



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم

University Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem

كلية العلوم و التكنولوجيا

Faculty of Sciences and Technology

قسم الهندسة المدنية و المعمارية

Civil engineering & architecture department



N° d'ordre : M ...../GCA/2020

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie Civil

Spécialité : VOA

### *Thème*

ETUDE D'UN ECHANGEUR AU NIVEAU DE L'INTERSECTION  
DE LA DEUXIEME ROCADE D'ORAN AVEC CHEMIN DE  
WILAYA35

Présenté par :

- Dahou Amir Abdelkader
- Bendadi Mohamed Amine

*Soutenu le 25 /06 / 2020 devant le jury composé de :*

**Président :** Mmd.Elmascri Setti

**Examineur:**Mr.Rouam Serik Mohamed

**Encadrant :** Mmd.Guerzou Tourkia

**Co-Encadrant :** Mr.Zelmat Yassine

**Année Universitaire : 2019 / 2020**

# **SOMMAIRE**

Introduction générale	01
-----------------------	----

## **Chapitre I présentation du projet**

I.1. Généralité sur la wilaya d'Oran	03
I.1.1 Taux de croissance de la population	03
I.1.2 Daïra et nombre de communes	04
I.1.3 Infrastructures de base existante	04
I.1.4 Infrastructures portuaires	04
I.2. PRESENTATION DE L'ECHANGEUR	05
I.3. JUSTIFICATION DU PROJET	06
I.4. OBJECTIFS DU PROJET	06

## **Chapitre II Etude du trafic**

II.1. Introduction	08
II.2.ETUDE DE TRAFIC	08
II.3.VOCABULAIRE	09
II.4.L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS	09
II.5. DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC	10
II.6. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC	10
II.7. Conclusion	11
II.8. LES CAPACITES DES DIFFERENTS TYPE DE VOIES	11
II.9 CAPACITE PRATIQUE DES ROUTES	12
II.10. Calcul de la capacité	13
II.11. Calcul de trafic effectif	13
II.12. Débit de point horaire normal	14
II.13. Débit horaire admissible	14
II.14. DONNEES DE TRAFIC	15
II.14.1 APPLICATION SUR LA DEUXIEME ROCADE SUD D'ORAN	16
II.14.2 APPLICATION SUR la CW35	17
II.14.3 APPLICATION SUR LES BRETELLES ET LES BOUCLES	18
II.15. CONCLUSION	20

## **Chapitre III Structure de la chaussée**

III.1. Définition	22
III.2.LES EFFORTS DUS AUX VEHICULES	22
III.3. RESISTANCE DES SOLS DE FONDATION	22
III.4. DEFINITION DE LA CHAUSSEE	23
III.5. Les différentes catégories de chaussées	23
III.6.CHOIX DU TYPE DE CHAUSSEE	25
III.7. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE	25
III.8.METHODE DE C.B.R	25
III.9. NOTION D'ÉPAISSEUR EQUIVALENTE	26
III.10. GABARIT DE LA CHAUSSEE	27
III.11. APPLICATION AU PROJET	28

### **Chapitre IV Choix de l'échangeur**

IV.1. Introduction	37
IV.2.DEFINITION	37
IV.3.ROLE D'UN ECHANGEUR	37
IV.4.AVANTAGE DE L'ECHANGEUR	37
IV.5.INCONVENIENTS DE L'ECHANGEUR	38
IV.6.CRITERE DE BASE	38
IV.7.CONDITION A RESPECTER	38
IV.8. TYPES D'ECHANGEURS	38
IV.9. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ECHANGEURS	41
IV.10. CRITERES DE CHOIX DE L'ECHANGEUR	41
IV.11. ETUDES DES SOLUTIONS PROPOSENT	42
IV.12. CONCLUSION	44
IV.13. DISPOSITION D'IMPLANTATION	44
IV.14. CHOIX DE L'ECHANGEUR	44

### **Chapitre V Normes géométriques**

V.1.Introduction	47
V.2.CATEGORIE ET VITESSE DE REFERENCE	47

### **Chapitre VI TRACE EN PLAN**

VI.1. DEFINITION	49
VI.2.REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN	49
VI.3. LES ELEMENTS GEOMETRIQUES DU TRACE EN PLAN	50

VI.4.ELEMENTS DE LA CLOTHOIDE	54
VI.5.COMBINAISONS DES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN	55
VI.6. VITESSE DE REFERENCE	56
VI.7.APPLICATION AU PROJET	56
VI.8. LES BRETELLES	57
VI.9. EXEMPLE DE CALCUL D'AXE MANUEL	60

### **Chapitre VII profil en long**

VII.1. Définition	64
VII.2. TRACE DE LA LIGNE ROUGE	64
VII.3. ELEMENTS CONSTITUANTS DE LA LIGNE ROUGE	64
VII.4. Coordination du tracé en plan du profil en long	65
VII.5.RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG	65
VII.6.NORMES PRATIQUES DU PROFIL EN LONG	67
VII.7. DEVERS	68
VII.8. TRACE PROPOSE	69

### **Chapitre VIII Profil en travers**

VIII.1. DEFINITION	71
VIII.2.CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS	71
VIII.3.LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS	72
VIII.4.PROFIL EN TRAVERS SOUS L'OUVRAGE D'ART	73
VIII.5.PROFIL EN TRAVERS SUR L'OUVRAGE D'ART	73

### **Chapitre IX Ouvrage d'art**

XI.1. INTRODUCTION	76
XI.2.PRESENTATION DE L'OUVRAGE	76
XI.3. CHOIX DU TYPE DE L'OUVRAGE	77
XI.4. CONCLUSION	80

### **Chapitre X Cubatures**

X.1.Introduction	91
X.2.Définition	91
X.3.CUBATURE DE TERRASSEMENT	91
X.4.METHODE DE CALCUL DES CUBATURES	91
X.5. DESCRIPTION DE LA METHODE UTILISE	92

## **Chapitre XI Assainissement**

XI.1.Introduction	96
XI.2.Objectif de l'assainissement	96
XI.3.Assainissement de la chaussée	96
XI.4.DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES	97
XI.5.DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATIONS	98

## **Chapitre XII Signalisation**

XII.1.SIGNALISATION	102
XII.2.TYPE DE SIGNALISATION	102
XII.3.LES CRITERES DE CONCEPTION DE LA SIGNALISATION	103
XII.4.APPLICATION AU PROJET	103
XII.2.Eclairage	106
XII.3.PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES	106
XII.4.APPLICATION AU PROJET	107

## **Chapitre XIII Impact sur l'environnement**

XIII.1.INTRODUCTION	109
XIII.2.IMPACT NEGATIF	109
XIII.3.LES IMPACTES POSITIFS IMPACTES SOCIOECONOMIQUE	111
XIII.4.CONCLUSION	111

## **Chapitre XIV Piquetage des axes**

XIV.1.DEFINITION	113
XIV.2.IMPLANTATION DE L'AXE SUR LE TERRAIN	113
XIV.3.APPLICATION AU PROJET	115

## **Chapitre XV Devis quantitatif et estimatif**

XV. Devis estimatif et quantitatif	131
Conclusion Générale	135
ANNEXE	

## LISTE DES FIGURES

Introduction générale	01
<b>Chapitre I présentation du projet</b>	
Figure N°1 : Carte géographique de la wilaya d'Oran.	03
Figure N°2 : Limitrophe de la wilaya d'Oran	04
Figure N°3 : Carte du réseau routier de la wilaya d'Oran.	05
Figure N°4 : Vue satellitaire de l'échangeur de la deuxième rocade sud d'Oran avec CW35.	06
Figure N°5 : Vue de site de projet.	06
<b>Chapitre III Structure de la chaussée</b>	
Figure N°6 : Coupe type d'une chaussée souple.	24
Figure N°7 : Différentes couches du corps de chaussée Rocate	30
Figure N°8 : Différentes couches du corps de chaussée CW35	32
Figure N°9 : Différentes couches du corps de chaussée Bretelle et Boucle	34
<b>Chapitre IV Choix de l'échangeur</b>	
Figure N°10 : Les types de l'échangeur	40
Figure N°11 : Le choix de l'échangeur	45
Figure N°12 : schéma du tracé de l'échangeur de notre projet	45
<b>Chapitre VI TRACE EN PLAN</b>	
Figure N°13 : éléments de la clothoïde	54
Figure N°14 : Courbe a inflexion.	56
Figure N°15 : Courbe en anse de panier.	56
Figure N°16 : voie de décélération.	59
Figure N°17 : Courbe de clothoïde symétrique.	60
<b>Chapitre VII Profil en travers</b>	
Figure N°18 : élément constatifs du profil en travers normal	72
<b>Chapitre X Cubatures</b>	
Figure N°19 : Schéma descriptif de Calcul de volume.	92
Figure N°20 : Calcul volume déblai, Remblai.	93
<b>Chapitre XII Signalisation et Eclairage</b>	
Figure N°21 : flèches de sélection.	104
Figure N°22 : Schémas de marquage par hachures	105

## Liste des figures

---

<b>Figure N°23</b> : les signaux d'identification des routes (type E).	105
<b>Figure N°24</b> : panneaux du rentré et de la sortie d'une autoroute.	106
<b>Figure N°25</b> : paramètres de l'implantation	107

## **LISTE DES TABLEAUX**

### **Chapitre II Etude du trafic**

<b>Tableau N°1</b> : valeurs du exprimées en UVP / jour	12
<b>Tableau N°2</b> : raisonne sur les débits horaires	12
<b>Tableau N°3</b> : valeurs du coefficient P	14
<b>Tableau N°4</b> : valeurs de K1 en fonction de l'environnement	15
<b>Tableau N°5</b> : valeurs de K2 en fonction de l'environnement	15
<b>Tableau N°6</b> : Valeurs de capacité théorique.	

### **Chapitre III Structure de la chaussée**

<b>Tableau N°7</b> : coefficients d'équivalence pour chaque matériau	27
<b>Tableau N°8</b> : épaisseurs du corps de chaussée	29
<b>Tableau N°9</b> : épaisseurs du corps de chaussée	31
<b>Tableau N°10</b> : épaisseurs du corps de chaussée	33

### **Chapitre V Normes géométriques**

<b>Tableau N°11</b> : Les normes (B40)	48
--	----

### **Chapitre VI TRACE EN PLAN**

<b>Tableau N°12</b> : Devers en fonction de l'environnement.	51
<b>Tableau N°13</b> : Les rayons et sur largeur	53
<b>Tableau N°14</b> : Les normes (B40)	57
<b>Tableau N°15</b> : type de bretelles.	57
<b>Tableau N°16</b> : B40 L, l	58
<b>Tableau N°17</b> : Norme B40 L, Ls.	59
<b>Tableau N°18</b> : la largeur d'entrecroisement et qui est en fonction de la vitesse.	60

### **Chapitre VII profil en long**

<b>Tableau N°19</b> : paramètres du profil en long.	67
<b>Tableau N°20</b> : Les valeurs des déclivités des rayons verticaux.	68

### **Chapitre VII Profil en travers**

<b>Tableau N°21</b> : Surlargeur en fonction de la vitesse.	73
<b>Tableau N°22</b> : Composition des profils en travers	74

### **Chapitre XI Assainissement**

<b>Tableau N°23</b> : Coefficient de ruissellement.	98
---	----

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau N°24</b> : variation de Gauss.	99
---	----

### **Chapitre XII Signalisation**

<b>Tableau N°25</b> : modulations des lignes discontinues	103
---	-----

### **Chapitre XIV Piquetage des axes**

<b>BOUCLE 1</b> : axe en plan	115
<b>BOUCLE1</b> : profil en long	116
<b>BOUCLE2</b> : axe en plan	117
<b>BOUCLE2</b> : profil en long	118
<b>BOUCLE3</b> : axe en plan	118
<b>BOUCLE3</b> : profil en long	120
<b>BOUCLE4</b> : axe en plan	121
<b>BOUCLE4</b> : profil en long	122
<b>BRETELLE 1</b> : axe en plan	123
<b>BRETELLE 1</b> : profil en long	124
<b>BRETELLE 2</b> : axe en plan	125
<b>BRETELLE 2</b> : profil en long	126
<b>BRETELLE 3</b> : axe en plan	126
<b>BRETELLE 3</b> : profil en long	128
<b>BRETELLE 4</b> : axe en plan	129
<b>BRETELLE 4</b> : profil en long	130

### **Chapitre XV Devis quantitatif et estimatif**

Devis estimatif et quantitatif	131
Conclusion Générale	135

ANNEXE

# Chapitre I

Présentation du

Projet

## 1. GENERALITE SUR LA WILAYA D'ORAN :

La wilaya d'Oran s'entend sur une superficie de 2121 km<sup>2</sup>. c'est une ville portuaire de la mer méditerranée située au nord-ouest de l'Algérie à 432 km de la capital Alger et le chef-lieu de la wilaya du même nom en bordure de golfe d'Oran.

La ville est située au fond d'une baie ouverte au nord et dominée directement à l'ouest par la montagne de l'Aidour d'une hauteur de 429 m ainsi que par le plateau de Moulay Abdelkader El- jilani.

La wilaya d'Oran compte 26 communes périphériques dont 09 sont des chefs-lieux de daïra en 2016 la commune comptait 80500 habitants alors que la population de l'agglomération oranaise était d'environ 2500 000 habitants.



Figure N°1: carte géographique de la wilaya d'Oran.

### 1.1 Taux de croissance de la population :

Le taux d'accroissement annuel moyen de la wilaya était de 2,45%. Répartition de la population occupée par secteur d'activité

BTPH : 36%.

- Commerces : 18%.

- Transport est communication : 9%.
- Hôtellerie et restauration : 8%.
- Industrie : 6%.

### 1.2 Daïra et nombre de communes :

- 9 Daïras.
- 26 communes.

### 1.3 Infrastructures de base existantes :

#### 1.3.1 Réseau routier :

- Routes nationales 187KM.
- Chemins de wilaya 592KM.
- Chemins communaux 291 Km.
- AUTOROUTES .

### 1.4 Infrastructures portuaires :

La wilaya compte trois ports possédant :

- Port d'Oran : 2<sup>ème</sup> Port commercial du pays.
- Port d'Arzew : 1<sup>er</sup> Port pétrolier du pays.
- Port de BETHIOUA : Port pétrolier du pays.

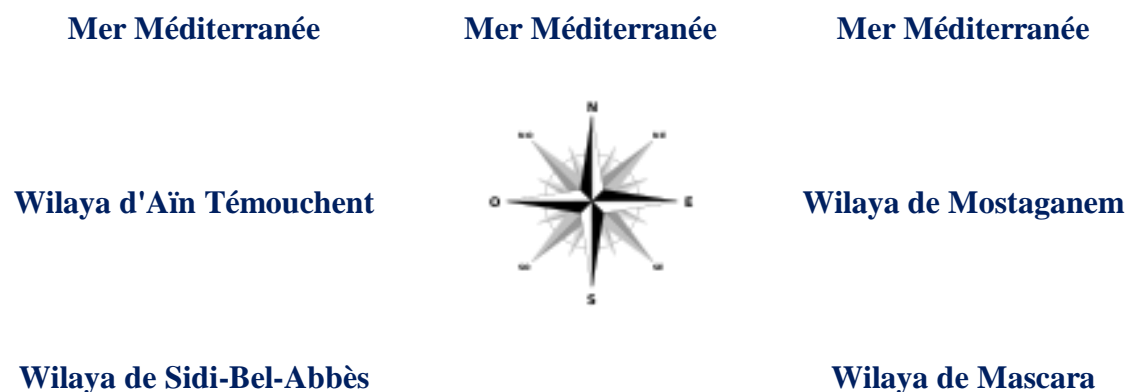
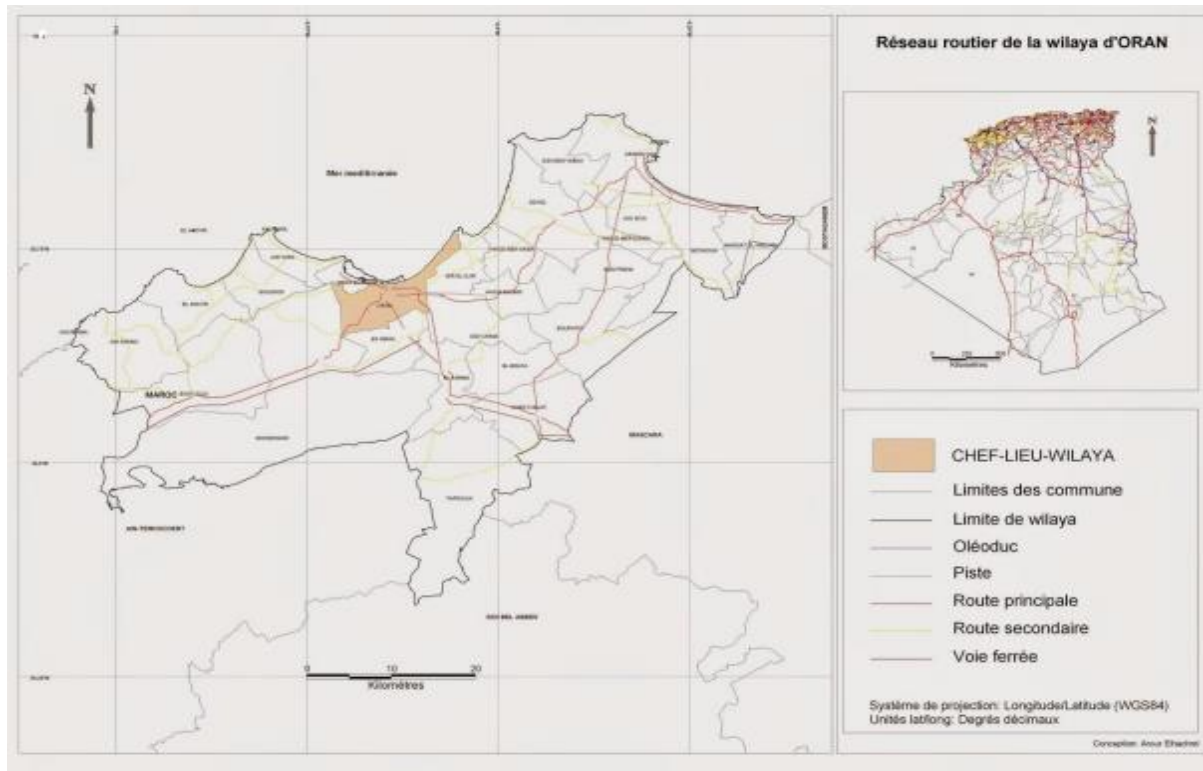


Figure N°2: limitrophe de la wilaya d'Oran



**Figure N°3:** carte du réseau routier de la wilaya d'Oran.

## 2. PRESENTATION DE L'ECHANGEUR:

Notre projet est d'étudier l'échangeur qui relie la deuxième rocade sud d'Oran avec CW35 qui assure une liaison entre CW35 et la deuxième rocade sud d'Oran. Ce projet rentre dans le cadre du développement du secteur routier de la wilaya d'Oran. Il sera l'un des piliers de l'infrastructure routière de la ville d'Oran vue qu'il va désengorger la ville on évitant les bouchons et la congestion.

Notre projet consiste à étudier l'échangeur reliant la route CW35 par la deuxième rocade sud d'Oran. Cet échangeur s'étale dans la commune de SIDI CHAHMI.



Figure N°4:vue satellitaire de l'échangeur de la deuxième rocade sud d'Oran avec CW35.

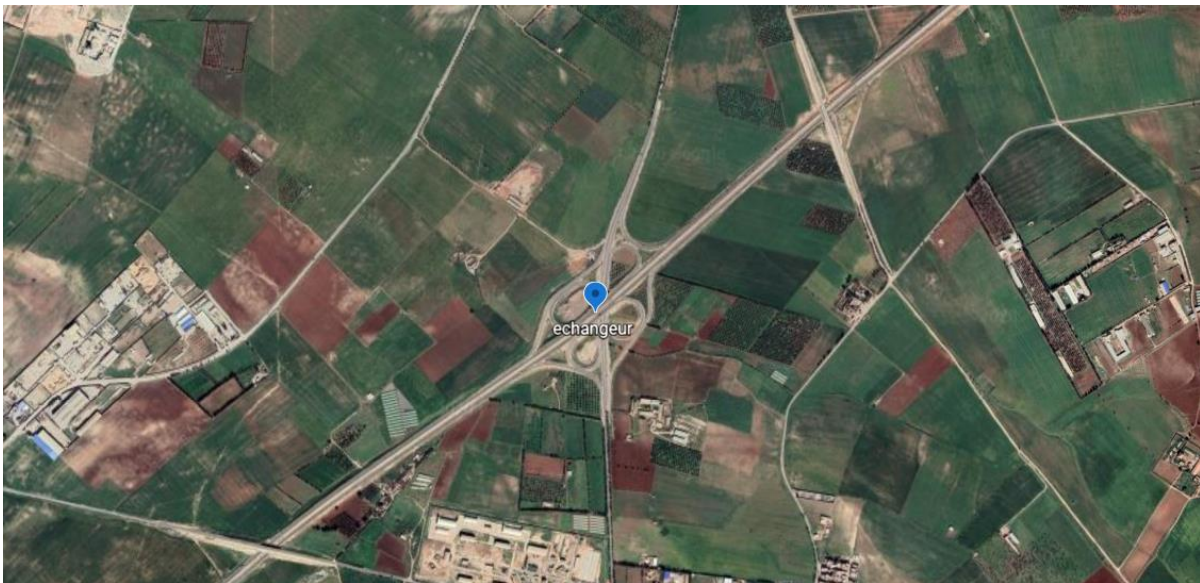


Figure N°5:Vue de site de projet.

### 3. JUSTIFICATION DU PROJET :

Ce projet rentre dans le cadre du programme de développement économique et sociale du pays et l'amélioration du cadre de vie des citoyens d'où son rôle dans le développement, la sécurité et l'économie du citoyen et du pays.

### 4. OBJECTIFS DU PROJET :

L'objectif de cette étude est de désengorger la circulation. C'est-à-dire d'augmenter la capacité et la qualité du service et de changer facilement la circulation dans une voie à l'autre.

Tous cela se traduit par :

- Réduire le nombre d'accidents.

- Assurer une bonne fluidité de la circulation générale.
- Favoriser un courant de circulation.
- Disposer d'une nouvelle infrastructure, offrant une capacité suffisante pour répondre à une demande de transport sans cesse croissante.
- Le développement économique de la région.
- Caractéristique géométrique entravant la fluidité de la circulation et réduisant la capacité.
- L'amélioration notable de la sécurité de l'utilisateur.
- Etudier le trafic afin de justifier l'utilité de l'aménagement prévu.
- Désengorge la ville d'Oran de la circulation.

# Chapitre II

Etude du trafic

## **1. INTRODUCTION :**

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par insuffisance. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions, d'en quantifier précisément les composantes. C'est le champ des études de circulation.

Les problématiques liées au transport touchaient en particulier au domaine de l'économie mais il est difficile de se limiter à la seule rentabilité financière.

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

Les déplacements représentent une dimension de l'organisation sociale et du rapport entre l'homme et ses espaces de vie.

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

Celle-ci commence par un recensement de l'état existant permettant :

- De hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure.
- De mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement des flux (avec leurs conséquences sur les activités humaines).

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

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

## **2. ETUDE DE TRAFIC :**

Dans ce registre on peut citer des choix possibles :

- Nécessité ou non d'une déviation d'agglomération.
- choix du tracé par rapport aux zones bâties.
- Position des échangeurs.
- Géométrie des carrefours.
- Dimensionnement des chaussées en fonction des trafics poids lourds cumulés.

### 3. VOCABULAIRE :

Dans le domaine de l'étude des trafics, il est nécessaire de fixer les définitions des termes couramment employés :

- **Trafic de transit** : origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation).
  
- **Trafic d'échange** : origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange).
- **Trafic local** : trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.
- **Trafic moyen journalier annuel (T.J.M.A)** égal au trafic total de l'année divisé par 365.
- **Unité de véhicule particulier (U.V.P)** exprimé par jour ou par heure, on tient compte de l'impact plus important de certains véhicules, en particulier les poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.
- **Les trafics aux heures de pointe**, avec les heures de pointe du matin (HPM), et les heures de pointe du soir (HPS).

### 4. L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS :

Une fois les trafics connus, on étudiera pour chaque tronçon les conséquences de l'augmentation de trafic sur les débits et sur les durées de parcours.

Sont évaluées ensuite les conséquences de solution d'aménagement, qu'il s'agisse de nouvelles infrastructures ou de développement de zones urbaines ou d'activités.

La difficulté réside dans la projection des trafics à l'échelle de 5, 10 15 ans ou plus. En effet, l'augmentation prévue est basée sur le modèle de développement actuel: prédominance des transports individuels pour les agglomérations de taille moyenne en milieu rural, prédominance du transport des marchandises par poids lourds.

De plus l'évolution locale du développement urbain est envisagée sur la base des hypothèses de réflexion prospective, traduites dans les documents d'urbanisme (SCOT, PLU). Cette évolution peut être bouleversée par des modifications du contexte économique liée à des créations ou, au contraire, à des fermetures d'activités économiques.

Il est donc important d'apprécier au stade de l'analyse des trafics existants, les facteurs d'influence et la marge de développement possible à l'intérieur de la zone étudiée. Il est aussi important de prendre en compte des facteurs externes pouvant affecter cette évolution (construction d'une autoroute, d'une ligne de chemin de fer à grande vitesse ...).

## 5. DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC :

### 5.1 Trafic normal:

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

### 5.2 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.

### 5.3 Trafic total:

C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

### 5.4 Trafic induit:

C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

## 6. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC :

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

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

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

### 6.1 Prolongation de l'évolution passée :

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

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

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

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

Soit :  $T_0$  : le trafic à l'arrivée pour origine (à l'année 0).

$T_n$  : le trafic à l'année horizon

$\tau$  : est le taux de croissance annuel du trafic.

## 6.2 Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :

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

- Produit nationale brute (PNB)
- Produit des carburant, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort de cadre de notre étude.

