

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 de l'évitement de la ville de Tébessa entre la  
RN82 et le carrefour (RN16/RN 10)**

Encadré par :

*Mr. DJAALALI Ammar*

Présenté par :

*DJEBIRI Zouhir  
BOUZID Salim*

Proposé par:

*DTP Tébessa*

**Promotion 2012**

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# Remerciements

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

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : DJAALALI Amar, et Mr : BOUZID Abdallah pour ses appréciations compétentes, ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.*

*Nous remercions vivement nos familles BOUZID et DJEBIRI pour leur aide matérielle et morale durant toute la période de préparation.*

*Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers tous les Enseignants et le personnel administratif de l'ENSTP qui ont contribué à notre formation et à l'élaboration de ce présent travail.*

*Mr: TAKI Mohamed.*

*Mr: FADGHOUCH Farhat*

*Mr: RAHMANI Douadi*

*Mr: BOULARAK Mokhtar.*

*Mr: BEN CHAHRA Kara.*

*Mr: BREDOUAN Mustapha*

*Mme : BADAWI*

*Nous remercions les ingénieurs : chawki, khaled, amor, Bilal...*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail. Et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

# DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail :*

*A celles qui ont sue planter en moi tout ce qui se trouve de plus beau en ce monde, et qui se sont consacrées à m'inculquer la bonne éducation pour avoir la plus grande des satisfactions et me voir munie des plus grandes distinctions.*

*A mes très chers parents qui je ne serais jamais remercié assez pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour moi, ainsi que chaque instant de bonheur qu'ils m'ont procuré.*

*A mes frères : ADEL, ILYASS, JAWAD et ABBDALLAH*

*A mes chères sœurs : CHAHRA, FATIMA et SAMIA*

*A tous les familles*

*A mon binôme : BOUZID SALIM*

*A mes amis : CHAWKI, YUCEF, RAFIK, SALAH, ILYASS*

*DJILALI, ABBDALLAH, MOHAMMED, SALIM*

*A ma promotion (2012) sans exception.*

*A tous ce qui ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.*

*A tous les chères je vous dis merci pour tous.*

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Au nom d'ALLAH, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux  
Je remercie ALLAH le tout Puissant, clément et Miséricordieux de m'avoir motivé à  
réaliser ce modeste travail, ensuite je remercie infiniment mes parents, qui m'ont  
encouragé et aidé à arriver à ce stade de formation.

Je dédie ce modeste travail à **ma très chère mère (SALIHA)**, qui m'a accompagné  
durant les moments les plus pénibles de ce long parcours de mon éducation, celle qui a  
fait preuve de ces plus copieux desseins pour me permettre de goûter le fardeau de ce  
monde et de chercher la voie de ma vie avec ces précieux conseils, donc je devais  
incessamment être de grande compétence et motivation. Cependant. Je prie ALLAH le  
Miséricordieux qu'il te portera récompense, car la mienne ne sera guère complète,

Et te protège et te garde en bonne santé.

A **mon cher père (AMMAR)** qui a sacrifié sa vie afin de me voir grandir et réussir dans  
le parcours de l'enseignement. Celui qui a toujours resté à mes côtés dans les moments  
rudes de ma vie.

A **Mes très chers frères : ISHAK, KARKOUB** et **mes très chères sœurs : CHOUCYOU,  
KOUKA, SAFWA**

A toute les familles **BOUZID** et **ZEGHINA** sans exception.

A mon binôme et mon frère : **ZOUHIR (HINDI)**

A mes amis : **RAFIQ(VV), YA3KOUB(akhina), FETHI(khachouna), SALAH(sponky  
monkey), ABDALLAH(baguwandas), HSSICEN(3arg  
lassa), HASSEN(faracha) hakim(khabech), younes, karim, abdallah, riadh, ahmed, l3ass, nafaa,  
tarek, hichem, cherda.....**

A mes amis d'enfance : **MOUSSA, MOU3TAZ, MAHDI,.....**

Toute l'équipe de la salle sans exception  
et **Toute la promotion 2012**

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation  
de ce mémoire.

Enfin, à tous ceux qui me reconnaîtront.

## **DEGRI**

# SOMMAIRE

➤ AVANT PROPOS.....	1
➤ INTRODUCTION GENERALE.....	2
➤ CHAPITRE I : PHASE APS	
ETUDE DE TRAFIC.....	10
CHOIX DES VARIANTES.....	19
➤ CHAPITRE II : POINT DES ECHANGES	
CARREFOUR EN PLAN.....	26
ECHANGEUR.....	33
➤ CHAPITRE III : PHASE APD	
TRACE EN PLAN.....	43
PROFIL EN LONG.....	54
PROFIL EN TRAVERS.....	59
ETUDE GEOTECHNIQUE.....	61
DIMENSIONNEMENT DE CORPS DE CHAUSSEE.....	67
CUBATURES.....	81
ASSAINISSEMENT.....	84
SIGNALISATION ET ECLAIRAGE.....	103
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.....	113
➤ CONCLUSION GENERALE	

## AVANT-PROPOS

*En fin de chaque cycle de formation, l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics (ENSTP), prévoit dans son programme, du deuxième semestre de la cinquième année un travail de fin d'étude qui s'étale sur une durée de trois (03) mois environ dans les services du ministère des travaux publics.*

*L'objectif de ce travail, est d'étudier un projet réel afin de permettre de :*

- ☞ compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation.*
- ☞ s'imprégner du monde du travail.*
- ☞ connaître les missions et les responsabilités d'un Ingénieur d'Etat.*

*De ce fait l'élève Ingénieur, est appelé à fournir beaucoup d'efforts, faire des observations, des remarques afin de présenter un travail étoffé.*

*Dans ce cadre, aujourd'hui à Tébessa, le trafic routier connaît une évolution rapide, le réseau routier existant qui supporte ce trafic dont un pourcentage important du poids lourds, nécessite des aménagements appropriés pour endiguer le phénomène de congestion.*

*L'objectif de ces mesures est d'assurer la sécurité et le confort des usagers tout en respectant l'environnement.*

*Pour atteindre cet objectif notre projet a pris une place importante dans le projet national de modernisation des infrastructures de transport.*

*Ce présent projet de fin d'études consiste à réaliser **un évitement de la ville de Tébessa entre la RN82 et le carrefour RN16/RN10** proposée par la **DTP de la wilaya de Tébessa**.*

*L'objectif visé par ce projet est de fluidifier, en premier lieu, le trafic sur cet axe en le débarrassant de toutes les entraves et en second lieu, lui offrir une liaison routière rapide en cohérence avec le développement futur.*

**Notre projet s'articulera sur deux axes principaux à savoir :**

- 1) Phase d'Avant-Projet Sommaire (APS)**
- 2) Phase d'Avant-Projet Détaillé (APD)**

## INTRODUCTION GENERALE

### I. Généralités sur la wilaya de Tébessa :

#### I.1. Le contexte général :

##### I.1.a) Aperçu historique :

*HEKATMPYLE, appellation grecque*

*THEVESTE, appellation romaine*

*TBESSA, appellation arabe et islamisée*

*Sont les noms portés par la ville de Tébessa à travers l'histoire d'un million d'année.*



*La basilique - Vue Générale*

*Depuis l'an 146 av J.-C, date de la chute de Carthage, Tébessa, l'antique théveste est une importante ville romaine.*

*L'occupation romaine de l'Afrique du Nord en a fait l'une de ses bases.*

*Elle abritait le quartier général de la IIIème légion romaine d'Auguste à la fin du 1er siècle après J.-C (an 75).*

*Colonie de près de 30000 habitants sous Trajan, elle est pillée par les vandales au 5ème siècle, puis relevée en 535 par Solomon, un général byzantin de l'empereur Justinien, qui la protégea avec une enceinte.*

*Tébessa est prise par les Berbères en 597, puis par les Arabes en 682.*



*La basilique - Vue Générale*

*Elle est occupée par une petite garnison de janissaires à l'époque turque.*

*Malgré la fuite de cette dernière après la prise de Constantine (1837), Tébessa, qui faisait partie du Beylic de Constantine, n'est occupée par les Français qu'à partir de 1851.*

*Durant la guerre de libération, dans un climat de combat et de soif de liberté, les premières images d'un peuple en lutte ont été filmées dans la région de Tébessa (monts d'El Kouif jusqu'à la frontière algéro-tunisienne);*

*Ces images, qui ont fait le tour du monde, allaient conquérir l'esprit de la communauté internationale.*

*Il est donc patent et reconnu que Tébessa est la ville natale du cinéma algérien.*



*Arc de triomphe*

### **I.1.b) Situation géographique :**

La wilaya de Tébessa est située au Sud-est de l'Algérie, sur les Hauts plateaux, elle s'étend sur une superficie de **13.878 km<sup>2</sup>**.

Elle est limitée :

- ⌘ **Au Nord** par la wilaya de Souk-Ahras
- ⌘ **Au Nord-Ouest** par la wilaya de Oum-El Bouaghi et de Khenchela
- ⌘ **A l'Est** par la Tunisie (sur 300 kms de frontières)
- ⌘ **Au Sud** par la wilaya d'El-Oued

### **I.1.c) Le relief :**

Par sa situation géographique, la Wilaya de Tébessa chevauche Sur des domaines physiques différents:

#### **1. Au Nord:**

Le domaine Atlasique à structure plissée constitué par: Les Monts de Tébessa dont:

<b>Djebel azmor</b>	1500 m
<b>Djebel-dyr</b>	1472 m
<b>Djebel-kmakem</b>	1277 m
<b>Djebel-onk</b>	1358 m

- ⌘ Les Hauts plateaux qui offrent des paysages couverts d'une végétation steppique à base d'Alfa et d'Armoise (Plateau de Dermoun, Saf-Saf-El-Ouesra, Berzguen).
- ⌘ Les Hautes plaines encaissées et encadrées par les reliefs décrits Précédemment, ce sont les plaines de Tébessa, Morsott, Mchentel, Bhiret-Larneb.

#### **2. Au Sud:**

Le domaine saharien à structure tabulaire constitué par le Plateau saharien qui prend naissance au-delà de la flexure méridionale de L'Atlas saharien (Sud du Djebel –Onk, Djebel-Abiod).

### **I.1.d) Hydrographie :**

*La Wilaya de Tébessa, chevauche aussi sur deux grands systèmes hydrographiques.*

- ❧ *Le Bassin versant de l'Oued Medjerda, lui-même subdivisé en 04 sous Bassins couvrant la partie Nord de la Wilaya l'écoulement y est exoréique assuré par une multitude de cours d'eau dont les plus importants sont: Oued Mellague, Oued Chabro, Oued Serdies, Oued Kebir.*
- ❧ *Le Bassin versant d'Oued Melghir, qui couvre la partie sud de la Wilaya. L'écoulement y est endoréique, il est drainé par Oued Cheria, Oued Helail, Oued Mechra, Oued Saf-Saf, Oued Gheznet, Oued Djarech, Oued sendess, qui aboutissent et alimentent les zones d'épandage situées au sud. Aucun ouvrage de mobilisation des eaux superficielles n'existe à l'heure actuelle.*

### **I.1.e) Climatologie :**

*Cette région étant une zone de transition météorologique est considérée comme une zone agro-pastorale avec une présence d'un nombre important de phénomènes (gelée, grêle crue, vent violent).*

*La Wilaya de Tébessa se distingue par quatre (04) étages bioclimatiques.*

- ❧ **Le Subhumide (400 à 500 mm/an)**  
*Très peu étendu il couvre que quelques Ilots limités aux sommets de quelques reliefs (Djebel-Serdies et Djebel-Bouroumane)*
- ❧ **Le Semi-aride (300 à 400 mm/an)**  
*Représenté par les sous étages frais et Frois couvre toute la partie Nord de la Wilaya*
- ❧ **Le Subaride (200 à 300 mm/an)**  
*Couvre les plateaux steppiques d'Oum-Ali, Saf-Saf-El-Ouesra, Thlidjene et Bir El-Ater.*
- ❧ **L'Arde ou saharien doux (-200 mm/an)**  
*Commence et s'étend au-delà de L'Atlas saharien et couvre les plateaux de Negrine et Ferkane.*

## RESUME CLIMATOLOGIQUE (2010)

Mois	Humidité En %	T°Moy En °C	T°Max En °C	T°Min En °C	Pluie En mm	Nbr De jour	Geléé nbr jour	Neige nbr jour	Vent max en m/s
Janv	52,0 %	8,3	21,0	-1,7	38,7	09	06	00	300/26 m/s
Fev	64,9 %	3,7	30,1	-4,0	3,1	05	04	00	240/29 m/s
Mars	56,5 %	13,1	29,2	-2,6	13,1	03	02	00	220/31 m/s
Avril	61,4 %	15,9	29,4	3,0	79,3	08	00	00	320/30 m/s
Mai	57,5 %	17,4	31,0	4,9	35,0	07	00	00	280/22 m/s
Juin	49,4 %	24,0	39,7	9,2	25,9	07	00	00	200/22 m/s
Juillet	47,7 %	27,2	42,5	14,5	20,2	05	00	00	320/22 m/s
Aout	49,3 %	27,1	40,6	14,2	2,4	02	00	00	220/23 m/s
Sept	61,9 %	21,7	35,3	8,0	77,0	04	00	00	260/29 m/s
Oct	65,3 %	16,8	33,8	8,8	16,5	06	00	00	240/26 m/s
Nov	73,1 %	11,9	23,5	0,6	55,1	06	00	00	340/26 m/s
Déc	60,2 %	8,8	25,6	-4,4	5,5	06	00	00	240/23 m/s
Moy.Mens	58,3	16,3	31,8	4,2	40	5,6	01	00	

Max ABS= 42,5°C ///// Min ABS = -4.4°C

### **I.1.f) Population :**

La wilaya de Tébessa compte une population estimée à fin 2010 à 671.274 habitants, avec une densité moyenne de 48 habitants par km<sup>2</sup>.

## ***1.2. le contexte local :***

### ***Présentation et justification du projet :***

#### ***1.2.a) Introduction :***

*Tébessa, ou Tbessa, ville d'Algérie, est située à 40 km de la frontière Algéro-Tunisienne.*

*Tébessa, située au Nord du Djebel Doukane, s'élève à **960 m** d'altitude, cette ville de l'Algérie orientale, se trouve au pied des monts de Tébessa qui se prolongent en Tunisie, elle est connue par les civilisations byzantine et romaine qui s'y sont implantées au cours de leurs conquêtes.*

*Sa population estimée à **120 000** habitants se caractérise par son extrême jeunesse et son fort taux d'urbanisation. Tébessa est le chef-lieu de la Wilaya de Tébessa dont la population est estimée à peu près de **671.274** habitants, et elle couvre une superficie de **13.878** km<sup>2</sup>.*

*Parmi les communes les plus importantes de la Wilaya de Tébessa qui en compte 28, nous trouvons Tébessa, Chéria, Bir El Ater, El Aouinet, Bekkaria et Ouenza.*

#### ***1.2.b) Problématique de la ville de Tébessa :***

*Avec le développement et suite à l'extension de l'urbanisme, le trafic intense composé essentiellement de camions poids lourds, empruntant cet axe, a engendré un encombrement de la circulation du fait que ce dernier passe actuellement par le centre-ville.*

Notre étude a pour objet de trouver les solutions nécessaires pour éviter les problèmes qui se posent sur les axes (RN10, RN 16, RN82) qui passent par la ville de Tébessa. Les problèmes posés sont les suivants :

- ❧ La présence d'un grand nombre de poids lourds qui transitent par la ville entraîne une congestion de la circulation.
- ❧ Le Bruit des véhicules (nuisances sonores) qui provoque des maladies psychologiques et psychiques liés au stress.
- ❧ La pollution provoque des maladies respiratoires à cause des gaz d'échappement des véhicules, la poussière dégagée par le trafic PL sur une chaussée dégradée (manque d'entretien) et le sous dimensionnement du réseau d'assainissement.

<i>Les gens atteints par des maladies respiratoires en 2010</i>						
<i>0 - 4 ans</i>	<i>5 - 14 ans</i>		<i>15 - 49 ans</i>		<i>50 ans et plus</i>	
<i>M+F</i>	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>F</i>
<i>4137</i>	<i>1472</i>	<i>1977</i>	<i>1731</i>	<i>2535</i>	<i>1554</i>	<i>1881</i>

*Tableau -4- Les gens atteints par des maladies respiratoires en 2010*

### ***1.2.c) Définition de l'évitement :***

Un évitement est un contournement autour d'une agglomération pour dévier un pourcentage du trafic qui transite par cette dernière.

### **I.2.d) Objectif du projet :**

*L'objectif principal de notre projet est de créer un évitement assurant le transfert d'une partie du trafic des routes RN16, RN10 et RN82 transitant par la ville de Tébessa et ce afin d'atténuer les problèmes cités plus haut que connaît cette ville.*

*Cet objectif est défini comme suit :*

- 🔗 Améliorer de la sécurité et le confort de l'utilisateur.*
- 🔗 Réduction des temps de parcours pour le trafic de transit ou d'échange qui empruntera la déviation, et pour le trafic local qui pourra circuler plus aisément sur un itinéraire délesté d'une partie de son trafic.*
- 🔗 Relier directement la RN82 avec RN16 et RN10.*
- 🔗 Réduction possible du nombre d'accidents suivant le type de la nouvelle infrastructure.*
- 🔗 Créer des conditions de transport favorable aux échanges commerciaux dans la région.*
- 🔗 Réduction du bruit et de la pollution dans les zones d'agglomération (ville de Tébessa).*

***Donc notre projet ouvrira des domaines et des perspectives pour le développement de cette région.***

**CHAPITRE I**

**PHASE APS**

# PARTIE 1

## ETUDE DE TRAFIC

## ETUDE DE TRAFIC

### I. INTRODUCTION:

*Les déplacements sont un reflet de l'organisation de l'espace et des liens entre les activités et les hommes, aussi en amont de toute réflexion relative à un projet d'aménagement, est-il nécessaire d'entreprendre une démarche systématique visant la connaissance des trafics.*

*L'étude de trafic constitue une étape fondamentale en amont de toute réflexion relative à l'aménagement qui convient et les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voies jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.*

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

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

- ❧ Apprécier la valeur économique des projets.*
- ❧ estimé les coûts d'entretiens.*
- ❧ Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.*

### 1. ANALYSE DE 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. Ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées.*

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

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- ❧ Statistiques générales.
- ❧ Comptages sur routes (manuels, automatique).
- ❧ Enquête de circulation.

## 2. DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC :

### i. Trafic normal :

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet.

### ii. Trafic dévié :

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

### iii. Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.

### iv. Trafic total :

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

## 3. MODELES DE PRESENTATION 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.

*i. 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 :*

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

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

*$\tau$  : est le taux de croissance.*

*ii. 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 national brut (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.*

*iii. 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.*

*iv. 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.*

#### 4. CALCUL DU CAPACITE:

##### i. Définition de la capacité:

La capacité est le nombre de véhicule qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route « ou deux directions » avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propre durant une période bien déterminer, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

##### ii. La procédure de détermination de nombre de voies :

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

##### ii.a. Calcul de TJMA 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.

##### ii.b. Calcul des trafics effectifs:

C'est le trafic traduit en unités de 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 :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + P \times Z] \times T_n$$

$T_{eff}$  : 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.

Environnement	E1	E2	E3
Route à Bonne caractéristique	02	04	08
Route étroite	03	06	16-24

Tab.2.1 — coefficient d'équivalence P

*ii.c. 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 :

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

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

$Q$  : est exprimé en UVP/h.

*ii.d. Débit horaire admissible :*

L'offre est le débit admissible que peut supporter une section de route.

$$Q_{adm}(uvp/h) = K1 \times K2 \times C_{th}$$

$K1$  : coefficient lié à l'environnement.

$K2$  : coefficient de réduction de capacité.

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

Avec:

*∞ Valeurs de  $K_1$* 

Environnement	$E_1$	$E_2$	$E_3$
$K_1$	0.75	0.85	0.90 à 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 Cth :

Capacité théorique du profil en travers en régime stable

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

ii.e. Calcul le nombre de voies :

ii.e.1. Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

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

$$Q_{adm} \geq Q$$

ii.e.2. Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport

$S \times Q / Q_{adm}$  Avec :

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

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

## 5. APLICATION SUR NOTRE PROJET :

II.5.1 - Les données de trafic sont les suivants :

- ☞ Le trafic à l'année 2007  $TJMA_{2007} = 9457$  v/j ;
- ☞ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 5\%$  ;
- ☞ La vitesse de base sur le tracé  $V_b = 80$  km/h ;
- ☞ Le pourcentage de poids lourds  $Z = 20\%$  ;
- ☞ L'année de mise en service sera en 2014 ;
- ☞ La durée de vie estimée est de 20 ans

**Projection future du trafic :***L'année de mise en service (2014)*

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

Avec :

☞  $TJMA_h$  : trafic à l'horizon (année de mise en service 2014)

☞  $TJMA_o$  : trafic à l'année zéro (origine 2007)

$$TJMA_{2014} = 9457(1 + 0,05)^8 = 13\ 972 \text{ v/j.}$$

$$\text{Donc : } TJMA_{2014} = 13\ 972 \text{ v/j.}$$

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

$$TJMA_{2034} = 13\ 972 \times (1 + 0,05)^{20} = 37\ 071 \text{ V/j.}$$

$$\text{Donc : } TJMA_{2034} = 37\ 071 \text{ v/j.}$$

**i. Calcul de trafic effectif :**

$$T_{eff} = [(1 - z) + p \times z] \times TJMA$$

Avec:

*P: coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds.**Pour une route à deux voies et un environnement E2, on a P=6**Z: le pourcentage de poids lourds est égal à 20%*

$$T_{eff} = 13\ 972 \times [(1 - 0.20) + 2 \times 0.20] = 45\ 676 \text{ uvp/j.}$$

$$\text{Donc : } T_{eff} = 39\ 122 \text{ uvp/j}$$

**ii. Débit de pointe horaire normal :**

$$Q = \frac{1}{n} \times T_{eff}$$

*Dans notre projet on a pris n=8 h**Avec 1/n: coefficient de pointe horaire pris est égal à 0.12*

$$Q = 0.12 \times 39\ 122 = 4\ 695 \text{ uvp/h}$$

$$\text{Donc : } Q = 4\ 695 \text{ uvp/h}$$

### II.5.5 - Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

$$Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th}$$

☞ K1: coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1

☞ K2: coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement (E1) et catégorie (C2)

☞  $C_{th} = 1\ 800$  (d'après le B40 pour E2, C2 et pour une chaussée à 2 voies et 1.8m d'accotement).

$$\text{on a } \begin{cases} K_1 = 0.75 \\ K_2 = 1 \\ C_{th} = 1800 \end{cases} \quad \text{donc } Q_{adm} = 1350 \text{ uvp/h}$$

$$\text{Donc : } Q_{adm} = 0,75 \times 1 \times 1\ 800 = 1\ 350 \text{ uvp/h}$$

### iii. Calcul nombre de voie :

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

$$N = (2/3) \times (4695/1350) = 2.3 \approx 2$$

$$\text{Donc : } N = 2 \text{ voie /sens}$$

### Calcul de l'année de saturation de 2x2 voies:

$$T_{eff}(2014) = [1 - 0.20] + 2 \times 0.20 \times 13\ 972$$

$$T_{eff}(2014) = 19\ 560 \text{ uvp/j.}$$

$$Q_{2014} = 0,12 \times 19\ 560 = 2\ 347 \text{ uvp/h.}$$

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

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

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

$$n = 17.07 \quad \text{Donc : } n = 17 \text{ ans}$$

D'où notre route sera saturée à 17 ans, après sa mise en service.  
Donc l'année de saturation est 2031.

Les calculs sont représentés dans le tableau récapitulatif suivant :

$TJMA_{2007}$ (v/j)	$TJMA_{2014}$ (v/j)	$TJMA_{2034}$ (v/j)	$T_{eff2034}$ (uvp/j)	$Q_{2034}$ (uvp/h)	N
9457	13 972	37 071	39 122	5 481	2

**Tableau II.5** : tableau récapitulatif

**CONCLUSION :**

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

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- ☞ deux chaussées de deux voies de 3.5m chacune :  $(2 \times 3.5) \times 2 = 14.00m$ .
- ☞ un terre-plein central de 2 m : 2.00m.
- ☞ accotement de 2.00m :  $2 \times 2.00 = 4.00m$ .
- ☞ une berme de 0.75m pour chaque côté. :  $2 \times 0.75 = 1.50 m$ .

