

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE DE LA CONSTRUCTION  
DEPARTEMENT DE GENIE-CIVIL



# Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtention du diplôme master 2 en génie civil

Option : voies et ouvrages d'art

## THÈME

*Etude de l'évitement de la ville de Boumerdés sur  
14.340km avec conception d'un échangeur et de  
deux carrefours giratoire*



Présenté par :

*Mr: AKKOUCHE SOFIANE*

Encadré par :

*Mme: OUKID*

∞ Promotion juillet 2013 ∞

# Remerciement



*Avant tout, je remercie le bon 'DIEU' qui m' a donné le courage et la volonté d' aller jusqu' au bout*

*Je remercie aussi mes très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences.*

*J' exprime toute ma gratitude à Mme OUKID pour son encadrement exceptionnel, à sa confiance, à son soutien incessant et à son encouragement permanent.*

*Je suis en particulier reconnaissant, à M<sup>R</sup>. GABI de m' avoir aidé par les discussions fructueuses que j' ai eu dans le cadre de mon projet.*

*Je tiens également à remercier l' ensemble des enseignants de DEPARTEMENT GENIS CIVIL pour toutes les informations qu' ils m' ont prodigué durant les cinq ans de ma formation.*

*Je remercie les membres de jury qui me font l' honneur de présider et d' examiner ce modeste travail.*

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

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

### CHAPITRE I: PRESENTATION DU PROJET

1) Introduction.....	1
2) Problématique.....	1
3) Cadre de l'étude.....	2
4) Objectifs du projet.....	2
5) Description du projet .....	2
6) Localisation des ouvrages .....	3
7) Démarche de l'étude .....	4
8) Documents disponibles.....	5
9) Organismes consultés.....	5

### CHAPITRE II : ETUDE DU TRAFIC

1) Introduction.....	7
2) Différents types de trafics. ....	7
3) Analyse de trafic .....	7
4) . Modèles de présentation de trafic .....	8
5) Calcul de la capacité .....	9
6) Application au projet : .....	12

### CHAPITRE III : Tracé en plan

1) Introduction.....	15
2) Les alignements droits.....	15
3) Les arcs de cercle .....	15
4) Les arcs de clothoïde .....	18
5) Méthode de construction de l'axe de l'évitement .....	18
6) Description de l'axe de l'évitement .....	20

### CHAPITRE IV : PROFIL EN LONG

1) Définition.....	22
2) Tracé en long de la ligne rouge .....	22
3) Coordination entre le tracé en plan et le profil en long.....	22
4) Déclivités.....	23
5) Raccordements en profil en long.....	23
6) Exemple de calcul de profil en long.....	25
7) Procédures de conception du profil en long sur piste.....	26
8) Description du profil en long de l'évitement.....	28

### CHAPITRE V : PROFIL EN TRAVERS

1) Définition.....	29
2) Les éléments du profil en travers.....	29

3) Classification du profil en travers.....	30
4) La pente transversale du profil en travers.....	31
5) Application au projet.....	32
<b>CHAPITRE VI : CUBATURES ET MOUVEMENT DE TERRES</b>	
<b>-I-CUBATURES</b>	
1) Définition.....	33
2) Méthodes de calcul des cubatures.....	33
3) Application au projet.....	34
<b>-II- MOUVEMENT DE TERRES</b>	
1) Définition.....	36
2) Objectif de l'étude.....	36
3) But de l'étude.....	36
4) L'épure de LALANNE.....	37
5) Application au projet.....	38
<b>CHAPITRE VII : ETUDE GEOTECHNIQUE</b>	
1) Introduction.....	39
2) Objectifs de la géotechnique routière.....	39
3) Les étapes à suivre pour faire un rapport géotechnique routier .....	39
4) Conclusion.....	43
<b>CHAPITRE VIII : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE</b>	
1) Introduction.....	44.
2) Définition d'une chaussée.....	44
3) Définition de la chaussée souple .....	44
4) Méthodes de dimensionnement.....	45
5) Application au projet.....	48
6) Conclusion.....	59
<b>CHAPITRE IX : HYDRAULIQUE ET ASSAINISSEMENT</b>	
1) Introduction.....	60
2) Etude hydrologique .....	60
3) Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter.....	61
4) Application au projet .....	65
<b>CHAPITRE X : CARREFOURS</b>	
1) Introduction.....	73
2) Les différents types de carrefours.....	73
3) Choix des types de carrefours.....	73
4) Données utiles à l'aménagement des carrefours.....	74
5) Principes généraux d'aménagement des carrefours.....	74
6) La visibilité dans les carrefours.....	74
7) Géométrie des composantes du giratoire.....	75
8) Application au projet .....	77
<b>CHAPITRE XI : CHOIX ET CONCEPTION DE L'ECHANGEUR</b>	
1) Introduction.....	83
2) Les différents types d'échangeur .....	83

3) Choix de l'échangeur .....	85
4) Caractéristiques géométriques des échangeurs.....	85
5) La visibilité dans l'échangeur.....	86
6) Tracé en plan des rampes (bretelles).....	88
7) Application au projet .....	89

## **CHAPITRE XII : EQUIPEMENTS DE LA ROUTE**

### **-I- SECURITE**

1) Introduction.....	95
2) Barrières de sécurité.....	95
3) Application au projet.....	97

### **-II- SIGNALISATION**

1) Introduction.....	98
2) Objectifs de signalisation routière.....	98
3) Types de signalisation. ....	98
4) Les critères de conception de la Signalisation. ....	99
5) Application au projet.....	100

### **-III-ECLAIRAGE**

1) Introduction .....	102
2) Catégories d'éclairages. ....	102
3) Paramètres de l'implantation des luminaires. ....	102
4) Application au projet. ....	103

## **CHAPITRE XIII : ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT**

1) Introduction. ....	104
2) Les impacts positifs du projet .....	104
3) Les impacts négatifs du projet .....	104
4) Recommandations environnementales. ....	105
5) Conclusion. ....	107

## **CONCLUSION .....108**

### **BIBLIOGRAPHIE**

### **ANNEXES**

### **PLANCHES**

# INTRODUCTION

A La fin de chaque cycle de formation, Le département de génie civil de l'université MOULOUD MAMMERI TIZI OUZOU(UMMTO), prévoit dans son programme du deuxième semestre de la deuxième année master un travail de fin d'étude qui s'étale sur une durée de trois (03) mois environ.

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

- compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation.
- s'intégrer au monde du travail.
- connaître les missions et les responsabilités d'un ingénieur d'état en génie civil.

De ce fait l'étudiant est appelé à fournir beaucoup d'effort, faire des observations; des remarques afin de présenter un travail qui est digne de son nom.

C'est dans ce cadre que la direction des travaux public (DTP) De Boumerdés m'a proposé un projet de fin d'étude qui consiste a :

**L'Etude de l'évitement de la ville de Boumerdés sur un linéaire de 14.320 km avec conception d'un échangeur et de deux carrefours.**

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

**Les avantages directs :** concernent principalement tous les usagers de la route : gain de temps et de confort, garantir la sécurité et l'économie de fonctionnement des véhicules. Ces avantages peuvent être mesurés en unités physiques (heures, nombre d'accidents, de morts de blessés, journées d'hospitalisation, carburants, ...)

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

# **CHAPITRE**

## **(I)**

### **PRESENTATION DU PROJET**

- ***1.1. Introduction.***
- ***1.2. Problématique.***
- ***1.3. Cadre de l'étude.***
- ***1.4. Objectifs Du projet.***
- ***1.5. Description du projet.***
- ***1.6. Localisation des ouvrages.***
- ***1.7. Démarche de l'étude***
- ***1.8. Document disponible.***
- ***1.9. Les organisme consultées***

## I-Introduction :

Boumerdès wilaya du nord de l'Algérie, elle est située à 45 km à l'Est de la capitale Alger, et à 65 km au nord-ouest de Tizi-Ouzou. La Wilaya de Boumerdès s'étend sur une superficie de 1 456,16 Km<sup>2</sup>, avec une façade maritime de 100 km.

Administrativement, la wilaya compte 32 communes dont 09 sont des chefs lieux de Daïra. sa population a été évaluée, en 2008 à 801 068 habitants, La répartition de cette population sur son territoire est homogène avec une nette concentration au niveau des agglomérations chefs lieux de communes .



Figure I-1 : Image de la ville de Boumerdès

## I-2-La problématique

La région du centre du pays, en particulier la wilaya Boumerdès qui est le carrefour de passage pour les autres wilayas limitrophes (Tizi-Ouzou –Alger) a connue une forte croissance socio-économique d'où une demande croissante et rapide dans les déplacements surtout en période estivale, ce qui induit un flux migratoire arrivant de toutes les directions du pays.