## 6.3 Modèle gravitaire :

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

## 6.4 Modèle de facteur de croissance:

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

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

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

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

## 7. Conclusion :

Pour notre cas, nous utilisons la première méthode «Prolongation de l'évolution passée », parce qu'elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

## 8. LES CAPACITES DES DIFFERENTS TYPE DE VOIES :

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons.

La capacité dépend :

- des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, il l'est beaucoup moins en rase campagne, où la densité de véhicules sera beaucoup plus faible).
- des conditions météorologiques.
- des caractéristiques géométriques de la route.

On considère que le débit correspondant au changement de pente correspond au débit de pointe normal, c'est-à-dire le débit maximum qui se reproduit périodiquement hors circonstances particulières (départ en vacances par exemple).

## 9. CAPACITE PRATIQUE DES ROUTES :

Les valeurs ci-dessous, exprimées en UVP / jour sont valables pour des sections en rase campagne, hors zones de carrefour et pour des régions relativement plates.

Type de voie	Seuil de gêne	Seuil de saturation
2 voies	8 500	15 000
3 voies	12 000	20 000
2 x 2 voies	25 000	45 000
2 x 3 voies	40 000	65 000

**Tableau N°1:** valeurs du exprimées en UVP / jour

Si on raisonne sur les débits horaires, c'est-à-dire en UVP / H pour les 2 sens, les résultats sont les suivants pour une route à une seule chaussée et à deux voies de 3,50 m.

Seuil	Trafic en UVP / H pour les 2 sens
Seuil de gêne	750
Seuil de circulation dense	1 100
Seuil de risque de congestion	2 000

**Tableau N°2:** raisonne sur les débits horaires

Est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

### 9.1 Mesure des trafics:

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

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

### 9.2 Comptages:

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage :

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

**9.2.1 Comptages manuels:**

Ils sont réalisés par les enquêteurs qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports en commun, Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

**9.2.2 Comptages automatiques:**

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires.

**9.3 Enquêtes « origine-destination »:**

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon. Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux.

**10. Calcul de la capacité :**

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

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

**11. Calcul de trafic effectif :**

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (uvp). Le trafic effectif est donné par la relation :

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

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

$Z$  : pourcentage de poids lourds (%)

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

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies	2	4	8

Tableau N°3: valeurs du coefficient P

**12. Débit de point horaire normal :** Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp). il est donné par la formule :

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

Avec :

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

$Q$  : est exprimé en UVP/h.

**13. Débit horaire admissible :**

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

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

Avec :

$K1$  : coefficient lié à l'environnement.

$K2$  : coefficient de réduction de capacité.

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

Valeur de K1 :

CAT Env	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau N°4: valeurs de K1 en fonction de l'environnement

Valeur de K2 :

Env	E1	E2	E3
K2	0.75	0.85	0.90 à 0.96

Tableau N°5: valeurs de K2 en fonction de l'environnement

Valeur de Cth : capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Capacité théorique :

Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau N°6: Valeurs de capacité théorique.

#### 14. DONNEES DE TRAFIC:

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

- Le trafic à l'année de compactage  $TMJA_{2017} = 10700$  V/J.
- La route CW35  $TMJA_{2017} = 6737$  V/J.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic  $\tau = 6\%$ .
- La vitesse de base sur le tracé  $V_b = 100$  km/h.

- Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 20\%$ .
- L'année de mise en service sera en 2020
- Environnement (E1) - Catégorie (CAT2).
- La durée de vie estimée de 20 ans.

#### **14.1 APPLICATION SUR LA DEUXIEME ROCADE SUD D'ORAN:**

##### **Calcul de TJMA horizon:**

$$TJMA_n = (1 + \tau)^n \times TJMA_{2017}$$

$$TJMA_{2020} = (1 + 0.06)^3 \times 10700$$

$$TJMA_{2020} = 12743,87 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2040} = (1 + 0.06)^{20} \times 12743,87$$

$$TJMA_{2040} = 40871,31 \text{ v/j}$$

##### **Calcul du Trafic effectif :**

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

Avec :

**P** : coefficient d'équivalence pris pour le poids lourds pour une route de 2 voies et un environnement **E1** on a **P = 3**.

**Z** = le pourcentage de poids lourds est égale à **20 %**.

$$T_{\text{eff}} = [(1-0.20) + (3 \times 0.20)] \times 40871,31 = 57219,83 \text{ uvp/j}$$

$$\mathbf{T_{\text{eff}} = 57219,83 \text{ uvp/j}}$$

##### **Débit de pointe horaire normale :**

- L'année de mise en service :

$$Q_{2040} = 0.12 \times T_{\text{eff}2020} = 0,12 \times 57219,83 \text{ uvp/j}$$

$$\mathbf{Q_{2040} = 6866,37 \text{ uvp/j}}$$

##### **Débit horaire admissible:**

$$Q_{\text{adm}} (\text{uvm/h}) = K1 \cdot K2 \cdot C_{\text{th}}$$

Avec :

**K1** : coefficient correcteur pris égale à 1,00 pour E1 et Cat 2.

**K2** : coefficient correcteur pris égale à 0.75 pour E1.

**C<sub>th</sub>** : capacité théorique pris égale à 1800 uvp/h pour les routes à chaussées séparées.

$$Q_{\text{adm}} = 1,00 \times 0.75 \times 1800$$

$$\mathbf{Q_{\text{adm}} = 1350 \text{ uvp/j}}$$

**Détermination nombre des voies:**

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

Le trafic moyen journalier annuel (TJMA) égal au trafic total de l'année divisé le nombre de jour ; on l'exprime en véhicules/jour.

Trafic à un horizon donné « TJMAH »

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

- Soit TJMAH le trafic à l'année horizon.
- Soit TJMA0 le trafic à l'année zéro.

On a:

$$TJMAh = TJMA0 \times (1 + \tau)^n$$

**Détermination nombre des voies :**

$$N = S \left( \frac{Q}{Q_{adm}} \right)$$

Avec:

$S = 2/3$  c'est coefficient dissymétrie

$$N = 2/3 (6866,37/1350) = 3.39$$

**Donc : n = 3 voie par sens**

Le profil de la deuxième rocade sud d'Oran est **3 voies par sens**

**14.2 APPLICATION SUR la CW35:****Calcul de TJMA horizon:**

$$TJMA_n = (1 + \tau)^n \times TJMA_{2020}$$

$$TJMA_{2020} = (1 + 0.06)^3 \times 6737$$

$$TJMA_{2020} = 8023.87 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2040} = (1 + 0.06)^{20} \times 8023.87$$

$$TJMA_{2040} = 25733.638 \text{ v/j}$$

**Calcul du Trafic effectif :**

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

Avec :

**P** : coefficient d'équivalence pris pour le poids lourds pour une route de 2 voies et un environnement **E1** on a **P = 3**.

**Z** = le pourcentage de poids lourds est égale à **20 %**.

$$T_{eff} = [(1-0.20) + (3 \times 0.20)] \times 25733.638 = 36027,0932 \text{ uvp/j}$$

$$T_{eff} = 36027,0932 \text{ uvp/j}$$

### Débit de pointe horaire normale :

- L'année de mise en service :

$$Q_{2040} = 0.12 \times T_{eff2020} = 0,12 \times 36027,0932 = 4323,34 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{2040} = 4323,25 \text{ uvp/j}$$

### Débit horaire admissible:

$$Q_{adm} \text{ (uvp/h)} = K1.K2.Cth$$

Avec :

K1 : coefficient correcteur pris égale à 1,00 pour E1 et Cat 2.

K2 : coefficient correcteur pris égale à 0.75 pour E1.

Cth : capacité théorique pris égale à 1800 uvp/h pour les routes a chaussées séparées.

$$Q_{adm} = 1,00 \times 0.75 \times 1800$$

$$Q_{adm} = 1350 \text{ uvp/j}$$

### Détermination nombre des voies :

$$N = S \left( \frac{Q}{Q_{adm}} \right)$$

Avec:

$$S = 2/3$$

$$N = 2/3 (4323,34/1350) = 2,13$$

**Donc n = 2 voie par sens**

Le profil de la CW35 est 2 voies par sens

### 14.3 APPLICATION SUR LES BRETelles ET LES BOUCLES:

On estime le trafic sur les bretelles à 30 % du TJMA de la rocade sud d'Oran, (c'est le trafic le plus important), donc  $TJMA_{2020} = 3210 \text{ v/j}$

#### Calcul de TJMA horizon :

$$TJMA_n = (1 + \tau)^n \times TJMA_{2020}$$

$$TJMA_{2020} = (1 + 0.06)^3 \times 3210$$

$$TJMA_{2020} = 3823.16136 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2040} = (1 + 0.06)^{20}$$

$$TJMA_{2040} = 12261.42 \text{ v/j}$$

**Calcul du Trafic effectif :**

$$T_{eff} = [(1-Z) + PZ].TMJA_h$$

Avec :

**P** : coefficient d'équivalence pris pour le poids lourds pour une route de 2 voies et un environnement **E1** on a **P = 3**.

**Z** = le pourcentage de poids lourds est égale à **20 %**.

$$T_{eff} = [(1-0.20) + (3 \times 0.20)] \times 12261.42 = \text{uvp/j}$$

$$T_{eff} = 17165.988 \text{ uvp/j}$$

**Débit de pointe horaire normale :**

➤ L'année de mise en service :

$$Q_{2040} = 0.12 \times T_{eff2020} = 0.12 \times 9090.97 = 1090.91 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{2040} = 1090.91 \text{ uvp/j}$$

**La capacité admissible :**

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

Avec :

**K1** : coefficient correcteur pris égale à 1.00 pour E1 et Cat 2.

**K2** : coefficient correcteur pris égale à 0.75 pour E1.

**C<sub>th</sub>** : capacité théorique pris égale à 1800 uvp/h pour les routes à chaussées séparées.

$$Q_{adm} = 1,00 \times 0.75 \times 1800$$

$$Q_{adm} = 1350 \text{ uvp/j}$$

**Détermination nombre des voies :**

$$N = S \left( \frac{Q}{Q_{adm}} \right)$$

Avec:

$$S = 2/3$$

$$N = 2/3 (1090.91/1350) = 0,53$$

Le profil des bretelles est des boucles est **une voie**.

**Donc n = 1 voie**

**15. CONCLUSION :**

D'après les calculs précédents on conclut que la conception imposée par le maître d'ouvrage répond aux exigences du B40

- Le profil de la route CW35 est 2 voies
- Le profil de la deuxième rocade est 3 voies
- Le profil des bretelles et les boucles est une voies

# Chapitre III

## Structure de la Chaussée

## 1. DEFINITION :

La chaussée d'une route est destinée à supporter les différentes actions mécaniques des véhicules et à les transmettre au sol de fondation, sans qu'il ne se produise de déformations permanentes dans le corps de chaussée ou dans le sol.

On voit tout de suite, que nous aurons deux facteurs bien différents à étudier pour déterminer la résistance de la chaussée donc son épaisseur. Il faudra tenir compte :

- Des efforts dus aux véhicules.
- De l'aptitude du terrain de fondation à résister aux efforts.

## 2. LES EFFORTS DUS AUX VEHICULES :

Des études complexes ont montré qu'un véhicule transmettait à la chaussée :

- Des forces verticales dues au poids du véhicule entraînant un poinçonnement en cas de stationnement prolongé.
- Des efforts tangentiels dus à l'effort du moteur pour faire avancer le véhicule, à l'effort inverse en cas de freinage et à la résistance aux efforts transversaux (force centrifuge).
- Des forces dynamiques dues aux vibrations des véhicules (mouvement relatif entre les roues et le châssis par l'intermédiaire des amortissements.
- Il existe enfin une cause importante de l'usure des chaussées qui est la répétition de passage des charges. La route se fatigue au fur et à mesure d'une façon irréversible.

Il est intéressant de signaler que les actions des agents atmosphérique collaborant à l'usure de la structure de la chaussée provoquée par l'infiltration d'eau et la variation journalière et saisonnière de la température.

## 3. RESISTANCE DES SOLS DE FONDATION :

La connaissance du sol de fondation est indispensable pour déterminer la résistance d'une chaussée. En effet suivant la résistance propre du sol on sera amené à diminuer ou à augmenter l'épaisseur de la chaussée.

Il faut noter que la présence de l'eau dans le sol rend difficiles tous calculs théoriques car cette eau peut provoquer des modifications importantes de certains sols et causer des désordres très graves en cas de gel.

Enfin, le compactage du sol de fondation peut améliorer sa résistance.

#### **4. DEFINITION DE LA CHAUSSEE :**

##### **4.1 Au sens géométrique :**

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

##### **4.2 : Au sens structurel :**

C'est l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

#### **5. Les différentes catégories de chaussées :**

- Les chaussées classiques (souples et rigides)
- Les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides)

##### **5.1 Chaussées souples :**

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 04 couches suivantes :

##### **a) : 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 confort des usagers.

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

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

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

##### **b) : Couche 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.

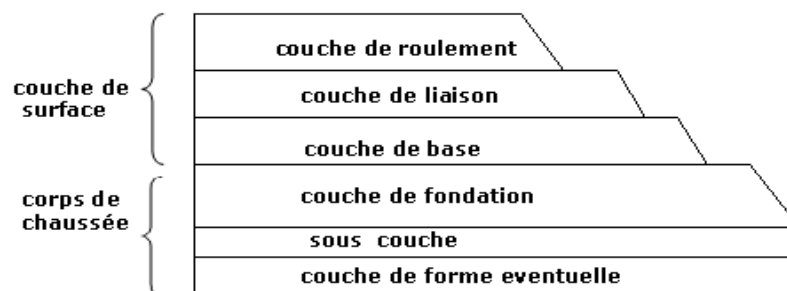
L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

**c) : 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.

**d) : Couche de forme :**

la couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristique aléatoires et dispersées des matériaux de remblais ou de terrain naturel aux caractéristique mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée. Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.



**Figure N°6 :** Coupe type d'une chaussée souple.

**5.2 Chaussée rigides :**

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la Couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, un grave traité aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches mises en œuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée, constituée du sol terrassé, dit sol support, le plus souvent surmonté d'une couche de forme.

### **5.3 Chaussée semi-rigides :**

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 cm.

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

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

## **6. CHOIX DU TYPE DE CHAUSSEE :**

La recherche de l'économie implique donc l'utilisation des matériaux à limite de leur résistance mécanique sans qu'il y ait déformation.

On retiendra dans notre projet le type de chaussées souple :

- Elles sont économiques.
- Elles sont les plus employées dans la voirie urbaine car les charges et le trafic, ne sont pas importantes.
- Elles permettent l'utilisation des matériaux locaux.
- Elles sont antidérapantes même mouillé.
- Leur mise en place et leur entretien est facile.
- Elles représentent une surface agréable au roulement

## **7. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE :**

- Qualités mécaniques du sol de fondation.
- Sensibilité à l'eau du sol de fondation.
- Qualités mécaniques des couches de chaussées dans leur aptitude à supporter les charges et à les répartir.
- Trafic.

Il existe plusieurs méthodes parmi eux la méthode C.B.R

## **8. METHODE DE C.B.R :**

Elle est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol de la plate – forme sur la quelle doit être construite la chaussée étudiée.

Cette méthode tient compte de la résistance au poinçonnement suivant l'essai C.B.R du sol de fondation et d'autre part sur l'hypothèse de « BOUSSINESQUE ».

Pour la répartition en profondeur ; des pressions verticales d'un massif homogène semi – infini, cette pression qui s'exerce sur le sol de fondation doit être inférieure à la résistance de poinçonnement « I » du sol donné par l'essai C.B.R.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

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

**Remarque :**

On constate que cette formule ne tient pas compte de l'importance du trafic ; des abaques anglais font entrer dans leurs formules des diverses intensités du trafic ; ce qui permet de donner un 2ème résultat qui s'exprime par la formule.

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

**Avec :**

e : Epaisseur équivalente de la chaussée (cm)

P : Charge de la roue maximale (tonnes) (6.5 t)

I<sub>CBR</sub> : Indice de CBR.

N : Nombre moyen journalier de camion de plus de 3500 kg vide qui circulé sur la chaussée.

**9. NOTION D'ÉPAISSEUR ÉQUIVALENTE :**

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

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

- $a_1 \times e_1$ : couche de roulement.
- $a_2 \times e_2$  : couche de base.
- $a_3 \times e_3$ : couche de fondation.

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

**Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :**

Matériaux utilisées	Coefficient d'équivalence
<b>Béton bitumineux-enrobé dense</b>	2,00
<b>Grave bitume</b>	1,70
<b>Grave ciment-grave laitier</b>	1,50
<b>Sable ciment</b>	1,00 à 1,20
<b>Grave concassée ou gravier</b>	1,00
<b>Grave roulée-grave sableuse-T.V. O</b>	0,75
<b>Sable</b>	0,50
<b>Grave bitume</b>	1,60 à 1,70
<b>Tuf</b>	0,60

**Tableau N°7 : coefficients d'équivalence pour chaque matériau**

### **10. GABARIT DE LA CHAUSSEE :**

- Chaussée ... 2 x (3.50) m ..... Pente : 2.5 %
- Bande d'arrêt d'urgence **BAU**..... 2 x 3 m .....Pente : 4 %
- Accotement ..... 2 x 1.5 m .....Pente : 8 %
- Dispositif de retenue à l'axe **DBA** .....0.6 m
- Dispositif de retenue en rive **GBA**..... 2 x 0.3 m

#### **Remarque :**

##### **1) La bande d'arrêt d'urgence (BAU) :**

Est une zone dégagée de tout obstacle, sur autoroute entre autres, et généralement bordée à l'extérieur d'une berme engazonnée. Elle est spécialement réalisée pour permettre, en cas de nécessité, l'arrêt ou le stationnement des véhicules.

Cette zone correspond à la bande dérasée qui peut être rencontrée sur les autres types de routes.

##### **2) Les séparateurs doubles en béton adhérent (DBA) :**

Mêmes caractéristiques que les séparateurs simples, mais avec un profil symétrique, 80 cm de hauteur et 60 cm de largeur à la base. Leur poids est d'environ 700 kg par mètre linéaire.

Ces dispositifs offrent une remarquable résistance au franchissement. En effet, le “béton adhérent” est coulé en place et solidarisé avec la chaussée, constituant ainsi un ouvrage particulièrement résistant aux chocs.

Il est significatif que le Service d'Études techniques des routes et autoroutes ait retenu un seuil de trafic “poids lourds” comme critère de mise en place des structures en béton. De ce fait, les séparateurs en béton ont connu un développement important depuis leurs premières apparitions en 1975, jusqu'à équiper 1 000 km de routes et d'autoroutes chaque année.

### 3) Les séparateurs simples en béton adhérent (GBA) :

Dispositifs coulés en place et constitués d'un muret en béton de profil dissymétrique de 80 cm de hauteur et de 48 cm de largeur à la base, faiblement armés à leur partie supérieure par deux fers filants. Leur poids est d'environ 625 kg paramètre linéaire.

## 11. APPLICATION AU PROJET :

### 11.1 ROCADE

- **Données de l'étude :**

Chaussée unidirectionnelle à trois voies,

- ✚ Le trafic à l'année 2020 :  $TJMA_{2020} = 12743$  v/j.
- ✚ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 6\%$
- ✚ Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 20\%$
- ✚ La durée de vie estimée de 20 ans
- ✚ ICBR = 5 (ce sol appartient à la classe (S4))

- **Répartition de trafic :**

- Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :

$$TPL_{2020} = TMJA_{2020} * \% PL$$

$$TPL_{2020} = 12743 \times 0.20 = 2549 \text{ V/j}$$

- Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :

$$TPL_{2040} = TPL_{2020} \times (1 + \tau)^{20}$$

$$TPL_{2040} = 2549 \times (1 + 0.06)^{20}$$

$$TPL_{2040} = 8175 \text{ VPL/j}$$

- **Calcul d'épaisseur:**

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log \frac{8175}{10})}{4 + 5}$$

$$e = 74 \text{ cm}$$

- **Epaisseur équivalente :**

$$e_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

- e1: épaisseur réelle de la couche de surface.
- e2: épaisseur réelle de la couche de base.
- e3: épaisseur réelle de la couche de fondation
- e4: épaisseur réelle de la couche de forme

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche

- ✓ Couche de roulement en béton bitumineux à module élevé (BB) :  $a_1 \times e_1 = 2 \times 6 = 12 \text{ cm}$
- ✓ Couche de base en Grave bitumineux (GB) :  $a_2 \times e_2 = 1.7 \times 11 = 18.7 \text{ cm}$
- ✓ Couche de fondation en Grave Non Traité (GNT) :  $a_3 \times e_3 = 25 \times 1 = 25 \text{ cm}$
- ✓ Couche de fondation en Tuf :  $a_4 \times e_4 = 32 \times 0.6 = 19.2 \text{ cm}$

Après la vérification, la structure proposée est comme suit :

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
couche de roulement	BB	6	12
couche de base	GB	11	18.7
couche de fondation	GNT	25	25
couche d'assise (support)	TUF	32	19.2
	<b>Somme</b>	74	74.9

**Tableau N°8:** épaisseurs du corps de chaussée

Notre structure comporte : **6 BB + 11 GB + 25 GNT + 32 TUF**

	<b>6 BB</b>
	<b>11 GB</b>
	<b>25 GNT</b>
	<b>32 TUF</b>

**Figure N° 7** : Différentes couches du corps de chaussée

## 11.2 CW35

- **Données de l'étude :**

Chaussée unidirectionnelle à trois voies,

- ✚ Le trafic à l'année 2020 :  $TJMA_{2020} = 8024$  v/j.
- ✚ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 6$  %
- ✚ Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 20$  %
- ✚ La durée de vie estimée de 20 ans
- ✚ ICBR = 5 (ce sol appartient à la classe (S4))

- **Répartition de trafic :**

- Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :

$$TPL_{2020} = TMJA_{2020} * \% PL$$

$$TPL_{2020} = 8034 \times 0.20 = 1605 \text{ V/j}$$

- Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :

$$TPL_{2040} = TPL_{2020} \times (1 + \tau)^{20}$$

$$TPL_{2040} = 1605 \times (1 + 0.06)^{20}$$

$$TPL_{2040} = 5147 \text{ VPL/j}$$

- **Calcul d'épaisseur:**

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log \frac{5147}{10})}{4 + 5}$$

$$e = 71 \text{ cm}$$

- **Epaisseur équivalente :**

$$e_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

- e1: épaisseur réelle de la couche de surface.
- e2: épaisseur réelle de la couche de base.
- e3: épaisseur réelle de la couche de fondation
- e4: épaisseur réelle de la couche de forme

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche

- ✓ Couche de roulement en béton bitumineux à module élevé (BB) :  $a_1 \times e_1 = 2 \times 6 = 12 \text{ cm}$
- ✓ Couche de base en Grave bitumineux (GB) :  $a_2 \times e_2 = 1.7 \times 10 = 17 \text{ cm}$
- ✓ Couche de fondation en Grave Non Traité (GNT) :  $a_3 \times e_3 = 23 \times 1 = 23 \text{ cm}$
- ✓ Couche de fondation en Tuf :  $a_4 \times e_4 = 32 \times 0.6 = 19.2 \text{ cm}$

Après la vérification, la structure proposée est comme suit :

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
<b>couche de roulement</b>	BB	6	12
<b>couche de base</b>	GB	10	17
<b>couche de fondation</b>	GNT	23	23
<b>couche d'assise (support)</b>	TUF	32	19.2
	<b>Somme</b>	71	71.2

**Tableau N°9:** épaisseurs du corps de chaussée

Notre structure comporte : **6 BB + 11 GB + 23 GNT + 32 TUF**

	<b>6 BB</b>
	<b>10 GB</b>
	<b>23 GNT</b>
	<b>32 TUF</b>

Figure N°8: Différentes couches du corps de chaussée

### 11.3 Bretelle et boucle

- **Données de l'étude :**

Chaussée unidirectionnelle à trois voies,

- ✚ Le trafic à l'année 2020 :  $TJMA_{2020} = 3823$  v/j.
- ✚ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 6\%$
- ✚ Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 20\%$
- ✚ La durée de vie estimée de 20 ans
- ✚ ICBR = 5 (ce sol appartient à la classe (S4))

- **Répartition de trafic :**

- Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :

$$TPL_{2020} = TMJA_{2020} * \% PL$$

$$TPL_{2020} = 3823 \times 0.20 = 765 \text{ V/j}$$

- Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :

$$TPL_{2040} = TPL_{2020} \times (1 + \tau)^{20}$$

$$TPL_{2040} = 765 \times (1 + 0.06)^{20}$$

$$TPL_{2040} = 2453 \text{ VPL/j}$$

- **Calcul d'épaisseur:**

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log \frac{2453}{10})}{4 + 5}$$

$$e = 66 \text{ cm}$$

- **Epaisseur équivalente :**

$$e_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

- e1: épaisseur réelle de la couche de surface.
- e2: épaisseur réelle de la couche de base.
- e3: épaisseur réelle de la couche de fondation
- e4: épaisseur réelle de la couche de forme

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche

- ✓ Couche de roulement en béton bitumineux à module élevé (BB) :  $a_1 \times e_1 = 2 \times 6 = 12 \text{ cm}$
- ✓ Couche de base en Grave bitumineux (GB) :  $a_2 \times e_2 = 1.7 \times 10 = 17 \text{ cm}$
- ✓ Couche de fondation en Grave Non Traité (GNT) :  $a_3 \times e_3 = 20 \times 1 = 20 \text{ cm}$
- ✓ Couche de fondation en Tuf :  $a_4 \times e_4 = 30 \times 0.6 = 18 \text{ cm}$

Après la vérification, la structure proposée est comme suit :

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
<b>couche de roulement</b>	BB	<b>6</b>	12
<b>couche de base</b>	GB	10	17
<b>couche de fondation</b>	GNT	20	20
<b>couche d'assise (support)</b>	TUF	30	18
	<b>Somme</b>	66	67

**Tableau N°10:** épaisseurs du corps de chaussée

Notre structure comporte : **6 BB + 11 GB + 20 GNT + 30 TUF**

	<b>6 BB</b>
	<b>10 GB</b>
	<b>20 GNT</b>
	<b>30 TUF</b>

**Figure N°9:** Différentes couches du corps de chaussée

# Chapitre IV

## Choix de l'échangeur

## 1. INTRODUCTION :

La conception d'un projet est l'étape la plus importante et la plus déterminante, car elle tient compte du coût du projet et sur sa durabilité et comme notre projet consiste de l'étude d'un échangeur au niveau de la CW35 de l'intersection avec la deuxième rocade sud d'Oran.