**La largeur de la plate-forme de l'évitement est de 21.5m.**

# PARTIE 2

## CHOIX DE VARIANTE

## CHOIX DES VARIANTES

### I. Introduction:

*La phase APS ; c'est l'étape qui vient directement après la phase préliminaire dans le cas où cette dernière est prévue. Elle consiste à étudier plus profondément les variantes retenues dans l'étude antérieure ou bien quand celle-ci n'est pas prévue, de procéder à l'étude à partir de plan d'état majeure, de carte topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation sociaux-géographique de chaque variante.*

*On devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir, celle-ci sera basée sur un plan de comparaison selon l'ensemble des critères suivant :*

- ☞ Les contraintes remarquées sur le site.*
- ☞ Le coût du projet.*
- ☞ Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).*
- ☞ Comparaison des impacts sur l'environnement.*

*Enfin, après cette analyse multicritère, une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD.*

### II. Localisation du fuseau retenu :

*En fonction des enjeux économique et le développement de la wilaya, l'expansion du développement de la ville de Tébessa s'étant effectué vers l'Est, les possibilités d'entrevoir des couloirs possibles sont limitées.*

*Donc, le positionnement de cette ville par rapport au réseau routier, (notre projet entre RN16, RN10 et RN82), nous oblige à avoir recours au choix d'un seul couloir.*

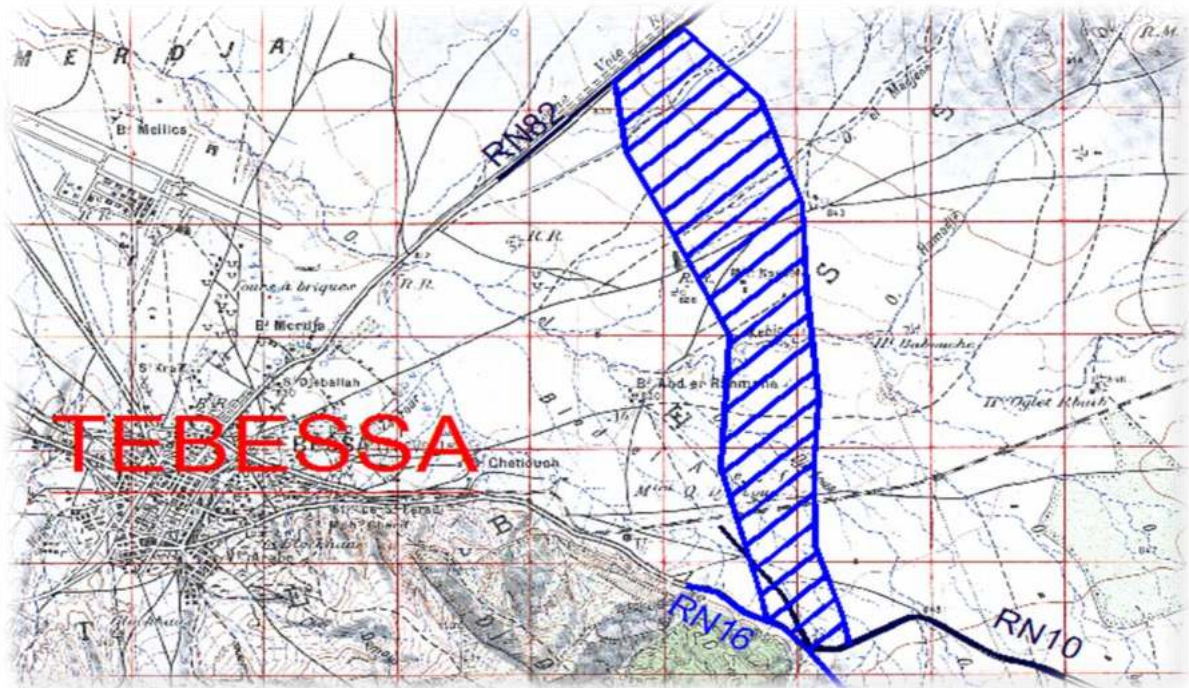


Figure -1- schéma synoptique représentant le fuseau retenu

### II.1. Description du couloir:

Le couloir choisi passe du côté nord-est de la ville à une largeur variant entre 400 m et 1400 m, il franchit les obstacles suivants :

- ☞ Oued MADJENE
- ☞ Oued OGLET RBAIB
- ☞ Oued ROUMANE
- ☞ Oued DJERBOUA
- ☞ Le chemin de fer

### II.1.a) Les contraintes de la zone d'étude :

#### i. Environnement géographique:

Le relief est généralement plat à peu vallonné, il est fortement coupé par un réseau hydrographique important (Oued MADJENE, Oued OGLET RBAIB, Oued ROUMANE, Oued DJERBOUA) ce qui nécessite en phase de réalisation un système d'assainissement.

#### ii. Environnement humain et urbain :

La ville de Tébessa constitue un secteur qui connaît un développement de l'habitat.

#### iii. Agriculture :

En générale la zone concernée par le projet, est une zone agricole, entaillée par un réseau hydrographique.

### II.1.b) Présentation des variantes :

Dans cette phase, on va étudier deux (02) variantes afin de trouver la meilleure solution adaptée pour la réalisation de notre projet



**1<sup>er</sup> VARIANTE :**

L'origine de la **première variante** est l'intersection de RN16 avec RN10 à l'est de la ville. C'est la variante la plus courte, elle traverse un relief généralement plat, en franchissant successivement un oued très important (Oued OGLET RBAIB) puis le chemin de fer et en rejoignant finalement la RN82 au nord de la ville. Cette variante a une longueur à environ 5.96 km.

**2<sup>ème</sup> VARIANTE :**

Pour la **deuxième variante**, elle a presque la même trajectoire et franchit les mêmes obstacles que la première sauf une seule particularité, c'est qu'elle passe par des habitations. Cette variante a une longueur de 5.97 Km.

**A. Comparaison entre les variantes :**

<b>Variante</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>1<sup>ère</sup> VAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de contrainte topographique forte (coût diminué).</li> <li>- Proche de la ville.</li> <li>- compatible avec les routes et pistes existantes (gain de terrassements).</li> <li>- Tracé éloigné des habitations.</li> <li>- pas de nuisance.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traverse des zones agricoles</li> </ul>
<b>2<sup>ème</sup> VAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de contrainte topographique forte.</li> <li>- Proche de la ville.</li> <li>- compatible avec les routes existantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Passe par plusieurs poteaux d'électricité.</li> <li>- Passage à proximité des nouveaux pôles urbains.</li> <li>- Traverse des zones agricoles.</li> <li>- Contient deux(2) raccordements agressifs et successifs.</li> </ul>

**Tableau -1- La comparaison entre les deux variantes**

### B. Conclusion :

L'analyse comparative des deux(02) variantes, nous a permis d'opter pour la variante N°1 qui présente les critères techniques et économiques les plus avantageuses (voir le schéma que représenté la variante retenu).



#### II.1.c) Principales caractéristique de la variante retenue :

La conception du projet à partir de la variante retenue est basée sur les concepts suivants :

- ☒ Choix d'un tracé tendant à s'éloigner au maximum des habitations.
- ☒ Pas de dispositions particulières contre le bruit routier.
- ☒ Impact minimum sur les grands paysages.

### **i. Caractéristiques géométriques globale :**

#### **Tracé en plan :**

Les caractéristiques géométriques adoptées visent à assurer des conditions de confort et de sécurité relativement homogènes et adaptées à la catégorie 2 et à la vitesse de base de 80km/h dans un environnement E1.

En fonction de la vitesse de référence définie ci-dessus les caractéristiques du tracé en plan se déclinent comme suit :

<b>Vitesse de référence</b>	<b>80 Km/h</b>
<b>Normes</b>	<b>B40</b>
<b>Rayon minimum absolu (RHm)</b>	<b>250</b>
<b>Rayon minimum normal (RHN)</b>	<b>450</b>
<b>Rayon au devers minimum (RHd)</b>	<b>1000</b>
<b>Rayon non déversé (RHnd)</b>	<b>1400</b>

Tableau -2- caractéristique géométrique du tracé en plan

#### **Profil en long :**

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leurs pentes et de raccordements paraboliques caractérisés par leurs rayons.

Les rayons en angles saillants interviennent sur la visibilité et le confort (accélération verticale), de ce fait c'est toujours la première condition qui est déterminante. Les rayons en angle rentrant sont eux fixés principalement par des conditions de confort.

En fonction de la vitesse de référence définie, les caractéristiques de profil en long se déclinent comme suit :

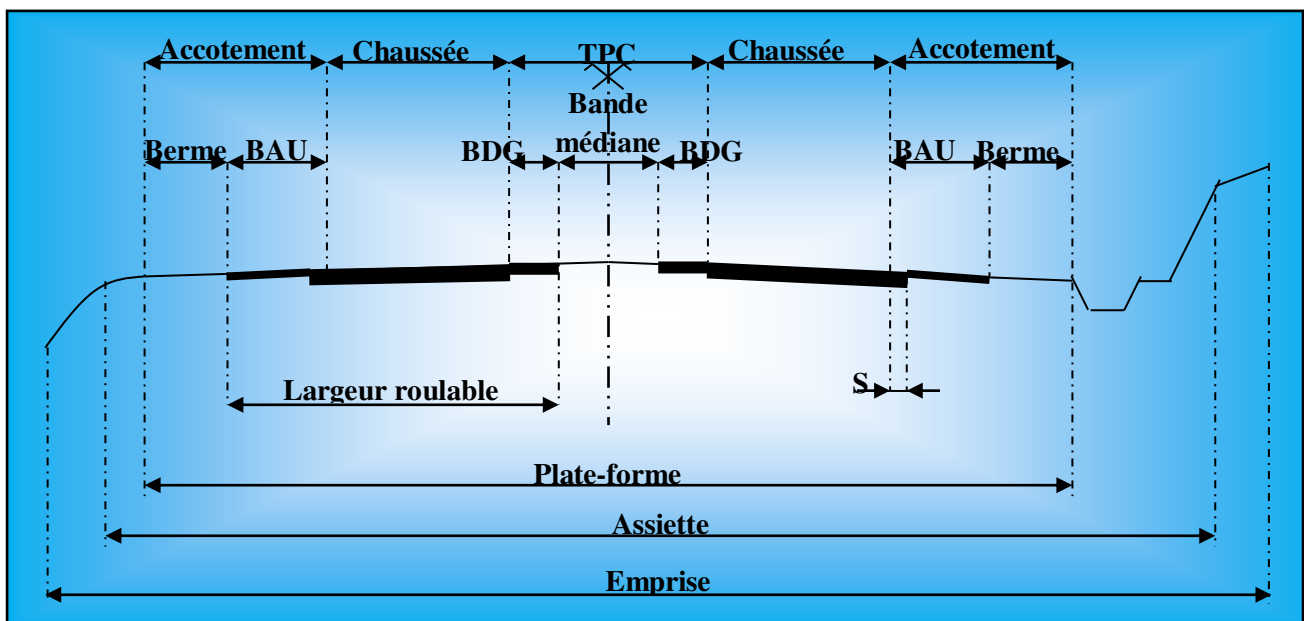
<b>Rayons en profils en long</b>	
<b>Déclivité maximum</b>	<b>4 %</b>
<b>Déclivité minimum au devers nul</b>	<b>0.5 %</b>
<b>Rayon en angle saillant (m)</b>	
<b>Minimum absolu</b>	<b>2500</b>
<b>Minimum normal</b>	<b>6000</b>
<b>Rayon en angle rentrant (m)</b>	
<b>Minimum absolu</b>	<b>2400</b>
<b>Minimum normal</b>	<b>3000</b>

Tableau -3- caractéristiques géométriques de profil en long

### 🔗 Profil en travers type :

Un projet de route comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers. Pour éviter de reporter sur un chacun d'eux les dimensions générales qui se répètent et des détails constructifs communs, on établit tout d'abord un profil unique, appelé « profil-type », contenant toutes les dimensions et toutes les couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux...

Les éléments constitutifs du profil type sont montrés par le schéma suivant :



# CHAPITRE II

## POINT DES ECHANGES

**PARTIE 1**

**CARREFOUR PLAN**

## CARREFOUR PLAN

### 1. DIFINITION :

Un carrefour est un lieu d'intersection deux ou plusieurs routes (point d'échange) 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.

### 2. TYPES DE CARREFOURS :

Les principaux types de carrefour plan sont :

- ☞ carrefour à trois branches en T.
- ☞ carrefour à trois branches en Y.
- ☞ carrefour giratoire :

### 3. Carrefour giratoire :

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

Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important. La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale). Aucune intersection ne subsiste, seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

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

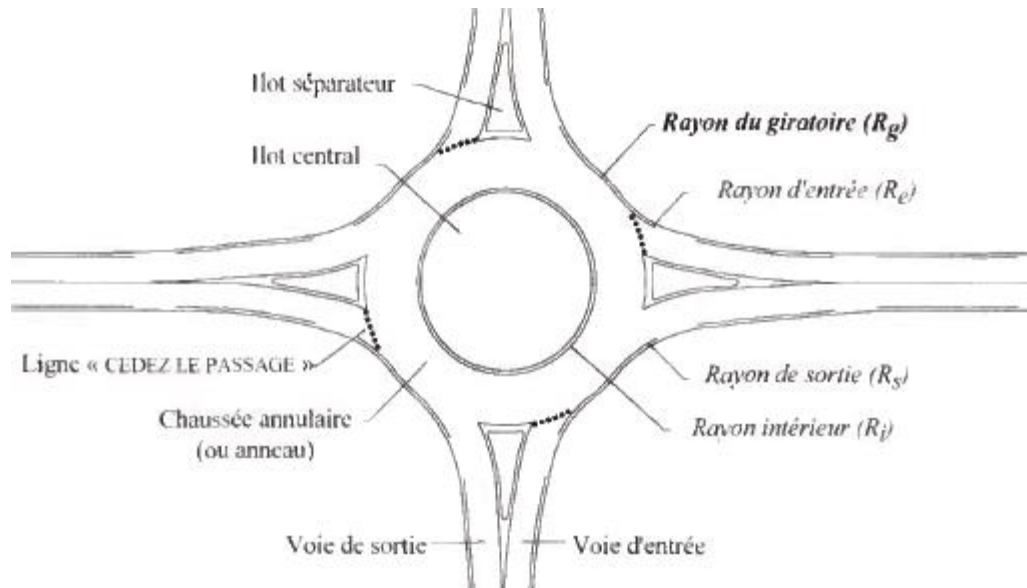


Fig.3.1 — les éléments de carrefour giratoire

### i. Principes d'aménagement :

#### ☞ Préférer un aménagement simple :

De faible étendue, de forme circulaire, sans bretelle superflue — les voies directes de tourne-à-droite, évitant le carrefour, sont généralement à déconseiller — à un aménagement complexe, trop vaste, de forme ovale ou atypique ; les pseudo-giratoires, tels les giratoires percés, sont à rejeter.

#### ☞ Exclure tout obstacle agressif :

Des trajectoires susceptibles d'être suivies par des véhicules quittant accidentellement la chaussée ; notamment, l'îlot central ne doit pas supporter d'obstacle ou disposition de nature à pouvoir aggraver les conséquences des pertes de contrôle à l'entrée du carrefour.

#### ☞ Donner à l'usager une bonne perception d'approche :

Du carrefour : dispositions géométriques appropriées, pré-signalisation visible et lisible annonçant le plus explicitement possible le type d'aménagement abordé ;

#### ☞ Introduire une certaine contrainte de trajectoire :

Au niveau de l'entrée et de la traversée du carrefour, de façon à éviter des vitesses trop élevées à l'entrée et dans la traversée du carrefour, incompatibles avec la sécurité et les règles de priorité.

#### ☞ Vérifier que la capacité de l'aménagement est suffisante :

Pour écouler les trafics en présence. La saturation d'un carrefour giratoire (c'est-à-dire de l'une de ses entrées) est très rarement atteinte en rase campagne. Un examen rapide est possible lorsque les trafics sont faibles ; une vérification plus précise est nécessaire lorsque les volumes de trafic sont importants.

☞ Eviter de surdimensionné les composants de l'aménagement :

Pour la plupart des paramètres, toute majoration visant à un surcroît de capacité (augmentation du nombre de voies en entrée ou en sortie, élargissement de l'anneau, etc.) est néfaste à la sécurité.

☞ Ne pas hésiter à dimensionner faiblement l'îlot central :

En cas de contrainte d'emprise ou de topographie : même lorsque le rayon interne de l'îlot central est réduit à quelques mètres, la sécurité n'est pas dégradée.

ii. La visibilité :

Les conducteurs qui abordent un carrefour giratoire doivent apercevoir les véhicules prioritaires suffisamment tôt pour leur céder le passage et éventuellement s'arrêter. Un grand triangle de visibilité n'est toutefois pas nécessaire ; la vision complète sur le quart gauche de l'anneau à 15 m (environ) de l'entrée, s'avère suffisante.

En outre, il est important que l'îlot central ne comporte pas d'obstacle à la vue (plantation haute) à moins de 2 m de sa bordure périphérique (ou, en l'absence de bordure, 2,50 m du marquage de rive ceignant l'îlot central).

D'une manière générale, il est souhaitable de ménager des triangles de visibilité de caractéristiques similaires sur toutes les branches d'un même giratoire (afin d'induire des comportements homogènes).

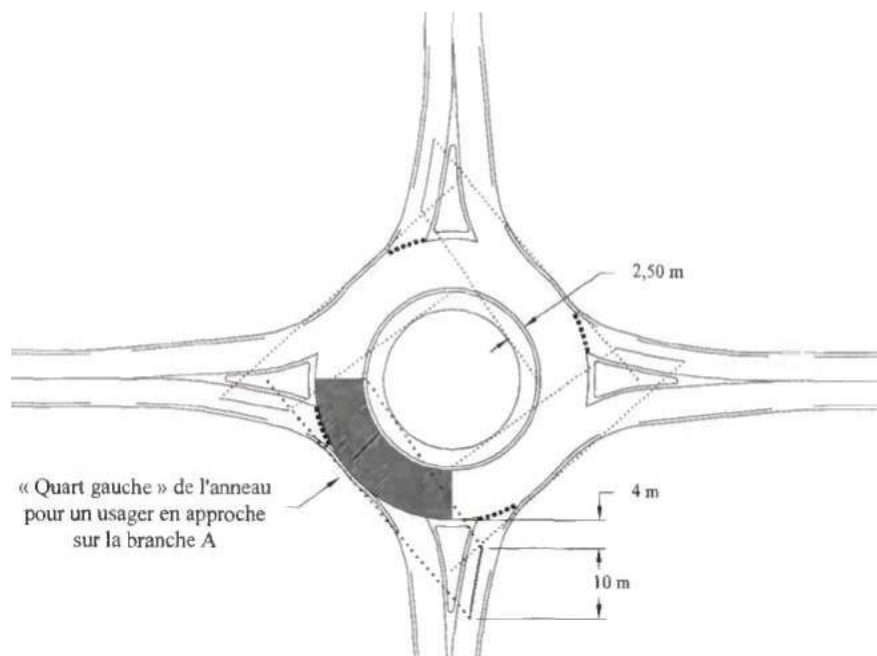


Fig.3.2 — Triangle de visibilité en approche de giratoire.

### iii. Les éléments géométriques d'un giratoire :

#### iv.1. L'anneau :

La largeur de l'anneau dépend du rayon R de la largeur et du nombre des voies de l'entrée la plus large. Cette largeur doit être uniforme (aucune sur-largeur de la chaussée entre 2 branches n'est acceptable). Elle est supérieure de 20% à la voie d'entrée la plus large, avec un minimum de 6 m ; 7 m constitue la largeur normale. Une valeur de 8 m se justifie pour les giratoires les plus petits fréquentés par des véhicules de type semi-remorques. Dans le cas d'entrées à 2 voies, la largeur de l'anneau ne doit pas dépasser 9 m, même dans le cas d'entrée à deux voies, la valeur courante étant de 8,50 m.

La chaussée annulaire doit présenter un dévers uniforme de 1,5 à 2%.

Sa pente est dirigée vers l'extérieur du carrefour pour trois raisons principales :

- ✎ Améliorer la perception de la chaussée annulaire.
- ✎ Éviter la rupture de pentes sur les voies d'entrée et de sortie (facteur d'inconfort, voire d'instabilité pour certains véhicules).
- ✎ Faciliter la gestion de l'écoulement des eaux de surface.

#### iv.2. L'îlot central :

L'îlot central doit être circulaire ; dans le cas contraire (formes ovales ou autres formes constituées d'arcs de cercles et d'éléments de raccordement), le niveau de sécurité est souvent fortement dégradé.

Il n'y a pas de valeur maximale recommandable pour le rayon de l'îlot central, mais le prévoir trop grand est inutile ; cela n'améliore pas le fonctionnement du carrefour (gain de capacité faible ou nul) et a souvent des effets négatifs (augmentation des vitesses pratiquées sur l'anneau, coûts accrus...). Au contraire, des rayons modérés sont à favoriser.

Cependant, un îlot central d'une dizaine de mètres de rayon interne est généralement souhaitable en présence d'un trafic de semi-remorques significatif (cas général sur les routes principales de rase campagne), de façon à assurer un certain confort pour les mouvements de ces véhicules.

L'îlot central comporte toujours une partie dite infranchissable de 3,50 m minimum de rayon et, pour les giratoires dont le rayon (R) est compris entre 12 et 15 m, une bande franchissable de 1,5 à 2 m de largeur. Des parties franchissables peuvent également être prévues pour un giratoire de rayon supérieur à 15 m.

**La bande franchissable** permet entre autres d'écarter la trajectoire des poids lourds en giration, dont les roues arrière pourraient dégrader l'aménagement ou simplement les bordures de l'îlot central, et de meilleures conditions de giration pour les véhicules les plus contraignants. La pente de la bande franchissable est orientée vers l'extérieur de l'anneau et comprise entre 4% et 6%. Il est conseillé de séparer cette bande de la

chaussée par un relief relativement sensible et inconfortable (bordures bas semi-enterrées de 3 cm de vue maximum, « conception des bordures ») ; des effets dynamiques très légers ou des dispositions visuelles n'opèrent pas durablement sur les trajectoires ni la sécurité. La bande doit être aussi revêtue (par un matériau « enrobé », un béton de ciment ou un pavage, etc.) et présenter un contraste perceptible de jour comme de nuit avec la chaussée annulaire.

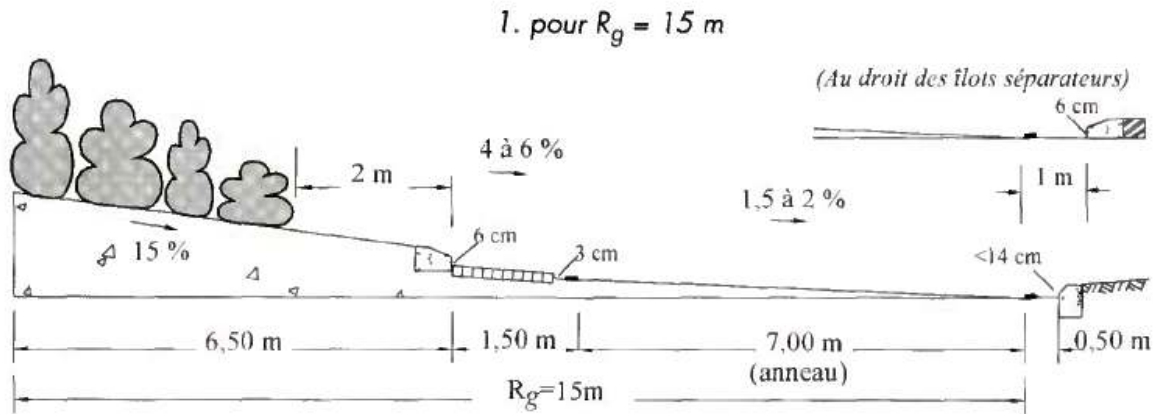


Fig.3.3 — profil en travers type de l'anneau

#### iv.3. L'îlot séparateur :

Les îlots séparateurs remplissent 6 fonctions principales :

- ☞ favoriser la perception du carrefour en situation d'approche.
- ☞ servir de refuge aux piétons, leur permettant de traverser en deux temps.
- ☞ éviter des collisions entre les deux sens de circulation des branches (surtout lorsque les rayons de sortie sont faibles), en séparant les courants entrants et sortants.
- ☞ favoriser la capacité, en permettant aux conducteurs en attente devant la ligne d'effet du CEDEZ LE PASSAGE de discriminer plus tôt les véhicules sortants et ceux auxquels ils devront céder la priorité.
- ☞ permettre l'implantation de la signalisation de direction.
- ☞ limiter le risque de « prise à contresens » de l'anneau.