Les centres urbains et suburbains connaissent beaucoup de problèmes liés à la croissance du trafic dont on citera:

- 1-les embouteillages et le phénomène d'encombrement durant les heures de pointe.
- 2-l'inconfort pour les usagers.
- 3- les accidents.
- 4-les nuisances liées à l'environnement : bruit, pollution....etc.

Ces problèmes peuvent être résolus par une étude de transport et mise en place d'une cellule qui devra prendre en charge tous les problèmes de déplacement des usagers dans la région.

C'est pour cela, les autorités ont pensé au lancement d'une réflexion sur la déviation d'une partie de trafic par la création d'un évitement passant par la rocade sud de la ville de Boumerdès, celle-ci permettra alors de fluidifier les échanges sur l'axe du littoral(RN24) et avec les pénétrantes nord –sud (RN5, CW146), et de soulager la cette ville du trafic d'échange et de transit

### **I.3. CADRE DE L'ETUDE :**

Après la confrontation des variantes proposées lors de l'étude en APS, la DTP de Boumerdès m'a proposé de faire une étude dans le stade d'APD pour le couloire retenue, qui s'installe sur un terrain dont une faible sinuosité(C2) et d'un environnement mixte (E2).

### **I.4.OBJECTIF DU PROJET:**

Le but essentiel de notre projet est de transférer une partie du trafic de la RN24 qui passe par le littoral à une nouvelle infrastructure routière en évitant l'agglomération de la ville de Boumerdès, décongestionnant ainsi cette dernière. Par ailleurs, cet évitement aura des retombées certaines sur l'aspect économique et environnemental de la région.

Cette nouvelle infrastructure devra permettre une circulation plus facile, et de procurer aux usagers de cette route des avantages dont l'importance justifie la dépense engagée.

### **I.5.DESCRPTION DU PROJET:**

Le projet en question est un nouveau tracé qui s'étend sur une longueur de 14.340 kilomètre allant de l'échangeur qui se situe a proximité de la cité universitaire de Corso jusqu'à Sghiret(Figuier) (Figure I.2).véhiculant un trafic journalier important estimé à l'ordre de 8220v/j avec un pourcentage de 25% en poids lourds.

Du Pk00+960 au pk01+120 le tracé traverse une zone de déblai de hauteur importante, qui doit être coupé par des banquettes destinées d'un coté à intercepter et canaliser le ruissellement, et à réduire la masse des déblais de l'autre coté.

Au PK4+220, il sera construit un ouvrage d'art mono travée au franchissement de la voie ferrée. La portée biaise de l'ouvrage est de 20m avec un gabarit de 6.3m propre aux chemins de fer ; puis l'évitement intercepte un chemin wilaya qui mène à la ville de Boumerdès, là où j'ai projeté un échangeur de demi trèfle traversant ce dernier ensuite l'évitement continue en passant à cotée de ce chemin de fer d'une façon presque parallèle sur un linaire de 800m jusqu'au PK 05+820 où il revient progressivement vers le coté nord est en traversant des champs agricoles, en tenant compte des surfaces traversées et en évitant au maximum de passer au centre des terrains.

Au PK7+620, il sera aménagé un ouvrage d'art, a fin d'assurer un écoulement de Oued El louz, puis après cet ouvrage le tracé s'étend sur une plate-forme en remblai

bien large jusque à il intercepte une route qui mène vers Thennia ; là où j'ai prévu un carrefour de type giratoire

En partant du Pk07+900 sur un linéaire de 220 m j'ai opté pour un remblai important à la place d'un pont pour des raisons économique, et à condition d'implanter des gabions au pied de ces remblais afin de lutter contre le phénomène de ravinement qui peut mettre la stabilité de la chaussée en péril.

A partir du PK 08+700 le tracé traverse un relief accidenté, passant sur un terrain d'oliviers incliné et le profil en grande partie est en déblai ou mixte, et à 4 km de ce point, l'évitement descend avec une pente maximale de 8.25% pour le raccorder avec l'ancienne Rn 24, où j'ai prévu un carrefour giratoire.

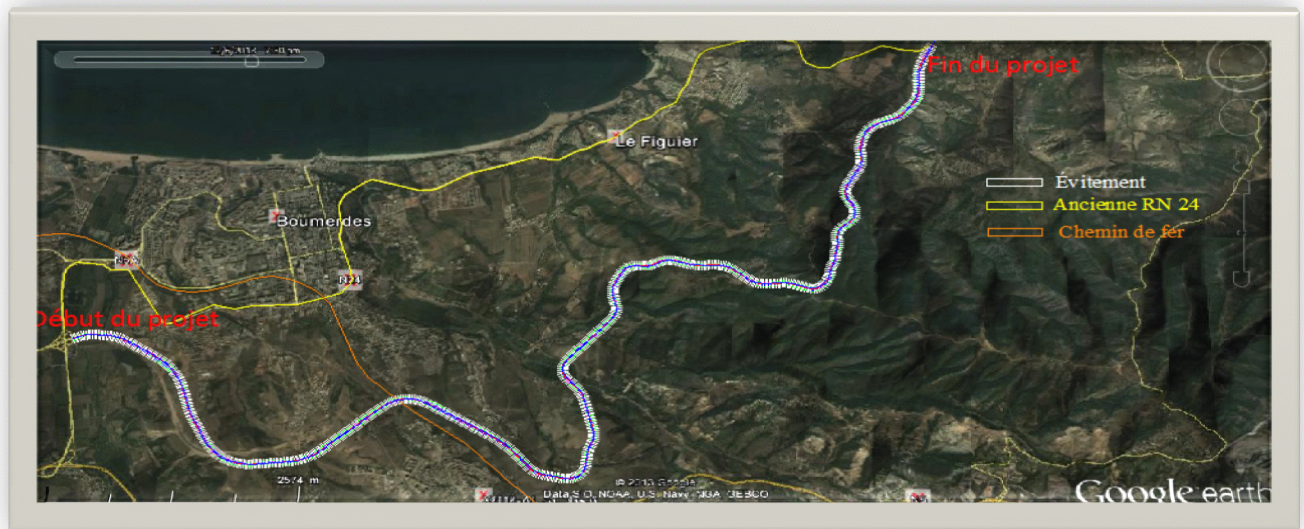


Figure I.2. Situation géographique du projet

## I.6. Localisation des ouvrages

L'étude de ce genre de projet a besoin de réflexion et une bonne prise de décisions vue sa topographie, qui varie de terrain plat au terrain vallonné, il enjambe plusieurs talwegs, et traverse certains chemins routiers, et une voie ferrée, ce qui nécessite la projection de nouveaux ouvrages (passage supérieur, inférieur, pont cadre, et passages buses, renforcement des talus)

Comme j'ai constaté pour des raisons de sécurité qu'il est nécessaire de prévoir la réalisation des ouvrages en béton. (des dalots) pour protéger les conduites de gaz passant par cette zone.

Localisation	Fonctions	l'ouvrage proposé
<b>Pk : 00+60</b>	Franchissement de (Oued Corso)	Pont
<b>Pk : 04+240</b>	Franchissement d'un chemin de fer	Pont cadre
<b>Pk : 05+940</b>	Rétablissement de communication avec Cw 143	Pont
<b>Pk : 06+520</b>	Protection du conduit de gaz	dalot
<b>Pk : 07+580</b>	Franchissement de (Oued El Louz)	pont
<b>Pk : 10+840</b>	Franchissement d'une piste mène vers la décharge	P. supérieur
<b>Pk : 11+260</b>	Franchissement d'une piste mène vers le cimetière	P. supérieur

Tableau(I.1) récapitulatifs des ouvrages proposés

## I.7.DEMARCHE DE L'ETUDE

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

- Etude du trafic afin de justifier l'utilité de l'aménagement prévu ;
- Concevoir la géométrie en plan, en long et en travers du projet ;
- dimensionnement du corps de chaussée ;
- conception d'un échangeur ;
- conception des carrefours ;
- Etude d'assainissement ;
- Etude des impacts sur l'environnement ;
- Etude des dispositifs de sécurité, de signalisation et éclairage ;

L'itinéraire de l'évitement se présente comme suit :

- Deux chaussées de 7m de largeur pour chacune ;
- Des accotements de 2m de largeur ;
- Une terre plein centrale de 3m de largeur ;

Des fossés et des ouvrages hydrauliques seront dimensionnés dans le chapitre d'assainissement pour la protection des talus de (déblais/remblais), avec l'instruction d'appliquer les nouvelles préoccupations de confortement des talus