## 2. DEFINITION :

Un échangeur autoroutier est un ensemble de bretelles routières permettant de s'engager sur une auto route ou de la quitter soit pour prendre une autre autoroute soit pour emprunter les autres routes ordinaires.

Les échangeurs se trouvent donc aux intersections entre autoroutes, ou entre une autoroute et un autre type de route. Ils permettent d'éviter tout croisement à niveau également tout ralentissement sur les chaussées principales de l'autoroute.

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

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

## 3. ROLE D'UN ECHANGEUR :

L'échangeur a pour rôle d'assurer la continuité des réseaux Autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout on évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêt provoquent des pertes de temps.

## 4. AVANTAGE DE L'ECHANGEUR :

Les avantages de l'échangeur sont :

- Facilité aux usagers un déplacement dans de bonne condition de confort et de sécurité.
- Evite les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents.
- Evite les points d'arrêt qui provoque des pertes de temps considérable.
- Evite les contraintes d'arrêt et de reprise.
- Assurer la continuité du réseau autoroutier.

## 5. INCONVENIENTS DE L'ECHANGEUR :

L'inconvénient majeur, entraîne un investissement financier volumineux, c'est pour quoi sont utilisation comme solution aux problèmes d'un carrefour justifiée.

## 6. CRITERE DE BASE :

Le type d'échangeur à adopter est fonction de:

- L'intensité de trafic.
- L'importance des différents courants tournant avec leurs volumes de trafic.
- Les contraintes qui peuvent se poser lors de l'étude et au cours de la réalisation (terrain d'implantation).

## 7. CONDITION A RESPECTER:

- Eviter les sites en courbe de faibles rayons.
- Eviter les sites en point haut profil en long.
- Eviter de passage au voisinage ou sur des habitations et édifices publics.
- Eviter les sections à fortes déclivités.
- Les terrassements importants.
- Passage au terrain agricole.

## 8. TYPES D'ECHANGEURS :

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

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

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

Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme de bretelle a considéré, et selon l'importance des routes à raccorder.

Nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

- Echangeur majeur : raccordement autoroute- autoroute.

- Echangeur mineur: raccordement autoroute-route.

### 8. 1. Echangeurs majeur :

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

- Trèfle complet quand il y a quatre branches à raccorder.
- Bifurcation « Y » quand il y a trois branches à raccorder.

#### 8.1.1 Type trèfle complet :

C'est l'un des tout premiers types d'échangeurs, apparu dans les années 30 aux États-Unis, il est très utilisé également en Allemagne.

C'est un échangeur massif, demandant un très grand empirisme est généralement justifié par un trafic important comprend également des collectrices latérales, destinées à éviter les croisements de flux de circulation.

Il est utilisé pour raccorder à quatre branches, il comporte quatre boucles, quatre diagonales, ce type permet toutes les liaisons sans cisaillement moyennant un seul ouvrage d'art, et la nécessité permettre les boucles et nécessairement Lente, et la nécessité d'y incorporer des voies collectives et distributrices pour permettre les entrées sans croisement le rend finalement très coûteux.

#### 8.1.2 Type bifurcation « Y » :

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

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

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

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

### 8.2 Echangeur mineur :

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

- Losange.
- Demi-trèfle.

### 8.2.1 Type losange :

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

### 8.2.2. Type demi-trèfle :

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

Généralement on a deux types de demi-trèfle :

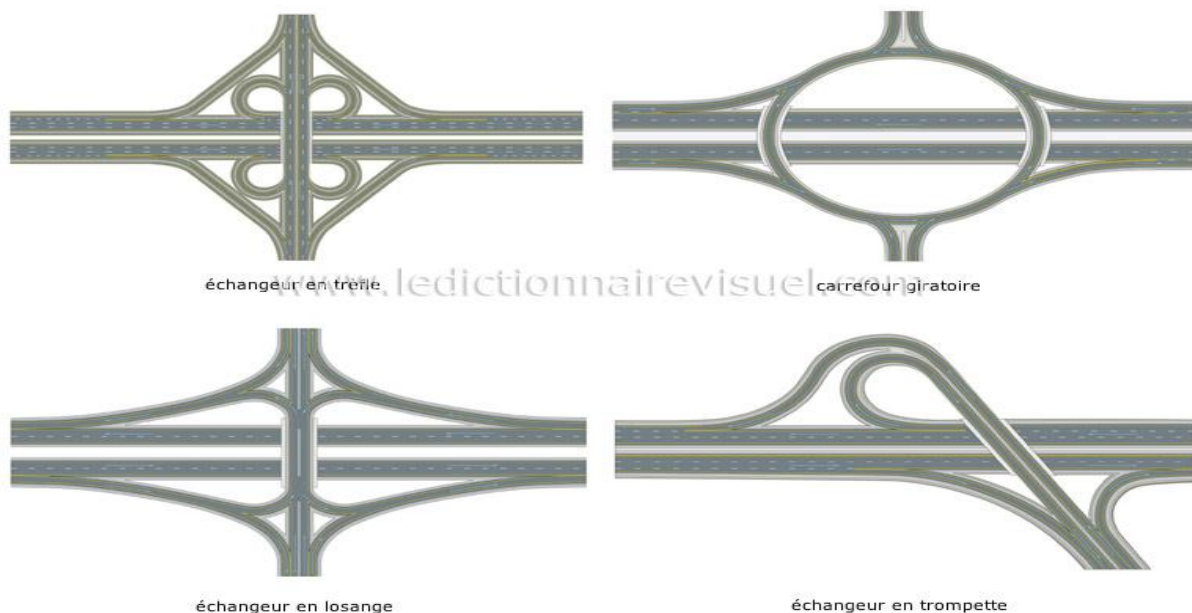
- Demi-trèfle symétrique.
- Demi trèfle symétrique «quadrant opposé ».

### 8.2.3 Trompette :

Utilisé dans le cas de raccordement entre trois branches il comporte :

Alignement droit commun à toutes les bretelles.

- Une boucle « entrée ou sortie ».
- Une diagonale de sortie.



**Figure N°10 : Les types de l'échangeur**

## 9. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES ECHANGEURS :

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

- Pont.
- Carrefour r(s) plans (s).
- Bretelles.

### 9.1 Pont :

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

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

- Le type d'échangeur choisi.
- La condition de coordination profil en long tracé en plan.
- Les contraintes du terrain d'implantation.
- Les instructions et réglementation de conception.

### 9.2Carrefour plan :

On trouve les carrefours plans seulement les sur raccordements autoroute route ordinaire, leur aménagement doit tenir compte des facteurs sécurité commodité et débite un compromis entre ces conditions doit être recherche.

### 9.3Bretelles :

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

## 10. CRITERES DE CHOIX DE L'ECHANGEUR :

Un échangeur est un croisement étagé entre deux routes, avec raccordement de circulation entre les deux voies qui se croise. Et avec la connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés et la limite de leur utilisation, permettre de choisir la configuration la plus adoptée au cas qui présente.

Alors le choix de type de l'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre. Et pour atteindre ce but on est obligé de suit les phases suivant :

- 1- Détermination de tracé.
- 2- Configuration de tracé à adopté.
- 3- Analyse.

### **1. Détermination de tracer:**

La détermination de tracer fait à partir de :

- Présentation du site d'implantation.
- Type de route et nombre de branche à raccorder.
- Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
- Vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

### **2. Configuration de tracé à adopté :**

L'échangeur à adopté doit assurer un haut niveau de sécurité et de service.

Et pour assurer celle-ci en respectant les normes de l'art de la conception qui se résume :

- Tracé respectant les valeurs limitées de conception (les valeurs des rayons et des alignements)
- La longueur des voies réglementaires

### **3. Analyse :**

Cette dernière étape valide le choix de l'échangeur c'est les conditions de visibilité, de confort et de sécurité se sont assurés.

## **11. ETUDES DES SOLUTIONS PROPOSE :**

Notre conception est basée sur l'état du terrain ainsi que l'étude du trafic de la deuxième rocade sud d'Oranet son intersection avec la CW35, sans oublier tout de même les contraintes qui s'opposent.

Le résultat de cette conception est :

### **11.1 Pour variante 01:**

- Un échangeur demi-trèfle avec deux giratoires.
- Un passage supérieur la CW35.

#### **11.1.1 Les avantages:**

- Faciliter d'insertion d'un grand nombre de branches.
- Modération de la vitesse.

#### **11.1.2 Les inconvénients :**

- Amélioration des nuisances.
- Coupe la route d'une chaussée séparée qui diminue la fluidité de circulation.

**11.2 Pour variante 02 :**

- Un échangeur demi-trèfle avec deux carrefours de type T.
- Un passage supérieur la deuxième rocade sud d'Oran.

**11.2.1 Les avantages :**

- Coût de réalisation moins élevé.
- Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise l'espace.

**11.2.2 Les inconvénients :**

- amélioration des conflits entre les véhicules.
- Imposer à une partie de véhicules circulant sur un grand itinéraire des arrêts des attentes et des démarrages.
  - Accidents impliquant un véhicule tournant à gauche heurté par un véhicule en mouvement direct venant en sens inverse.

**11.3 Pour variante 03 :**

- un échangeur trèfle complet avec deux giratoire
- Un passage supérieur la deuxième rocade sud d'Oran.

**11.3.1 Les avantages:**

- Faciliter d'insertion d'un grand nombre de branches.
- Modération de la vitesse.

**11.3.2 Les inconvénients:**

- Consommation d'emprise importante.
- Coupe la route d'une chaussée séparée qui diminué la fluidité de circulation.

**11.4 Pour variante 04 :**

- Un échangeur trèfle complet
- Un passage supérieur la deuxième rocade sud d'Oran.

**11.4.1 Les avantages :**

- Assurer la continuité du réseau autoroutier
- Tracé esthétique.
- Amélioration de la sécurité.
- Diminution des nuisances.
- Eviter tout les points de conflit.

**11.4.2 Les inconvénients:**

- Consommation d'emprise importante.

## 12. CONCLUSION :

Notre choix est consisté sur les points suivants :

- La difficulté d'accéder au terrain.
- La position de l'ouvrage.
- La pente du terrain, le remblai et le déblai.

## 13. DISPOSITION D'IMPLANTATION :

La connaissance du site d'implantation est très importante pour la Conception de l'échangeur car elle permet de mieux apprécier les contraintes particulières et la topographie générale.

Le site d'implantation doit permettre les possibilités d'appliquer les normes en ce qui concerne le dimensionnement des accès, et les contraintes de visibilité et pour cela il faut éviter dans la mesure du possible le choix de sites :

- En courbe de faible rayon en tracé en plan. ( $R \geq 40m$ )
- En point haut en profile en long.
- Dans les zones de grands déblais.
- Dans les sections en forte déclivités (se qui impliqueraient un allongement des bretelles aval ou amont suivant que le franchissement est effectuée en passages supérieures ou inférieures).

## 14. CHOIX DE L'ECHANGEUR :

Notre échangeur va relier la **deuxième rocade sud d'Oran** a (**3x3voies**) avec la **CW35a** (**2x2voies**), c'est deux routes sont très convoité c'est-à-dire qu'elles connaissent un grand trafic, pour la deuxième rocade sud d'Oran est de 10700v /j et pour laCW35 c'est 9432 V/J (selon le comptage de l'année 2017).

Pour relier ces deux axes routiers nous avons choisis un échangeur majeur de type trèfle complet pour les raisons suivantes :

- L'échangeur trèfle complet assurer une bonne sécurité aux usagers et offrant une bonne visibilité.
- Assurer une bonne fluidité du trafic.
- Le gain de temps dont vont bénéficier les usagées de cette échangeur car il favorise toutes les directions existantes.

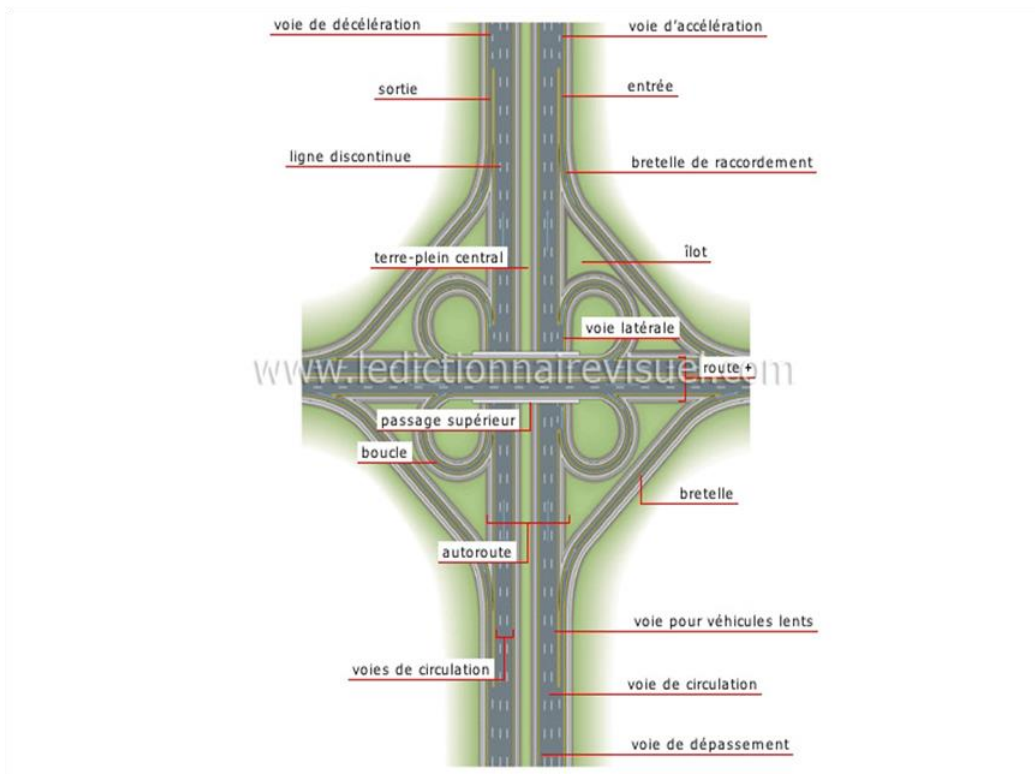


Figure N°11 : Le choix de l'échangeur

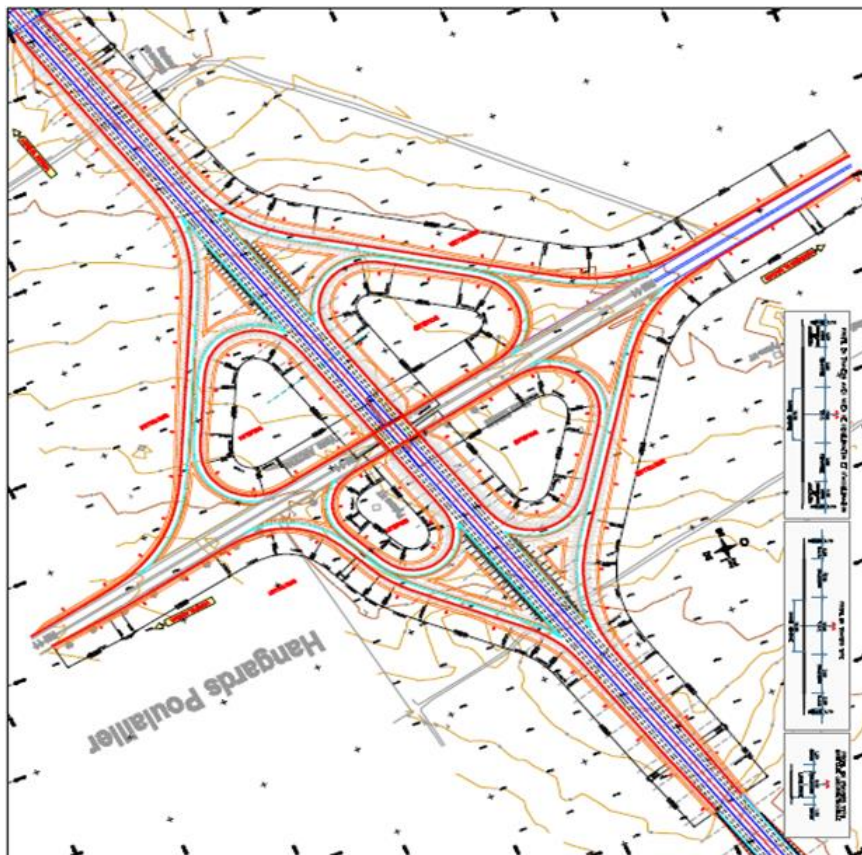


Figure N°12 : schéma du tracé de l'échangeur de notre projet

# Chapitre V

## Normes géométriques

## 1. INTRODUCTION :

Le but de ce chapitre est de présenter les normes géométriques qui ont été à la base de l'étude de l'APTD. Les critères de conception sont tirés de L'ICTAAL, (instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison) du 12 décembre 2017, SETRA et la norme B40 .

Et pour complément ou modification, on a fait référence principalement aux normes :

- Instruction sur les échangeurs (SETRA).
- Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des routes nationales (ICTARN).
- Le guide technique pour l'aménagement des routes principales (ARP).
- Norme B40.

## 2. CATEGORIE ET VITESSE DE REFERENCE :

### 2.1 Le tronçon de la route CW35 et la deuxième rocade sud d'Oran :

Le choix de la catégorie de l'autoroute est influencé par plusieurs facteurs dont les plus importants sont :

- Le relief,
- Le sol,
- Le trafic,
- Le niveau de service que l'on veut offrir à l'utilisateur.

La deuxième rocade sud d'Oran a été conçue suivant la catégorie Cat 02 pour une vitesse de référence de 100 km/h avec une vitesse affichée de 90 Km/h.

La route (CW35) a été conçue suivant la catégorie Cat 02 pour une vitesse de référence de 80 km/h avec une vitesse affichée de 70 Km/h.

#### 2.1.1. L'échangeur :

Configuration d'échangeur et le nombre de voies sur les bretelles dépendent principalement :

- De l'importance du niveau d'échanges.
- Du trafic à écouler.
- De la topographie du site et de la catégorie de la zone (rurale ou urbaine).

Sont conçus en phase définitive, la vitesse de référence :

- Vitesse sur boucle : 40 à 50 Km/h.

- Vitesse sur bretelle : 40 à 60Km/h.

Les normes (B40) sont résumées dans le tableau suivant :

Rayon (catégorie)	Symbole	Environnement E1		
		100	80	40
Vitesse de référence	<b>Rv</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>40</b>
Rayon mini absolu	<b>Rhm (7%)</b>	<b>450</b>	<b>250</b>	<b>50</b>
Rayon min normal	<b>Rhn (5%)</b>	<b>650</b>	<b>450</b>	<b>125</b>
Rayon dévers minimal	<b>Rhd (2,5)</b>	<b>1600</b>	<b>1000</b>	<b>250</b>
Rayon no déversé	<b>Rhnd (2,5)</b>	<b>2200</b>	<b>1400</b>	<b>350</b>

Tableau N°11 : Les normes (B40)

# Chapitre VI

## Trace en plan

## 1. DEFINITION :

Le tracé en plan représente une reproduction à échelle réduite d'une projection de la route sur un plan horizontal, ce plan horizontal est en générale une cartetopographique ou un plan de situation.

Il est constitué en générale par une succession d'alignements droits et d'arcs decercles reliés entre eux par des courbes de raccordements progressifs, il est caractérisé par la vitesse de référence qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

## 2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :

L'approche d'étude de dédoublement est différente des études en site vierge et différente également des études de renforcement et réhabilitation pour cela l'approche suivante a été adoptée :

- L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à **RHnd** est souhaitable, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'améliorer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité.
- Elargir autant que possible d'un seul côté ; Cette démarche permet de réduire les coûts de projet, sauvegarder et préserver

La chaussée existante, aussi pour l'assainissement, elle permet d'exécuter les travaux sans porter de gêne aux usagers (maintien de la circulation). Néanmoins à ces avantages des inconvénients sont à prendre en charge, notamment en ce qui concerne, comment coller au maximum la chaussée nouvelle à l'ancienne en tout en respectant la largeur minimale de T.P.C.

Comment adopter l'axe nouveau à l'ancien sachant que ce dernier peut ne pas être conforme aux normes techniques (rayons au-dessous du minimum).

En fin pour les sections bordées d'habitation nous avons préconisé de :

- utiliser au maximum la plate-forme existante en se collant sur l'existant.
- élargir des deux côtés si ces mesures s'avèreraient insuffisantes.

Pour obtenir un bon tracé dans les normes, on essaye dans la mesure du possible d'éviter :

- De passer sur les terrains agricoles.
- Le passage de très près des zones urbaines.
- Le passage sur les oueds pour éviter la construction d'ouvrages.
- Les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.

Et aussi :

- Respecter l'environnement.
- Adapter le tracé afin d'éviter les terrassements importants.

### 3. LES ELEMENTS GEOMETRIQUES DU TRACE EN PLAN :

Les éléments du tracé en plan sont :

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

**3.1. Droites :** la droite est l'élément géométrique le plus simple, mais les grands alignements droits sont très déconseillés.

La longueur maximale d'un alignement ne dépasse pas la longueur parcourue par la vitesse de base durant une minute.

$$L_{\max} = 60 V \text{ (m/S)}; v = Vb/3.6 \text{ (km/h)}$$

Quand à la longueur minimale elle ne doit pas être inférieure à la distance parcourue avec la vitesse de base durant un temps d'adaptation qui est égale à 5 secondes.

$$L_{\min} = 5 V \text{ (m/S)}$$

#### 3.2. Arc de cercle :

Trois problèmes se posent :

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

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

#### Remarque :

❖ Le devers « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas).

❖ Le devers « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux. Ceci nous conduit à la série de couples (Catégorie, d). Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu  $RHm$  avec :

<b>Environnement</b> <b>Devers</b>	<b>Facile</b>	<b>moyen</b>	<b>Difficile</b>
<b>Devers Minimal</b>			
- Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%
- Cat 3-4-5	3%	3%	3%
<b>Devers Maximal</b>			
- Cat 1-2	7%	7%	7%
- Cat 3-4	8%	8%	7%
- Cat 5	9%	9%	9%

Tableau N°12: Devers en fonction de l'environnement.

### 3.3. Courbes de raccordements :

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

- La stabilité transversale du véhicule.
- La variation progressive des devers, et la courbure afin de respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique.
- Un tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

#### 3.3.1. Stabilité en courbe :

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

Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers ce qui implique un rayon minimal.

- **Le rayon minimal absolu R<sub>hm</sub>:**

C'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et parcourue par la vitesse de référence.

$$R_{hm} = \frac{v_r^2 (\text{km/h})}{127 \times (d_{\max} + f_t)}$$

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

- **Rayon minimal normal RHn:**

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

$$RHn = \frac{(Vr+20)^2}{127 \times (dmax+ft)}$$

- **Rayon au dévers minimal RHd :**

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et telle que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse **Vr** serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit. Dévers associé  $d_{min}=2,5\%$ .

$$RHd = \frac{Vr^2}{127 \times 2 \times dmin}$$

$d_{min} = 2.5\%$  en catégorie 1 – 2

$d_{min} = 3\%$  en catégorie 3– 4

- **Le rayon non déversé RHnd :**

C'est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle que peut parcourir un véhicule roulant à la vitesse  $V = Vr$  présente un dévers vers l'extérieur.

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127 \times D}$$

Avec :

$D= 0,035$  .....Cat 1, 2

$D= 0,040$  .....Cat 3

$D= 0,045$  .....Cat 4,5

- **Sur largeur :**

Un long véhicule à deux (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 égale à :

$$S = L2 / 2R$$

R : rayon de l'axe de la route.

L : longueur du véhicule (valeur moyenne  $L=10\text{m}$ )

Rayon(m)	Sur largeur (m)
40	1,25
45	1,00
60	1,00
80	0,50
100	0,50
160	0,25
180	0,25

**Tableau N°13** : Les rayons et sur largeur

### 3.3.2 Type de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues, on cite les 3 courbes suivantes :

- **Lemniscate**: est défini par l'équation est : sa courbe est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur F.
- **Parabole cubique** : est définie par l'équation :  $x^3$  .elle est peu utilisée et sa en raison de sa courbure vite atteint (utilisé sur tout dans le tracé de chemin de fer).
- **Clothoïde** : c'est une spirale dont le rayon de courbure décroît dès l'origine jusqu'au point asymptotique ou il est nul.

### 3.3.3. Choix de la courbe de raccordement :

Entre les trois courbes citées au paravent la courbe de raccordement qu'on a choisie pour notre tracé est la clothoïde, car théoriquement c'est l'idéal et la plus utilisée, et aussi parce qu'elle présente 3 propriétés remarquables qui sont :

- Variation constante de la courbure qui correspond au conducteur à une rotation constante.
- Elle maintient constante la variation de l'accélération, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.
- Sa courbure est proportionnelle à l'abscisse curviligne.