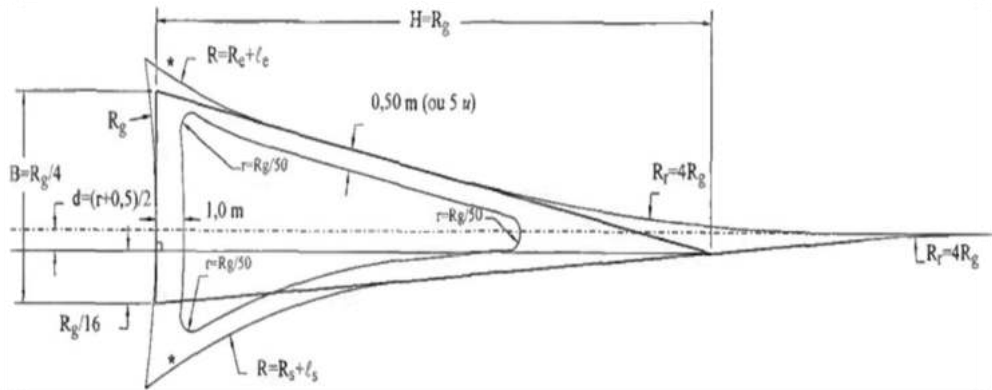


Fig.3.4 — les différents paramètres des îlots séparateurs ( $R_g \geq 15$ ).

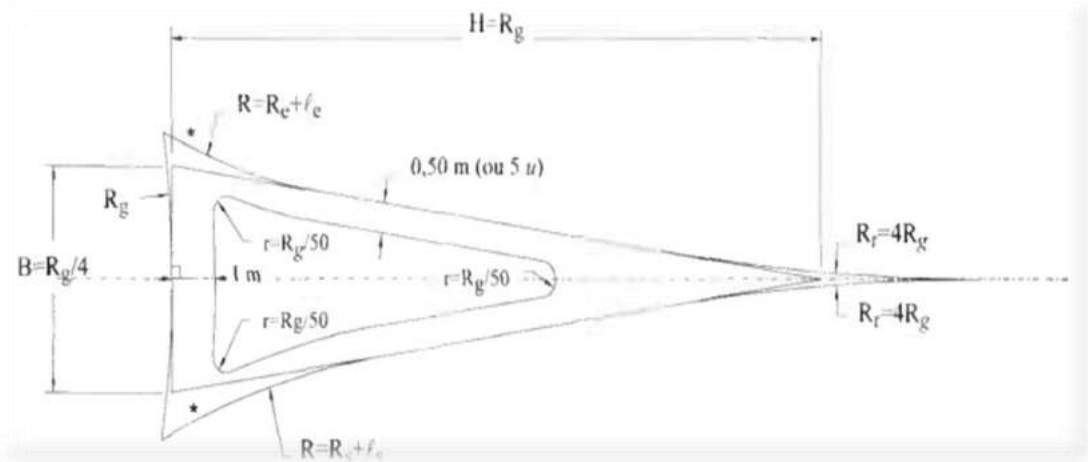


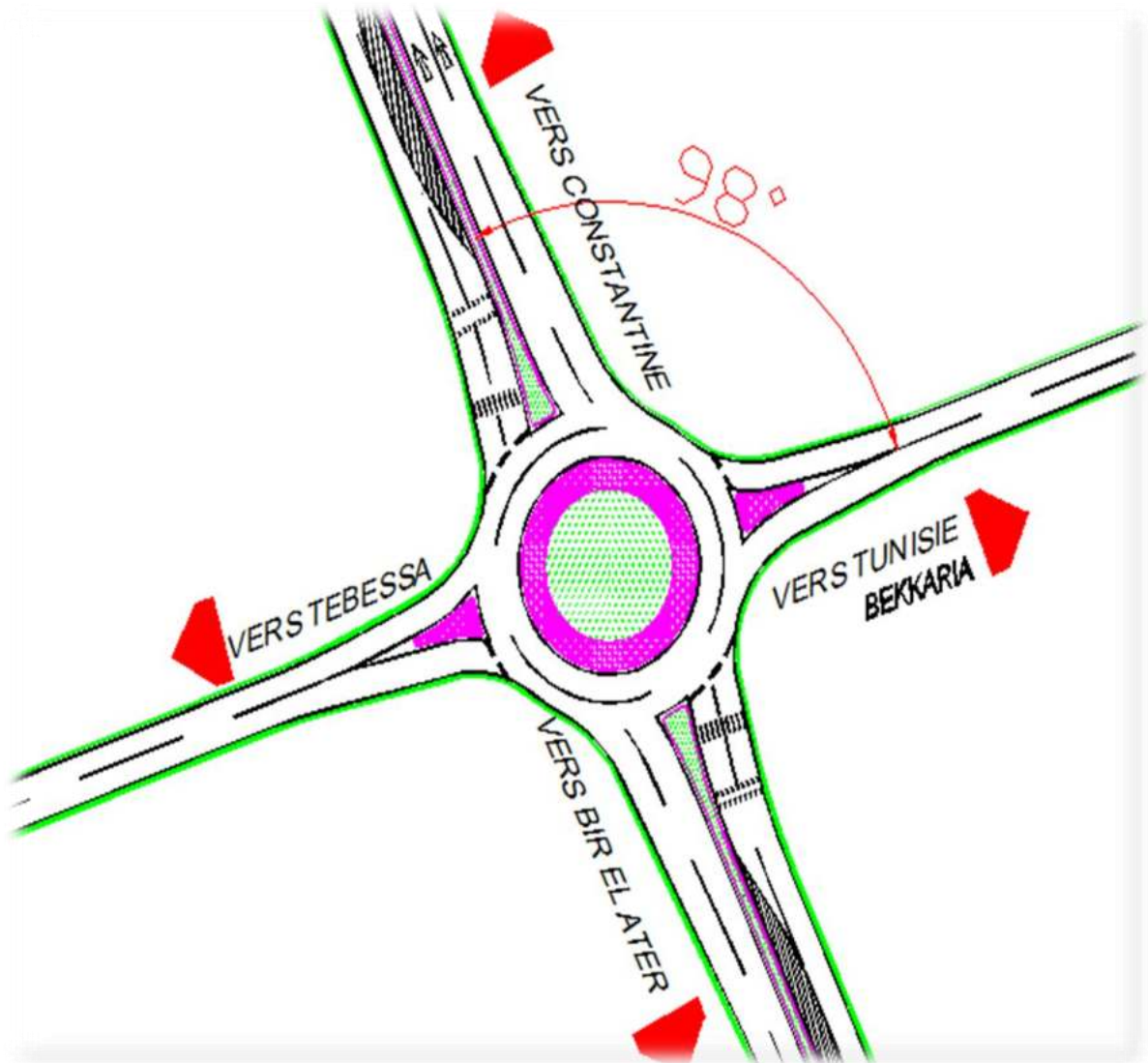
Fig.3.5 — les différents paramètres des îlots séparateurs ( $R_g < 15$ ).

### DESCRIPTION DE NOTRE CARREFOUR :

Notre carrefour est un carrefour giratoire situe à l'intersection de la RN82 avec notre évitement avec un angle de  $98^\circ$ .

Il comporte les caractéristiques suivantes :

- ☞ Rayon de carrefour : 20m
- ☞ Largeur de la voie d'entrée : 4m
- ☞ Largeur de la voie de sortie : 4.5m
- ☞ Rayon d'entrée : 15m
- ☞ Rayon de sortie : 20m
- ☞ Rayon de raccordement : 80m
- ☞ Largeur de l'anneau : 7m



**PARTIE 2**

**ECHANGEUR**

## **ECHANGEUR**

### 1. INTRODUCTION :

*Un échangeur est un croisement étagé entre deux routes, avec raccordement de circulation entre les voies qui se croisent.*

*Son implantation doit permettre de respecter les conditions générales de visibilité et de perception du point d'échange.*

*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 grands débits de trafic*
- ↻ carrefour dont la capacité insuffisante congestionne une ou toutes les approches.*
- ↻ carrefour dont le taux d'accédant graves est disproportionné et pour lequel on ne trouve aucune solution.*
- ↻ carrefour où la topographie empêche un aménagement conforme aux normes de tout type de carrefour*

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

### 2. TYPE D'ECHANGEURS :

*On utilise plusieurs types d'échangeurs de domaine d'emploi bien déterminé :*

#### i. Le losange:

*Il permet une distribution symétrique des échanges, mais nécessite une emprise dans les quatre quadrants et crée des cisaillements sur la route secondaire.*

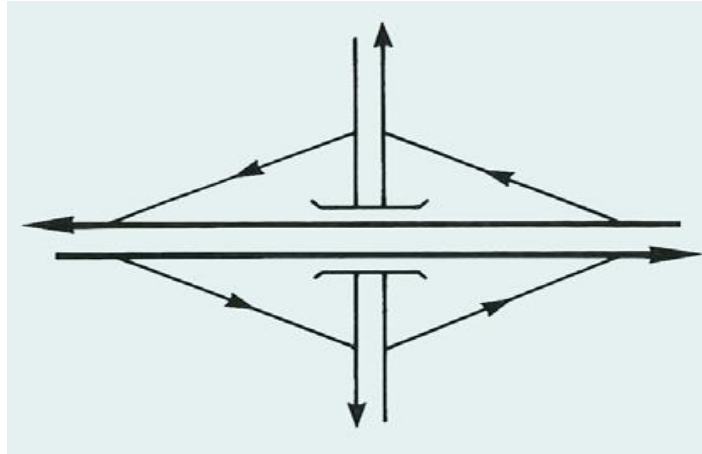


Fig.3.6 — échangeur losange classique

*ii. Le demi-trèfle à quadrants opposée:*

*Emprises plus réduites, mais échanges-dissymétriques.*

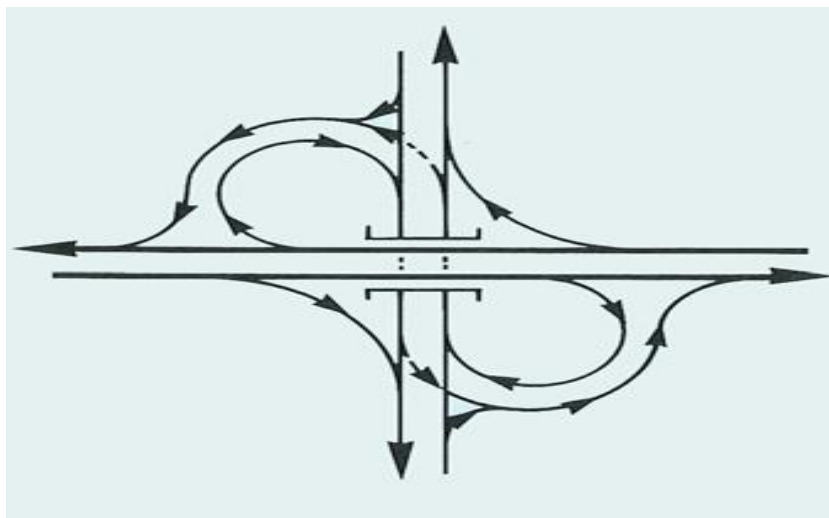


Fig.3.7 — échangeur demi-trèfle à quadrants opposée

*iii. Le demi-trèfle à quadrants contigües:*

*Seulement si les emprises interdisent le précédent.*

*Un sens de la route secondaire est très privilégié, ce qui est rarement utile.*

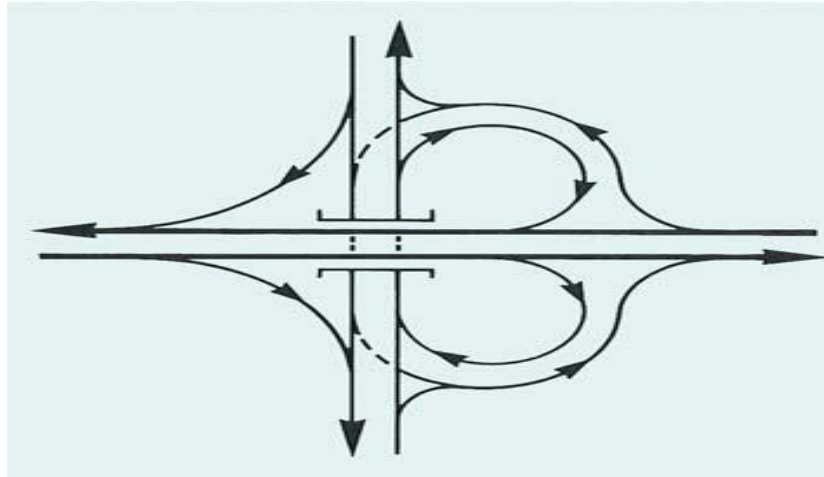


Fig.3.8 — échangeur demi-trèfle à quadrants contigus

iv. La trompette:

*D'usage exceptionnel par raccordement à un route important parallèle à l'autoroute.*

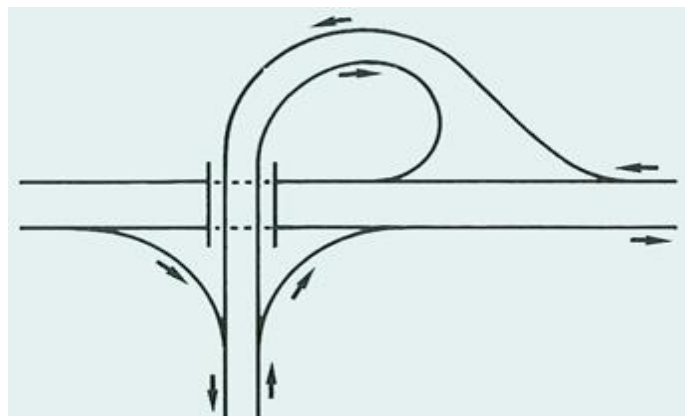


Fig.3.9 — échangeur losange trompette de sortie

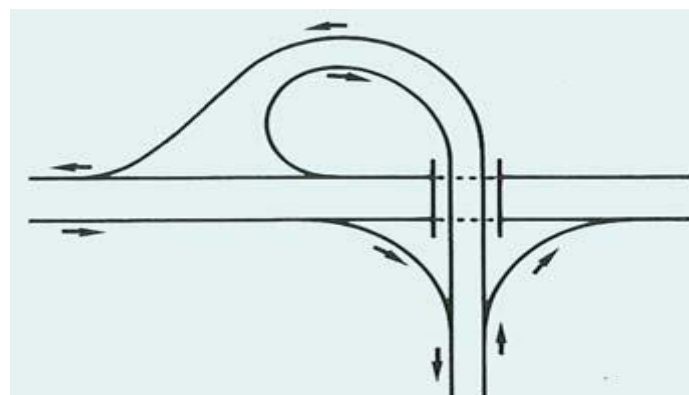


Fig.3.10 — échangeur trompette d'entrée

v. Le trèfle complet :

*Le seul problème concerne les zones d'entrecroisements qu'il y a lieu de situer sur les collectrices dans le cas de la voie rapide.*

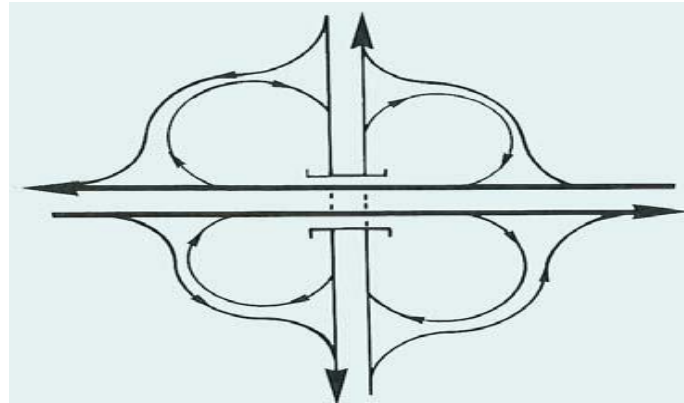


Fig.3.11 — échangeur trèfle complet

3. LES ELEMENTS D'UN ECHANGEUR :

i. Les bretelles :

*Les bretelles sont des voies de raccordement entre les voies des deux routes qui se croisent, débouchant sur la droite de l'autoroute.*

*Ces tronçons de route doivent avoir une vitesse de base aussi près que possible des vitesses des routes qu'ils raccordent.*

*Chaque bretelle se termine à une de ses extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération ou un carrefour à niveau.*

ii. Type des bretelles :

*Il existe trois types de bretelles dont la combinaison entre eux donne une multitude de formes d'échangeurs.*

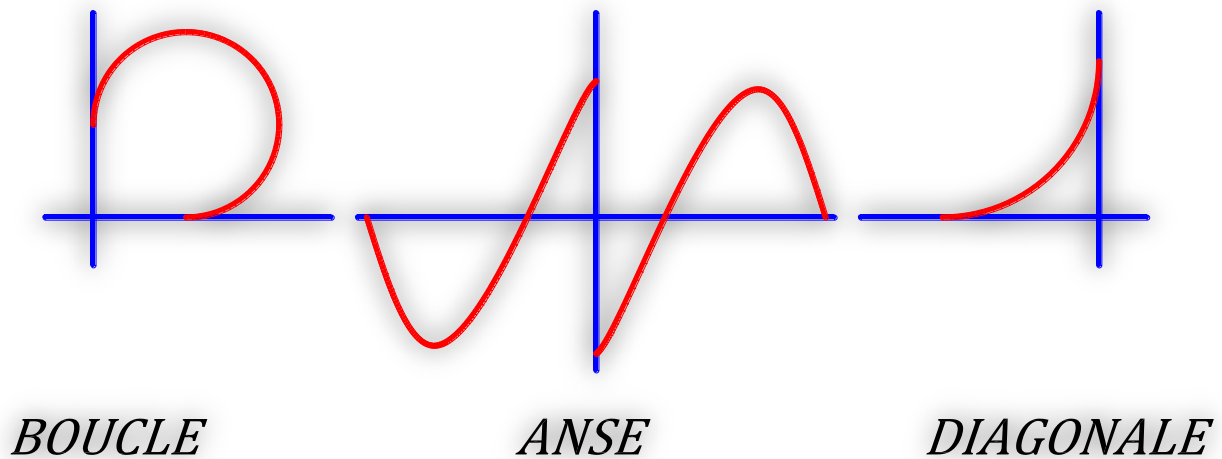


Fig.3.12 — type des bretelles

**iii. Valeurs limites des rayons :**

Bretelle	Rayon en plan(m)
Boucle	40 à 75
Anse	>120
Diagonale	100 à 175

NB : Le rayon minimal non déverse  $R_{hd}$  est de 300m.

**iv. Enchaînement des éléments du tracé en plan :**

Une boucle comporte un arc circulaire unique encadré par deux arcs de clothoïde.

Deux courbes successives de sens contraire doivent satisfaire à la condition :  $R_1 \leq 2R_2$ , où  $R_1$  et  $R_2$  notent les rayons de la première et de la seconde courbe rencontrées.

**v. Raccordement progressif :**

Une courbe circulaire est encadrée par deux arcs de clothoïde de longueur égale à la plus grande des deux valeurs :  $6R^{0.4}$  et  $7\Delta d$  ; où  $R$  note le rayon de courbure (en m), et  $\Delta d$  la différence des pentes transversales (en %) des éléments du tracé raccordés.

Il s'agit de longueurs minimales, mais il n'est pas recommandé de recourir à des valeurs supérieures qui peuvent rendre l'appréciation de la courbure finale plus difficile pour l'utilisateur.

*vi. Voie d'insertion :*

*vi.1. Définition :*

*Le raccordement d'une bretelle de l'autoroute est réalisé en entrée par une voie d'insertion, et en sortie par une voie de décélération.*

*vi.2. Sortie :*

*La voie de décélération permet à l'automobiliste diminuer sa vitesse en dehors de la voie principale pour s'engager sur la bretelle.*

*Elle débute par biseau de 150m suivie d'une section de décélération.*

*Les véhicules doivent pouvoir quitter l'autoroute de catégories 140 et 120 à 90Km/h à l'entrée du biseau, et à 75Km/h pour les catégories 100-80.*

*vi.3. Entré :*

*La section d'accélération suivie d'une section de manœuvre d'insertion et d'un biseau de raccordement de 75m.*

*La section de manœuvre d'insertion à une longueur de 300m pour les catégories 140-120 et 200m pour les catégories 100-80.*

*Les véhicules doivent pouvoir atteindre à l'origine de la section de manœuvre d'insertion, 65Km/h catégorie 100-80 et 55Km/h pour catégorie 100-80.*

*Lorsque le rayon de l'arc circulaire de la section de décélération ou d'accélération et 500m, il y a lieu de prévoir un arc de raccordement progressive.*

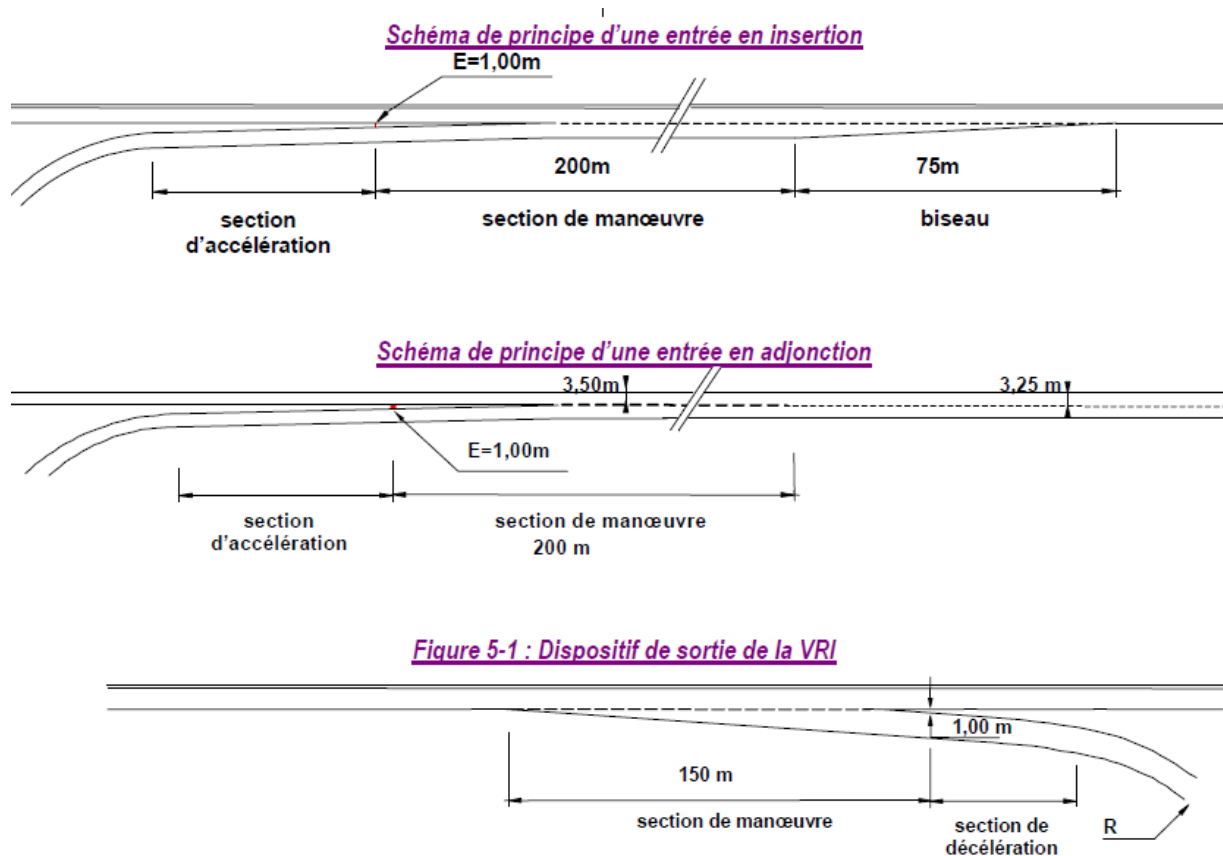


Fig.3.13 — voie d'insertion

#### 4. DESCRIPTION DE L'ECHANGEUR :

##### i. Présentation de l'échangeur :

Notre échangeur situe à l'intersection de la RN10, RN16 et notre évitement.

