

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 APS et APD d'un tronçon de la liaison EL  
ABIODH SID EL CHEIKH-  
BOUSSEMGHOUNE (PK00+000 – PK15+017)  
avec conception des deux carrefours**

Encadré par :

Mr. BERREKLA Lberkani

Présenté par :

**KHELOUFI Souleyman  
LOUCIF Walid**

Proposé par:

S.E.T.Oran

**Promotion 2012**

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# Remerciement

*Louange à ALLAH (que son Nom soit glorifié) qui nous a guidés, et sans lui nous n'aurions jamais été sur la bonne voie.*

*Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences.*

*Nous exprimons toute notre gratitude à **Mr BERREKLA LBERKANI** pour son encadrement exceptionnel, à sa confiance, à son soutien incessant et à son encouragement permanent. L'aboutissement de ce travail doit beaucoup à sa confiance, à son soutien incessant et à son encouragement permanent.*

*Nous somme en particulier reconnaissant, à **Mr DJOUDI CHEIKH** et **NOUREDDINE** (LTP OUEST) de nous avoir aidé par les discussions fructueuses que nous avons eues dans le cadre de notre projet.*

*Nous tenons également à remercier l'ensemble des enseignants de l'ENSTP pour toutes les informations qu'ils nous ont prodigué durant les cinq ans de notre formation.*

*Nous remercions les membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.*

*A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce projet de fin d'étude.*

**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**, 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 père** 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 chers frères : Ismail et Nasrallah.***

*A **Mes très chères sœurs.***

*A toute la famille LOUCIF sans exception.*

*A mes chers amis : **Nacer, Ramdane, Imad, Khaled***

*A mes amis : **Hafadh, TAMSO, Sofiane, Oussama, Toufik, Malek, Imad, Madi, Zaki  
Nafaa, ELaas, Tarek, Bilel, Cherda, Bakkar, Moukhtar, Nabil, Fatah, Youcef,  
Elhabchi,.....***

*A mes confrères : **Rafik, Hako, Amar, Bilel, les deux Hamza***

*,..... et Toutes la promotion 2012.*

*A mon binôme et confrère : **SLIMANE.***

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

*...Et a tous ceux qui portent l'Algérie dans leurs cœurs  
et veulent la construire.*

*Enfin, à tous ceux qui me reconnaîtront.*

*Walid*



## 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**, 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 père** 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 chers frères** : Yassine, Ahmed, youcef.*

*A **Mes très chères sœurs** : Maroua, Rahma, Mouna.*

*A toute la famille **Kheloufi** sans exception.*

*A mes chers amis : Younes, Talbi, Samad, Abed basset*

*A mes confrères : Abed Fatah, Aboubaker, Moukhtar, Nabil, Hafadh, Tamso,  
Oussama, Bilel, Amar Rafik, Abed Elrahmane Nafaa, Elaas, Abed Krime, Nour  
Eddine, Hamza.....*

*.....et Toutes la promotion 2012.*

*A mon binôme et confrère : Loucif Walid.*

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

*...Et a tous ceux qui portent l'Algérie dans leurs cœurs  
et veulent la construire.*

*Enfin, à tous ceux qui me reconnaîtront.*

*Slimane*



# **SOMMAIRE**

	<b>Page</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	
.....	01
<b>PRESENTATION GENERALE</b>	
Le contexte général. ....	02
Présentation et justification du projet. ....	10
<b>AVANT PROJET SOMMAIRE</b>	
I. Introduction. ....	13
II. La zone d'étude. ....	13
<b>AVANT PROJET DETAILS</b>	
<b>CHAPITRE I. ETUDE DE TRAFIC</b>	
I.1 Introduction. ....	20
I.2 Analyse du trafic. ....	20
I.3 Différents type de trafic. ....	20
I.4 Modèles de présentation de trafic. ....	21
I.5 Calcul de la capacité. ....	22
I.6 Données de projet. ....	25
<b>CHAPITRE II. TRACE EN PLAN</b>	
II.1 Introduction. ....	28
II.2 Règles à respecter dans le tracé en plan. ....	28
II.3 Les éléments du tracé en plan. ....	29
II.4 Combinaison des éléments de tracé en plan. ....	35
II.5 La vitesse de référence (de base). ....	36
II.6 Paramètres fondamentaux. ....	37
II.7 Choix des éléments géométriques. ....	38
II.8 Calcul d'axe. ....	44
<b>CHAPITRE III. PROFIL EN LONG</b>	
III.1 Introduction. ....	51
III.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long. ....	51
III.3 Coordination du tracé en plan et profil en long. ....	52
III.4 Déclivités. ....	52
III.5 Raccordements en profil en long. ....	53
III.6 Détermination pratique du profil en long. ....	55
III.7 Exemple de calcul de profil en long. ....	57

## **CHAPITRE IV. PROFIL EN TRAVERS**

IV.1. Définition. ....	60
IV.2. Les éléments du profil en travers. ....	60
IV.3. Classification du profil en travers. ....	62
IV.4. Application au projet. ....	63

## **CHAPITRE V. ETUDE GEOTECHNIQUE**

V.1. Introduction. ....	64
V.2. Les essais de la reconnaissance. ....	64
V.3. Les essais d'identifications. ....	64
V.4. Conditions d'utilisation des sols en remblais. ....	66
V.5. Les moyens de reconnaissance. ....	66
V.6. Interprétation des résultats d'essais. ....	67

## **CHAPITRE VI. DIMENSIONNEMENT DO CORPS DE CHAUSSÉE**

VI.1. Introduction. ....	74
VI.2. La chaussée. ....	74
VI.3. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée. ....	78
VI.4. Les principales méthodes de dimensionnement. ....	79
VI.5. Application au projet. ....	82

## **CHAPITRE VII. LES CUBATURES**

VII.1. Introduction. ....	93
VII.2. Définition. ....	93
VII.3. Méthodes de calcul des cubatures. ....	93
VII.4. Calcul des cubatures de terrassement. ....	95

## **CHAPITRE VIII. ASSAINISSEMENTLES**

VIII.1. Introduction. ....	96
VIII.2. L'assainissement. ....	96
VIII.3. La notion "source" . ....	97
VIII.4. Le bassin versant. ....	98
VIII.5. Dimensionnement des fossés. ....	100
VIII.6. Dimensionnement des ouvrages d'évacuation. ....	104
VIII.7. Calcul hydraulique. ....	103

## **CHAPITRE IX. ETUDE DU DALOT**

IX.1. Généralités. ....	113
IX.2. Choix de type du dalot. ....	114
IX.3. Hypothèse de calcul. ....	115
IX.4. Dimensionnement des épaisseurs des éléments du dalot. ....	116
IX.5. Mur en tête coulé en place. ....	119
IX.6. Charges et surcharges. ....	120
IX.7. Calcul des sollicitations. ....	121
IX.8. Textes réglementaire. ....	121
IX.9. Modélisation. ....	122

## **CHAPITRE X. CHOIX ET CONCEPTION DES CARRFOUR**

### **1<sup>ER</sup> PARTIE CARREFOUR**

<b>X.1.</b> Introduction. ....	125
<b>X.2.</b> Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour. ....	125
<b>X.3.</b> Choix de l'aménagement. ....	125
<b>X.4.</b> Les types de carrefours. ....	126
<b>X.5.</b> Principes généraux d'aménagements d'un carrefour. ....	127
<b>X.6.</b> Application au projet. ....	129

## **CHAPITRE XI. SIGNALISATION ET ECLAIRAGE**

### **1<sup>ER</sup> PARTIE SIGNALISATION**

<b>XI.1.</b> Introduction. ....	138
<b>XI.2.</b> Signalisation. ....	138
<b>XI.3.</b> Les types de signalisation. ....	138
<b>XI.4.</b> Application au projet. ....	141

### **2<sup>EME</sup> PARTIE ELAIRAGE**

<b>XI.1.</b> Introduction. ....	145
<b>XI.2.</b> Catégories d'éclairage. ....	145
<b>XI.3.</b> Paramètres de l'implantation des luminaires. ....	145
<b>XI.4.</b> Application au projet. ....	146

## **CHAPITRE XII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

.....	147
-------	-----

## **CONCLUSION GENERALE**

.....	149
-------	-----

## **BIBLIOGRAPHIE**

.....	150
-------	-----

## **ANNEXES**

# **Introduction Général**

INTRODUCTION GÉNÉRAL

# INTRODUCTION GENERALE

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 en Algérie, 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 congestionnement.

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 la liaison **EL ABIODH SID EL CHEIKH- BOUSSEMGHOUNE** (proposée par la **DTP de la wilaya d'El-Bayad**

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**).

# **Présentation générale**

Présentation générale

## PRESENTATION GENERALE

### Généralités sur la wilaya d'El Bayadh

#### Le contexte général :

##### I- Aperçu historique

L'histoire nous rappelle que la région d'El Bayadh a été peuplée durant la période préhistorique comme en témoignent les différentes gravures rupestres éparpillées à travers la région. El Bayadh tirerait son nom d'une matière locale avec laquelle les premiers habitants lavaient leurs Burnous. D'autres sources avancent qu'El Bayadh évoque tout simplement les fortes précipitations de neige qui caractérisaient la région jadis.

##### Période pré historique

Elle s'étale sur des milliers d'années, durant lesquelles l'homme primitif de la région a vécu difficilement, se nourrissant de cueillettes et s'abritant dans les grottes et cavernes en lutte permanente contre une faune qu'il a pu dominer grâce à l'évolution de son intelligence, est ainsi qu'il a su fabriquer progressivement ses aliments, ses habits, ses outils et ses armes. Les scènes de vie immortalisées par les gravures à travers la région, témoignent de sa civilisation préhistorique



## Période islamique

La période historique importante dont s'est imprégné l'ensemble des populations berbères de la région d'El Bayadh qui dépendait alors du territoire Nord Africain, soumise par la suite au règne Rustumide 776 - 908 puis aux Zianides et Mérinides en fonction de l'extension de leur pouvoir. Les tribus des Benihilal qui constituaient alors la majorité des habitants de la région ont joué un rôle primordial dans la préservation de l'équilibre entre ces deux tendances.

La population de la région d'El Bayadh se compose de Quatre grands regroupements Laghouat Ksel - Ahlou Yakel - Trafis - Ouled Sidi Cheikh et des minorités berbères à Boussemgoune et Chellala qui préservent toujours leurs dialectes et coutumes ancestraux. On distingue parmi ces populations les sédentaires des Ksour et les nomades.

- Les nomades vivant sous les tentes et ont une économie basée sur :
- le cheptel et le troc caravanier.
- Les sédentaires pratiquant une agriculture, l'artisanat et le commerce avec les nomades sont éparpillés à travers Huit Ksour : **Boualem - Stitten - Brezina- Ghassoul - Krakda - Arbaouet - Chellala** et



**Boussemgoune**

## Période coloniale

El Bayadh, culmine à 1376 mètres, ce fut à l'origine un poste militaire fondé en 1852, sur ordre du Général Pélissier avec la construction d'un fort par le Lieutenant du Génie, futur Général Segretain. La 1ère pierre fut posée exactement le 25 Novembre 1852, appelée d'abord Lignyville du nom de Lieutenant Colonel Deligny, directeur des affaires arabes de la région, l'actuelle El Bayadh fut ensuite baptisée Géryville du nom du colonel Géry, qui avait fait une instruction avec une petite colonne en 1843. Elle était, alors le point le plus méridional qu'on peut atteindre, après avoir été Poste Annexe Commune Mixte.

Occupation militaire de la région fut à l'origine du déclenchement de l'insurrection des Ouled Sidi Cheikh (**Bouamama, Slimane ben Hamza et de Mohamed Belkheir**) et des tribus qui leur étaient fidèles et dont la première bataille eu lieu le 08 Avril 1864 à Aouinet Boubakeur près de Stitten et qui ne verra sa fin que le 20 Mai 1883 suite au traité de paix qui fut signé avec les autorités Françaises commune et sous préfecture en 1962. El Bayadh est aujourd'hui chef lieu de Wilaya depuis 1984.

## II- SITUATION GEOGRAPHIQUE :

La **wilaya d'El Bayadh** est une wilaya algérienne située à l'ouest du pays.

Elle s'étend sur une superficie de 71 697 km<sup>2</sup> regroupant 8daïras et 22 communes ; elle est limitée :

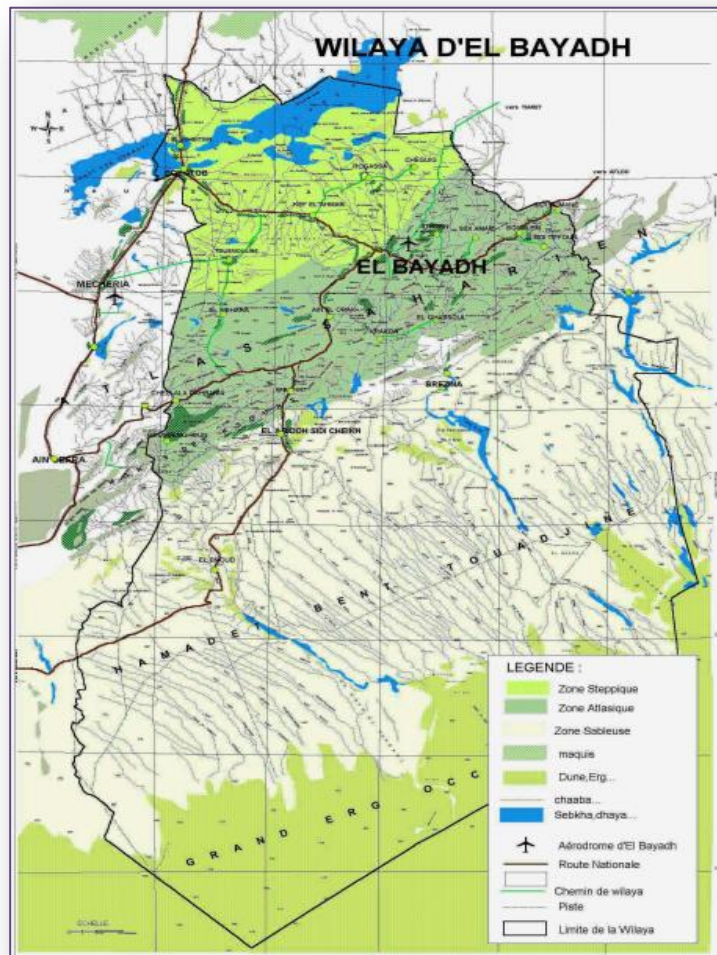
- au nord, par les wilayas de **Saïda** et de **Tiaret** ;
- à l'est, par les wilayas de **Laghouat** et de **Ghardaïa** ;
- au sud-est, par la wilaya **d'Adrar** ;
- au sud-ouest, par la wilaya de **Béchar** ;
- à l'ouest, par la wilaya de **Naâma** ;
- au nord-ouest, par la wilaya de **Sidi Bel Abbés** .



## Relief

La wilaya d'**El Bayadh** fait partie intégrante de la région des Hautes Plaines steppiques du Sud-ouest algérien. Sur le plan physique, elle présente trois grandes zones distinctes :

- Au Nord les Hautes Plaines 8.778 Km<sup>2</sup>.
- Au Centre l'atlas saharien 11.846 Km<sup>2</sup>.
- Au Sud la Présaharienne 51.073 Km<sup>2</sup>.



## Hydrographie :

**D'Ouest en Est** : Oued Kef Lazreg - Oued Tousmouline - Oued Kef Lahmar Oued Hamaimat - Oued Hanacha et Oued Mehairigua drainent les piémonts

Nord de l'Atlas Saharien vers Chott Echergui.

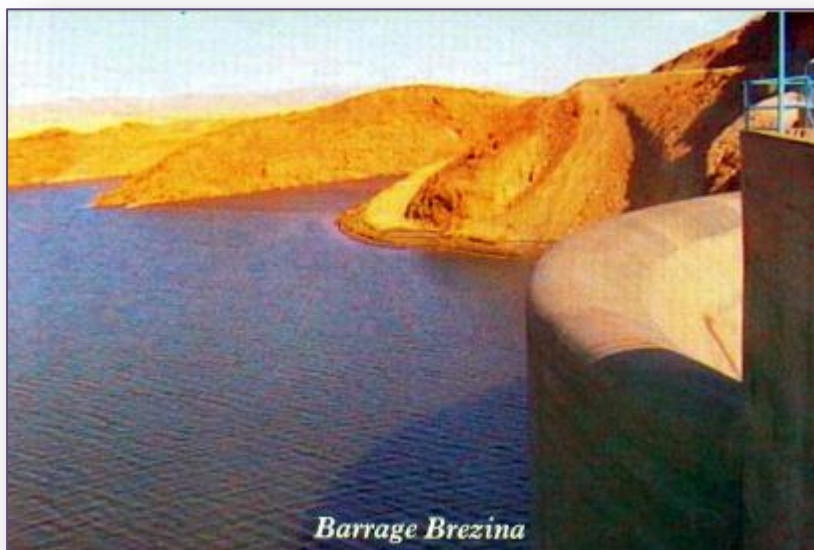
\* **Au Sud de l'Atlas Saharien**, les oueds les plus importants sont :

- Oued Namous qui constitue la limite de la Wilaya avec celle de Naâma.
- Les Oueds El Gharbi - Mazar - El Kabech.
- Saggeur est le seul à écoulement permanent.

Présentent un cours parallèle entre eux orientés vers le Sud - Est.

Chott Al-Gharbi. Eaux superficielles mobilisables (hm<sup>3</sup>) 123

- Eaux superficielles mobilisées (hm<sup>3</sup>) 50
- Eaux souterraines mobilisables (hm<sup>3</sup>) 35,53
- Eaux souterraines mobilisées (hm<sup>3</sup>) 13,05
- Barrage à Brézina d'une capacité de 123 Millions m<sup>3</sup>



### **Climatologie:**

Sur le plan climatologique, la Wilaya est caractérisée par deux périodes principales qui expriment le contraste important durant l'année à savoir :

- ✓ Un Hiver rigoureux avec de fréquentes chutes de neige.
- ✓ Un Été chaud et très sec.

#### **i- Température:**

Laisse apparaître des changements temporels (un Hiver froid de température moyenne de 6° C et un Été chaud de 36° C).

#### **ii- Pluviométrie :**

Est très irrégulière et varie de 200 à 300 mm durant l'année, ont peut assister à plusieurs mois de sécheresse où d'années de suite.

## **Population :**

La population estimée au 2007 est de 271 140 habitants avec un taux d'accroissement de 4.02% et densité 3,78 hab/km<sup>2</sup>

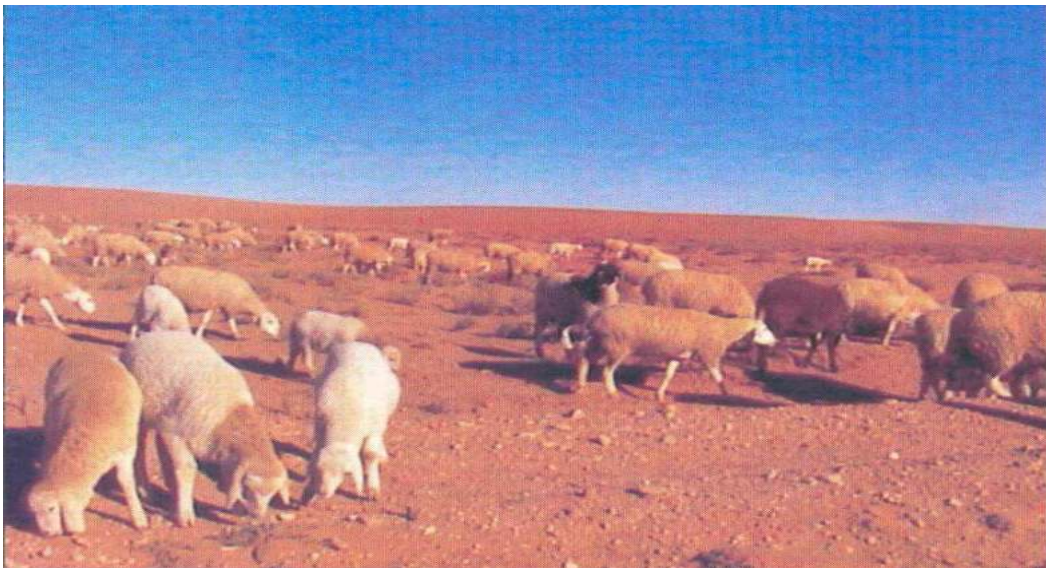
### **III- Économie de la région :**

#### **•Secteur agricole :**

La principale vocation de la région est l'agriculture. Durant toute leur existence, les habitants de la région activèrent le secteur de l'agriculture.

Le cheptel constitue la richesse principale de la wilaya d'El- Bayadh et des zone steppiques de la région où l'élevage et le pastoralisme sont le savoir faire d'une grande partie de la population et constituent l'activité économique de base

- Ovins 1 600 000(têtes)
- Bovins 23 310(têtes).
- Caprins 107 665(têtes).
- Equins 980(têtes).





### Ressource minières :

La Wilaya recèle des potentialités multiples dans le domaine minier susceptibles d'être valorisées

- **Calcaire:** pour la production de ciment chaux et agrégats (El-Abiodh sidi cheikh).
- **Gypse:** pour la production de plâtre.
- **Baryte:** pour la radiologie et produits Pharmaceutiques utilisé dans l'industrie pétrolière,
- peinture et caoutchouc.
- **Sable quartzeux:** utilisé pour la verrerie.
- **Spaths d'Islande:** utilisé dans l'industrie piézo-optique.
- **Argile:** pour la production de Briques creuses.
- **Sel:** Industrie Chimique.

### • Infrastructures de Transport :

- **Route :** 1198 Km du réseau principal (dont 540 Km de RN ; 130Km de CW et 528 Km de CC).
- **Rail :** liaison reliant Bougtob à Mechria (Oran-Bachar).
- **Aéroport :** aéroport de Ksel 12 au nord chef lieu de wilaya

## I.2. le contexte local :

- ❖ **El Abiodh Sidi Cheikh** est une commune de la wilaya d'El Bayadh en Algérie ; se situe au sud de la wilaya.



La commune d'El Abiodh Sidi Cheikh est composée de treize localités :

- Djeramna
- El Abiodh Sidi Cheikh
- Nouaoura
- Ouled Aïssa (en partie)
- Ouled Amara
- Ouled Ogbi
- Ouled Sid Hadj Ahmed
- Ouled Sid Hadj Bahous
- Ouled Sid Hadj Bencheikh
- Ouled Sid Cheikh
- Ouled Sidi Brahim
- Ouled Sidi M'Hamed
- Ouled Ziad

❖ **Boussemghoune** (ou Aghram en berbère) est une commune de la wilaya d'El Bayadh en Algérie ; se situe à l'ouest de la wilaya.



La commune de Boussemghoun est composée de six localités<sup>2</sup> :

- Boussemghoune
- Ouled Abdelkrim
- Ouled Ben Djelloul
- Ouled Hadj Bahous
- Ouled Sidi Ahmed Medjdoub (en partie)
- Semaghna

La population de Boussemghoune est à majorité berbérophone, leur dialecte est appelé Tachelhit ou Tamazight.

## **Présentation du projet :**

### **I.1.Introduction :**

Comme toutes les wilayas de la steppe ou le milieu rural forme une richesse évolutif, la construction des nouvelles routes reliant la ville d'El Bayadh et sa périphérie rurale reflète l'Etat de développement et de croissance économique.

Les besoins de déplacement se développent fortement a long terme sous l'effet de :

-la croissance urbaine et extra-urbaine de la mobilité ou la Marge de développement des grandes villes est encore importante. Tant du fait de l'expansion générale de la population rurale vers les villes, à cet effet l'Etat fait des efforts énormes dans l'amélioration de mode de vie dans le milieu rurale. Afin de stabiliser les gens dans ce milieu et de les reliés à la ville par les constructions de ce genre de projets. Ainsi de relier les communes entre elles.

Cette croissance de déplacement posera de grands problèmes aux ingénieurs chargés de la conception des infrastructures, le problème sera d'autant plus difficile à résoudre que l'amélioration de l'accessibilité et la satisfaction des besoins en déplacement ne devra pas être obtenue au détriment de l'environnement.

Seule une étude spécifique est susceptible de répondre avec précision aux problèmes propres à chaque route, mais l'expérience acquise conduit à un certain nombre de conclusions ou recommandations. Elles portent sur la conception du réseau routier, sur des liaisons inter wilaya et inter commune.

L'étude traite un nouveau tracé qui est implanté dans un environnement bonne caractéristique avec une sinuosité faible, la projection de la route se développe dans un relief plat Le projet en étude prend son départ de la localité **D'EL-ABIODH SIDI CHEIKH** (point départ RN59 : PK36+120), après il se dirige vers l'Ouest en direction de **BOUSSEMGOUNE**, Passant par le lieu dit NKHEILA, jusqu'à son raccordement avec la CW04. Donc le but de l'étude est de construire une route qui assure le lien entre les deux villes (**EL-ABIODH SIDI CHEIKH, BOUSSEMGOUNE**).

### **Objectif du projet :**

L'objectif principal de notre projet est de créer une liaison directement la Al-Abiodh Sid Cheikh(RN59) avec CW04 Boussemghoune(CW04)

Cet objectif est défini comme suit :

- ✓ Améliorer la sécurité et le confort de l'utilisateur.
- ✓ Réduire les temps de parcours entre Al-Abiodh Sid Cheikh et Boussemghoune de 111km à 58 km.
- ✓ Aider L'activité des zones agricoles.
- ✓ Relier directement les routes nationales RN 59 et CW 04.
- ✓ Améliorer le cadre de vie des citoyens
- ✓ Réduire le nombre d'accidents.

# Avant Projet Sommaire

AVANT PROJET SOMMAIRE

## ***AVANT PROJET SOMMAIRE***

### **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.

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

### **II. La zone d'étude :**

La zone d'étude est située dans la wilaya d'EL-BAYADH, elle est délimitée au Est par la ville d'El-Abiodh Sidi Cheikh (RN59), au Ouest par un lieu dit N'kheila (cw04), les couloirs choisis franchissent successivement les obstacles suivants :

- RN59 PK36+120 point départ (carrefour à projeter).
- Évitement d'El-Abiodh Sidi Cheikh (carrefour à projeter).
- Oued Oum eldjalfana (ouvrage d'assainissement).

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

### **i. Environnement géographique:**

Le relief est généralement plat, il est fortement coupé par un réseau hydrographique important (Oued Oum eldjalfana) ce qui nécessite en phase de réalisation un système d'assainissement.

### **ii. Les eaux superficielles :**

D'un point de vue hydrogéologique (eaux souterraines), les terrains rencontrés ne sont pas par de nature favorable aux circulations d'eau en profondeur. Ces circulations se produisent donc essentiellement en surface qui peuvent abriter des retenus d'eaux très dépendantes de la pluviométrie.

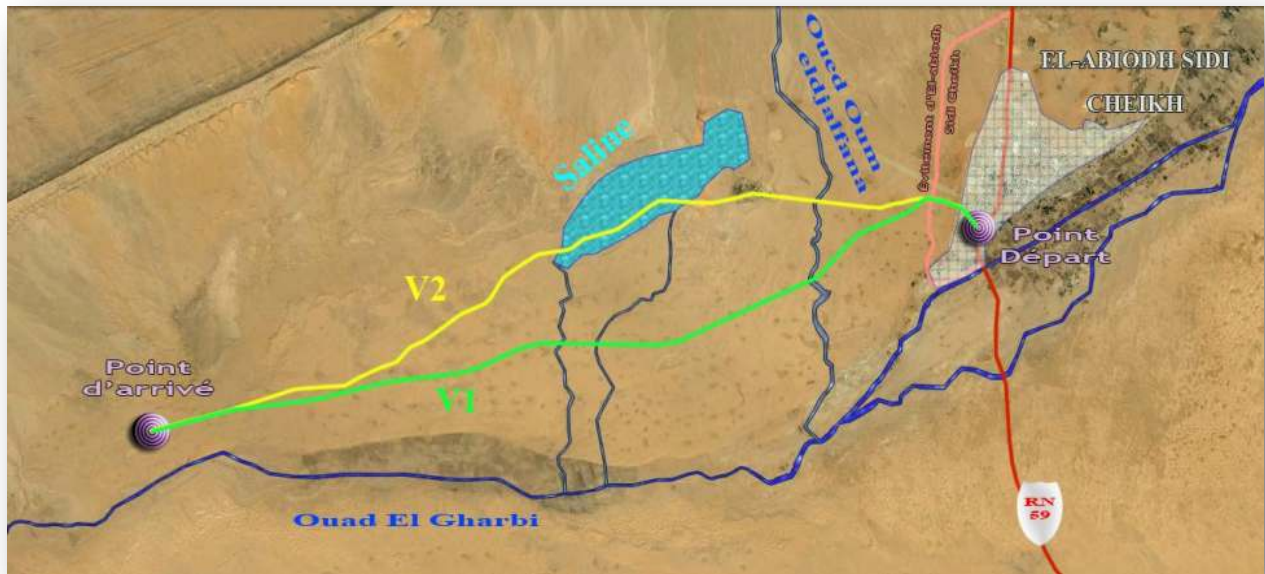
Le bilan hydrique est estimé à 200mm/an

## **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

Sont départ de la localité **D'EL-ABIODH SIDI CHEIKH** (point départ RN59 PK36+120), après elles se dirigent vers l'Ouest en direction de **BOUSSEMGOUNE**

Passant par le lieu dit **N'KHEILA**, jusqu'à son raccordement avec la CW04.



