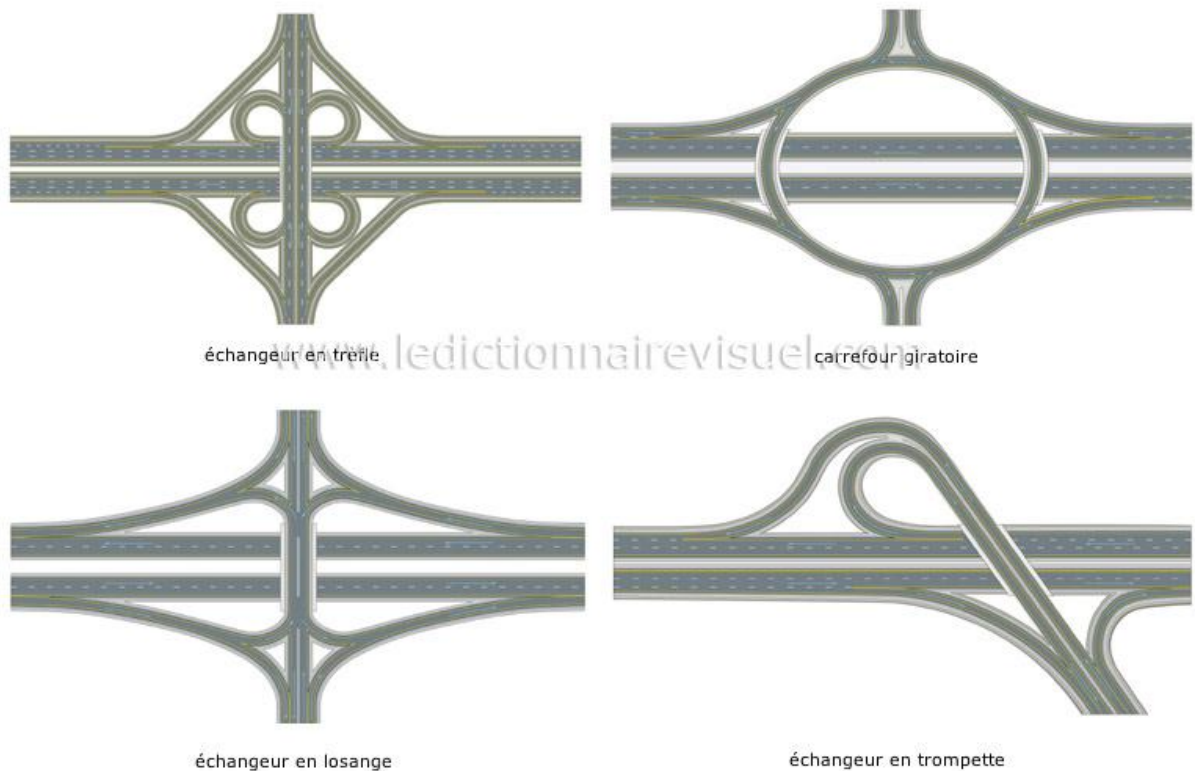
Demi-trèfle symétrique.

Demi-trèfle asymétrique « quadrant opposé ».

#### c) Trompette :

- Utilisé dans le cas de raccordement entre trois branches il comporte :
- Alignement droit commun à toutes les bretelles.
- Une boucle « entrée ou sortie ».
- Une diagonale de sortie.

ce schéma est bien adapter pour les accès aux autoroutes à péage, par ce que toute voiture roulant parcourra un sens à l'autre doit obligatoirement passer par alignement droit ou on implante de la station de péage, ce type est utilisé même pour les raccordements à quatre branches.



### **XIII.5 CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ECHANGEURS :**

Tout échangeur quel que soit son importance sa classe ou sa forme, est constitué d'un assemblage de trois éléments qui sont :

#### **1) PONT :**

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

Le fait qu'on parle d'échangeur « qui n'est rien d'autre qu'un carrefour dénivelé implique impérativement une dénivellation de courant qui est assurée par le passage supérieur, ce passage supérieur est un ouvrage d'art désigne pont.

Le nombre d'ouvrage d'art « pont » dans un échangeur est en étroite relation avec :

- ✓ le type d'échangeur choisi.
- ✓ les instructions et réglementation de conception.
- ✓ la condition de coordination profil en long- tracé en plan.
- ✓ les contraintes du terrain d'implantation.

## 2) BRETELLES :

ce sont des voies qui se débouclent et se raccordent de/vers l'autoroute « route ordinaire » du côté droite de la chaussée considérée, et qui se terminent à une de ses extrémités par une voie de décélération et à l'autre par des voies d'accélération, comportant une section de manœuvre et une section de décélération proprement dite, dont les caractéristiques découlent principalement de la vitesse d'insertion des véhicules sur l'autoroute ou de départ de celle-ci.

### XIII.6 REGLES DE CONCEPTION :

La conception d'échangeur est toujours influencer par plusieurs facteurs comme la catégorie de l'autoroute caractères et composition du trafic, la vitesse désignée et le degré de maîtrise d'accès.

Ces contrôles demandent plus d'exigences, économiques de terrains et de droit de passage doit requière d'une grande importance lors de la conception adapter à la capacité du trafic, offrant sécurité.

La conception est l'étape la plus importante d'un projet puisqu'elle tient compte du prix de revient comparativement aux avantages distribués à moyen et long terme, et pour diminuer son prix de revient on évite :

- ❖ passage sur terrain agricole,
- ❖ passage au voisinage sur des habitations et des maisons publiques,
- ❖ passages sur les oueds ou leur voisinage pour ne pas avoir d'ouvrage d'art à construire et de murs de soutènement,
- ❖ les longs alignements droits,
- ❖ les terrassements importants,
- ❖ les sections à forte déclivité,
- ❖ les sites en courbures à faibles rayons.

### XIII.7 CONDITIONS D'IMPLANTATION D'UN ECHANGEUR :

L'implantation d'un échangeur doit permettre de respecter les conditions générales de visibilité et en cas d'échange entre les deux voies, les conditions de perception du point d'échange et les conditions de visibilité pour les usagers non prioritaires.