4. ELEMENTS DE LA CLOTHOIDE :

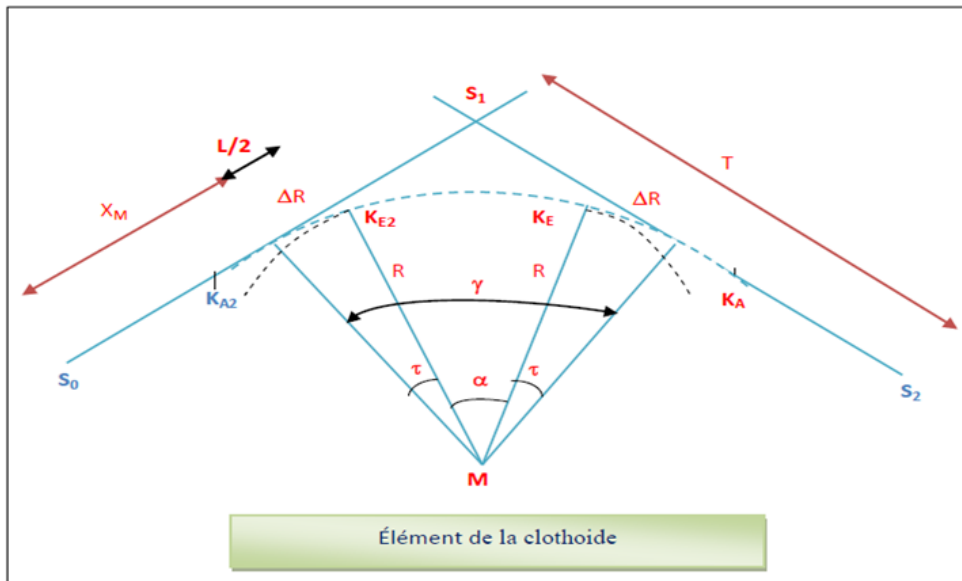


Figure N°13 : éléments de la clothoïde

$\gamma$  : Angle entre alignement

**SL** : La corde à la clothoïde

**T** : Grande tangente

$\sigma$  : L'angle polaire

$\Delta R$  : Ripage

**L** : longueur de clothoïde

**XM** : Abscisse du centre de cercle

**KA** : début de clothoïde

**R** : Rayon de virage

**KE** : Fin de clothoïde

$\tau$  : Angle de tangente

L'expression de la clothoïde est :  $A^2 = L.R$

Tel que :

- **A** : paramètre de clothoïde.
- **L** : longueur de clothoïde.
- **R** : rayon.

Le choix du paramètre **A** de la clothoïde doit respecter les trois conditions, qui nous permettent de fixer la longueur minimal de raccordement qui sont :

**1. Condition de confort optique :**

Elle permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels et pour cela la rotation de la tangente doit être supérieure à 3°.

$$A_{\min} = R/3 \qquad R/3 < A < R$$

**2. Condition de confort dynamique :** cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, est imposé à une variation limitée.

D'où:

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

**Vr:** vitesse de référence (Km/h).

**R :** le rayon (m).

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

**3. Condition de gauchissement :** elle se traduit par la limitation de la pente relative en profil en long du bord de la chaussée déversée.

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

**l:** largeur de la chaussée.

**L :** longueur de la chaussée.

**Δd :** variation des dévers.

**Remarque :** on peut vérifier la condition de gauchissement et de confort dynamique en appliquons la formule :

$$L \geq 5/36 (\Delta \cdot Vr)$$

**5. COMBINAISONS DES ELEMENTS DE TRACE EN PLAN :**

**5.1. Courbe a inflexion (OU EN S) :**

C'est une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leurs points de courbure.

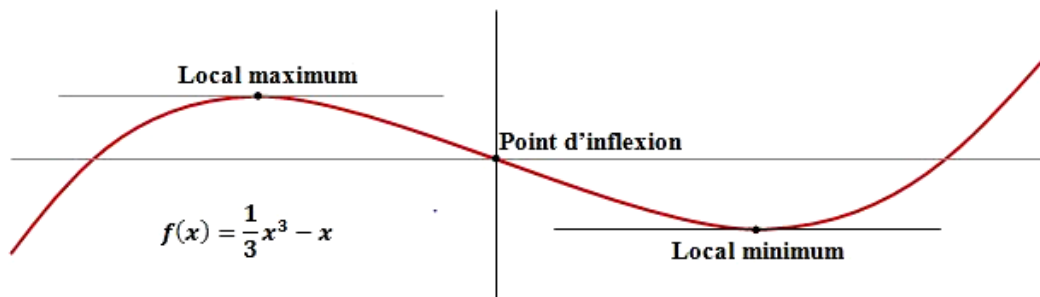


Figure N°14 : Courbe a inflexion.

**5.2 Courbe à sommet :** elle Définit le raccordement entre deux éléments droits de directions différentes.

Elle se compose de deux branches de clothoïde qui ont à leurs points de raccordement le même rayon de courbure et la même tangente.

**5.3 Courbe en anse de panier :** est une suite de segments de clothoïde à même sens de courbure mais de paramètres différents

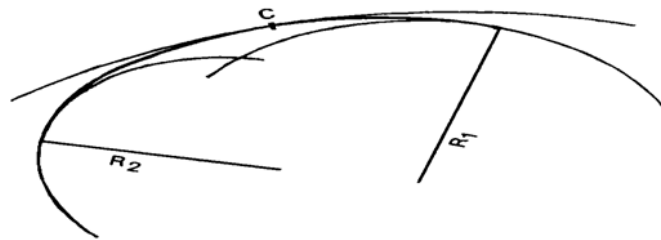


Figure N°15 : Courbe en anse de panier.

**6. VITESSE DE REFERENCE :**

La vitesse de référence ( $V_r$ ) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle permet de définir les caractéristiques géométriques fondamentales intervenants dans l'élaboration du tracé, son choix dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Conditions économiques.

**7. APPLICATION AU PROJET :**

Pour notre projet la vitesse de référence est comme suit :

- La CW35  $V_r=80$  Km/h. →
- La deuxième rocade sud d'Oran →  $V_r= 100$  Km/h.
- Les rampes  $V_r=40$  Km/h. →

Les normes (B40) sont résumées dans le tableau suivant :

Rayon (catégorie)	Symbole	Environnement E1		
		100	80	40
Vitesse de référence	$R_v$	100	80	40
Rayon mini absolu	$R_{hm}(7\%)$	450	250	50
Rayon min normal	$R_{hn}(5\%)$	650	450	125
Rayon déversé minimal	$R_{hd}(2,5)$	1600	1000	250
Rayon no déversé	$R_{hnd}(2,5)$	2200	1400	350

Tableau N°14: Les normes (B40)

## 8. LES BRETelles :

### Définition :

Une bretelle est une surface roulable qui permet le transfert du trafic d'une route à une autre.

Au sens large, c'est une chaussée de transfert dans un échangeur de circulation entre voies à niveaux différents où entre voies parallèles.

Les bretelles se terminent à une de leurs extrémités par une voie d'accélération proprement dite, dont les caractéristiques découlent principalement de la vitesse d'insertion des véhicules sur l'autoroute ou de départ de celle-ci.

### 8.1. Types de bretelles :

On distingue trois types de bretelles, leur emploi est conditionné par le volume du débit à écouler.

Type de bretelles	Boucle	Diagonale	Anse
Débit de point (UVP /h)	< 500	500-1000	1000-2000
Rayon en plan (m)	40-75	100-175	> 120

Tableau N°15 : type de bretelles.

### 8.2 TRACE EN PLAN :

#### - Tracé en plan de la CW35 :

C'est une route à 2x2 voies de 3.5 m chacune avec TPC de 2m ; qui nécessite le doublement du côté droite ou cote gauche sur le levé topographique.

#### - Tracé en plan de la deuxième rocade sud d'Oran:

C'est une route à 3x3 voies de 3.5m chacune plus une bande d'arrêt d'urgence de 3m avec TPC de 10m.

#### - Tracé en plan des bretelles:

Le tracé des bretelles dépend toujours du tracé de la route à laquelle se raccordent, chaque rampe doit présenter une entrée et une sortie, et pour cela il faut bien déterminer leurs distances et prévoir des voies d'accélération ou décélération.

#### - DISTANCE D'INSERTION (D'ACCELERATION) : (L.C.T.A.A.L) :

Sa longueur est déterminée par la vitesse d'approche à vide de la route principale.

Va (km/h)	60	80	100	120
L(m)	140	180	240	320
l(m)	40	50	70	80

Tableau N°16 :B40 L, l

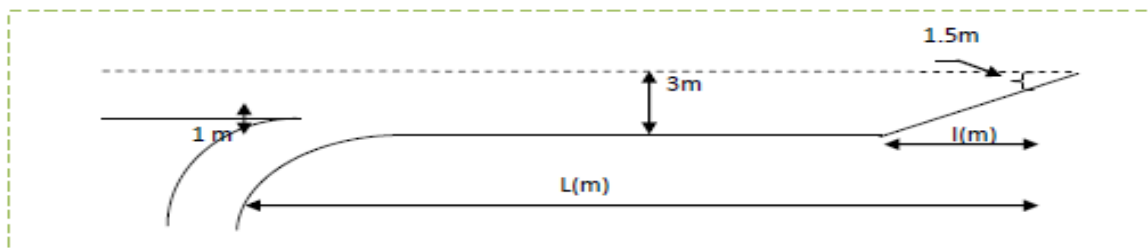
**Va** : vitesse d'approche à vide.

**L** : longueur de la voie d'insertion comptée du nez d'entrée réduit à 1m jusqu'au point où la longueur se réduit à 1.5m.

Les voies d'insertion ont pour largeur :

3m pour  $V_a < 100$  Km/h

3.5m pour  $V_a \geq 100$  Km/h



**Pour notre cas :**

La longueur de la voie d'insertion :

Pour la RN11 ( $V_r=80$ km/h):

- la longueur de la voie d'insertion  $L=180$ m.
- la longueur du sifflet d'insertion  $l=50$ m.

Pour la deuxième rocade sud d'Oran ( $V_r=100$ km/h):

- la longueur de la voie d'insertion  $L=240$ m.
- la longueur du sifflet d'insertion  $l=70$ m.

**Voie de décélération :**

La décélération des véhicules quittant la route principale se fait à l'aide de couloirs de décélération de type parallèle ou diagonal.

**Voies de décélération de type parallèle :**

La voie de décélération de type parallèle comprend un sifflet de raccordement et une voie parallèle à la route principale.

Sa longueur est en fonction de la vitesse d'approche à vide.

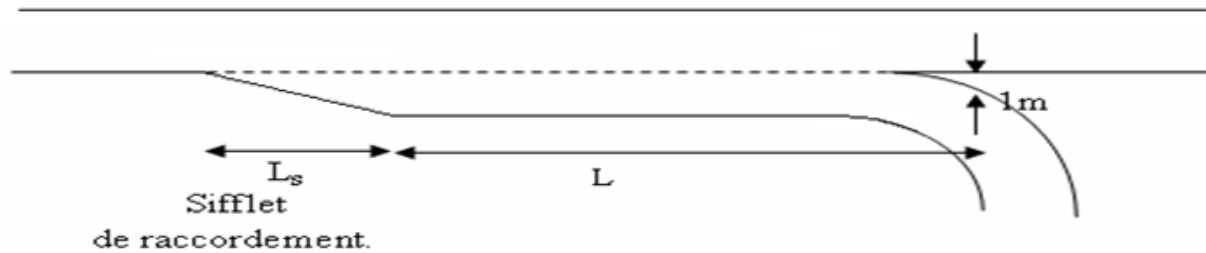


Figure N°16 : voie de décélération.

Le tableau ci-dessous (B40) donne la longueur de la voie de décélération ( $L$ ) et la longueur de sifflet de raccordement ( $L_s$ ) en fonction de la vitesse d'approche.

Pour notre cas :

<b>Va (km/h)</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>
<b>L(m)</b>	<b>70</b>	<b>115</b>	<b>170</b>	<b>240</b>
<b>Ls(m)</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>75</b>

Le tableau N°17 : Norme B40 L, Ls.

- **LaCW35.**  $V_a = 80$  Km/h, on a :
  - Longueur de décélération :  $L=115$ m.
  - Longueur de sifflet de raccordement:  $L_s=50$ m.
- **Ladeuxième rocade sud d'Oran.**  $V_a = 100$  Km/h, on a :
  - Longueur de décélération :  $L=170$ m.
  - Longueur de sifflet de raccordement:  $L_s=60$ m.

#### Longueur d'entrecroisement :

On doit déterminer la largeur d'entrecroisement et qui est en fonction de la vitesse pratiquée sur la route principale (voir tableau ci-après).

Vr(km/h)	60	80	>80
Le(m)	200	300	500

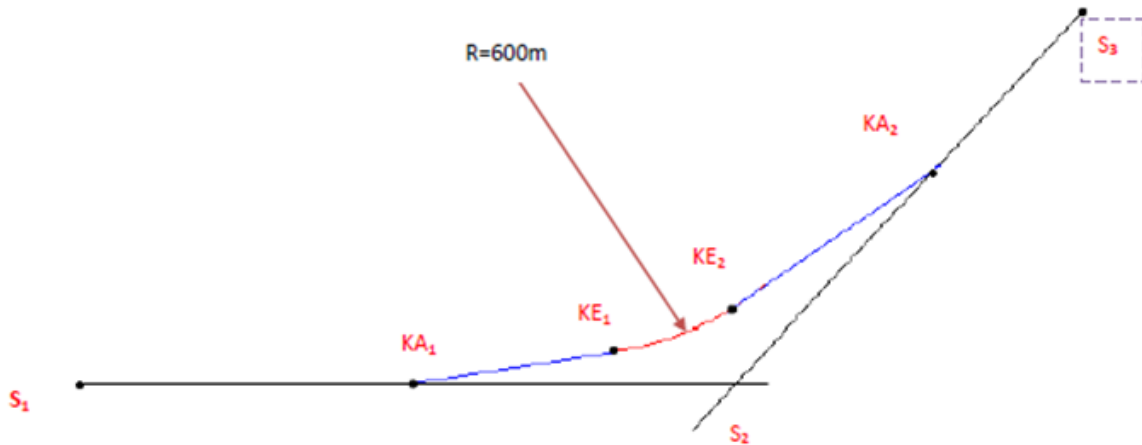
Tableau N°18 : la largeur d'entrecroisement et qui est en fonction de la vitesse.

Pour notre étude nous avons :

- Sur la voie la CW35 : ou  $V_r=80$ m/h,  $L_e= 300$ m.
- Sur la deuxième rocade sud d'Oran : ou  $V_r=100$ m/h,  $L_e= 500$ m.

Nous avons réduit c'est longueurs d'entrecroisement pour réduire au maximum l'emprise du terrain tout en gardant les normes requises, nous avons utilisées les normes françaises (S.E.T.R.A).

**9. EXEMPLE DE CALCUL D'AXE MANUEL :**



**Figure N°17 : Courbe de clothoïde symétrique.**

Les coordonnées des sommets et le rayon qui sont les suivant :

Rayon R = 3500 m

S1 (724457, 1015\*3957180, 5527)

S2 (724409, 1040\*3957096, 4196)

S3 (72442, 7549\*3957027, 5272)

L = ? , R = 3500

On a R = 3500 m donc  $1500 \leq R \leq 5000 \Rightarrow L \geq R/9$

$L > 3500/9 \Rightarrow L > 388,88$

$\Rightarrow L1 = 400m$

$L = A^2 / R \Rightarrow A = \sqrt{L \times R} = \sqrt{400 \times 3500} = 1183,22m$

**9.1 formules et méthodes de calculs :**

S1 (724457, 1015\* 3957180, 5527)

S2 (724409, 1040\*3957096, 4196)

S3 (724435, 0365\*3957058, 4917)

**9.2 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.

$$|\Delta X| = |X_{S2} - X_{S1}| = -47,9975\text{m}$$

$$AS_1 = |\Delta Y| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = -84,1331\text{m}$$

$$|\Delta X_1| = |X_{S3} - X_{S2}| = 25,9325\text{m}$$

$$S_1B = |\Delta Y_1| = |Y_{S3} - Y_{S1}| = -122,0610\text{m}$$

D' où :

$$G_{S_1}^A = \text{artg}\left|\frac{\Delta x}{\Delta y}\right| = \text{artg}\left|\frac{47,9975}{84,1331}\right| = 233,005\text{grades}$$

$$G_B^{S_2} = \text{artg}\left|\frac{\Delta x_1}{\Delta y_1}\right| = \text{artg}\left|\frac{25,9325}{122,0610}\right| = 213,327\text{grades}$$

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

$$\gamma = G_{S_1}^A - G_B^{S_2} = 233,005 - 213,327 = 19,678$$

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

$$\tau = \frac{L}{2 \times R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{400}{2 \times 3500} \times \frac{200}{\pi} = 3,63\text{grades}$$

**9.5 Vérification de non chevauchement : A R**

$$\tau = 3,63 \text{ gr.}$$

$$\gamma = 19,678\text{gr} \quad \tau < \gamma/2 \Rightarrow \text{pas de chevauchement.}$$

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

$$X_m = \frac{A^2}{2 \times R} = \frac{L}{2} = \frac{1183,22^2}{2 \times 3500} = \frac{400}{2} = 200\text{m}$$

**7. Abscisse de KE :**

$$x = L \left(1 - \frac{L^2}{40 \times R^2}\right) = 400 \left(1 - \frac{400^2}{40 \times 3500^2}\right) = 399,86\text{m}$$

**9.7 Origine de KE :**

$$y = \frac{L^2}{6 \cdot R} = \frac{400^2}{6 \cdot 3500} = 7,61\text{m}$$

**9.8 Calcul de la tangente :**

$$T = xm + (R + DR) \operatorname{tg}\left(\frac{y}{2}\right) = 200 + (3500 + 1,90) \operatorname{tg}\left(\frac{19,678}{2}\right) = 742,79\text{m}$$

**9.9 Calcul des distances :**

$$AS_1 = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(-47,9975)^2 + (-84,1331)^2} = 96,86\text{m}$$

$$S_1B = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(25,9325)^2 + (-122,0610)^2} = 124,78\text{m}$$

**9.10 Calcul des Coordonnées SL :**

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} \Rightarrow SL = \sqrt{(399,86)^2 + (7,61)^2} = 399,93\text{m}$$

**9.11 Calcul de  $\sigma$  :**

$$\sigma = \operatorname{arctg}\left(\frac{y}{x}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{7,61}{399,86}\right) = \operatorname{arctg} 0,183 = 1,21 \text{ grade}$$

**9.12 Calcul de l'arc :**

$$K_{E1}K_{E2} = \frac{[\pi R(Y - \tau^2)]}{200} \Rightarrow K_{E1}K_{E2} = \frac{[\pi \times 3500 \times (19,678 - 3,74 \times 2)]}{200} = 670,62\text{m}$$

# Chapitre VII

PROFIL EN LONG

## 1. DEFINITION DU PROFIL EN LONG :

Le profil en long est la projection de l'axe de la route sur un plan vertical. Il est constitué d'une succession d'alignements droits raccordés par des courbes à rayons parabolique.

## 2. TRACE DE LA LIGNE ROUGE :

Le tracé de la ligne rouge qui représente la surface de roulement du nouvel aménagement retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre plus particulièrement aux exigences suivantes :

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais.
- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes.
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance.
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais.
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long.
- Opter pour une déclivité minimale de 1% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

## 3. ELEMENTS CONSTITUANTS DE LA LIGNE ROUGE :

### Les alignements :

Sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

### Définition de la déclivité :

On appelle déclivité d'une route, la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

### Déclivité minimale :

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuent longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5%et de préférence 1%.

### Déclivité maximale :

La déclivité maximale est tolérée surtout dans les courtes distances (inferieur à 1500 m) pour les raisons suivant :

- Réduction de la vitesse et augmentation des dépenses de circulation.

- Important effort de freinage des poids lourds ce qui conduit à usé les pneumatiques.

#### **Pour les rampes :**

La déclivité peut être majorée de deux points pour les chaussées descendantes à sens unique sans dépasser 8% pour les déclivités du profil en long, il est plus imposé en règle générale de valeur minimale.

#### **4. COORDINATION DU TRACÉ EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :**

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

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.

- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :

$V_{vertical} > 6 H_{horizontal}$  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 500m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

#### **5. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :**

Le changement de déclivité constituent des points particulier dans le profil en, ce changement est assuré par l'introduction de raccordement circulaire qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

Il y a deux types de raccords :

##### **5.1. Raccordement convexe (saillants) :**

La conception des raccords convexes doit satisfaire les conditions suivantes :

##### **5.1.1. Condition de confort :**

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle sera soumis le véhicule lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe.

$$V^2 / R_v < g / 40 \quad \text{avec} \quad g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)} \quad \text{et} \quad v = V/3.6$$

**D'où :**

$$R_{vmin} \geq 0,30 V^2 \text{ (cat 1-2).}$$

$R_{vmin} \geq 0,23 V^2$  (cat 3-4-5).

Tel que :

$R_v$  : c'est le rayon vertical (m) et  $V$  : vitesse de référence (km /h).

### 5.1.2. Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de condition confort.

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante:

$$R_v \geq \frac{d^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_1 h_0})} \approx 0,27d^2$$

$d$ : distance d'arrêt (m)

$h_0$ : hauteur de l'oeil (m)

$h_1$ : hauteur de l'obstacle (m)

- dans le cas d'une route unidirectionnelle « bretelles » :

$h_0 = 1.1$  m,  $h_1 = 0.15$  m

On trouve :  $R_v = a d^2$  a = 0.24

Pour Cat 1-2  $R_v = 0.24 d^2$

### 5.1.3. Raccordement concave (rentrant) :

La visibilité du jour dans le cas de raccordement dans les points bas n'est pas déterminante c'est pendant la nuit qu'il faut s'assurer que les phares du véhicules devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R'_v = \frac{d_1^2}{(1,5 + 0,035d_1)}$$

Avec :

$R_v$  : rayon minimum du cercle de raccordement.

$d_1$ : distance d'arrêt.

#### 5.1.4. Condition esthétique :

Une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à procurer à l'utilisateur une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet en imposera une longueur de raccordement minimale et ( $b > 50$ ) pour des dévers  $d < 10\%$  (spécial échangeur).

$$v_{\min} = 100 \times (50 / \Delta d \%)$$

Avec :

d: Changement de dévers (%)

Rvmin: rayon vertical minimum (m)

### 6. NORMES PRATIQUES DU PROFIL EN LONG :

Pour le cas de la liaison RN11-la deuxième rocade sud d'Oran et les bretelles et les boucles de l'échangeur, on a respecté les paramètres suivants : (selon les normes de **B40**) :

Vitesse de référence (km/h)		bretelles	RN11	Deuxième rocade sud d'Oran
Vr		40	80	100
Rayon en angle saillant (Rv1)	Minimal absolu Rvm1	300	1000	2500
	Minimal normal Rvn1	1000	2500	6000
Rayon en angle rentrant (R'v)	Minimal absolu R'vm	500	1200	2400
	Minimal normal R'vn	1200	2500	3000
Déclivité maximale I max (%)		8	6	5

Tableau N°19 : paramètres du profil en long.

#### ➤ Profil en long de la deuxième rocade et la CW35:

Le profil en long doit suivre autant que possible le terrain naturel en léger remblai, dans le but de minimiser l'impact sur l'environnement.

Les valeurs des déclivités des rayons verticaux pour la vitesse de référence sont les suivantes:

- Déclivité maximal:8%
- Rmin saillants:3000 m

- Rmin rentrant:2000 mrentrant

Vitesse de référence (k/m)	40	60	80	100	120	140
Déclivitémaximal	8	7	6	5	5	4

**Tableau N°20:Les valeurs des déclivités des rayons verticaux.**

La coordination entre le tracé en plan et le profil en long à été étudiée pour le conducteur puisse circuler de manière confortable et sûre et avec un bon confort optique.

Cependant plusieurs contrainte physiques du terrain rendent occasionnellement difficile la coordination sans une augmentation majeure des coûts de construction.

Pour assure un drainage longitudinal et transversal normal, les pentes longitudinales minimales doivent être fixes à la valeur de :

- 0,5 % dans la zone ou la pente transversale de la chaussée.
- 0,5% dans les longues sections en déblai et en remblai.

Les courbes verticales sont de types parabole don les longueurs sont données par la même formule précédent.

#### ➤ Profil en long des bretelles et des boucles:

En général la déclivité en:

- Rampes maximal est de 6%.
- Pente maximal est de 6%

Exception: tout près des voiries secondaire le rayon vertical peut plus faible.

Dans certain cas d'échangeur avec la voirie locale dans des zones topographiquement difficile, il est permis de déroger des valeurs maximales en autant de fois que la distance reste suffisante pour réagir et que la signalisation est adéquate.

## 7. DEVERS :

La détermination de la valeur maximale de dévers appliquée pour un projet, dépend de la catégorie de l'autoroute et des rayons en plan.

Plusieurs autres facteurs ont de l'influence sur le dévers maximale :

- Les conditions climatiques de la zone d'étude (présence éventuelle de neige sur le tracé).
- Les conditions topographiques (terrain plat ou montagneux).
- Route urbain ou rurale.

➤ **Dévers sur la deuxième rocade sud d'Oran :**

En tenant compte des factures précédents, le dévers est variable de 2,5% à un maximum de 7% le point de rotation se situe au bord gauche de la voie rapide (sauf exception).

Exception : si pente est maximale, le point de rotation devra être au bord droit de la voie lente.

La variation du dévers se fait linéairement sur toute la longueur du raccordement progressif.

➤ **Dévers sur la route CW35:**

Selon les instructions d'aménagement des routes le dévers est variable selon les conditions suivantes :

- Les courbes de rayon supérieur ou égale à  $R_{hd}$  ne sont généralement pas déversées vers l'intérieur du virage et conservant le profil en toit.
- Les courbes de rayon compris entre  $R_{nd}$  et  $R_{dm}$  (rayon de dévers minimal) sont déversées vers l'intérieur du virage avec une pente de 2,5%.

Les courbes de rayon  $R$  inférieur à  $R_{dm}$  sont déversées vers l'intérieur du virage avec une pente transversale dont la valeur est fixée par interpolation linéaire en fonction de  $1/R$  entre 2,5% pour  $R_{hm}$  et 7% pour le rayon minimal  $R_m$ .

➤ **Dévers sur les bretelles et les boucles :**

Le dévers maximum de 7% est associé au rayon minimum de 40 mètre pour une vitesse de référence de 40 km/h.

## 8. TRACE PROPOSE :

Pour la définition du tracé en plan et la modification du profil en long on a utilisé le logiciel de tracé **Covadis**, qui a été adapté selon les critères exposés dans les recommandations techniques.