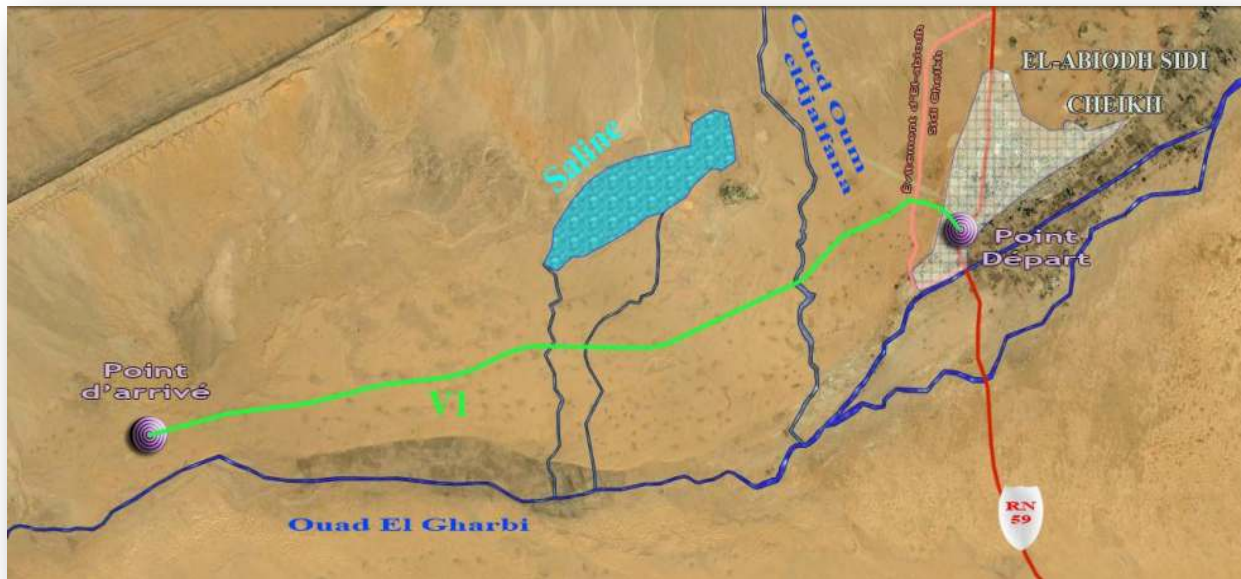
	Variante 1	Variante 2
Longueur	15017.01 m	15232.29 m
%alignement	58.75%	52%
R min	300m	220m
R max	2600m	1800m
I min	0.50%	0.49%
I max	1.07%	0.60%
Volume déblais	26127 m <sup>3</sup>	4920 m <sup>3</sup>
Volume remblais	137309 m <sup>3</sup>	1189405 m <sup>3</sup>

**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 difficile (coût diminué)</li> <li>- plus courte</li> <li>- compatible avec les routes et pistes existantes (gain de terrassements).</li> <li>- Tracé éloigné des salines</li> <li>- Passage à proximité de cimetière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traverse Oued Oum eldjalfana</li> <li>- Alignement très long (prolongé des éblouissements phares)</li> </ul>
<b>2<sup>ème</sup> VAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de contrainte topographique difficile.</li> <li>- compatible avec les routes et pistes existantes (gain de terrassements).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- plus long (donc augmentation du coût)</li> <li>- Tracé éloigné de cimetière.</li> <li>- Traverse des salines</li> </ul>

**A. 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



### 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.
- ❖ Absence d'impact dommageable notable l'avifaune sauvage.
- ❖ 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 3** et au 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>220 (8 %)</b>
<b>Rayon minimum normal (RHN)</b>	<b>375 (6 %)</b>
<b>Rayon au devers minimum (RHd)</b>	<b>800 (3 %)</b>
<b>Rayon non déversé (RHnd)</b>	<b>1200 (-3 %)</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 :

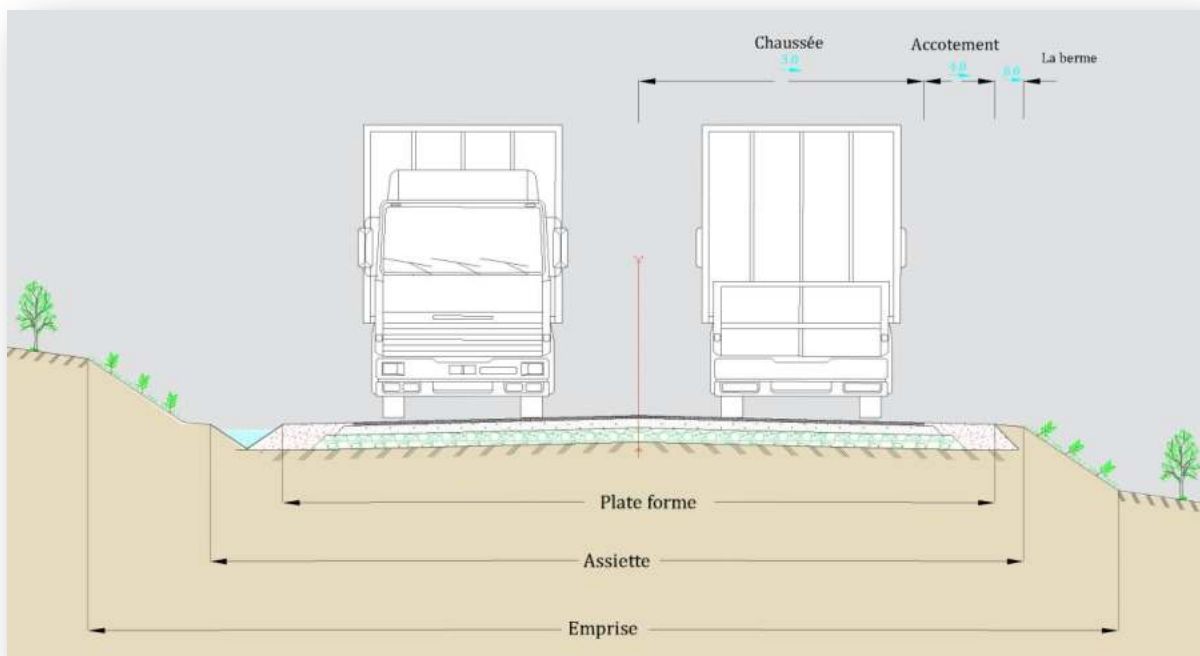
<b>Rayons en profils en long</b>	
<b>Déclivité maximum</b>	<b>6 %</b>
<b>Déclivité minimum au devers nul</b>	<b>0.5 %</b>
<b>Rayon en angle saillant (m)</b>	
<b>Minimum absolu</b>	<b>3500</b>
<b>Minimum normal</b>	<b>8000</b>
<b>Rayon en angle rentrant (m)</b>	
<b>Minimum absolu</b>	<b>1600</b>
<b>Minimum normal</b>	<b>2100</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 tous les couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux...

Les éléments constitutifs du profil en type sont :



**Avant Projet Détails**

Avant Projet Détails

# Chapitre I

Chapitre I

## Etude du TRAFIC

Etude du TRAFIC

## CHAPITRE I: ETUDE DU TRAFIC

### I.1. Introduction :

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser.

Pour résoudre la plupart des problèmes d'aménagement ou d'exploitation routière, il est insuffisant de connaître la circulation en un point donnée sur une route existante, il est souvent nécessaire de connaître les différents courants de circulation, leurs formations, leurs aboutissements, en d'autres termes de connaître l'origine et la destination des différents véhicules.

### I.2. Analyse du trafic :

Afin de déterminer en un point, en un instant donné le volume, la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriée.

Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont :

- ✓ La statique générale.
- ✓ Le comptage sur route (manuel et automatique).
- ✓ Une enquête de circulation.

### I.3. Différents type de trafic : On distingue quatre types de trafic:

- **Trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet.
- **Trafic induit** : C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.
- **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.
- **Trafic total** : C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

## I.4. Modèles de présentation de trafic :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaine.

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

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

### I.4.a) 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:

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

Où :

- ✓  $T_0$  : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.
- ✓  $\tau$  : est le taux de croissance.

### I.4.b) Corrélation entre le trafic et les 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 du cadre de notre étude.

#### **I.4.c) 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.

#### **I.4.d) Modèle de facteurs de 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 leur 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.

#### **Remarque:**

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

### **I.5. Calcul de la capacité:**

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

#### **I.5.a) Trafic à un horizon donné :**

Du fait de la croissance annuelle du trafic.

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

$TJMA_n$  : trafic journalier moyen à l'année  $n$ .

$TJMA_0$  : trafic journalier moyen à l'année  $0$ .

$\tau$  : taux d'accroissement annuel.

$n$  : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

### I.5.b) Trafic effectif :

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction du type de route et de l'environnement.

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

Tel que :

- ✓ **Z** : le pourcentage de poids lourds.
- ✓ **P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « **P** » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

Tableau -1- Coefficient d'équivalence « **P** »

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-11	16-24

#### i. Évaluation de la demande:

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon.

$$Q = 0.12T_{\text{eff}} \quad (\text{UVP/h})$$

#### ii. Évaluation de l'offre:

C'est le débit admissible que peut supporter une route :

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

Tel que :

- ✓ **C<sub>th</sub>** : la capacité théorique.
- ✓ **K<sub>1</sub>** : coefficient qui dépend de l'environnement.

- ✓ **K<sub>2</sub>** : coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

**Tableau -2- : Coefficient « K1 »**

Environnement	E1	E2	E3
<b>K1</b>	<b>0.75</b>	<b>0.85</b>	<b>0.9 à 0.95</b>

**Tableau -3- Coefficient « K2 »**

Environnement	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
<b>E1</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
<b>E2</b>	<b>0.99</b>	<b>0.99</b>	<b>0.99</b>	<b>0.98</b>	<b>0.98</b>
<b>E3</b>	<b>0.91</b>	<b>0.95</b>	<b>0.97</b>	<b>0.96</b>	<b>0.96</b>

**Tableau 4 : Capacité théorique « C<sub>th</sub> »**

	Capacité théorique
<b>Route à 2 voies de 3.5 m</b>	<b>1500 à 2000 uvp/h</b>
<b>Route à 3 voies de 3.5 m</b>	<b>2400 à 3200 uvp/h</b>
<b>Route à chaussées séparées</b>	<b>1500 à 1800 uvp/h</b>

### iii. Calcul du nombre de voies :

#### Chaussée bidirectionnelle :

- ✓ On compare  $Q$  à  $Q_{adm}$  pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir :

$$Q \leq Q_{adm}$$

### Chaussée unidirectionnelle :

- ✓ Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec :

$$N = \frac{s \cdot Q}{Q_{adm}}$$

Tel que :

- ✓ **S** : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.
- ✓ **Q<sub>adm</sub>** : débit admissible par voie.

### I.6. Données de projet :

- Le trafic à l'année 2011 TJMA<sub>2011</sub>=1600v/j.
- Le pourcentage de poids lourds P<sub>L</sub>=19%.
- Année de mise en service : 2014.
- Taux de croissance annuelle de trafic :  $\tau$ = 4%.
- La durée de vie:20ans.

On à :

- ✓ P= 3 (Route à bonne caractéristique, environnement E<sub>1</sub>)
- ✓ K<sub>1</sub>=0.75 (environnementE<sub>1</sub>) ; K<sub>2</sub>=1 (environnementE<sub>1</sub>, catégorie C<sub>3</sub>)

- **Calcul de TJMA horizon :**

$$TJMA_n = (1 + \tau)^n TJMA_{2011}$$

$$TJMA_{2014} = (1 + 0.04)^3 \times 1600$$

$$TJMA_{2014} = 1800 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2034} = (1 + 0.04)^{20} 1800$$

$$TJMA_{2034} = 3944 \text{ v/j}$$

- **Calcul des trafics effectifs**

$$P = 3 \text{ (route de bonnes caractéristiques, E}_1\text{)}$$

$$T_{eff\ 2034} = [(1 - 0.19) + 3 \times 0.19] 3944$$

$$T_{eff\ 2034} = 5443 \text{ uvp/j}$$

- Débit de pointe horaire normal :

$$Q_{2034} = (1/n) T_{\text{eff}} = 0.12 \times T_{\text{eff}}$$

$$Q_{2034} = 0.12 \times 5443$$

$$Q_{2034} = 654 \text{ uvp/h}$$

- Capacité théorique :

$$C_{\text{th}} \longrightarrow [1500 \text{ uvp/h} \quad 2000 \text{ uvp/h}]$$

On prend  $C_{\text{th}} = 1500 \text{ uvp/h}$

$$Q_{\text{adm}} = k_1 \times k_2 \times C_{\text{th}}$$

$$Q_{\text{adm}} = 1 \times 0.75 \times 1500$$

$$Q_{\text{adm}} = 1125 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{2034} < Q_{\text{adm}}$$

- Donc, on a une chaussée bidirectionnelle : 2voie+accotement  
**2 × (3.5m+1.20m)**
- L'année de saturation :

On détermine la durée de vie avant saturation de route bidirectionnelle 2 voies par la formule suivante :

$$Q_F = Q_D$$

### 1- Calcul de $Q_F$ :

$$Q_F = K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}}$$

$$Q_F = 0.75 \times 1.00 \times 1500 = 1125 \text{ uvp/j.}$$

### 2- Calcul de $Q_D$ :

$$Q_{D2011} = 0.12 T_{\text{effe n}}$$

$$Q_{D2011} = 0.12 \times ((1 - Z) + P \times Z) \times T_{\text{JMA}_n}$$

$$Q_{D2011} = 0.12 \times ((1 - 0.19) + 3 \times 0.19) \times T_{\text{JMA}_n}$$

$$Q_{D2011} = 0.1656 \times T_{JMA_n}$$

$$T_{JMA_n} = T_{JMA_{2011}} (1 + \tau)^n$$

$$T_{JMA_n} = 1600 (1.04)^n$$

$$Q_{D2011} = 265 (1.04)^n$$

$$Q_F = Q_D \Leftrightarrow 1125 = 265 (1.04)^n$$

$$n = \log(4.24) / \log(1.04)$$

$$n = 36 \text{ans.}$$

Donc l'année de saturation = 2014+37=**2051**.

# Chapitre II

Chapitre II

## Tracé en Plan

Tracé en Plan

## CHAPITRE II : TRACE EN PLAN

### II.1. Introduction :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

Le tracé en plan est une succession de droites reliées par des liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

### II.2. Règles à respecter dans le trace en plan :

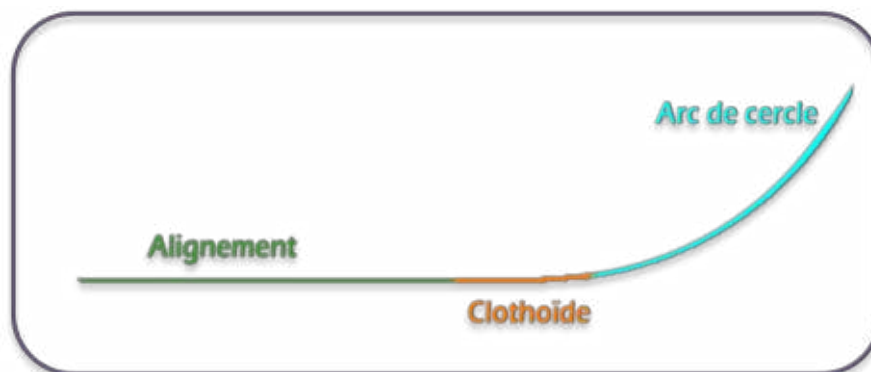
Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes :

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à  $R_{Hnd}$  (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.

- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

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

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous :



### II.3.a) Les alignements :

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

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

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

$$\left. \begin{array}{l} L_{\min} = 5 V \\ L_{\max} = 60 V \end{array} \right\} \text{ Avec } V \text{ en (m/s).}$$

### II.3.b) Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

#### i. Stabilité en courbe :

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

#### ii. Rayon horizontal minimal absolu :

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

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

#### iii. Rayon minimal normal :

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

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

#### iv. 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 subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

Dévers associé  $d_{\min} = 3.0\%$ .

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

### v. Rayon minimal non déversé :

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

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

Pour les catégories 1-2

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

Pour les catégories 3-4-5

Avec :  $f' = 0.07$  cat 3

$f' = 0.075$  cat 4-5

### vi. Règles pour l'utilisation des rayons en plan :

- ✓ Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant que possible des valeurs de rayon  $\geq$  à RHN.
- ✓ Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près.

- Si  $RHm < R < RHN$  :

$$d = d_{max} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHm} \right) \frac{d_{max} - d_{RHN}}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

- Si  $RHN < R < RHd$  :

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

- ✓ Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal  $d_{\min}$ .
- ✓ Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucun perturbation sur le plan de drainage.
- ✓ Un rayon RHm doit être encadré par des RHn.

**Remarque :**

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

**vii. Surlargeur :**

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

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

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

**L** : longueur du véhicule (valeur moyenne  $L = 10$  m).  
**R** : rayon de l'axe de la route.

**II.3.c) Les raccordements progressifs « CLOTHOÏDE » :**

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

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

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

### i. Expression de la clothoïde :

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

$$K = C.L ; K = \frac{1}{R} \quad L.R = \frac{1}{C}$$

On pose :  $\frac{1}{C} = A^2 \Rightarrow$

$$A^2 = L.R$$

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

### ii. Les éléments de la clothoïde :

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

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

L: longueur de la branche de la clothoïde

$X_m$ : Abscisse du centre du cercle

$K_E$ : Extrémité de la clothoïde

A: Paramètre de la clothoïde

$K_A$ : Origine de la clothoïde

$\tau$ : Angle des tangentes

SL: Corde ( $K_A - K_E$ )

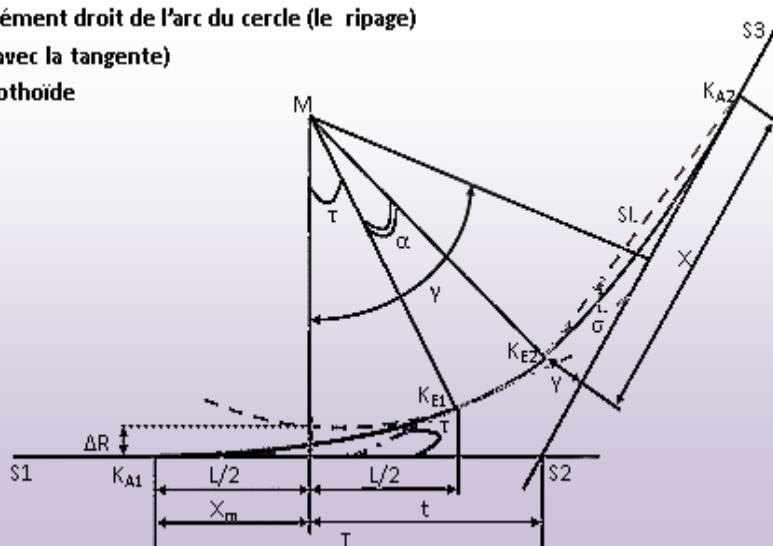
M: Centre de cercle

X: Abscisse de  $K_E$

Y: Origine de  $K_E$

t: tangente courte

T: tangente longue



### iii. Les conditions de raccordement :

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

#### ❖ Condition optique :

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

L'orientation de la tangente doit être supérieure à  $3^\circ$  pour être perceptible à l'œil.

$$\tau \geq 3^\circ \quad \text{soit} \quad \tau \geq 1/18 \text{ rad.}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rad} \Rightarrow L \geq R/9 \text{ soit } A \geq R/3.$$

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

Pour  $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$  (éventuellement 0.5m) d'où  $L = (24 \cdot R \cdot \Delta R)^{1/2}$

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

Pour  $R > 5000\text{m} \Rightarrow \Delta R$  limité à 2.5m soit  $L = 7,75 (R)^{1/2}$

#### ❖ Condition de confort dynamique :

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

La variation de l'accélération transversale est :  $(\frac{V^2}{R} - g \cdot \Delta d)$  Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur  $Kg = g/0.2V_B$

Avec une gravitation  $g = 9.8\text{m/s}$  on opte :

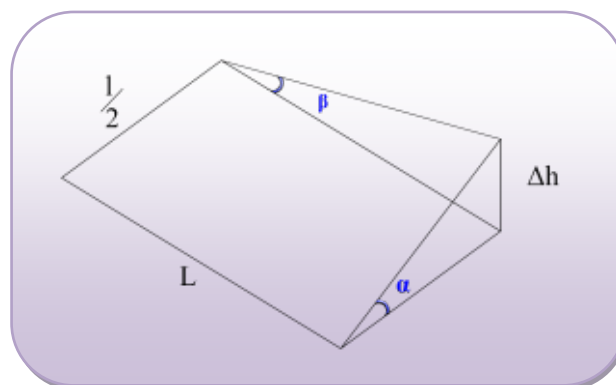
$$L \geq \frac{V_B^2}{18} \left( \frac{V_B^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right)$$

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

$R$  : le rayon (m).

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

#### ❖ Condition de gauchissement :



La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer.

Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte.  $\Delta p \leq \frac{0.5}{V_B}$

Nous avons :

$$L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_B$$

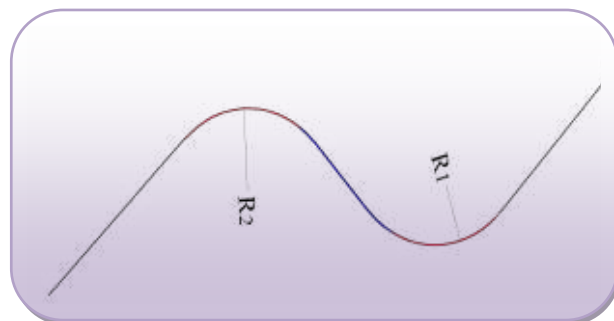
$l$  : largeur de chaussée

## II.4. Combinaison des éléments de trace en plan :

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

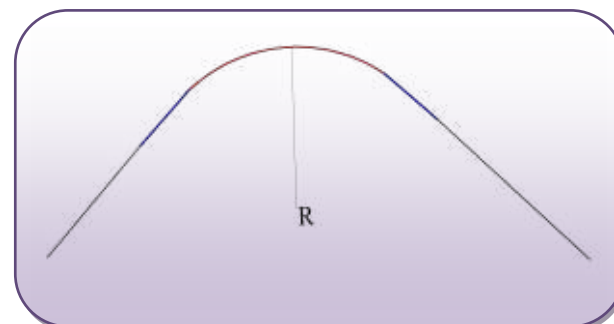
### II.4.a) Courbe en S :

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



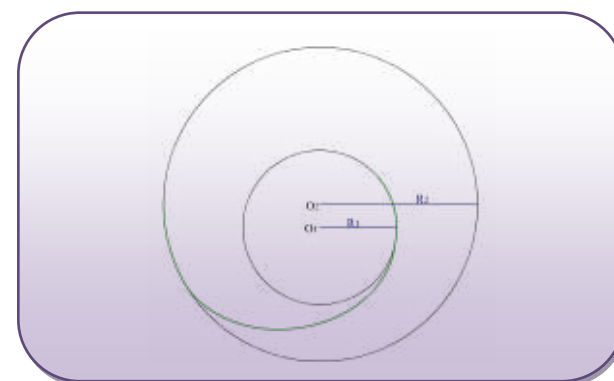
### II.4.b) Courbe à sommet :

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



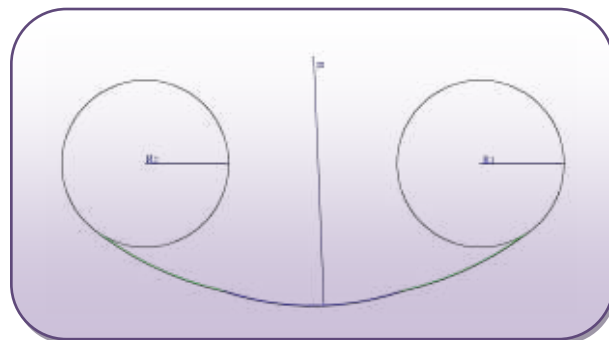
### II.4.c) Courbe en Ovale:

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



## II.4.d) Courbe en C :

Une courbe constituée 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.



## II.5. La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence ( $V_B$ ) c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers. 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....).

- **Choix de la vitesse de référence :**

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

- **Vitesse de projet:**

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

On entend par conditions normales:

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

## II.6. Paramètres fondamentaux :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie C3, dans un environnement E1, avec une vitesse de base  $V_B = 80 \text{ km/h}$ .

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

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Vitesse	$V_B$	80	km/h
Longueur minimale	$L_{min}$	112	m
Longueur maximale	$L_{max}$	1333	m
Devers minimal	$d_{min}$	3.0	%
Devers maximal	$d_{max}$	8.0	%
Temps de perception réaction	$t_1$	1.8	S
Frottement longitudinal	$f_L$	0.43	
Frottement transversal	$f_t$	0.15	
Distance de freinage	$d_0$	59	m
Distance d'arrêt	$d_1$	99	m
Distance de visibilité de dépassement minimale	$d_m$	325	m
Distance de visibilité de dépassement normale	$d_N$	500	m
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	$d_{Md}$	200	m
Rayon horizontal min absolu	$R_{Hm}$	220 (8 %)	m (%)
Rayon horizontal min normal	$R_{HN}$	375 (6 %)	m (%)
Rayon horizontal au déverse min	$R_{Hd}$	800 (3 %)	m (%)
Rayon horizontal non déverse	$R_{Hnd}$	1200 (-3 %)	m (%)

Tableau -1- paramètres du tracé en plan.

D'après tout ce qui précède les éléments utilisés dans notre projet sont comme suite :

### ❖ Les rayons :

Rayons (m)	300	600
Dévers associé (%)	6.71	3.88

❖ **les alignements (max et min) :**

- $L_{\max} = 818.815 \text{ m} < L_{\max}(\text{B40})$ .
- $L_{\min} = 126.168 \text{ m} > L_{\min}(\text{B40})$ .

❖ **Le pourcentage de la longueur des alignements est de 58.749% entre 40% et 60% de la longueur totale de tracé.**

## II.7. Choix des éléments géométriques :

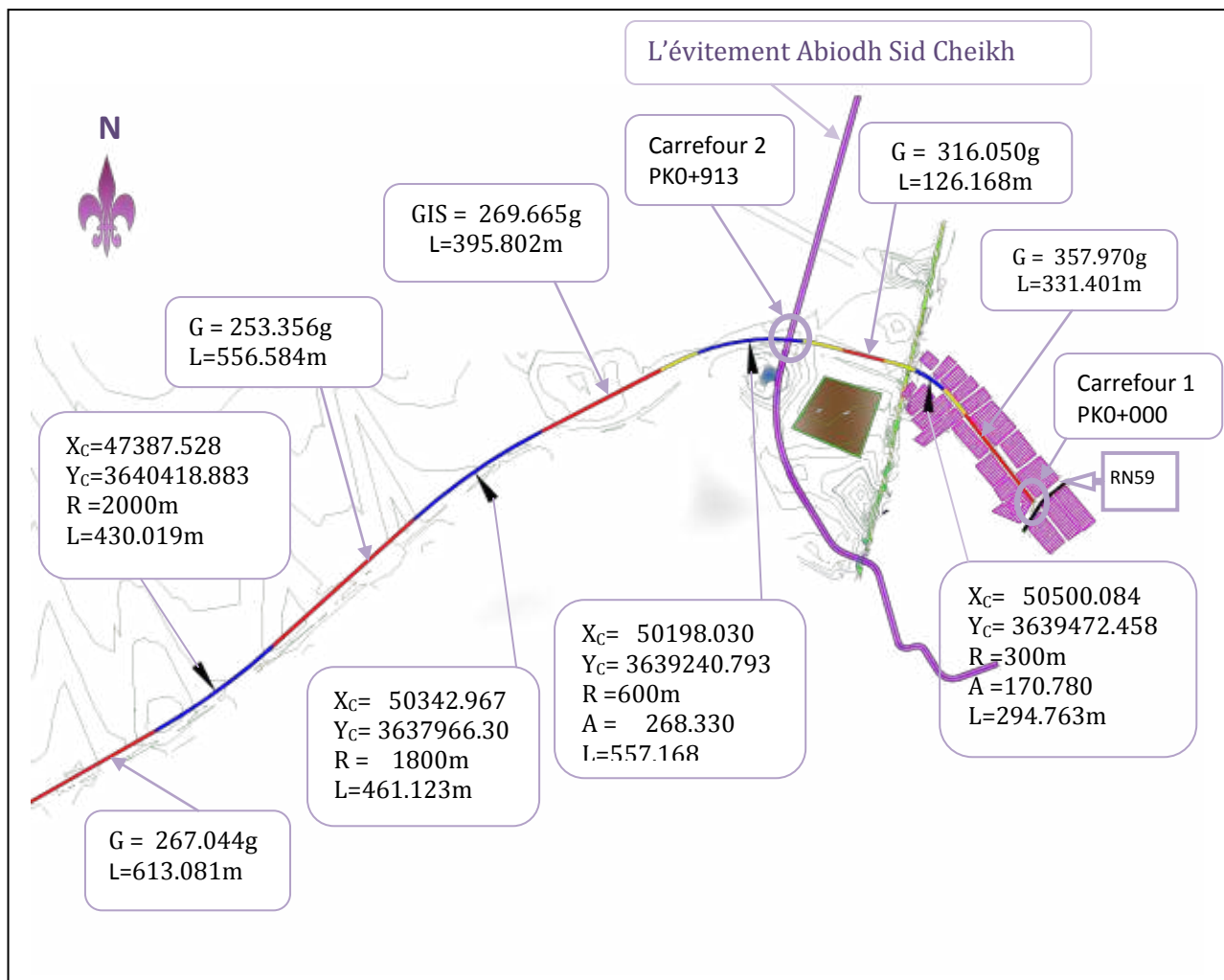
La forme générale de notre tracé composée de quatre tronçons, selon la direction, les contraintes à franchir et la topographie du terrain, donc on a traité chacun à part.

➤ **Le 1<sup>er</sup> tronçon :**

Le 1<sup>er</sup> tronçon du tracé entre le PK 0+00 et le PK PK3+766, est situé dans un site de topographie facile. Notre projet commence à partir de la périphérie de la ville où le premier 550 m de celui-ci dans la zone urbaine.

Donc notre 1<sup>er</sup> tronçon du tracé devient comme suite :

- ❖ Le 1<sup>er</sup> alignement  $L_1=331.401\text{m}$  entre le PK 0+00 (carrefour à projeter) et le PK 0+331, fait un angle avec la RN59 de 78.86 grade pour assurer la continuité de RN59 avec notre route et faciliter le flux des véhicules.
- ❖ Le 1<sup>er</sup> virage à gauche entre le PK 0+331 et le PK0+626 de  $R_1=300\text{m}$  avec une Clothoïde  $A=170,780$ .
- ❖ Le 2<sup>eme</sup> alignement  $L_2=126.168 \text{ m}$  entre le PK0+626 et le PK0+752
- ❖ Le 2<sup>eme</sup> virage à gauche entre le PK0+752 et PK1+309 de  $R_2=600\text{m}$  avec une Clothoïde  $A=268.330$ . (carrefour à projeter), pour assurer la continuité de l'évitement Abiodh Sid Cheikh avec notre route dans PK 0+913.
- ❖ Le 3<sup>eme</sup> alignement  $L_3=395.802 \text{ m}$  entre le PK1+309 et le PK1+705.
- ❖ Le 3<sup>eme</sup> virage à gauche entre le PK1+705 et PK2+166 de  $R_3=1800\text{m}$
- ❖ Le 4<sup>eme</sup> alignement  $L_4=556.584 \text{ m}$  entre le PK2+166 et le PK2+723.
- ❖ Le 4<sup>eme</sup> virage à droite entre le PK2+723 et PK3+153 de  $R_4=2000\text{m}$
- ❖ Le 5<sup>eme</sup> alignement  $L_5=613.081 \text{ m}$  entre le PK3+153 et le PK3+766.