Le site d'implantation doit permettre les possibilités d'appliquer les normes en ce qui concerne le dimensionnement des accès, et les contraintes de visibilités et pour cela il faut intégrer l'ensemble des règles et recommandations suivants :

- éviter les interférences fonctionnelles entre accès;
- en plus des règles de visibilité sur obstacle, respect des règles de visibilité spécifiques Aux accès;
- éviter les implantations dans des zones géométriquement tourmentées (sinuosité forte, Déclivité élevée) générant un cumul des contraintes (accélérations transversales + Manœuvres de changement de file)

Le schéma d'un carrefour dénivelé est lie à l'intensité des trafics d'échange entre les deux voies et à la configuration du site (topographie, occupation du sol, etc.).

Il faut rechercher une géométrie aussi simple que possible.

Une autre condition d'implantation découle de l'inter distance que l'on impose entre deux échangeurs successifs, cette inter distance est :

- de dix à trente kilomètres sur les autoroutes de liaison, le minimum étant de préserver une distance de mille mètres entre la fin d'une entrée et l'origine de la sortie suivante,
- De un à un kilomètre et demi sur les voies rapides urbaines de type autoroutier.

### **XIII.8 CHOIX DU TYPE DE L'ÉCHANGEUR :**

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés « **avantages, inconvénients** » et la limite de leur utilisation, permettent de choisir la configuration la plus adoptée au cas qui se présente.

Donc le choix du type de l'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre.

Et pour ce but on suit l'itinéraire suivant :

**1<sup>ERE</sup> ETAPE** : Détermination du tracé à partir de :

- ❖ Type de route et nombre de branches à raccorder.
- ❖ Présentation du site d'implantation.
- ❖ Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
- ❖ vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

**2<sup>EME</sup> ETAPE** : Configuration de tracé à adopter

L'échangeur a adopté doit aussi assurer un haut niveau de sécurité et de service, et ceci est garant en respectant les normes de l'art de la conception qui se résume :

Tracé respectant les valeurs limitées de conception « valeur de rayon, d'alignements... ».

Longueurs des voies « insertion, décélération » réglementaires.

**3<sup>EME</sup> ETAPE** : analyse

C'est cette dernière étape qui valide le choix sous la base que le futur échangeur doit assurer les meilleures conditions de visibilité, de confort et de sécurité.

## **APPLICATION AU PROJET**

**1<sup>ERE</sup> ETAPE** : Détermination du tracé à partir de :

Site d'implantation :

- ❖ la difficulté d'accéder au terrain.
- ❖ la position de l'ouvrage.
- ❖ la pente du terrain, le remblai et le déblai.
- ❖ le terrain devant recevoir le futur échangeur est en grande partie agricole,

Types de routes à raccorder :

Le premier échangeur à concevoir doit assurer un raccordement entre le contournement et RN 18 et le deuxième entre la RN 1 et le contournement.

Donc notre échangeur est de type : Echangeur mineur

**vitesse sur les bretelles :**

La vitesse de référence des véhicules d'une section de contournement qui permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement de ses points particuliers.

Le respect des conditions liées à cette vitesse minimale, permet de garantir l'homogénéité des caractéristiques d'une section de route, et par la même la sécurité et le confort de la conduite

La vitesse sur la RN 18 est 60km/h.

La vitesse sur la RN 1 est 60km/h

La vitesse sur l'échangeur est 30 à 40 km/h.

On va prendre la vitesse sur les bretelles  $v_b=30\text{km/h}$ .

Distribution du trafic :

- ❖ le croisement est de trois (3) branches.
- ❖ l'échangeur distribue le trafic dans quatre (4) directions.

Conclusion :

- ❖ terrain difficile,
- ❖ vitesse = 30 km/h,
- ❖ échangeur mineur
- ❖ quatre (4) sens.

**2<sup>EME</sup> ETAPE** Configuration de tracé à adopter

Tracé :

Valeur limite sur la bretelle pour une vitesse = 30 km/h.

$$r_{nd} = 300 \text{ m} \quad r_{min} = 30 \text{ m}$$

Voie de décélération :

Longueur de la voie de décélération est de : 120m sur la RN18

Voie d'accélération :

Longueur de la voie d'accélération est de :100 m sur la rocade.

Réf : l'ICTAAL

**3<sup>EME</sup> ETAPE** : analyse

Le carrefour est à 3 branches, pour ce type d'échange nous avons le choix entre ces types d'échangeurs :