**Covadis** dispose de toutes les fonctions nécessaires pour le projet interactif de toute œuvre linéaire : définition de l'axe en plan et du profil en long sur quelque modèle numérique du terrain, le traitement général et spécifique de toutes les singularités des profils en travers, le calcul des volumétries de toutes les terres décalées, la génération automatique et assistée de tous les plans de projet.

# Chapitre VIII

## PROFIL EN TRAVERS

## 1. DEFINITION :

Le profil en travers d'une route est la coupe dans le sens transversal menée selon un plan perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

Définissant toutes les Parties constituant la route.

La largeur de cette chaussée est en fonction de l'importance et de l'hétérogénéité du tracé à écouler.

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 » 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, etc....).

## 2. CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :

Ils existent deux types de profil :

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

### 2.1. Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

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

### 2.2. Le profil en travers courant :

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

### 3. LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :

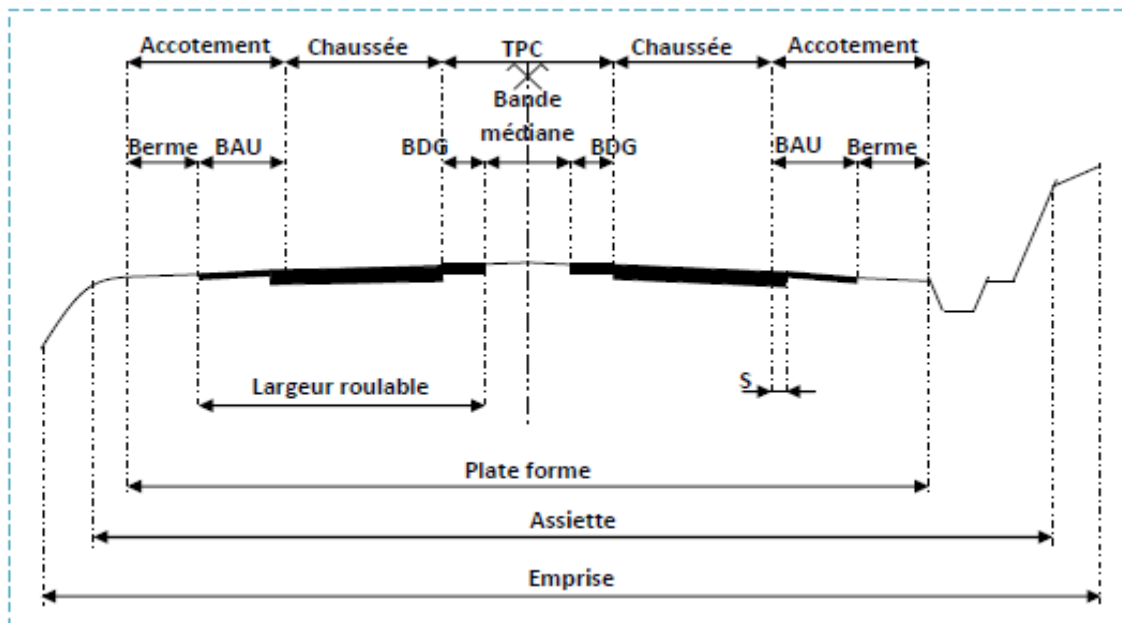


Figure N°18 : élément constatifs du profil en travers normal

- **Emprise** : C'est la surface du terrain naturel affecté à la route ; limitée par le domaine public.
- **Assiette** : C'est la surface de la route délimité par les terrassements.
- **Plate forme** : elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement le terre plein central et bande d'arrêt.
- **Chaussée** : C'est la partie de la route affecté à la circulation des véhicules.
- **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.

❖ **bande dérasée de gauche (B.D.G)** : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est dégagée de tous obstacles, revêtus et se raccorde à la chaussée.

❖ **bande médiane** : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation,.. etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.

- **Accotement** : Comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) bordée à l'extérieure d'une berme.

❖ **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.

- **Le fossé** : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie.

#### 4. PROFIL EN TRAVERS SOUS L'OUVRAGE D'ART :

La route qui passe sous l'ouvrage d'art a des bandes d'arrêts en section courante, elles sont en générale maintenues sous l'ouvrage sans réduction de largeur.

D'après l'ICTAAL, la distance de parement intérieur d'un appui latéral au bord de la chaussée la plus proche est fixé à 2m, quelque soit la vitesse de référence.

#### 5. PROFIL EN TRAVERS SUR L'OUVRAGE D'ART:

D'après les normes ICTARN, la route doit comporter un dispositif de sécurité (glissière de sécurité) dès que la hauteur du remblai dépasse les 4 mètres.

Pour l'ouvrage d'art, il est conseillé de prévoir une sur largeur des deux cotés de la route, cette sur largeur est donnée par le tableau ci-dessous en fonction de la vitesse de référence sur l'itinéraire considéré.

Vr (km/h)	120	100	80	60	40
Surlargeur (m)	0,75	0,75	0,5	0,5	

Tableau N°21 : Surlargeur en fonction de la vitesse.

##### 5.1. Élément des profils en travers de la CW35:

Les éléments des profils en travers courant de la CW35 son les suivant :

- **Chaussées** :

- Nombre de chaussées : 2
- Largeur des chaussées :  $2 \times 3,5 = 7,00$
- Pente transversale en section courante : 2,5%

- **Terre-plein centrale (TPC)** :

- Largeur de TPC : 2 m
- Composition :
- Bande dérasée de gauche (BDG) de largeur égale à 0,5m, et qui a la même structure et la même pente transversale de la chaussées.

• Bande médiane de largeur égale 1m, la surface de la bande médiane est en pente vers un canal de drainage centrale.

- **Accotement** :

- Largeur égale à 1,8m
- Composition :
  - Bande dérasée de droite (BDD) : largeur = 1,00m
  - Berme de largeur égale à 0,8m avec une pente transversale de 8%

### 5.2. Elément des profils en travers de la deuxième rocade sud d'Oran :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la pénétrante sera composé d'une chaussée unidirectionnelle. Les éléments du profil en travers types sont comme suit :

- **Chaussée**
  - Nombre de chaussées : 2.
  - Largeur des chaussées :  $2 \times 10 = 20\text{m}$
  - Accotement :  $1.5 \times 2 = 3\text{ m}$ .
  - Un terre-plein central : 10 m.
  - Pente transversale en section courante : 2,5%

### 5.3. Elément des profils en travers des bretelles (diagonale ou boucle) :

Il est mentionné dans l'étude du trafic qu'il est nécessaire d'avoir une voie pour assurer les bonnes conditions aux mouvements des véhicules entre les différents itinéraires, le profil en travers des rampes d'une chaussée de largeur de 8m (4m pour largeur d'une voie et 3m de B.A.U et bande dérasée de 1m.

Le tableau suivant présente la composition de profil en travers de l'échangeur reliant la CW35 et deuxième rocade sud d'Oran :

	Nombre de voies	Largeur de la voie	T.P.C	B.A.U	accotement
<b>CW35</b>	02	3,5m	2m	/	1,8m
<b>Deuxième rocade</b>	03	3,5m	10m	3m	1,5m
<b>Boucle 01</b>	01	3,5m	/	/	/
<b>Boucle 02</b>	01	3,5m	/	/	/
<b>Boucle 03</b>	01	3,5m	/	/	/
<b>Boucle 04</b>	01	3,5m	/	/	/
<b>Bretelle 01</b>	01	3,5m	/	/	/
<b>Bretelle 02</b>	01	3,5m	/	/	/
<b>Bretelle 03</b>	01	3,5m	/	/	/
<b>Bretelle 04</b>	01	3,5m	/	/	/

Tableau N°22 : Composition des profils en travers

# Chapitre IX

Ouvrage d'art

## 1. INTRODUCTION :

Un ouvrage d'art permet le franchissement d'un oued ou d'un site très accidenté il permet aussi la réalisation des passages supérieurs ou inférieurs sur route pour le rétablissement des voies de communications.

Un ouvrage d'art est constitué d'un tablier reposant sur deux culées avec ou sans appuis intermédiaires (les piles).

Dans notre cas le pont représente un élément principal de l'échangeur et doit être prédimensionnée de telle façon à assurer l'écoulement de la circulation dans tous les sens avec le maximum de rapidité et de sécurité.

## 2. PRESENTATION DE L'OUVRAGE :

Notre ouvrage est composé d'un pont de 2 travées, une pile et 2 culées.

### 2.1. Profil en long :

Le pont est constitué par une travée de longueur de 20 m chacune, ces dernières reposent sur deux culées.

### 2.2. Description de l'ouvrage :

L'ouvrage en question est un pont situé dans le tronçon routier de la deuxième rocade sud d'Oran, il comporte les caractéristiques suivantes :

- Gabarit : en Algérie il est réglementé que le passage sur une autoroute doit respecter un gabarit de 5,30 m
- Largueur rouable :  $L_r = 3,5\text{m}$  (pour chaque voie)
- Nombre de voies : 03voies
- Largueur total de pont entre garde corps est : 29 m (pour les deux ponts assemblés)
- Longueur total (portée) :  $L = 36\text{m}$  (un portée)

### 2.3. Conception du pont :

La conception du pont doit satisfaire à un certain nombre d'exigences puisqu'il est destiné à offrir un service à des usagers.

On distingue les exigences fonctionnelles qui sont des caractéristiques permutant au pont d'assurer sa fonction d'ouvrage de franchissement et les exigences naturelles qui sont les exemples des éléments de son environnement influant sur sa conception.

#### L'exigence fonctionnelle :

Ces exigences concernant :

- Le tracé en plan :

La longueur de l'ouvrage est de 30 m et une largeur du pont prise à 29 m.

- La ligne rouge :

La ligne rouge de la CW35 passe les dessous de l'ouvrage.

- La chaussée :

La largeur roulable = 7m

- Les trottoirs :

Deux trottoirs de largeur chacun, sont prévus. Chaque trottoir doit être équipé d'un garde-corps et d'une glissière de sécurité, leur rôle est protéger les piétons.

- Gabarit à réserver :

On appelle gabarit le minimum à dégager au-dessus la voie franchie, mesuré perpendiculairement à cette voie.

En Algérie, il est règlement que le passage sur :

- Les autoroutes et les routes express doivent respecter un gabarit de 5,25m.
- Pour les chemins de fer en doit respecter un gabarit de 5,75m.

L'adaptation architecture en site :

Il faut prendre en compte la qualité esthétique de l'ouvrage et de son adaptation au site.

### **Les exigences naturelles :**

La reconnaissance de la nature du sol est souvent décisive pour le choix entre plusieurs types d'ouvrage. Elle conditionne le type de l'ouvrage et l'emplacement des fondations des appuis.

### **3. CHOIX DU TYPE DE L'OUVRAGE :**

Notre but est de déterminer du point de vue technique et économique le type d'ouvrage le plus adéquat et de satisfaire le mieux possible toutes les conditions qui imposent le type d'ouvrage (béton armé, béton précontrainte, mixte).

Les principaux facteurs qui influent sur le type d'ouvrage sont :

- Le profil en long de la chaussée.
- La portée de l'ouvrage.

- La nature du sol.
- Position possible des appuis.
- Le gabarit à respecter.

Afin de trouver la solution au type d'ouvrage le plus adéquat ; on procède à une comparaison entre tous les types d'ouvrage (variantes) qui peuvent être envisagés et cela en représentant toutes les caractéristiques des variantes.

Pour chaque type d'ouvrage énuméré, on portera sur le domaine d'utilisation, de l'ouverture de son tablier ainsi que son épaisseur.

Plusieurs solutions sont envisagées, alors on procédera par élimination des ouvrages qui ne répondent pas aux conditions imposées.

On a plusieurs positions :

### **3.1. Les ponts en poutre en béton armé BA :**

On distingue deux catégories de ponts en béton armé.

- Ponts à poutres en béton armé :

Ce type d'ouvrage a été largement employé au début des travaux autoroutiers.

Le tablier est constitué des poutres longitudinales, espacées de 1,20 à 1,70m qui sont solidarisées entre elles par des entretoises sur appuis en travées, et par un hourdis formant la couche de roulement.

#### **3.1.1. Les avantages :**

- Économique de point de vue de consommation des matériaux.
- Portée allant de 10 à 20m
- Nécessite un entretien réduit par rapport aux ponts métalliques et mixtes.

#### **3.1.2. Les inconvénients :**

- Complication des coffrages le rend relativement coûteux en main d'œuvre.
- Les structures continues sont très rigides et sensibles aux tassements différentiels.

### **3.2. Les ponts en dalle en béton armé :**

La dalle en béton armé est la plus intéressante pour les portées déterminantes allant jusqu'à 15m elle peut rester compétitive jusqu'à 18m de portée voir 20m avec une section transversale en encorbellement latéraux (ce qui permet d'alléger le poids propre).

**3.2.1 Les avantages :**

- Permet le réemploi des coffrages.
- Coffrage simple.
- Ne nécessite pas une main d'œuvre hautement qualifiée.
- Moins épais que les ponts à poutres en béton armé.
- Portée limitée 20m.

**3.2.2 Les inconvénients :**

- Consomme plus de béton et d'acier par rapport à un pont à poutres en béton armé.
- Portée limitée 20m.
- Echafaudage important.
- Déconseillé pour les travées.

**3.3. Les ponts en béton précontraint :**

La précontrainte est un traitement mécanique qui consiste à produire dans un matériau, avant sa mise en service, des contraintes par les charges qui les sollicitent.

En béton précontraint, le traitement consiste à tracer les armatures pour certaines zones du béton pour la rendre capable de résister aux charges extérieures (à la traction).

On distingue deux types de ponts en béton armé :

**3.3.1. Ponts à poutres en béton précontrainte :**

Les poutres sont précontraintes par câble ou fils adhérence (post tension ou prétension respectivement), leur fabrication à terre permet d'économie souvent onéreuse, d'un cintre.

Les ponts à poutres en béton précontrainte sont de 25m leurs portées les plus économiques se situent entre 25 et 35m.

**3.3.1.1. Les avantages :**

- Une meilleure utilisation de la matière puisque'il n'y a pas de béton inutile, le béton situé autour des armatures de précontrainte est toujours comprimé, on limite ainsi le risque de corrosion.
- L'effort de précontrainte agissant en sens inverse des charges extérieures limite les déformations.
- La possibilité d'assembler des éléments préfabriqués sans échafaudages.

- La possibilité de franchir de plus grandes portées qu'avec des ouvrages en béton armé.

### **3.3.1.2. Les inconvénients :**

- La nécessité de fabriquer du béton plus résistant principalement avec 28j.
- La nécessité de disposer d'un personnel qualifié pour la vérification de la pose des gaines et câbles et pour la mise en tension des câbles.
- L'obligation est d'attendre que la mise en tension soit faite pour pouvoir décinturer ou décoffrer.

### **3.3.2. Ponts à dalles en béton précontraint :**

La dalle précontrainte est réservée essentiellement pour les passages supérieurs et inférieurs autoroutiers, elle prend le relevé de la dalle dans la gamme de portée de 15 à 23m environ qui est la portée économique.

#### **3.3.2.1. Les avantages :**

- Légèreté rapportée aux tabliers en béton.
- La rapidité et simplicité de mise en œuvre, la pose des poutres est généralement plus simple.
- La simplicité d'usinage des poutres à armes pleines.
- La possibilité de franchir de grandes portées.

#### **3.3.2.2. Les inconvénients :**

- Matériaux très chers.
- Surveillance avec visite périodique.
- Risque de déversement des poutres métalliques.
- Entretien difficile.

## **4. CONCLUSION :**

Après avoir examiné tous les types d'ouvrages possibles nous avons choisi de prendre la variante qui est le pont à poutre en béton précontrainte, pour tous les avantages économiques et la facilité de constructions et vu les conditions techniques exigées par le site.

# Chapitre X

## Cubature

## 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**).

## 2. DEFINITION :

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

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.

## 3. CUBATURE DE TERRASSEMENT :

On appelle cubature tout calcul de volume. Si on recherche une exactitude des résultats, le calcul des volumes des terrassements est très compliqué et très long donc on doit accepter quelques petites erreurs. Le calcul des cubatures est réduit à des calculs intégraux qui nécessitent une géométrie descriptive pour chaque profil.

## 4. METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :

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

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.

#### 4.1. Méthode 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.

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

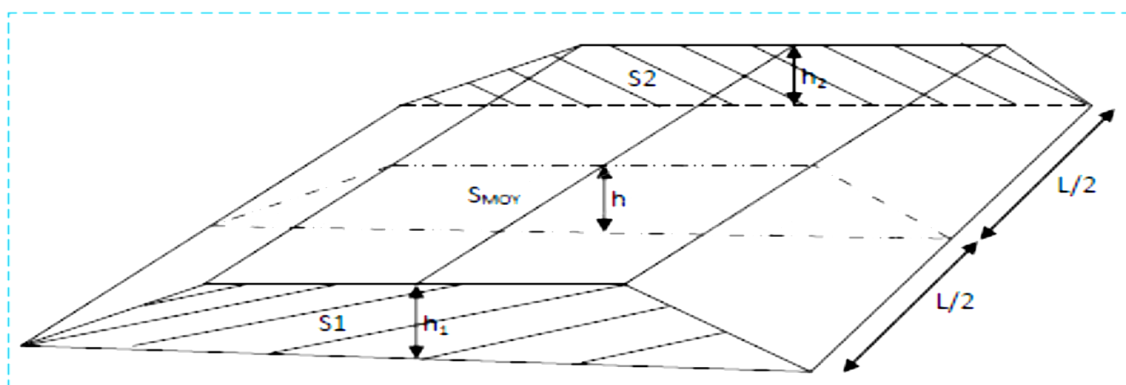


Figure N°19 : Schéma descriptif de Calcul de volume.

#### 4.2. Méthode linéaire :

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

#### 4.3. Méthode de gulden :

Dans cette méthode les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil.

Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure).

La méthode choisie pour le calcul est celle de **GULDEN** et le calcul a été effectué à l'aide de logiciel (**COVADIS**).

### 5. DESCRIPTION DE LA METHODE UTILISE :

En utilisant la formule de calcul compris entre deux profils successifs :

$$V = \frac{Li}{2} \times (S_1 + S_2 + S_{moy})$$

Où Li, S1, S2, et Smoy désignant respectivement

- PF: profil fictive, surface nulle
- Si: surface de profil en travers Pi
- Li : distance entre ces deux profils
- SMOY : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li)

Adoptons la figure ci-dessous présentant les profils en long de tracé donnés.

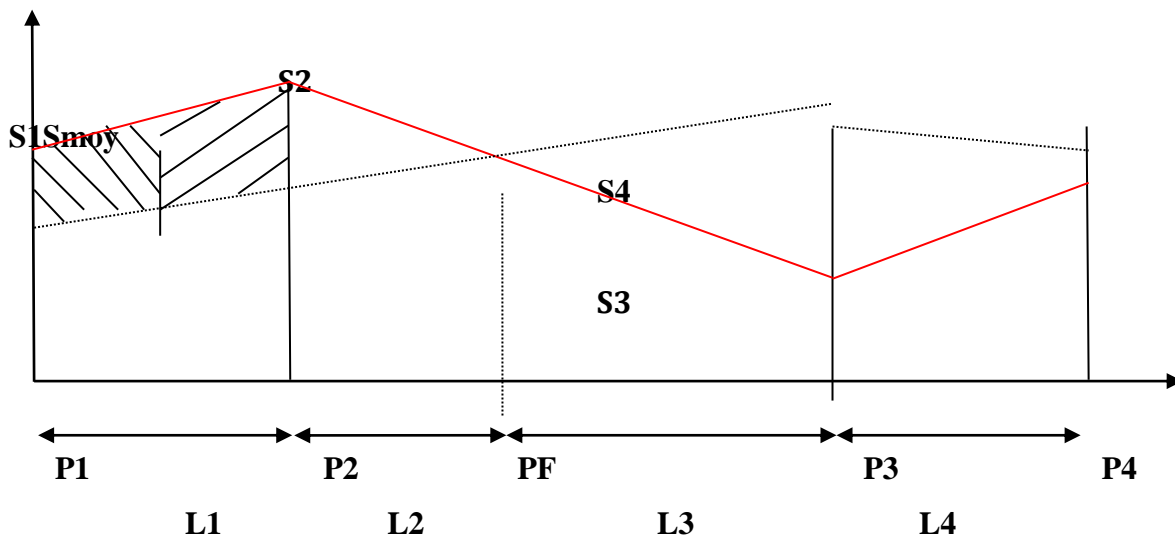


Figure N°20 : Calcul volume déblai, Remblai.

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

$$V = \frac{L}{2} \times (S1 + S2 + S_{moy}).$$

Pour éviter un calcul très long on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions.

$$S_{moy} \text{ et } \frac{(S1+S2)}{2}$$

Ceci donne :

$$V1 = \frac{L1}{2} \times (S1 + S2)$$

Donc les volumes seront :

**Entre P1 et P2**

$$V1 = \frac{L1}{2} \times (S1 + S2)$$

**Entre P2 et PF**

$$V2 = \frac{L2}{2} \times (S1 + 0)$$

**Entre PF et P3**

$$V3 = \frac{L3}{2} \times (0 + S3)$$

**Entre P3 et P4**

$$V4 = \frac{L4}{2} \times (S3 + S4)$$

En additionnant membres à membres ces expressions au volume total des terrassements :

$$V = \frac{L1}{2} S1 + \frac{L1+L2}{2} S1 + \frac{L2+L3}{2} \times 0 + \frac{L3+L4}{2} S3 + \frac{L4}{2} S4.$$

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

Pour le cas de notre projet on a utilisé le logiciel **COVADIS** pour le calcul des cubatures.

# Chapitre XI

## Assainissement

## 1. INTRODUCTION :

L'évacuation des eaux pluviales est l'une des préoccupations fondamentales dans le domaine des routes, car la présence d'eau provoque plusieurs inconvénients tel que les problèmes d'inondation ; glissement des terrains, ainsi que les problèmes d'érosion, stabilité des talus, et la dégradation des chaussées par défaut de portance du sol.

Donc une solution à ses problèmes fut adaptée, c'est de prévoir des dispositions adéquates pour évacuer l'eau loin de la route, l'ensemble de ses travaux porte le nom d'assainissement.

## 2. OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

## 3. ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSÉE :

L'emprise de la deuxième rocade sud d'Oran doit être assainie et ce conformément aux normes du B40 du Ministère de l'Équipement.

Des ouvrages d'assainissement ont été projetés dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de l'autoroute dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

### a- Fossé de pied du talus de déblai :

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

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

### b- Fossé de crête de déblai :

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

**c- Fossé de pied de talus de remblai :**

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

**d- Drain :**

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant l'autoroute.

Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

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

**e- Descentes d'eau :**

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

**4. DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES :****4.1. Nécessité du drainage des eaux souterraines :**

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltration.

Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc veiller à éviter :

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

**4.2. Protection contre la nappe phréatique :**

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface, la teneur en eau de sol tend vers un état d'équilibre dont dépend la portance finale.

Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

- Soit dimensionner la chaussée en conséquence.

- Soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces solutions dépend :

- Des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- De l'importance des problèmes de gel.
- De leurs coûts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

## 5. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATIONS :

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 :

$$Q_a = Q_s$$

$Q_a$ : Débit d'apport en provenance du bassin (m<sup>3</sup>/s).

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

Le débit d'apport est calculé en appliquons la formule de la méthode rationnelle :

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

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

**I** : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

**C** : coefficient de ruissellement.

**A** : aire du bassin versant (m<sup>2</sup>).

### 5.1. Coefficient de ruissellement :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau tombe sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après :

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtu en enrobés	0,80 à 0,95	0,95
Accotement (sol légèrement perméable)	0,15 à 0,40	0,40
talus	0,10 à 0,30	0,30
Terrain naturel	0,05 à 0,20	0,20

Tableau N°23 : Coefficient de ruissellement.

## 5.2. Détermination de l'intensité :

### 5.2.1. Calcul de la précipitation :

D'après GALTON, le calcul de la pluie journalier maximal annuel de fréquence donnée s'effectue par la formule suivante :

$$PJ(\%) = \frac{pj}{\sqrt{c^2_v + 1}} \times e^u \sqrt{\ln(c^2_v + 1)}$$

Avec :

Pj : Pluie moyenne journalier

Cv : coefficient de variation climatique.

U : variation de Gauss, donnée par le tableau suivant :

<b>Fréquence (%)</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Période de retour (ans)</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>Variable de Gauss (U)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,84</b>	<b>1,28</b>	<b>2,05</b>	<b>2,372</b>

**Tableau N°24** :variation de Gauss.

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

### 5.2.2. Calcul de la fréquence d'averse :

On la détermine par la formule :

$$Pt (\%) = PJ (\%) (t/24)^b$$

**Pt** : hauteur de pluie de durée t (mm)

**PJ** : pluie journalière maximale annuelle.

**b** : l'exposant climatique de la région.

**T** : temps de concentration (temps nécessaire à l'eau pour s'écouler depuis le point le plus éloigné du bassin versant jusqu' à son exutoire ou le point de calcul).

## 5.3. Temps de concentration :

La durée **tc** 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  $A < 5 \text{ km}^2$  :**

$$T_c = 0,127 \times \sqrt{A/P}$$

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

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

**3- Lorsque  $25 \text{ km}^2 \leq A \leq 200 \text{ km}^2$  :**

$$T_c = \frac{\sqrt[4]{A}}{0,8} + \frac{1,5 \times L}{\sqrt{H}}$$

**T<sub>c</sub>** : temps de concentration (heure).

**A** : superficie du bassin versant.

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

**P** : pente moyen du bassin versant (m.p.m).

**H** : la différence entre la côte moyen et la côte minimale (m).

**5.4. L'intensité horaire :**

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

**I** : l'intensité de la pluie (mm/h).

**T<sub>c</sub>** : temps de concentration (heure).

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

**5.6. Calcul de débit de saturation (Q) :**

Le débit de saturation est donné par la formule de **MANNING** et **STRICKLER** :

$$Q_s = V \times S_u$$

$$V = K_{st} j^{1/2} \times R^{2/3}$$

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

**K<sub>st</sub>** : 30 en terre

**K<sub>st</sub>** : 40 en buses métalliques.

**K<sub>st</sub>** : 50 maçonneries.

**K<sub>st</sub>** : 70 bétons (dalots)

**K<sub>st</sub>** : 80 béton (buses préfabriquées).

**J** : pente longitudinale de l'ouvrage.

**R<sub>h</sub>** : rayon hydraulique = section mouillée / périmètre mouillé.

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

**S<sub>u</sub>** : Section utile de l'ouvrage  $b \times H_u$

**H<sub>u</sub>** : hauteur utile.

# **Chapitre XII**

**Signalisation et**

**Eclairage**

## **1. SIGNALISATION:**

### **1.1 INTRODUCTION:**

La signalisation routière joue un rôle important 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.