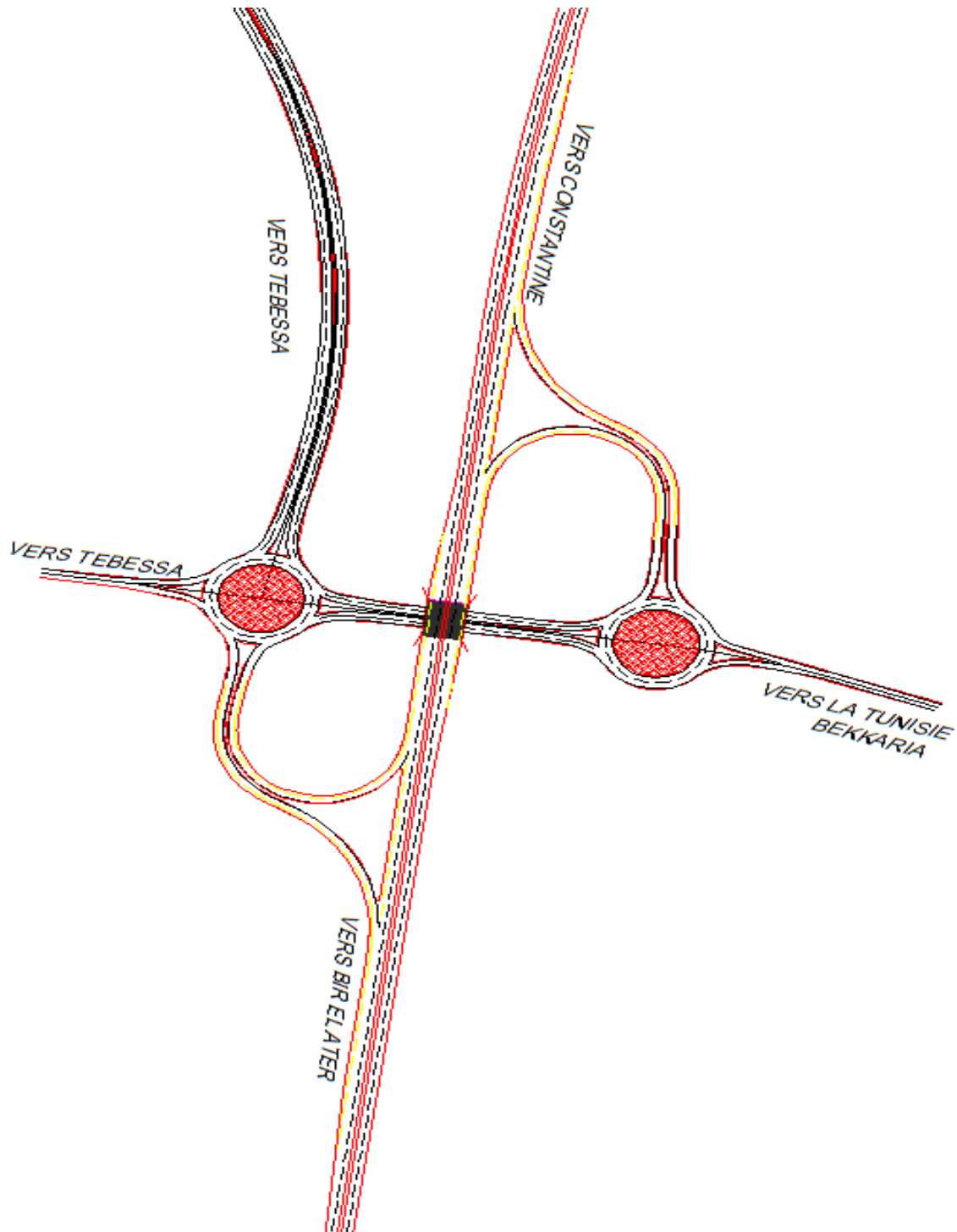
##### a. variante 1 :

Cette variante est un échangeur demi trèfle avec deux carrefour et pour cette variante on doit dévier l'axe de la RN10 ver le premier carrefour sur la RN16.

Les paramètres de cet échangeur sont comme suit :

- ☞ Un pont dans le sens de l'évitement
- ☞ Deux(2) carrefours de rayon 25m: un sur la RN10 et l'autre sur la RN16.
- ☞ Rayon de boucles : 50m
- ☞ Largeur de boucles : 6m
- ☞ Rayon de carrefour : 25m
- ☞ Rayon d'entrée : 15m, largeur de la voie d'entrée : 4m
- ☞ Rayon de sortie : 20m, largeur de la voie de sortie : 4.5m

☞ Rayon de raccordement : 80m



**DEMI-TREFLE+DEUX CARREFOUR**

*b. Variante 2 :*

*Cette variante est un échangeur trèfle complet avec échangeur trompette et pour cette variante on doit dévier l'axe de la RN10 vers l'échangeur trompette sur notre évitement.*

*Les paramètres de cet échangeur sont comme suit :*

*🔗 Trèfle complet :*

*🔗 Rayon des boucles : 50 et 60m*

*🔗 Voie d'inter croisement : 170m*

*🔗 Voie d'accélération et de décélération : 200m*

*🔗 Largeur de boucles : 6m*

*🔗 Trompette :*

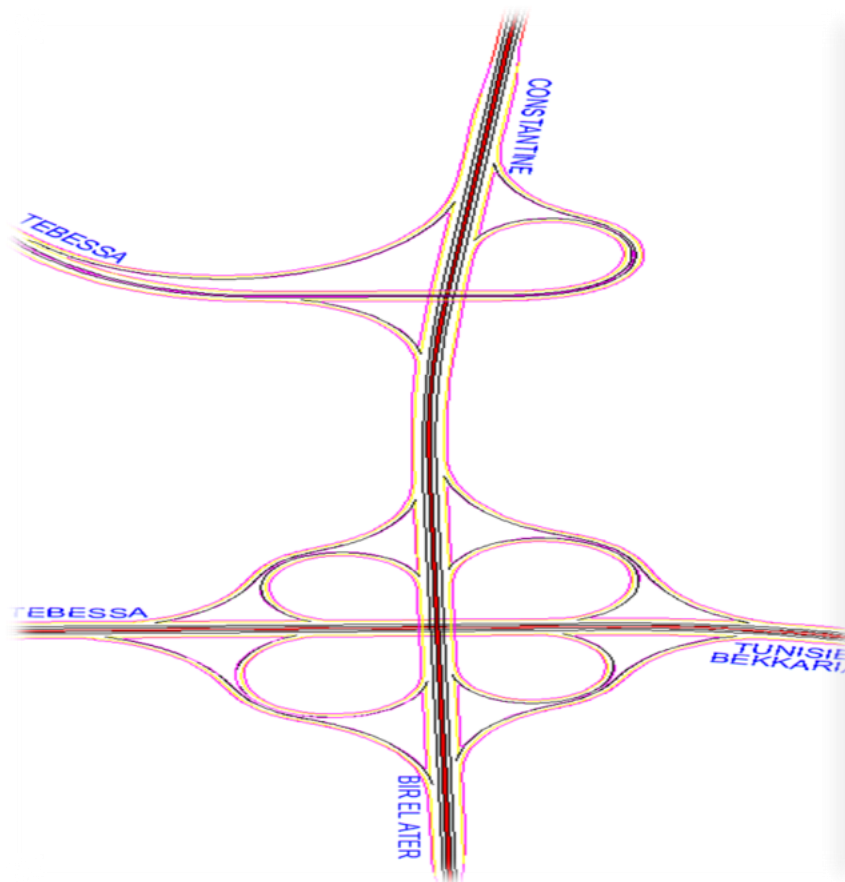
*🔗 Rayon de boucle : 50m*

*🔗 Voie d'accélération et de décélération : 200m*

*🔗 Largeur de boucles : 6m*

*🔗 Rayon de Bretelle : 100m et 160m*

*🔗 Voie d'inter croisement entre le trèfle complet et trompette : 110m*



**TREFLE COMPLET + TROMPETTE**

### CONCLUSION :

*On a choisi la première variante parce que :*

- ℵ le cout cette variante 1 est inferieur que la deuxième*
- ℵ Deux ouvrages pour la variante 1 et trois ouvrages pour la deuxième*
- ℵ Les valeurs de la voie d'inter croisement pour la variante 2 sont un peu petites.*
- ℵ surface de la 1<sup>ere</sup> variante est plus petit que la 2<sup>eme</sup>variante.*

# CHAPITRE III

# PHASE APD

**TRACE EN PLAN**

## TRACE EN PLAN

### I. INTRODUCTION :

*Le tracé en plan, projection verticale de la route sur un plan horizontal, il est caractérisé par la vitesse de référence qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.*

*Le tracé en plan vise à garantir de bonne condition de sécurité et de confort adaptées à chaque catégorie des routes.*

### 1. REGLES A RESPECTER POUR LE TRACE EN PLAN :

- ❧ *Eviter de passer par les terrains agricoles et les contraintes si c'est possibles.*
- ❧ *Eviter les franchissements des oueds et d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.*
- ❧ *Adapter au maximum le terrain naturel.*
- ❧ *Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.*
- ❧ *Respecter la cote des plus hautes eaux.*
- ❧ *Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.*
- ❧ *Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.*
- ❧ *Se raccorder sur les réseaux existants.*
- ❧ *S'inscrire dans le couloir choisi.*

### 2. ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

#### i. Alignement :

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

*Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C ou Ove.*

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

### ii. Arcs de cercle :

Quatre éléments interviennent pour limiter les courbures :

- ∞ Stabilité des véhicules en courbe.
- ∞ Visibilité en courbe.
- ∞ Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.
- ∞ On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

### iii. La stabilité en courbe :

En passant un virage, un véhicule subit l'effet de la force centrifuge, c'est la raison pour laquelle on incline la chaussée vers l'intérieur (pour éviter le phénomène de dérapage) d'une pente exprimée par sa tangente.

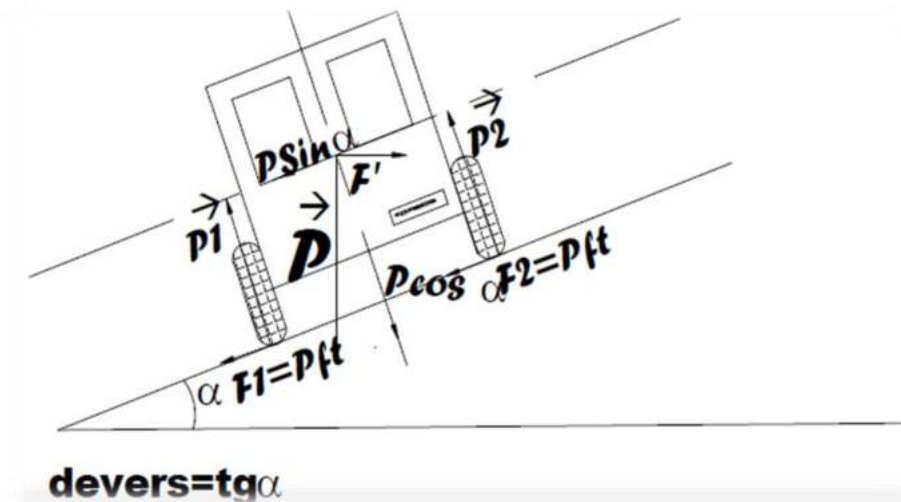


Fig.3.13 — Forces agissant sur un véhicule dans un virage

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion

$$\text{suivante : } R_{\min} \geq \frac{v_B^2}{130(f_t + d)} \quad \text{Pour } g = 10 \text{ m/s}^2$$

**NB :** Ne doit pas être trop grand (risque de glissement par temps pluvieux ou par verglas), ni trop petit pour assurer un bon écoulement des eaux.

Ceci nous conduit à la série de couples (R, d).

Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu  $R_{Hm}$  avec :

$$d_{\max} = 7\% \quad \text{pour les catégories (1- 2)}$$

$$d_{\max} = 8\% \quad \text{pour les catégories (3 - 4)}$$

$$d_{\max} = 9\% \quad \text{pour la catégorie 5.}$$

**NB :** Aucun rayon  $< R_{Hm}$ .

*iv. Conséquences :**iv.a. Rayon horizontal minimal absolu :*

*C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.*

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

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

*iv.b. Rayon minimal normal :*

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

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

*iv.c. Rayon au dévers minimal :*

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

*Devers associé  $d_{min} = 2.5\%$ .*

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

*iv.d. Rayon minimal non déversé :*

*Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le devers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (Rhnd).*

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035}$$

**v. Sur largeur :**

Un long véhicule à deux (02) essieux, circulant dans un virage, balaie en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit ; et ceci généralement pour un rayon inférieur à 200m. 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)

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

**vi. Raccordement progressifs (Clothoïde) :**

Les courbes de rayons *R* inférieur à  $R_{Hnd}$  sont introduites par des raccordements progressifs.

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 de véhicule
- ☞ La transition de la chaussée

**vi.a. Elément de la clothoïde :**

<i>R</i> : Rayon du cercle.	<i>A</i> : Paramètre de la clothoïde
<i>L</i> : Longueur de la branche de clothoïde	<i>KE</i> : extrémité de la clothoïde
<i>KA</i> : origine de la clothoïde	<i>DR</i> : ripage
<i>t</i> : Angle des tangentes	<i>TC</i> : tangente courte
<i>TL</i> : tangente longue	<i>s</i> : Angle polaire.
<i>SL</i> : corde <i>KE</i> – <i>KA</i>	<i>M</i> : centre du cercle d'abscisse <i>XM</i>
<i>XM</i> : abscisse du centre du cercle <i>M</i> à partir de <i>KA</i>	<i>YM</i> : ordonnée du centre du cercle <i>M</i> à partir de <i>KA</i>

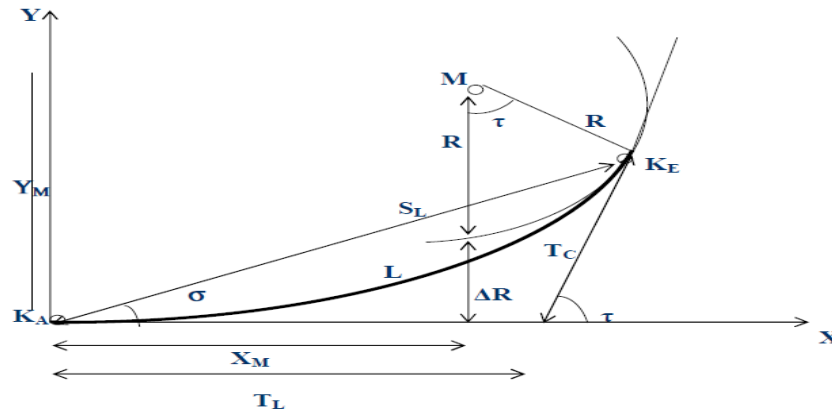


Fig.3.14 — Éléments de la clothoïde

### vi.b. Expression mathématique de la clothoïde :

Courbure  $K$  linéairement proportionnelle à la longueur curviligne  $L$ .

$$K = C \cdot L \quad \text{avec} \quad K = \frac{1}{R} \quad \text{et} \quad R: \text{rayon de l'axe du virage}$$

$$\text{On pose: } \frac{1}{C} = A^2 \quad \text{donc} \quad L \times R = A^2$$

### vi.c. Les conditions :

#### vi.c.1er. Condition optique :

La clothoïde doit aider à la lisibilité de la route en amorçant le virage, la rotation de la tangente doit être  $\geq 3^\circ$  pour être perceptible à l'œil.

$$R/3 \leq A \leq R$$

D'après le B40 on a:

$$R \leq 1500m \quad \Delta R = 1m \text{ (éventuellement } 0.5m) \quad L = \sqrt{24R \times \Delta R}$$

$$1500 < R \leq 5000m \quad L \geq R/9$$

$$R > 5000m \quad \Delta R = 2.5m \quad L = 7.75\sqrt{R}$$

#### vi.c.2e. Condition confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter pendant le temps de parcours  $\Delta t$  du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale.

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

$V_r$  : vitesse de référence en (Km /h).

$R$  : rayon en (m).

$\Delta d$  : variation de dévers.

2.vi.a.i. Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle se traduit par la limitation de la pente relative du profil en long au bord de la chaussée par rapport à celle de son axe.

$$L > l \times \Delta d \times V_R$$

$L$  : longueur de raccordement

$l$  : Largeur de la chaussée

$\Delta d$  : variation de dévers

Nota :

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

Cette variation est limitée à 2%.

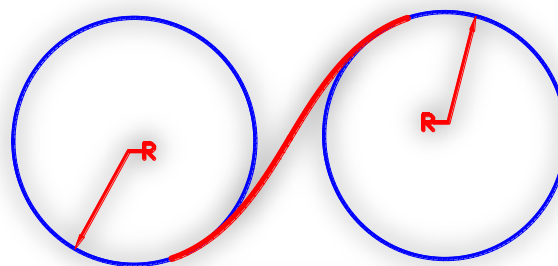
$$L \geq \frac{5 \times \Delta d \times V_R}{36}$$

3. COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

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

i. Courbe en S :

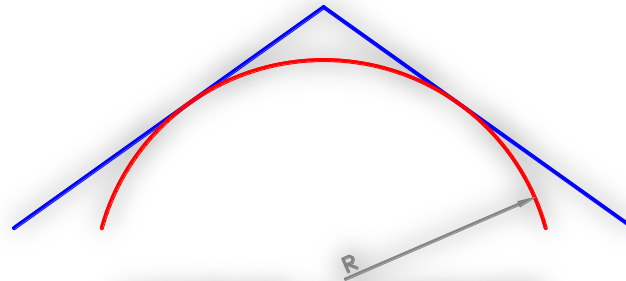
Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.



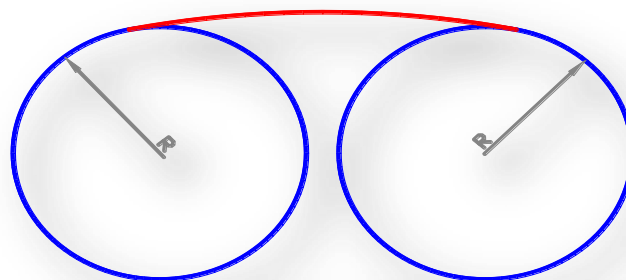
COURBE EN S

**ii. Courbe à sommet :**

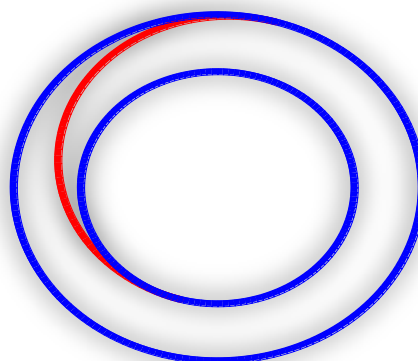
Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements.

**COURBE A SOMMET****iii. Courbe en C :**

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

**COURBE EN C****iv. Ove:**

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

**OVE**

#### 4. LA VITESSE DE REFERENCE :

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

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

##### i. Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

La vitesse de base	V (km/h)
Pour voies expresses	80
Les bretelles	40

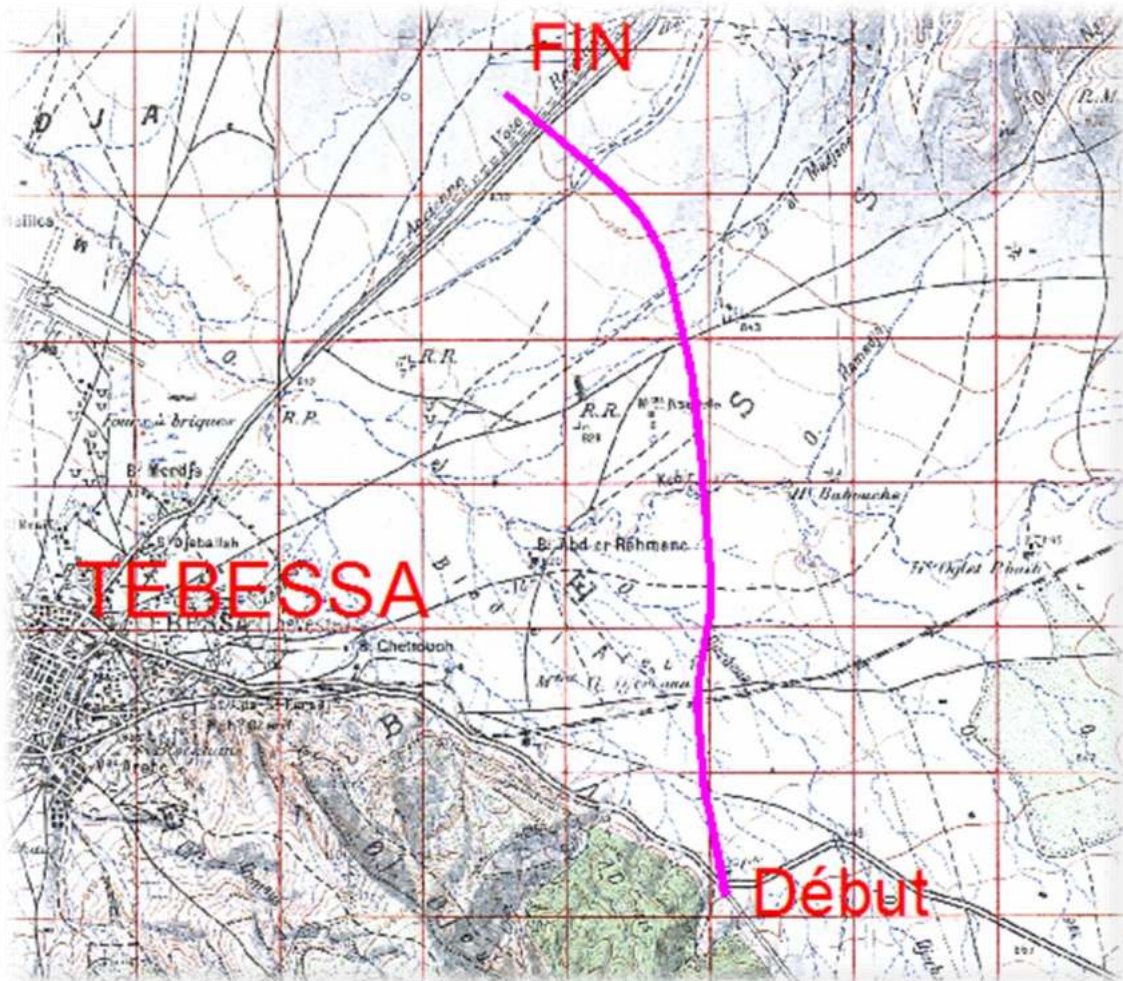
Tab.3.1 — Vitesse de base

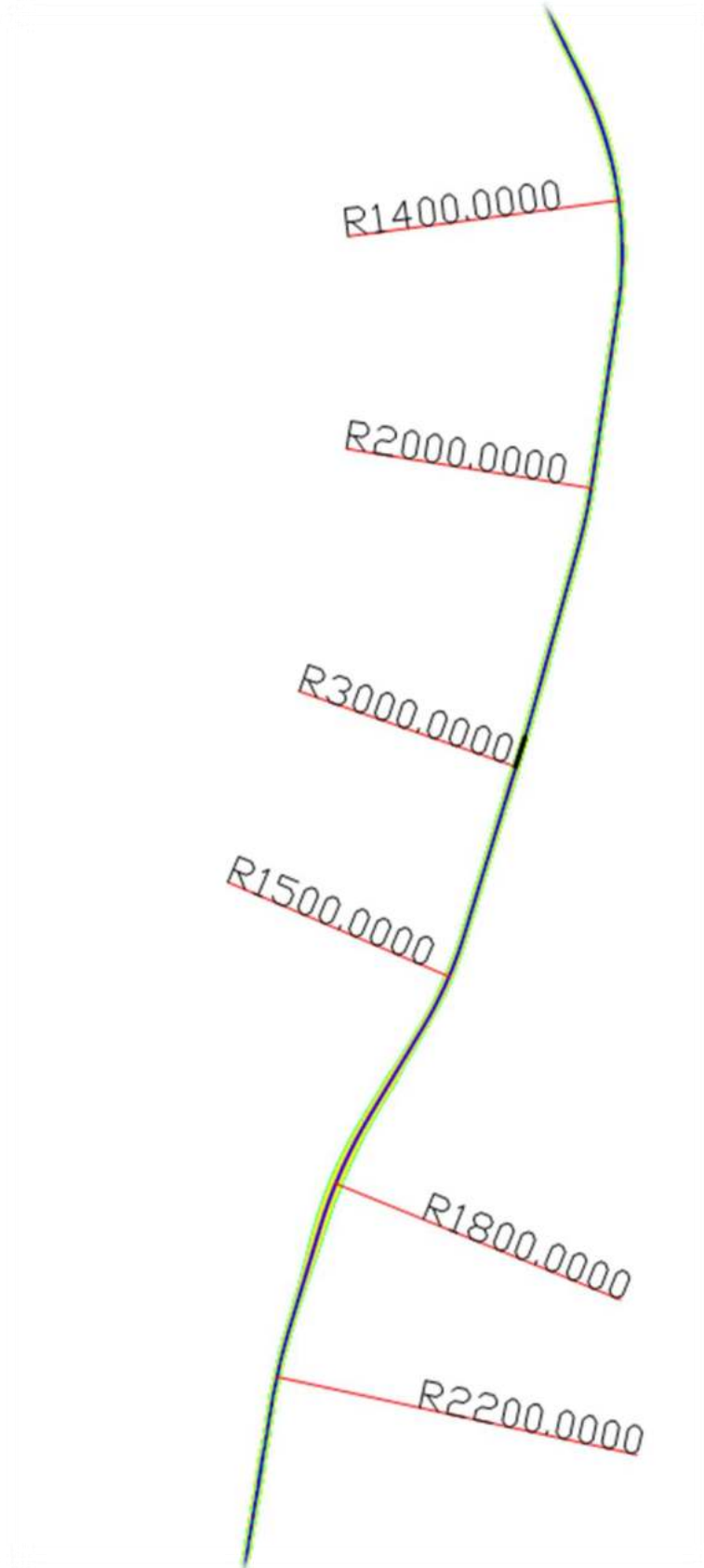
Les bretelles	Voie d'insertion		
	Voie de décélération Diagonale	Section de décélération	
		150 m	
Les bretelles	Voie d'accélération Parallèle	Section d'accélération	Biseau
		200 m	75 m
$V_B=80$ m/s	Condition à l'alignement	$L_{min}$	112m
		$L_{max}$	1334m
	Rayon en plan	$R_{hm}$	250m
		$R_{hn}$	450m
		$R_{hd}$	1000m
		$R_{hnd}$	1400m
	Dévers min	$d_{min}= 2.5 \%$	
	Dévers max	$d_{max}= 7\%$	
Dévers normal	$d_{RHn}= 5 \%$		