Le triangle (multi ouvrage),

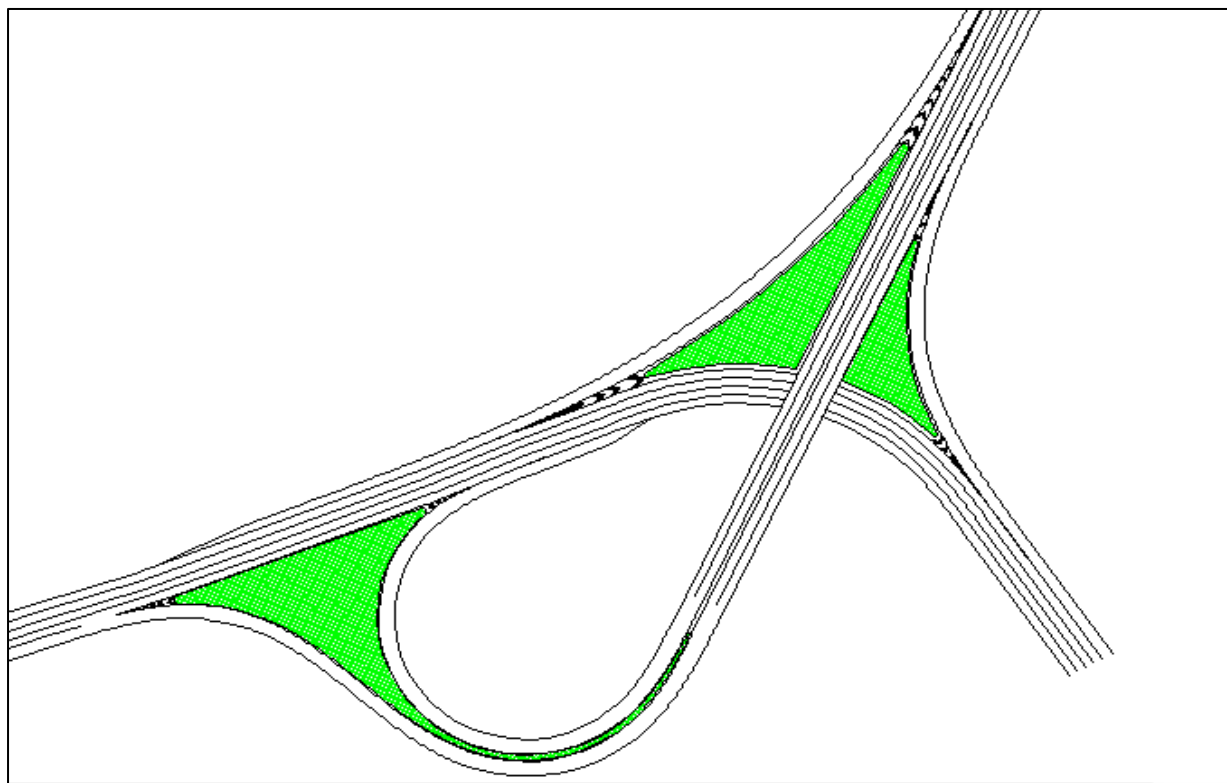
La trompette,

La bifurcation

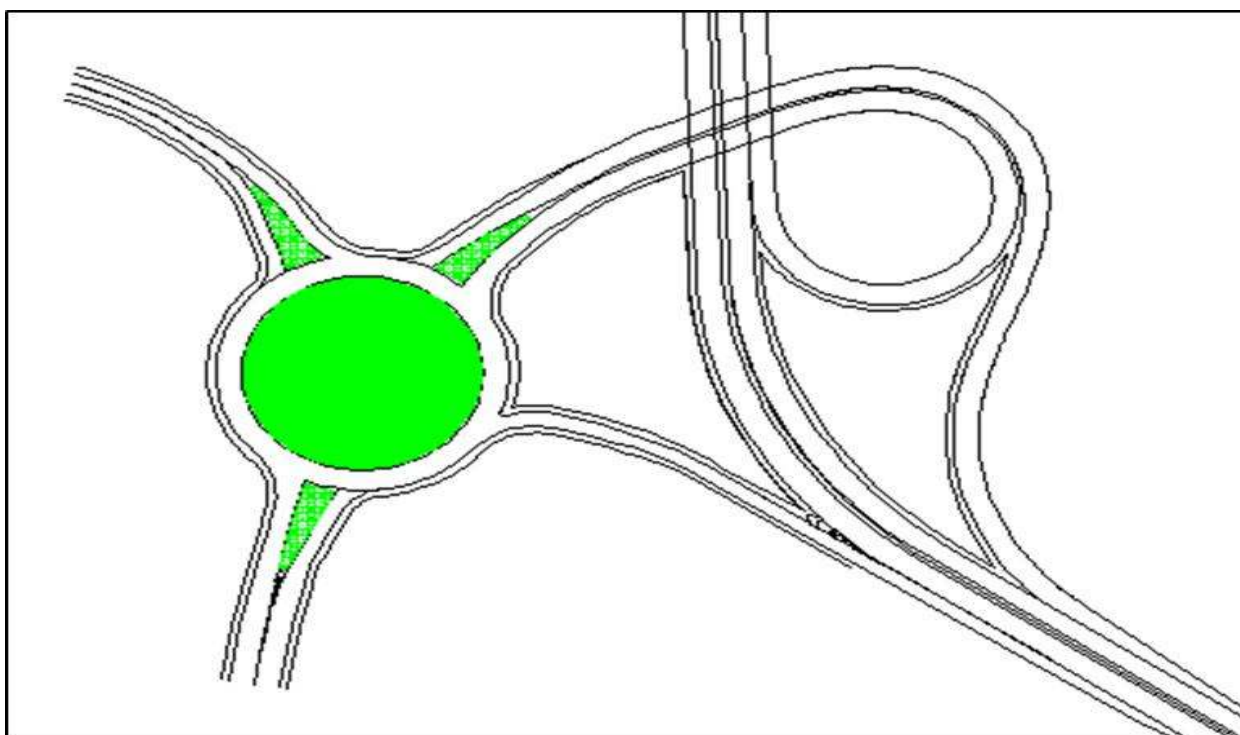
**XIII.9 Conclusion du choix de type d'échangeur :**

Après l'analyse des trois types d'échangeur à proposer, on a trouvé l'échangeur le plus avantageux c'est le type d'échangeur trompette.

Donc la solution adoptée est : échangeur de type trompette



Echangeur entre le contournement et le RN 18



Echangeur entre le contournement et le RN 1

# Chapitre XIV

**Ouvrage d'art**

### **XIV.1 Introduction :**

D'une façon générale, on appelle un pont tout ouvrage permettant à une voie de circulation de franchir un obstacle naturel ou une autre voie de circulation. Selon le cas, on distingue : pont-route, pont-rail, pont canal.

En résumé, on appellera pont tout ouvrage de franchissement en élévation construit in situ, ce qui exclut les buses totalement ou partiellement préfabriquées.

Avant d'entamer la présentation de type des ouvrages choisis pour notre projet, il nous semble important de citer la définition de l'échangeur.

Définition d'un échangeur : un échangeur est l'ouvrage qui permette d'accéder à l'autoroute ou d'en sortir, leur disposition doit être étudiée en fonction de l'importance des divers courants de circulation.

### **XIV.2 Recommandation sur le choix du type d'ouvrage :**

La conception aurait dû se faire en tenant compte des trois critères suivants :

- ❖ Critère esthétique
- ❖ Critère de durabilité et d'entretien
- ❖ Critère contraint d'exécution

#### **a) Critère esthétique :**

Bien que les considérations d'ordre esthétiques soient très subjectives, un projecteur de pont ne doit pas ignorer l'impact visuel de son ouvrage, la question se pose avec acuité en site urbain mais, même en rase campagne, il n'est pas admissible de défigurer le paysage avec un ouvrage laid, à l'inverse, on peut même dire qu'un ouvrage réussi sur le plan architectural contribue, dans certain cas, à l'épanouissement touristique de la zone dans laquelle il est implanté.

L'utilisation des ponts à poutres en béton pour les ouvrages est peu esthétique, en effet, ces structures cumulent plusieurs handicaps :

- ❖ La discontinuité de la sous face du tablier,
- ❖ La hauteur du tablier sensiblement plus importante que les ponts dalles.
- ❖ La présence de chevêtre sur pile pour supporter les poutres, ce qui rend l'aspect des piles disgracieux
- ❖ La tendance naturelle des poutres précontraintes à présenter à long terme une cambrure perceptible liée au fluage.