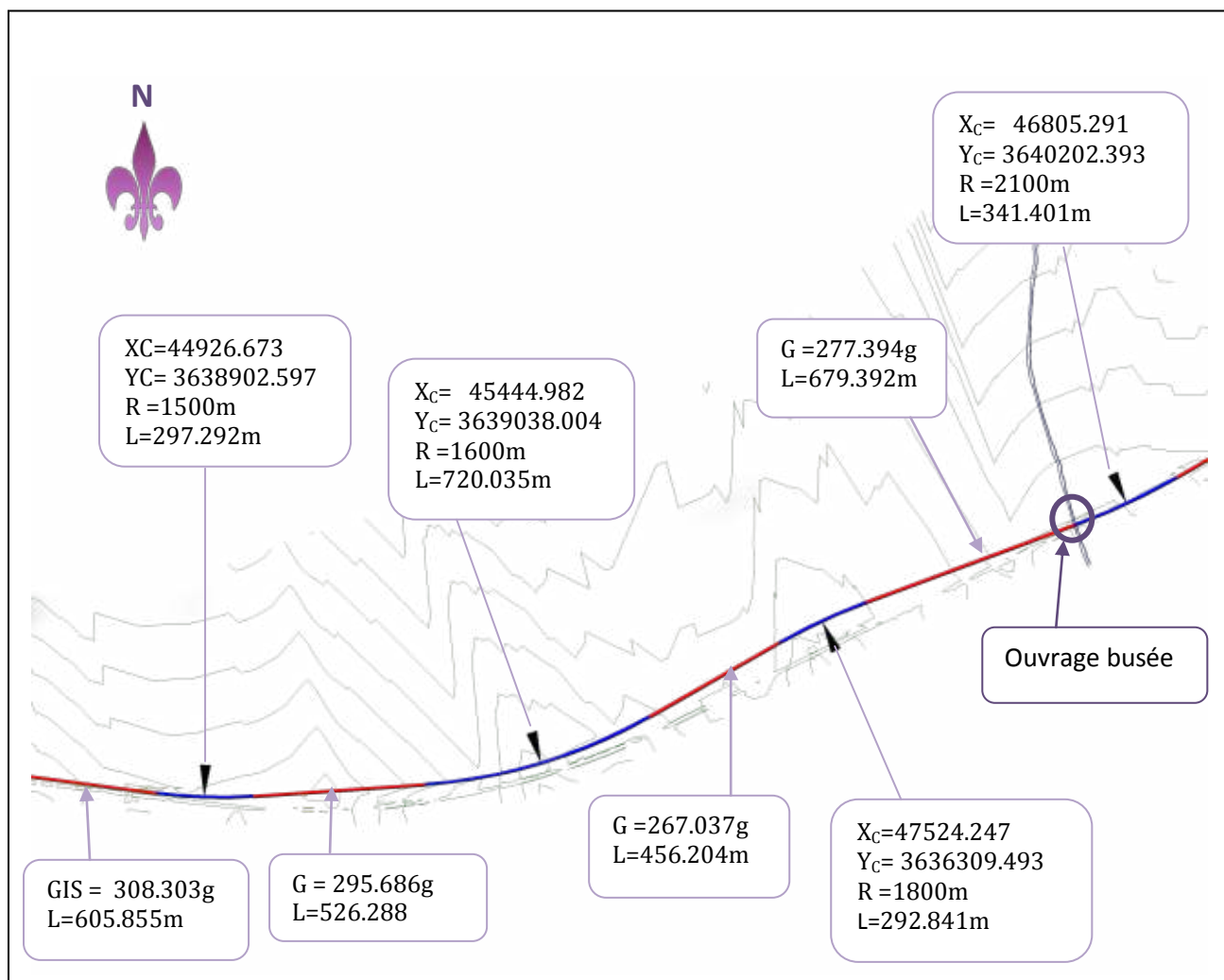
➤ **Le 2<sup>eme</sup> tronçon :**

Le 2<sup>eme</sup> tronçon du tracé entre le PK3+766 et le PK7+685. C'est un endroit où la topographie est moyenne où on a quelque obstacle comme : (Oued Oum Eldjelfana).

Donc notre 2<sup>eme</sup> tronçon du tracé devient comme suite :

- ❖ Le 1<sup>er</sup> virage à droite entre le PK PK3+766 et le PK4+107 de  $R_5= 2100m$ . On est passé au PK 7+875 par Oued ... (Ouvrage busée à projeter)
- ❖ Le 2<sup>eme</sup> alignement  $L_6=679.392 m$  entre le PK4+107 et le PK4+787.
- ❖ Le 2<sup>eme</sup> virage à gauche entre le PK4+787 et le PK 5+080 de  $R_6= 1800m$

- ❖ Le 3<sup>eme</sup> alignement  $L_7=456.204$  m entre le PK5+080 et le PK5+536.
- ❖ Le 3<sup>eme</sup> virage à droite entre le PK5+536 et le PK 6+256 de  
 $R_7= 1600$ m.
- ❖ Le 4<sup>eme</sup> alignement  $L_8=526.288$  m entre le PK6+256 et le PK6+782.
- ❖ Le 4<sup>eme</sup> virage à droite entre le PK6+782 et le PK 7+080 de  
 $R_8= 1500$ m
- ❖ Le 5<sup>eme</sup> alignement  $L_9=605.855$  m entre le PK7+080 et le PK7+685.

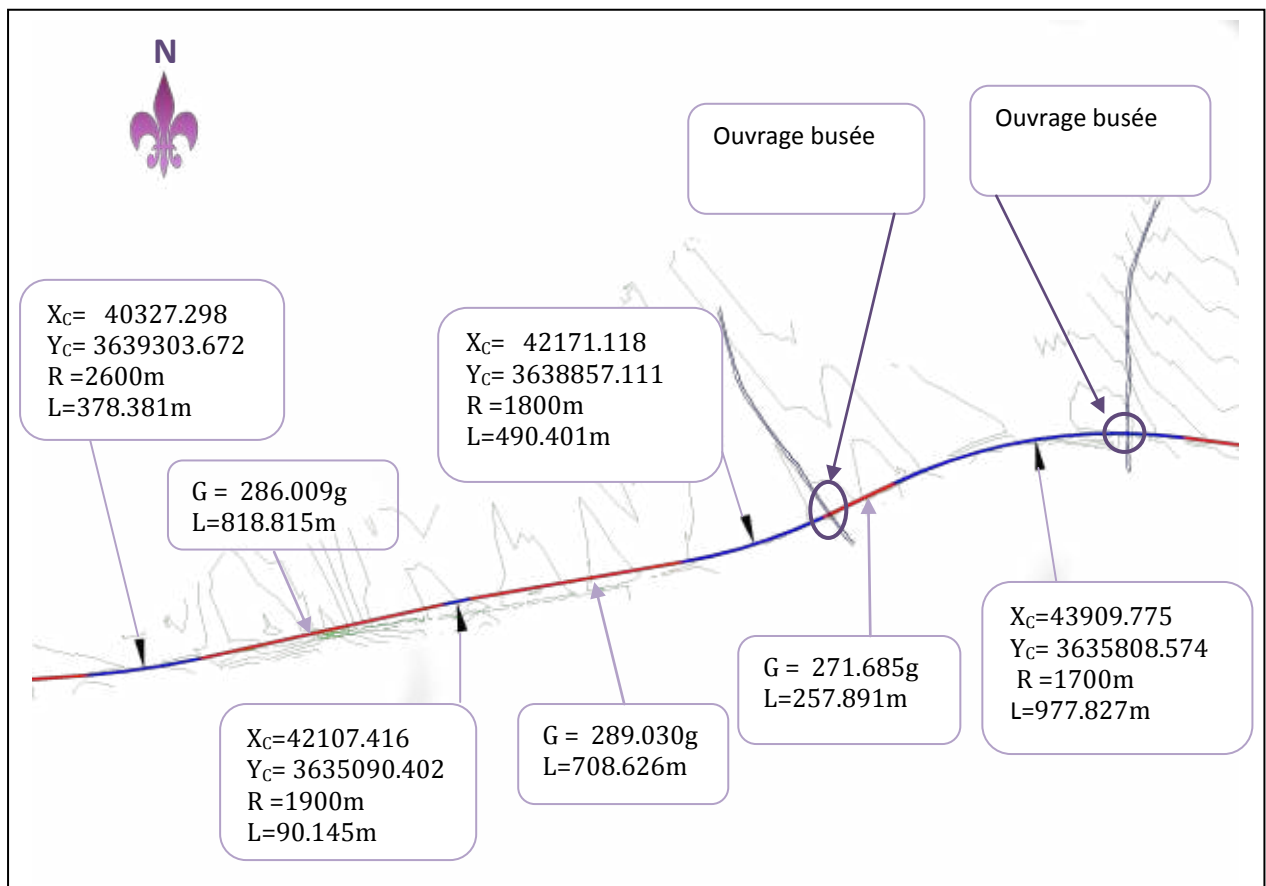


### ➤ Le 3<sup>eme</sup> tronçon :

Le 3<sup>eme</sup> tronçon du tracé entre le PK 7+685 et le PK11+407. c'est un endroit où la topographie est moyenne où on a quelque obstacle comme : (deux ravins De l'Oued Chergui).

Donc notre 3<sup>eme</sup> tronçon du tracé devient comme suite :

- ❖ Le 1<sup>er</sup> virage à gauche entre le PK7+685 le PK8+663 de  $R_9=1700m$ . On est passé au PK 7+875 par Oued ... (Ouvrage busée à projeter)
- ❖ Le 2<sup>eme</sup> alignement  $L_{10}=257.891m$  entre le PK8+663et le PK 8+921. On est passé au PK 8+900 par Oued ... (Ouvrage busée à projeter)
- ❖ Le 2<sup>eme</sup> virage à droite entre le PK 8+921 et le PK9+411 de  $R_{10}=1800m$ .
- ❖ Le 3<sup>eme</sup> alignement  $L_{11}= 708.626 m$  entre le PK9+411 et le PK10+120.
- ❖ Le 3<sup>eme</sup> virage à gauche entre le PK 10+120 et le PK10+210 de  $R_{11}=1900m$
- ❖ Le 4<sup>eme</sup> alignement  $L_{12}= 818.815 m$  entre le PK10+210 et le PK11+029.
- ❖ Le 4<sup>eme</sup> virage à droite entre le PK 11+029 et le PK11+407 de  $R_{12}=2600m$ .
- ❖ Le 5<sup>eme</sup> alignement  $L_{13}= 742.002 m$  entre le PK 11+407 et le PK12+149.



➤ **Le 4<sup>eme</sup> tronçon :**

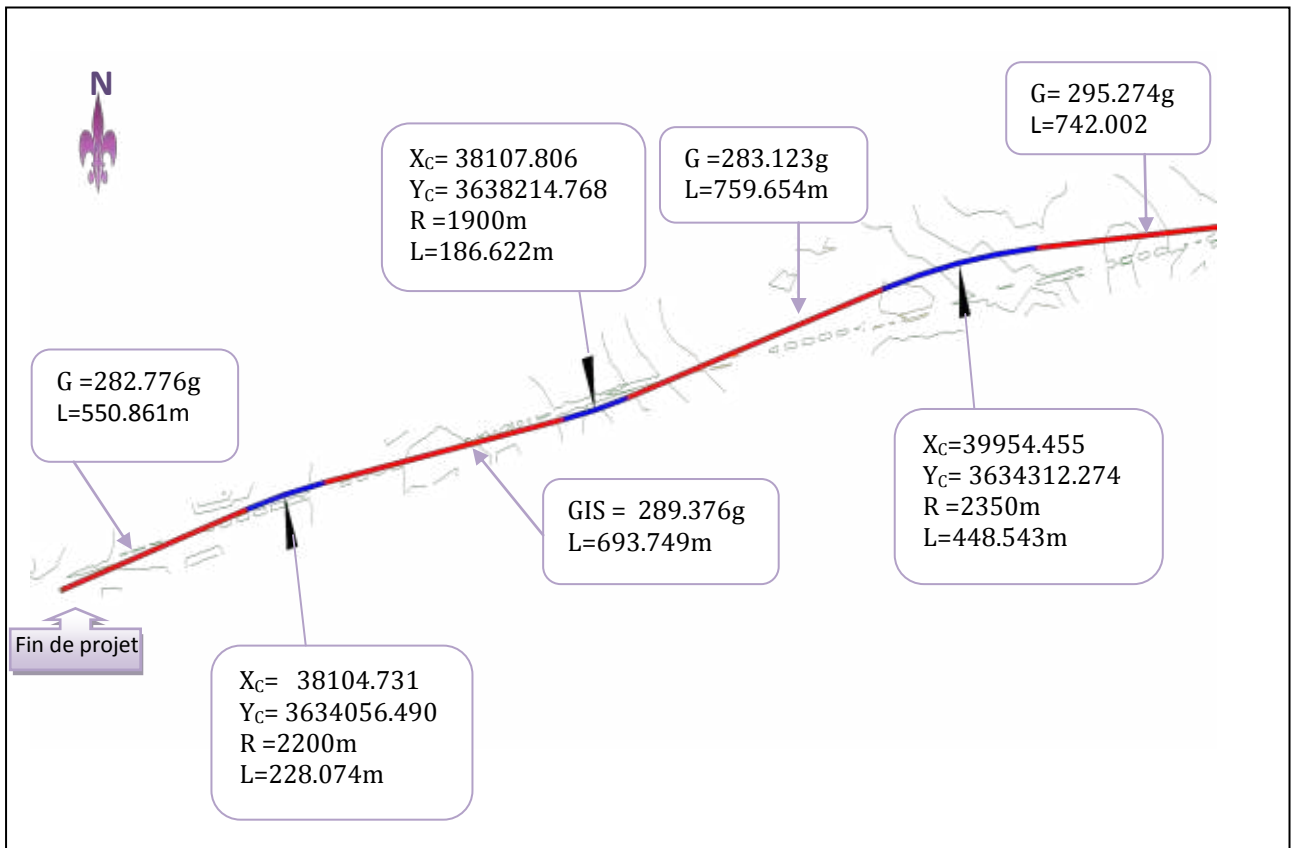
Le 4<sup>eme</sup> tronçon du tracé entre le PK 11+407 et le PK 15+017 (fin de projet).  
C'est un endroit où la topographie est facile où on n'a aucun obstacle. Donc c'est possible de faire un alignement droit entre les deux PK. Mais la longueur maximale s'exige de faire des rayons intermédiaires pour casser ce grand alignement, la cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- Difficultés de conduite et monotonie qui peuvent engendrer des accédants ou un malaise chez le conducteur.

Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés

Donc notre 4<sup>eme</sup> tronçon du tracé devient comme suite :

- ❖ Le 1<sup>eme</sup> alignement  $L_{13} = 742.002$  m entre le PK 11+407 et le PK12+149
- ❖ Le 1<sup>er</sup> virage à gauche entre le PK12+149 le PK12+598 de  $R_{13} = 2350$ m.
- ❖ Le 2<sup>eme</sup> alignement  $L_{14} = 759.654$ m entre le PK12+598 et le PK13+358.
- ❖ Le 2<sup>eme</sup> virage à droite entre le PK 13+358 et le PK13+544 de  $R_{14} = 1900$ m .
- ❖ Le 3<sup>eme</sup> alignement  $L_{15} = 693.749$  m entre le PK13+544 et le PK14+238.
- ❖ Le 3<sup>eme</sup> virage à gauche entre le PK 14+238 et le PK14+466 de  $R_{15} = 2200$ m
- ❖ Le 4<sup>eme</sup> alignement  $L_{16} = 550.861$  m entre le PK14.466 et le PK15+017.

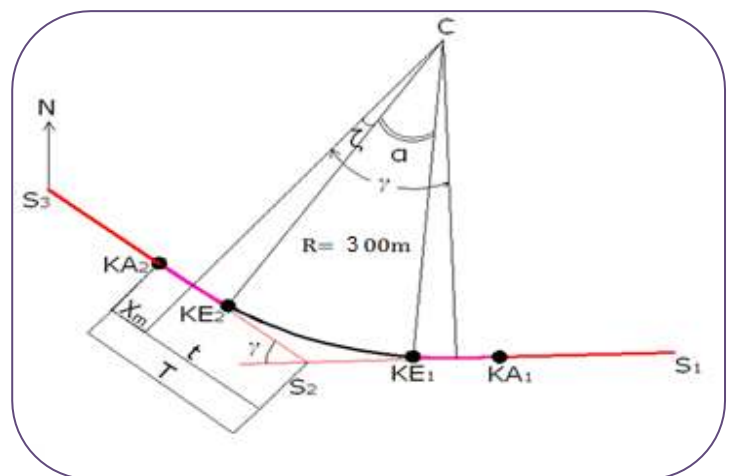


## II.8. Calcul d'axe :

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

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

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



### Calcul manuel des raccordements :

- Courbe avec Clothoïde :

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe. La liaison que l'on a choisie se situe au début de notre projet (Liaison1)

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit:

$V_B = 80 \text{ km/h}$	X(m)	Y(m)	$R_1(m)$
$S_1 (P_1)$	50971.1062	3639357.123	300
$S_2 (P_2)$	50674.9415	3639738.564	
$S_3 (P_3)$	50126.0165	3639459.962	

❖ Détermination de L :

▪ Condition de confort optique :

$$R \leq 1500m \Rightarrow \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

On prendre  $\Delta R = 1m$

Donc  $L \geq \sqrt{24 \times 300 \times 1} = 84.85m$  ..... 1

▪ Condition de (confort dynamique+ gauchissement) :

$$L \geq \frac{5}{36} \cdot \Delta d \cdot V_B$$

**$RHm=220 \leq R=300 \leq RHN=375$**

$$\Delta d = d - (-3)$$

$$d = d_{RHm} + \frac{(d_{RHN} - d_{RHm})}{\frac{1}{RHN} + \frac{1}{RHm}} \times \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{RHm} \right) \Rightarrow d=6.71$$

$$\Delta d = d - (-3) \Rightarrow \Delta d = 9.71$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times (9.71\%) \times 80$$

$L \geq 107.89m$ ..... 2

**$L = \max (107.89, 84.85)$ .**

Donc on prend : **L=108 m**

❖ Calcul du paramètre A :

On sait que :  $A^2 = L.R$

$$A = \sqrt{L \cdot R} = 180$$

Donc on prend :

$$\mathbf{A = 180 \text{ m}}$$

La condition  $\frac{R}{3} = 100 \leq A_{\min} \leq R = 300$

elle est vérifiée, ( $333.33 \leq A_{\min} \leq 1000$ )

❖ **Calcul de  $\Delta R$  :**

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{108^2}{24 \times 300} \Rightarrow$$

$$\mathbf{\Delta R = 1.62 \text{ m}}$$

❖ **Calcul des Gisements :**

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

$$G_{S1}^{S2} = \text{arctg}\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right)$$

$$G_{S1}^{S2} = 357.97 \text{ gr}$$

$$G_{S2}^{S3} = \text{arctg}\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right)$$

$$G_{S2}^{S3} = 316.05 \text{ gr}$$

❖ **Calcul de l'angle  $\gamma$  :**

$$\gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}|$$

$$\gamma = 41.92 \text{ gr}$$

❖ **Calcul de l'angle  $\tau$  :**

$$\tau = \frac{L}{2 \cdot R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{108}{2 \times 300} \times \frac{200}{\pi}$$

$$\tau = 11.46 \text{ gr}$$

❖ **Vérification de non chevauchement :**

$$\tau = 11.46 \text{ gr}$$

$$Y/2 = 20.96 \text{gr} \text{ D'où : } \tau < Y/2 \Rightarrow \text{pas chevauchement}$$

❖ **Calcul des distances :**

$$\overline{s1 s2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 482.92 \text{m}$$

$$\overline{s2 s3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 566.850 \text{m}$$

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

$$X_m = \frac{A^2}{2 \cdot R} = \frac{L}{2} = 54 \text{m}$$

❖ **Abscisse de KE :**

$$x = L \left( 1 - \frac{L}{40 \cdot R^2} \right) = 107.997 \text{m.}$$

❖ **Origine de KE :**

$$y = \frac{L^2}{6 \cdot R} = 6.48 \text{m}$$

❖ **Calcul de la tangente :**

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg} \left( \frac{Y}{2} \right), \text{ On a: } L/R = 0.36$$

À partir des tables des clothoïdes ligne N°459, on tire les valeurs suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta R/R = 0.005655 \Rightarrow \Delta R = 1.6965 \\ X_m/R = 0.184103 \Rightarrow X_m = 55.2309 \\ X/R = 0.367372 \Rightarrow X = 110.2116 \\ Y/R = 0.02259 \Rightarrow Y = 6.777 \end{array} \right.$$

$$\text{Donc : } T = 55.2309 + (300 + 1.6965) \times \text{tg}(20.96) = 158.31\text{m}$$

❖ **Calcul des Coordonnées SL :**

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = 110.42\text{m.}$$

❖ **Calcul de  $\sigma$  :**

$$\sigma = \text{arctg}\left(\frac{y}{x}\right) = 3.91 \text{ gr.}$$

❖ **Calcul de l'arc :**

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 19\text{gr.}$$

$$K_{E1}K_{E2} = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{200} = \frac{300 \times \pi \times 19}{200} = 89.53\text{m.}$$

❖ **Calcul des coordonnées des points singuliers :**

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} + (\overline{s1 s2} - T)\sin(G_{S1}^{S2}) = 50772.029\text{m.} \\ Y_{KA1} = Y_{S1} + (\overline{s1 s2} - T)\cos(G_{S1}^{S2}) = 3639613.661\text{m.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} + T \sin(G_{S2}^{S3}) = 50521.636\text{m.} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + T \cos(G_{S2}^{S3}) = 3639778.055\text{m.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + SL\sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 50699.085\text{m.} \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL\cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 3639860.951\text{m.} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - SL\sin(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 50626.673\text{m.} \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - SL\cos(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 3639743.993\text{m.} \end{cases}$$

❖ **Calcul de point kilométrique des points singuliers :**

$$PK_{KA1} = PK_{S1} + \overline{s1 s2} - T = 0 + 482.92 - 158.31 = 0 + 324.61m$$

$$PK_{KE1} = PK_{KA1} + L = 324.61 + 108 = 0 + 432.61m$$

$$PK_{KE2} = PK_{KE1} + K_{E1}K_{E2} = 0 + 570.17m$$

$$PK_{KA2} = PK_{E2} + L = 0 + 678.17m$$

• **Courbe sans Clothoïde**

$V_B = 80 \text{ km/h}$	X(m)	Y(m)	$R_1(m)$
<b>S<sub>3</sub> (P<sub>3</sub>)</b>	<b>50126.0165</b>	<b>3639459.962</b>	<b>1800</b>
<b>S<sub>4</sub> (P<sub>4</sub>)</b>	<b>49311.3515</b>	<b>3639459.4556</b>	
<b>S<sub>5</sub> (P<sub>5</sub>)</b>	<b>48564.8028</b>	<b>3638787.7453</b>	

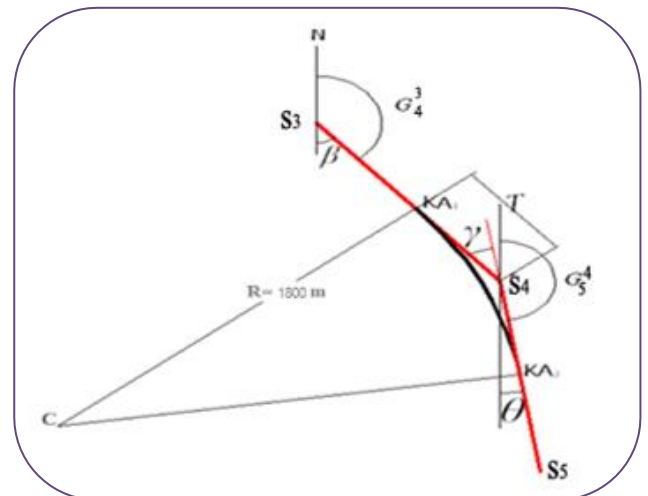
❖ **Calcul de Gisement**

$$G_{S3}^{S4} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right)$$

$$G_{S3}^{S4} = 269.665 \text{ gr}$$

$$G_{S4}^{S5} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right)$$

$$G_{S4}^{S5} = 253.356 \text{ gr}$$



❖ **Calcul de tangente :**

$$\gamma = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}| = 16.309 \text{ gr}$$

$$\begin{cases} T = R \times \text{tg}(\gamma / 2) \\ T = 1800 \times \text{tg}(16.309) = 231.832 \text{ m} \end{cases}$$

❖ **Calcul des coordonnées des points de tangente :**

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta = 69.665 \text{ gr} \\ X_{KA1} = X_{S4} - T \times \sin (\beta) = 49517.358\text{m} \\ Y_{KA1} = Y_{S4} + T \times \cos (\beta) = 3639565.79\text{m} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta = 67.044\text{gr} \\ X_{KA2} = X_{S4} + T \times \sin (\theta) = 49139.012\text{m} \\ Y_{KA2} = Y_{S4} - T \times \cos (\theta) = 3639304.393\text{m} \end{array} \right.$$

❖ **Calcul des coordonnées de centre :**

$$\left\{ \begin{array}{l} G_{KA1-C} = G_{KA1-S4} + 100 = 369.655 \text{ gr} \\ X_C = X_{KA1} + R \times \sin (G_{KA1-C}) = 50342.967 \text{ (m)} \\ Y_C = Y_{KA1} + R \times \cos (G_{KA1-C}) = 3637966.300 \text{ (m)} \end{array} \right.$$

**Les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe**

# Chapitre III

Chapitre III

## Profil en Long

Profil en Long

## CHAPITRE III: PROFIL EN LONG

### III.1. Introduction :

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

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

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

### III.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte sauf dans des cas exceptionnels lors de la conception du profil en long. L'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- ✓ Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- ✓ Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- ✓ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- ✓ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- ✓ Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- ✓ Eviter une hauteur excessive en remblai.
- ✓ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- ✓ Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.

- ✓ Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- ✓ Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

### **III.3. Coordination du tracé en plan et profil en long :**

Il faut signaler toute fois et dès maintenant qu'il ne faut pas séparer l'étude de profil en long de celle du tracé en plan. On devra s'assurer que les inflexions en plan et en profil en long se combinent sans porter des perturbations sur la sécurité ou le confort des usagers.

Et pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes :

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

### **III.4. Déclivités :**

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

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

#### **III.4.a) Déclivité minimum :**

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

**III.4.b) Déclivité maximum :**

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

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

La pente maximum du projet sera inférieure ou égale à ( $i_{\max} = 6\%$ ) dans le franchissement de la côtère

**Nota :**

Selon le B-40 on a :

<b><math>V_r</math> Km/h</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b><math>I_{\max}</math> %</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Tableau -1- Variation de la pente maximale en fonction de la vitesse de base

**III.5. Raccordements en profil en long :**

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe. Le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

Et on distingue deux types de raccordements :

**III.5.a) Raccordements convexes (angle saillant) :**

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

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- ✓ Condition de confort.
- ✓ Condition de visibilité.

**i. Condition de confort :**

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

à «  $g / 40$ (cat 1-2) et  $g / 30$ (cat 3-4-5) », le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2/R_v < g / 30 \text{ avec } g = 10 \text{ m /s}^2 \text{ et } v = V/3.6.$$

D'ou :  $R_v = 0,23 V^2$  (cat 3-4-5)

### ii. Condition de visibilité :

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2(h_a + h_g + 2 \times \sqrt{h_a h_g})}$$

**d** : Distance de visibilité nécessaire (m).

**h<sub>a</sub>** : Hauteur de l'œil au dessus de la chaussée.

**h<sub>g</sub>** : Hauteur de l'obstacle.

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de bas  $V_r=80\text{Km/h}$  et pour la catégorie 3 on à :

Rayon	symbole	Valeur (m)
Min-absolu	$R_{vm}$	3500
Min- normal	$R_{vN}$	8000
Dépassement	$R_{vd}$	9000

### III.5.b) Raccordements concaves (angle rentrant) :

ans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité du jour n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur

puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R'_V = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

Pour une vitesse  $V_r = 80 \text{ Km/h}$  et catégorie 3 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	$R'_{vm}$	1600
Min-normal	$R'_{vn}$	2100

### III.6. Détermination pratique du profil en long :

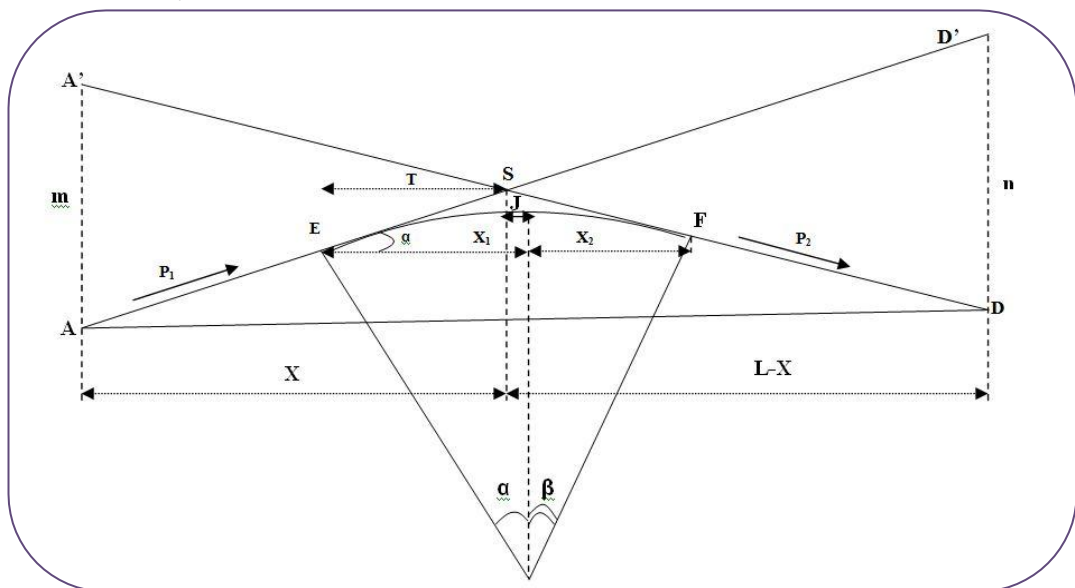
Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

$$X^2 + Y^2 - 2RY = 0.$$

$$\text{À l'équation de la parabole } X^2 - 2RY = 0 \rightarrow Y = X^2 / 2R$$

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

- ✓ Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- ✓ Donnée La pente  $P_1$  de la droite (AS).
- ✓ Donnée la pente  $P_2$  de la droite (DS).
- ✓ Donnée le rayon R.