### **I.8.DOCUMENTS DISPONIBLES:**

Cette étude a été réalisée sur la base des documents suivants :

- Levé topographiques (semi de point) ;
- Cartes d'état major au 1/25 000 ;
- Résultats de la campagne de trafic de 2013 réalisée par la DTP ;
- Données climatiques pluviométriques ;
- Etudes et documents consultés :

### **I.9.LES ORGANISME CONSULTÉS:**

Plusieurs organismes ont été consultés dans le cadre de cette étude notamment :

- DTP de la wilaya de Boumerdès ;
- La S.A.E.T.I ;
- Institut Nationale de Cartographie (INC) ;
- Agence Nationale des Ressources Hydriques de Boumerdès(ANRH) ;

Figure I.3 récapitulatives des ouvrages proposés

# ***CHAPITRE (II)***



## ***ETUDE DE TRAFIC***

### ***II. Introduction.***

#### ***II.1. Différents type de trafic.***

#### ***II.2. Analyse du trafic***

#### ***II.3. Modèles de présentation du trafic***

#### ***II.4. Calcul de la capacité***

#### ***II.5. Application au projet.***

U.M.M.T.O

## II. Introduction :

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser. Elle impactera directement les caractéristiques des voies à créer ainsi que les caractéristiques des chaussées. Comme elle s'attachera à la connaissance des trafics :

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération
- La nature des flux, pour déterminer les points d'échange
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les investissements
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

### II.1. Différents types de trafics:

#### a) Trafic normal :

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

#### b) Trafic dévié :

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

#### c) Trafic induit :

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

#### d) Trafic total :

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

### II.2.analyse du trafic :

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins. Le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire, mais on s'attache de disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause. Enfin, on peut être amené à

procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude du trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

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

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

a. Les comptages automatiques :

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires. Les comptages permanents, sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

b. Les comptages manuels:

Ils sont réalisés par les agents 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 communs. Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).

2. La Connaissance des flux (les enquêtes):

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. Elle permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange.

II.3. Modèles de présentation de trafic :

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

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

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

1. Prolongation de l'évolution passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

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

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

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

$\tau$  : est le taux de croissance

(Notre route a un taux de 6%)

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

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

Produit national brut (PNB).

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

### 3. Modèle gravitaire :

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

### 4. Modèle de facteurs croissance :

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine – destination. La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

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

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

### Remarque :

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

## II.4. Calcul de la capacité :

### 1. Définition de la capacité :

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

## 2. La relation entre la vitesse et le débit

Il n'est possible d'établir une relation entre vitesse et débit, qu'en situation stable. Cet état n'existe que sur voie express ou sur autoroute.

Plusieurs études ont essayé de modéliser la relation entre ces deux données. Il est constaté ainsi qu'à un débit faible correspondent deux vitesses praticables très différentes: une élevée et l'autre faible. La concentration correspondante est alors inversement proportionnelle à la vitesse: plus la vitesse, est élevée et plus la concentration est faible. La concentration au maximum de débit, proche de 2000 U.V.P. / heure, est d'environ 30 véhicules par km et la vitesse moyenne de l'ordre de 60 km / h.

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

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

### a. Calcul du (TJMA) horizon :

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

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

- **TJMA<sub>h</sub>** : le trafic à l'année horizon.
- **TJMA<sub>o</sub>** : le trafic à l'année de référence.
- **n** : nombre d'année.
- **τ** : taux d'accroissement du trafic (%).

### b. Calcul des trafics effectifs:

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

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

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les **PL** en (U.V.P). Le trafic effectif donné par la relation :

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

- **T<sub>eff</sub>** : trafic effectif à l'horizon en (UVP/J)
- **Z** : pourcentage de poids lourds (%).
- **P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route (nombres de voies et de l'environnement).

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

Environnement	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>

Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-16
Route étroite	3-6	6-12	16-24

Tableau II.1 Coefficient d'équivalence.

## c. Débit de pointe horaire normale:

Le débit de pointe horaire normale est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule suivante :

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

- Q : débit de pointe horaire
- n : nombre d'heure, (en général n=8 heures).
- T<sub>eff</sub> : trafic effectif.

## d. Débit horaire admissible :

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

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

- K<sub>1</sub> : coefficient lié à l'environnement.
- K<sub>2</sub> : coefficient de réduction de capacité.
- C<sub>th</sub> : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable. Avec :

Environnement	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
K <sub>1</sub>	0,75	0,85	0,9 à 0,95

Tableau II.2 Valeurs de K<sub>1</sub>.

Environnement	catégorie				
	1	2	3	4	5
E <sub>1</sub>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E <sub>2</sub>	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E <sub>3</sub>	0,91	0,95	0,97	0,98	0,98

Tableau II.3 Valeurs de K<sub>2</sub>.

	Capacité théorique (uvp /h)
Route à 2 voies de 3,5m	1500 à 2000

Route à 3 voies de 3 ,5m	2400 à 3200
Route à 2 chaussées séparées	1500 à 1800

Tableau II.4 : Valeurs de la capacité théorique  $C_{th}$ .

e. Calcul du nombre de voies:

a- **Cas D'une Chaussée Bidirectionnelle :**

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

b- **Cas D'une Chaussée unidirectionnelle :**

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

$$n = S \cdot Q / Q_{adm} \text{ avec}$$

- $S$  : coefficient de dissymétrie en général égale à  $2/3$
- $Q_{adm}$  : débit admissible par voie

## II.6. APPLIATION AU PROJET

### **II.6.1. Données de trafic :**

En se basant sur les données de trafic effectuées par le C.T.T.P (année 2013) pour la Wilaya de Boumerdes, s'agissant de la RN 24, les données sont les suivantes :

- Le trafic à l'année 2013  $TJMA_{2013} = 8220$  (v/j).
- Le taux d'accroissement annuel du trafic  $\tau = 4\%$ .
- La vitesse de base sur le tracé  $V_B = 80$  (Km/h).
- Le pourcentage de poids lourds  $PL = 25\%$ .
- L'année de mise en service sera en 2016.
- La durée de vie estimée est de 20 ans.

### **II.6.2. Projection future du projet :**

L'année de mise en service (2016)

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

- $TJMA_h$  : le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2016).
- $TJMA_0$  : le trafic à l'année de référence (origine 2013).

$$TJMA_{2016} = 8220 \cdot (1 + 0,04)^3 = 9247 \text{ (v /j)}.$$

$$\text{Donc : } TJMA_{2016} = 9067 \text{ (v /j)}.$$

Trafic a l'année (2036) pour une durée de vie de 20 ans.

$$TJMA_{2036}=9247. (1 + 0,04)^{20}= 20261 \text{ (v /j).}$$

Donc : **TJMA<sub>2036</sub>= 20261 (v /j).**

### II.6.3 Calcul du trafic effectif :

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

- **P**: coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Pour une route à bonne caractéristique et un environnement E<sub>2</sub>, on a **P=6** (*tableau II.1*)
- **Z** : pourcentage de poids lourds est égale à 25 (%).

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0,25) + 6.0,25].20261 = 45587 \text{ (unv /j).}$$

Donc : **T<sub>eff</sub>= 45587(unv /j).**

### II.6.4. Débit de pointe horaire normale :

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

Avec : **(1 /n)** : coefficient de pointe horaire pris est égale a 0,12.

$$Q = 0,12 \times 45587 = 5470 \text{ (uvp/h).}$$

Donc: **Q=5470 (uvp/h).**

### II.6.5. Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

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

- **K<sub>1</sub>** : coefficient correcteur pris égal à 0,85 pour E<sub>2</sub>. *tableau (02)*
- **K<sub>2</sub>** : coefficient correcteur pris égal à 0,99 pour environnement (E<sub>2</sub>) catégorie (C<sub>2</sub>). *Tableau (03)*
- **C<sub>th</sub>** : capacité effective par voie. D'après (B40) on adopte pour l'évitement un profil à 2 chaussées séparées.
- On prend : C<sub>th</sub>=1800 (uvp/h). *Tableau (04)*

$$Q_{\text{adm}} = 0,85 \times 0,99 \times 1800 = 1683 \text{ (uvp/h).}$$

Donc: **Q<sub>adm</sub>= 1515 (uvp/h).**

### II.6.6. Le nombre de voies:

$$\text{On a : } n = S. Q/Q_{\text{adm}} = (2 / 3) \times (5470 / 1683) = 2.16 \approx 2$$