Les ponts dalles, de par la continuité de leurs sous face du tablier et leurs finesses, présentent un aspect esthétique plus satisfaisant

#### **b) Critère de durabilité et d'entretien :**

- ❖ **Tablier** : Les structures à poutres à béton, du fait de leur faible résistance à la torsion. sont plus sensibles aux chocs de véhicules hors gabarit que les structures massives du type dal pleine en béton, ou portique en béton armé.
- ❖ **Appuis** : Les ponts à poutres, notamment s'ils sont isostatiques, nécessitent une quantité importante d'appareils d'appui, ce qui génère des dépenses importantes d'entretien. Les ponts en ossature mixte nécessitent, en général, des appareils d'appuis à fabrication spécial.

- ❖ **Joint de chaussée** : Du fait de la continuité mécanique des dalles au-dessus des poutres, les ponts à poutres ne nécessitent que deux joints de chaussées sur chacune des culées, ce qui est également le cas pour les ouvrages à dalle pleine.

**c) Critère contraintes de construction :**

❖ **Pour les passages inférieurs :**

Les ponts à poutres ne nécessitent pas de déviation des voies franchies sauf ponctuellement, pendant les opérations de pose, alors que la construction des portiques nécessite la déviation de ces voies pendant toute la durée du chantier pendant plusieurs mois et au minimum pendant toute la phase de réalisation de la traverse supérieure (coffrage, ferrailage, bétonnage, décoffrage).

❖ **Pour les passages supérieurs :**

La construction des ponts à poutres et à dalles pleines nécessite la déviation des voies rétablies pendant toute la durée du chantier.

### **XIV.3 Normes parasismiques :**

L'affrontement continu des plaques africaines et eurasiennes estimé à 10 mm/an environ est à l'origine de l'activité sismique que connaît l'Algérie septentrionale et qui se traduit par des séismes faibles modérés ou violents.

La région de Médéa à l'instar des autres régions de la frange sud de l'Algérie est menacée par les activités sismiques elle est classée en zone **IIa** par le RPOA.

Les normes parasismiques concernant les ouvrages d'art sont d'une grande complexité due aux paramètres suivants :

- ❖ La nature et la conception structurelle de l'ouvrage.
- ❖ La sismicité de la région concernée par l'étude.
- ❖ Le spectre de réponse sismique de la région.

Ces différents facteurs sont très délicats à être combinés, ainsi en Algérie un règlement parasismique pour les ouvrages d'art est en phase de préparation au niveau du CGS.

Pour le cas présent on se contentera d'introduire les majorations suivantes :

- ✓ 0.1G pour les charges horizontales.
- ✓ 0.07 G pour les charges verticales.

G : étant le poids propre de l'ouvrage

### **XIV.4 Les voies de rétablissement :**

**a) Généralités :**

La voie express ne doit comporter aucun cisaillement à niveau. Elle coupe l'espace en deux demi-espaces sans communication, ce qui rend obligatoire le rétablissement de la circulation routière par-dessus ou par dessous des voies principales. Il sera rétabli systématiquement :

- ❖ Les routes nationales.
- ❖ Les chemins de wilaya.
- ❖ Les chemins ruraux ou agricoles les plus importants ou les mieux aptes à regrouper le trafic des chemins voisins.

Les ouvrages de franchissement identifiés en fonction du profil en long de la voie express seraient rétablis soit en passage supérieur (PS), en passage inférieur (PI).

Par conséquent ces routes seront conçues d'après les normes techniques "B40" qui les classent selon leur importance et leur environnement.

Ces normes classent les routes en 5 catégories correspondantes à trois (03) environnements :

- ❖ Environnement facile : E1.
- ❖ Environnement moyen : E2.
- ❖ Environnement difficile : E3.

Ces routes sont :

- ❖ Les routes nationales (RN) pouvant être classées dans les catégories 1 – 2.
- ❖ Les chemins de wilaya (CW) dans la catégorie 3.
- ❖ Les chemins ruraux (CR) dans la catégorie 4.
- ❖ *Les pistes agricoles principales hors catégorie.*

Ces dernières seront regroupées en fonction de leur importance et de leur aptitude à regrouper le trafic de chemins voisins.

**b) procédure de sélection des points de croisement :**

Considération les facteurs suivants :

- ❖ L'importance de la route (route reliant des villes, villages et desservant une large zone agricole).
- ❖ Conditions morphologiques.
- ❖ Prévision d'accès le plus adéquat pour permettre la continuité des activités agricoles ou autres.
- ❖ Prévision de passage pour les piétons ainsi que les troupeaux de façon à éviter toute tendance de coupure de clôture de l'emprise et de risque de dangers.

**c) Ouvrages pour voies de rétablissement :**

Les ouvrages comprennent :

- ❖ Les passages supérieurs.
- ❖ Les passages inférieurs.

Les passages supérieurs : Il s'agit des passages supérieurs sur la voie express qui concernent :

- Les routes nationales.  
Les chemins de wilaya.
- Les chemins ruraux et pistes agricoles.
- Le profil en travers de la voie traversée est celui du profil en travers type retenu pour voie express.

# Chapitre XV

## **Signalisation**

### **XV.I.1 INTRODUCTION :**

Le rôle joué par la signalisation routière dans la sécurité et l'exploitation des Infrastructures n'est plus à démontrer.

Elle constitue aujourd'hui encore et pour longtemps le principal média d'information, d'une part, le gestionnaire de voirie et l'autorité de police, et d'autre part, les usagers de la route.

Visibilité, lisibilité, uniformité, homogénéité, simplicité, continuité des directions signalées, cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constitue les grands principes de la signalisation.

Ils sont intangibles pour que l'utilisateur puisse toujours la comprendre.

### **XV.I.2 Dispositifs de retenue :**

Les dispositifs de retenue ne doivent être implantés que si le risque en leur absence le justifie car eux-mêmes constituent des obstacles.

Il existe deux catégories de dispositifs de retenue :

- ❖ Les dispositifs souples qui se déforment sous l'effet du choc (cas des glissières métalliques).
- ❖ Les dispositifs rigides (cas des glissières en béton adhérent et des barrières lourdes en béton adhérent).

Pour notre cas, des glissières de sécurité rigides sont prévues pour le long de l'itinéraire, elles sont implantées sur les TPC et en présence d'un TPC de 2m il convient d'adopter un dispositif de retenue constitué d'une glissière en béton.