Tab.3.2 — les paramètres avec un  $V_B=80$  m/h

Paramètres	Catégorie	C2
<b>Indépendants de l'environnement</b>		
Manque	œil $h_0$	1.1 m
	Obstacle $h_1$	0.15m
	Obstacle $h_2$	1.2m
<b>Dépendants de l'environnement et/ou de la vitesse de base</b>		
Temps de réaction		1.8s
Accélération verticale		$g/40$
Fl-Ft		0.39-0.13
Accélération-décélération		0.6-1.6 m/s <sup>2</sup>

LONGUEUR DE L'AXE : 5967.143 m





# PROFIL EN LONG

## **PROFIL EN LONG**

### I. INTRODUCTION :

*Le profil en long d'une route est la coupe longitudinale, par un plan vertical passant par l'axe de la route.*

*Il est constitué généralement d'une succession d'alignements droits raccordés par des courbes circulaires.*

*Du fait que les rayons verticaux sont très grands, l'introduction de courbes de raccordement progressif n'est pas nécessaire.*

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

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

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

### 1. TRACE DE LA LIGNE ROUGE :

*Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne du projet retenue n'est pas arbitraire, mais elle doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales.*

*Parmi ces conditions il y a lieu :*

- ❏ d'adapter au terrain naturel pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux.*

- ❧ de rechercher l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais.
- ❧ de ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les règlements.
- ❧ d'éviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
- ❧ d'éviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais qui risque de créer de contraintes à savoir :
  - ❧ celles qui sont liées aux difficultés de terrassement et à l'évacuation des eaux pluviales.
  - ❧ le remède est soit de relever ce point au-dessus du terrain naturel soit d'atténuer les déclivités arrivant de chaque côté de ce point bas.
- ❧ d'éviter les hauteurs excessives de remblais.
- ❧ prévoir le raccordement avec les réseaux existants.
- ❧ au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- ❧ d'assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- ❧ d'adapter une déclivité minimale de 0.5% qui permet d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

## 2. LA DECLIVITE :

On appelle déclivité d'une route, 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.

### i. Déclivité minimale :

Dans les zones où le terrain est plat, la pente d'une route ne doit pas être au-dessous de 0.5 % et de préférence 1% si possible afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux de pluie le long de la chaussée.

### ii. Déclivité maximale :

Elle doit être inférieure à une valeur maximale associée au niveau de service.

### 3. RACCORDEMENT DE PROFIL EN LONG :

Le changement des déclivités constitue des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement parabolique où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement :

#### i. Raccordement convexe (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

- ☞ De confort.
- ☞ De visibilité.
- ☞ D'esthétique.

#### i.a. Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte convexité, le véhicule subit une accélération verticale importante qui modifie sa stabilité et gêne les usagers.

La condition de confort consiste à limiter l'accélération verticale est représentée par la formule suivante :

$$\frac{V_R^2}{R_V} \leq \frac{g}{40} \Rightarrow R_V \geq \frac{40}{g} \times V_R^2 \quad \text{pour (cat. 1 - 2)}$$

$$\frac{V_R^2}{R_V} \leq \frac{g}{30} \Rightarrow R_V \geq \frac{30}{g} \times V_R^2 \quad \text{pour (cat. 2 - 4et5)}$$

Avec :  $v = V/3.6$  et  $g$  (accélérations de la pesanteur) =  $10\text{m/s}^2$ .

$R_v$  Étant le rayon de raccordement.

Donc :

$$R_{Vmin} = 0.3 \times V_B^2 \quad \text{pour (cat. 1 - 2)}$$

$$R_{Vmin} = 0.4 \times V_B^2 \quad \text{pour (cat. 3 - 4et5)}$$

*i.b. Condition de visibilité :*

La visibilité est assurée lorsque l'œil d'un conducteur aperçoit la partie supérieure de la voiture qui vient à sa rencontre ou s'arrêter. Le rayon devrait assurer la visibilité d'un obstacle éventuel à une distance de manœuvre de dépassement  $d_1$  déterminée par la relation :

$$R = \frac{d_1^2}{2 \times \sqrt{h_0 + h_1}}$$

$h_0$ : étant la hauteur de l'œil et  $h_1$  la hauteur de l'obstacle

Pour les chaussées bidirectionnelles, les valeurs obtenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 0.10m de hauteur la visibilité d'un véhicule de 0.20m de hauteur à la distance de visibilité de manœuvre de dépassement  $d_{Md}$ .

$$R_{vm} = \sqrt{d_{Md} \cdot V_r \cdot 0.09 \cdot 2}$$

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B40) sont récapitulées dans le tableau suivant :

<b>Catégorie</b>		<b>C2</b>
<b>Environnement</b>		<b>E1</b>
<b>Vitesse de base <math>V_B</math> Km/h</b>		<b>80</b>
<b>Rayon en angle saillant</b>	<b>2×2 voies</b>	
	⌚ <b>Minimal absolu <math>R_{Vm1}</math></b>	<b>2500</b>
	⌚ <b>Minimal normal <math>R_{VN1}</math></b>	<b>6000</b>
<b>Rayon en angle rentrant</b>	⌚ <b>Minimal absolu <math>R'_{Vm}</math></b>	<b>2400</b>
	⌚ <b>Minimal normal <math>R'_{VN}</math></b>	<b>3000</b>
<b>Déclivité maximale <math>i_{max}</math></b>		<b>7%</b>
<b>Vitesse <math>V_{PL}</math> (Km/h)</b>		<b>30</b>

*i.c. Condition esthétique :*

*Comme tout ouvrage désigné de ce nom, une grande route moderne devrait être conçue et réalisée de façon à procurer aux usagers une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté. Pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivité sur une distance restreinte.*

*ii. Raccordement concave :*

*Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminées mais par contre lorsque la route n'est pas éclairée, la visibilité de nuit doit être prise en compte.*

# PROFIL EN TRAVERS

## PROFIL EN TRAVERS

### 1. DEFINITION :

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée par un plan verticale, la largeur de cette chaussée est en fonction de l'importance et de l'hétérogénéité du tracé à écouler, elle comprend aussi plusieurs voies, dont le choix est déterminé.

### 2. ÉLÉMENTS DU PROFIL EN TRAVERS :

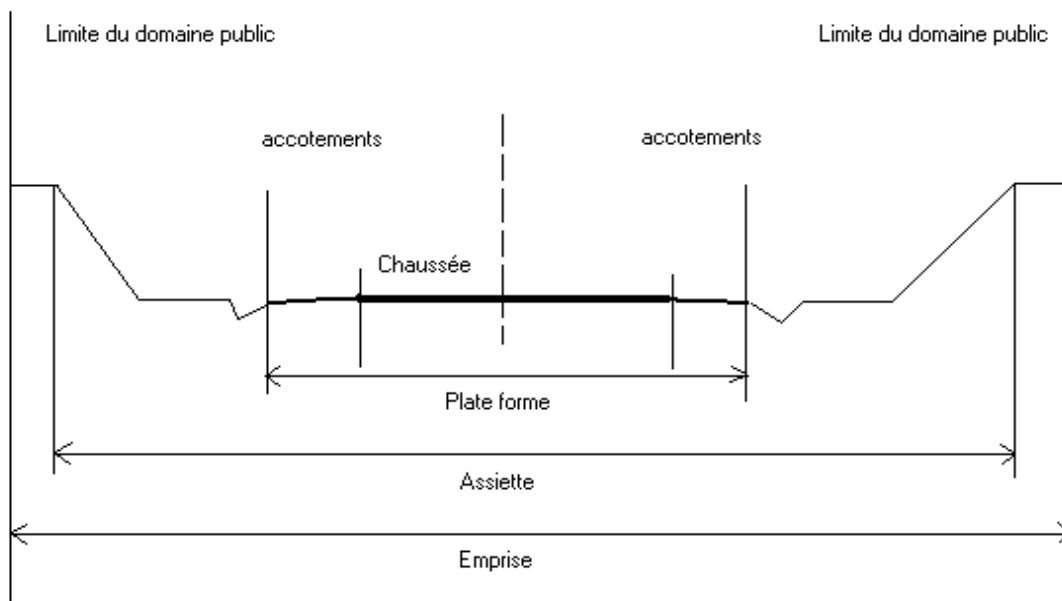


Fig.6.1 — Profil en travers générale

#### i. Emprise :

C'est la surface de terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances, elle coïncide généralement avec le domaine public.

#### ii. Assiette :

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

#### iii. Plate-forme :

C'est la chaussée, elle comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement le terre-plein central.

**iv. Chaussée :**

*Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. Elle doit être revêtue ou non revêtue ou en béton et elle peut être bidirectionnel ou unidirectionnel.*

**v. Terre-plein central :**

*Le terre-plein central, s'étend entre les limites intérieures de deux chaussées (au sens géométrique) du point de vue structural, il comprend :*

*☞ Les deux sur largeurs de chaussées supportant des bandes de guidages.*

*☞ Une partie centrale en gazonnée.*

**vi. Accotement :**

*Ce sont les zones latérales de la plate-forme que borde extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasé ou sur élevés.*

**vii. Bande dérasée BD (BDD et BDG):**

*Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non, dégagée de tout obstacle ; elle comporte le marquage en rive.*

*Pour les autoroutes BDD=BAU (bande arrêt d'urgence)*

**viii. La berme :**

*Située à la l'extérieur de la bande dérasée ou de la BAU, est généralement engazonnée.*

*Elle supporte d'éventuels panneaux de signalisation et équipements.*

**ix. Fosse :**

*Ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la route et des talus (éventuellement les eaux du talus).*

**3. CLASSIFICATION DE PROFIL EN TRAVERS :**

*Ils existent deux types de profil :*

*☞ Profil en travers type.*

*☞ Profil en travers courant.*

**x. Le profil en travers type :**

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

*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-métré des terrassements.*

**xi. Le profil en travers courant :**

*Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à des distances régulières (10, 15, 25 m).*

**ETUDE  
GEOTECHNIQUE**

## **ETUDE GEOTECHNIQUE**

### 1. INTRODUCTION :

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

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

*Pour cela on a des essais qui se font au laboratoire et qui permettent de déterminer les caractéristiques en place.*

*La géotechnique routière a pour objectif :*

- ☞ Etablir le projet de terrassement.*
- ☞ De définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée.*
- ☞ Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de la chaussée.*
- ☞ Préserver l'environnement et les ressources naturelles.*
- ☞ La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.*

### 2. LES TRAVAUX DE RECONNAISSANCE:

- ☞ L'étude des archives et documents existants.*
- ☞ Les essais « in situ ».*
- ☞ Les essais en laboratoire.*

#### *i. L'étude des archives et documents existant :*

*Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés.*

*Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques des formations existantes.*

#### *ii. Les différents essais en laboratoire :*

*Les essais de laboratoire visent à déterminer les propriétés physiques et mécaniques des matériaux afin de choisir le dimensionnement du corps de chaussée ou type de fondations (superficielles ou profondes) et leurs dimensions et ce, pour chaque ouvrages d'art.*

Les essais réalisés en laboratoire sont :

*ii.a. Les essais d'identification :*

☞ Teneur en eau naturelle :

La Teneur en eau est un paramètre d'état qui permet d'approcher certaines caractéristiques mécaniques et d'apprécier la consistance d'un sol fin.

La Teneur en eau est donnée par la formule :

$$\omega = W_w / W_s.$$

☞ Masse volumique des particules solides des sols :

L'essai détermine la masse volumique moyenne d'un échantillon composé de particules, parfois de nature différente.

La masse volumique des particules solides d'un sol est utilisée pour connaître l'indice des vides, le degré de saturation et la porosité.

La masse volumique des particules solides d'un sol ( $\rho_s$ ) est le quotient de la masse de ces particules solides ( $m_s$ ) par leur volume ( $v_s$ ).

$$\rho_s = m_s / v_s$$

☞ Masse volumique des sols fins :

L'essai détermine la masse volumique des sols fins d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou dans un remblai ou préparé en laboratoire selon processus défini.

La masse volumique des sols fins est un paramètre d'état ; Utilisé avec la teneur en eau et la masse volumique des particules solides, il permet de déterminer l'indice des vides, la porosité, le degré de saturation et la masse volumique du sol sec La masse volumique d'un sol ( $\rho$ ) est le quotient de la masse ( $m$ ) du sol par le volume ( $v$ ) qu'il occupe (y compris les fluides qu'il contient).

$$\rho = m / v$$

☞ Limites d'Atterberg :

Les Limites d'Atterberg sont paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance.

Limites d'Atterberg (limite de liquidité, Limite de plasticité) : teneur en eau pondérales correspondant à des états particuliers d'un sol.

Limite de liquidité (WL) : teneur en eau d'un sol remanié au point de transition entre les états liquides et plastiques.

Limite de plasticité (WP) : teneur en eau d'un sol remanié au point de transition entre les états plastiques et solides.

L'indice de plasticité (IP) : différence entre les limites de liquidité et de plasticité

$$IP = WL - WP$$

☞ Analyse granulométrique (tamisage à sec) :

Analyse granulométrique par tamisage consiste à déterminer les propriétés de grains de différentes tailles dans le sol dont le diamètre  $D$  est supérieure à  $80\mu$ . Elle se fait avec des tamis de mailles carrées dont elles sont en progression géométrique  $^{10}\sqrt{10}$ . on appelle module d'un tamis de maille  $a$  :

$$m = 10 \log a + 1.$$

☞ Analyse granulométrique (par sédimentométrie) :

L'analyse granulométrique par sédimentation est un essai géotechnique qui complète l'analyse granulométrique par tamisage d'un sol et qui peut être nécessaire à sa classification.

☞ Teneur en carbonates :

L'essai consiste à déterminer le volume de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) dégagé sous l'action d'acide chlorhydrique en excès (dans des conditions de température et de pression atmosphérique connues) par un échantillon préparé pour l'essai.

☞ Équivalent de sable :

L'essai d'équivalent de sable, permettant de mesurer la propreté d'un sable, est effectué sur la fraction d'un granulat passant au tamis à mailles carrées de 5 mm. Il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments fins, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments sableux qui sédimentent et les éléments fins qui flocculent. La valeur de l'équivalent de sable ( $ES$ ) est le rapport, multiplié par 100, de la hauteur de la partie sableuse sédimentée, à la hauteur totale du floculat et de la partie sableuse sédimentée.

L'équivalent de sable est donné par la formule:

$$Es = 100 \times \frac{h_2}{h_1}$$

☞ Essai au bleu de méthylène :

L'essai au bleu de méthylène est déterminité de la valeur de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux.

La valeur de bleu de méthylène d'un sol ( $VBS$ ) mesure la capacité d'adsorption d'un sol ou d'un matériau rocheux.

L'essai consiste à mesurer par dosage la quantité de bleu de méthylène pouvant être adsorbée par le matériau mis en suspension dans l'eau. Cette quantité est rapportée par proportionnalité directe à la fraction 0/50 mm du sol. La valeur de bleu du sol est directement liée à la surface spécifique des particules constituant le sol ou le matériau rocheux.

*Le dosage s'effectue en ajoutant successivement différentes quantités de bleu de méthylène et en contrôlant l'adsorption après chaque ajout. Pour ce faire, on prélève une goutte de la suspension que l'on dépose sur un papier filtre, ce qui provoque la création d'une tache.*

*L'adsorption maximale est atteinte lorsqu'une auréole bleu clair persistante apparaît à la périphérie de la tâche.*

#### *ii.b. Les essais mécaniques :*

##### *↻ Essai Proctor normal et modifié :*

*Les caractéristiques de compactage Proctor sont des paramètres très utilisés pour identifier les matériaux et pour définir les spécifications de compactage qui leur sont applicables lorsqu'ils sont utilisés dans la construction des remblais et des couches de forme.*

*Les caractéristiques de compactage Proctor d'un matériau sont déterminées à partir des essais dits : Essai Proctor normal ou Essai Proctor modifié.*

*Les deux essais sont identiques dans leur principe, seules diffèrent les valeurs des paramètres qui définissent l'énergie de compactage appliquée.*

*Le principe de ces essais consiste à humidifier un matériau à plusieurs teneurs en eau et à le compacter, pour chacune des teneurs en eau, selon un procédé et une énergie conventionnels. Pour chacune des valeurs de teneur en eau considérées, on détermine la masse volumique sèche du matériau et on trace la courbe des variations de cette masse volumique en fonction de la teneur en eau.*

*D'une manière générale cette courbe, appelée courbe Proctor, présente une valeur maximale de la masse volumique du matériau sec qui est obtenue pour une valeur particulière de la teneur en eau. Ce sont ces deux valeurs qui sont appelées caractéristiques optimales de compactage Proctor normal ou modifié suivant l'essai réalisé.*

##### *↻ Portance CBR (imbibé et immédiat) :*

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

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

##### *↻ Essai Los Angeles :*

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

**∞ Essai Micro Deval :**

L'essai Micro-Deval permet de mesurer la résistance à l'usure des roches. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau. L'essai consiste à mesurer l'usure des granulats produite par frottement réciproques dans un cylindre en rotation dans des conditions bien définie.

**∞ Essai œnométrique :**

L'essai de compressibilité à l'odomètre «Essai œnométrique» à pour objet essentiel d'étudier la consolidation de sols intacts ou remaniés, soumis à des charges verticales, drainés suivant cette direction et maintenus latéralement par une paroi rigide.

**∞ Essai Cisaillement direct :**

L'essai de cisaillement direct permet de déterminer la résistance au cisaillement des sols caractérisée par la cohésion  $C$  et l'angle de frottement  $\phi$ .

L'essai s'effectue sur une éprouvette de sol placée dans une boîte de cisaillement constituée de deux demi-bottes indépendantes. Le plan de séparation des deux demi-bottes constitue un plan de glissement correspondant au plan de cisaillement de l'éprouvette. Il consiste à :

- ∞ Appliquer sur la face supérieure de l'éprouvette un effort vertical  $N$  maintenu constant pendant toute la durée de l'essai.
- ∞ Produire après consolidation de l'éprouvette sous l'effort de  $N$  un cisaillement dans l'éprouvette selon le plan horizontal de glissement des deux demi-bottes l'une par rapport à l'autre en leur imposant un déplacement relatif  $\delta l$  à vitesse constante.
- ∞ Mesurer l'effort horizontal de cisaillement  $T$  correspondant.

**iii. Les essais « in situ » :**

- ∞ Puits d'exploration
- ∞ Forages carottés
- ∞ Essai préssiométriques
- ∞ Essai de pénétration au carottier SPT (Standard Pénétration Test)
- ∞ Essais au pénétromètre dynamique
- ∞ Piézomètres
- ∞ Essais de plaque

*iii.a. Les essais de plaque :*

*Ces essais permettront d'apprécier directement le module d'un sol par un essai sur le terrain, ils consistent à charger une plaque circulaire et à mesurer le déplacement vertical sous charge.*

*On déduira ensuite un module de sol  $E$  en interprétant la valeur du déplacement mesuré à l'aide de la formule de BOSSINESQ qui relie  $Z$ , le déplacement, la pression  $q_0$  le rayon de charge  $a$  et le caractéristiques du massif  $E_z$ . Après plusieurs approches, on a abouti à l'approche suivante*

$$E = 5 \text{ CBR.}$$

**DIMENSIONNEMENT  
DE CORP DE  
CHAUSSEE**

## **DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE**

### **VIII.1. INTRODUCTION :**

*On entend par dimensionnement des chaussées l'épaisseur à donner à un corps chaussée, Elle doit être suffisante pour qu'elle ait une durée convenable, et non Surabondante pour éviter les dépenses superflues.*

*Pour cela la qualité de la construction des chaussées, passe d'abord par une Bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, lui permettant de résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges D'exploitation.*

*La chaussée doit permettre la circulation des véhicules dans les conditions de confort et de sécurité voulue. Si le corps de chaussée se repose sur un sous-sol présentant une portance insuffisante. On est donc amène à apporter sur le sol naturel une épaisseur quelque fois importante de matériaux choisis dont la qualité va croître au fur et à mesure qu'on se rapproche de la surface de la chaussée car les matériaux seront soumis à pression fort au fur et à mesure qu'il se rapproche de la surface de roulement.*

*Le calcul et la justification des épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée retenue, sont fixes en fonction des paramètres fondamentaux qui sont :*

- ✘ L'environnement de la route.*
- ✘ Le trafic.*
- ✘ La nature du sol support.*
- ✘ Les matériaux choisis.*
- ✘ La durée de vie de la chaussée.*

### **VIII.2. PRINCIPE DE LA COSTITUTION DES CHAUSSEES :**

*La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, surement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :*

- ✘ De la charge des véhicules.*
- ✘ Des chocs.*
- ✘ Des intempéries.*
- ✘ Des efforts cisaillements.*

### **VIII.3. LES DIFFERENTS TYPES DES CHAUSSEES :**

Il existe trois types de chaussée:

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

#### **☞ les chaussées souples :**

Dans une chaussée souple, on distingue, en partant du haut vers le bas, les couches suivantes :

- ☞ La couche de surface ou couche de roulement ;
- ☞ La couche de base ;
- ☞ La couche de fondation ;
- ☞ La couche de forme.

#### **Couche de surface :**

La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillements provoqués par la circulation. Elle est en générale composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

- ☞ D'imperméabiliser la surface de chaussée.
- ☞ D'assurer la sécurité (par l'adhérence) et le confort des usagers (diminution de bruit, bon uni).

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

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

#### **Couche de base:**

La couche de base est formée en générale de grave concassée ou de grave bitume, tuf, sable gypseux,...

Elle a pour rôle essentiel de prendre les efforts verticaux et de répartir les contraintes normales qui en résultent sur la couche de fondation sans se déformer ni se dégrader.

La couche de base est constituée avec beaucoup de soin elle doit porter de meilleurs matériaux car les contraintes sont plus élevées vers la surface qu'au fond. L'épaisseur de la couche de base varie entre **10 et 25 cm**.

#### **Couche de fondation:**

La couche de fondation constitue avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base, mais elle constituée d'un matériau non traité de moindre qualité et coût.