Donc: **n= 2 voies /sens**

#### ❖ Résultats de calcul :

TJMA <sub>2013</sub> (v /j)	TJMA <sub>2016</sub> (v /j)	Teff <sub>2036</sub> (uvp/h)	Q <sub>2036</sub> (uvp/h)	Q <sub>adm</sub> (uvp/h)	N° des Voies Par sens
8220	9067	45587	5470	1 515	2

Tableau II.5 résultats de calcul

### II.6. 7Calcul de l'année de saturation :

On a :

$$\text{Teff}_{2016} = [(1 - 0,25) + (6 \cdot 0,25)] \cdot 9067 = 20401 \text{ (uvp/j)}.$$

$$\text{Teff}_{2016} = 20401 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Q_{2016} = 0,12 \times 20401 = 2448 \text{ (uvp/j)}.$$

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

$$Q_{\text{Saturation}} = 4 \times 1515 = 6060 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Q_{\text{Saturation}} = (1+\tau)^n \times Q_{2020} \Rightarrow n = \log(Q_{\text{Saturation}} / Q_{2020}) / \log(1+\tau)$$

$$n = \log(6060 / 2448) / \log(1+0,04) = 23,11 \approx 23 \text{ ans.}$$

**Donc l'année de saturation = 2016+23=2039**

# **CHAPITRE**

## **(III)**



### **TRACE EN PLAN**

***III.1. Introduction.***

***III.2. les alignements droits***

***III.3. Les arcs de cercle***

***III.4. Les arcs de clothoïde***

***III.5. Méthode de construction de l'axe de l'évitement***

***III.6. Description de l'axe de l'évitement***

Tracé en plan :III.1. INTRODUCTION

Le tracé en plan est une projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route.

Il est constitué par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif: essentiellement des arcs de clothoïde.

III.2. LES ALIGNEMENTS DROITS

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

Ils serviront éventuellement de raccordement entre 2 cercles. Pour des raisons de sécurité, et en particulier éviter la monotonie source d'accidents et l'éblouissement par les phares la nuit, il est recommandé d'alterner alignements droits et courbes circulaires : 40 à 60 % d'alignements droits, et on limite à 30 % les courbes à courbure progressive telles que les clothoïdes. Bien entendu les contraintes du projet peuvent de fait contraindre à des ratios différents.

La longueur minimum est celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps  $t$  d'adaptation.  $L_{\min} = v \times t$  avec  $t = 5$  secondes.  $L_{\min} = 5 \times \frac{V_B}{3.6}$   $V_B$  : Km/h.

✿ La longueur maximum est celle qui correspond à un chemin parcouru pendant 1 minute à la vitesse  $v$ .  $L_{\max} = 60'' \times v$  soit  $L_{\max} = 60 \times \frac{V_B}{3.6}$   $V_B$  : Km/h.

Avec  $V_B$  : est la vitesse de base ou de référence

Application au projet :

Notre évitement s'agit d'une route de catégorie C2, dans un environnement mixte, avec deux vitesses de base tel que :

$V_B = 80$  km/h. ———> Concerne les terrains plans qui allant du Pk 00 au Pk 08+700

$V_B = 60$  km/h ———> concerne les terrains vallonnés qui allant Pk 08+700 au Pk 14+320

Le règlement (B40) préconise les alignements suivant :

Vitesse	60 km/h	80km /h
La longueur minimum(m)	83.34	111.11
La longueur maximum(m)	1000	1333.34

III.3. LES ARCS DE CERCLE:

Ils servent en association avec des arcs de clothoïde à relier deux alignements droits

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

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

#### a)- visibilité en courbe :

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur du courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.

#### b)-Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayons faibles :

Lorsqu'un véhicule circule dans une courbe, il occupe une largeur plus grande que sur l'alignement droit ; compte tenu de l'empattement du véhicule, les roues arrière n'épousant pas exactement le tracé de celles de devant.

La valeur de la Sur largeur théorique S nécessaire pour une voie de circulation :

$$S = L^2 / 2R \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} L : \text{longueur du véhicule (valeur moyenne } L = 10\text{m)} ; \\ R : \text{rayon de l'axe de la route.} \end{array}$$

#### c)-Stabilité en courbe :

Dans un virage le 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'intérieur du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente.

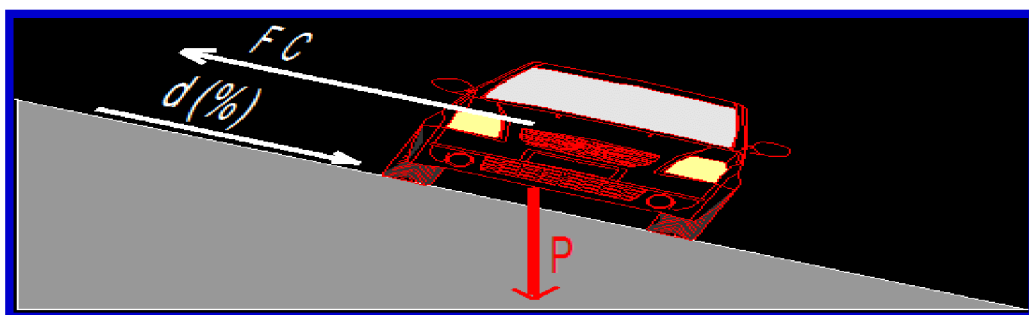


Figure III. 1 : Image explicative de la stabilité en courbe

- Fc : force centrifuge
- P : poids propre du véhicule
- « d » : déclivité qui ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou verglas)
  - « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux.

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

Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu RHm avec :

- $d_{\max} = 7\%$  pour les catégories (1– 2) ;
- $d_{\max} = 8\%$  pour les catégories (3 – 4) ;
- $d_{\max} = 9\%$  pour la catégorie 5.

Application au projet :

	60km /h	80 km /h
Coefficient de Frottement longitudinal (fl)	0.42	0.39
Temps de perception réaction (Tpr)	1.8 s	2s

### -Conséquences de la stabilité:

Aux points singuliers le dévers prend sa valeur maximale absolue on peut y circuler à la vitesse  $V_B$ . Le rayon du cercle est **le rayon minimal absolu RHm**.

$$R \geq \frac{V_B^2}{130(f_t+d)} \quad \text{Pour } g = 10 \text{ m/s}^2$$

Le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée

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

- ◆ Pour l'ensemble du tracé en dehors des zones correspondant aux points singuliers, le dévers ne peut atteindre que sa valeur normale, on peut y circuler à la vitesse  $V = V_B + 20$  Le rayon du cercle est **le rayon minimal normal RHn**.

$$RHn = \frac{(V_B + 20)^2}{127 \times 2 \times d_{\min}}$$

- ◆ Pour assurer l'évacuation rapide de l'eau de la surface de la chaussée le dévers de la chaussée est au minimum de 2,5 % (béton bitumineux) ou 2% (béton hydraulique) (voir Profil en travers). Le rayon des cercles où ce dévers doit exister doit être au moins égal au **"rayon; au dévers minimal" RHd'**.

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

- ◆ Si de plus la chaussée, est "non déversée" (dévers inverse de celui nécessité par l'effet des forces centrifuges considérées dans ce cas comme négligeables dans le cas des chaussées situées côté extérieur de la courbe de façon à évacuer les eaux directement à l'extérieur de la plateforme), le rayon du cercle doit être au moins égal au **rayon "non déversé" RHnd'**.

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

**Application au projet :**

Pour notre projet est situé dans un environnement mixte, et classé en catégorie C<sub>2</sub> avec deux vitesses de base de 60km/h et de 80 Km /h, le règlement (B40) préconise les rayons suivant :(voir le tableau)

Rayons /Vitesses	60 km/h	80 km/h
Rayon horizontal minimal :RHm (7%)	125	250
Rayon horizontal normal :RHN (5%)	250	450
Rayon horizontal déversé :RHd (2.5%)	550	1000
Rayon horizontal non déversé :RHnd (-2.5%)	800	1400

Tableau : Rayons en plan et devers associés.

**III.4.LES ARCS DE CLOTHOIDE:**

La clothoïde est définie par une seule donnée :

1. Soit sa longueur  $L=A^2/R$ .
2. Soit son paramètre A.

Le choix d'une clothoïde doit respecter les conditions optique, de gauchissement ,et de confort dynamique.