### **1.2 OBJECTIFS DE LA SIGNALISATION ROUTIERE:**

La signalisation routière a pour rôle de :

- Rendre plus sûr et plus facile la circulation routière.
- Rappeler certaine prescription du code de la route.
- Donner des informations relatives à l'utilisateur de la route.

## **2. TYPE DE SIGNALISATION:**

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale
- Signalisation horizontale

### **2.1 Signalisation verticale:**

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

- Signalisation avancée.
- Signalisation de position.
- Signalisation de direction.

### **2.2 Signalisation horizontale:**

Elle concerne uniquement les marques sur les chaussées qui sont employées pour régler la circulation. La signalisation horizontale se divise en deux types :

#### **a) Marque longitudinale:**

- Lignes continues.
- Lignes discontinues (ligne d'avertissement, ligne de rive).

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
<b>T<sub>1</sub></b>	3.00	10.00	1/3
<b>T'<sub>1</sub></b>	1.50	5.00	
<b>T<sub>2</sub></b>	3.00	3.50	1
<b>T'<sub>2</sub></b>	0.50	0.50	
<b>T<sub>3</sub></b>	3.00	1.33	3
<b>T'<sub>3</sub></b>	20.00	6.00	

**Tableau N°25:** modulations des lignes discontinues

**b) Marques transversales:**

-Ligne STOP.

-Les flèches (rabattement, de sélection).

-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 est voies rapides urbaines. U =6cm sur les routes et voies urbaines.

U =5cm sur les autres routes.

### 3. LES CRITERES DE CONCEPTION DE LA SIGNALISATION:

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

-Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).

-Cohérence avec les règles de circulation.

-Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.

-Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur.

-Eviter la publicité irrégulière

### 4. APPLICATION AU PROJET :

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

#### 4.1 Signalisation verticale :

- Panneau de signalisation d'avertissement de danger : type A

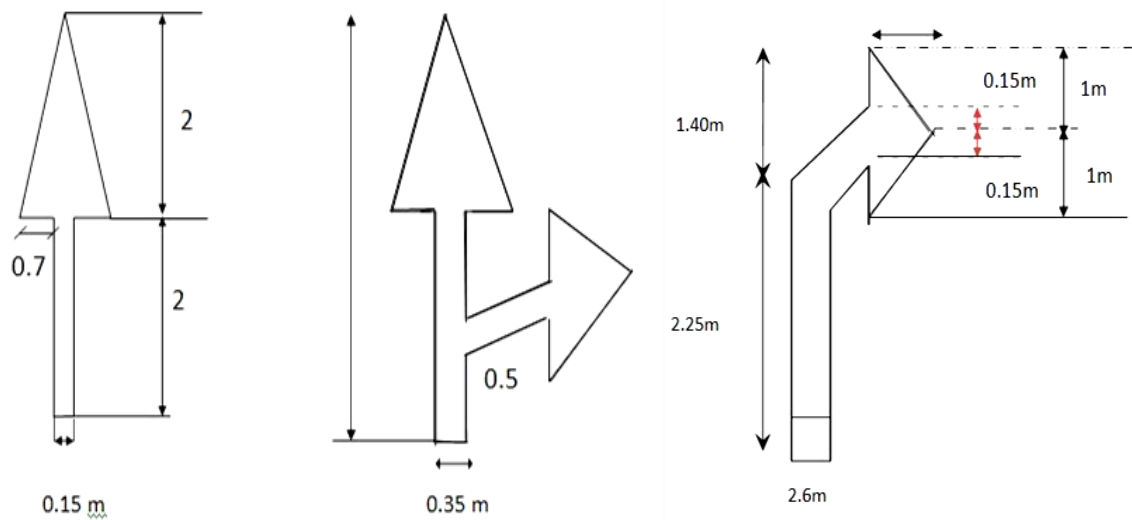
- Panneau de signalisation priorité : type B
- Panneau de signalisation d'interdiction ou de restriction : type C
- Panneau de signalisation d'obligation : type D
- Panneau de signalisation de pré signalisation : type E
- Panneau de signalisation de direction : type E/B
- Panneau de signalisation donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules : type E
- Panneau de signalisation spéciale (panneau de confirmation de direction des échangeurs).

**4.2 Signalisation horizontale:**

La largeur des lignes de signalisation horizontale elle est pour :

- La route :  $U = 7.5\text{cm}$ .
- Les bretelles et les voies d'accès :  $U = 5\text{cm}$ .

**FLECHE DE SELECTION**



**Figure N°21 : flèches de sélection.**

schémas de marquage par hachures

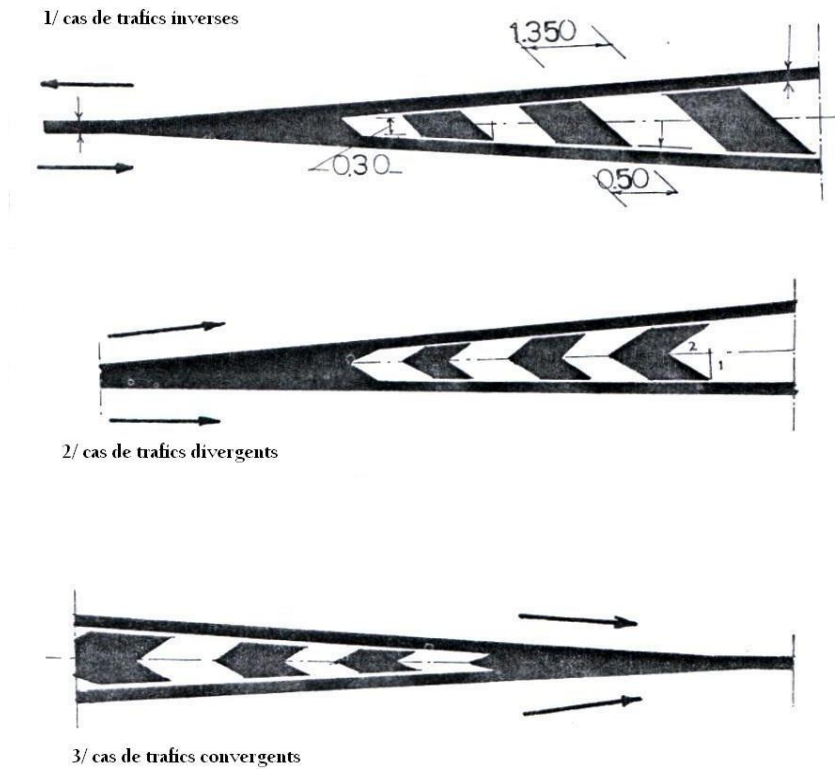


Figure N°22 : Schémas de marquage par hachures

Signaux d'identification des routes type E :

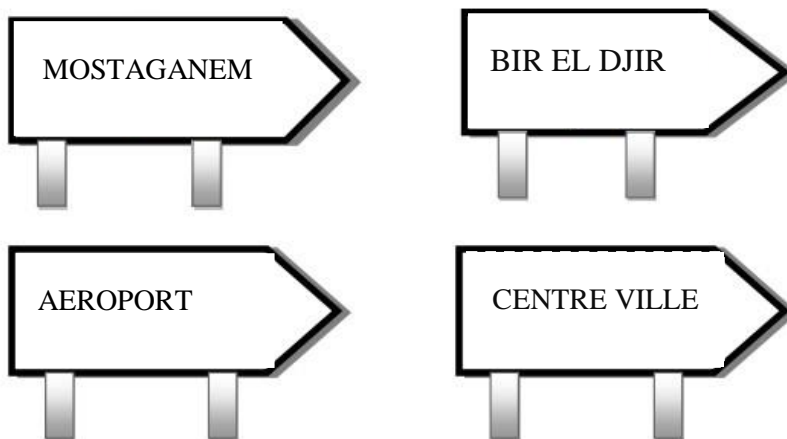


Figure N°23: les signaux d'identification des routes (type E).

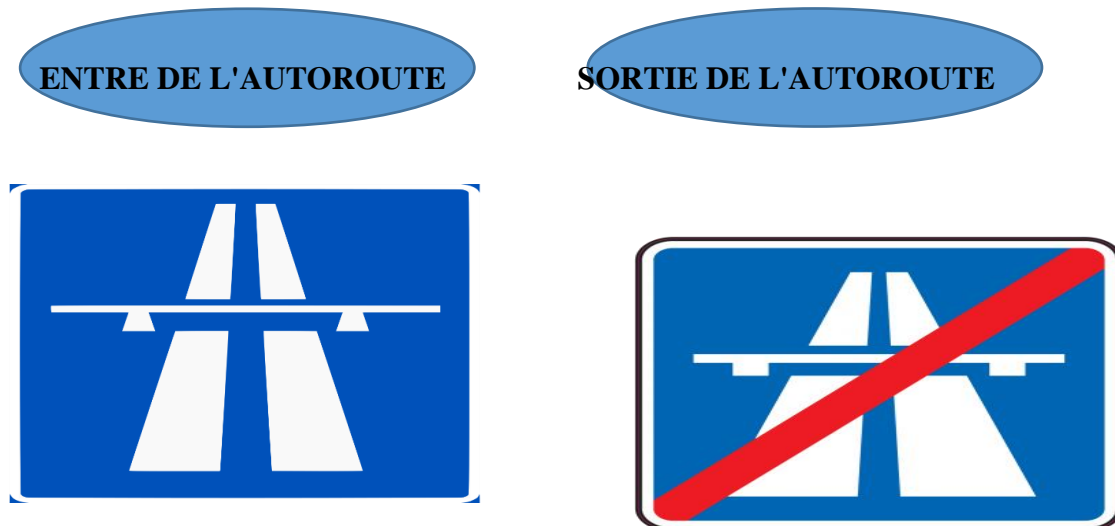


Figure N°24: panneaux du rentré et de la sortie d'une autoroute.

## 2. ECLAIRAGE:

### 2.1 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.

### 2.2 CATEGORIES D'ECLAIRAGE:

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

## 3. PARAMETRES 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

l'acchiusa.

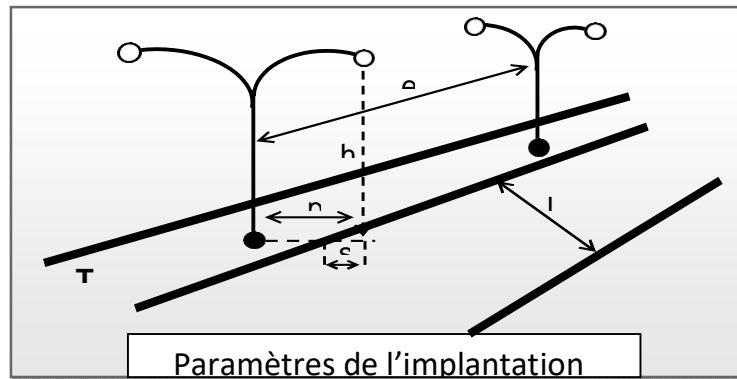


Figure N°25: paramètres de l'implantation

#### 4. APPLICATION AU PROJET:

Eclairage de la voie (le long de la Pénétrante) :

La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux on place. Ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairage se raccordent sans discontinuité. La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre pénétrante (la voie express).

# **Chapitre XIII**

## **Impact sur l'environnement**

## 1. INTRODUCTION :

Le code de l'environnement, définit des règles qui s'imposent aux projets d'infrastructures routières, et rassemble un ensemble de textes législatifs.

Le terme « environnement » est à prendre, dans le domaine des études préalables routières, au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales.

L'objet d'une étude d'impact sur l'environnement est d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et à long terme d'un projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet.

## 2. IMPACT NEGATIF:

Ils sont en général causés par la réalisation de l'ouvrage lui-même, les plus importants sont les suivants :

### 1) Impact sur le paysage:

L'infrastructure portera une défiguration au paysage naturel malgré les efforts de l'ingénieur à adapter le tracé géométrique à la topographie du site.

### 2) Impact sur les ressources en eau:

Les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines, entraînant parfois un risque accru d'inondation, d'érosion, de dépôts, ou une modification brutale de la dynamique de la nappe phréatique, et la pollution de cette dernière, par le déversement des sédiments et des matières polluantes (fuites d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant, Les débris résultants de l'usure des plaquettes de freins et des pneus).

### 3) Impact sur l'air:

La nouvelle infrastructure générera un trafic important ce qui augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées.

La pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne, essence ou diesel, est caractérisée par des émissions de polluant gazeux. La circulation routière est la principale source de CO<sub>2</sub>.

**4) Impact sur la faune et la flore**

Les projets routiers peuvent générer des impacts importants sur le milieu naturel et il est nécessaire de s'engager dans une étude approfondie sur ces effets sur l'écosystème.

Le choix du tracé doit prendre en compte les problèmes liés à l'environnement biologique. Des précautions peuvent être prises à un stade précoce de la planification du projet pour protéger le milieu naturel et faciliter le déplacement de la faune par l'implantation de passages pour la faune et encore de franchissement revêtue ou non, ces passages doivent être conçus de telle sorte que leur entretien soit le plus simple possible et leur gestion soit écologique.

**5) Impact sur l'agriculture:**

Le tracé de dédoublement traverse des terrains agricoles qui seront perdus suite à la réalisation de cette infrastructure.

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

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

**6) Géologie et physiographie:**

- ✓ Extraction et utilisation des matériaux géologiques.
- ✓ Eboulements et glissements de terrain.
- ✓ Tassement, gonflement et érosion du terrain.

**7) Impact temporaires:**

Les impacts négatifs générés par le projet sont essentiellement persistants durant la phase de chantier.

Ces impacts sont temporaires, et disparaissent après l'achèvement des travaux, les plus importants sont définis comme suit :

- ✓ Perturbation de la circulation automobile (embouteillage).
- ✓ Dégagement de poussières dans l'atmosphère.

- ✓ Déversement de boues (bentonite) dans l'espace urbain.
- ✓ Emission de bruit lors des travaux, Cette nuisance est due à l'usage des engins.
- ✓ Opposition des propriétaires des terrains agricole face à la destruction de leur bien agricole ce qui engendre un retard dans l'avancement des travaux.

### **3. LES IMPACTES POSITIFS IMPACTES SOCIOECONOMIQUE**

- ✓ la fluidité de la circulation (gain de temps).
- ✓ Favoriser la découverte et la mise en valeur des régions traversées.
- ✓ La réduction des coûts de transport (gain de temps, sécurité, carburant...).
- ✓ Désenclavement des régions limitrophes.
- ✓ La création des postes d'emplois temporaire (durant la phase de réalisation).
- ✓ Une réponse aux besoins de confort, et la sécurité des usagers;
- ✓ L'Amélioration des conditions économiques de la population de la zone du projet. En effet, la mobilité des travailleurs sera nettement améliorée et l'activité de la population sera probablement développée.
- ✓ Attraction des activités agricoles, pastorales et touristiques.

### **4. CONCLUSION :**

Le projet a une taille modérée certes, mais vu sa localisation dans une région sensible à l'environnement et les incidences environnementales difficilement maîtrisables ; nous recommandons aux autorités concernées de mettre un accent particulier sur l'évaluation des conditions environnementales menées pendant les visites par la mise en œuvre des mesures appropriées et préconiser des solutions afin d'atténuer les impacts négatifs sur l'environnement.

# Chapitre XIV

## Piquetage des axes

## 1. DEFINITION :

Le piquetage est une opération topographique dont le but est de déterminer la position exacte de tout point en coordonnées est en altitude, celle-ci s'effectue sur le terrain à l'aide d'un appareil topographique à partir des coordonnées rectangulaire déjà calculées lors des études pour matérialise sur le terrain les repères nécessaire à la réalisation de la route

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de bas qui a servi au levé du terrain.

Il est utile de matérialise donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction.

Le piquetage «l'implantation »est donc le report du projet étude sur le terrain naturel.

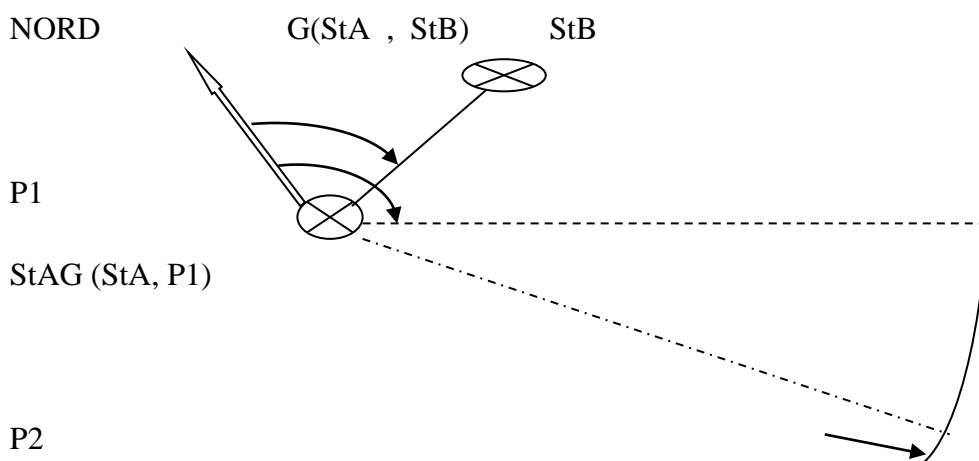


Figure N°26 : Implantation de l'axe en plan.AXE

## 2. IMPLANTATION DE L'AXE SUR LE TERRAIN :

En pratique pour implanter (positionner) un point quelconque sur un axe donné suivant les deux plans (horizontal / vertical) on suite les étapes suivantes :

- On stationne en A.
- On vise la station B de coordonnées (X.Y.Z) connues et on détermine par la cote zénithale de la station A, on utilise la relation :

$$\Delta h = \text{lecture arrière} - \text{lecture avant}$$

Lecture arrière :

Est la lecture de l'appareil mesurée entre le sol (terrain naturel) et l'axe de l'oculaire.

### Lecture avant :

Est la lecture sur le trait niveleur (lit sur la mire placée en B).

$\Delta h$  : dénivelé entre les deux stations A et B exprimées en grandeur et en sens.

L'altitude du point A est égale à :

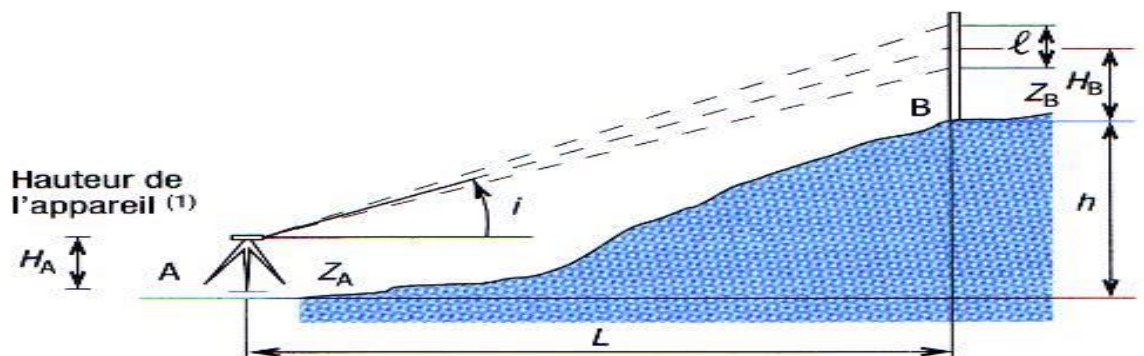
$$\text{Alt A} = \text{Alt B} \pm \Delta h$$

Egalement on peut mesurer la distance stadimétrique entre les deux stations on utilisant l'expression :

$$Dh = Dp \times (p - p') \times \cos(\alpha) \times 100 \times (\cos(\alpha))^2$$

P : lecture stadimétrique supérieur (lu sur la mire).

P' : lecture stadimétrique (lu sur la mire).



$$L = 100 \ell \cos^2 i$$

$$Z_B = Z_A + H_A + L \tan i - H_B$$

$$h = Z_B - Z_A$$

$\ell$  : lue entre fils stadimétriques  
100 : constante stadimétrique

**(1) Hauteur de l'appareil (hauteur de l'instrument) : distance verticale entre l'axe horizontal de l'appareil ou d'une lunette astronomique et la station, au-dessus de laquelle l'instrument est centré.**

Figure N°27: Schéma de principe.

- En suite et à partir de la station A on vise un point sur l'axe (point connu en coordonnées), on relève l'angle horizontale que forme cette direction avec la direction de référence (A-B), on relève aussi la côte du point vise.

### 3. APPLICATION AU PROJET :

On peut implanter les différents points d'un axe donné à partir de leurs coordonnées polaires.

Les résultats du piquetage de chaque axe sont :

#### BOUCLE 1

<u>AXE EN PLAN</u>					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	724104.360	3946772.400
<b>AB4</b>	ANG = 47.438g	65.670			
			65.670	724152.626	3946816.930
<b>GTR</b>	A = 41.833 Rf= -50.000 L = 35.000				
			100.670	724180.782	3946837.399
	XC= 724200.029 YC= 3946791.252 R = -50.000 L = 116.617				
			217.288	724246.711	3946773.339
	Rd= -50.000 A = 33.371 L = 22.272	173.890			
			239.560	724235.767	3946753.997
<b>AB6</b>	ANG = 262.495g	17.916			
			257.476	724225.812	3946739.101
<b>VDM</b>	A = 40.276 Rf= -50.000 L = 32.443				

			289.920	724205.079	3946714.344
	XC= 724174.532 YC= 3946753.928 R = -50.000 L = 86.203				
			376.122	724130.749	3946729.782
	Rd= -50.000 A = 47.830 L = 45.754	164.400			
			421.877	724121.802	3946774.221
<b>JG</b>	ANG = 102.957g	30.852			
			452.729	724120.369	3946805.040
<b>LONGUEUR DE L'AXE 452.729</b>					

<b>PROFIL EN LONG</b>				
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>Z</b>
			0.000	97.300
<b>DR1</b>	PENTE= 1.933 %	152.352		
			152.352	100.245
<b>GTY</b>	S= 249.0182 Z= 101.1799 R = -5000.00	13.535		
			165.887	100.489
<b>DR2</b>	PENTE= 1.663 %	176.493		
			342.379	103.423
<b>PAR2</b>	S= 425.5109 Z= 104.1143 R = -5000.00	30.365		
			372.745	103.836
<b>DR3</b>	PENTE= 1.055 %	79.985		
			452.729	104.680
<b>LONGUEUR DE L'AXE 452.729</b>				

**BOUCLE 2**

<b><u>AXE EN PLAN</u></b>					
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
			0.000	724120.369	3946805.040
YU	ANG = 100.719g	8.860			
			8.860	724120.269	3946813.899
C3H	XC= 725007.495 YC= 3946823.926 R = -887.283	86.528			
			95.388	724123.508	3946900.332
JS	ANG = 94.511g	20.225			
			115.613	724125.250	3946920.482
LIAZ	A = 55.000 Rf= -45.522 L = 66.451				
			182.064	724146.179	3946981.905
	XC= 724177.365 YC= 3946948.743 R = -45.522 L = 122.381				
			304.445	724219.922	3946932.584
	Rd= -45.522 A = 43.802 L = 42.147	230.979			
			346.592	724193.939	3946899.908
DR7	ANG = 247.426g	111.394			
			457.986	724112.053	3946824.389
<b>LONGUEUR DE L'AXE 457.986</b>					

<b>PROFIL EN LONG</b>				
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>Z</b>
			0.000	104.840
DR1	PENTE= 0.971 %	17.304		
			17.304	105.008
AB1	S= 44.4819 Z= 105.1399 R = -2800.00	106.592		
			123.896	104.014
DR2	PENTE= -2.836 %	85.333		
			209.229	101.593
AB2	S= 267.3713 Z= 100.7689 R = 2050.00	41.569		
DR3	PENTE= -0.808 %		250.799	100.836
		88.683		
			339.481	100.119
AB3	S= 313.7734 Z= 100.2229 R = -3180.00	43.392		
			382.873	99.472
<b>LONGUEUR DE L'AXE 457.986</b>				

**BOUCLE 3**

<b><u>AXE EN PLAN</u></b>					
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
			0.000	724102.637	3946815.705
DR19	ANG = 247.384g	79.932			
			79.932	724043.843	3946761.554
LI6	A = 53.930 Rf= -47.500 L = 61.230				
			141.163	723991.989	3946731.156

	XC= 723987.257 YC= 3946778.420 R = -47.500 L = 83.550				
			224.712	723939.943	3946782.612
	Rd= -47.500 A = 60.963 L = 78.242	223.022			
			302.954	723985.216	3946843.542
DR20	ANG = 41.943g	21.414			
			324.368	724002.148	3946856.651
FM1	A = 44.825 Rf= -45.000 L = 44.651				
			369.019	724041.036	3946877.584
	XC= 724048.326 YC= 3946833.178 R = -45.000 L = 59.300				
			428.318	724089.493	3946851.353
	Rd= -45.000 A = 40.173 L = 35.864	139.814			
			464.182	724094.811	3946816.141
FM	ANG = 301.099g	9.051			
			473.233	724094.967	3946807.091
FM2	XC= 725001.132 YC= 3946822.730 R = 906.300	7.581			
			480.814	724095.130	3946799.512
<b>LONGUEUR DE L'AXE 480.814</b>					