**Couche de forme:**

La couche de forme est constituée généralement des matériaux disponibles sur le chantier ou localement, elle sera constituée généralement des matériaux sableux ou graveleux Propres. Elle a pour rôle d'améliorer et d'uniformiser certains sols fins non traitée possédant des caractéristiques géotechniques médiocres Actuellement, on tient compte d'améliorer la portance du sol support à long terme, par la couche de forme. L'épaisseur de la couche de forme est en générale entre 40 et 70 cm.

**VI.4. METHODES DE DIMENSIONNEMENT :**

Toutes les méthodes existantes de dimensionnement du corps de chaussée s'appuient sur la force portante du sol, le trafic et les caractéristiques mécaniques des matériaux constituant les différentes couches. Notre corps de chaussée sera dimensionné avec les deux méthodes suivantes :

- ☞ Méthode CBR.
- ☞ Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTTP.

**Trafic :**

Un comptage est effectué en **2007** par le service concerné de la S.A.I.T.I, pour estimer le trafic à l'horizon, on fait une projection jusqu'à l'an **2034**, tout en sachant que la durée de vie de notre projet estimer à **20 ans**, et sa mise en service est prévue pour l'année **2014**.

La valeur du trafic est donnée dans le tableau suivant:

<b>TJMA (v/j)</b>	<b>% PL</b>
<b>13 972</b>	<b>20</b>

**VIII.4.1. Methode C.B.R (California - Bearing - Ratio):**

C'est une méthode (Semi-Empirique) qui est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90-100) % de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau de moins de 15 (cm). Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

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

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

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

- $I_{CBR}$  : indice CBR.

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

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

- $N$  : désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide.
- $P$  : charge par roue  $P = 6.5$  t (essieu 13 t).
- $\text{Log}$  : logarithme décimal.
- $e$  : Epaisseur equivalent.

### Notion de l'épaisseur équivalente:

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches, et l'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient «  $\alpha$  » appelé coefficient d'équivalence. L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des équivalents des couches :

$$E_{eq} = \sum e_i (\text{réel}) \times \alpha_i$$

$e_1$  : épaisseur réelle de la couche de roulement.

$e_2$  : épaisseur réelle de la couche de base.

$e_3$  : épaisseur réelle de la couche de fondation.

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  : sont Les coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches  $e_1, e_2, e_3$ .

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

Matériaux utilises	Coefficient d'équivalence 'a'
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
Tuf	0.7 à 0.8
Grave roulée - grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.60 à 1.70

Les coefficients d'équivalence.

### VIII.4.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :

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

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

### VIII.4.3. Méthode du catalogue des structures des chaussées neuves (B60-B61) :

Le catalogue des structures type neuf est établi par « SETRA » .il distingue les structures de chaussée suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB). Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 (véh/j).

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation. Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

- Trafic cumulé de poids lourds à la 20<sup>ème</sup> année  $T_i$ .
- Les caractéristiques du sol (Si).

#### **i. Détermination de la classe du trafic :**

Le trafic est caractérisé par le nombre de poids lourds de charge utile supérieur à 50 (Km) par jour la voie la plus chargée.

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule sur 20 ans
<b>T1</b>	$T < 7.3 \times 10^5$
<b>T2</b>	$3.7 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
<b>T3</b>	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
<b>T4</b>	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
<b>T5</b>	$T > 4 \times 10^7$

Classement du trafic suivant le catalogue.

On commence par la détermination du trafic poids lourds cumulé sur 20 ans et définir à partir du tableau ci-dessus la classe de trafic correspondant. Le trafic cumulé est donné par la formule ci-après :

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

*T<sub>PL</sub>* : trafic poids lourds à l'année de mise en service.

*n* : durée de vie (*n* = 20 ans).

*T* : taux de croissance du trafic.

### ii. Détermination de la classe du sol :

Le sol doit être classé selon la valeur du CBR du sol support. Les différentes catégories de sol sont données par le tableau suivant :

Classe du sol	Indice C.B.R
S1	25 à 40
S2	10 à 25
S3	5 à 10
S4	< 5

Classe de sols.

## VIII.5. APPLICATION AU PROJET :

### VIII.5.1. Méthode C.B.R. :

#### CBR utilisé

CBR	10.66	14.20	15.32	15.5	15.8	16	16.1	16.32
occurrence	17/17	16/17	15/17	14/17	13/17	12/17	11/17	10/17
fréquence	100	94,11765	88,23529	82,35294	76,47059	70,58824	64,70588	58,82353

CBR	16.51	16.53	16.55	16.59	16.6	36	36.08	36.1
occurrence	9/17	8/17	6/17	5/17	4/17	3/17	2/17	1/17
fréquence	52,94118	47,05882	35,29412	29,41176	23,52941	17,64706	11,76471	5,882353

**CBR<sub>90</sub> = 15**

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

- **P** : Charge par roue  $P = 6.5$  t (essieu 13 (t)).
- **Log** : Logarithme décimal.
- **e** : épaisseur équivalent.
- **N** : désigne le nombre moyen de véhicules de plus 1500 kg à vide.

On a :

$$I_{CBR} = 15 ; \quad P = 6.5 \text{ (t)}.$$

$$TJMA_{2014} = 13\,972 \text{ (v /j)}.$$

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

$$TJMA_{2034} = 13972 \times (1 + 0,05)^{20} = 39122 \text{ (v /j)}.$$

$$TJMA_{2034} = 39122 / 2 = 19561 \text{ (v/j/sens)}$$

On suppose que le pourcentage de véhicules de plus de 1500kg à vide est 90%.

Donc :

$$N = 19561 \times 0.9 = 17605 \text{ (v/j/sens)}$$

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times [75 + 50 \cdot \log(\frac{17605}{10})]}{(15 + 5)} = 37 \text{ (cm)} \Rightarrow e = 37 \text{ (cm)}.$$

Avec :  $E_{eq} = a_1 \cdot e_1 + a_2 \cdot e_2 + a_3 \cdot e_3$

- **e1** : épaisseur réelle de la couche de roulement.
- **e2** : épaisseur réelle de la couche de base.
- **e3** : épaisseur réelle de la couche de fondation.

Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur de la couche.
Roulement	BB	2	6
Base	GB	1,5	10
Fondation	GC	1	?

### Calcule l'épaisseur e3 :

$e_1 = 6$  cm en béton bitumineux (BB)

$$\Rightarrow a_1 = 2.0.$$

$e_2 = 10$  cm en grave bitume (GB)

$$\Rightarrow a_2 = 1,5.$$

$e_3 =$  épaisseur en grave non traité (GNT)

$$\Rightarrow a_3 = 1,0.$$

$$E_{eq} = 6 \times 2 + 10 \times 1,5 + 1,0 \times e_3 = 37 \text{ (cm)}.$$

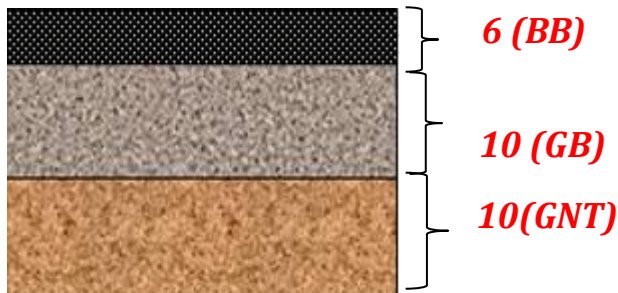
Donc :

$$e_3 = 10 \text{ (cm)}.$$

Donc la structure proposée :

$$6 (BB) + 10 (GB) + 10(GNT) = 37cm$$

Comme indique la figure suivante :



Corps de chaussée méthode CBR.

### VIII.5.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

#### **i. Détermination du type de réseau:**

On a:  $TJMA=13972 > 1500 \text{ v/j} \Rightarrow$  Donc le réseau principal est de niveau 1 (RP1).

#### **ii. Choix des structures types par niveau de réseau principal: (RP1)**

D'après le catalogue de dimensionnement notre choix se fixe sur une structure de type : **GB/GNT**.

#### **iii. Détermination de la classe de trafic $TPL_i$ pour RP1:**

↻ Le projet à TEBESSA alors la Zone climatique : **Zone II**

↻ Durée de vie : 20 ans.

↻ Taux de d'accroissement: 5 (%).

↻  $TJMA_{2014} = 13\ 972$  (véh/j).

$$TPL = \left[ \frac{TJMA_{2014} \times Z}{2} \right] \times 0.9$$

$$TPL = \left[ \frac{13\ 972 \times 0.2}{2} \right] \times 0.9 \Rightarrow TPL = 1258 \text{ (Pl / j /sens)}.$$

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en **TPL5**.

	<b>TPL0</b>	<b>TPL1</b>	<b>TPL2</b>	<b>TPL3</b>	<b>TPL4</b>	<b>TPL5</b>	<b>TPL6</b>	<b>TPL7</b>
<b>PL/J/sens Pour (RP1)</b>	-	-	-	150 a 300	300 a 600	600 a 1500	1500 a 3000	3000 a 6000

Classe de trafic.

**iv. Détermination de la portance de sol support de chaussée:**

Le sol doit être classée selon la valeur de CBR de densité Proctor modifier maximal les différentes catégories sont données par le tableau indique les classes de sols: CBR = 15 .D'après le catalogue, l'ordre de portance de sol est de: **S2**.

Classe de sol	indices
<b>S1</b>	25-40
<b>S2</b>	10-25
<b>S3</b>	5-10
<b>S4</b>	<5

Classe du sol.

**v. Amélioration de la portance du sol support:**

Classe de portance de sol terrassé (s <sub>i</sub> )	Matériau de couche de Forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (s <sub>j</sub> )
< S4	Matériaux non traités	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	Matériaux non traités	35cm	S3
S4	Matériaux non traités	60cm (en 2 couches)	S2
S3	Matériaux non traités	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	Matériaux non traités	70cm (en 2 couches)	S1

Amélioration de la portance du sol support.

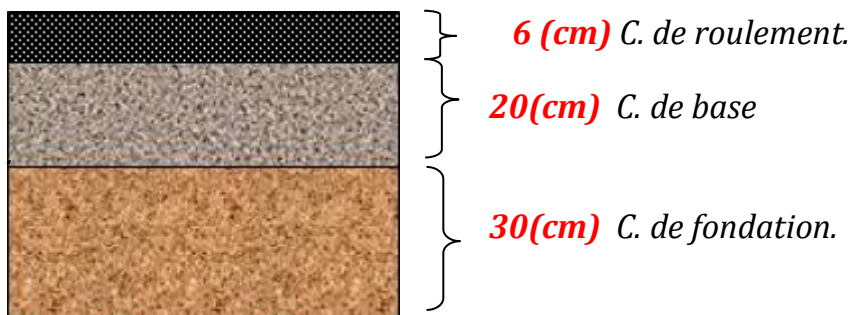
Dans notre cas on a un sol de portance S2, alors l'utilisation d'une couche de forme de TUF n'est pas nécessaire pour améliorer le sol.

D'après le catalogue des structures on trouve la structure suivant :

Structure rigide (R, fiche no 7) donc on a sol S2 et T5.

- 6cm : couche de roulement en (B.B) : béton bitumineux.
- 20 cm : couche de base en (G.B) : grave bitume.
- 30 cm : couche de fondation en (GNT) : grave non traité.

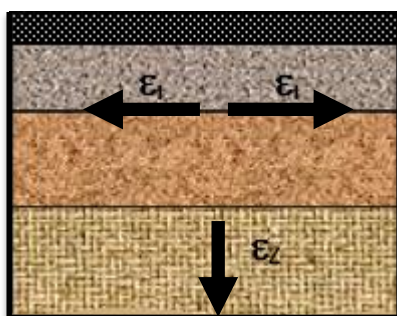
Structure proposée : **6 BB + 20 GB + 30GNT = 56 (cm).**



Corps de chaussée méthode catalogue.

vi. Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :

Il faudra vérifier que  $\varepsilon_t$  et  $\varepsilon_z$  calculées à l'aide d'alizé III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculée c'est-à-dire respectivement a  $\varepsilon_{t, adm}$  et  $\varepsilon_{z, adm}$ .



$$\varepsilon_z < \varepsilon_{z.adm} \text{ et } \varepsilon_t < \varepsilon_{t.adm}$$

### 🔗 Calcul de trafic cumule des poids lourds (TCi) :

$$TCi = TPLi \times 365 \times ((1 + \tau)^n - 1) / \tau$$

$$TC_{2034} = 3338 \times 365 \times ((1+0,05)^{20}-1) / (0,05) = 4.028 \times 10^7 \text{ (pl/j/sens)}.$$

Niveau de réseau principal (RP <sub>i</sub> )	Type de matériaux et structures	Valeurs de A
RP <sub>1</sub>	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GC, GB/TUF, GB/GC	0.6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GB/GC, GB/TUF, GB/GC	1

Valeurs du coefficient d'agressivité A.

### 🔗 Calcul de trafic cumule équivalent :

$$TCEi = TCi \times A$$

Avec :

A : coefficient d'agressivité.

$$TCE_{2034} = 4.028 \times 10^7 \times 0,6 = 2.41 \times 10^7 \text{ (pl/j/sens)}.$$

### 🔗 Calcul de sollicitations admissibles :

$$\varepsilon_{t.adm} = \varepsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times \left(\frac{TCE_i}{10^6}\right)^b \times \sqrt{\left[\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})} \times 10^{-t.b.\delta} \times k_c\right]}$$

$$\varepsilon_{z.adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCE_i)^{-0.235}$$

Température équivalentes	Zone climatique		
	I et II	III	IV
	20	25	30

Chois des températures équivalentes.

Matériaux	E (30°C, 10Hz)	E (25°C, 10Hz)	E (20°C, 10Hz)	E (10°C, 10Hz)	$\epsilon_6$ (10°C, 10Hz)	$\frac{-1}{b}$	$S_N$	$S_h$	$\nu$	$K_C$
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3

*Performances mécaniques des matériaux bitumineux.*

Alors d'après catalogue de dimensionnement des chaussées neuves et les tableaux ci-dessus on résume les paramètres suivants :

- $\theta_{eq}$ : températures équivalents ( $\theta_{eq} = 20^\circ\text{C}$ )  $\Rightarrow E(20^\circ, 10\text{Hz}) = 7000\text{Mpa}$ .
- Classe de trafic (TPL5).
- Risque adoptés pour réseau RP1 ( $R\% = 10$ ).
- $C$ : coefficient égal à 0.02.
- $t$ : fractale de loi normal, en fonction de risques adoptés ( $t = -1.282$ ).

$$\delta = \sqrt{\left[ S_N^2 + \left( \frac{C}{b} \times S_h \right)^2 \right]}$$

$$\delta = \sqrt{\left[ 0.45^2 + \left( \frac{0.02}{-0.146} \times 3 \right)^2 \right]} \quad \Rightarrow \quad \delta = 0.609$$

### Application:

#### Déformations admissibles verticales :

$$\epsilon_{z.adm} = 22 \times 10^{-3} \times (2.41 \times 10^7)^{-0.235} \quad \Rightarrow \quad \epsilon_{z.adm} = 4.05 \times 10^{-4}$$

#### Déformations admissibles de traction :

$$\epsilon_{t.adm} = 10^{-4} \times \left( \frac{2.41 \times 10^7}{10^6} \right)^{-0.146} \times \sqrt{\left[ \frac{12500}{7000} \times 10^{-(1.282 \times 0.609 \times 0.146)} \times 1.3 \right]}$$

$$\Rightarrow \epsilon_{t.adm} = 1.122 \times 10^{-4}$$

### ↳ Vérifications avec ALIZE lcpc :

	<b>Epaisseurs (cm)</b>	<b>Modules (mpa)</b>	<b>Coeff de poisson</b>
<b>Couche de roulement</b>	6 BB	4000	0.35
<b>Couche de base</b>	20 GB	7000	0.35
<b>Couche de fondation</b>	30 GNT	500	0.25
<b>Sol support</b>	sol	75	0.35

*Caractéristiques des couches.*

### ↳ Résultats de calcul par ALIZE Lcpc :

#### Résultats de la simulation :

	<b>Déformations calculées</b>	<b>Déformations admissibles</b>
$\varepsilon_z$ sol support	$1.41 \times 10^{-4}$	$4.05 \times 10^{-4}$
$\varepsilon_t$ à la base de GB	$0.94 \times 10^{-4}$	$1.12 \times 10^{-4}$

La structure **6 BB + 20 GB + 30 GNT** est donc vérifiée, car :

$$\varepsilon_t = 0.94 \times 10^{-4} < \varepsilon_{t.adm} \quad \text{et} \quad \varepsilon_z = 1.41 \times 10^{-4} < \varepsilon_{z.adm}$$

#### Résumé :

L'application des deux méthodes nous donne les résultats suivants :

<b>Indice CBR</b>	<b>méthode</b>	
	<b>CBR</b>	<b>C.T.T.P</b>
<b>15</b>	<b>6 (BB) + 10 (GB) +15 (GNT)</b>	<b>6 (BB) + 20 (GB) +30 (GNT)</b>

*Récapitulatifs des résultats.*

### VIII.6. CONCLUSION :

*D'après le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante et uniforme pour l'ensemble du tracé, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importantes et différentes selon l'indice portant du sol support.*

*La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue, nous nous proposons de l'appliquer à notre projet pour les raisons suivantes.*

- ☞ Augmentation de la longévité de la route.*
- ☞ Disponibilité de crédit d'investissement à court terme pour éviter les fluctuations dans le cas d'un investissement différé à long terme.*
- ☞ Minimiser les coûts d'entretien.*
- ☞ Expérimentation de la méthode pour avoir un retour d'expérience suffisant pour sa généralisation et son adoption ou bien à sa révision selon les observations qui seront faites.*
- ☞ Un meilleur comportement à l'orniérage.*

# CUBATURE

## CUBATURE

### 1. INTRODUCTION:

La réalisation d'un projet routier ne peut en général se faire sans modifier la forme naturel du terrain, car il n'est pas possible que le projet suit exactement les ondulations du relief du terrain, si l'on doit surélever le terrain, il faut apporter des terres qu'on appelle remblais, si l'on doit abaisser le niveau du terrain, il faut enlever des terres qu'on appelle déblais, si l'ensemble de ces deux opérations constitue les terrassements. Pour atteindre l'économie maximale du point de vue du coût des terrassements il faut bien :

- ✎ Mettre en œuvre le minimum de matériau.
- ✎ Equilibrer les mouvements des terres (déblais- remblais).
- ✎ Minimiser la distance de transport.

### 2. DEFINITION :

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprocher et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet.

Les éléments qui permettent cette évaluation sont :

- ✎ les profils en longs.
- ✎ les profils en travers.
- ✎ Les distances entre les profils.

Les profils en longs et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

Vu l'irrégularité des surfaces, le calcul exact des volumes déblais-remblais est pratiquement impossible.

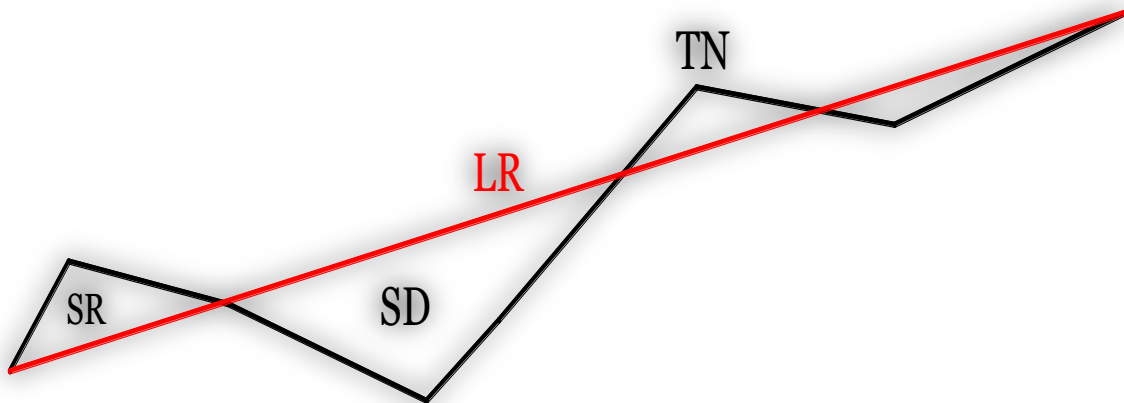
### 3. METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :

Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul, parmi lesquelles nous citerons:

- ✎ Méthode de la moyenne des aires (méthode par excès.)
- ✎ Méthode de l'air moyenne : (méthode par défaut.)
- ✎ Méthode de la longueur applicable.
- ✎ Méthode approchée.

Pour calculer un volume, nous utilisons la méthode de la moyenne des aires, qui est une méthode très simple mais elle présente l'inconvénient de donner des résultats avec une

marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par un coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être plus précis.



TN : terrain naturelle, SD : surface déblai, SR : surface remblai

*i. Description de la méthode :*

En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

On a :

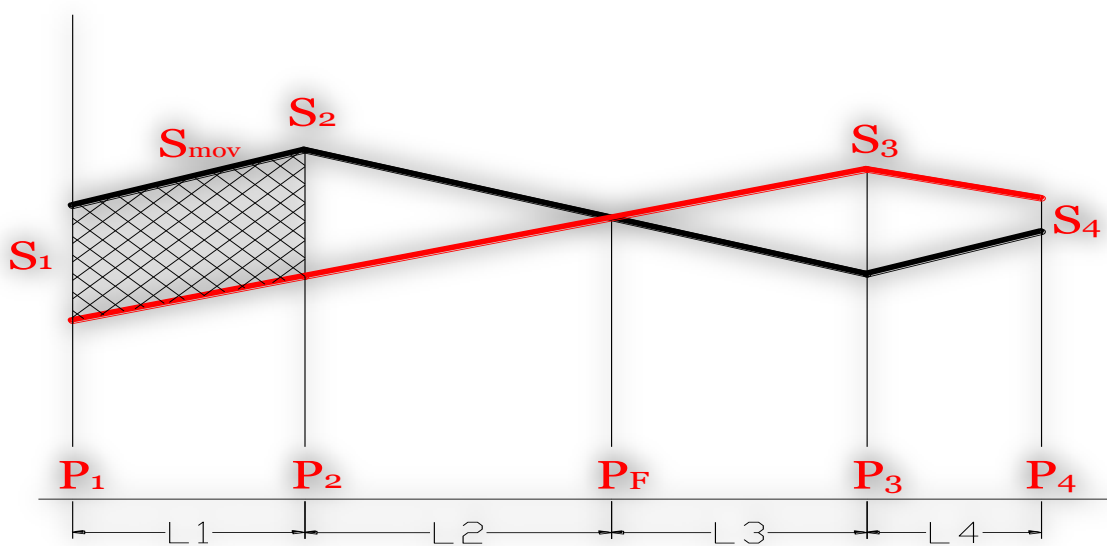
$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S)$$

$h$  : distance entre deux profils.

$S_1, S_2$  : les surfaces verticales des profils en travers  $P_1$  et  $P_2$ .

$S$  : Surface limitée à mi-distances des profils.

A la figure ci-dessous, on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.



Le volume compris entre les deux profils en travers  $P_1$  et  $P_2$  de section  $S_1$  et  $S_2$  sera égale à:

$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions  $S_{moy}$  et :

$$\frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

Donc les volumes seront :

$$\text{entre } P_1 \text{ et } P_2 \quad V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

$$\text{entre } P_2 \text{ et } P_V \quad V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$$

$$\text{entre } P_V \text{ et } P_3 \quad V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$$

$$\text{entre } P_3 \text{ et } P_4 \quad V_4 = \frac{l_3}{2} \times (S_3 + S_4)$$

En additionnant membre à membre ces expressions, on a le volume total des terrassements :

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

On voit l'utilité de placer les profils P2 puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

#### 4. CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT :

Dans notre cas, le calcul s'effectue à l'aide de logiciel piste5.06 (voir l'annexe)

# ASSAINISSEMENT

## ASSAINISSEMENT

### 1. Introduction

*Dans ce chapitre, nous traitons le phénomène d'interaction entre l'eau et la route. Nous essayons d'analyser les sources de provenance de l'eau vers la route, les effets. Négatifs de cette eau sur le comportement de la route et les moyens que*

*l'ingénieur doit prévoir pour préserver à la route un niveau minimal de fonctionnement.*

*Les eaux de ruissellement proviennent, soit des bassins versants extérieurs à la route, soit de l'enceinte routière proprement dite (voie de circulation, accotements, talus, ...).*

*La route peut constituer un obstacle préjudiciable à l'écoulement naturel et réciproquement, celui-ci peut générer des dommages à la route .*

*Les ouvrages hydrauliques de rétablissement des écoulements naturels devront donc être correctement dimensionnés pour limiter les risques :*

- ⊗ d'inondation et de submersion ou de dégradation de la route dans des seuils admissibles.*
- ⊗ d'inondation en amont de la voie.*
- ⊗ de rupture de l'ouvrage routier.*
- ⊗ la rupture de l'équilibre de l'entité « route véhicule conducteur »*
- ⊗ des projections d'eau et de boue gênant les usagers et les riverains de la route.*
- ⊗ le désenrobage du revêtement.*
- ⊗ pénètre de l'eau dans le corps de chaussée suivant plusieurs chemins :*

- par percolation à travers la couche de roulement suite à la fissuration et au faïençage de cette dernière*
- par infiltration sur les côtés.*
- par remontées capillaires en provenance de la nappe phréatique.*

## 2- Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- ❏ Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- ❏ Le maintien de bonne condition de viabilité.
- ❏ Réduction du coût d'entretien.
- ❏ Eviter les problèmes d'érosions.
- ❏ Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée. (Danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
  
- ❏ Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plateforme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).
  