Leurs domaines d'utilisation sont les suivants :

- Ils peuvent constituer d'emblée une partie du tracé.
- Ils servent de raccordement entre deux alignements droits entre deux cercles, entre cercle et alignements droits,

Ils sont utilisés pour toutes les zones où le dévers doit varier

**III.5. METHODE DE CONSTRUCTION DE L'AXE DE L'EVITEMENT :**

Sur le fond de logiciel PISTE j'ai fait des lignes droites brisées en commençant par le point de départ jusqu'à la fin, en évitant le maximum les courbes de niveau les plus grandes, et j'ai essayé de les suivre non de les couper pour ne pas avoir a la fin des grande quantités de déblai et de remblai se qui signifier un coût très élevé,

D'autre part j'ai évité les terre agricoles, les oueds, les forets, les habitations (sauf dans quelque cas) et pour les clôtures et l'habitation j'ai laissé une distance de 10 m a partir de cote de la chaussée, en tous cas j'ai évité toute contrainte.

A chaque fois que je dessine une ligne je vérifie si je n'ai pas dépassé Lmax et L min, et j'ai vérifié que la longueur totale des lignes droite est supérieur a 60 % de la longueur totale et les rayons inférieurs a 40 %.

Pour les raccordements j'ai employé des rayons, dans la mesure où cela n'induit pas de surcoût sensible, afin d'assurer le confort et faciliter le respect des règles de visibilité

Enfin j'ai décomposé l'axe en tronçons de 20m ainsi que cette opération appelé par les utilisateurs de logiciel piste (tabulation)

### Résumé :

#### 1. Construction du terrain:

Pour représenté le terrain sur le logiciel nous démons effectuer certaines opération:

- 1-Fond de plan → **TPL** → Fichier nouveau (créer un fichier.**SEG**)
- 2-Fichier → lire (fich.xyz).on obtient alors le nuage de point suivant :
- 3-Fichier → **quitté.**
- 4-Fond de plan → Ouvrir (votre fichier.Seg) (Ex : Essai.seg)
- 5-Fon de plan → TPL
- 6-Calcul → Trianguler
- 7-Calcul → Courbe (choisir valeur de Pas (ex : 3m) (Ok)
- 8-Calcul → Interpoler
- 9-Calcul → haut bas.
- 10-Fichier → quitté.

#### 2. Construction des élément de l'axe :

- 1-Conception → **Plane** →(créer un fichier.**DAP**)→(ouvrir le fichier.**Seg**)
- 2-Dessiner l'axe en plan (par ordre)

##### **a)-LES POINTS :**

Point→nom d'élément→POI P1 →

Saisir→ POI P1 456 657→ exécuter ou graphiquement, ou point terrain

##### **b)- LES DROITES :**

Droite→ nom d'élément→d01 point (entre 2 points).

##### **c)-LES RAYONS :**

Distance → nom d'élément (**R1**)

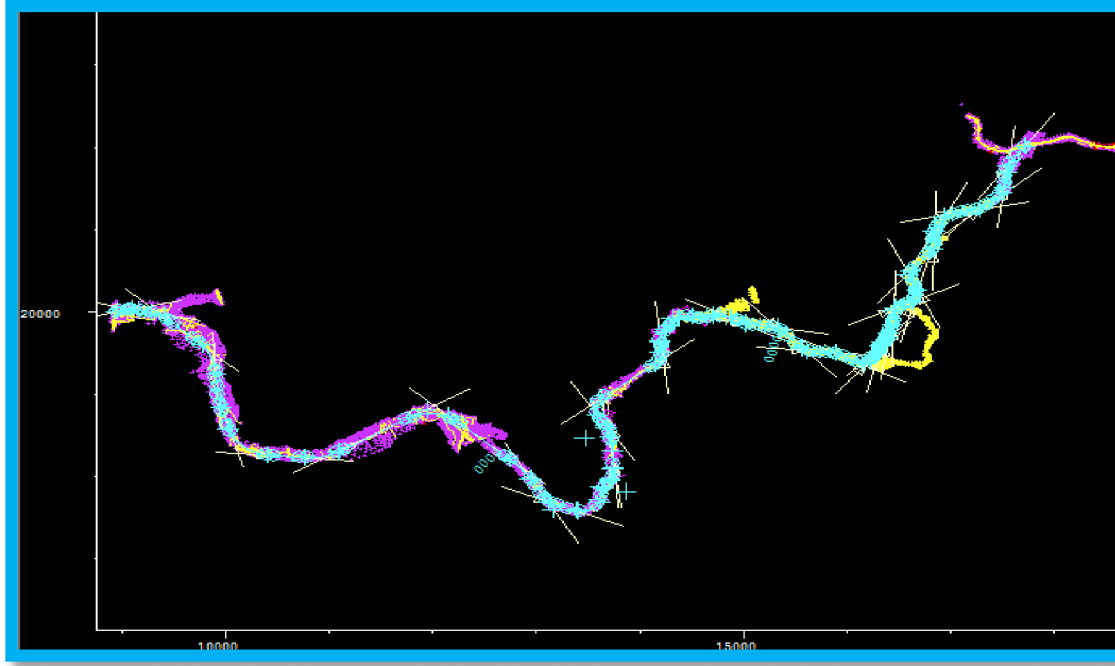
##### **d)-LES LIAISONS :**

Liaison → nom d'élément (**L1**) → Droite (entre deux droites)→**Paramètre Distance (a1)**  
→ Distance (**r1**) → exécuté.

#### 3. Construction de l'axe :

-Axe→ nom d'élément AXE 1 point (Sélectionner avec la souris le point P1). Fin automatique→ exécuté (Echappe)

-Zone de tabulation → axe en plan → saisir une valeur (par exemple tous 20 mètres, nous saisissons 0 20 (il existe un petit espace entre 0 et 20)). → exécuter la commande  
 -Un clic sur f2 nous permet de voir les résultats en mode texte .



*Figure III. 2 : Image obtenue après avoir créé l'axe en plan*

### III.6. DESCRIPTION DE L'AXE DE L'EVITEMENT

Le tracé de l'axe de l'évitement est arrêté en fonction des contraintes du terrain tel que il empreint des terrains plans dans les premiers kilomètres jusque au pk 08+700 (1<sup>er</sup> tronçon), tandis que le 2 ieme tronçon empreint des terrains vallonnés allant vers la fin du l'évitement. (Voir la figure)

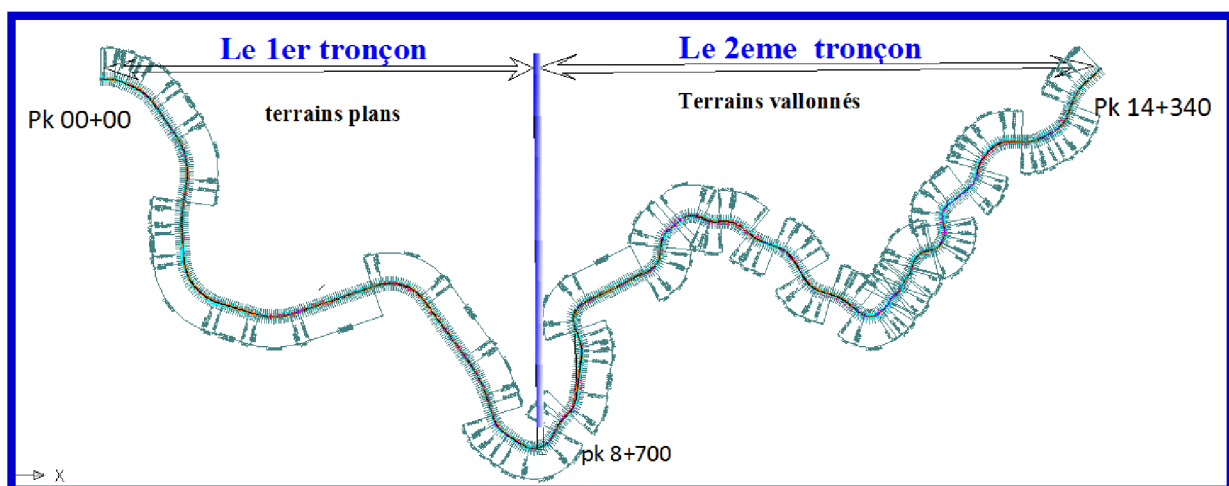


Figure III.3 : vue en plan de l'axe de la route

### 1<sup>er</sup> tronçon :

Le tracé est dominé par une succession de courbes et d'alignements droits, avec toutefois des courbes de **300 m** de rayon, une valeur supérieure à celle du rayon minimum normal associé à ce tronçon qui se situe dans un environnement plan qui correspond à une vitesse de base de 80 km /h

Le rayon minimal en plan fixé à 250m a été respecté le long du tronçon, à l'exception de la sortie du carrefour qui sera aménagé à l'intersection de l'évitement avec la route qui mène vers Thennia où j'ai utilisé une courbe de rayon de 220m. Cette réduction du rayon de courbe assurera un ralentissement des véhicules à l'approche de ce carrefour en prenant soin de mettre une signalisation pour la réduction de la vitesse ainsi qu'un marquage sur la chaussée (ligne continue et discontinue).