On doit prévoir des sections revêtues et protégées dans le TPC qui seront utilisées en cas d'urgence ou d'accident, pour permettre aux éléments de la protection civile d'évacuer les blessés vers l'hôpital le plus proche.

### **XV.I.3 Signalisation :**

L'importance de la signalisation a été énoncée au début du chapitre (à l'introduction du chapitre).

On confirme à nouveau que la signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité)

Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

### XV.I.4 les types de signalisation :

On distingue deux familles de signalisation :

#### ❖ Signalisations horizontales :

Elles comportent uniquement les marques sur chaussée ; Elle se divise en deux types :

- Lignes longitudinales :

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve :

- Les lignes continues :

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.

- Les lignes discontinues :

Sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive). voir le tableau de sous :

- Modulation des lignes discontinues :

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

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T <sub>1</sub>	3.00	10.00	~ 1/3
T <sub>2</sub>	3.00	3.5	~1
T <sub>3</sub>	3.00	1.33	~3

- Marques sur chaussée :

- Les lignes mixtes :

Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

- Lignes transversales :

Elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

#### **Ligne stop :**

C'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.

❖ **Autres signalisation :**

• **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 :**

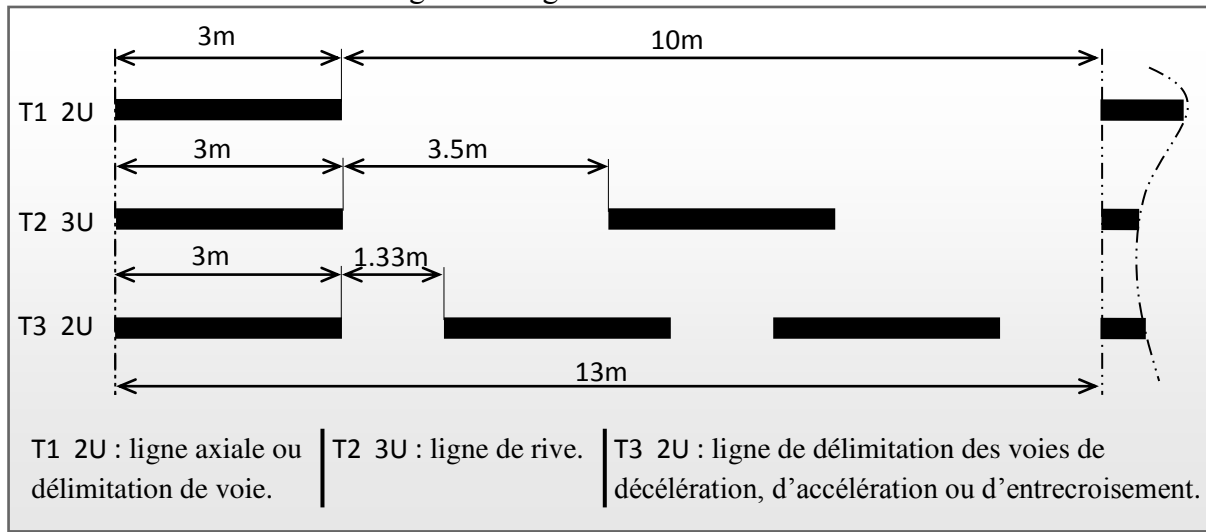
Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.

• **Largeur des lignes :**

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

- ✓ **U=7.5cm** sur autoroutes et voies rapides urbaines.
- ✓ **U=6cm** sur les routes et voies urbaines.
- ✓ **U=5cm** sur les autres routes.

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 7.5cm.



Types de modulation

❖ **Signalisations verticales :**

Elle se fait à l'aide des panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