- ❏ Garantir la stabilité de l'ouvrage pour toute sa durée de vie.
  
- ❏ La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

## 3- Définition des termes hydraulique

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, où la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

### ❏ Collecteur principal (canalisation):

Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites collecteurs Secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines. Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards avec un diamètre et une pente constants.

### **🔗 Chambre de visite (cheminée):**

Ouvrages placés sur les canalisations pour permettre le contrôle et le nettoyage.

Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser **80 à 100m**.

### **🔗 Sacs:**

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles.

Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets

solides qui peuvent être entraînés par les eaux superficielles.

### **🔗 Gueule de loup, grille d'introduction et gueulard:**

Dispositifs constructifs permettant l'écoulement de l'eau superficielle dans les sacs.

### **🔗 Fossés de crêtes :**

Un fossé de crête est une fosse creusée parallèlement à la route pour faciliter l'écoulement des eaux. Outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits.

### **🔗 Descente d'eau :**

Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

### **🔗 Le regard:**

Il est constitué d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

### **🔗 Bassin versant :**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou la surface totale de la zone

susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

#### **🔗 la période de retour :**

la période de retour,  $T$  en années, d'un événement n'est autre que l'inverse de la probabilité de son occurrence au cours d'une année. Cette probabilité est donc égale à  $1/T$ . le choix de la période de dépend de l'importance de l'écoulement intercepté par l'ouvrage, du type d'ouvrage projeté et du niveau d'aménagement adopté pour la route étudiée.

#### **Remarque :**

- Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.
- Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- Les ponts dimensionnées pour une période de retour 100 ans.

#### **4- Assainissement de la chaussée**

La détermination du débouché à donner 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.

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, décente 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.

#### **🔗 Fossé de pied du 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.

*Ils sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %(combiné à la nature des sols en places).*

#### **🔗 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.*

#### **🔗 Fossé de pied de talus de remblai :**

*Les fossés sont en terre ou en béton (en fonction de leur 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.*

#### **🔗 Drain :**

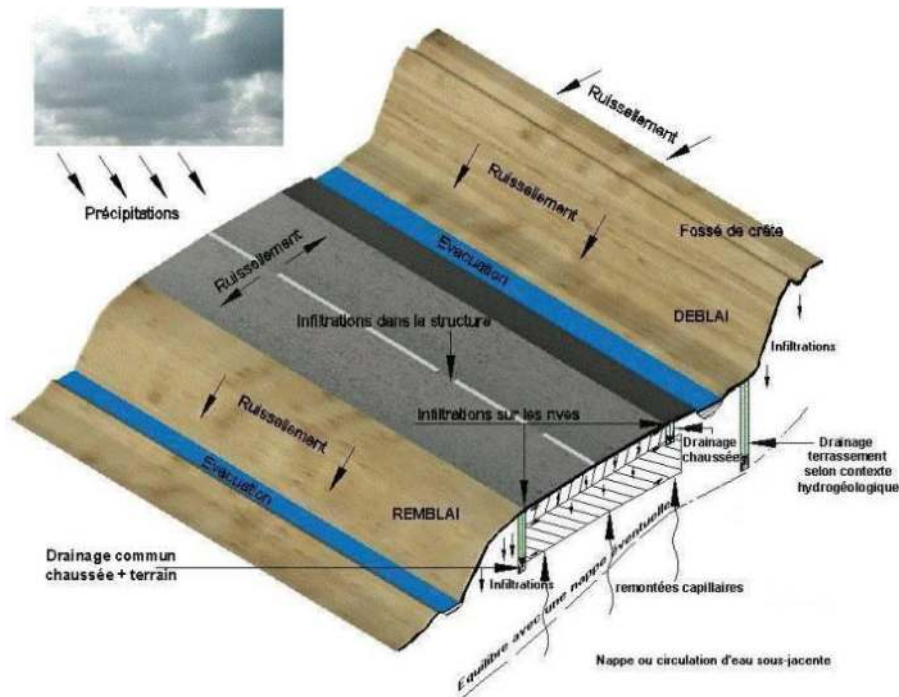
*Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150mm de diamètre.*

*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.*

#### **🔗 Descentes d'eau :**

*Dans les sections d'autoroute 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 varie entre 30 m et 40 m*

**SCHEMA RECAPITULATIF**



**5- Dimensionnement de réseau d'assainissement**

**« Par la méthode rationnelle »**

Elle intègre l'information pluviométrique, mais suppose des hypothèses simplificatrices qui réduisent sa représentativité du phénomène du ruissellement de surface. Elle est, néanmoins la plus couramment utilisée pour le dimensionnement des ouvrages de drainage routier.

La condition de calcul :  $Qa = Qs$

$Qa$  : débit d'apport en provenance du bassin versant (m<sup>3</sup>/s).

$Qs$  : débit d'écoulement au point de saturation (m<sup>3</sup>/s).

### 🔗 Le débit d'apport $Q_a$ :

Le débit d'apport est calculé par la méthode Rationnelle

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

Avec :

$K$  : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s).

$I$  : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée

égale au temps de concentration

$C$  : coefficient de ruissellement

$A$  : aire du bassin versant ( $m^2$ ).

### 🔗 Coefficient de ruissellement

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'	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 – 0.95	0.9
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 – 0.4	0.4
Talus, sol perméable	0.1 – 0.3	0.3
Terrain naturel	0.0 – 0.2	0.2

### 🔗 Intensité de la pluie :

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend différentes étapes de calcul qui sont :

☞ hauteur de la pluie journalière maximale annuelle :

$$P_j = \frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \cdot \exp\left(u \cdot \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)}\right) \quad (\text{mm})$$

$P_{j\text{moy}}$  : pluie journalière moyenne (mm).

$C_v$  : coefficient de variation.

$U$  : variable de GAUSS.

$\ln$  : log. Népérien.

Fréquence au dépassement (%)	50	20	10	5	2	1
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	100
Variable de GAUSS (U)	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

Pour les ouvrages de drainage, nous adoptons une période de retour de 10 ans.

☞ Calcul de fréquence d'averse :

La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

$$P_t(\%) = P_j(\%) \cdot \left(\frac{tc}{24}\right)^b$$

$P_j$  : hauteur de la pluie journalière maximale (mm).

$b$  : exposant climatique.

$P_t$  : pluie journalière maximale annuelle .

$tc$  : temps de concentration (heure).

☞ Temps de concentration :

La durée  $t$  de l'averse qui produit le débit maximum  $Q$  étant prise égale au temps de concentration.

Dépendant des caractéristiques des bassins drainé, le temps de concentration et estimer respectivement d'après Ventura, Passini, Gianddthi, comme suit :

**1. La formule de VENTURA**

Lorsque  $A < 5\text{km}^2$

$$tc = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}}$$

**2. La formule de PASSINI**

Lorsque  $5\text{km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$

$$tc = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

**3. La formule de GIADOTTI**

Lorsque  $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$

$$tc = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

$tc$  : temps de concentration (heure)

$A$  : superficie du bassin versant ( $\text{km}^2$ )

$L$  : 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).

**☞ L'intensité horaire :**

$$i = \frac{P(t)}{tc}$$

$I$  : intensité de la pluie (mm/h)

$tc$  : temps de concentration (heure).

$P(t)$  : hauteur de la pluie de durée  $tc$  (mm)

**☞ Débit de saturation (QS) :**

Ce dernier est donné par la formule de « MANING-STRIKLER »

$$QS = Kst \times Sm \times Rh^{2/3} \times i^{1/2}$$

Avec :

$i$  : pente de l'ouvrage d'évacuation.

$K_{st}$  : coefficient de rugosité

$K_{st} = 30$  en terre

$K_{st} = 70$  pour les dalots

$K_{st} = 80$  pour les buses

$Rh$  : rayon hydraulique (section du profil mouillé / périmètre du profil mouillé)

$Sm$ : section mouillée de l'ouvrage

#### 6- Application au projet :

 Les oueds :

LES OUEDS	PK
<b>Oued MADJENE</b>	PK 5+575
<b>Oued OGLET RBAIB</b>	PK 4+200 ET PK 4+000
<b>Oued ROUMANE</b>	PK 3+050
<b>Oued DJERBOUA</b>	PK 1+900

🔗 **Liste des écoulements :**

N°BV	Désignation	pk	Surface du B.V (ha)	Périmètre (km)	long (km)	P (%)	Q
1	Oued ELMADJENE	5+575	17,724	22,46	9,297	3,54	45,00
2	Écoulement E1	5+200	0.508	2.749	1.023	1.17	2.23
3	Écoulement E2	4+400	0.507	3.103	1.328	1.19	2.25
4	Oued OGLET RBAIB	4+200 4+000	138,723	47,917	15,953	2,27	
5	Oued BOU ROUMANE	3+050	17,942	28,653	13,357	3,43	45,00
6	Écoulement E3	2+250	1,365	7,421	3,559	1,04	6,69
7	Oued DJERBOUA	1+900	20,663	25,849	9,759	5,26	78,562

🔗 **Calcul hydraulique :**

➤ Calcul de la pluie journalière maximale annuelle  $P_j$  :

$$P_j = \frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{\sqrt{(c_v)^2 + 1}}} e^{\left(\mu \sqrt{\ln(\sqrt{(c_v)^2 + 1})}\right)}$$

En général pour les routes principales on prends compte de la fréquence décimale (10 ans), donc la variable de Gauss  $U=1.28$  et  $C_v=0.42$

$$P_j = \frac{60,35}{\sqrt{\sqrt{(0,38^2 + 1)}}} e^{\left(1,28 \sqrt{\ln(\sqrt{(0,38)^2 + 1})}\right)} = 40,67\text{mm}$$

➤ **fréquence d'averse  $P_t$  (10%) :**

Pour une durée de  $T=15\text{mn}$ , on la détermine par la formule :

$$P_t(10\%) = P_j(10\%) \left( \frac{t}{24} \right)^b$$

Avec :

$$t = 0.25 \text{ h.}$$

$$b = 0.37.$$

$$\Rightarrow p_t(10\%) = 16.67 \text{ mm}$$

➤ *l'intensité de l'averse It :*

$$\text{L'intensité de l'averse est : } It = I \left( \frac{t}{24} \right)^{b-1}$$

$$I = \frac{P_j(10\%)}{24} \Rightarrow I = \frac{90.27}{24} = 3.76 \text{ mm/h}$$

$$It = \left( \frac{t}{24} \right)^{b-1} \Rightarrow It = 3.76 \times \left( \frac{0.25}{24} \right)^{0.37-1} = 66.68 \text{ mm/h}$$

Donc : l'intensité de la pluie est **It = 66.68 mm/h**

🔗 **Calculs des débits :**

Le débit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivant:

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

- **K** : coefficient de concentration  $K = 0.2778$ .
- **C** : coefficient de ruissellement.
- **I** : l'intensité de l'averse exprimée mm /h
- **A** : superficie du bassin versant.

La surface de bassin versant : on considère la présence des trois éléments (chaussée, accotement, talus), la section de 100m en calculant le débit rapporté par chaque élément de la route et le débit total. une largeur de talus : été prise défavorable égale (10m).

Donc :

- $Q_a = Q_c + Q_A + Q_t$
- $Q_c = K.I.Cc.Ac$
- $Q_A = K.I.CA.AA$

-  $Q_t = K.I.C_t.A_t$

Avec :

- $Q_c$  : débit rapporté par la chaussée.
- $Q_A$  : débit rapporté par l'accotement.
- $Q_t$  : débit rapporté par le talus.
- $C_c$  : coefficient de ruissellement de la chaussée.
- $C_A$  : coefficient de ruissellement de l'accotement.
- $C_t$  : coefficient de ruissellement du talus.
- $A_c$  : surface de la chaussée.
- $A_A$  : surface de l'accotement.
- $A_t$  : surface du talus.

**🔗 Calcul de surface :**

- **Surface de la chaussée**

$$A_c = 7 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0.071 \text{ ha}$$

- **Surface de l'accotement**

$$A_A = 2 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0.02 \text{ ha}$$

- **Surface du talus**

$$A_t = 1000 \cdot 10^{-4} = 0.1 \text{ ha}$$

**🔗 Calcul des débits d'apport ( $Q_a$ ) :**

- **Pour la chaussée :**

$$C = 0.9, p = 2.5 \%, I (10\%) = 3.76 \text{ mm/h}, b = 0.37, A = 0.074 \text{ ha}$$

$$\Rightarrow t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} \quad t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.074}{2.5}} = 0.0218 \text{ h}$$

$$I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 3.76 \cdot \left(\frac{0.0218}{24}\right)^{0.37-1}$$

$$\Rightarrow I_t = 310 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_c = K.C.I.A = 2.78 \times 0.95 \times 310 \times 0.074$$

$$(Q_a)_c = 0.06 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Pour l'accotement:**

$$C = 0.4, p = 4 \%, I (10\%) = 3.76 \text{ mm/h}, b = 0.37, A = 0.02 \text{ ha}$$

$$\Rightarrow t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} \quad t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.02}{4}} = 0.009 \text{ h}$$

$$I_t = I. \left( \frac{t_c}{24} \right)^{b-1} = 3.76. \left( \frac{0.009}{24} \right)^{0.37-1}$$

$$\Rightarrow I_t = 541.14 \text{ mm/h}$$

$$(Qa)_c = K.C.I.A = 2.78 \times 0.4 \times 541.14 \times 0.02$$

$$(Qa)_a = 0.012 \text{ m}^3/\text{s}$$

• **Pour le talus:**

$$C = 0.3, p = 100 \%, I(10\%) = 3.76 \text{ mm/h}, b = 0.37, A = 0.01 \text{ ha.}$$

$$\Rightarrow t_c = 0.127. \sqrt{\frac{A}{P}} \quad t_c = 0.127. \sqrt{\frac{A}{P}} = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.01}{100}} = 0.00127 \text{ h}$$

$$I_t = I. \left( \frac{t_c}{24} \right)^{b-1} = 3.76. \left( \frac{0.00127}{24} \right)^{0.37-1}$$

$$\Rightarrow I_t = 1859.19 \text{ mm/h}$$

$$(Qa)_t = K.C.I.A = 2.78 \times 0.3 \times 1859.19 \times 0.01$$

$$(Qa)_t = 0.015 \text{ m}^3/\text{s}$$

• **Débits d'apport (Qa) totale**

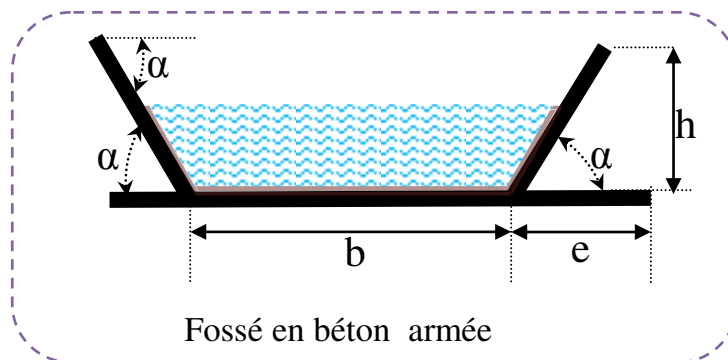
$$Qa = (Qa)_c + (Qa)_a + (Qa)_t = 0.06 + 0.012 + 0.015 = 0.087 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Qa = 0.087 \text{ m}^3/\text{s}$$

**🔗 Dimensionnement des fossés :**

Le profil en travers hypothétique d'un fossé est donné dans la figure ci-dessous avec :

- $S_m$  : surface mouillée.
- $P_m$  : périmètre mouillé.
- $R$  : rayon hydraulique  $R = S_m / U$ .
- $P$  : pente du talus  $P = 1/n$ .



On fixe la base du fossé à ( $b = 50 \text{ cm}$ ) et la pente du talus à ( $1/n = 1$ ) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur  $h$ .

**Calcul de la surface mouillée :**

$$\begin{cases} S_m = b \times h + 2 \frac{eh}{2} & \text{et } \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{d'ou } e = n \times h \\ S_m = b \times h + n \times h^2 = h \times (b + n \times h) & \Rightarrow S_m = h \cdot (b + n \cdot h) \end{cases}$$

Calcul du périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2B$$

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

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

Les dimensions du fossé obtenues, en écrivant l'égalité, débit apport Q et débit de saturation Q

**Calcul le rayon hydraulique :**

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

**Calcul des dimensions des fossés :**

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation.

$$Q_a = Q_s = K.I.C.A = Kst I^{1/2} S_m Rh^{2/3}$$

Le débit de saturation de l'ouvrage d'assainissement et calculé par la formule de

**MANNING- STRIKER :**

$$QS = kst. S.Rh i^{1/2}$$

Avec :

- Rh : rayon hydraulique.

- $i$  : pente de l'ouvrage d'évacuation  $i = 2\%$
- $K_{st}$  : coefficient de rugosité  $k_{sr} = 30$  (fossé en terre).
- $R_h$  = section du profil mouille / périmètre du profil mouille
- $S$  : section transversale de l'écoulement.

D'où  $Q = F(h)$ .

La hauteur ( $h$ ) d'eau dans le fossé correspond au débit d'écoulement au point de saturation. Cette hauteur sera obtenue, en égalisant le débit d'apport au débit de saturation.

$Q_a = Q_s = F(h)$  et le calcul se fera par itération.

$$Q_a = Q_s = K_{st} i^{1/2} S_m R_h^{2/3}$$

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

$$\text{Donc: } h = \left[ \frac{Q_a}{K_{st} \cdot b \cdot \sqrt{I}} \right]^{3/5} \left( 1 + \frac{2h\sqrt{1+n^2}}{1 + \frac{nb}{b}} \right)^{2/5}$$

Après un calcul itératif on trouve

$$h = 0.30 \text{ m}$$

## Liste des ouvrages hydrauliques

### Les ouvrages d'arts (OA)

<b>Oued Bou roumane</b>	<b>PK 2+250</b>	<b>Pont L=22 m</b>
<b>Oued Djarboua</b>	<b>PK 1+900</b>	<b>Pont L=22m</b>

### 6-2 Dimensionnement de buse :

Les buses sont des ouvrages utilisées exclusivement dans des sections où l'on dispose d'épaisseur suffisante de remblai, avec un minimum de remblai au-dessus d'elle égale à 0.80m. Elle peuvent être en béton métallique et peuvent avoir des sections circulaire, ellipsoïdal, en arche ou encore ovoïdal. Quand elles sont en béton, elle nécessite une fondation rigide et dès

lors que diamètre commence par dépasser 1.20m, elles ne sont plus intéressantes à cause de leur poids. Les buses sont généralement des éléments préfabriqués.

$$Q_a = Q_s = K.I.C.A = Kst I^{1/2} S_m Rh^{2/3}$$

$$S_m: \text{surface mouillée} = \frac{1}{2} \times \pi \times R^2$$

$$Rh : \text{rayon hydraulique} = R/2$$

$$Kst = 80 \text{ (pour les buses)}$$

$I$  : la pente de pose qui vérifie la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à 4 m/s. Pour notre cas ; On a  $I = 2.5\%$

$$Q_s = Kst \times I^{1/2} \times \frac{1}{2} \times \pi \times R^2 \times \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3}$$

$$Q_a = Q_s = Kst \times I^{1/2} \times \frac{1}{2} \times \pi \times R^2 \times \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} = 0.087 \quad R = 0.155$$

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé commercial tel que :

$D 400, D 500, D 800, D 1000, D 1200, D 1500 \dots etc.$

Donc: on prend  $R = 200mm$  D'où:

**$D = 400mm$**

Dans le cas d'une buse circulaire, on a  $A = \pi D^2/4, R_H = D/4$  ce qui donne :

$$\Delta H = \frac{Q^2}{2gA^2} \left( K_e + \frac{2gL}{K^2 D^{4/3}} + 1 \right)$$

$K = 67$  (Béton armé)

$g = 10 \text{ m/s}^2$

$$\Delta H = \frac{Q^2}{2gA^2} \left( K_e + \frac{2gL}{K^2 D^{4/3}} + 1 \right)$$

**🔗 Liste des buses à projeter :**

Désignation	pk	Dimensions
<b>Écoulement E1</b>	5+200	Ø1000
<b>Écoulement E2</b>	4+400	Ø1000
<b>Écoulement E3</b>	2+250	3Ø1000

**🔗 Liste des dalots (OC) à projeter :**

Les dalots sont des éléments à section rectangulaire simple multiple. On distingue les dalots simples (constitués de piliers verticaux fondés sur semelles ou radier général et sur lesquels reposent une dalle en béton), les dalots cadres (dans lesquels la dalle, les piliers et radier constituent une structure rigide en béton armé formant donc un cadre) et enfin les dalots portiques (analogues aux dalots cadres, mais sans radier, les piliers verticaux sont fondés sur semelles). Ils sont généralement adoptés pour les débits élevés (dépassant 10 m<sup>3</sup>/h)

N°BV	Désignation	pk	Dimensions b×h
<b>3</b>	Oued MADJENE	5+575	2×(3,00×3,00)
<b>4</b>	Oued OGLET RBAIB	4+200	2×(3,00×2,00)
		4+000	3×(3,00×2,00)

Dans le cas d'un dalot rectangulaire de largeur  $B$ , de hauteur  $D$  de longueur  $L$ , la formule générale qui est :

$$\Delta H = \frac{Q^2}{2gA^2} \left( K_e + \frac{2gL}{K^2 R_H^{4/3}} + 1 \right)$$

S'écrit, avec  $R_H = BD/2(B+D)$

$$\Delta H = \frac{Q^2}{2gA^2} \left( K_e + \frac{2gL}{K^2 D^{4/3}} \cdot 2^{4/3} \cdot \left( 1 + \frac{D}{B} \right)^{4/3} + 1 \right)$$

Avec :  $K=67$  (Béton armé)

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

### 7- Conclusion :

Pour notre cas nous allons utiliser des regards secondaires chaque 50 m jusqu'au point le plus bas et nous posons dans ce point un regard principal qui sera relié avec le réseau existant par une canalisation.

Les ouvrages d'assainissement existants sans suffisamment dimensionnés, néanmoins certains d'entre eux nécessitent :

- diamètre calculé est inférieur au diamètre existant, nous prolongerons l'ouvrage avec le diamètre de l'existant.
- diamètre calculé est supérieur à l'existant, nous projetant de réaliser un ouvrage neuf sur toute la largeur (démolition de l'ancien).

SIGNALISATION  
ET  
ECLAIRAGE

## SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

### 1. INTRODUCTION :

*La signalisation routière est une moyenne de communication avec les usagers.*

*Bien signaler c'est bien communiquer.*

*Bien signaler, c'est assurer l'écoulement du trafic dans les meilleures conditions de circulation, de gestion du trafic et de sécurité routière.*

*On distingue deux types de signalisation :*

- ☞ Signalisation par marquage*
- ☞ Signalisation par les panneaux*

### 2. SIGNALISATION HORIZONTALE :

#### i. Marque sur chaussée:

*Les marques sur chaussées ont pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de la circulation ou à certaines catégories d'usagers, ainsi que, dans certains cas, la conduite que doivent observer les usagers.*

#### ii. Catégories de marques :



##### ii.a. Les lignes longitudinales :

- ☞ Continues infranchissables.*
- ☞ Discontinues axiales ou de délimitation des voies (types T1 et T'1 à forte prédominance des vides sur les pleins).*
- ☞ Discontinues d'annonce d'une ligne continue ou de dissuasion remplaçant une ligne continue ou de délimitation des voies dans certains cas en agglomération (type T3 à forte prédominance des pleins sur les vides).*
- ☞ Discontinues de délimitation de la chaussée (types T2 et T'2 à vides et pleins approximativement équilibrés).*
- ☞ Mixtes (ligne discontinue du type T1 ou T3 accolée à une ligne continue) qui ne peuvent être franchies que si, au début de la manœuvre de dépassement la ligne discontinue se trouve la plus proche du véhicule.*
- ☞ Continues ou discontinues de délimitation de voies réservées à certaines catégories de véhicules ou de délimitation de bandes d'arrêt d'urgence (types T2, T3 et T4).*






##### ii.b. Les flèches :

- ☞ De rabattement.*
- ☞ Directionnelles.*

*ii.c. Les lignes transversales :*

-  Ligne continue « STOP »,
-  Ligne discontinue « CEDEZ LE PASSAGE », d'effet des feux de signalisation, et de guidage en intersection.