### 2ieme tronçon

Le relief qui est caractérisé par une importante sinuosité sur la majeure partie de l'itinéraire, le tracé est constitué par une succession de courbes. La vitesse de référence dans ce tronçon est de 60km/h.

# **CHAPITRE**

## **(IV)**



### **PROFIL EN LONG**

***IV.1. Définition.***

***IV.2. Tracé en long de la ligne rouge :***

***IV.3. Coordination entre le tracé en plan et le profil en long.***

***IV.4. Déclivités.***

***IV.5. Raccordements en profil en long***

***IV.6. Exemple de calcul de profil en long***

***IV.7. Procédures de conception du profil en long sur piste***

***IV.8. Description du profil en long de l'évitement***

## PROFIL EN LONG

### IV.1. DEFINITION :

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

C'est en général une succession d'alignements droits (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet.

### IV.2. TRACE DE LA LIGNE ROUGE :

Le tracé de la ligne rouge qui constitue la ligne projet retenue n'est pas arbitraire, mais elle doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales. Parmi ces conditions il y a lieu:

- \* un bon écoulement des eaux pluviales.
- \* une limitation des déclivités.
- \* un rayon de courbure qui exécute les conditions (visibilité ; confort).
- \* Les pontes variées entre 0,5 à 10 %
- \* raccordement avec les routes existantes.
- \* l'équilibre entre remblais et déblais

### IV.3. COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET PROFIL EN LONG

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

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

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

**Rvertical > 6 Rhorizontal** pour éviter un défaut d'inflexion.

- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

**IV.4. DECLIVITES:**

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montés.

**1).Déclivité minimum :**

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

- ◆ 0,5% dans les zones où la pente transversale de la chaussée est inférieure à 0,5 %, s'il y a risque de verglas,
- ◆ Au moins 0,2 % dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage longitudinal d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément enterré du côté aval ;
- ◆ Au moins 0,2 % dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

**2).Déclivité maximum :**

Du point de vue technique, la déclivité maximale dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée (ce phénomène concerne tous les véhicules), ainsi de la réduction des vitesses qu'elle provoque ou les camions (poids lourds) sont déterminants car la plupart des véhicules légers ont une grande puissance.

Donc Il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 7%.

**IV.5. LES RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :**

Les rayons des raccordements verticaux sont essentiellement en relation avec la visibilité qu'on doit assurer, éventuellement avec un confort dynamique

**1.Raccordements convexes : (angle saillant)**

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire les conditions suivantes :

**a-Condition de confort :**

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

$$g/40 \longrightarrow \text{(cat 1-2)}$$

$$g/30 \longrightarrow \text{(cat 3-4-5)}$$

Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :  $V_2 / Rv < g / 40$

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

D'où :

$$Rv \leq 0,30 V^2 \quad \text{(cat 1-2).} \quad \text{Avec } Rv : \text{c'est le rayon vertical (m).}$$

$$Rv \leq 0,23 V^2 \quad \text{(cat 3-4-5).} \quad V : \text{vitesse de référence (km/h).}$$

**b-Condition de visibilité :**

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

- $d$  : Distance d'arrêt (m).
- $h_0$  : Hauteur de l'œil (m).
- $h_1$  : Hauteur de l'obstacle (m).

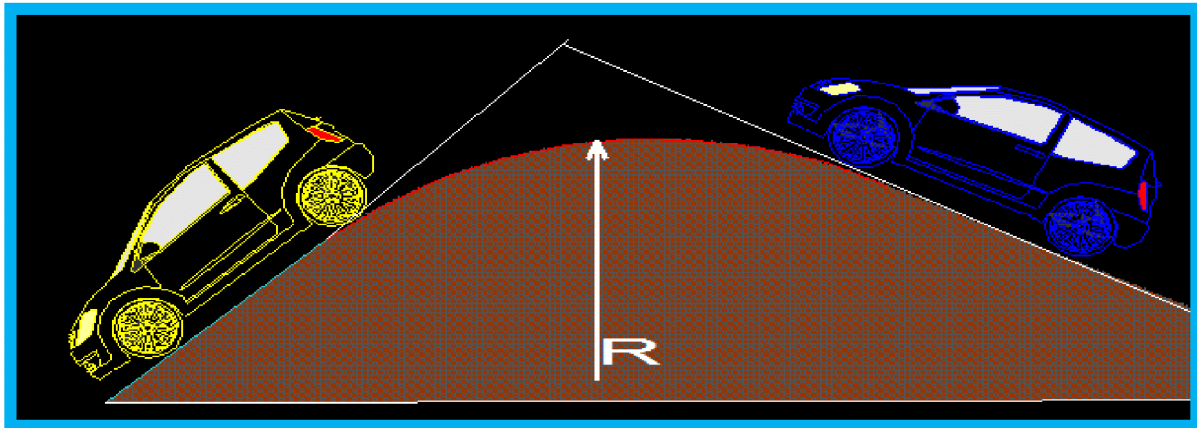


Figure (V-1-) Raccordements convexes

Les rayons assurant ces deux conditions sont données par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour deux vitesses de base  $V_r=60$  (Km/h),  $V_r=80$  km/h et pour la catégorie 2 on a :

Rayon	Symbole	60 km/h	80 km/h
Min-absolu	$R_{vm1}$	1000	2500
Min-normal	$R_{vn1}$	2500	6000
Dépassement	$R_{vd}$	6000	11000

Tableau (01) : Rayons convexes (angle saillant) (B40).

## 2. Raccordements concaves : (angle rentrant)

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

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

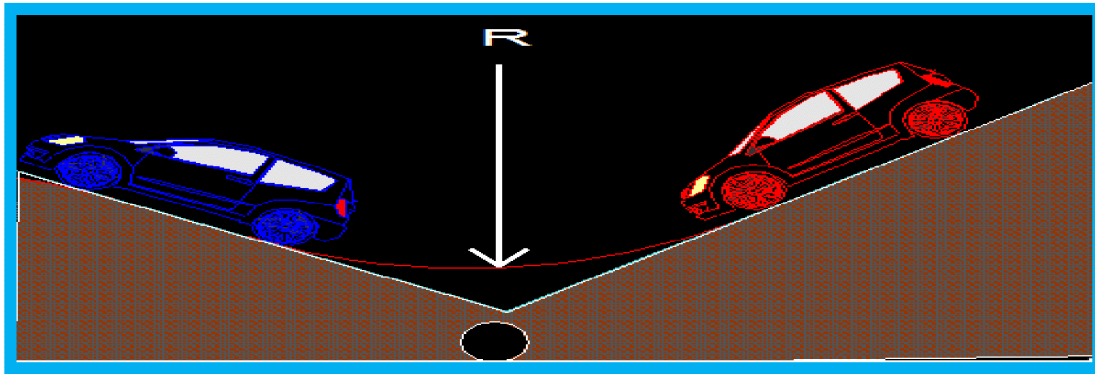


Figure (V-2-) Raccordements concaves

Pour des vitesses de bases de 60 km/h, 80 km/h et catégorie 2 on a le tableau suivant :

Rayon	Symbole	Vr=60km/h	Vr=80km/H
<b>Min-absolu</b>	$R'_{vm}$	1200	2400
<b>Min-normal</b>	$R'_{vN}$	2400	3000

Tableau (02) : rayons concaves (angle rentrant) (B40).