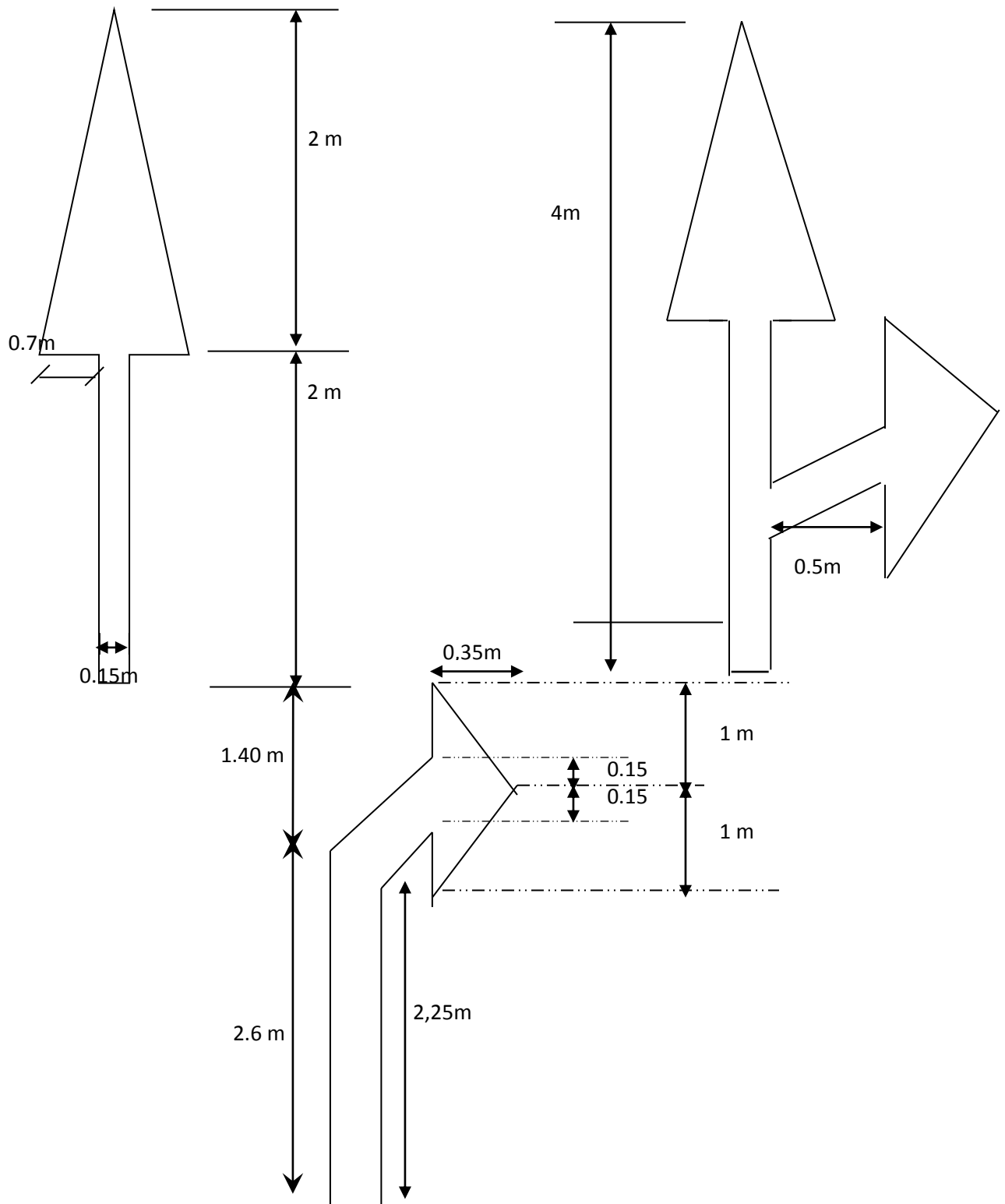
• **Signalisation avancée :**

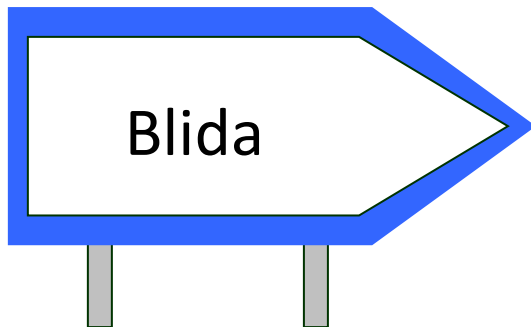
Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection.

Le signal B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.



**FLECHE DE SELECTION**





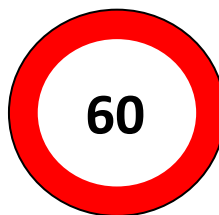