**III.6.a) Détermination de la position du point de rencontre (s) :**

$$Z_{A'} = Z_A + L \cdot P_2 \quad , \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_{D'} = Z_D + L \cdot P_1 \quad , \quad n = Z_{D'} - Z_D$$

Les deux triangles SAA' et SDD' sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L - x} \Rightarrow x = \frac{mL}{m + n}$$

$$S \begin{cases} X_S = x + x_A \\ Z_S = P_1 \cdot x + z_A \end{cases}$$

**III.6.b) Calcul de la tangente :**

$$T = \frac{R}{2} |P_1 - P_2|$$

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

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

$$E \begin{cases} X_E = x_S - T \\ Z_E = Z_S - T \cdot P_1 \end{cases} \quad F \begin{cases} X_F = x_S + T \\ Z_F = Z_S + T \cdot P_2 \end{cases}$$

**III.6.c) Projection horizontale de la longueur de raccordement :**

$$LR = 2T$$

**III.6.d) Calcul de la flèche :**

$$H = \frac{T^2}{2R}$$



$$D: \begin{cases} S_D = 275 \text{ m} \\ Z_D = 904.744 \text{ m} \end{cases}$$

✓ Calcul des pentes :

$$i_1 = \left| \frac{Z_S - Z_A}{S_S - S_A} \right| = 0.533\%$$

$$i_2 = \left| \frac{Z_S - Z_D}{S_S - S_D} \right| = 1.184\%$$

✓ Calcul des tangentes :

$$T = (|i_1| + |i_2|) \times R/2 = (|0.533\%| + |1.557\%|) \times 8000/2 = 68.6965 \text{ m}$$

✓ Calcul des flèches :

$$H = T^2/2R = (68.6965)^2 / (2 \times 8000) = 0.295 \text{ m}$$

✓ Calcul des coordonnées des points de tangentes :

• Calcul des coordonnées du point B:

$$\begin{cases} S_B = S_S - T = 81.303 \text{ m} \\ Z_B = Z_S - T \times |i_1| = 905.858 \text{ m} \end{cases}$$

• Calcul des coordonnées du point C :

$$\begin{cases} S_C = S_S + T = 218.697 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T \times |i_2| = 905.411 \text{ m} \end{cases}$$

✓ Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 52.263 = 137.393 \text{ m}$$

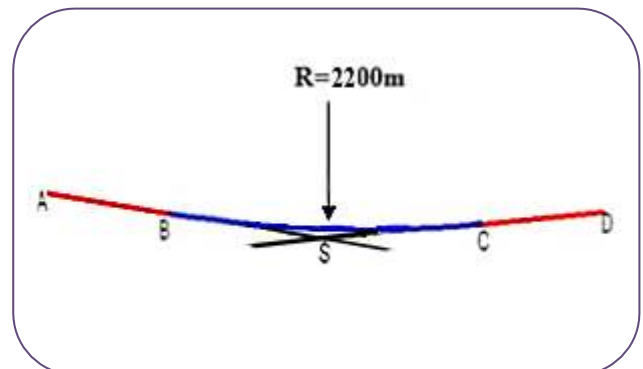
### III.7.b) Cas d'un Raccordements concave :

• Raccordement N°02 :

$$R = 2200 \text{ m}$$

$$A: \begin{cases} S_A = 150 \text{ m} \\ Z_A = 906.224 \text{ m} \end{cases}$$

$$S: \begin{cases} S_S = 275 \text{ m} \\ Z_S = 904.744 \text{ m} \end{cases}$$



$$D: \begin{cases} S_D = 488.902 \text{ m} \\ Z_D = 907.200 \text{ m} \end{cases}$$

Calcul des pentes :

$$i_1 = \left| (Z_S - Z_A) / (S_S - S_A) \right| = 1.184 \%$$

$$i_2 = \left| (Z_S - Z_D) / (S_S - S_D) \right| = 1.148 \%$$

Calcul des tangentes :

$$T = (|i_1| + |i_2|) \times R/2 = (|1.184\%| + |1.148\%|) \times 2200/2 = 25.654 \text{ m.}$$

Calcul des flèches :

$$H = T^2/2R = (25.654)^2 / (2 \times 2200) = 0.149 \text{ m.}$$

Calcul des coordonnées des points de tangentes :

Calcul des coordonnées du point B :

$$\begin{cases} S_B = S_S - T = 249.346 \text{ m} \\ Z_B = Z_S + T \times |i_1\%| = 905.048 \text{ m} \end{cases}$$

• Calcul des coordonnées du point C :

$$\begin{cases} S_C = S_S + T = 300.654 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T \times |i_2\%| = 905.039 \text{ m} \end{cases}$$

Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 25.654 = 51.308 \text{ m.}$$

**Les résultats de calcul sont joints en annexe**

# Chapitre IV

## Chapitre IA

### Profil en travers

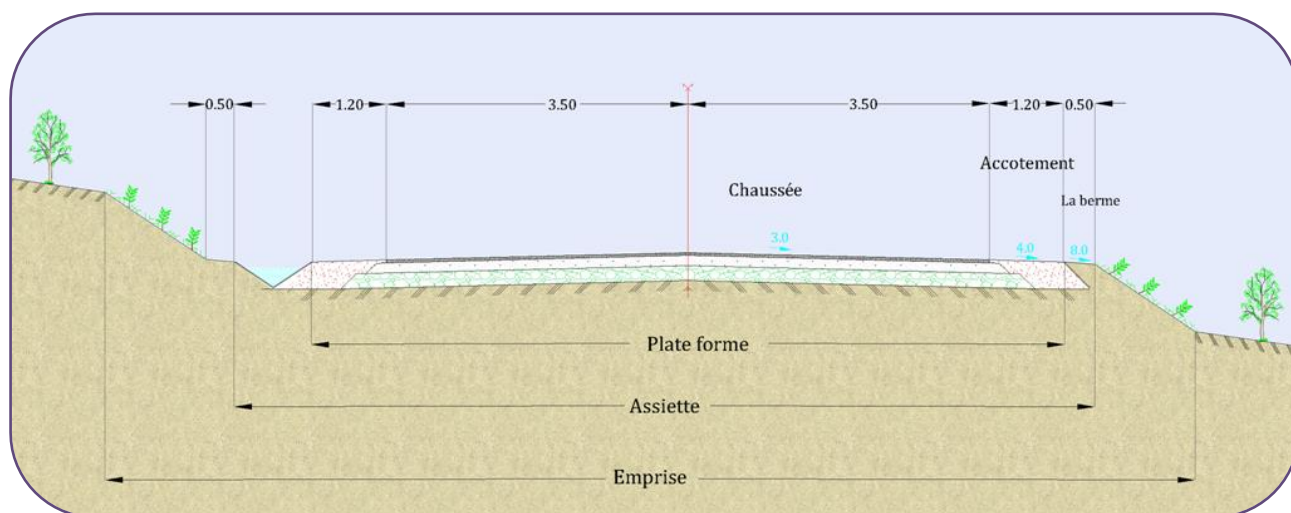
### Profil en travers

## CHAPITRE IV : PROFIL EN TRAVERS

### IV.1. Définition :

Profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé «profil en travers type» contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

### IV.2. Les éléments du profil en travers :



- ❖ **L'emprise** : partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.
- ❖ **L'assiette** : surface du terrain réellement occupée par la route.
- ❖ **Plate-forme** : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.
- ❖ **Chaussée** : surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.

❖ **Accotements** : zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée.

L'accotement est constitué de la berme et de la bande d'arrêt d'urgence.

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

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

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

❖ **Couche de surface ou de roulement** : La couche de surface constituée d'un matériau traité au liant hydrocarboné permet d'encaisser les efforts et le cisaillement provoqués par la circulation et d'assurer l'imperméabilisation de la chaussée.

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

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

❖ **Couche de base**: La couche de base a pour objet de résister aux efforts verticaux et de répartir sur le terrain les pressions qui en résultent .elle est constituée d'un matériau non traité de bonnes caractéristiques mécaniques.

❖ **Couche de fondation** : La couche de fondation forme avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base .mais elle est constituée d'un matériau non traité de moindre qualité (le tuf).

❖ **Sous couche** : Lorsque le corps de chaussée doit être préservé contre certains effets, on interpose entre celui-ci et le terrain une couche supplémentaire appelée sous couche (anti-contaminant pour empêcher les remontées d'argile, drainante pour assurer le drainage de la fondation, ou anticapillaire pour couper les remontées capillaires).

- ❖ **Couche de forme :** La couche de forme est la surface de terrain préparée sur laquelle est édifiée la chaussée. Dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer sur certaine épaisseur le sol naturel par un meilleur sol, sélectionné à cet effet on constitue ainsi une couche de forme qui améliore la portance du support en permettant entre autre la circulation des engins de chantier.
- ❖ **Les trottoirs :** dans les agglomérations les accotements sont spécialement aménagés pour la circulation des piétons, ils prennent le nom de trottoir.
- ❖ **Banquettes :** lorsque le bord de l'accotement d'une route en remblai est plus de 1,00m au dessus du sol naturel, on réduit les risques d'accident en établissant une levée de terre appelée banquette .de nos jours les banquettes sont remplacées par des glissières de sécurité.
- ❖ **Descentes de l'eau :** Elles permettent l'évacuation des eaux de ruissellement le long des talus de remblai ou de déblai.

### **IV.3. Classification du profil en travers :**

Ils existent deux types de profil :

- ❖ Profil en travers type.
- ❖ Profil en travers courant.

#### **IV.3.a) Le profil en travers type :**

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

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

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

#### **IV.3.b) Le profil en travers courant :**

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

#### **IV.4. Application au projet :**

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

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- ❖ La chaussée de deux voies de 3.5m chacune :  $2 \times 3.5 = 7.00$  m.
- ❖ L'accotement de 1.20m :  $2 \times 1.2 = 2.40$  m.
- ❖ une berme de 0.50m pour chaque coté. :  $2 \times 0.5 = 1.00$  m.

**La largeur de la plate forme de la route est de 10,40m**

# Chapitre V

## Chapitre A

# Etude geotechnique

## Etude geotechnique

## CHAPITRE V : ETUDE GEOTECHNIQUE

### V.1. Introduction :

L'ingénieur concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé son axe. Cette étude lui permettra d'avoir des descriptions lithologiques, hydrogéologiques et hydrauliques de la région. Une interprétation physico-mécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support. L'étude géotechnique 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.

### V.2. Les essais de la reconnaissance :

Les essais réalisés au laboratoire sont :

- Analyse granulométrique.
- Equivalent de sable.
- Limites d'Atterberg.
- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Assai Micro Deval.

L'indice CBR, issu de l'essai C.B.R permettra de calculer l'épaisseur de la chaussée par la méthode dite C.B.R.

Les essais seront fait à différentes teneurs en eau énergies de compactage, afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés d'essai PROCTOR.

La classification des sols rencontrés sera utile et nécessitera la détermination des limites d'Atterberg.

### V.3. Les essais d'identifications :

#### V.3.a) Analyses granulométriques :

Il s'agit du tamisage (soit au passant de 2mm, soit au passant de 80 $\mu$ m) qui permet par exemple de distinguer sols fins, sols sableux (riches en fines) et

sols graveleux (pauvres en fines). C'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique cette analyse se fait en générale par un tamisage.

### **V.3.b) Equivalent de sable :**

C'est un essai qui permet de mesurer la propreté d'un sable. C'est-à-dire, déterminer la quantité d'impureté soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

### **V.3.c) Limites d'Atterberg :**

Limite de plasticité ( $W_p$ ) et limite de liquidité ( $W_L$ ), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol :

$W_p$  sépare l'état solide de l'état plastique et  $W_L$  sépare l'état plastique de l'état liquide ; les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité ( $I_p = W_L - W_p$ ), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

### **V.3.d) Essai PROCTOR :**

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

### **V.3.e) Essai C.B.R (California Bearing Ratio):**

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

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules au 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.

Il ne concerne que les sols cohérents.

### **V.3.f) 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 ». Plus le L.A est élevé, moins le granulat est dur.

### **V.3.g) Essai Micro Deval :**

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau, on parlera du micro-Deval humide.

## **V.4. Conditions d'utilisation des sols en remblais :**

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

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension > 80mm.
- Matériaux plastique  $I_p > 20\%$  ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à fort teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compacté avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

## **V.5. Les moyens de reconnaissance :**

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'un tracé routier sont essentiellement :

- L'étude des archives et documents existants.
- Les visites de site.
- Les essais « in -situ ».
- Les essais au laboratoire.

## V.6. Interprétation des résultats d'essais :

Lés échantillons prélevés ont été soumis aux essais de laboratoire, dans le but de déterminer et d'apprécier leurs caractéristiques géotechniques. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

puits		1	2	3	4	5	6
PK		2+500	4+000	7+700	8+700	11+500	14+300
Nature apparente des échantillons		TUF	TUF	TUF	TUF	TUF	TUF
<b>Essais D'identification</b>							
Tamisat à 0.08mm %		22	23	38	23	38	30
Tamisat à 2mm %		44	62	69	55	60	70
Limite d'Atterberg WL %		36	38	41	37	35	28
Indice de plasticité IP %		5	3	7	4	2	Nm
<b>Essais Mécaniques</b>							
Proctor	W OPM %	10	10	10	8	10	10
	$\gamma_d$ OPM t/m <sup>3</sup>	1.97	2.06	1.95	2	2.03	2.04
CBR immédiat	I.CBR à 95%	62	70	88	95	62	54
	I.CBR à 98%	71	75	98	104	62	62
	I.CBR à 100%	76	78	104	109	72	68
CBR imbibé	I.CBR à 95%	/	/	/	/	/	/
	I.CBR à 98%	/	/	/	/	/	/
	I.CBR à 100%	/	/	/	/	/	/

Tableau -1- des résultats des essais au laboratoire.

**V.6.a) Les Essais D'identification :****i. Analyses granulométriques :**

Les courbes granulométriques sont étalées et continues. Elles refferment une proportion de fines (< 80 microns) variant entre 22% et 38%. Le sol support est un sable moyen ou limoneux mélangé à des formations gypseuses.

**ii. Limites d'Atterberg :**

Les limites de liquidité varient entre 28% et 38% pour la totalité du tracé, tandis que les limites de plasticité sont non mesurables pour le sable moyen alors que le sable limoneux elles varient entre 2% et 7% dénotant la présence d'un matériau moyennement plastique .cependant la zone en sable limoneux(en se référant aux plans du profil en long) sera remblayée. Ce qui nécessite un apport de matériaux choisis.

**iii. classification des matériaux :**

Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	
$D_{\max} \leq 50 \text{ mm}$ et Tamisât à $80 \mu\text{m} > 35\%$	<b>A</b>  Sols fins	$12 < I_p \leq 25$ (*) ou $2,5 < VBS \leq 6$	<b>A<sub>2</sub></b>  Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques arènes...	<b>Classe A</b>  Classification n des sols fines
$D_{\max} \leq 50 \text{ mm}$ et  Tamisât à $80 \mu\text{m} \leq 35\%$	<b>B</b>  Sols sableux et graveleux avec fines	tamisât à $80 \mu\text{m}$ compris entre 12 et 35% tamisât à 2 mm $\leq 70\%$ $VBS < 1,5$ (*) ou $I_p \leq 12$	<b>B<sub>5</sub></b>  Sables et  graves très  silteux...	<b>Classe B</b>  Classification des sols sableux ou graveleux, avec fines

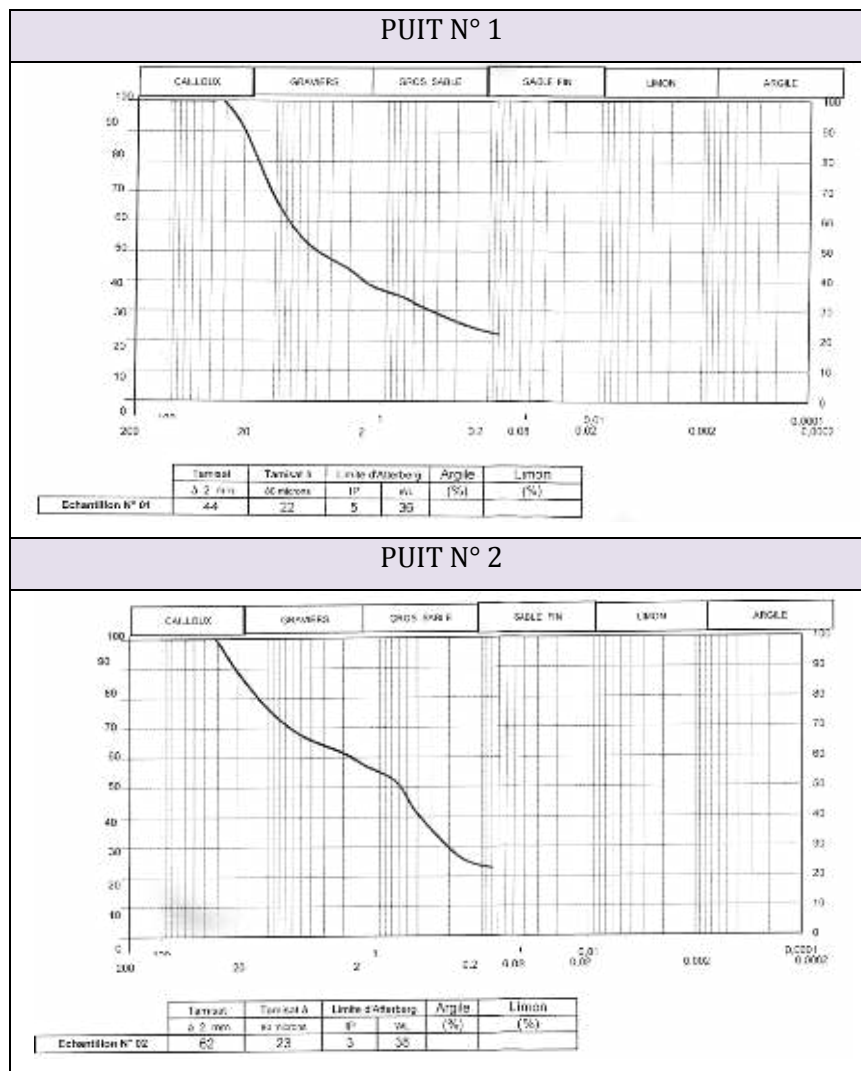
(\*) Paramètres dont le choix est à privilégier

tableaux de classification des sols

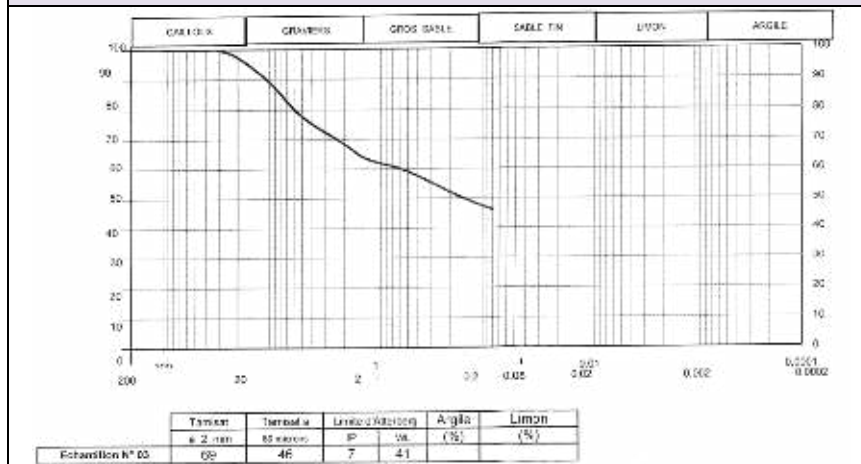
Les tableaux ci-après, extraits de la norme NF P 11-300, définissent la classification des sols répartis entre 4 classes :

- \* **Classe A** : sols fins,
- \* **Classe B** : sols sableux et graveleux avec fines,
- \* **Classe C** : sols comportant des fines et des gros éléments,
- \* **Classe D** : sols insensibles à l'eau.

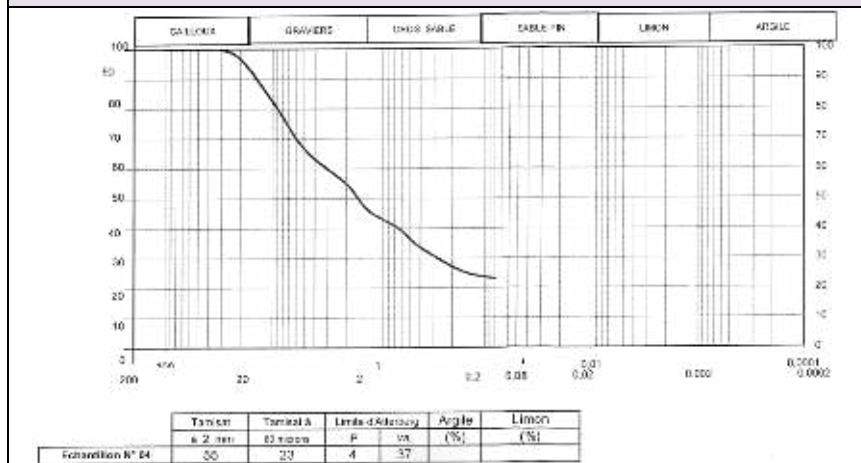
N° de puits	Classification selon NF P 11-300
1	la classe B et la sous classe B5
2	la classe B et la sous classe B5
3	la classe A et la sous classe A1
4	la classe B et la sous classe B5
5	la classe A et la sous classe A1
6	la classe B et la sous classe B5



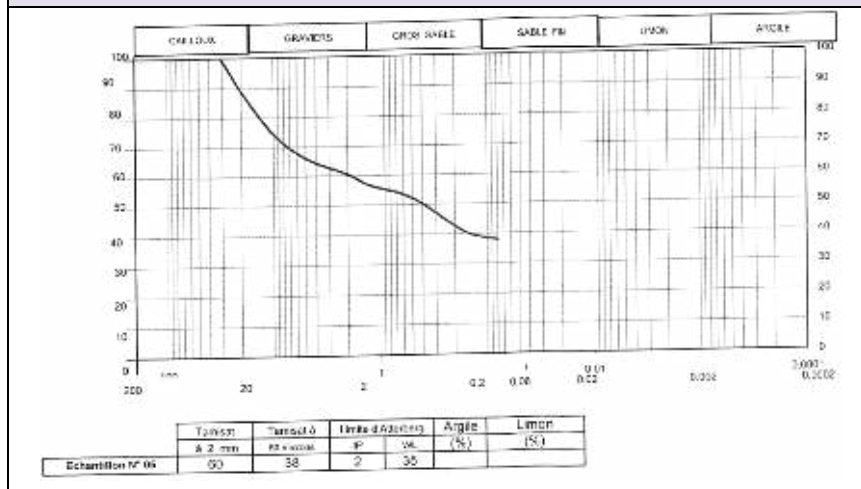
**PUIT N° 3**

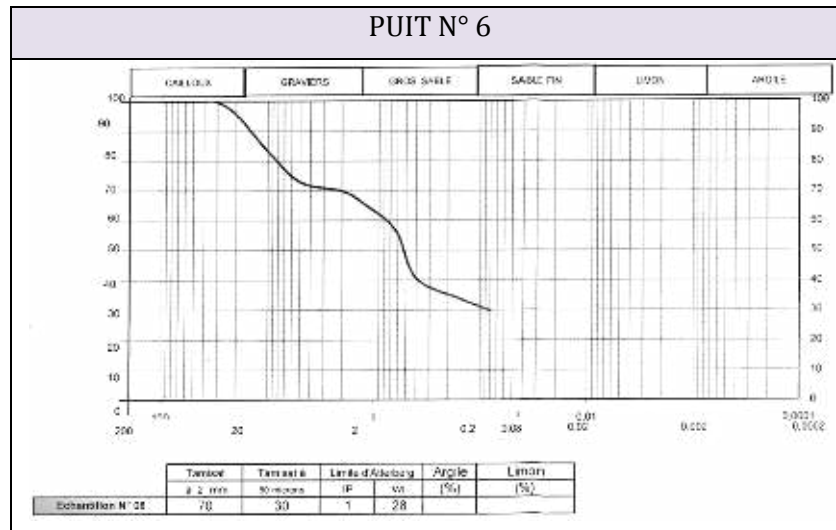


**PUIT N° 4**



**PUIT N° 5**





### V.6.b) Les Essais Mécaniques :

Les essais mécaniques ont été exécutés sur des échantillons prélevés afin de cerner le problème de portance et de résistance du matériau, car une chaussée est essentiellement destinée à supporter les actions mécaniques des véhicules sans que se produisent des déformations importantes dans le terrain ni au niveau du corps de chaussée.

#### i. Essai PROCTOR :

- la teneur en eau optimum varie de 8 à 10%.
- la densité sèche optimale obtenue se situe dans la fourchette 1.95 à 2.06 t/m<sup>3</sup>

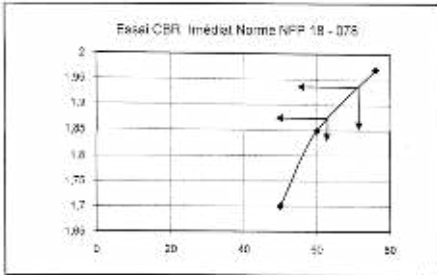
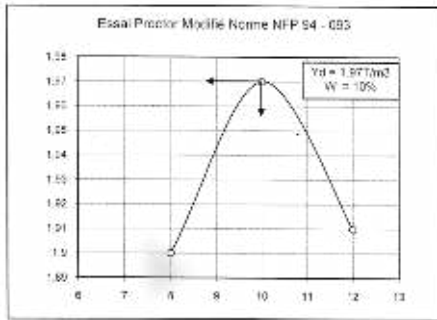
#### ii. Essais PROCTOR MODIFIE :

L'essai consiste à poinçonner des échantillons de sol préalablement compactés aux conditions Proctor ou éventuellement à des énergies différentes, dans un moule standard (moule CBR) afin de déterminer sa portance.

Les indices CBR immédiats trouvés varient entre 54 et 95.

À cet égard on a classé le sol support dans la classe de portance S<sub>0</sub> avec un indice porteur CBR égal à 54.

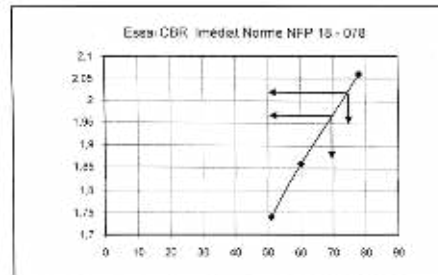
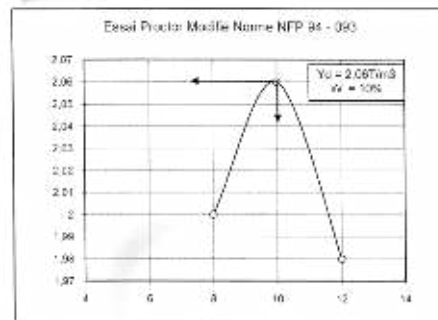
**PUIT N° 1**



Energie de compactage	10 c/c	25 c/c	55 c/c
Teneur en eau W (%)	10,00	10,00	10,00
Densité sèche $\gamma_d$ (T/m <sup>3</sup> )	1,70	1,85	1,97
Indice CBR	50	50	76

INDICE CBR à 95 % de l'OPM = 52  
INDICE CBR à 98 % de l'OPM = 71

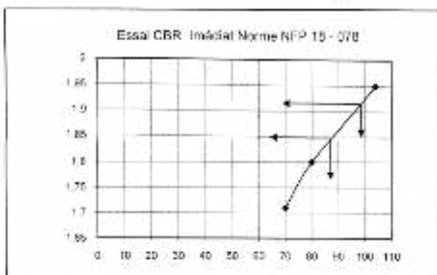
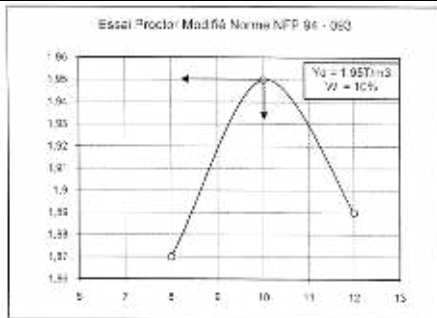
**PUIT N° 2**



Energie de compactage	10 c/c	25 c/c	55 c/c
Teneur en eau W (%)	10,00	10,00	10,00
Densité sèche $\gamma_d$ (T/m <sup>3</sup> )	1,74	1,88	2,06
Indice CBR	51	60	75

INDICE CBR à 95 % de l'OPM = 70  
INDICE CBR à 98 % de l'OPM = 75

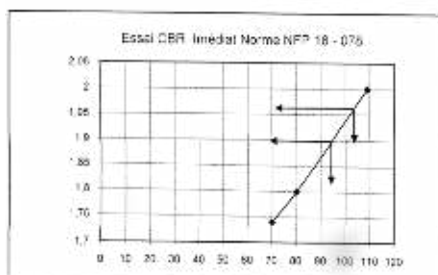
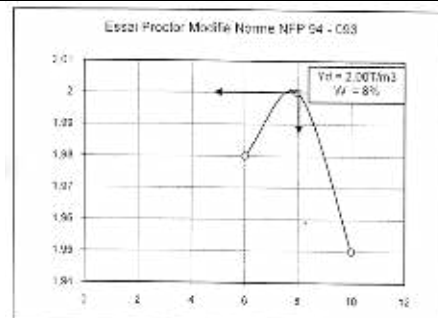
**PUIT N° 3**



Energie de compactage	10 c/c	25 c/c	55 c/c
Teneur en eau W (%)	10,00	10,00	10,00
Densité sèche $\gamma_d$ (T/m <sup>3</sup> )	1,71	1,80	1,95
Indice CBR	70	80	104

INDICE CBR à 95 % de l'OPM = 55  
INDICE CBR à 98 % de l'OPM = 85

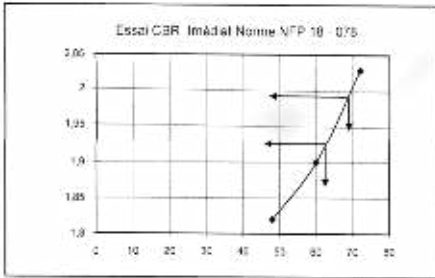
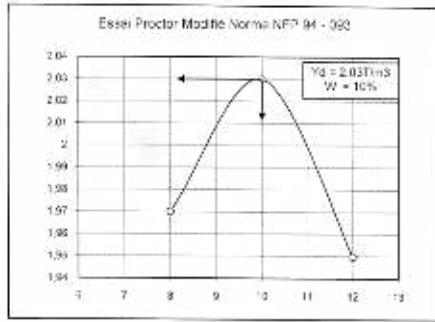
**PUIT N° 4**



Energie de compactage	10 c/c	25 c/c	55 c/c
Teneur en eau W (%)	8,00	8,00	8,00
Densité sèche $\gamma_d$ (T/m <sup>3</sup> )	1,74	1,80	2,00
Indice CBR	70	90	109

INDICE CBR à 95 % de l'OPM = 95  
INDICE CBR à 98 % de l'OPM = 104

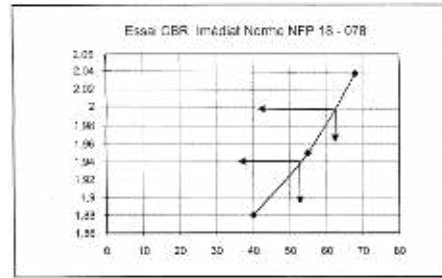
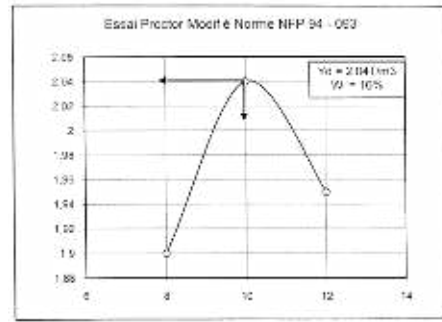
**PUIT N° 5**



Energie de compactage	10 c/c	25 c/c	55 c/c
Teneur en eau W (%)	10,00	10,00	10,00
Densité sèche $Y_d$ (T/m <sup>3</sup> )	1,82	1,50	2,03
Indice CBR	48	60	72

INDICE CBR à 55 % de l'OPM = 62  
INDICE CBR à 58 % de l'OPM = 68

**PUIT N° 6**



Energie de compactage	10 c/c	25 c/c	55 c/c
Teneur en eau W (%)	10,00	10,00	10,00
Densité sèche $Y_d$ (T/m <sup>3</sup> )	1,80	1,58	2,04
Indice CBR	40	55	68

INDICE CBR à 55 % de l'OPM = 54  
INDICE CBR à 58 % de l'OPM = 62

# Chapitre VI

## Chapitre VI

# Dimensionnement du corps de chaussée

## du corps de chaussée

## CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

---

### VI.1. Introduction :

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

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

### VI.2. La chaussée :

#### VI.2.a) Définition :

D'après l'exécution des terrassements, y'compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet.

A la suite, la chaussée est appelée à :

- ✓ Supporter la circulation des véhicules de toute nature
- ✓ reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel la chaussée est défini comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

## **VI.2.b) Les différents types de chaussée :**

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

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

### **i. Chaussée souple :**

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures.