#### IV.6. APPLICATION AU PROJET

##### 1) EXEMPLE DE CALCUL DE PROFIL EN LONG:

Soit un rayon 5200 (m) du premier tronçon

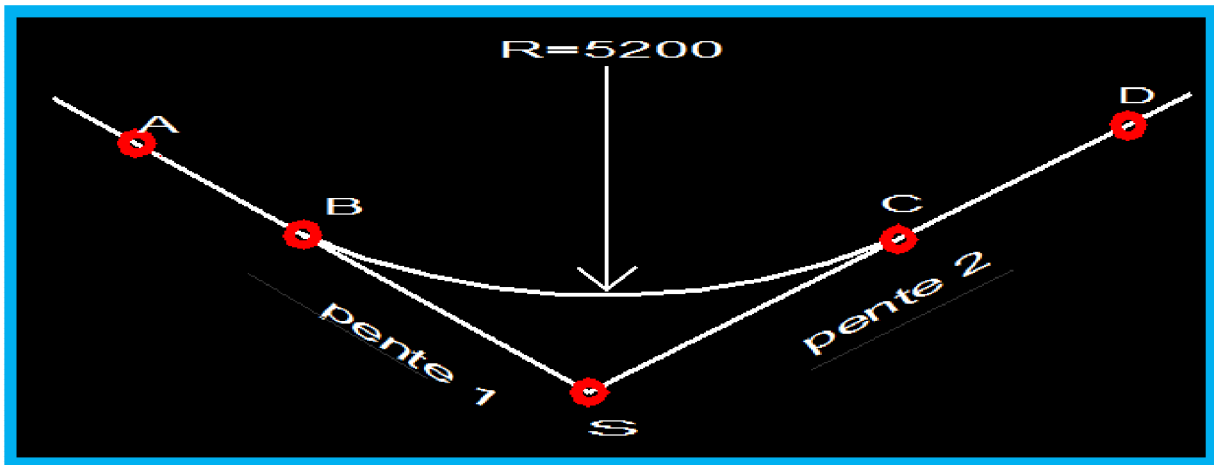


Figure (V-3)

$$\begin{array}{l}
 A \left\{ \begin{array}{l} PK_A = 4801.41 \\ Z_A = 127.44 \end{array} \right. \quad
 S \left\{ \begin{array}{l} PK_S = 5062.3 \\ Z_S = 116.76 \end{array} \right. \quad
 D \left\{ \begin{array}{l} PK_D = 5464.49 \\ Z_D = 128.63 \end{array} \right.
 \end{array}$$

▪ **Calcul Des Pentés :**

$$P_1 = \left| \frac{(Z_S - Z_A)}{(S_S - S_A)} \right|$$

$$P_1 = \left| \frac{(116,76 - 127,44)}{(5062,3 - 4801,41)} \right| = -4,09 \%$$

$$P_2 = \left| \frac{(Z_S - Z_D)}{(S_S - S_D)} \right|$$

$$P_2 = \left| \frac{(116,76 - 128,63)}{(5062,3 - 5464,49)} \right| = 2,95 \%$$

▪ **Calcul des tangentes :**

$$T = (P_1 - P_2) \times (R/2) = (-4,09\% - 2,95\%) \times (5200/2) = 183,04 \text{ (m)}.$$

▪ **Calcul des flèches :**

$$H = T^2 / 2R = (183,04)^2 / (2 \times 5200) = 3,22 \text{ (m)}.$$

▪ **Calcul des coordonnées des points de tangentes :**

▪ **Calcul des coordonnées du point B:**

$$\left\{ \begin{array}{l} S_B = S_S - T = |5062,3 - 183,04| = 4879,26 \text{ (m)}. \\ Z_B = Z_S + T \times |P_1\%| = 116,76 + 183,04 \times |0,0409| = 124,24 \text{ (m)}. \end{array} \right.$$

▪ **Calcul des coordonnées du point C :**

$$\left\{ \begin{array}{l} S_C = S_S + T = |5062,3 + 183,04| = 5245,34 \text{ (m)}. \\ Z_C = Z_S + T \times |P_2\%| = 116,76 + 183,04 \times |0,0295| = 122,159 \text{ (m)}. \end{array} \right.$$

▪ **Calcul de la longueur de la courbe :**

$$L = 2 \times T = 2 \times 183,04 = 366,08 \text{ (m)}.$$

Remarque

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

**2) PROCEDURES DE CONCEPTION DU PROFIL EN LONG SUR PISTE**

Pour dessiner la ligne rouge on fait des lignes droites brisées en commençant par le point de départ jusqu'à la fin. et nous saisissons :

Rayon → nom de rayon

Parabole → nom d'élément → par pr1 → droite (entre deux droites).

**Distance** → choisir une valeur de r. → exécuter → (échappe).

**Axe** → point (p1) → fin automatique → exécuté. (Echappe).

**Zone de tabulation** → axe en plan → saisir une valeur (par exemple tous 20 mètres, nous saisissons 0 20 (il existe un petit espace entre 0 et 20)). → exécuter la commande

La conception longitudinale prend fin, on fait donc fichier → fermer.

Une fois l'axe est tabulée on peut déterminer ainsi les altitudes des points de l'extrémité de chaque tronçon

Ci-dessous nous allons voir l'image du profil en long de l'évitement après la tabulation.

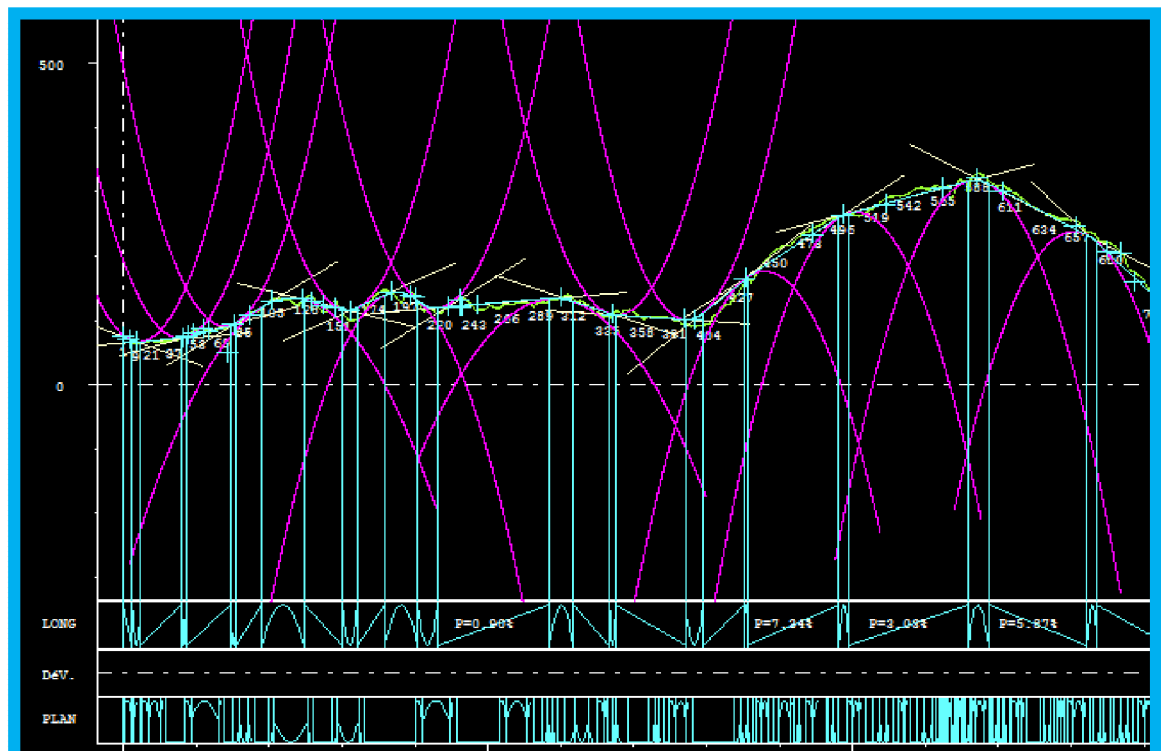
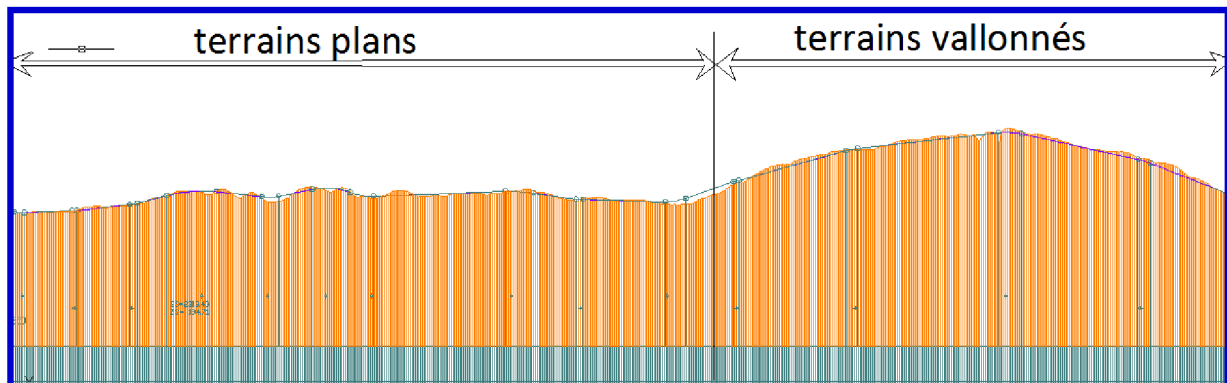