**SIGNALISATION DE DIRECTION (TYPE E4)**

**Signaux d'interdiction ou de restriction**

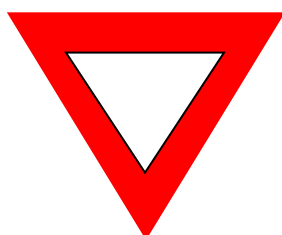
**Signaux d'interdiction ou de restriction**



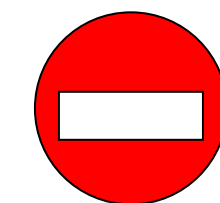
**C5-HAUTEUR LIMITE GABARIE**



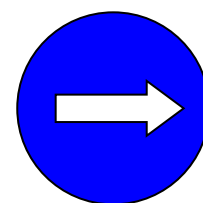
**VITESSES LIMITEES C11-a**



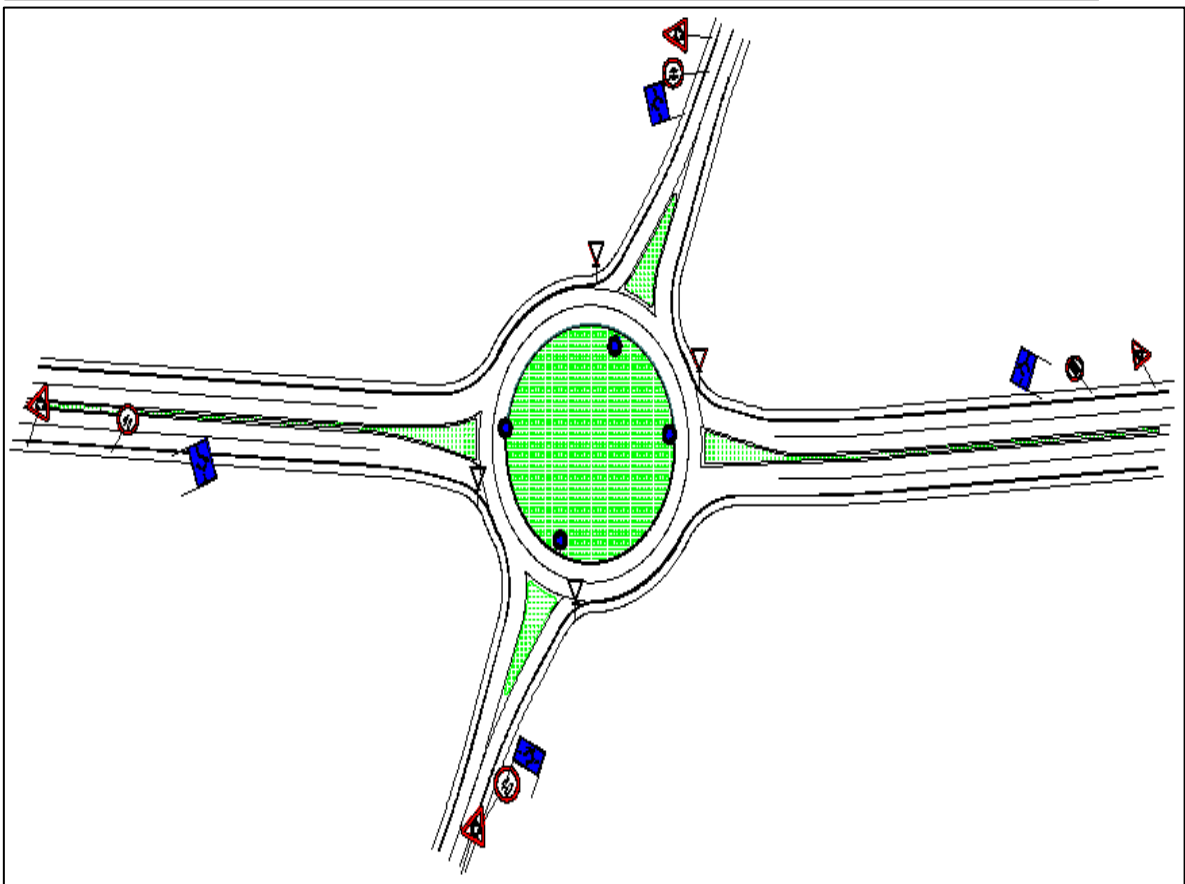
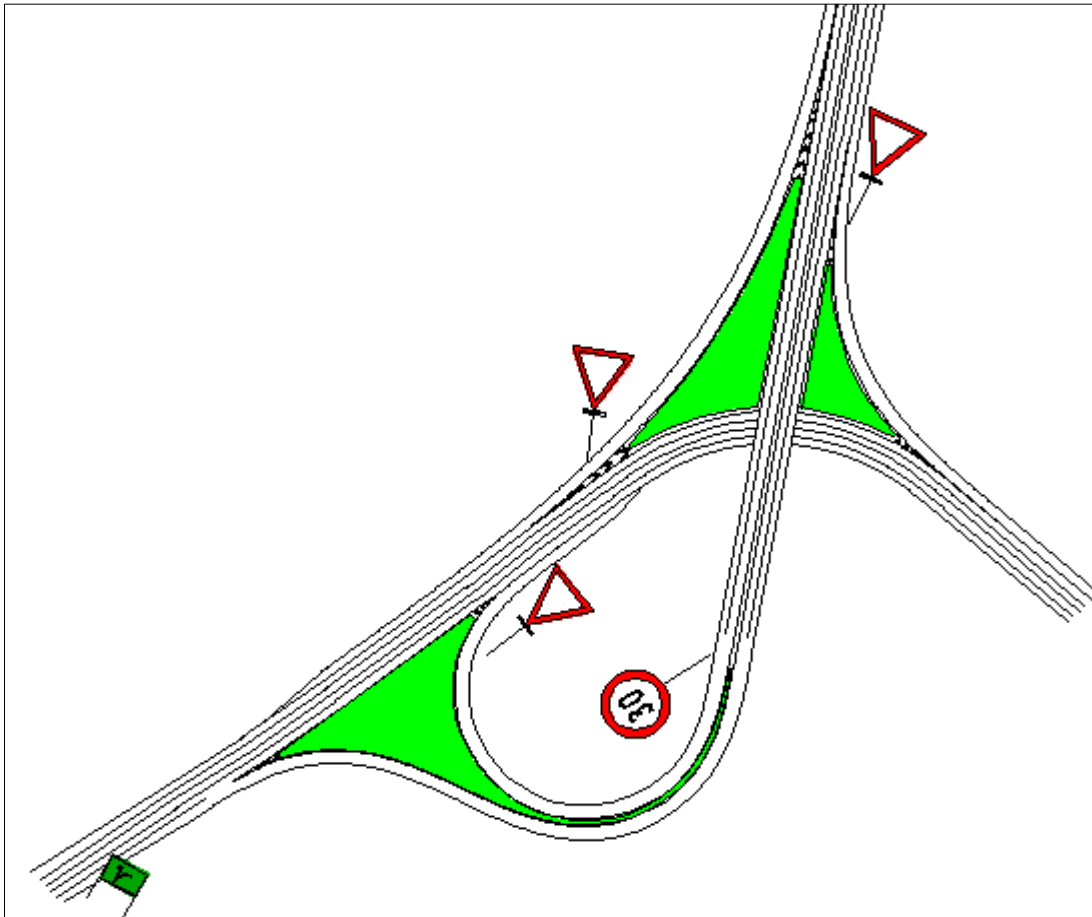
**(A24)**