<b>PROFIL EN LONG</b>				
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>Z</b>
			0.000	97.830
DR1	PENTE= -1.840 %	17.530		
			17.530	97.507
AB1	S= 72.7409 Z= 96.9993 R = 3000.00	44.914		
			62.445	97.017
DR2	PENTE= -0.343 %	60.033		
			122.478	96.811
AB2	S= 127.9693 Z= 96.8016 R = 1600.00	89.143		
			211.621	98.988
DR3	PENTE= 5.228 %	35.668		
			247.289	100.853
AB3	S= 351.8542 Z= 103.5866 R = -2000.00	45.475		
			292.764	102.714
DR4	PENTE= 2.955 %	58.252		
			351.016	104.435
AB4	S= 410.1065 Z= 105.3077 R = -2000.00	80.029		
			431.045	105.198
DR5	PENTE= -1.047 %	49.769		
			480.814	104.677
<b>LONGUEUR DE L'AXE 480.814</b>				

**BOUCLE 4**

<b><u>AXE EN PLAN</u></b>					
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
			0.000	723698.120	3946467.933
DR30	ANG = 38.472g	67.441			
			67.441	723753.616	3946506.253
CR1	XC= 723611.567 YC= 3946711.976 R = 250.000	5.347			
			72.788	723757.983	3946509.338
DR31	ANG = 39.833g	109.414			
			182.202	723846.669	3946573.418
GTF	A = 77.460 Rf= -120.000 L = 50.000				
			232.202	723889.049	3946599.768
	XC= 723937.691 YC= 3946490.069 R = -120.000 L = 58.359				
			290.561	723945.960	3946609.784
	Rd= -120.000 A = 77.460 L = 50.000	158.360			
			340.562	723994.790	3946599.484
DR33	ANG = 382.347g	37.613			
			378.175	724030.966	3946589.188
GFTF	A = 63.246 Rf= -80.000 L = 50.001				
			428.175	724077.173	3946570.658
	XC= 724032.677				

	YC= 3946504.174 R = -80.000 L = 29.721		79.722		
				457.896	724098.273
				0.000	723698.120
<b>LONGUEUR DE L'AXE 457.896</b>					

<b>PROFIL EN LONG</b>				
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>Z</b>
			0.000	104.670
<b>DR1</b>	PENTE= -0.934 %	69.507		
			69.507	104.021
<b>AB1</b>	S= 46.1636 Z= 104.1300 R = -2500.00	30.497		
			100.003	103.550
<b>DR2</b>	PENTE= -2.154 %	284.198		
			384.201	97.430
<b>AB2</b>	S= 422.9657 Z= 97.0123 R = 1800.00	54.601		
<b>DR3</b>	PENTE= 0.880 %		438.802	97.082
		19.095	457.896	97.250
			0.000	104.670
<b>DR1</b>	PENTE= -0.934 %	69.507		
			69.507	104.021
<b>AB1</b>	S= 46.1636 Z= 104.1300 R = -2500.00	30.497		
			100.003	103.550
<b>DR2</b>	PENTE= -2.154 %	284.198		
			384.201	97.430
<b>AB2</b>	S= 422.9657 Z= 97.0123			

	R = 1800.00	54.601		
			438.802	97.082
<b>DR3</b>	PENTE= 0.880 %	19.095	457.896	97.250
			0.000	104.670
<b>LONGUEUR DE L'AXE 457.896</b>				

**BRETELLE 1**

<b><u>AXE EN PLAN</u></b>					
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
			0,000	724148,414	3946303,800
GHT	ANG = 99,111g	39,199			
			39,199	724148,961	3946342,996
FRE	XC= 723898,985 YC= 3946346,487 R = 250,000	19,966			
			59,166	724148,443	3946362,950
AB10M	ANG = 104,195g	151,424			
			210,590	724138,471	3946514,045
FRD	A = 74,162 Rf= -110,000 L = 50,000				
			260,590	724138,961	3946563,928
	XC= 724247,532 YC= 3946546,255 R = -110,000 L = 22,540				
			283,130	724144,828	3946585,650
	Rd= -110,000 A = 74,162 L = 50,000	122,540			
			333,130	724169,521	3946628,995
AB12	ANG = 62,213g	137,672			
			470,802	724246,522	3946743,120
GH	A = 52,915 Rf= 80,000 L = 35,000				
			505,802	724263,896	3946773,418
	XC= 724189,450 YC= 3946802,705 R = 80,000 L = 21,378				
			527,180	724268,987	3946794,115

	Rd= 80,000 A = 52,915 L = 35,000	91,378			
			562,180	724267,651	3946829,015
AB14	ANG = 107,078g	7,211			
			569,391	724266,851	3946836,182
JU	A = 70,356 Rf= -110,000 L = 45,000				
			614,391	724264,919	3946881,057
	XC= 724374,440 YC= 3946870,801 R = -110,000 L = 58,069				
			672,459	724284,994	3946934,828
	Rd= -110,000 A = 70,356 L = 45,000	148,068			
			717,459	724315,862	3946967,457
AB16	ANG = 47,427g	133,119			
			850,578	724413,717	3947057,707
GTYH	XC= 724244,227 YC= 3947241,481 R = 250,000	5,348			
			855,927	724417,610	3947061,374
AB17	ANG = 48,789g	66,293			
			922,220	724465,369	3947107,351
<b>LONGUEUR DE L'AXE 922,220</b>					

PROFIL EN LONG				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0,000	98,780
DR1	PENTE= -0,720 %	59,426		
			59,426	98,352
DER	S= 124,2258 Z= 98,1189 R = 9000,00	29,432		
			88,858	98,188
DR2	PENTE= -0,393 %	100,625		
			189,483	97,793
AB2	S= 194,7883 Z= 97,7825 R = 1350,00	29,727		
DR3	PENTE= 1,809 %		219,210	98,003
		148,658		

			367,867	100,693
AB3	S= 512,5869 Z= 102,0016 R = -8000,00	229,834		
			597,702	101,549
DR4	PENTE= -1,064 %	189,771		
			787,473	99,530
AB4	S= 810,8793 Z= 99,4052 R = 2200,00	30,209		
			817,681	99,416
DR5	PENTE= 0,309 %	104,538		
			922,220	99,739
<b>LONGUEUR DE L'AXE 922.220</b>				

**BRETELLE 2**

<b><u>AXE EN PLAN</u></b>					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0,000	724445,510	3947129,878
D1	ANG = 246,082g	68,750			
			68,750	724393,998	3947084,347
CER1	XC= 724473,471 YC= 3946994,436 R = 120,000	2,499			
			71,248	724392,143	3947082,673
D2	ANG = 247,407g	86,951			
			158,199	724328,208	3947023,744
BG	A = 54,853 Rf= -91,000 L = 33,065				
			191,264	724302,621	3947002,878
	XC= 724254,052 YC= 3947079,833 R = -91,000 L = 210,706				
			401,970	724164,549	3947096,273
	Rd= -91,000 A = 54,853 L = 33,065	276,836			
			435,035	724174,394	3947127,787
GTH	ANG = 76,870g	110,373			
			545,408	724213,620	3947230,955
BGT	XC= 723979,941 YC= 3947319,803 R = 250,000	12,155			
			557,564	724217,662	3947242,417

GTFD	ANG = 79,965g	65,263			
			622,827	724237,864	3947304,475
<b>LONGUEUR DE L'AXE 622.827</b>					

<b>PROFIL EN LONG</b>				
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>Z</b>
			0,000	99,730
DR1	PENTE= -0,310 %	104,302		
			104,302	99,407
AB1	S= 111,1165 Z= 99,3964 R = 2200,00	29,885		
			134,186	99,517
DR2	PENTE= 1,049 %	138,435		
			272,621	100,969
AB2	S= 293,5938 Z= 101,0790 R = -2000,00	111,662		
			384,284	99,023
DR3	PENTE= -4,534 %	15,029		
			399,312	98,341
AB3	S= 508,1401 Z= 95,8739 R = 2400,00	101,175		
			500,487	95,886
DR4	PENTE= -0,319 %	122,340		
			622,827	95,496
<b>LONGUEUR DE L'AXE 622.827</b>				

**BRETELLE 3**

<b><u>AXE EN PLAN</u></b>					
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
			0,000	724165,784	3947165,329
SM	ANG = 272,842g	41,969			
			41,969	724148,418	3947127,121
DSM	XC= 724376,013 YC= 3947023,678 R = 250,000	33,945			
			75,914	724136,510	3947095,361
GTM	ANG = 281,486g	11,512			
			87,427	724133,210	3947084,332

JUF	XC= 725006,915 YC= 3946822,832 R = 912,000	71,223			
			158,649	724115,471	3947015,372
DSQ	A = 71,131 Rf= -113,416 L = 44,611				
			203,261	724103,266	3946972,543
	XC= 723999,193 YC= 3947017,622 R = -113,416 L = 35,421				
			238,682	724084,380	3946942,746
	Rd= -113,416 A = 70,127 L = 43,361	123,393			
			282,042	724051,899	3946914,127
DR15	ANG = 241,926g	94,892			
			376,934	723976,853	3946856,055
LI4	A = 66,332 Rf= 110,000 L = 39,999				
			416,934	723946,803	3946829,744
	XC= 724028,742 YC= 3946756,355 R = 110,000 L = 32,280				
			449,214	723929,077	3946802,904
	Rd= 110,000 A = 66,332 L = 39,999	112,279			
			489,213	723916,675	3946764,938
DR16	ANG = 283,758g	63,819			
			553,032	723900,569	3946703,185
LI5	A = 70,143 Rf= -120,000 L = 41,000				
			594,032	723887,997	3946664,216
	XC= 723778,720 YC= 3946713,800 R = -120,000 L = 41,795				
			635,827	723864,513	3946629,897
	Rd= -120,000 A = 70,143 L = 41,000	123,796			
			676,828	723832,741	3946604,067
DR17	ANG = 239,833g	175,211			
			852,039	723690,723	3946501,452

ZE	XC= 723837,139 YC= 3946298,813 R = 250,000	26,184			
			878,222	723670,341	3946485,035
<b>LONGUEUR DE L'AXE 878.222</b>					

<b>PROFIL EN LONG</b>				
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>Z</b>
			0,000	96,390
D1M	PENTE= 2,087 %	64,309		
			64,309	97,732
AB1	S= 22,5642 Z= 97,2966 R = 2000,00	34,443		
			98,752	98,748
DR2	PENTE= 3,809 %	75,744		
			174,496	101,633
AB2	S= 269,7311 Z= 103,4471 R = -2500,00	126,558		
			301,054	103,251
DR3	PENTE= -1,253 %	470,981		
			772,035	97,350
AB3	S= 825,9109 Z= 97,0124 R = 4300,00	56,198		
DR4	PENTE= 0,054 %	49,989	828,233	97,013
			878,222	97,040
<b>LONGUEUR DE L'AXE 878.222</b>				

**BRETELLE 4**

<b><u>AXE EN PLAN</u></b>					
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
			0,000	723698,120	3946467,933
DR30	ANG = 38,472g	67,441			
			67,441	723753,616	3946506,253
CR1	XC= 723611,567 YC= 3946711,976 R = 250,000	5,347			
			72,788	723757,983	3946509,338

DR31	ANG = 39,833g	109,414			
			182,202	723846,669	3946573,418
GTF	A = 77,460 Rf= -120,000 L = 50,000				
			232,202	723889,049	3946599,768
	XC= 723937,691 YC= 3946490,069 R = -120,000 L = 58,359				
			290,561	723945,960	3946609,784
	Rd= -120,000 A = 77,460 L = 50,000	158,360			
			340,562	723994,790	3946599,484
DR33	ANG = 382,347g	37,613			
			378,175	724030,966	3946589,188
GFTF	A = 63,246 Rf= -80,000 L = 50,001				
			428,175	724077,173	3946570,658
	XC= 724032,677 YC= 3946504,174 R = -80,000 L = 48,252				
			476,427	724107,034	3946533,687
	Rd= -80,000 A = 63,246 L = 50,001	148,253			
			526,428	724115,429	3946484,616
DR35	ANG = 304,160g	124,272			
			650,700	724123,543	3946360,609
GTY	XC= 724373,009 YC= 3946376,933 R = 250,000	21,477			
			672,177	724125,863	3946339,265
DR36	ANG = 309,629g	30,108			
			702,285	724130,400	3946309,501
<b>LONGUEUR DE L'AXE 702.285</b>					

<b>PROFIL EN LONG</b>				
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>Z</b>
			0,000	97,000
DR1	PENTE= -0,152 %	28,963		
			28,963	96,956

AB1	S= 33,5234 Z= 96,9525 R = 3000,00	36,834		
			65,798	97,126
DR2	PENTE= 1,076 %	135,005		
			200,803	98,579
AB2	S= 168,5283 Z= 98,4049 R = 3000,00	38,519		
			239,322	99,240
DR3	PENTE= 2,360 %	59,733		
			299,055	100,650
AB3	S= 346,2503 Z= 101,2066 R = -2000,00	101,981		
DR4	PENTE= -2,739 %	68,872	401,036	100,456
			469,908	98,570
AB4	S= 524,6937 Z= 97,8193 R = 2000,00	65,680		
			535,588	97,849
DR5	PENTE= 0,545 %	166,696	702,285	98,757
<b>LONGUEUR DE L'AXE 702.285</b>				

# ESTIMATION DU COÛT DU PROJET

## ESTIMATION DU COÛT DU PROJET

### DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF

N°	DESIGNTION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	MONTANT
1	Amenée du matériel et installation du chantier il comprend l'amenée du matériel, l'installation, l'aménagement et le fonctionnement des bases et toutes sujétions de bonne exécution.	F	1,00	1 000000,00	1 000000,00
2	Repli du matériel et des installations de chantier, il comprend le repliement du matériel le démontage des installations, la démolition des bases et la remise en état des lieux	F	1,00	1 000000,00	1 000000,00
3	Démolition d'ouvrages ou de parties d'ouvrages en béton armé, il comprend la démolition et la mise en dépôt des produits démolis en un lieu agréé par le maitre d'ouvrage, ainsi que le nettoyage et l'évacuation à la décharge publique et toutes sujétions de bonne exécution	m <sup>3</sup>	10,00	2 000,00	20 000,00
6	Démolition et reconstitution de clôture légère il comprend : la démolition et la mise en dépôt des produits démolis en un lieu agréé par le maitre d'ouvrage, et l'évacuation à la décharge publique ainsi que la reconstitution de clôture et toutes sujétions de bonne exécution.	m <sup>3</sup>	20,00	4 000,00	80 000,00
7	Démolition de conduites existantes. il comprend la démolition et la mise en dépôt des produits démolis en un lieu agréé par le maitre d'ouvrage, ainsi que le nettoyage et l'évacuation à la décharge publique et toutes sujétions de bonne exécution	ml	20,00	1 000,00	20 000,00

## ESTIMATION DU COÛT DU PROJET

<b>9</b>	Arbre dont le diamètre mesuré à 1 m du sol est inférieur à 20 cm	U	5,00	3 000,00	15 000,00
<b>10</b>	Arbre dont le diamètre mesuré à 1 m du sol entre 20 cm et 40 cm.	U	162,00	3 500,00	567 000,00
<b>11</b>	Arbre dont le diamètre mesuré à 1 m du sol supérieur à 40 cm	U	5,00	5 000,00	25 000,00
<b>12</b>	Décapage de la terre végétale sur une épaisseur de 0,30m, il comprend le décapage, et mise en dépôt en un lieu agréé par le maître d'ouvrage ou évacuation à la décharge publique	m <sup>3</sup>	<b><u>9956,034</u></b>	<b><u>120,00</u></b>	<b><u>1194724,08</u></b>
<b>14</b>	Déblai en terrain meuble mis en remblai, il comprend l'extraction, le chargement, le transport, le compactage de la plate forme et toutes sujétions de bonne exécution.	m <sup>3</sup>	<b><u>973,32</u></b>	<b><u>300,00</u></b>	<b><u>291996,00</u></b>
<b>16</b>	Déblai rocheux. il comprend l'extraction, le chargement, le transport, le compactage de la plate forme et toutes sujétions de bonne exécution et l'évacuation à la décharge publique.	m <sup>3</sup>	10,00	4 000,00	40 000,00
<b>23</b>	Fourniture, transport et mise en œuvre de lit de sable, Il comprend la fourniture, le transport et mise en œuvre du lit de sable sur 20 cm d'épaisseur (sable de carrière) et toutes sujétions de bonne exécution	m <sup>3</sup>	20,00	2 000,00	40 000,00
<b>24</b>	Remblai en sable à 10 cm au-dessus des buses, Il comprend la fourniture, le transport et mise en œuvre du lit de sable sur 10 cm d'épaisseur (sable de carrière) et toutes sujétions de bonne exécution	m <sup>3</sup>	162,00	2 500,00	405 000,00
<b>25</b>	Remblai sélectionné, il comprend la fourniture, le transport et la mise en œuvre de remblai sélectionné pour le comblement des fouilles des tranchées des buses, y compris compactage par couches successives de 20 cm et ttes	m <sup>3</sup>	82,00	600,00	49 200,00

## ESTIMATION DU COÛT DU PROJET

	sujétions de mise en œuvre				
<b>32</b>	Exécution de la couche de base en GB comprend la fourniture, le transport et mise du matériau et toutes sujétions de bonne exécution.	T	8464,25	5 000,00	297 075 000,00
<b>33</b>	Exécution de la couche de roulement en BB comprend la fourniture, le transport la mise en œuvre du matériau et toutes sujétions de bonne exécution.	T	60458.95	5 500,00	114 455 000,00
<b>37</b>	Bordures de trottoirs, il comprend la fourniture, le transport et la mise en place des bordures et toutes sujétions de bonne exécution.	ml	1 730,00	700,00	1 211 000,00
<b>40</b>	Béton de propreté de 10 cm d'épaisseur pour fond de fouille dosé à 100kg/m3 et toutes sujétions de bonne exécution.	m <sup>3</sup>	137,00	12 000,00	1 644 000,00
<b>41</b>	Béton RN 27 pour radier et piédroits comprend la mise en œuvre du béton et toutes sujétions inhérentes à ce type de béton	m <sup>3</sup>	935,00	25 000,00	23 375 000,00
<b>42</b>	Béton RN 27 pour dalle comprend la mise en œuvre du béton et toutes sujétions inhérentes à ce type de béton	m <sup>3</sup>	871,00	25 000,00	21 775 000,00
<b>43</b>	Béton RN 27 pour Mur en retour comprend la mise en œuvre du béton et toutes sujétions inhérentes à ce type de béton	m <sup>3</sup>	226,00	25 000,00	5 650 000,00
<b>53</b>	Marquage sur chaussée par hachures.	m <sup>2</sup>	1 300,00	80,00	104 000,00
<b>54</b>	Marquage sur chaussée en ligne continue.	m <sup>2</sup>	1 800,00	90,00	162 000,00
<b>55</b>	Marquage sur chaussée, en ligne discontinue : - Type T 1, Largeur 15 cm	m <sup>2</sup>	450,00	80,00	36 000,00
<b>56</b>	Marquage sur chaussée, en ligne discontinue : - Type T 2, Largeur 37.5 cm	m <sup>2</sup>	262,00	80,00	20 960,00
<b>57</b>	Marquage sur chaussée, en ligne discontinue :	m <sup>2</sup>	1 570,00	80,00	125 600,00

## ESTIMATION DU COÛT DU PROJET

	-Type T3, Largeur 22.5 cm				
58	Marquage sur chaussée, par des flèches : - Flèches de direction, longueur : 4,00 m	U	20,00	1 000,00	20 000,00
59	Marquage sur chaussée, par des flèches : - Flèches de rabattement, longueur : 6,00 m	U	16,00	1 000,00	16 000,00
60	Panneaux Type A, signaux d'avertissement de danger. A 1a, A 1b, A B3a	U	9,00	15 000,00	135 000,00
61	signaux d'interdiction ou de restriction Panneaux Type B, B 1, B12, B14.	U	10,00	15 000,00	150 000,00
62	Panneaux Type C et Type D, signaux d'indication ou de direction. C 207, C 208, D 21a	U	10,00	15 000,00	150 000,00
63	Panneaux type B21a1 ; R402 signaux d'obligation	U	10,00	15 000,00	150 000,00
64	F/Pose de Musoir. Type J14a	U	3,00	12 000,00	36 000,00
65	F/ Pose de Portiques avec panneaux de signalisation	U	6,00	1 500 000,00	9 000 000,00
66	Bornes kilométrique en béton armé.	U	8,00	2 000,00	16 000,00
68	Fourniture et Mise en place Glissière de sécurité métallique.	ml	680,00	2 500,00	1 700 000,00
69	F/Pose de Garde corps	ml	120,00	8 000,00	960 000,00
71	F/Pose de poutre BP	ml	40,00	2000 000,00	80000000,00
				<b>TOTAL HT</b>	<b>1 207 024 560,00</b>
				<b>TVA 19%</b>	<b>229 334 666,40</b>
				<b>TOTAL TTC</b>	<b>1 436 359 226,40</b>

## CONCLUSION GENERALE

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation. Au profit d'un projet concret et qui fait l'objet de notre thèse de fin d'étude en occurrence dédoublement de la CW35 et la rocade sudd'Oran avecune projection d'un échangeur de type trèfle complet

Cette étude d'APD nous a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent ce présenter dans un projet routier.

Elle était l'occasion pour nous de tirerprofit de l'expérience de personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics

Il ressort de ce travail que la réalisation d'un projet routier n'est pas une chose aise. C'est par une documentation très ample qu'on doit s'orienter dans une réflexion tout en faisant appel à des connaissances théoriques.

Encore une fois ce modeste travail nous a poussera mieux maitriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels piste + auto CAD, vue leur traitement rapide et de la précision de leur résultats.

De toute façon, il nous immerge dans le milieu professionnelle dans lequel nous serons appellees a éditer notre pays et de contribuer a son développement

# TABULATION

## BOUCLE 1

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0,000	96,464	97,300	724104,360	3946772,400	347,438g	-2,50	-2,50
2	25,000	96,667	97,783	724122,734	3946789,352	347,438g	-2,50	-2,50
3	50,000	97,004	98,267	724141,109	3946806,304	347,438g	-2,50	-2,50
4	65,670	97,358	98,570	724152,626	3946816,930	347,438g	-2,50	-2,50
5	75,000	97,557	98,750	724159,535	3946823,199	345,855g	-2,50	-2,50
6	100,000	98,004	99,233	724180,165	3946837,137	326,002g	-5,02	-5,02
7	100,670	98,012	99,246	724180,782	3946837,399	325,156g	-5,17	-5,17
8	125,000	98,443	99,717	724204,595	3946841,043	294,179g	-5,17	-5,17
9	150,000	98,888	100,200	724227,907	3946832,759	262,348g	-5,17	-5,17
10	175,000	99,289	100,640	724244,394	3946814,312	230,517g	-5,17	-5,17
11	200,000	99,805	101,056	724250,019	3946790,220	198,686g	-5,17	-5,17
12	217,288	100,164	101,343	724246,711	3946773,339	176,675g	-5,17	-5,17
13	225,000	100,224	101,472	724243,465	3946766,349	168,555g	-3,11	-3,11
14	239,560	100,253	101,714	724235,767	3946753,997	162,495g	-2,50	-2,50
15	250,000	100,183	101,887	724229,966	3946745,317	162,495g	-2,50	-2,50
16	257,476	100,041	102,012	724225,812	3946739,101	162,495g	-2,50	-2,50
17	275,000	99,569	102,303	724215,624	3946724,852	156,470g	-2,50	-2,50
18	289,920	99,159	102,551	724205,079	3946714,344	141,842g	-5,17	-5,17
19	300,000	98,940	102,719	724196,534	3946709,029	129,007g	-5,17	-5,17
20	325,000	98,179	103,134	724172,315	3946703,978	97,176g	-5,17	-5,17
21	350,000	97,589	103,544	724148,638	3946711,155	65,345g	-5,17	-5,17
22	375,000	97,264	103,860	724131,302	3946728,806	33,514g	-5,17	-5,17
23	376,122	97,255	103,872	724130,749	3946729,782	32,085g	-5,17	-5,17
24	400,000	96,814	104,124	724123,577	3946752,427	9,616g	-2,50	-2,50
25	421,877	96,643	104,354	724121,802	3946774,221	2,957g	-2,50	-2,50
26	425,000	96,633	104,387	724121,657	3946777,341	2,957g	-2,50	-2,50
27	450,000	96,636	104,651	724120,496	3946802,314	2,957g	-2,50	-2,50
28	452,729	96,651	104,680	724120,369	3946805,040	2,957g	-2,50	-2,50

## **BOUCLE2**

<b>N° PROF</b>	<b>ABSCISSE CURVILIGN</b>	<b>COTE TN</b>	<b>COTE PROJET</b>	<b>X PROFIL</b>	<b>Y PROFIL</b>	<b>ANGLE PROFIL</b>	<b>DEV GAU</b>	<b>DEV DRO</b>
1	0,000	96,651	104,840	724120,369	3946805,040	0,719g	-2,50	-2,50
2	2,421	96,652	104,864	724120,342	3946807,461	0,719g	-2,50	-2,50
3	25,000	96,581	105,072	724120,233	3946830,039	399,561g	-2,50	-2,50
4	50,000	96,588	105,134	724120,758	3946855,033	397,768g	-2,50	-2,50
5	75,000	96,820	104,974	724121,986	3946880,002	395,974g	-2,50	-2,50
6	100,000	97,032	104,589	724123,905	3946904,927	394,511g	-2,50	-2,50
7	108,470	97,113	104,409	724124,635	3946913,366	394,511g	-2,50	-2,50
8	111,033	97,147	104,349	724124,856	3946915,919	394,511g	-2,50	-2,50
9	125,000	97,265	103,982	724126,104	3946929,830	393,584g	-2,50	-2,50
10	150,000	97,374	103,273	724130,426	3946954,418	382,068g	-2,50	-2,50
11	175,000	97,398	102,564	724141,414	3946976,699	357,399g	-5,16	-5,16
12	177,484	97,405	102,494	724143,002	3946978,609	354,230g	-5,46	-5,46
13	200,000	97,536	101,855	724161,299	3946991,336	322,962g	-5,46	-5,46
14	225,000	97,771	101,207	724185,895	3946993,459	288,000g	-5,46	-5,46
15	250,000	98,247	100,843	724207,982	3946982,431	253,038g	-5,46	-5,46
16	275,000	98,712	100,640	724221,064	3946961,496	218,076g	-5,46	-5,46
17	299,409	99,041	100,443	724221,446	3946937,381	183,939g	-5,46	-5,46
18	300,000	99,047	100,438	724221,295	3946936,810	183,113g	-5,35	-5,35
19	325,000	98,950	100,236	724209,196	3946915,167	155,161g	-2,50	-2,50
20	341,556	98,704	100,102	724197,633	3946903,330	147,847g	-2,50	-2,50
21	350,000	98,505	100,017	724191,434	3946897,598	147,426g	-2,50	-2,50
22	375,000	98,125	99,633	724173,056	3946880,649	147,426g	-2,50	-2,50
23	400,000	97,536	99,100	724154,679	3946863,700	147,426g	-2,50	-2,50
24	425,000	96,889	98,557	724136,301	3946846,751	147,426g	-2,50	-2,50
25	450,000	96,579	98,014	724117,923	3946829,803	147,426g	-2,50	-2,50
26	457,986	96,590	97,840	724112,053	3946824,389	147,426g	-2,50	-2,50