*ii.d. Les autres marques :*

-  Pour piétons.
-  Pour cyclistes.
-  Pour le stationnement.
-  Pour les transports en commun.
-  Pour les ralentisseurs de type dos d'âne.

*ii.e. Caractéristiques des lignes discontinues :*

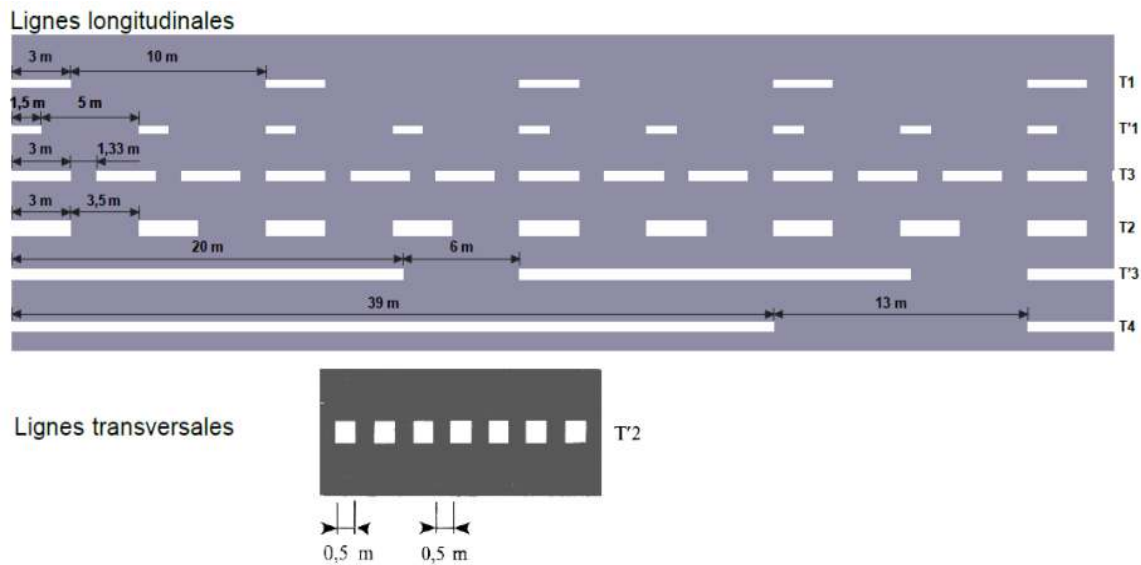
Pour la bonne compréhension des marquages, trois types de modulations de lignes longitudinales ont été retenus, se différenciant par le rapport des pleins aux vides. Ces modulations (tirets plus intervalles) sont des multiples ou des sous-multiples de 13m.

Pour les lignes transversales, la modulation (T'2) comporte alternativement 0,5 m de trait et 0,5 m de vide.

Le tableau ci-après donne les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues.

TYPE DE MARQUAGE	Type de modélisation	LONGUEUR du trait en m	INTERVALLE entre 2 traits successifs en m	RAPPORT plein/vide
Axial longitudinal	T1	3	10	1/3
	T'1	1.5	5	1/3
	T3	3	1.33	3
rive	T2	3	3.5	1
	T'3	20	6	3
	T4	39	13	3
transversal	t'2	0.5	0.5	1

*Tab.11.1 — Les caractéristiques de lignes*



### ii.f. Largeur des lignes :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "u" différente selon le type de route.

On adopte les valeurs suivantes pour "u".

- ☞  $u = 7,5$  cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées, les routes à 4 voies de rase campagne.
- ☞  $u = 6$  cm sur les routes importantes, notamment sur les routes à grande circulation.
- ☞  $u = 5$  cm sur toutes les autres routes.
- ☞  $u = 3$  cm pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

DÉSIGNATION DES MARQUES	MODULATION	LARGEUR
1. Lignes continues	Continue	2u
2. Lignes discontinues	T1	2u
	T'1	2u
	T3	2u
3. Lignes mixtes :	T1 ou T3	2u

Tab.11.2 — Lignes longitudinales axiales

DÉSIGNATION DES MARQUES	MODULATION	LARGEUR
1. Lignes discontinues	T2	5u
	T3	3u
	T4	3u

Tab.11.3 — Lignes longitudinales de rives

DÉSIGNATION DES MARQUES	MODULATION	LARGEUR
Ligne "STOP"	Continue	50 cm
Ligne "CEDEZ LE PASSAGE"	$t^2$	50 cm
Ligne de délimitation du contour des ilots ou de terre-plein central	continue	3u

Tab.11.4 — Lignes transversales

*ii.g. Points de divergence et de convergence :*

Ces points matériellement constitués d'un musoir sont normalement délimités par des lignes continues de largeur 3u marquant la limite de la zone non circulée.

La conception des musoirs et du marquage associé doit assurer une bonne perception des trajectoires à suivre et de la présence d'un obstacle.

Les surfaces de chaussées normalement inutilisées dans ces zones peuvent être couvertes par des hachures.

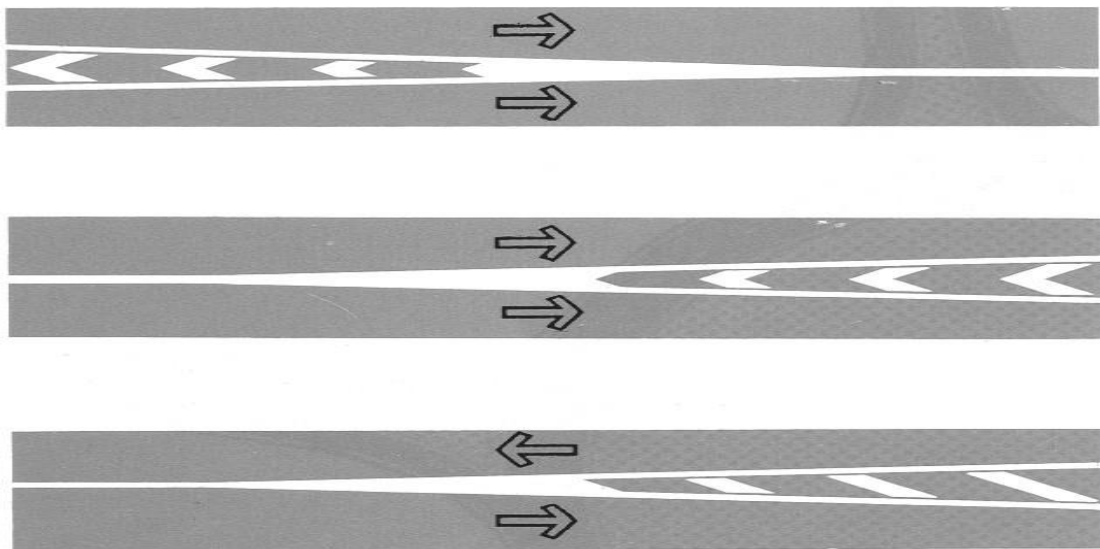
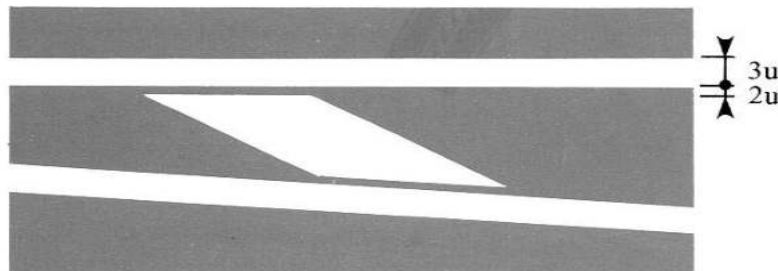


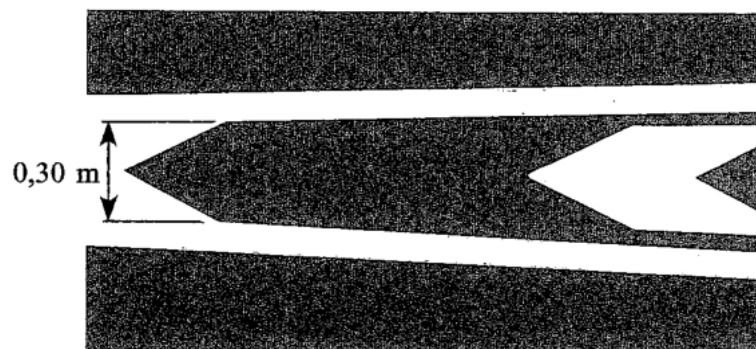
Fig.11.1 — les point de divergence et convergence

L'inclinaison des hachures est telle qu'elle tend à ramener l'utilisateur vers l'axe de la voie de circulation qu'il emprunte. Aux points de convergence ou de divergence, les hachures se présentent donc sous forme de chevrons convenablement orientés (pointe toujours dirigée vers le conducteur).

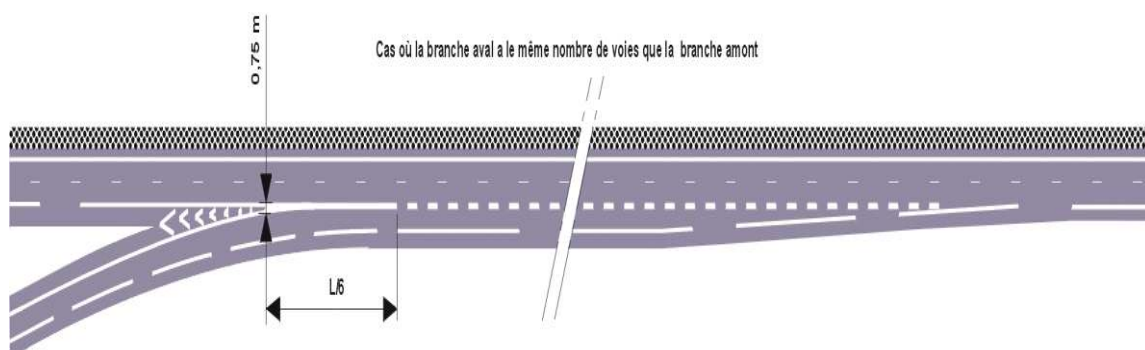
L'inclinaison deux sur un des hachures est alors définie par rapport à la bissectrice de l'angle. Entre les lignes continues de largeur  $3u$  délimitant la zone non circulable, et les hachures ou les bordures constituant le musoir, on laisse un espace de largeur  $2u$ .



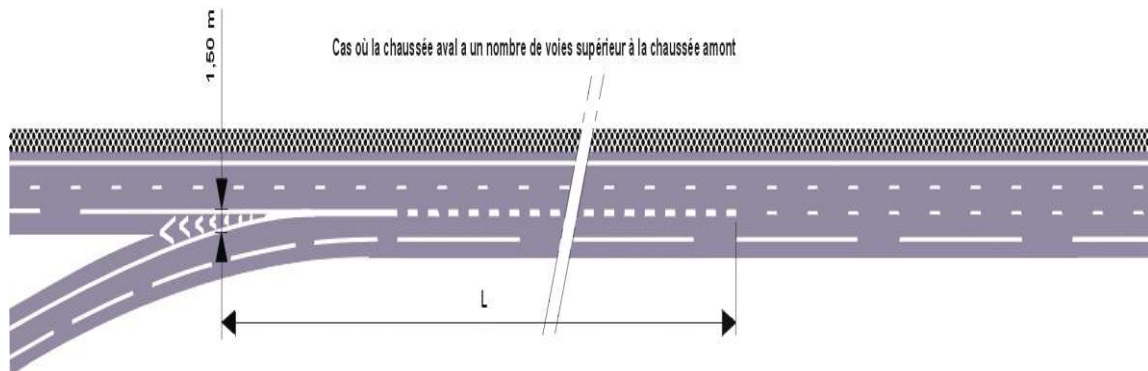
Dans les pointes effilées constituées par le marquage, quand le dessin des chevrons ou des hachures n'est plus discernable (espace disponible inférieur à 30 cm) on peut le remplacer par une peinture blanche uniforme.



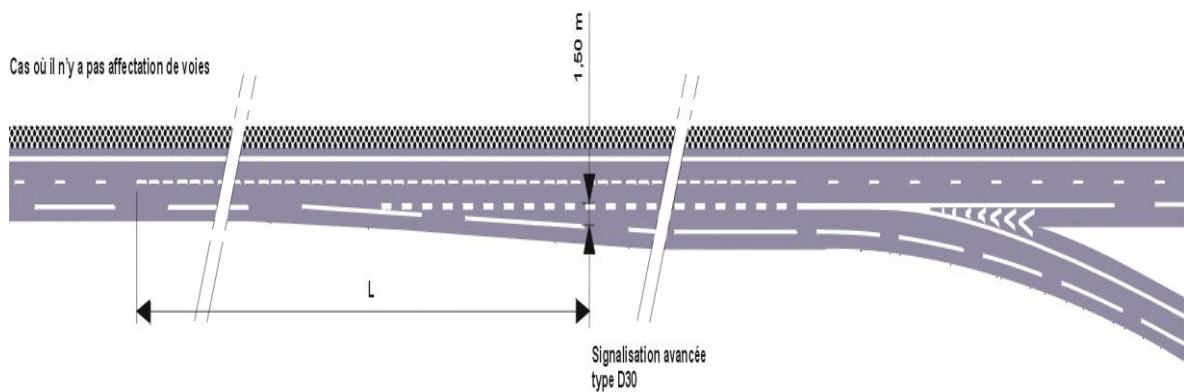
Pour une bretelle d'entrée ou une convergence d'autoroutes, si la chaussée aval a le même nombre de voies que la chaussée amont, on trace en prolongement du nez géométrique, une ligne de type T2 et de largeur  $5u$  qui se poursuit jusqu'à la ligne de rive.



Si la chaussée aval a un nombre de voies supérieur, on trace une ligne de type T2 de largeur  $5u$  en prolongement du nez géométrique sur une longueur de  $L$  au minimum depuis le point ou le biseau à une largeur de 1,50 mètre.





Pour les sorties ou bifurcations avec affectation de voies, la ligne de séparation entre les voies divergentes est constituée d'une ligne discontinue de type T2 de largeur  $5u$  qui débute au premier portique de pré-signalisation de type Da40 et s'étend jusqu'au portique de position de type Da30 : au-delà et jusqu'au nez géométrique, la ligne de séparation des courants est continue et de largeur  $5u$ .



### 3. SIGNALISATION VERTICALE :






La signalisation verticale est divisée en deux grandes catégories :

-  Signalisation de danger, de prescription et d'indication.
-  Signalisation de direction.



#### i. Signalisation de danger, de prescription et d'indication :

La signalisation de danger, de prescription et d'indication est utilisée pour réglementer, en conditions de sécurité, la circulation autant sur la section de type autoroutier, que sur le réseau routier existant.

Les éléments à signaler aux usagers sont principalement :




-  La vitesse légale de circulation.
-  Le régime de priorité.
-  Les dangers rencontrés (ex : à la sortie de la section autoroutière).
-  Le péage.
-  Les utilités disponibles (aires de services, réseau d'appel d'urgence, etc.).

Le dimensionnement des panneaux concorde avec le type de route, comme suit :




-  Dimension grande gamme pour les voies rapides de l'autoroute.
-  Dimension normale pour les entrées et les sorties de l'autoroute, ainsi que pour les bretelles d'accès aux gares de péage aux routes nationales.

À part les panneaux et les panonceaux, utilisés pour la signalisation verticale, la signalisation de danger est réalisée avec des balises.

Les types de balises sont les suivantes :

-  balise de virage.
-  balise de limite de chaussée.
-  balise de musoir, balise pour les gares de péages, etc.

Les panneaux ainsi que les panonceaux et les balises sont couverts d'une couche rétro réfléchissante (de classe II ou supérieure).

-  Taille des panneaux sur autoroute : Très Grande Gamme (TGG)
-  Sur entrées et sortie : Grande Gamme (GG)
-  Bretelle d'accès aux gares de péage et rétablissements : Gamme Normale (GN)

Dimensions	Côté du triangle (mm)	Diamètre du rond (mm)	Double de l'apothème de l'octogone (mm)	Côté du carré (mm)
TGG	1500	1250	1200	1050
GG	1250	1050	1000	900
GN	1000	850	800	700

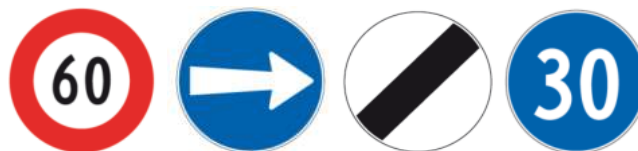
Tab.11.5 — Les dimensions détaillées des panneaux



La signalisation de danger



Intersection et régime de priorité



La signalisation de prescription

### ii. Signalisation de direction :

La signalisation de direction tient compte des destinations importantes pour le tronçon à l'étude.

Généralement on retrouve trois types de destination à indiquer sur les panneaux de direction.

Le texte figurant sur les panneaux doit être en écriture double, avec des caractères arabe et latin, (arabe en premier, latin en deuxième).

La hauteur des lignes de caractère est similaire pour les deux écritures.

Les panneaux sont installés en latéral (confirmation de direction) et sur portiques (signalisation pour les sorties d'autoroute).

Tous les panneaux de signalisation de direction sont couverts d'une couche rétro réfléchissante.

#### 4. ECLAIRAGE :

##### i. Introduction :

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible, c'est -à- dire voir tout ce qu'il pourra exister comme obstacles sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours.....etc.).

Une bonne visibilité des bordures de trottoir des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

- ❏ Classe A : éclairage général d'une route ou autoroute.
- ❏ Classe B : éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).
- ❏ Classe C : éclairage des voies dessertes.
- ❏ Classe D : éclairage d'un point singulier (carrefour, échangeur, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

##### ii. éclairage d'un point singulier :

Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :

- ❏ A longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.
- ❏ A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration du point singulier.
- ❏ A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.
- ❏ A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

##### iii. paramètre de l'implantation des luminaires :

L'espacement (e) entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.

- ❏ La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées.
- ❏ La largeur (l) de la chaussée.
- ❏ La 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.

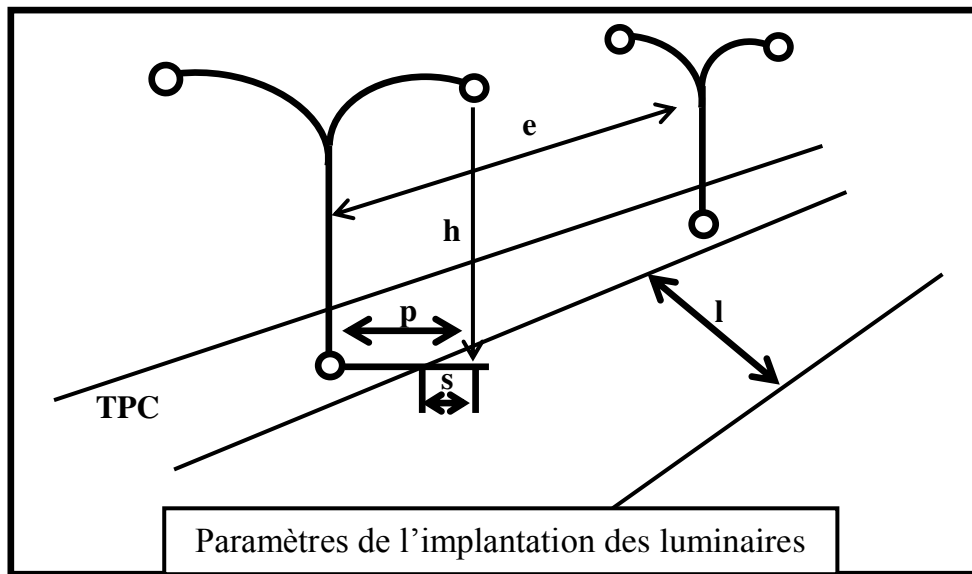


Fig.11.2 — paramètres de l'implantation

*DEVIS QUANTITATIF*

*ET*

*ESTIMATIF*

## DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE EN (DA)	MONTANT
1) Acquisition de terrain	M <sup>2</sup>	/	1000	/
			<b>TOTAL 1:</b>	/
2) Installation de chantier et repliement	F		3% du total (3+4+5)	35713422,3
			<b>TOTAL 2:</b>	<b>3 43925283</b>
3) Dégagement de l'emprise				
arrachement des arbres, abatages d'arbres toutes tailles,	M <sup>2</sup>	/	120	/
			<b>TOTAL 3:</b>	/
4) Terrassement				
Décapage de la terre végétale épaisseurs de 20 à 30cm	M <sup>2</sup>	26254.8	50	1312740
Déblai en terrain meuble mis en remblai	M <sup>3</sup>	36688	450	16509600
Déblai excédentaire en terrain meuble mise en dépôt	M <sup>3</sup>	/	300	/
Remblais d'emprunt	M <sup>3</sup>	187539	390	73140210
			<b>TOTAL 4:</b>	<b>909625500</b>
5) Chaussée				
couche de fondation en grave concassé	M <sup>3</sup>	30185	1800	54333000
Couche de base en grave bitume	T	22216	5500	128852800
Couche d'imprégnation en émulsion 700 à 800 g/m <sup>2</sup>	T	153,6	7800	1198080
Couche de roulement en béton bitumineux	T	12531	6000	75186000
Couche d'accrochage dosée 200 à 300g/m <sup>2</sup>	T	57,6	5800	334080
			<b>TOTAL 5:</b>	<b>259903960</b>

6) Ouvrages d'art	M <sup>2</sup>	415.7	35000	14549500
		<b>TOTAL 6:</b>		<b>14549500</b>
7) Ouvrages d'art courant et assainissement	F		10% total (3+4+5)	35086651
		<b>TOTAL 7:</b>		35086651
8) Impact sur l'environnement	F	/	1% du total (3+4+5)	/
		<b>TOTAL 8:</b>		/
9) Signalisation	F		5% du total (3+4+5)	175433255
		<b>TOTAL 9:</b>		<b>175433255</b>
10) Contrôle (bureau d'étude et laboratoire)	F		2% total (3+4+5)	7017330.2
		<b>TOTAL 11:</b>		<b>70173302</b>
		<b>TOTAL:</b>		<b>4243691940</b>
		<b>TVA 17%</b>		<b>721427630</b>
		<b>TOTAL EN DINARS TTC</b>		<b>4965119570</b>

Le coût total du projet s'élève à : **4 965 119 570.00 DA**

**(Quatre milliard neuf cent soixante-cinq million cent dix-neuf mille cinq cent soixante-dix dinars algérien).**

## **CONCLUSION GENERALE**

*Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation. Cette étude d'APD nous a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier. Elle était l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics. Il ressort de ce travail que la réalisation d'un projet routier n'est pas une chose aisée. C'est par une documentation très ample qu'on doit s'orienter dans une réflexion tout en faisant appel à des connaissances théoriques. Encore une fois, ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels Piste + Auto CAD, vu leur traitement rapide et la précision de leur résultats. De toute façon, il nous a immergé dans le milieu professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.*

# ***BIBLIOGRAPHIE***

- 🔗 Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes B40*
- 🔗 Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines ICTAVRU*
- 🔗 Aménagement des routes principales ARP*
- 🔗 Aménagement des carrefours interurbains SETRA*
- 🔗 Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves CTPP*
- 🔗 Catalogue de structure de la voirie communautaire SETRA-LCPC*
- 🔗 Anciennes mémoire de fin d'étude*
- 🔗 Cours de 5ème année ENSTP*
- 🔗 Cours de 4ème année ENSTP*
- 🔗 Hydraulique routière*
- 🔗 Marques sur chaussées SETRA*