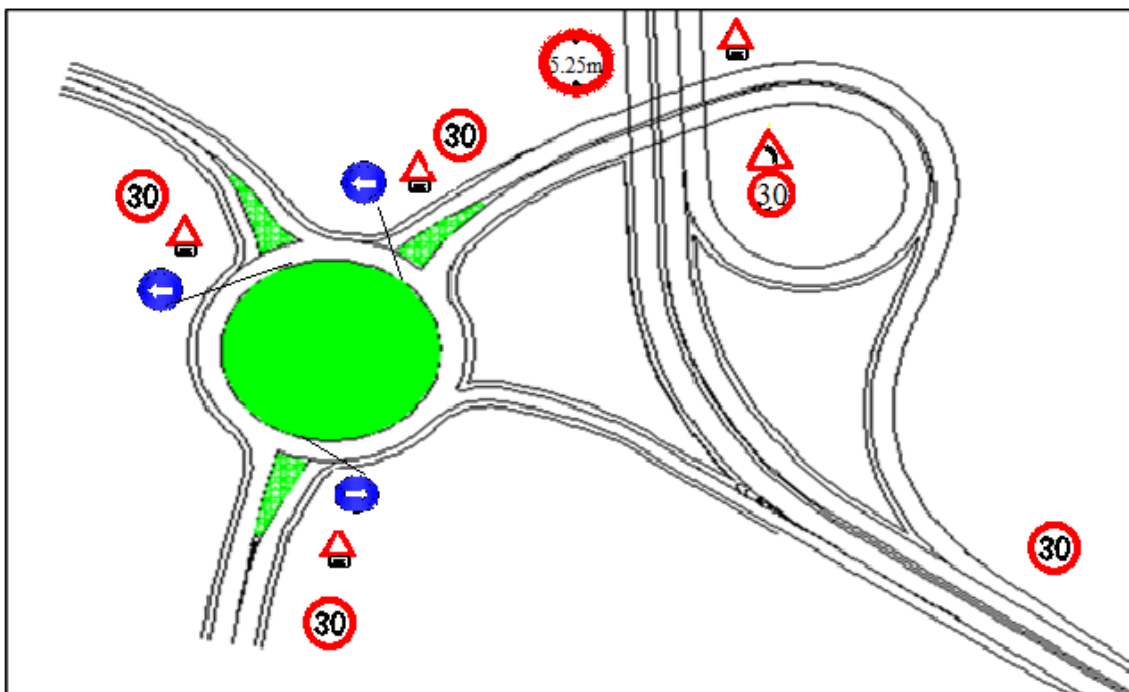


**SENSE  
INTERDIT C1**



**SENSE  
OBLIGATOIR D1**





**XV.II.1 Eclairage :****XV.II.2 Introduction :**

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

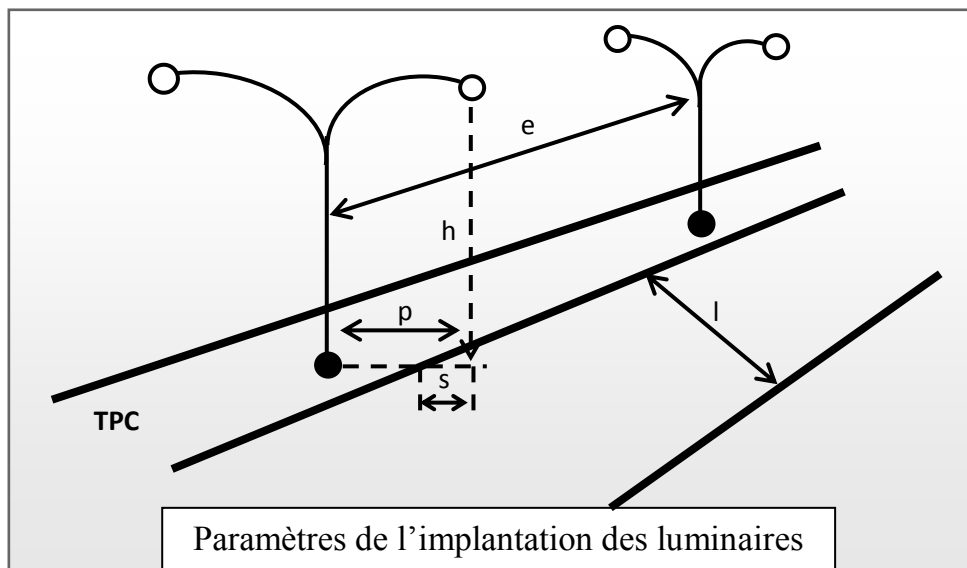
**XV.II.3 Catégories d'éclairages :**

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- ❖ Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- ❖ Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- ❖ Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- ❖ Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

**XV.II.4 Paramètres de l'implantation des luminaires :**

- ❖ L'espacement ( $e$ ) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- ❖ La hauteur ( $h$ ) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- ❖ La largeur ( $l$ ) de la chaussée.
- ❖ Le porte-à-faux ( $p$ ) du foyer par rapport au support.
- ❖ L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb ( $s$ ) par rapport au bord de la chaussée.



**❖ APPLICATION AU PROJET :**

Eclairage de la voie (le long de la route) :

La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux on place. Ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairage se raccordent sans discontinuité. La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre route (la voie express)

**NOTA :**

Deux foyers portés par le même support éclairant chacun une demi chaussée, espacés de 20m.

# Chapitre XVI



## **Devis estimatif et quantitatif**

Désignation	Unité	P U (en DA)	Quantité	Montant
1) Acquisition de terrain	m <sup>2</sup>	1000	791217	791217000
total(1)=		791217000		
2) L'installation de chantier et repliement	F	3% du total (3+4+5)		
Total(2)=		34774923.6		
3) préparation de terrain				
Débroussaillage d'arbre	m <sup>2</sup>	250	0	0
Déplacement des poteaux électriques	Unité	300000	4	1200000
Total(3)=		1200000		
4) Terrassement				
Décapage déterre végétale épaisseurs de 40 à 60 cm	m <sup>2</sup>	80	201972	16157760
Remblais d'emprunt	m <sup>3</sup>	600	323989	194393400
Déblais excédentaires en terrain meuble mis en dépôt	m <sup>3</sup>	240	1702999	408719760
Total(4)=		619270920		619270920
5) chaussée				
Mise en place d'une couche de forme	m <sup>3</sup>	1000	76103	76103000
Couche de fondation en GNT	m <sup>3</sup>	1500	41776	62664000
Couche de base en grave bitume	T	4200	64057	269039400
Couche d'imprégnation en émulsion 700 à 800 g/m <sup>2</sup>	T	100000	38	3800000
Couche d'accrochage dosée 200à 300g/m <sup>2</sup>	T	78800	25	1970000
Couche de roulement en béton bitumineux	T	4800	26066	125116800
Total(5)=		538693200		538693200
6) Ouvrage d'art	m <sup>2</sup>	450000	1080	486000000
Total(6)=		486000000		
7) Ouvrage d'art courant et assainissement	F	10% du total (3+4+5)		115916412
Total(7)=		115916412		
8) Impact sur l'environnement	F	1% du total (3+4+5)		
Total(8)=		11591641.2		34774923.6
9) Déviation des réseaux	F	3% du total (3+4+5)		
Total(9)=		34774923.6		
10) Eclairage: signalisation et équipements routiers	F	5% du total (3+4+5)		57958206
Total(10)=		57958206		
11) Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)	F	2% du total (3+4+5)		23183282.4
Total(11)=		23183282.4		
<b>TOTAL GENERAL=</b>		<b>3176059196</b>		

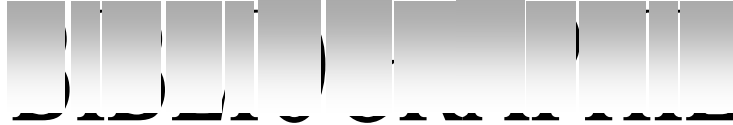
Trois milliards cent soixante-seize millions cinquante-neuf mille cent quatre-vingt-quinze virgule cinquante-trois DA

**CONCLUSION GENERALE :**

Dans la conclusion de ce projet intitulé «Etude en APS et APD du contournement nord de la ville de Médéa sur 11km entre la RN1 et RN18 avec conception deux échangeurs et giratoires», nous voudrions revenir brièvement sur les obstacles que nous avons rencontrés lors de ce travail.

Sachant que pour ce tracé, il franchir une zone ou la pente est très important, on a donc fait une étude complète qui englobe une étude géométrique « le tracé en plan, profil en long...etc. », géotechnique notamment « le poinçonnement et tassements du sol support, le glissement des remblais», une étude hydraulique; avec la proposition de solutions concernant les ouvrages hydrauliques et leurs dimensionnements. Ayant finalisé la conception, une majeure partie de l'étude de l'échangeur.

Enfin, on peut dire que ce projet nous a été enrichissant pour finaliser notre formation, en touchant une multitude de branches du domaine des travaux publics, qu'un bon ingénieur doit connaître. Le projet est bénéfique non seulement en matière économique et social, mais aussi en matière technique d'où la formation des futurs ingénieurs au sein de l'ENSTP.



- ✓ **ICTAAL2000 Guide Echangeur** « instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison ».
- ✓ **ARP** aménagement des routes principales.
- ✓ **B40** Normes techniques d'aménagement des routes.
- ✓ catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « **CTTP** ».
- ✓ Cours de dimensionnement des chaussées **ENTP** 5<sup>ème</sup> année.
- ✓ Cours de routes **ENTP** 4<sup>ème</sup> année.
- ✓ Aide-mémoire Routes.
- ✓ Site Internet « **www.SETRA.com** ».