### **BOUCLE 3**

<b>N° PROF</b>	<b>ABSCISSE CURVILIGN</b>	<b>COTE TN</b>	<b>COTE PROJET</b>	<b>X PROFIL</b>	<b>Y PROFIL</b>	<b>ANGLE PROFIL</b>	<b>DEV GAU</b>	<b>DEV DRO</b>
1	0,000	96,434	97,830	724102,637	3946815,705	147,384g	-2,50	-2,50
2	25,000	95,882	97,379	724084,249	3946798,769	147,384g	-2,50	-2,50
3	50,000	95,806	97,086	724065,860	3946781,832	147,384g	-2,50	-2,50
4	75,000	95,760	96,974	724047,471	3946764,896	147,384g	-2,50	-2,50
5	79,932	95,752	96,957	724043,843	3946761,554	147,384g	-2,50	-2,50
6	100,000	95,768	96,888	724028,775	3946748,306	142,977g	-2,50	-2,50
7	125,000	95,844	96,804	724007,572	3946735,218	125,155g	-3,26	-3,26
8	141,163	95,835	96,856	723991,989	3946731,156	106,352g	-5,33	-5,33
9	150,000	95,814	96,953	723983,164	3946731,097	94,508g	-5,33	-5,33
10	175,000	95,786	97,493	723959,945	3946739,557	61,001g	-5,33	-5,33
11	200,000	95,770	98,423	723944,119	3946758,537	27,495g	-5,33	-5,33
12	224,712	95,736	99,673	723939,943	3946782,612	394,375g	-5,33	-5,33
13	225,000	95,735	99,688	723939,969	3946782,899	393,989g	-5,30	-5,30
14	250,000	95,689	100,993	723947,972	3946806,370	365,959g	-2,80	-2,80
15	275,000	95,707	102,110	723963,736	3946825,673	348,635g	-0,30	-2,50
16	300,000	95,734	102,927	723982,881	3946841,732	342,017g	2,20	-2,50
17	302,954	95,730	103,015	723985,216	3946843,542	341,943g	2,50	-2,50
18	318,299	95,762	103,468	723997,350	3946852,936	341,943g	2,50	-2,50
19	325,000	95,796	103,666	724002,648	3946857,038	341,936g	1,30	-2,50
20	350,000	95,719	104,405	724023,215	3946871,199	331,534g	-3,18	-3,18
21	362,950	95,737	104,752	724035,127	3946876,219	318,361g	-5,50	-5,50
22	375,000	95,689	105,000	724046,985	3946878,159	301,897g	-5,50	-5,50
23	400,000	95,843	105,282	724070,910	3946872,101	266,529g	-5,50	-5,50
24	422,197	96,168	105,271	724086,648	3946856,767	235,126g	-5,50	-5,50
25	425,000	96,194	105,252	724088,042	3946854,336	231,161g	-4,87	-4,87
26	450,000	96,332	105,000	724094,272	3946830,310	205,066g	-2,50	-2,50
27	458,061	96,337	104,915	724094,682	3946822,260	201,838g	-2,50	-2,50
28	459,362	96,337	104,902	724094,716	3946820,960	201,557g	-2,50	-2,50
29	475,000	96,338	104,738	724094,999	3946805,324	201,223g	-2,50	-2,50
30	480,427	96,308	104,681	724095,120	3946799,899	201,604g	-2,50	-2,50
31	480,814	96,307	104,677	724095,130	3946799,512	201,631g	-2,50	-2,50

## **BOUCLE 4**

<b>N° PROF</b>	<b>ABSCISSE CURVILIGN</b>	<b>COTE TN</b>	<b>COTE PROJET</b>	<b>X PROFIL</b>	<b>Y PROFIL</b>	<b>ANGLE PROFIL</b>	<b>DEV GAU</b>	<b>DEV DRO</b>
1	0,000	95,969	104,670	723698,120	3946467,933	338,472g	2,50	-2,50
2	25,000	96,122	104,437	723718,692	3946482,138	338,472g	1,36	-2,50
3	50,000	96,266	104,203	723739,264	3946496,343	338,472g	0,23	-2,50
4	75,000	95,942	103,964	723759,776	3946510,633	339,833g	-0,91	-2,50
5	100,000	95,834	103,550	723780,040	3946525,275	339,833g	-2,05	-2,50
6	110,009	95,904	103,335	723788,153	3946531,137	339,833g	-2,50	-2,50
7	125,000	95,905	103,012	723800,304	3946539,916	339,833g	-2,50	-2,50
8	150,000	95,845	102,474	723820,568	3946554,558	339,833g	-3,69	-3,69
9	159,721	95,853	102,264	723828,447	3946560,251	339,833g	-5,20	-5,20
10	175,000	95,934	101,935	723840,832	3946569,200	339,833g	-5,20	-5,20
11	200,000	96,321	101,397	723861,186	3946583,713	338,153g	-5,20	-5,20
12	225,000	96,760	100,858	723882,552	3946596,662	330,116g	-5,20	-5,20
13	250,000	97,503	100,320	723905,794	3946605,752	317,128g	-5,20	-5,20
14	275,000	98,274	99,782	723930,410	3946609,848	303,865g	-5,20	-5,20
15	300,000	97,841	99,243	723955,344	3946608,787	291,075g	-5,20	-5,20
16	313,609	97,417	98,950	723968,727	3946606,337	286,201g	-5,20	-5,20
17	325,000	97,073	98,705	723979,795	3946603,644	283,631g	-3,11	-3,11
18	350,000	96,695	98,166	724003,868	3946596,901	282,347g	-2,50	-2,50
19	355,632	96,625	98,045	724009,285	3946595,359	282,347g	-2,50	-2,50
20	375,000	96,441	97,628	724027,913	3946590,057	282,347g	-2,50	-2,50
21	400,000	96,221	97,159	724051,831	3946582,798	278,556g	-2,50	-2,50
22	425,000	96,508	97,013	724074,501	3946572,372	264,899g	-2,50	-2,50
23	450,000	96,926	97,181	724093,441	3946556,211	245,085g	-2,50	-2,50
24	457,896	97,102	97,250	724098,273	3946549,969	238,801g	-2,50	-2,50

**BRETELLE 1**

<b>N° PROF</b>	<b>ABSCISSE CURVILIGN</b>	<b>COTE TN</b>	<b>COTE PROJET</b>	<b>X PROFIL</b>	<b>Y PROFIL</b>	<b>ANGLE PROFIL</b>	<b>DEV GAU</b>	<b>DEV DRO</b>
1	0,000	98,708	98,780	724148,414	3946303,800	399,111g	-2,50	-2,50
2	25,000	98,426	98,600	724148,763	3946328,798	399,111g	-2,50	-2,50
3	39,897	98,334	98,493	724148,970	3946343,693	399,289g	-2,50	-2,50
4	50,000	98,300	98,420	724148,878	3946353,795	1,861g	-2,50	-2,50
5	60,093	98,306	98,347	724148,382	3946363,875	4,195g	-2,50	-2,50
6	75,000	98,321	98,253	724147,400	3946378,750	4,195g	-2,50	-2,50
7	100,000	98,242	98,145	724145,754	3946403,696	4,195g	-2,50	-2,50
8	125,000	98,245	98,046	724144,107	3946428,642	4,195g	-2,50	-2,50
9	150,000	99,670	97,948	724142,461	3946453,587	4,195g	-2,50	-2,50
10	175,000	98,072	97,850	724140,814	3946478,533	4,195g	-2,50	-2,50
11	200,000	98,041	97,793	724139,168	3946503,479	4,195g	-2,50	-2,50
12	202,068	98,045	97,802	724139,032	3946505,543	4,195g	-2,50	-2,50
13	225,000	97,883	98,108	724137,612	3946528,430	2,994g	-2,50	-2,50
14	250,000	97,701	98,560	724137,729	3946553,414	395,207g	-3,11	-3,11
15	252,068	97,716	98,598	724137,900	3946555,475	394,238g	-3,35	-3,35
16	274,756	97,624	99,008	724142,130	3946577,726	381,528g	-3,35	-3,35
17	275,000	97,625	99,013	724142,200	3946577,959	381,387g	-3,32	-3,32
18	300,000	97,786	99,465	724151,923	3946600,944	368,565g	-0,40	-2,50
19	324,756	97,996	99,913	724164,852	3946622,044	362,619g	2,50	-2,50
20	325,000	97,998	99,917	724164,988	3946622,247	362,596g	2,50	-2,50
21	350,000	98,298	100,369	724178,957	3946642,980	362,213g	2,50	-2,50
22	375,000	98,936	100,818	724192,940	3946663,704	362,213g	2,50	-2,50
23	400,000	99,165	101,209	724206,922	3946684,428	362,213g	2,50	-2,50
24	425,000	99,480	101,522	724220,905	3946705,152	362,213g	2,50	-2,50
25	450,000	100,112	101,757	724234,888	3946725,876	362,213g	2,50	-2,50
26	469,767	100,452	101,887	724245,943	3946742,262	362,213g	2,50	-2,50
27	475,000	100,468	101,913	724248,867	3946746,603	362,414g	2,50	-1,54
28	500,000	100,301	101,992	724261,589	3946768,096	371,905g	3,05	3,05
29	504,766	100,264	101,998	724263,511	3946772,457	375,328g	3,92	3,92
30	525,000	99,973	101,992	724268,724	3946791,952	391,417g	3,92	3,92
31	526,144	99,954	101,990	724268,870	3946793,087	392,328g	3,92	3,92
32	550,000	99,630	101,914	724268,895	3946816,900	5,391g	2,50	-0,46
33	561,144	99,582	101,854	724267,765	3946827,986	7,065g	2,50	-2,50
34	568,356	99,558	101,807	724266,965	3946835,153	7,078g	2,50	-2,50
35	575,000	99,536	101,758	724266,234	3946841,757	6,875g	1,64	-2,50
36	600,000	99,423	101,524	724264,417	3946866,682	1,053g	-1,61	-2,50
37	613,355	99,440	101,382	724264,827	3946880,025	394,648g	-3,35	-3,35
38	625,000	99,487	101,258	724266,416	3946891,556	387,916g	-3,35	-3,35
39	650,000	99,581	100,992	724273,870	3946915,362	373,447g	-3,35	-3,35
40	671,424	99,436	100,764	724284,396	3946933,983	361,048g	-3,35	-3,35
41	675,000	99,416	100,726	724286,496	3946936,877	359,020g	-2,89	-2,89
42	700,000	99,282	100,460	724303,150	3946955,490	349,387g	-2,50	-2,50
43	716,424	99,145	100,286	724315,101	3946966,755	347,434g	-2,50	-2,50
44	725,000	99,066	100,194	724321,405	3946972,570	347,427g	-2,50	-2,50
45	750,000	98,834	99,928	724339,782	3946989,519	347,427g	-2,50	-2,50
46	775,000	98,760	99,662	724358,160	3947006,468	347,427g	-2,50	-2,50
47	800,000	98,766	99,432	724376,537	3947023,417	347,427g	-2,50	-2,50
48	825,000	98,620	99,438	724394,915	3947040,366	347,427g	-2,50	-2,50
49	849,543	98,535	99,514	724412,956	3947057,005	347,427g	-2,50	-2,50

50	850,000	98,531	99,516	724413,292	3947057,315	347,427g	-2,09	-2,09
51	854,891	98,496	99,531	724416,862	3947060,658	348,525g	2,50	2,50
52	875,000	98,472	99,593	724431,351	3947074,602	348,789g	2,50	0,67
53	900,000	98,539	99,670	724449,361	3947091,941	348,789g	2,50	-1,60
54	922,220	98,533	99,739	724465,369	3947107,351	348,789g	2,50	-2,50

## **BRETELLE 2**

<b>N° PROF</b>	<b>ABSCISSE CURVILIGN</b>	<b>COTE TN</b>	<b>COTE PROJET</b>	<b>X PROFIL</b>	<b>Y PROFIL</b>	<b>ANGLE PROFIL</b>	<b>DEV GAU</b>	<b>DEV DRO</b>
1	0,000	98,166	99,730	724445,510	3947129,878	146,082g	2,50	-2,50
2	25,000	98,080	99,653	724426,778	3947113,321	146,082g	2,50	-2,50
3	50,000	97,926	99,575	724408,047	3947096,765	146,082g	2,50	0,62
4	68,750	98,029	99,517	724393,998	3947084,347	146,082g	3,22	3,22
5	71,248	98,030	99,509	724392,143	3947082,673	147,407g	3,22	3,22
6	75,000	98,017	99,498	724389,385	3947080,130	147,407g	2,70	2,70
7	100,000	98,334	99,420	724371,002	3947063,187	147,407g	2,50	-0,76
8	125,000	98,306	99,440	724352,619	3947046,244	147,407g	2,50	-2,50
9	150,000	98,337	99,683	724334,236	3947029,301	147,407g	2,50	-2,50
10	158,199	98,372	99,769	724328,208	3947023,744	147,407g	1,90	-2,50
11	175,000	98,404	99,945	724315,678	3947012,553	144,421g	-0,93	-2,50
12	191,264	98,505	100,116	724302,621	3947002,878	135,841g	-3,67	-3,67
13	200,000	98,358	100,207	724295,021	3946998,577	129,730g	-3,67	-3,67
14	225,000	98,654	100,470	724271,441	3946990,510	112,240g	-3,67	-3,67
15	250,000	98,564	100,732	724246,557	3946989,142	94,751g	-3,67	-3,67
16	275,000	98,288	100,993	724222,236	3946994,576	77,261g	-3,67	-3,67
17	300,000	97,804	101,069	724200,300	3947006,404	59,772g	-3,67	-3,67
18	325,000	97,304	100,832	724182,396	3947023,740	42,282g	-3,67	-3,67
19	350,000	96,992	100,284	724169,866	3947045,283	24,793g	-3,67	-3,67
20	375,000	96,701	99,422	724163,650	3947069,416	7,303g	-3,67	-3,67
21	400,000	96,526	98,310	724164,215	3947094,331	389,813g	-3,67	-3,67
22	401,970	96,528	98,222	724164,549	3947096,273	388,435g	-3,67	-3,67
23	425,000	96,491	97,314	724170,881	3947118,388	377,935g	0,21	-2,50
24	435,035	96,485	96,987	724174,394	3947127,787	376,870g	1,90	-2,50
25	450,000	96,362	96,578	724179,713	3947141,775	376,870g	2,50	-2,50
26	475,000	96,152	96,103	724188,598	3947165,143	376,870g	2,50	-2,50
27	500,000	96,072	95,888	724197,482	3947188,511	376,870g	2,50	-1,63
28	525,000	95,999	95,808	724206,367	3947211,879	376,870g	2,50	0,64
29	545,408	95,958	95,743	724213,620	3947230,955	376,870g	2,50	2,50
30	550,000	95,949	95,728	724215,212	3947235,262	378,039g	2,50	2,50
31	557,564	95,907	95,704	724217,662	3947242,417	379,965g	2,50	2,50
32	575,000	95,758	95,649	724223,059	3947258,997	379,965g	2,50	0,91
33	600,000	95,769	95,569	724230,798	3947282,770	379,965g	2,50	-1,36
34	622,827	95,626	95,496	724237,864	3947304,475	379,965g	2,50	-2,50

**BRETELLE 3**

<b>N° PROF</b>	<b>ABSCISSE CURVILIGN</b>	<b>COTE TN</b>	<b>COTE PROJET</b>	<b>X PROFIL</b>	<b>Y PROFIL</b>	<b>ANGLE PROFIL</b>	<b>DEV GAU</b>	<b>DEV DRO</b>
1	0,000	96,239	96,390	724165,784	3947165,329	172,842g	2,50	-2,50
2	25,000	96,287	96,912	724155,440	3947142,569	172,842g	2,50	-0,23
3	37,779	96,326	97,179	724150,152	3947130,936	172,842g	2,50	0,93
4	50,000	96,354	97,434	724145,213	3947119,758	174,887g	2,50	2,05
5	74,791	96,476	97,979	724136,835	3947096,436	181,200g	2,50	2,50
6	75,000	96,476	97,984	724136,774	3947096,236	181,253g	2,50	2,48
7	97,845	96,594	98,713	724130,279	3947074,335	182,213g	2,50	0,40
8	100,000	96,591	98,795	724129,687	3947072,262	182,364g	2,50	0,21
9	125,000	96,819	99,748	724123,180	3947048,124	184,109g	2,50	-2,06
10	150,000	96,897	100,700	724117,337	3947023,818	185,854g	2,50	-2,50
11	165,945	97,061	101,307	724113,923	3947008,243	186,163g	2,50	-2,50
12	175,000	97,095	101,652	724111,889	3946999,419	184,816g	1,32	-2,50
13	200,000	97,012	102,475	724104,519	3946975,553	175,741g	-1,93	-2,50
14	210,556	96,880	102,747	724100,153	3946965,946	169,883g	-3,30	-3,30
15	225,000	96,763	103,047	724092,772	3946953,542	161,775g	-3,30	-3,30
16	246,540	96,416	103,340	724079,004	3946937,017	150,084g	-3,30	-3,30
17	250,000	96,339	103,369	724076,531	3946934,597	148,572g	-2,84	-2,84
18	275,000	96,030	103,442	724057,462	3946918,447	142,247g	0,51	-2,50
19	289,901	95,817	103,366	724045,684	3946909,318	141,926g	2,50	-2,50
20	300,000	95,772	103,264	724037,697	3946903,138	141,926g	2,50	-2,50
21	325,000	95,863	102,951	724017,926	3946887,838	141,926g	2,50	-2,50
22	350,000	95,811	102,638	723998,154	3946872,538	141,926g	2,50	-2,50
23	375,000	95,683	102,324	723978,382	3946857,238	141,926g	2,50	-2,50
24	375,721	95,679	102,315	723977,812	3946856,797	141,926g	2,50	-2,50
25	400,000	95,660	102,011	723958,902	3946841,576	145,775g	2,50	1,05
26	415,720	95,612	101,814	723947,617	3946830,643	152,809g	3,35	3,35
27	425,000	95,573	101,698	723941,646	3946823,543	158,169g	3,35	3,35
28	448,001	95,686	101,410	723929,596	3946804,001	171,481g	3,35	3,35
29	450,000	95,693	101,385	723928,747	3946802,191	172,633g	3,06	3,06
30	475,000	95,779	101,071	723920,367	3946778,663	182,296g	2,50	-0,60
31	488,000	95,796	100,909	723916,981	3946766,112	183,747g	2,50	-2,50
32	500,000	95,807	100,758	723913,953	3946754,500	183,758g	2,50	-2,50
33	525,000	95,861	100,445	723907,643	3946730,310	183,758g	2,50	-2,50
34	550,000	95,808	100,132	723901,334	3946706,119	183,758g	2,50	-2,50
35	551,819	95,795	100,109	723900,875	3946704,359	183,758g	2,45	-2,50
36	575,000	95,745	99,819	723894,678	3946682,024	180,635g	-0,76	-2,50
37	592,819	95,779	99,595	723888,493	3946665,323	173,516g	-3,22	-3,22
38	600,000	95,789	99,505	723885,397	3946658,845	169,716g	-3,22	-3,22
39	625,000	95,833	99,192	723871,724	3946637,969	156,453g	-3,22	-3,22
40	634,614	95,892	99,072	723865,357	3946630,769	151,352g	-3,22	-3,22
41	650,000	96,009	98,879	723854,092	3946620,300	144,490g	-2,50	-2,50
42	675,000	95,891	98,566	723834,222	3946605,137	139,855g	-2,50	-2,50
43	675,614	95,887	98,558	723833,724	3946604,777	139,843g	-2,50	-2,50
44	700,000	95,807	98,252	723813,959	3946590,495	139,833g	-2,50	-2,50
45	725,000	95,806	97,939	723793,695	3946575,854	139,833g	-2,50	-2,50
46	750,000	95,829	97,626	723773,431	3946561,212	139,833g	-2,50	-2,50
47	775,000	95,974	97,314	723753,167	3946546,571	139,833g	-2,50	-2,50
48	800,000	96,097	97,090	723732,903	3946531,929	139,833g	-2,50	-2,50
49	825,000	96,224	97,012	723712,639	3946517,287	139,833g	-2,50	-2,50

50	850,000	95,730	97,025	723692,375	3946502,646	139,833g	-2,50	-2,50
51	850,826	95,731	97,025	723691,706	3946502,162	139,833g	-2,50	-2,50
52	875,000	95,865	97,038	723672,755	3946487,169	145,680g	1,91	1,91
53	878,222	95,831	97,040	723670,341	3946485,035	146,501g	2,50	2,50

#### **BREUTELLE 4**

<b>N° PROF</b>	<b>ABSCISSE CURVILIGN</b>	<b>COTE TN</b>	<b>COTE PROJET</b>	<b>X PROFIL</b>	<b>Y PROFIL</b>	<b>ANGLE PROFIL</b>	<b>DEV GAU</b>	<b>DEV DRO</b>
1	0,000	95,969	97,000	723698,120	3946467,933	338,472g	-2,50	-2,50
2	25,000	96,122	96,962	723718,692	3946482,138	338,472g	-1,36	-1,36
3	50,000	96,266	96,998	723739,264	3946496,343	338,472g	0,91	0,91
4	67,441	96,019	97,144	723753,616	3946506,253	338,472g	2,50	2,50
5	72,788	95,959	97,201	723757,983	3946509,338	339,833g	-2,50	2,50
6	75,000	95,942	97,225	723759,776	3946510,633	339,833g	-2,50	2,30
7	100,000	95,834	97,494	723780,040	3946525,275	339,833g	-2,50	0,03
8	125,000	95,905	97,763	723800,304	3946539,916	339,833g	-2,50	-2,25
9	150,000	95,845	98,032	723820,568	3946554,558	339,833g	-2,50	-2,50
10	175,000	95,934	98,301	723840,832	3946569,200	339,833g	-2,50	-2,50
11	182,202	95,992	98,378	723846,669	3946573,418	339,833g	-2,50	-2,50
12	200,000	96,321	98,570	723861,186	3946583,713	338,153g	-2,50	-2,50
13	225,000	96,760	98,936	723882,552	3946596,662	330,116g	-2,50	-2,50
14	232,202	96,934	99,081	723889,049	3946599,768	326,570g	-3,22	-3,22
15	250,000	97,503	99,492	723905,794	3946605,752	317,128g	-3,22	-3,22
16	275,000	98,274	100,082	723930,410	3946609,848	303,865g	-3,22	-3,22
17	290,561	98,181	100,449	723945,960	3946609,784	295,610g	-3,22	-3,22
18	300,000	97,841	100,672	723955,344	3946608,787	291,075g	-2,14	-2,50
19	325,000	97,073	101,094	723979,795	3946603,644	283,631g	0,72	-2,50
20	340,562	96,810	101,199	723994,790	3946599,484	282,347g	2,50	-2,50
21	350,000	96,695	101,203	724003,868	3946596,901	282,347g	2,50	-2,50
22	373,334	96,442	101,023	724026,310	3946590,513	282,347g	2,50	-2,50
23	375,000	96,441	101,000	724027,913	3946590,057	282,347g	2,29	-2,50
24	400,000	96,221	100,484	724051,831	3946582,798	278,556g	-0,92	-2,50
25	423,335	96,490	99,845	724073,074	3946573,231	266,117g	-3,92	-3,92
26	425,000	96,508	99,800	724074,501	3946572,372	264,899g	-3,92	-3,92
27	450,000	96,926	99,115	724093,441	3946556,211	245,085g	-3,92	-3,92
28	471,435	97,153	98,528	724105,049	3946538,267	228,027g	-3,92	-3,92
29	475,000	97,201	98,437	724106,496	3946535,009	225,190g	-3,46	-3,46
30	500,000	97,414	97,972	724112,937	3946510,918	209,718g	-2,50	-2,50
31	521,436	97,432	97,822	724115,097	3946489,598	204,358g	-2,50	-2,50
32	525,000	97,460	97,819	724115,335	3946486,041	204,176g	-2,50	-2,50
33	550,000	97,564	97,927	724116,968	3946461,095	204,160g	-2,50	-2,50
34	575,000	97,944	98,064	724118,600	3946436,148	204,160g	-2,50	-2,50
35	600,000	98,078	98,200	724120,232	3946411,201	204,160g	-2,50	-2,50
36	625,000	98,158	98,336	724121,865	3946386,255	204,160g	-2,50	-2,50
37	642,153	98,171	98,429	724122,985	3946369,138	204,160g	-2,50	-2,50
38	650,000	98,202	98,472	724123,497	3946361,308	204,160g	-2,50	-2,50
39	661,920	98,250	98,537	724124,526	3946349,434	207,017g	-2,50	-2,50
40	675,000	98,406	98,608	724126,289	3946336,474	209,629g	-2,50	-2,50
41	700,000	98,699	98,745	724130,055	3946311,759	209,629g	-2,50	-2,50
42	702,285	98,738	98,757	724130,400	3946309,501	209,629g	-2,50	-2,50