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

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

#### **❖ Couche de roulement (surface) :**

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés

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

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

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

#### **❖ Couche de base :**

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

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

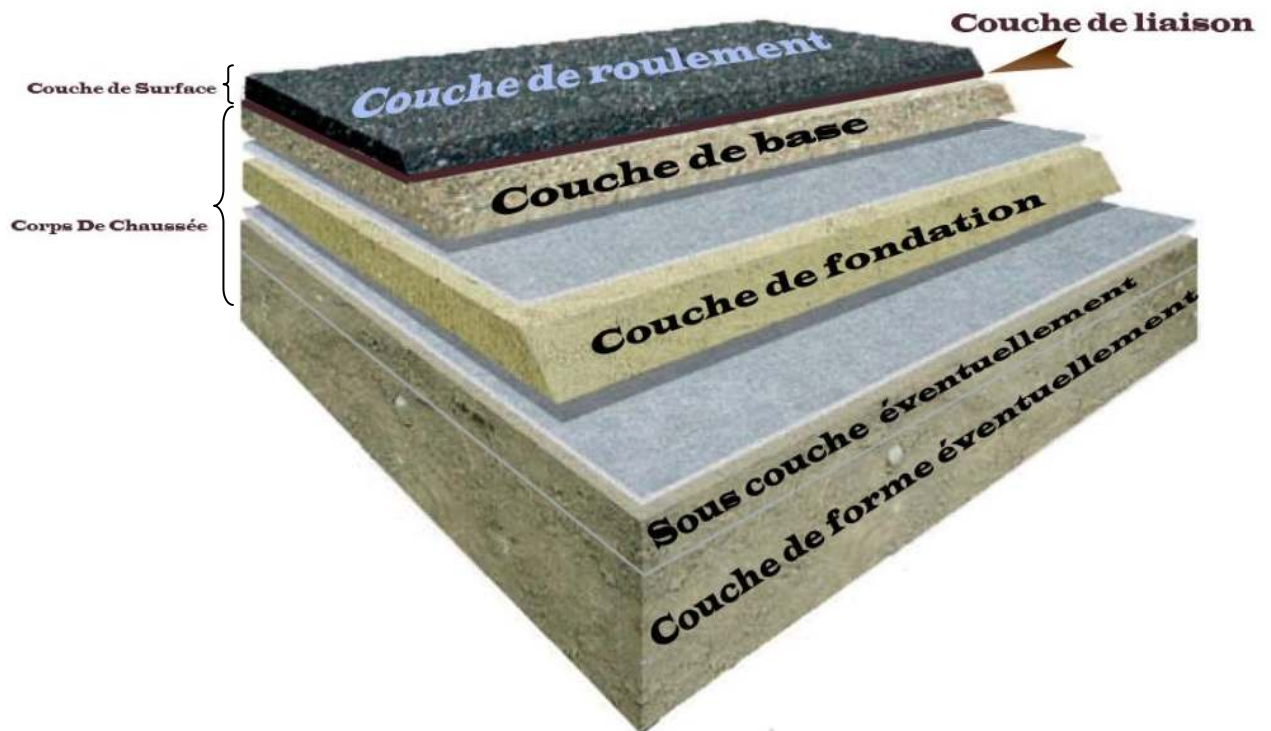
❖ **Couche de fondation :**

Complètement en matériaux non traités (en Algérie) elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic. Assurer une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

❖ **Couche de forme :**

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

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



Coupe type d'une chaussée souple

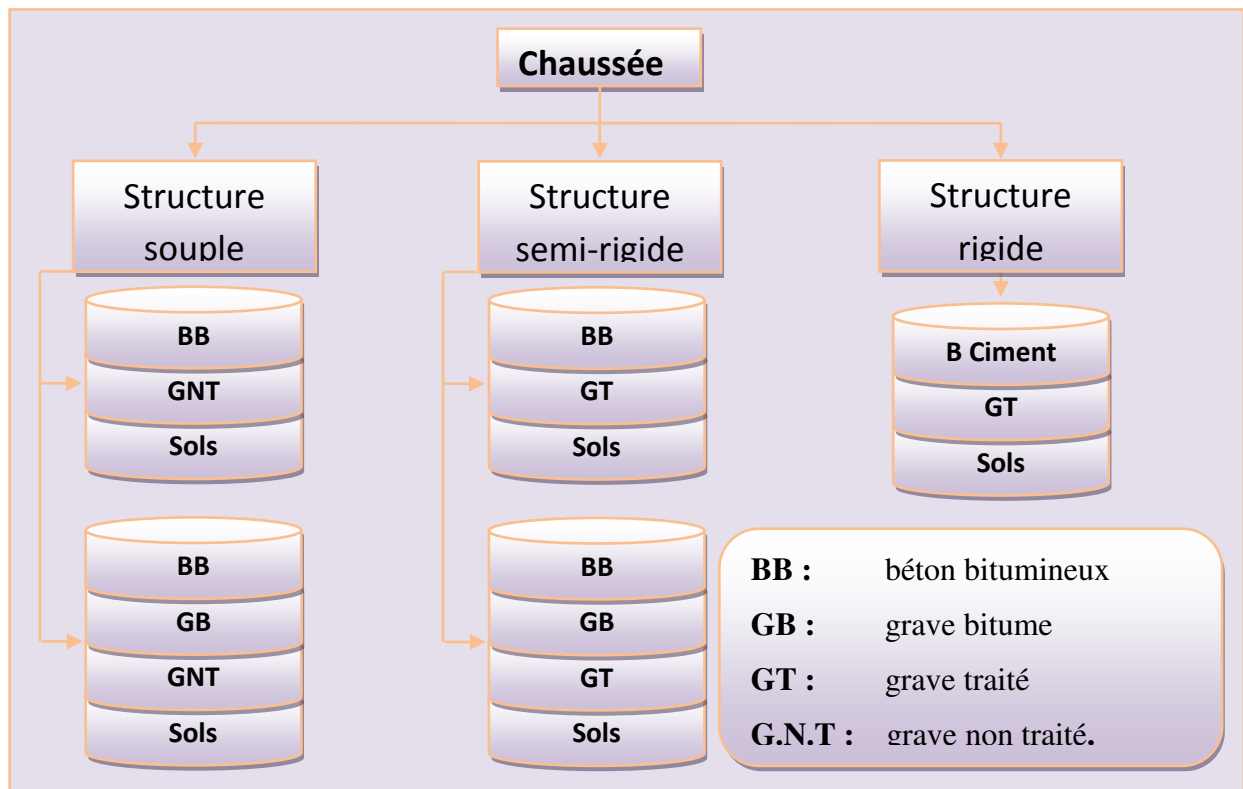
## ii. Chaussée semi-rigide :

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,..). La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 mm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

## iii. Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.



**Schéma récapitulatif**

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

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

#### **VI.3.a) Trafic :**

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

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

De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes ;

De trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T.A.C$$

**N** : trafic cumulé.

**A** : facteur d'agressivité globale du trafic.

**C** : facteur de cumul

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

$\tau$ : Taux de croissance du trafic.

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

#### **VI.3.b) Environnement :**

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi la variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support.

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

### VI.3.c) Le Sol Support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constituée du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates formes sont définies à partir :

- ✓ De la nature et de l'état du sol ;
- ✓ De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

### VI.3.d) Matériaux :

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

## VI.4. Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.

Les méthodes rationnelles, basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées.

### VI.4.a) Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci après:

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

Avec:

**e**: épaisseur équivalente

**I**: indice CBR (sol support)

**n**: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide

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

**Log**: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

Où:

$c_1, c_2, c_3$  : coefficients d'équivalence.

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

#### ❖ Coefficient d'équivalence :

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

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable gypseux	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

Tableau -1- : Coefficients d'équivalence

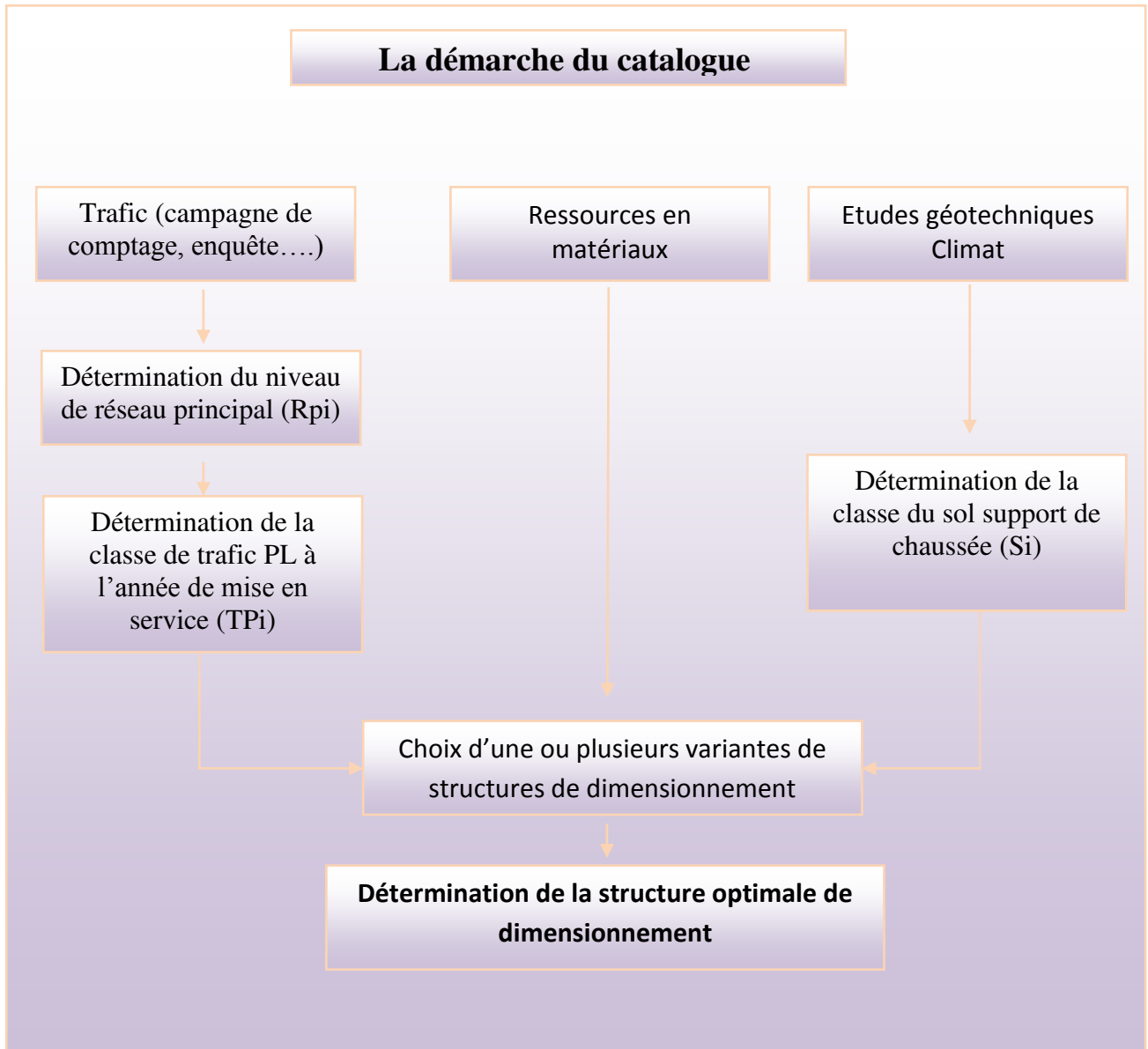
#### VI.4.b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- ❖ Approche théorique.
- ❖ Approche empirique.



## VI.5. Application au projet :

### VI.5.a) Méthode C.B.R :

#### ❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- TJMA<sub>2011</sub>=1600 v/j
- Mise en service : 2014
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement :  $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds :  $Z = 19 \%$
- $I_{CBR}=14\%$  (imbibé a 4 jours).
- $I_{CBR}=54\%$ (immédiat).

#### ❖ Détermination de $N_{PL2034}$ :

$$\begin{aligned} TJMA_{2014} &= TJMA_{2011} (1 + \tau)^3 \\ &= 1600 (1 + 0.04)^3 \\ &= 1800 \text{ v/j} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{PL2034} &= TJMA_{2014} \times 0.5 \times \%PL \times (1 + \tau)^{20} \\ &= 1800 \times 0.5 \times 0.19 \times (1 + 0.04)^{20} \\ &= 375 \text{ PL/j/sens} \end{aligned}$$

#### ❖ Détermination de l'épaisseur équivalente :

$$E_{\text{équi}} = \frac{[100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log_{10}(\frac{N}{10}))]}{I_{CBR} + 5}$$

$$E_{\text{équi}} = \frac{[100 + \sqrt{\frac{13}{2}}(75 + 50 \log_{10}(\frac{375}{10}))]}{54 + 5}$$

$$E_{\text{équi}} = 8.33 \text{ cm}$$

Donc l'épaisseur équivalente :  $a_1.e_1 + a_2.e_2 + a_3.e_3 = 8.33\text{cm}$

Où

$a_i$  : coefficient d'équivalence des différents matériaux.

On suppose:

Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur de la couche
Roulement	BB	2	6
Base	GB	1,5	10
Fondation	TUF1	0,6	?

$$e_3 = [16 - (2 \times 6 + 1,5 \times 10)] / 0,6 < 0 \text{ cm}$$

On prend  $e_3 = 15\text{cm}$



### VI.5.b) La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

#### ❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2011.
- TJMA2011=16000 v/j
- Mise en service : 2014
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement :  $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds :  $Z = 19 \%$
- $CBR_{\text{imbibé}} = 14\%$  ,  $CBR_{\text{immédiat}} = 54\%$ .

#### ▪ Détermination du type de réseaux principaux :

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

$$TJMA_{2011} = 1600 \text{ (V/j)}.$$

$1600 \text{ (V/j)} > 1500 \text{ (V/j)} \longrightarrow$  le réseau principal est **RP1**.

▪ **Détermination de la classe de trafic :**

**Définition du poids lourd :**

Un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 3.5 tonnes de poids total autorisé en charge.

- $TJMA_{2014} = (1 + \tau)^3 TJMA_{2011}$
- $TJMA_{2014} = (1 + 0.04)^3 \times 1600$
- $TJMA_{2014} = 1800 \text{ v/j}$
- $Z = 19\%$ .
- $TPL = 1800 \times 0.19 \times 0.5 = 171 \text{ PL/j/sens}$ .

**Détermination de la classe de trafic (TPLi) :**

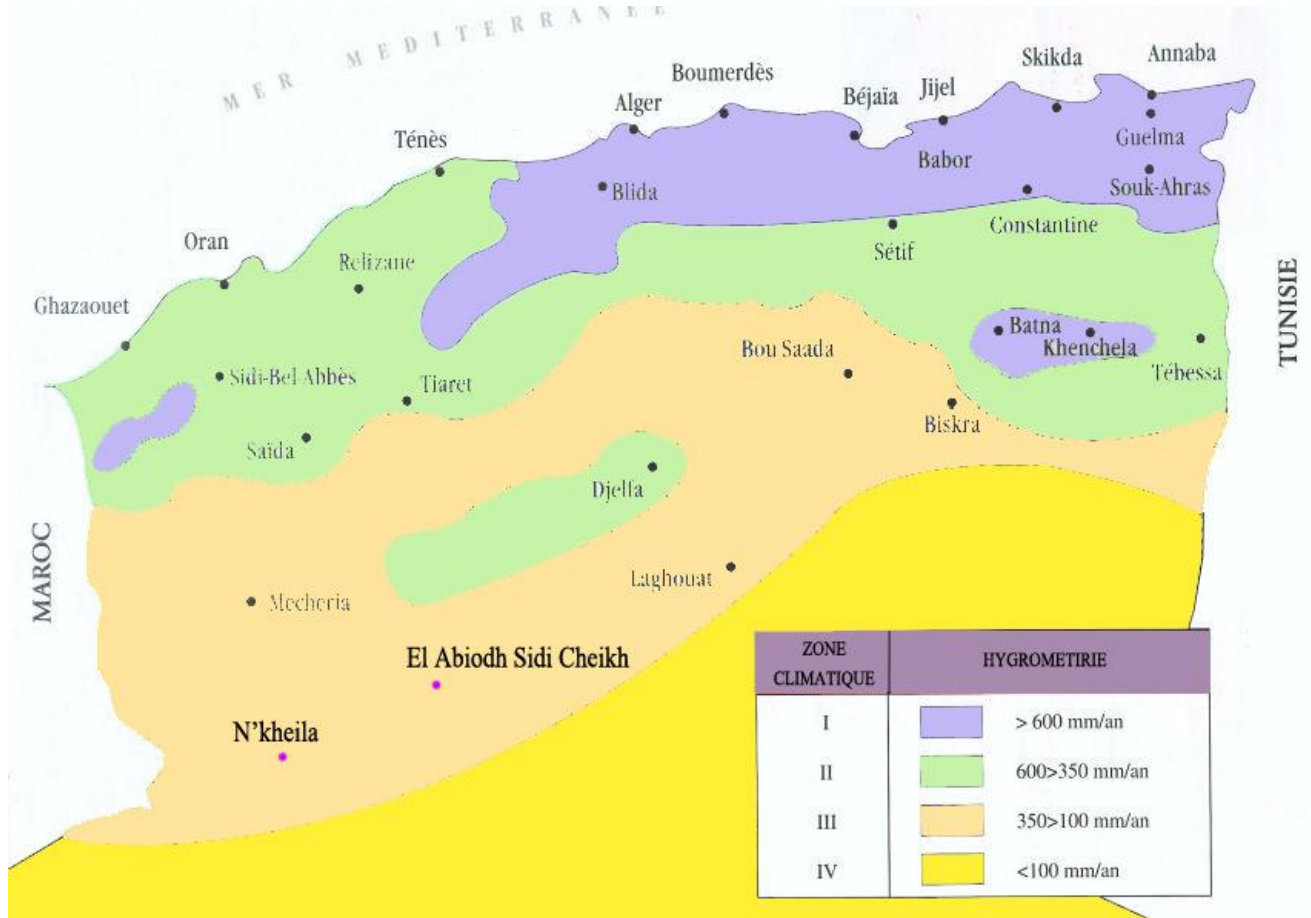
Les classes de trafic (TPLi) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL par jour et par sens à l'année de mise en service.

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

TPL <sub>i</sub>	TPL <sub>3</sub>	TPL <sub>4</sub>	TPL <sub>5</sub>	TPL <sub>6</sub>	TPL <sub>7</sub>
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

$TPL = 171 \text{ (PL/j/sens)}$ .  $\longrightarrow$  La classe de trafic est TPL<sub>3</sub>.

**Détermination de la zone climatique :**



D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la **zone climatique III** (350>100 mm/an).

**CBR immédiat** pour les zones climatiques III et IV (catalogue de dimensionnement des chaussées neuves)

Donc on prend

**CBR=54%.**

- **Détermination de la portance de sol-support de chaussée :**

**Présentation des classes de portance des sols :**

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de  $S_4$  à  $S_0$ . Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

Portance ( $S_i$ )	CBR
<b>S4</b>	<b>&lt;5</b>
<b>S3</b>	<b>5-10</b>
<b>S2</b>	<b>10-25</b>
<b>S1</b>	<b>25-40</b>
<b>S0</b>	<b>&gt;40</b>

**Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :**

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir :

$S_3, S_2, S_1, S_0$ . Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

$$E \text{ (MPa)} = 5 \cdot \text{CBR}$$

<b>Classes de sol-supports</b>	S3	S2	S1	S0
<b>Module (MPa)</b>	25 - 50	50 - 125	125 - 200	> 200

$$E \text{ (MPa)} = 5 \times 54 = 270 \text{ (MPa)} \longrightarrow S_0.$$

Tableau 5 : Risques adoptés pour le réseau RP1

Risque (%)	Classe de trafic (TPLi) (PL/J/sens)	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
		GB/GB, GB/GNT...	20	15	10	5
	GL/GL	15	10	5	2	2
	BCg/GC	12	10	5	2	2

Durée de vie 20ans donc : risque de calcul r=20%

**Choix de dimensionnement :**

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique III, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S1) et une classe de trafic (TPL3).

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule 3) on a proposé les deux (2) structures suivantes:

Structure 1 :

- couche de roulement : BB = 6 cm.
- couche de base : GB = 10 cm
- couche de fondation GNT=15 cm

TPLi PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000 TPL7				
3000 3000 TPL6				
1500 1500 TPL5				
600 600 TPL4				
300 300 TPL3				
150				

Structure2 :

- couche de roulement :  
BB = 6 cm.
- couche de base :  
GB = 10 cm
- couche de fondation  
GNT=15 cm

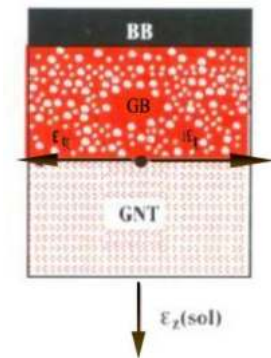
TPLi PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000				
TPL7				
3000				
TPL6				
1500				
TPL5				
600				
TPL4				
300				
TPL3				
150				

- **Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :**

Il faudra vérifier que  $\epsilon_t$  et  $\epsilon_z$  calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à  $\epsilon_{t, adm}$  et  $\epsilon_{z, adm}$ .

$$\epsilon_{z, adm} = 22 \cdot 10^{-3} \times TCEi^{-0.235}$$

$$\epsilon_{t, adm} = \epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times$$



**Calcul de la déformation admissible sur le sol support :**

$$\epsilon_{z.ad} = 22.10^{-3} \times TCE_i^{-0.235}$$

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

Niveau de réseau principal (RPI)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB , GB/Tuf , GB/SG...	0,6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL , BCg/GC	1
RP2	Chaussées à matériaux non traités : GNT/GNT, TUF/TUF, SG/SG, AG/AG	0,6
	Chaussées à matériaux traités au bitume : SB/SG	0,4
RP1 et RP2	Sol support (Calcul de $\epsilon_{z.ad}$ )	0,6

- Coefficient d'agressivité : **A= 0.6**

-  $TCE_i = 171 \times \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04} \times 365 \times 0.6$

Donc  $TCE_i = 1.12 \times 10^6$  essieux équivalents de 13 tonnes

$$\epsilon_{z.ad} = 22.10^{-3} \times (1.12.10^6)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z.ad} = 833 \times 10^{-6}$$

**Calcul de la déformation admissible  $\epsilon_{t.ad}$  à la base de GB :**

$$\epsilon_{t.ad} = \epsilon_6(10^\circ C , 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

Zone climatique			
Température équivalente $\theta_{eq}$ (°C)	I et II	III	IV
	20	25	30

Matériau (MTB)	E (30°C, 10Hz) (Mpa)	E (25°, 10Hz) (Mpa)	E (20°, 10Hz) (Mpa)	E (10°, 10Hz) (Mpa)	$\epsilon_6$ (10°, 25Hz) ( $10^{-6}$ )	-1/b	SN	Sh (cm)	$\nu$	kc Calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3
SB	1500	-	-	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

$$\epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) = 100 \times 10^{-6}$$

$$K_{ne} = \left(\frac{106}{TCE_i}\right)^b = \left(\frac{1.12 \times 10^{67}}{10^6}\right)^{-0.146} = 1.02$$

$$K_\theta = \left(\frac{E(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz})}{E(\theta_{eq}, 10\text{Hz})}\right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{5500}\right)^{0.5} = 1.51$$

$$K_r = 10^{-tb\delta}, \text{ avec } r = 20\%, \text{ d'où } t = -0.842$$

$$b = -0.146$$

$$\begin{aligned} \delta &= \sqrt{\left(SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh\right)^2\right)} \\ &= \sqrt{\left(0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2\right)} = 0.61 \end{aligned}$$

Donc:

$$K_r = 10^{-0.146 \times 0.842 \times 0.61} = 0.84$$

$$K_c = 1.3$$

$$\epsilon_{t.ad} = 100 \cdot 10^{-6} \times 1.02 \times 1.51 \times 0.84 \times 1.3$$

$$\epsilon_{t.ad} = 168 \cdot 10^{-6}$$

	Epaisseur (cm)	Epaisseur (cm)	Module(Mpa)	Coef poisson v
<b>Couche de roulement</b>	<b>6 BB</b>	<b>6 BB</b>	<b>3500</b>	<b>0.35</b>
<b>Couche de base</b>	<b>10GB</b>	<b>10GB</b>	<b>5500</b>	<b>0.35</b>
<b>Couche de fondation</b>	<b>15GNT</b>	<b>15TUF1</b>	<b>500</b>	<b>0.25</b>
<b>Sol support</b>	<b>sol</b>	<b>sol</b>	<b>270</b>	<b>0.35</b>

• **Résultats de calcul par Alize III :**

```

Liaison EL-ABIODH SID CHEIKH N'KHEILA
POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE
A SOUS UNE ROUE SIMPLE
B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE
C AU CENTRE DU JUMELAGE
A= 12.500 D= 37.500 Q= 6.620
NOMBRE DE COUCHES 4

*****
* * * * *
* Z * * EPSILONZ * SIGMAT * EPSILONZ * SIGMAZ *
*****
* .00* * .141E-03C* .103E+02B* -.919E-04C* .662E+01A*
* * E= 35000. * * * * *
* * NU= .35 * * * * *
* * H1= 6.00 * * * * *
* 6.00* * .382E-04C* .447E+01B* -.364E-04C* .556E+01B*
*-----* COLLE-----*-----*-----*
* 6.00* * .382E-04C* .531E+01B* -.394E-04C* .556E+01B*
* * E= 55000. * * * * *
* * NU= .35 * * * * *
* * H2= 10.00 * * * * *
* 16.00* * -.121E-03B* -.845E+01B* .126E-03B* .159E+01B*
*-----* COLLE-----*-----*-----*
* 16.00* * -.121E-03B * -.221E+00B* .331E-03B* .159E+01B*
* * E= 5000. * * * * *
* * NU= .25 * * * * *
* * H3= 15.00 * * * * *
* 31.00* * -.126E-03C* -.496E+00C* .203E-03C* .820E+00C*
*-----* COLLE-----*-----*-----*
* 31.00* * -.126E-03C* -.249E-01C* .296E-03C * .820E+00C*
* * E= 2700. * * * * *
* * NU= .35 * * * * *
* * H4=INFINI * * * * *
* * * * *
*****
* D * 23.55MM/100 * R*D *
* R * 452.71M * 10659.16M*MM/100 *
*****
MODULES ET CONTRAINTES EN BARS

```

	Déformations admissibles	Déformations calculées
$\varepsilon_z$ sol support	$833 \times 10^{-6}$	$296 \times 10^{-6}$
$\varepsilon_t$ à la base de GB	$168 \times 10^{-6}$	$121 \times 10^{-6}$

Donc Les structure deux **6BB + 10GB + 15GNT** **6BB + 10GB + 15TUF1**

est donc vérifiée, car :

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

structure	6BB+10GB+GNT	6BB+10GB+15TUF1
Prix mètre linéaire	19404 DA	13734 DA

## V-6 CONCLUSION

Suite aux considérations structurelles et économiques, nous optons dans le cadre de notre projet à adopter une structure de chaussées résultant de la méthode de dimensionnement par le catalogue de structure, qui nous permettra par la suite d'assurer une longue durée de service et de se prémunir d'entretien.

Donc on va choisi la structure : **6BB+10GB+15TUF1**

# Chapitre VII

CHAPITRE VII

## Les Cubatures

LES CUBATURES

## CHAPITRE VII : LES CUBATURES

### VII.1. Introduction :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général.

Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers.

La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai).

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle **les cubatures des terrassements**.

### VII.2. Définition :

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.

Le profil en long et le profil 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.

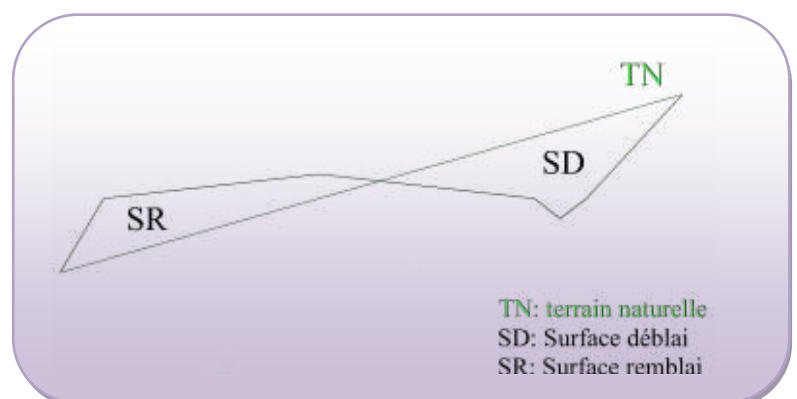
### VII.3. Méthode de calcul des cubatures :

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.

Le travail consiste a calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

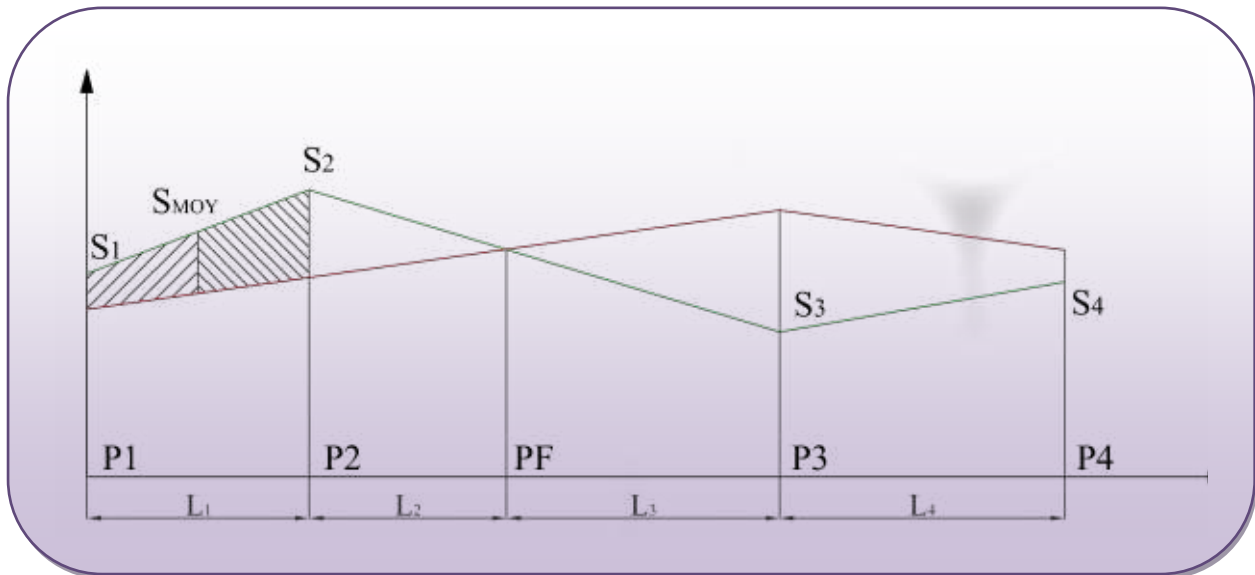
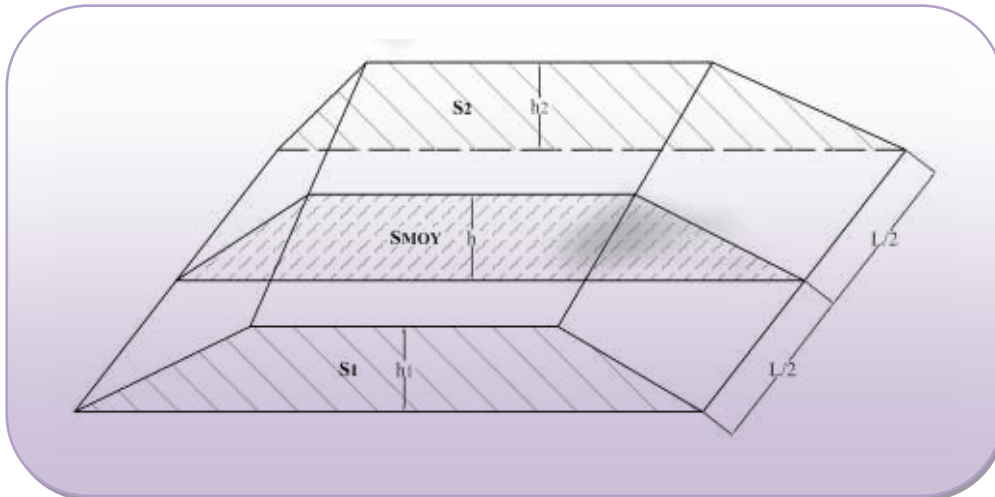
On utilise la méthode SARRAUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.



**Formule de Mr SARRAUS :**

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

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



- ✓ **PF**: profil fictive, surface nulle.
- ✓ **Si**: surface de profil en travers Pi.
- ✓ **Li** : distance entre ces deux profils.
- ✓ **S<sub>MOY</sub>** : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li).

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions  $S_{MOY}$  et  $\frac{(S_1+S_2)}{2}$ .

Ceci donne :

$$V_i = \frac{L_i}{2} \times (S_i + S_{i+1})$$

Donc les volumes seront :

$$V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2) \quad \text{Entre P1 et P2}$$

$$V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0) \quad \text{Entre P2 et PF}$$

$$V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3) \quad \text{Entre PF et P3}$$

$$V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4) \quad \text{Entre P3 et P4}$$

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

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

#### VII.4. Calcul des cubatures de terrassement :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel « **Piste 5.06** ».

**Voir L'Annexe**

# Chapitre VIII

## Chapitre VIII

# Assinissement

## Assinissement

## CHAPITRE VIII : ASSAINISSEMENT

### VIII-1- Introduction :

L'hydrologie est une science qui étudie la phase du cycle de l'eau qui débute avec l'arrivée de celle-ci sur la surface de la terre .Elle englobe les précipitations les eaux de la surface, l'évaporation et l'évapotranspiration, les eaux souterrains.

L'étude des eaux superficielles revêt plusieurs aspects abordés avec des principes et méthodes de recherche différents suivant la spécialité de l'ingénieur qui s'y consacre. Il existe deux courants philosophiques :

- Celui basé sur la recherche mathématique à basé de la statique.
- Celui basé sur la méthode naturaliste relevant de l'observation et d'intuition contrôlée par l'expérimentation.

Actuellement, l'hydrologie est devenue une science importante de l'art de l'ingénieur intéressé à l'exploitation et au contrôle des eaux naturelles .des études hydrologiques plus ou moins poussé sont indispensables pour toute mise en œuvre de projet hydroélectrique, de distribution d'eau, de protection contre les crues, d'assainissement, de drainage, d'irrigation, de barrages et de navigation fluviale.

### VIII-2- L'Assainissement :

#### VIII-2-1- introduction :

un réseau d'assainissement est constitué d'un assemblage élémentaire linéaire ou ponctuel, superficiel ou enterré.

Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière, il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance, coupé par la route.

## **VIII-2-2. Ouvrages élémentaires d'assainissement :**

Les critères purement hydrauliques n'interviennent pas seules dans le choix de la nature de l'ouvrage et d'autres facteurs doivent être pris en considération.

### **VIII -2-2-1. La sécurité des usagers :**

Les ouvrages et leur implantation doivent être choisis de manière à limiter au maximum les risques d'accident et éviter leur aggravation .tenant compte de catégorie de la voie des conditions de circulation.

### **VIII -2-2-2. Entretien et exploitation :**

le bon fonctionnement des ouvrages hydrauliques nécessite un entretien régulier, alors que l'expérience montre que les ouvrages difficiles à entretenir ne sont souvent pas entretenus du tout, il faut donc rechercher dès la conception du réseau la simplicité, la rapidité et la sécurité des opérations d'entretien afin de réduire le coût et la gêne au usager.

### **VIII -2-2-3.dimensionnement mécanique :**

Certains ouvrages doivent être dimensionnés en tenant compte de surcharges permanentes ou temporaires.

### **VIII -2-2-4.Conditions économiques :**

En toute rigueur, le calcul du coût total d'un ouvrage doit tenir compte :

- Le coût de l'ouvrage.
- Du coût de l'emprise et des terrassements supplémentaires.
- Du coût actualisé de l'entretien et de la gêne à l'utilisateur.

## **VIII -3.La notion "source" :**

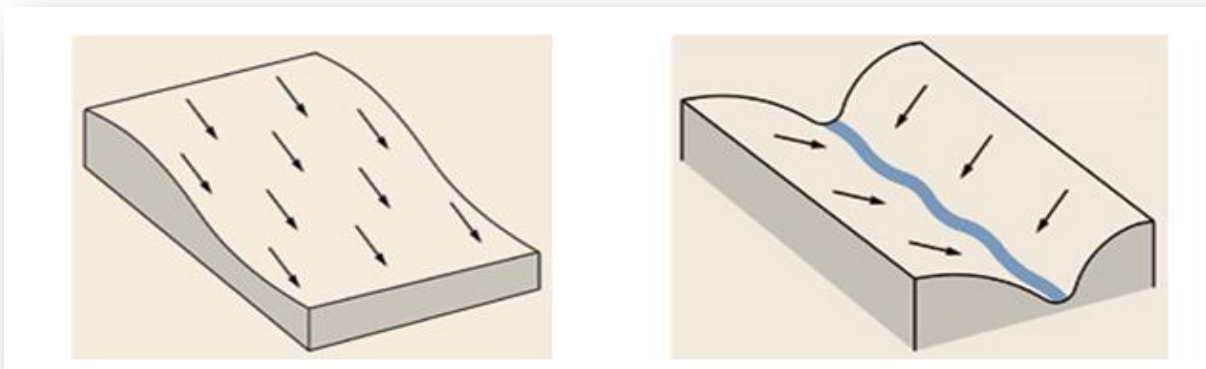
Les directives désignent comme source toute eau apparaissant à la surface terrestre sans être élevée artificiellement.

Une source peut être définie comme un endroit où se produit un écoulement naturel d'eau souterraine, soit directement, soit indirectement à travers un système de fissure.

L'aquifère se décharge par affleurement ou par refoulement si une couche imperméable empêche l'écoulement souterrain.

#### **VIII -4. Le bassin versant :**

En tout point d'un cours d'eau, nous serons amenés à définir son bassin versant et à caractériser son comportement hydrologique.



##### **VIII -4-1. Notion de "bassin versant" :**

Le bassin versant en une section d'un cours d'eau est défini comme la surface drainée par ce cours d'eau et ses affluents en amont de la section. Tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface doit donc traverser la section considérée, appelée exutoire, pour poursuivre son trajet vers l'aval.

Selon la nature des terrains, nous serons amenés à considérer deux définitions.

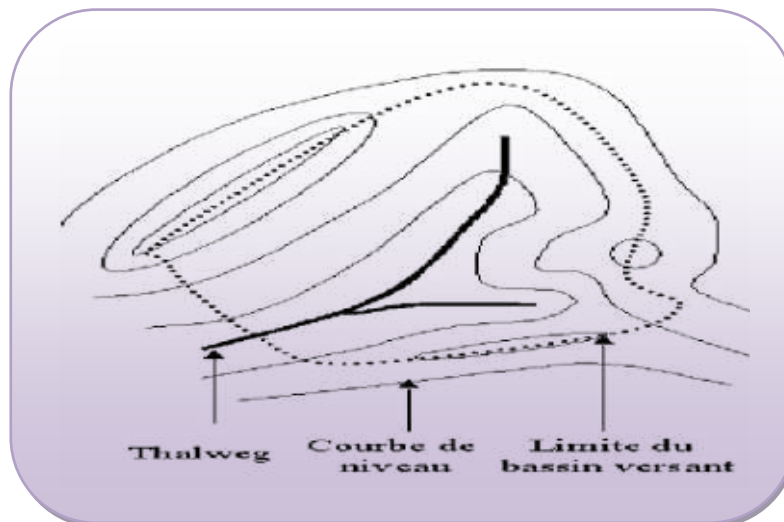
## VIII -4-2. Caractéristiques de la disposition dans le plan :

- **Surface A :**

La surface du bassin versant est la première et la plus importante des caractéristiques. Elle s'obtient par planimétrie sur une carte topographique après que l'on y ait tracé les limites topographiques et éventuellement hydrogéologiques.

La surface A d'un bassin s'exprime généralement en  $\text{km}^2$ .

- **Longueur :**



On utilise différentes caractéristiques de longueur ; la première et une des plus utilisées est le périmètre P du bassin

## VIII -5. Dimensionnement des fossés :

La section transversale des fossés peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme trapézoïdale et triangulaire.

## VIII -5-1.Fossé :

Pour le dimensionnement des fossés on prend :

- une période de retour de 20ans.

On cherche à dimensionner un fossé de caractéristique suivantes :

1. longueur de talus 424m pente 67%
2. accotement 1.20ml pente 4.00%
3. chaussée 3.50ml pente 3.00%

### VIII -5-1-1.On utilise la méthode de Caquot :

Formule requit pour la zone de M'SILA est :

$$Q=0.52 \times C^{1.11} \times \beta \times I^{0.2} \times A^{0.87}$$

### VIII -5-1-2.Surface des B.V :

- BV1 (chaussé)=  $3.50 \times 424 \times 10^{-4} = 0.1484$  ha
- BV2: (accotement)=  $1.20 \times 424 \times 10^{-4} = 0.0509$  ha
- BV3 (talus)=0.0842 ha.

### VIII -5-1-3.Coefficient de ruissellement C :

MATERIAUX	COEF C
talus	0.20
Accotement non revêtu	0.40
Chaussée	0.95

$\beta$ =coefficient de forme du BV considéré

- $M = \frac{L}{\sqrt{A}}$
- L=longueur du point le plus éloigné de l'exutoire (distance du long parcours).
- A= surface du bassin.
- $\beta = \left(\frac{M}{2}\right)^{-0.35}$

**Accotement:**

- $M = \frac{L}{\sqrt{A}} = \frac{424}{\sqrt{509}} = 18.79$
- $\beta = (M/2)^{-0.35} = 0.46$

**Chaussée:**

- $M = L/\sqrt{A} = 424/\sqrt{1484} = 11.01$
- $\beta = (M/2)^{-0.35} = 0.55$

**Talus :**

- $M = L/\sqrt{A} = 424/\sqrt{842} = 14.61$
- $\beta = (M/2)^{-0.35} = 0.50$

T=20 ans  $\longrightarrow$   $f(t)=1.25$

$$Q(T=20) = f(t)Q(T=10) = 1.25 \times 0.52 \times \beta \times C^{1.11} \times I^{0.2} \times A^{0.87}$$

$$Q(T=20) = 0.65 \times \beta \times C^{1.11} \times I^{0.2} \times A^{0.87}$$

BV	A(H)	C	I%	L(m)	M	$\beta$	Q (m3/s)
<b>Chaussée(BV1)</b>	0.1484	0.95	03	424	11.01	0.55	<b>0.032</b>
<b>Accotement(BV2)</b>	0.0509	0.40	04	424	18.79	0.46	<b>0.004</b>
<b>Talus(BV3)</b>	0.0842	0.20	67	424	14.61	0.50	<b>0.006</b>

**VIII -5-1-4.Assemblage en série entre BV (1) et BV(2) :**

$$L_{eq} = \sum(L_i) = 424 + 424 = 848 \text{ m}$$

$$A = \sum A_i = 0.1993 \text{ ha}$$

$$C_{eq} = \frac{\sum A_i C_i}{\sum A_i} = 0.81$$

$$I_{\acute{e}q} = \left( \frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right)^2 = \left( \frac{424 + 424}{\frac{424}{\sqrt{3}} + \frac{424}{\sqrt{4}}} \right)^2 = 3.4\%$$

BV	A(H)	C	I%	L(m)	M	$\beta$	Q(m <sup>3</sup> /s)
<b>BVeq entre BV1 et BV2</b>	0.1993	0.81	3.4	848	18.99	0.45	<b>0.029</b>
<b>Talus(BV3)</b>	0.0842	0.20	67	424	14.61	0.50	<b>0.006</b>

**VIII -5-1-5.Assemblage en parallèle entre BVEQ (entre 1et 2) et BV(3) :**

$$L_{eq} = \max(L_i) = \max(848 ; 424) = 848 \text{ m}$$

$$I_{\acute{e}q} = \frac{\sum I_i Q_i}{\sum Q_i} = 14.30\%$$

$$A = \sum A_i = 0.2835 \text{ ha}$$

$$C = \frac{\sum A_i C_i}{\sum A_i} = 0.63$$

BV	A(H)	C	I%	L(m)	M	$\beta$	Q (m <sup>3</sup> /s)
<b>BVeq total</b>	<b>0.2835</b>	<b>0.63</b>	<b>14.30</b>	<b>848</b>	<b>15.93</b>	<b>0.48</b>	<b>0.042</b>

Les dimensions du fossé sont obtenues d'après la formule si dessous :

$$Q = K \cdot S_m \cdot I^{1/2} \cdot R^{2/3}$$

$$Q = 0.042 \text{ m}^3/\text{s}.$$

**K** (coefficient de rugosité) pour notre cas

**K= 30** ouvrage en terre.

**I=0.5%** pente longitudinale du fossé.

**La surface mouillée :**

$$S_m = 0.5 \times H = \frac{1}{2} H.$$

**Le périmètre mouillé :**

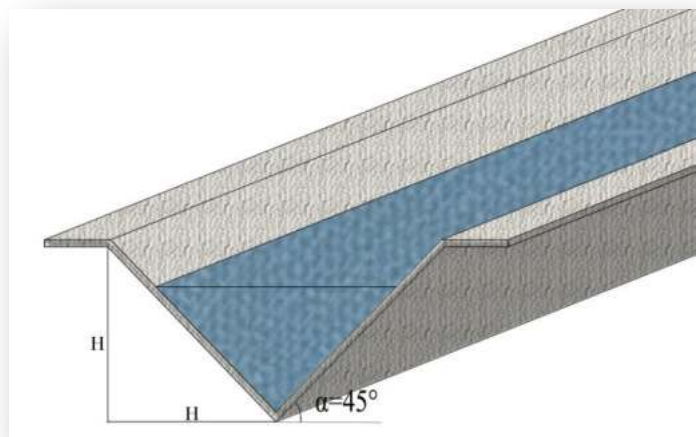
$$P_m = 2 \sqrt{H^2 + \frac{1^2}{2}}$$

**Le rayon hydraulique :**

$$RH = \frac{H}{4 \sqrt{H^2 + \frac{1^2}{2}}}$$

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

$$= K_{st} \cdot I^{1/2} \cdot \frac{1}{2} H \cdot \left[ \frac{H}{4 \sqrt{H^2 + \frac{1^2}{2}}} \right]^{2/3}$$



$$H = 2 \left[ \frac{Q_a}{K_{st} \sqrt{I}} \left( \frac{4 \sqrt{H^2 + \frac{1}{4}}}{H} \right)^{2/3} \right]$$

D'après un calcul itératif on trouve la hauteur H= 0.20m.

**NB :** Vu le climat qui caractérise la région d'EL BAYADH (climat sec et à pluviométrie), et les pentes du profil en long ne dépassant pas 2%, il est recommandé de prévoir des fossés en terre de forme triangulaire au niveau des sections en déblais.

## **VIII -6. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATION :**

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

$$Q_a = Q_s$$

$Q_a$  : débit d'apport provenant du bassin versant (m<sup>3</sup>/s).

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

Le débit de crue pour les bassins versants de superficie inférieure à 2km<sup>2</sup> est calculé en appliquant la méthode rationnelle dont l'expression usuelle est de la forme :

$$Q = K \cdot C \cdot I \cdot A$$

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

$C$  : Coefficient de ruissellement.

$I$  : Intensité de la pluie (mm/h).

$K$  : Coefficient de conversion des unités.

$A$  : Air du bassin d'apport (km<sup>2</sup>).

### **VIII -6-1. Détermination de l'intensité :**

#### **VIII -6-1-1 la précipitation :**

le calcul de la pluie journalière maximale annuelle de fréquence donnée s'effectue par la formule suivante :

$$P_j(\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \times e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

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

$C_v$  : Coefficient de variation.

**U** : Variable de Gauss, donnée par le tableau suivant :

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.

### **VIII -6-1-2. fréquence d'averse :**

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

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

$P_j$  : Hauteur de la pluie journalière maximale.

$b$  : Exposant climatique.

$P_t$ : pluie journalière maximale annuelle.

$t_c$  : Temps de concentration (heure).

### **VIII -6-1-3. l'intensité de l'averse :**

L'intensité à l'averse est donnée par la relation suivante :

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^B \quad \text{car } B = b-1$$

$I$  : l'intensité de l'averse pour une durée de **1h**

$$I_t = \left(\frac{P_j}{24}\right)$$

$I_t$  : Intensité de la pluie (mm/h).

### **VIII -6-2. 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.
- la nature du terrain.

Type de chaussée	Coefficient 'c'	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	0.80 à 0.95	0.95
Accotement : sol légèrement perméable	0.15 à 0.40	0.35
Talus, Sol perméable	0.10 à 0.30	0.25
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

### **VIII -6-3. Calcul de débit :**

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

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

Avec :

**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.

Le débit de saturation de l'ouvrage d'assainissement et calculé par la formule de: **MQNNING STRICKLER**

$$Q_S = K_{st} \times S_m \times \frac{i}{2} \times \frac{2 \times R_h}{3}$$

Avec :

**R<sub>h</sub>** : rayon hydraulique.

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

**K<sub>st</sub>** : coefficient de rugosité.

Paroi en terre : **k<sub>st</sub> = 30**,

Paroi en béton : **k<sub>st</sub> = 70**

**R<sub>h</sub>** : section du profil mouille / périmètre du profil mouille

**S<sub>t</sub>** : Section totale de l'ouvrage.

### **VIII -6-4. 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 du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi,

comme suit :

**1 - Lorsque  $A < 5 \text{ km}^2$  :**

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

**2 - Lorsque  $5 \text{ km}^2 < A < 25 \text{ km}^2$  :**

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

**3 - Lorsque  $25 \text{ km}^2 < A < 200 \text{ km}^2$  :**

$$t_c = \frac{\sqrt[4]{A+1.5L}}{0.8\sqrt{H}}$$

Avec :

$t_c$ : Temps de concentration (*heure*).

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

$L$  : Longueur de bassin versant ( $\text{km}$ ).

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

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

## **VIII -7. CALCUL HYDRAULIQUE :**

### **Les données hydrauliques:**

Les données pluviométriques recueillis auprès du (ANRH).

Les données nécessaires aux calculs sont :

- La pluie journalière moyenne  $P_j \text{ moy} = 12.37 \text{ mm}$
- Le coefficient de variation  $CV = 0.47$
- L'exposant climatique  $b = 0,22$

### **Oued Oum eldjalfana PK 4+107**

#### **VIII -7-1. Temps de concentration :**

- Superficie du bassin versant  $A=36.83 \text{ km}^2$ .
- Longueur de bassin versant  $L=9.27 \text{ km}$ .
- Pente moyenne du bassin versant  $P= 2.5\%$
- La différence entre la cote moyenne et la cote minimale

$$H=1109-904=205 \text{ m.}$$

$$t_c = \frac{\sqrt[4]{A+1.5L}}{0.8\sqrt{H}}$$

$$t_c = \frac{\sqrt[4]{36.83+1.5 \times 9.27}}{0.8\sqrt{205}} \quad t_c = 1.42$$

### VIII -7-2. Calcul de la précipitation Pj :

On a :

$$P_j(\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \times e^{u\sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

En général pour les routes principales on prends compte de la fréquence décimale (10 ans), donc la variable de Gauss  $U = 1.28$  et  $C_v = 0.47$  donc :

La fréquence d'averse  $P_j(10\%)$  pour une durée  $t_c = 1.42$ heures est donnée par la formule :

$$u = 1.28 \quad C_v = 0.47 \quad P_j = 12.37\text{mm}$$

- Pendant 10ans :

$$P_j(10\%) = \frac{12.37}{\sqrt{0.47^2 + 1}} \times e^{1.28\sqrt{\ln(0.47^2 + 1)}} \quad P_j(10\%) = 19.830\text{mm}$$

$$u = 1.282 \quad C_v = 0.47 \quad P_j = 12.37\text{mm}$$

- Pendant 20ans

$$P_j(05\%) = \frac{12.37}{\sqrt{0.47^2 + 1}} \times e^{1.282\sqrt{\ln(0.47^2 + 1)}} \quad P_j(10\%) = 19.850\text{mm}$$

$$u = 2.05 \quad C_v = 0.47 \quad P_j = 12.37\text{mm}$$

- Pendant 50ans :

$$P_j(02\%) = \frac{12.37}{\sqrt{0.47^2 + 1}} \times e^{2.05\sqrt{\ln(0.47^2 + 1)}} \quad P_j(02\%) = 27.975\text{mm}$$

$$u = 2.327 \quad C_v = 0.47 \quad P_j = 12.37\text{mm}$$

- Pendant 100 ans :

$$P_j(01\%) = \frac{12.37}{\sqrt{0.47^2 + 1}} \times e^{2.327\sqrt{\ln(0.47^2 + 1)}} \quad P_j(01\%) = 31.660\text{mm}$$

**VIII -7-3. Calcul de la fréquence d'averse Pt :**

On a:  $P_t(\%) = P_j(\%) \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^b$

• **Pour :**  $P_t(10\%) = 19.830 \text{ mm}$

$P_t(10\%) = 19.830 \times \left(\frac{1.42}{24}\right)^{0.22}$   $P_t(10\%) = 10.64 \text{ mm}$

• **Pour :**  $P_j(05\%) = 19.850 \text{ mm}$

$P_t(02\%) = 19.85 \times \left(\frac{1.42}{24}\right)^{0.22}$   $P_t(05\%) = 10.65 \text{ mm}$

• **Pour :**  $P_j(02\%) = 27.975 \text{ mm}$

$P_t(02\%) = 27.975 \times \left(\frac{1.42}{24}\right)^{0.22}$   $P_t(02\%) = 15.02 \text{ mm}$

• **Pour :**  $P_j(01\%) = 31.660 \text{ mm}$

$P_t(01\%) = 31.660 \times \left(\frac{1.42}{24}\right)^{0.22}$   $P_t(01\%) = 17.00 \text{ mm}$

**VIII -7-4. Calcul de l'intensité de l'averse :**

Pour une durée de 24 heures :  $I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^b$

**Avec :**  $B = b - 1 = 0.22 - 1 = -0.78$

**Pour :**  $P_j(10\%) = 19.830 \text{ mm}$

$I = \left(\frac{P_j}{24}\right)$   $I(10\%) = 0.826 \text{ mm/h}$

$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^B$   $I_t(10\%) = 7.49 \text{ mm/h}$

**Pour :**  $P_j(05\%) = 19.850 \text{ mm}$

$I = \left(\frac{P_j}{24}\right)$   $I(10\%) = 0.827 \text{ mm/h}$

$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^B$   $I_t(10\%) = 7.50 \text{ mm/h}$

**Pour :**  $P_j(02\%) = 27.975 \text{ mm}$

$I = \left(\frac{P_j}{24}\right)$   $I(02\%) = 1.165 \text{ mm/h}$

$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^B$   $I_t(02\%) = 10.57 \text{ mm/h}$

**Pour :**  $P_j(01\%) = 31.660 \text{ mm}$

$$I = \left(\frac{P_j}{24}\right) \quad I (01\%) = 1.319 \text{ mm/h}$$

$$I_t = I \times \left(\frac{t_c}{24}\right)^B \quad I_t (01\%) = 11.96 \text{ mm/h}$$

### ▪ Cas d'un dalot :

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle. Les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier.

La section transversale des dalots peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme rectangulaire.

#### i. Recherche les dimensions des dalots :

Le dimensionnement des dalots est en fonction du débit maximum des eaux de ruissellement captées. Pendant le temps de concentration ( $t_c$ ).

Dans notre projet, les dalots sont en béton armé qui nous donne un coefficient de rugosité  $K_{st}=70$ .

#### Calcul des débits :

$$Q_a = K \times C \times I \times A$$

$$A = 36.83 \text{ km}^2$$

$$C = 0.2$$

$$I_t (02\%) = 10.57 \text{ mm/h}$$

$$K = 0.2778$$

$$Q_a = 21.63 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### La surface mouillée :

$$S_m = 0.8H \times B$$

#### Le périmètre mouillé :

$$P_m = 1.6H + B$$

#### Le rayon hydraulique :

$$RH = \frac{0.8H \times B}{1.6H + B}$$



$$Q_a = Q_s = K_{st} \cdot J^{1/2} \cdot S \cdot R H^{2/3}$$

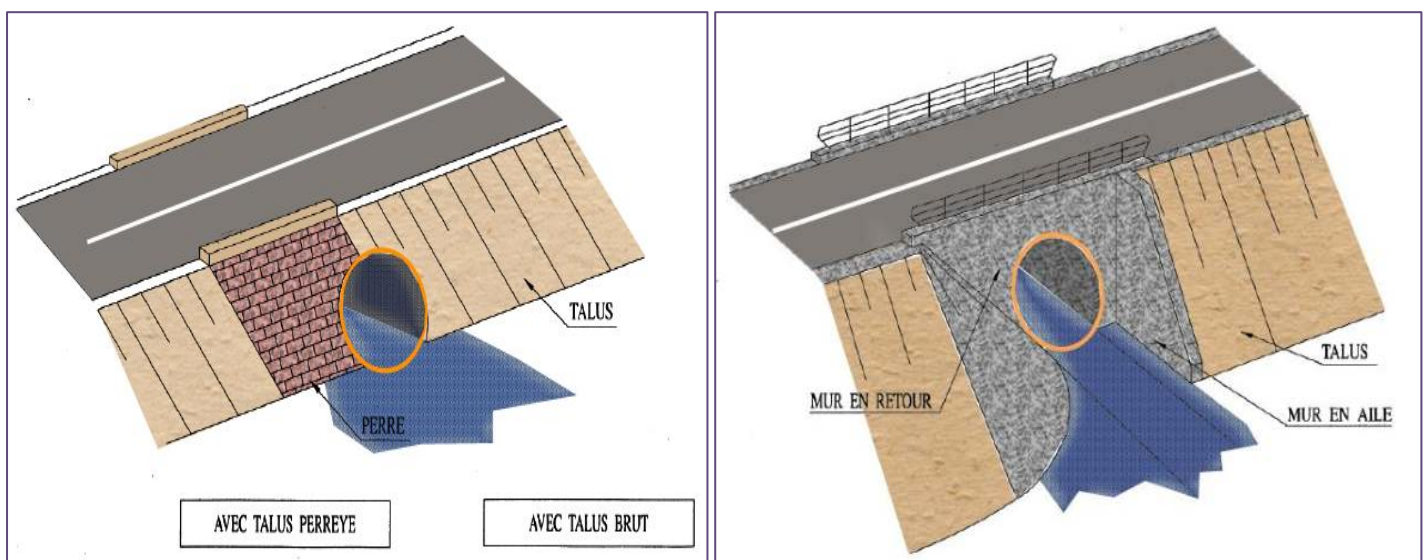
$$H = \frac{1}{0.8B} \left( \frac{Q_a}{K_{st} \cdot J^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H + B)^{2/5}$$

Et par calcul itérative on tire la valeur de H qui vérifie cette inégalité.

On fixe B=6m et on trouve : H=2.0m.

▪ **Cas d'une buse :**

Après la sortie sur site, on a remarqué que le débit des écoulements été très peu important (zone climatique III), cependant on a réalisé seulement des buses



Pour dimensionner les buses, on prend :

$$Q = \frac{1}{\eta} \cdot I^{1/2} \cdot S \cdot R^{2/3}$$

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

Ø 400, Ø 500, Ø 600, Ø 800, Ø 1000, Ø 1200, Ø 1500...etc.

$$S_m = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$P_m = \pi \times D$$

$$R = \frac{S_m}{P_m} = \frac{\pi \times \frac{D^2}{4}}{\pi \times D} = \frac{D}{4}$$

$$Q = \frac{1}{\eta} \cdot I^{1/2} \cdot S \cdot R^{2/3}$$

$$D = 2 \left[ \frac{Q \times \eta \times 2^{2/3}}{\pi \times I^{1/2}} \right]^{3/8}$$

$$I = 2\%$$

$$\eta = 0.015$$

DESIGNATION	Débit Q(m <sup>3</sup> /s)	OUVRAGE PROPOSE
<b>E1 (1+549)</b>	2.43	Buse ø 600 mm
<b>E2 (2+202)</b>	0.72	Buse ø 600 mm
<b>E3 (3+106)</b>	0.72	Buse ø 600 mm
<b>E4 (4+107)</b>	21.63	Dalot 2×3×2
<b>E5 (5+925)</b>	0.72	Buse ø 600 mm
<b>E6 (7+151)</b>	0.72	Buse ø 600 mm
<b>E6 (7+875)</b>	2.43	Buse ø 1000 mm
<b>E6 (8+900)</b>	2.43	Buse ø 1000 mm
<b>E4 (10+575)</b>	3.23	Buse ø 1200 mm
<b>E4 (12+576)</b>	2.43	Buse ø 1000 mm

# Chapitre IX

Chapitre IX

## ETUDE DU DALOT

ETUDE DU DALOT

## CHAPITRE IX : ETUDE DU DALOT

### IX.1. Généralités :

Les dalots ordinaires sont utilisés pour assurer l'écoulement des eaux sous la chaussée dans le cas de faible portée (maximum 5.00m).

On considère 2 catégories des dalots :

- **Les dalots surbaissés de section rectangulaire.**
- **Les dalots de section carrée.**

Pour les dalots à faible ouverture, on les exécute avec des portées droites. Pour les portées  $\geq 2m$ , le dalot peut avoir une portée biaise et considère deux angles 70 et 85grades dans un sens au dans l'autre.

**1<sup>ere</sup> catégorie :** (les dalots de 1.00 à 2.5m d'ouverture)

Ces dalots sont soit enterrés sous remblai de hauteur variable soit directement sous la chaussée, dans ce dernier cas, on prévoit ce pendant une épaisseur minimum (corps de chaussée) de 0.4 à 0.5 mètre au dessus de dalot en béton armé.

Ces dalots sont constitués par deux piédroits réunis à la base par un radier à face supérieur incurvée ; le radier et la dalle de couverture sont toujours exécutés en béton armé.

**2<sup>eme</sup> catégorie :** (les dalots de 2.00 à 5.00m d'ouverture)

Les dalots de cette catégorie sont constitués par deux piédroits réunis entre eux par des raidisseurs (en nombre de 3) : le radier est revêtu en hourdis plein et la couverture en béton armé

Les dalles de couverture sont en contact direct avec le corps de chaussée .c'est dans cette catégorie qu'on considère les dalots de portée biaise (70 et 85grades)

Les dalles de couverture seront s'il est possible préfabriquées pour les deux catégories de dalots, il faudrait donc une aire de préfabrication et un engin de levage.

Les piédroits seront dans les deux catégories soit en maçonnerie de moellons hourdés au mortier de ciment, soit en béton ordinaire, cette solution de beaucoup la meilleure en raison de l'homogénéité et la facilité d'exécution.

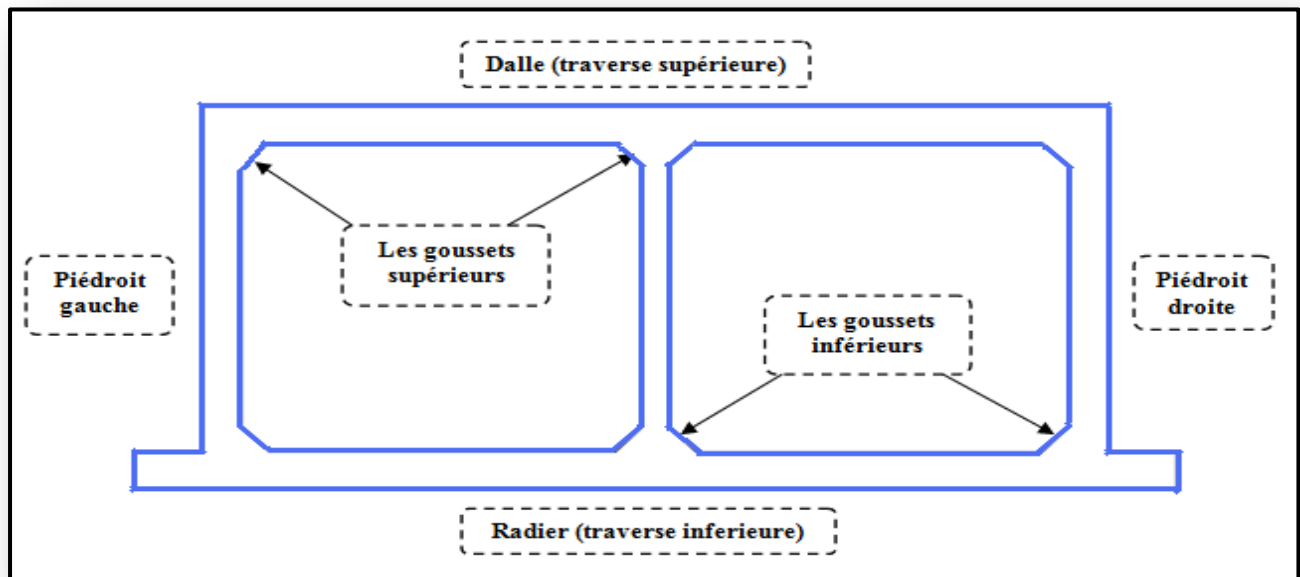
Suivant la hauteur de remblai les dalots dont l'ouverture est  $\leq 2.5\text{m}$ , la nature du terrain et la disposition de lieux, les têtes de dalots sont prolongées par des murs en aile ou des murs en retour

Pour les dalots d'ouverture  $\geq 2.00\text{mètre}$  (2eme catégorie) les têtes de dalot sont prolongées par des murs en aile.

## IX.2. Choix de type de dalot :

D'après le calcul hydraulique on a trouvé l'ouverture et la hauteur de notre dalot qui sont de **(2x3x2) m.**

Et d'après la nature du terrain et la disposition de lieux. On a choisie de réaliser des dalots droites .ces dalots sont constitués par une dalle (traverse supérieure), et deux piédroits réunis à la base par un radier (traverse inférieure) ; le radier et la dalle de couverture sont toujours exécutés en béton armé.



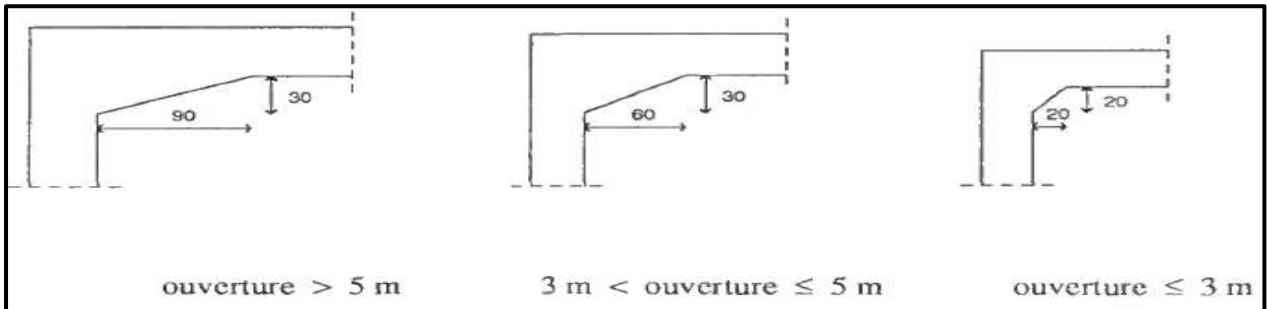
### ▪ Les goussets :

Les goussets sont destinés à améliorer l'encastrement des traverses sur les piédroits et à résorber les concentrations de contraintes. De plus, la réaction élastique du sol sur les piédroits conduit à une augmentation des moments

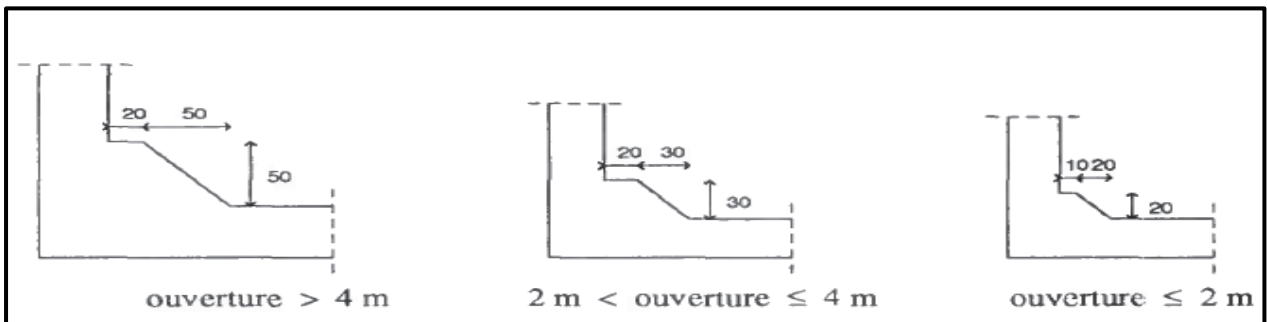
négatifs à l'encastrement traverse-piédroit ; les goussets permettent la reprise de ces efforts non pris en compte dans le calcul.

Un bon cheminement des efforts dans les encastremets étant subordonné à la forme des goussets, on adaptera leurs dimensions à la taille de l'ouvrage. Pour le dessin, les dimensions des goussets sont les suivantes :

Angle supérieur (coupe droite)



Angle inférieur (coupe droite)



**IX.3. Hypothèses de calcul :**

▪ **Béton :**

La résistance caractéristique du béton :

La compression à 28 jours d'âge  $f_{c28}=25MPa$

La traction  $f_{t28}=0.6+0.06f_{c28}$

$f_{t28}=2.1Mpa$

Résistance de calcul en flexion pour le béton :

• ELU :  $f_{bu} = \frac{0.85 \times f_{c28}}{\theta \gamma_b}$

$$\gamma_b \begin{cases} 1.5 \text{ pour combinaisons fondamentales} \\ 1 \text{ pour les combinaisons accidentelles} \end{cases}$$

$$\theta=0.85$$

On obtient  $f_{bu}=16.7MPa$

- ELS :

$$f_{bser}=0.6*fc28$$

$$f_{bser}=15MPa$$

#### ▪ **Aciers passifs :**

Ce sont des aciers à haute adhérence de nuance FeE400

La limite d'élasticité  $f_e=400$  MPa

Module d'élasticité  $E_s = 210000$  MPa

Pour les justifications à l'ELU, la contrainte de traction admissible de l'acier vaut:

$$f_{su} = f_e / \gamma_s \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \gamma_s = 1.15 \text{ combinaisons fondamentales} \\ \gamma_s = 1.00 \text{ Combinaisons accidentelles} \end{cases}$$

$$f_{su} = 348 \text{ MPa.}$$

Pour les justifications à l'ELS, la contrainte admissible en traction vaut :

$$\sigma = \min(2 / 3 f_e; 150\mu)$$

- **Sol :**

#### **Remblais :**

Densité  $\gamma = 20$  KN/m<sup>3</sup>.

- **Contrainte du sol :**

La contrainte admissible est prise égale à 1.11 bars.

### **IX.4. Dimensionnement des épaisseurs des éléments du dalot :**

#### **IX.4.a) La traverse supérieure (la dalle) :**

Peut être déterminée par la formule suivante, où " l " désigne l'ouverture biaisée de l'ouvrage

$$E = l/32 + 0.125$$

Avec un minimum de 0.30m.

#### **IX.4.b) Les piédroits et la traverse inférieure (radier) :**

Peut être déterminée par " les abaques des dimensionnements des ponts-cadre ", permettent de déterminer leur épaisseurs respectives en fonction de l'ouverture biaisée l et du " module de pseudo-élasticité " du sol " E SOL ".

En conséquence, il convient de corriger les épaisseurs données par les abaques dans le cas d'un ouvrage recevant des charges de caractère particulier (convois militaires, convois exceptionnels, etc.) Ou dans le cas d'un ouvrage sous remblai. De même, dans le cas d'un ouvrage biais.

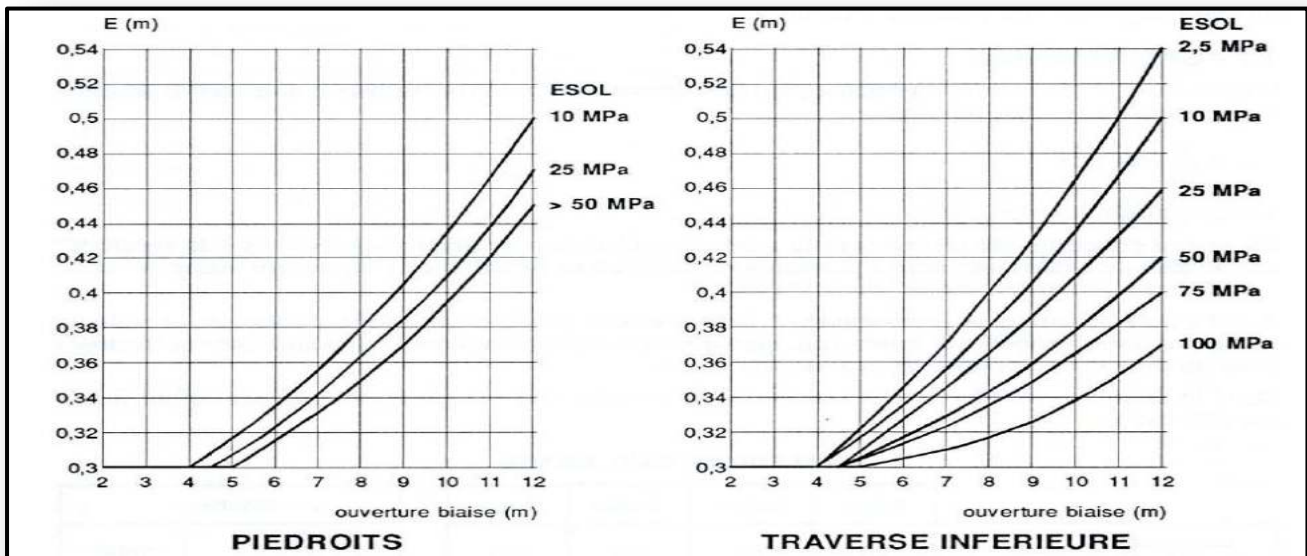
Ouvrages sous remblai :

On estime d'abord, au moyen des " abaques des dimensionnement des ponts-cadre" les valeurs qui seraient suffisantes si le remblai n'existait pas, soit  $E_{io}$ .

On majore en suite chaque épaisseur selon la formule approximative :

$$E_i = E_{io} \sqrt{1 + \frac{Hd^2}{2000 E_{io}^2}}$$

Avec : H=hauteur de remblai(m).  
d=ouverture de l'ouvrage(m).



**IX.4.c) Application :**

❖ **Epaisseur de la traverse supérieure (la dalle) :**

$E = 3/32 + 0.125 = 0.21875m.$

On prend :

**$E_{TS} = 0.30m$**

❖ **Epaisseur des Piédroits :**

$E_{sol} = 50 \text{ Mpa}$

$L = 3 \text{ m.}$

$H = 0 \text{ m.}$

A partir de l'abaque on trouve  $E_{i0} = 0.30 \text{ m}$

$E = 0.30 \times \sqrt{(1 + (0 \times 3^2 / 2000 \times 0.3^2))} = 0.33 \text{ m.}$

On prend :

**$E_p = 0.30 \text{ m}$**

❖ **Epaisseur de la traverse inferieure (radier) :**

$L = 3 \text{ m.}$

$H = 0 \text{ m.}$

A partir de l'abaque on trouve  $E_{i0} = 0.30 \text{ m}$

$E = 0.3 \times \sqrt{(1 + (0 \times 3^2 / 2000 \times 0.3^2))} = 0.30 \text{ m.}$

On prend :

**$E_{SF} = 0.30 \text{ m}$**

❖ **pour le voile intermédiaire on a choisi une épaisseur forfaitaire de 20 cm.**

❖ **Les goussets :**

D'un point de vue mécanique, les dimensions minimales données par le tableau suivant :

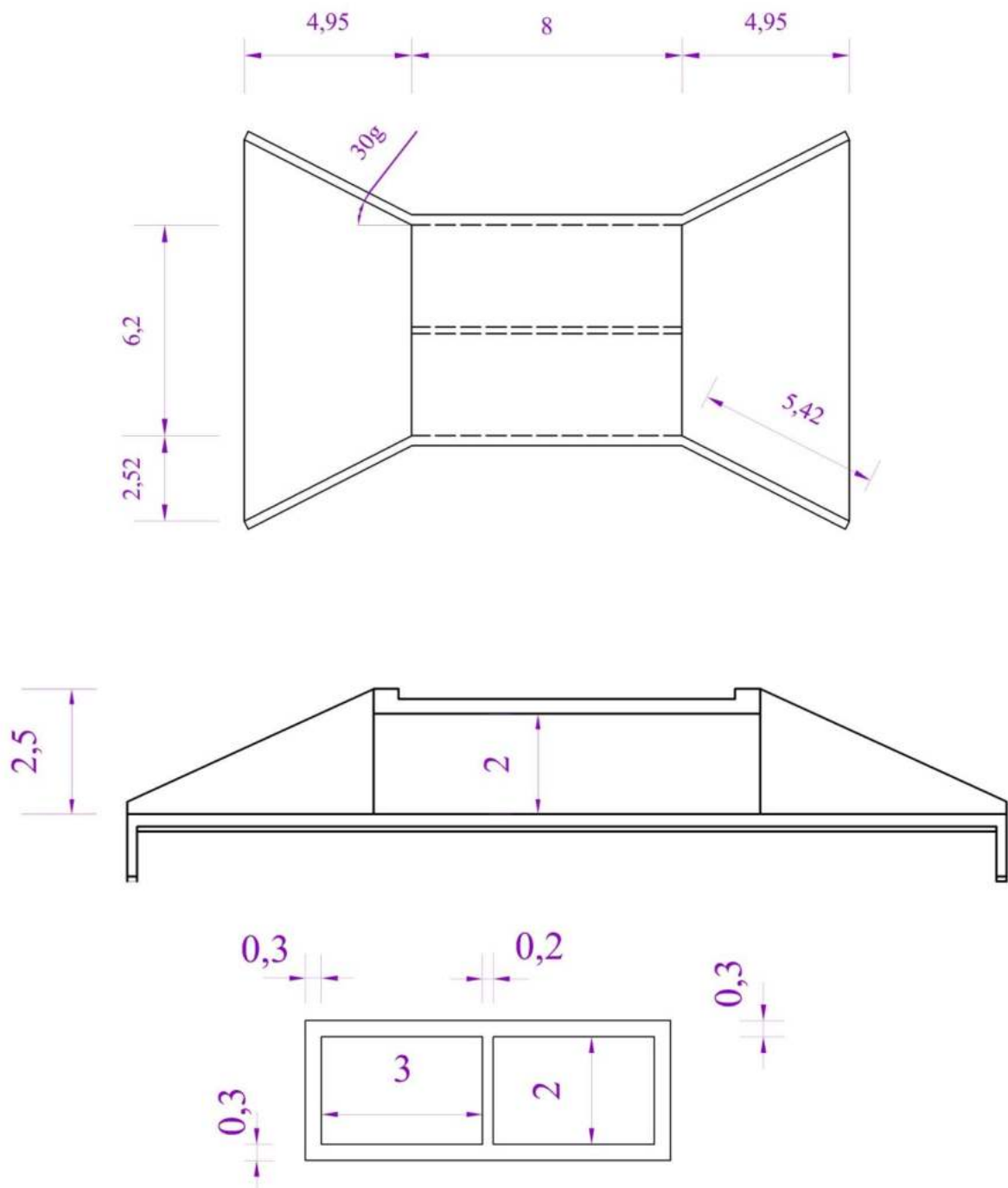
Ouverture	Gousset supérieur	Gousset inférieur (cadres)
$\leq 2 \text{ m}$	0.20x0.20 ou chanfrein	0.20x0.20 ou chanfrein
2 à 4 m	0.20 x 0.20 à 0.30 x 0.30	0.20 x 0.20 à 0.40 x 0.40
$\geq 4 \text{ m}$	0.30 x 0.30 à 0.40 x 0.40	0.40 x 0.40 à 0.50 x 0.50

Donc les dimensions de différentes épaisseurs de notre ouvrage sont données comme suite :

### IX.5. Mur en tête coulé en place :

La fonction des murs en tête est d'assurer le soutènement des remblais situés derrière les piédroits. Suivant l'angle qu'ils font avec l'axe de la voie portée, on distingue les murs en aile et les murs en retour.

Pour notre cas on choisie de réaliser des murs en aile. Il s'agit de mur en T renversé, composés d'un voile vertical de hauteur variable sur une semelle, comme il est indique dans ce schéma :



## IX.6. Charges et surcharges :

### IX.6.a) Charges permanentes :

G : ensemble des actions totales de poids propre

### IX.6.b) surcharges d'exploitations routières :

#### i. Système de charges A :

Le système de charges A est une charge uniforme dont l'intensité  $A(l)$  dépend de la longueur chargée  $l$  et les facteurs  $a_1$  et  $a_2$  dépendant du nombre de voies chargées et de la classe de l'ouvrage :

$$A(l) = (230 + 36000 / (l + 12)) \cdot a_1 \cdot a_2 \text{ (en kg/m}^2\text{)}$$

L'effort de freinage correspondant au système A en kg est égal à  $A(l) \cdot S / (20 + 0,0035S)$  où  $S$  est la surface chargée en  $m^2$ .

#### ii. surcharge trottoirs :

La surcharge de trottoirs est prise à  $150 \text{ kg/m}^2$

#### iii. Système de charges Bc :

Dans le sens longitudinal, le nombre de camions par file est limité à deux. On dispose sur la chaussée autant de camions que de voies de circulation. Il est à noter que le système Br composé d'une roue isolée de 10 tonnes est moins défavorable que les charges Bc.

Les valeurs du système Bc sont majorées d'un coefficient de majoration dynamique  $\delta$  et d'un facteur  $bc$  dont la valeur dépend du nombre de files de camions et de la classe de l'ouvrage.

$$\delta = 1 + 0,4 / (1 + 0,2 \cdot L) + 0,6 / ((1 + 4 \cdot G / S)) \quad \text{où } L : \text{longueur de l'ouvrage}$$

G : charge permanente  
S : charge Bc maximale

Pour le système Bc l'effort de freinage est égal au poids d'un seul camion :

$$Fr (Bc) = 300 \text{ KN.}$$

**iv. Surcharges militaires Mc120 :**

Le système de surcharge militaire Mc120 a une charge totale de 110 tonnes et des dimensions 4.30 m transversalement dont 1 m la largeur de la bande de circulation et 6.10m dans le sens longitudinal.

**v. Système D240 :**

Le convoi exceptionnel de Type D240 a une charge total de 240 T, distribuée sur une longueur de 18.60 m et une largeur de 3.20 m.

**IX.6.c) Combinaisons des charges :**

Action prépondérante	Combinaisons
ELU	$1,35 G + 1,6 (A(L) + ST)$
	$1,35 G + 1,6 (Bc + ST)$
	$1,35G + 1,35 MC_{120}$
	$1,35G + 1.35 D_{240}$
ELS	$G + 1.2 (A(L) + ST)$
	$G + 1.2 (Bc + ST)$
	$G + MC_{120}$
	$G + D_{240}$

**IX.7. Calcul des sollicitations :**

Le calcul de l'ouvrage a été effectué par le logiciel Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2011.

**IX.8. Textes réglementaires :**

Les textes réglementaires appliqués pour la justification de la présente note de calcul sont issus des textes suivants :

- Fascicule 61 titre II du CPC
- BAEL91 révisé 99

## IX.9. Modélisation :

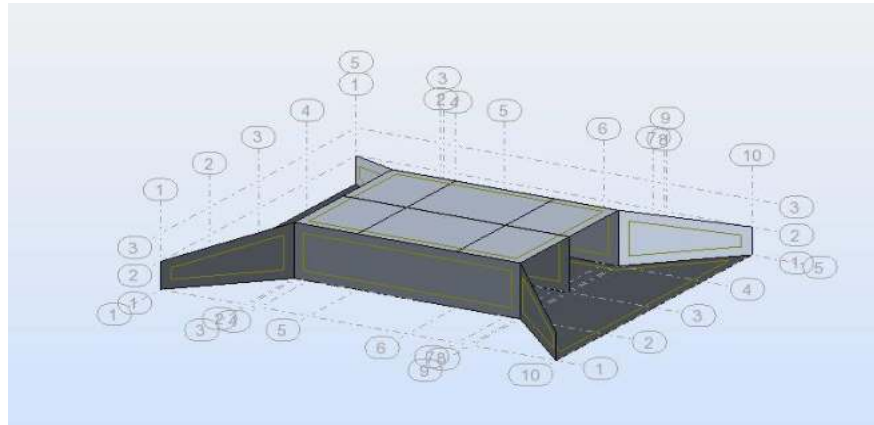


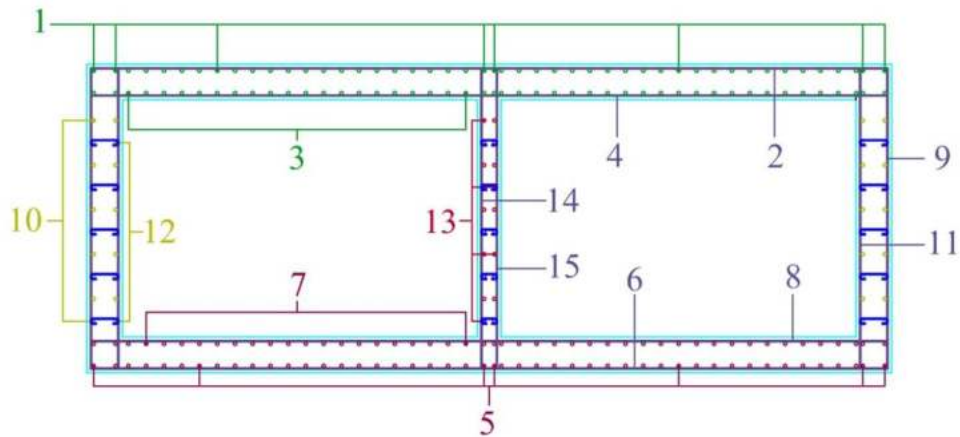
Figure -1- Vue en 3D

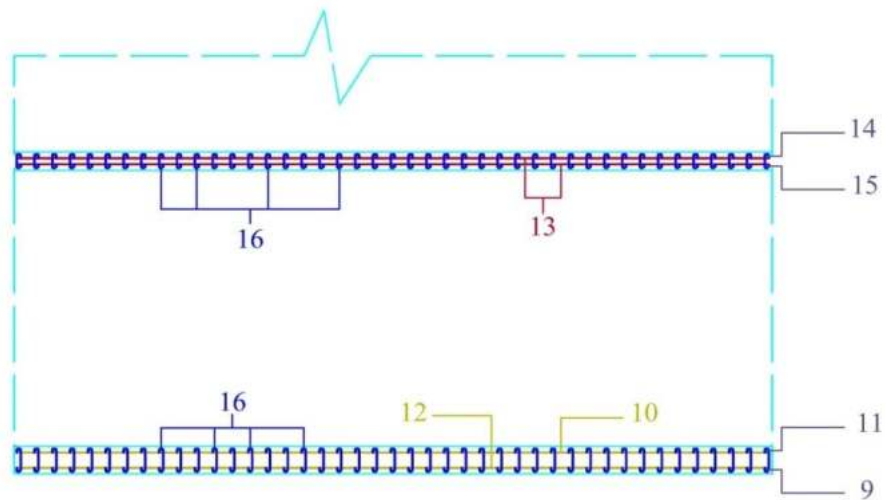
- **Chargements:**

Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
1:PP	poids propre	1A6 9A18	' PZ Moins Coef=1,00
2:CHARGE P		10	FZ1=-0.20[T/m] FZ2=-0.20[T/m] N1X=10.90[m] N1Y=3.00[m] N1Z=2.00[m] N2X=10.90[m] N2Y=9.00[m] N2Z=2.00[m]
2:CHARGE P		10	FZ1=-0.20[T/m] FZ2=-0.20[T/m] N1X=3.10[m] N1Y=9.00[m] N1Z=2.00[m] N2X=3.10[m] N2Y=3.00[m] N2Z=2.00[m]
2:CHARGE P		10	PZ1=-0.14[T/m <sup>2</sup> ] P1(10.5, 9, 2) P2(3.5, 9, 2) P3(3.5, 3, 2) P4(10.5, 3, 2)
2:CHARGE P		10	PZ1=-0.50[T/m <sup>2</sup> ] P1(11, 9, 2) P2(10.5, 9, 2) P3(10.5, 3, 2) P4(11, 3, 2)
2:CHARGE P		10	PZ1=-0.50[T/m <sup>2</sup> ] P1(3, 9, 2) P2(3.5, 9, 2) P3(3.5, 3, 2) P4(3, 3, 2)
2:CHARGE P		2 5 13A16	PZ3=-3.30[T/m <sup>2</sup> ] local N1X=0.0[m] N1Y=0.0[m] N1Z=2.00[m] N2X=1.00[m] N2Y=0.0[m] N2Z=2.00[m] N3X=0.0[m] N3Y=0.0[m] N3Z=- 2.00[m] Limitations géométriques :P1(0, 0, 2) P2(1, 0, 2) P3(0, -1, 2) P4(0, 0, 1)
4:A(L)	charge uniforme	10	PZ=-3.06[T/m <sup>2</sup> ]
5:Mc120	charge roulante	10	PZ=-5.32[T/m <sup>2</sup> ]
6:D240	charge roulante	10	PZ=-33,10[T/m <sup>2</sup> ]
7:Bc	force roulante	10	FZ=-6[T]
7:Bc	force roulante	10	FZ=-3[T]

• **Combinaisons de cas :**

COM	Nom	Type d'analyse	Nature de la combinaison	Nature du cas	Définition
8 (C)	COMB 1 G+A(L) ELU	Combinaison linéaire	ELU	permanente	$(2+4)*1.35+4*1.60$
9 (C)	COMB3 G+Mc120 ELU	Combinaison linéaire	ELU	permanente	$(2+4+5)*1.35$
10 (C)	COMB5 G+A(L) ELS	Combinaison linéaire	ELS	permanente	$(2+4)*1.00+4*1.20$
11 (C)	COMB4 G+D240 ELU	Combinaison linéaire	ELU	permanente	$(2+4+8)*1.35$
12 (C)	COMB7 G+Mc120 ELS	Combinaison linéaire	ELS	permanente	$(2+4+5)*1.00$
13 (C)	COMB8 G+D240 ELS	Combinaison linéaire	ELS	permanente	$(2+4+8)*1.00$
14 (C)	COMB2 G+Bc ELU	Combinaison linéaire	ELU	permanente	$(2+4)*1.35+(6+7)*1.60$
15 (C)	COMB6 G+Bc ELS	Combinaison linéaire	ELS	permanente	$(2+4)*1.00+(6+7)*1.20$





N	$\phi$	Esp (cm)
1	10	15
2	10	15
3	10	20
4	16	20
5	12	20
6	12	15
7	12	25
8	16	25
9	12	15
10	10	20
11	10	25
12	10	20
13	10	15
14	12	25
15	12	25
16	08	/

# Chapitre X

Chapitre X

## Conceptiones Et Etude

CONCEPTIONES ET ETUDE

## Des Carrfours

DES CARRFOURS

## CHAPITRE X : Conceptiones Et Etude Des Carrfours

### X.1. Introduction :

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

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

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

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

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

### X.3. Choix de l'aménagement :

Le choix du type d'aménagement se fait en fonction de multiples critères :

- L'environnement et la topographie du terrain d'implantation.

- L'intensité et la nature du trafic d'échange dans les différents sens de parcours.
- Objectif de fonctionnement privilégié pour un type d'utilisateur.
- Objectif de la capacité choisie.
- Objectif de sécurité.

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

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

##### **X.4.a) Carrefour à trois branches (en T) :**

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

##### **X.4.b) Carrefour à trois branches (en Y):**

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de  $90 \pm 20$  à fin d'obtenir de meilleure condition de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.
- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.
- Assurer une bonne visibilité de carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- Eviter si possible les carrefours à feux bicolores.

#### **X.5.a) La visibilité :**

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possibles, à cet effet on se rapproche aux vitesses d'approche à vide.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

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

#### **X.5.b) Triangle de visibilité :**

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommets :

- ✓ Le point de conflit.
- ✓ Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse.

#### **X.5.c) Données de base :**

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

#### **X.5.d) Les îlots :**

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

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

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

#### **X.5.e) Ilot directionnel:**

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

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

Largeur de couloirs :

- ✓ Entrée 4m.
- ✓ Sortie 5m.

## X.6. Application au projet :

### X-6-1. Carrefour 1

#### X.6.1.a Choix de type de l'aménagement:

D'après les données du trafic de chaque bronche et L'environnement et la topographie du terrain d'implantation de chaque carrefour, notre choix de type d'aménagement est réparti comme suite :

- ✓ début de projet (intersection de notre route avec la RN59 à PK36+120), on a Choisit un Carrefour giratoire pour les raison suivantes :
  - Le trafic sur la route est très important.
  - L'avantage de sécurité.
  - Stockage de véhicule a l'intérieure de lui.
  - Diminuer la vitesse.

#### X-6-a-1) Caractéristique géométrique :

##### i. Forme et dimension de l'îlot central :

###### ▪ La forme :

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

###### ▪ Dimensions :

En milieu interurbain, une valeur de 12 à 25 m en général suffisante pour notre cas, on a prit un rayon de 12m avec vitesse d'entrée 25 Km/h.

##### ii. Chaussée annulaire :

###### ▪ Largeur :

En milieu interurbain ou périurbain, une chaussée annulaire de 10.5m de largeur.

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

###### ▪ Dévers :

On a choisit un dévers uniforme de 3 % vers l'extérieur

### iii. Diagrammes de visibilité :

Carrefour giratoire du début de projet (intersection de notre projet avec la RN59) :

#### D'après le B40 :

En catégorie C3 et environnement E1 sur un alignement:  $V_A = 60\text{km/h}$  (milieu interurbain  $a = 2.5\text{m}$  (distance entre l'œil de conducteur du véhicule non prioritaire et la ligne d'arrêt)

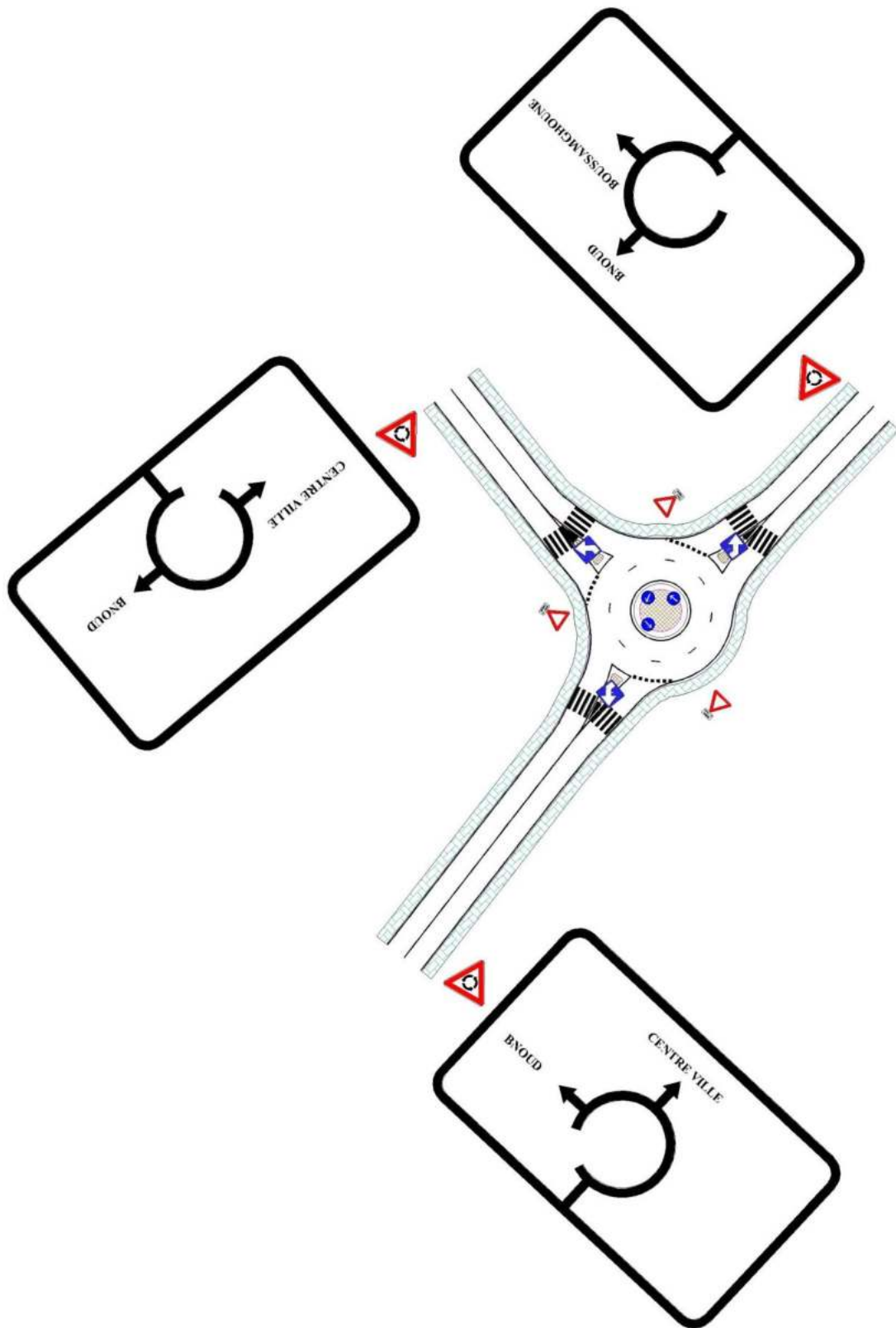
$$V_0 = 60 \text{ km/h.}$$

$$d'p \text{ (VP)} = 100\text{m.}$$

$$d'p \text{ (PL)} = 130\text{m.}$$

$$d'p \text{ (TAG)} = 110\text{m.}$$

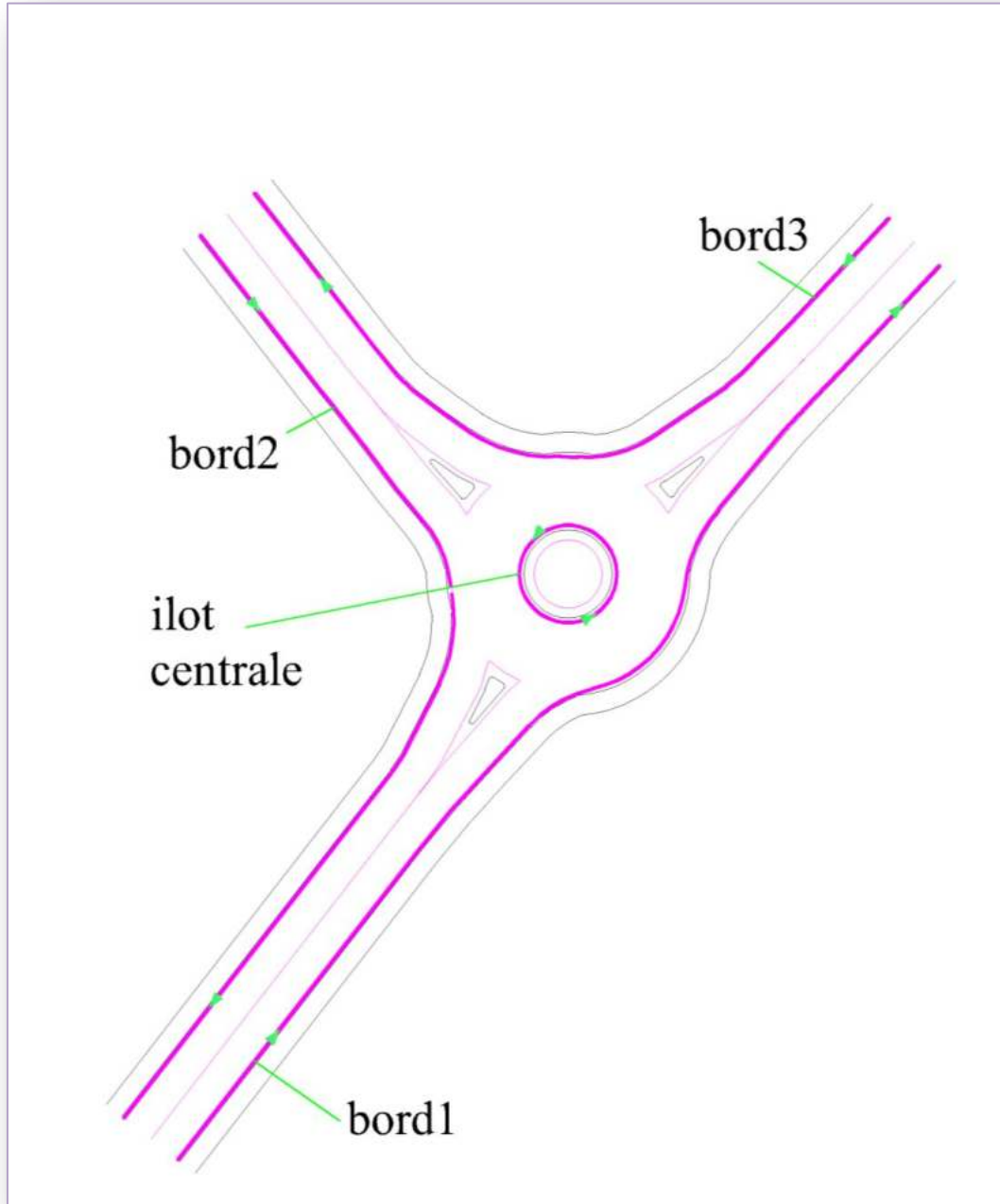
$$d'p \text{ (TAD)} = 100\text{m.}$$



Géométrie de l'anneau		
Coordonnées du centre	X	50981.770 m
	Y	3639351.435 m
Rayon extérieur		12.000 m
Rayon intérieur		3.500 m
Largeur d'anneau		7.000 m
Surlargeur franchissable		1.500 m
Distance marquage extérieur		0.500 m
Distance marquage intérieur		0.500 m

Géométrie des branches 1,2 et 3		
Caractéristiques des voies	Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau	12.000 m	15.000 m
Largeur voie sur anneau	4.000 m	5.000 m
Largeur voie courante	3.500 m	3.500 m
Terre-plein	0.000 m	0.000 m
Distance départ passage piéton	4.000 m	4.000 m
Largeur passage piéton	4.000 m	4.000 m

**X-6-1-b étude du carrefour 1 :**



Les résultats de calcul sont joints en annexe

## X-6- 2. Carrefour 2

### X.6.1.a Choix de type de l'aménagement:

D'après les données du trafic de chaque bronche et L'environnement et la topographie du terrain d'implantation de chaque carrefour, notre choix de type d'aménagement est réparti comme suite :

- ✓ Notre projet fait une intersection avec l'évitement d'El-abiodh Sid Cheikh à 0+913, on a Choisit un Carrefour giratoire pour les raison suivantes :
  - Le trafic sur la route est très important.
  - L'avantage de sécurité.
  - Stockage de véhicule a l'intérieure de lui.
  - Diminuer la vitesse.

### X.6.a) Caractéristique géométrique :

#### iv. Forme et dimension de l'îlot central :

##### ▪ La forme :

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

##### ▪ Dimensions :

En milieu hors urbain, une valeur de 15 à 30 m en général suffisante pour notre cas, on a prit un rayon de 30m avec vitesse d'entrée 40 à 50 Km/h.

#### v. Chaussée annulaire :

##### ▪ Largeur :

En milieu hors urbain ou périurbain, une chaussée annulaire de 12m de largeur.

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

##### ▪ Dévers :

On a choisit un dévers uniforme de 3 % vers l'extérieur

**i. Diagrammes de visibilité :**

Carrefour giratoire du début de projet (intersection de notre projet avec l'évitement d'El-Abiodh Sid Cheikh)

**D'après le B40 :**

En catégorie C3 et environnement E1 sur un alignement:  $V_A = 80\text{km/h}$   $a = 2.5\text{m}$   
(distance entre l'œil de conducteur du véhicule non prioritaire et la ligne d'arrêt)

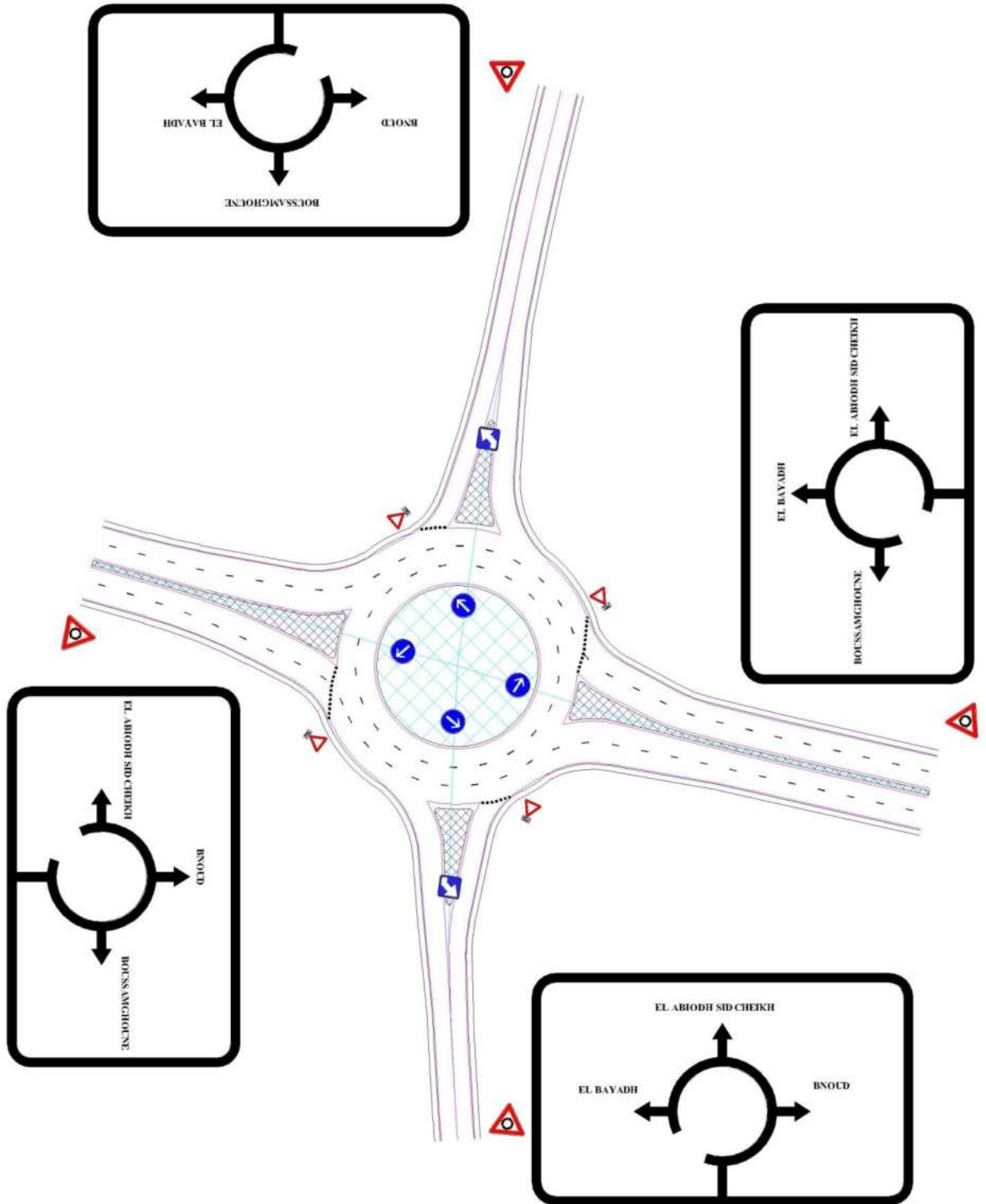
$$V_0 = 80 \text{ km/h.}$$

$$d'p \text{ (VP)} = 130\text{m.}$$

$$d'p \text{ (PL)} = 175\text{m.}$$

$$d'p \text{ (TAG)} = 175\text{m.}$$

$$d'p \text{ (TAD)} = 165\text{m.}$$



Géométrie de l'anneau		
Coordonnées du centre	X	50248.722 m
	Y	3639838.648 m
Rayon extérieur		30.000 m
Rayon intérieur		17.500 m
Largeur d'anneau		12.000 m
Surlargeur franchissable		0.000 m
Distance marquage extérieur		0.500 m
Distance marquage intérieur		0.500 m

Géométrie des branches 1et 3		
Triangle de construction	Ilot central	
Rayon de raccord	0.600 m	
Distance de l'anneau	1.000 m	
Distance de marquage	0.500 m	
Caractéristiques des voies	Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau	15.000 m	22.000 m
Largeur voie sur anneau	8.000 m	9.000 m
Largeur voie courante	7.000 m	7.000 m
Rayon de raccord sur voie courante	120.000 m	120.000 m
Terre-plein	0.50m	0.50m

Géométrie des branches 2et 4		
Point de référence	X	50248.722 m
	Y	3639838.648 m
Rayon de raccord	0.600 m	
Distance de l'anneau	1.000 m	
Distance de marquage	0.500 m	
Caractéristiques des voies	Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau	15.000 m	22.000 m
Largeur voie sur anneau	4.000 m	5.000 m
Largeur voie courante	3.500 m	3.500 m
Terre-plein	0.000 m	0.000 m

# Chapitre XI

Chapitre XI

**SIGNALISATION**

SIGNALISATION

**ET ELAIRAGE**

EL ELAIRAGE

## **CHAPITRE XI : SIGNALISATION ET ELAIRAGE**

---

### **1<sup>ER</sup> PARTIE : SIGNALISATION**

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

Le rôle joué par la signalisation routière dans la sécurité et l'exploitation des Infrastructures n'est plus à démontrer.

Elle constitue aujourd'hui encore et pour longtemps le principal média d'information, entre d'une part, le gestionnaire de voirie et l'autorité de police, et d'autre part, les usagers de la route.

Visibilité, lisibilité, uniformité, homogénéité, simplicité, continuité des directions signalées, cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constitue les grands principes de la signalisation.

Ils sont intangibles pour que l'utilisateur puisse toujours la comprendre.

#### **XI.2. Signalisation :**

L'importance de la signalisation a été énoncée au début du chapitre (à l'introduction du chapitre).

On confirme à nouveau que la signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité).

Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

#### **XI.3. Les types de signalisation :**

On distingue deux familles de signalisation :

- Signalisation horizontale.
- Signalisation verticale.

**XI.3.a) Signalisations horizontales :**

Elles comportent uniquement les marques sur chaussée ; Elle se divise en deux types :

❖ **Lignes longitudinales :**

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve :

▪ **Les lignes continues :**

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.

▪ **Les lignes discontinues :**

Sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive). voir le tableau de sous :

✓ **Modulation des lignes discontinues :**

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

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T <sub>1</sub>	3.00	10.00	$\frac{1}{3}$
T <sub>2</sub>	3.00	3.5	1
T <sub>3</sub>	3.00	1.33	3

✓ **Marques sur chaussée :**- **Les lignes mixtes :**

Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

❖ **Lignes transversales :**

Elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

▪ **Ligne stop :**

C'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.

❖ **Autres signalisation :**▪ **Les flèches de rabattement :**

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

▪ **Les flèches de sélection :**

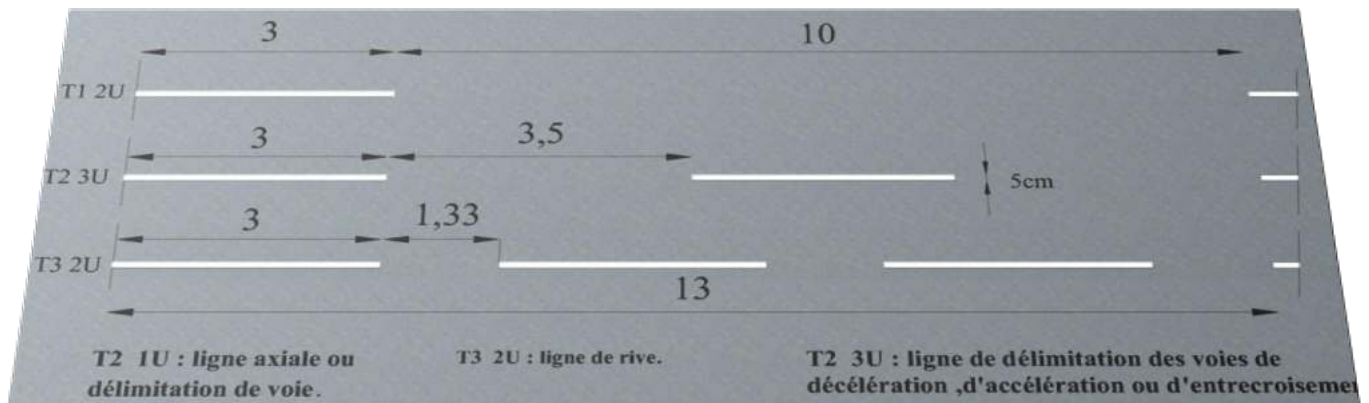
Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.

✓ **Largeur des lignes :**

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

- U=7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.
- U=6cm sur les routes et voies urbaines.
- U=5cm sur les autres routes.

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 5cm.



**Fig -1- ypes de modulation**  
Référence signalisation routière (art-144)

**XI.3.b) Signalisations verticales :**

Elle se fait à l'aide des panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

❖ **Signalisation avancée :**

Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection.

Le signale B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

### ❖ Signalisation de position :

Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route ou les usagers doivent marquer l'arrêt.

### ❖ Signalisation de direction :

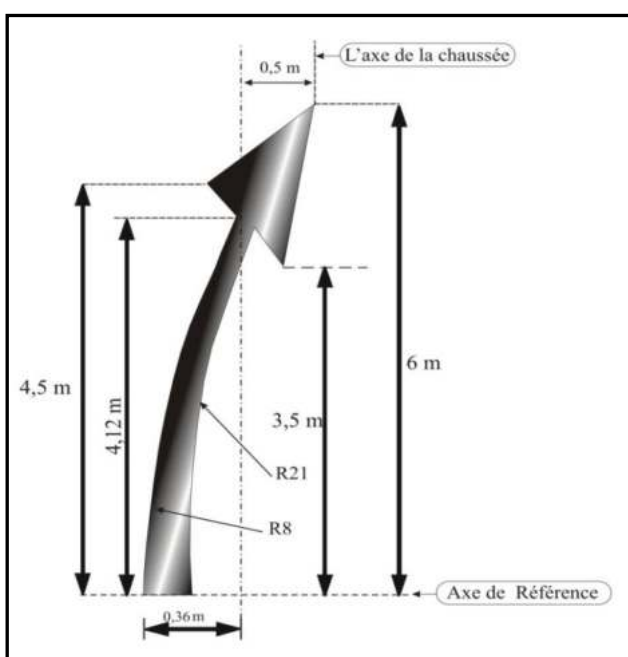
L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

## XI.4. Application au projet :

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

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'intersection ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

### Exemple Des signalisations horizontales :



## Exemple Des signalisations verticales :



**A1b**  
Virage à gauche



**A1a**  
Virage à droite



**A3**  
Chaussée rétrécie



**A13a**  
Endroit fréquenté par les enfants



**A13b**  
Passage pour piéton



**A15a2**  
Passage d'animaux domestiques



**AB3a**  
Cédez le passage à l'intersection. Signal de position



**AB6**  
Indication du caractère prioritaire d'une route



**AB7**  
Fin du caractère prioritaire d'une route



**AB4**  
Arrêt à l'intersection dans les conditions définies à l'article R.415-6 du code de la route. Signal de position



**AB25**  
Carrefour à sens giratoire



**B14**  
Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée



**B14**  
Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée

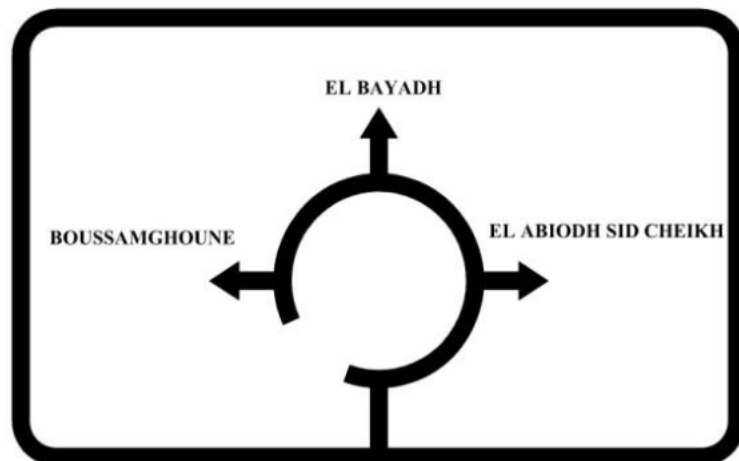


**B21-1**  
Obligation de tourner à droite avant le panneau.

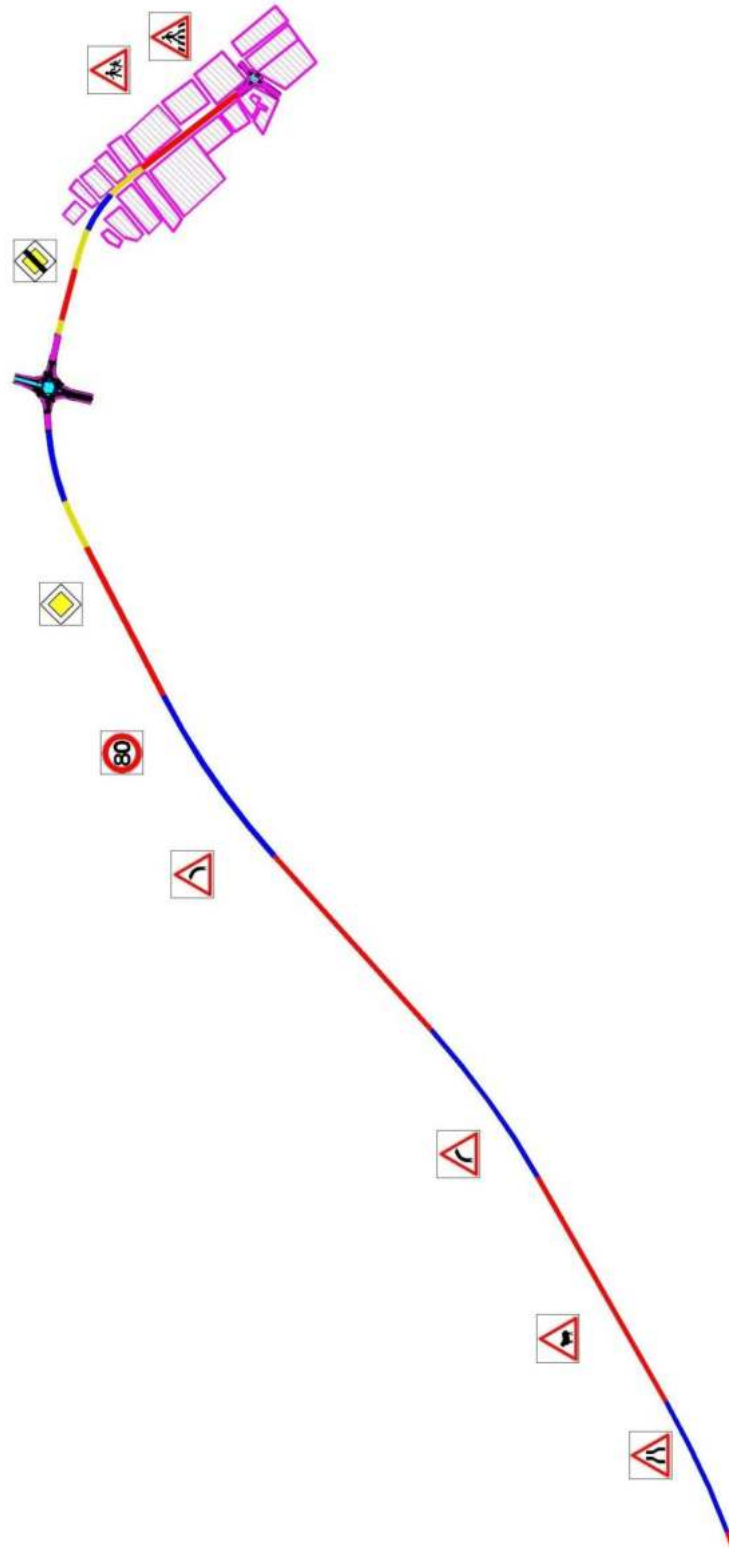


**B14**  
Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée

- Type E :



## Détail de signalisation d'un tronçon du tracé dans un seul sens :



## **2<sup>EME</sup> PARTIE : ECLAIRAGE**

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

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

### **XI.2. Catégories d'éclairage :**

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Éclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Éclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

### **XI.3. Paramètres de l'implantation des luminaires :**

- L'espacement (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

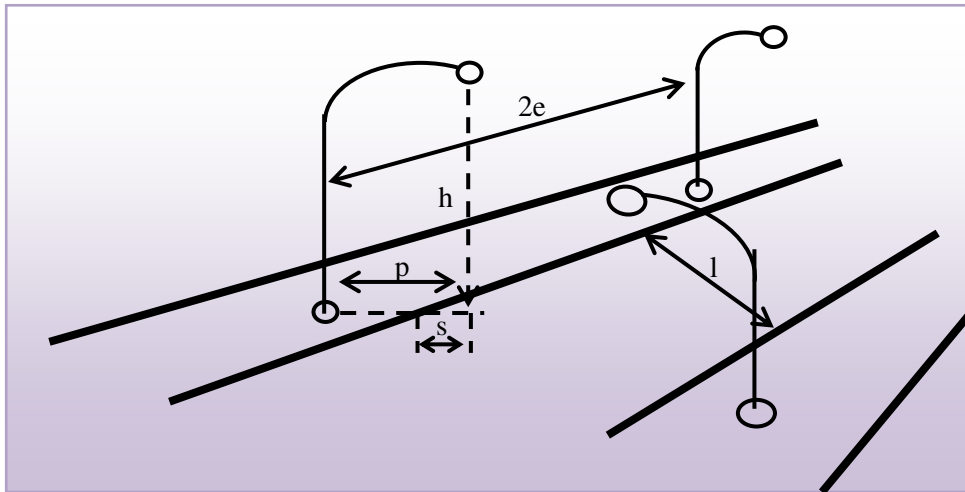


Figure -1- Paramètres de l'implantation des luminaires.

#### **XI.4. Application au projet :**

Éclairage de la voie (à partir de PK0+000 jusqu'au PK 0+913) :

La bordure doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux on place. Ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairement se raccordent sans discontinuité. La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre route

# Chapitre XII

Chapitre XII

**Devis Estimatif**

Devis Estimatif

**et Quantitatif**

et Quantitatif

## Devis Estimatif Et Quantitatif

Désignation	Unité	PU : DA	Quantité	Prix : DA
<i>Abattage des arbres 20 à 40 cm</i>	U	880	0	0
<b>Terrassement</b>				
<i>Déblais en sol inutilisable mise en dépôt</i>	M <sup>3</sup>	300	0	0
<i>Remblais en provenance d'emprunts</i>	M <sup>3</sup>	700	163990	114793000
<i>Déblais mis en remblais</i>	M <sup>3</sup>	400	17499	6999600
<i>Décapage des terres végétales (0.2m)</i>	M <sup>2</sup>	90	38531	3467790
<b>TOTAL 1</b>				<b>125260390</b>
<b>Chaussée</b>				
<i>couche de fondation TUF1</i>	M <sup>3</sup>	600	29845	17907000
<i>couche de base GB (2.4t/m<sup>3</sup>)</i>	T	4500	25236	113562000
<i>couche de revêtement BB (2.2t/m<sup>3</sup>)</i>	T	6000	13875.4	83252400
<i>couche d'imprégnation (0.75 kg/m<sup>2</sup>)</i>	T	45000	78.84	3547800
<i>couche d'accrochage dose à (0.25kg/m<sup>2</sup>)</i>	T	42000	26.28	1103760
<b>TOTAL 2</b>				<b>219372960</b>
<b>Assainissement</b>				
<i>foussée en terre</i>	ML	100	6132	613200
<i>Buses Φ =600mm</i>	ML	12000	69	828000
<i>Buses Φ =1000mm</i>	ML	40000	42.31	1692400
<i>Buses Φ =1200mm</i>	ML	45000	18.87	849150
<i>Dalot</i>	M <sup>3</sup>	22000	42.18516	928073.52
<b>TOTAL 3</b>				<b>4910823.52</b>
<b>TOTAL 1 + 2 + 3</b>				<b>349544173.5</b>
<i>Signalisation</i>		F5%		17477208.68
<b>TOTAL4</b>				<b>17477208.68</b>
<i>Installation du chantier</i>		F2%		6990883.47
<b>TOTAL5</b>				<b>6990883.47</b>
<i>Contrôle (bureau d'etude et laboratoire)</i>		F2%		6990883.47

<i>TOTAL6</i>	<i>6990883.47</i>
<i>TOTAL GENERAL</i>	<i>381003149.1</i>

<i>TVA 17%</i>	<i>64770535.35</i>
<i>TOTAL TTC</i>	<i>445773684.5</i>

Total General = *381 003 149.10 DA*

Total TTC = *445 773 684.5*

*QUATRE CENT QUARANTE CINQ MILLION et SEPT CENT  
SOIXANTE DIX-SEPT MILLE et SIX CENT QUATRE-VINGT  
QUATRE DINARS ALGERIEN et CINQUANTE CENTIME*

**CONCLUSION GENERALE**  
CONCLUSION GENERALE

## CONCLUSION GENERALE

---

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

Sachant bien que notre pays souffre énormément des problèmes de trafic, notre projet vient donc pour donner un nouveau souffle à notre économie, en réalisant liaison entre El-abiodh Sid Cheikh et Boussemgoune

Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, directives et recommandations liés au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps l'a prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle

# ***BIBLIOGRAPHIE***

---

- Cours de routes de 4<sup>ème</sup> année ENSTP.
- Cours de 5<sup>ème</sup> année ENSTP.
- Cours d'hydraulique de 4<sup>ème</sup> année ENSTP.
- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).
- Les Signaux Routiers (SETRA).
- ENSTP : anciens mémoires de Fin d'étude.
- Aménagement des carrefours (SETRA).
- Site internet :

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