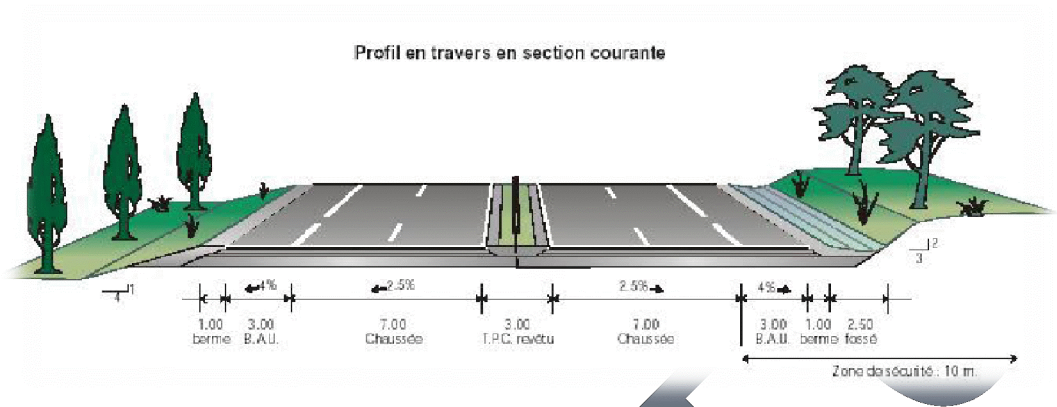
Figure (V-) : Le profil en long de l'évitement après la tabulation.

### 3)-DESCRIPTION DU PROFIL EN LONG DE L'EVITEMENT



Le profil en long se caractérise avec des rayons en angle saillant ou en angle rentrant supérieurs ou égaux aux valeurs fixées. La déclivité maximale utilisée s'élève à 6.88% sur le 2 ieme tronçon, tandis que la déclivité minimale adoptée est de 0.589% sur une section de 320m du 1<sup>er</sup> tronçon .Donc les minimales et les maximales sont bien respectés.

# CHAPITRE (V)



## PROFIL EN TRAVERS

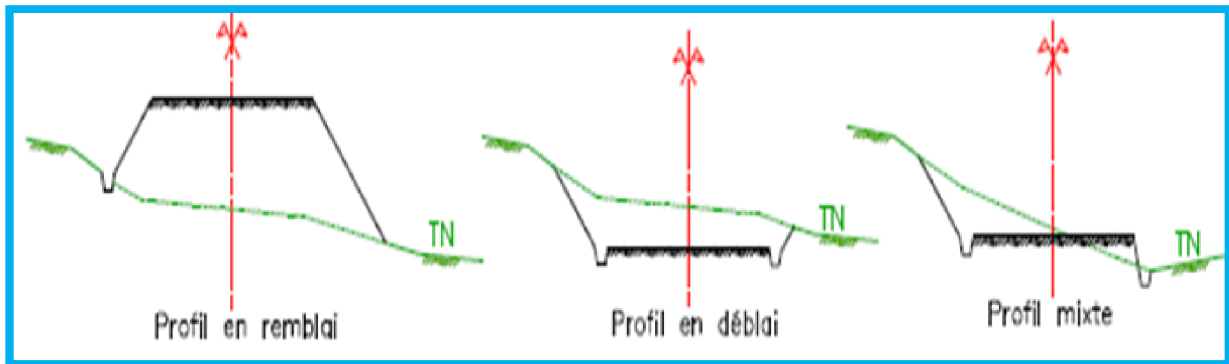
- *V.1. Définition.*
- *V.2. Les éléments du profil en travers.*
- *V.3. Classification du profil en travers.*
- *V.4. La pente transversale du profil en travers*
- *V.5. Application au projet.*

**V.1. DEFINITION:**

Profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

Le choix d'un profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur l'autoroute, qui définit le nombre de voies, et on distingue plusieurs sortes :

- Profil en remblai
- Profil en déblai
- Profil mixte



**Figure V.2 - Différents types de profil en travers**

**V.2.LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS :**

✚ **La chaussée:**

C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.

✚ **La largeur roulable:**

Elle comprend les sur largeurs de la chaussée, la chaussée et la bande d'arrêt.

✚ **Plate forme:**

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terres pleins et les bandes d'arrêts.

✚ **L'assiette:**

C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.

✚ **L'emprise:**

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, Chemins de désenclavement, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.

✚ **Les accotements:**

En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent Généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

#### ✚ Le terre-plein central:

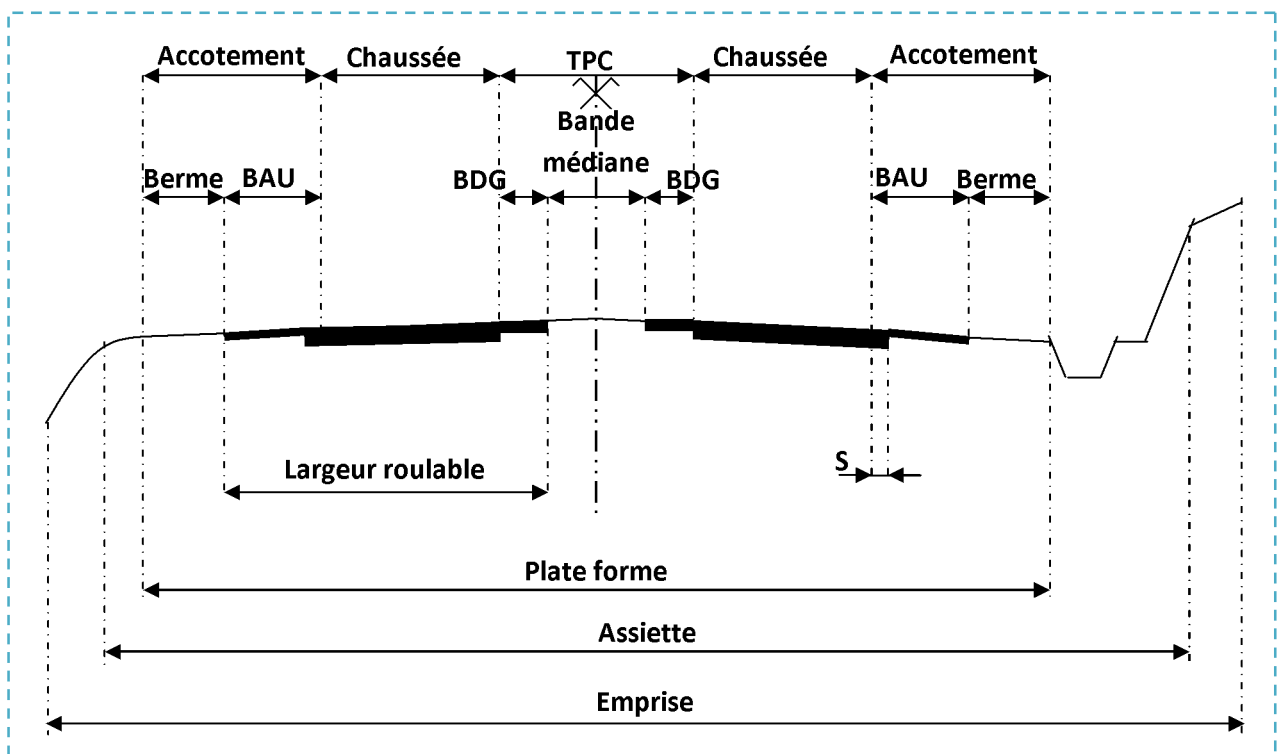
Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

- Les sur largeurs de la chaussée (bande de guidage).
- Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

#### ✚ Le fossé :

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et des talus et les eaux de pluie.

#### ❖ Profil en travers type (cas mixte).



*Figure V.2-Les éléments constitutifs du profil en travers*

### V.3. CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :

Ils existent deux types de profil :

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

#### a- Le profil en travers type :

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

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

### **b- Le profil en travers courant :**

Établie en des points bien déterminés sur le tracé en plan et le profil en long, leur but est de permettre l'établissement des cubatures de terrassement.

### **V.4.LA PENTE TANSVERSALE DU PROFIL EN TRAVERS :**

En alignement droit ou pratiquement droit, la pente transversale de la chaussée doit être comprise entre 2.5% à 3% pour faciliter l'écoulement des eaux. Sur les routes bidirectionnelles la pente part d'une crête centrale, quand les chaussées sont séparées, elle plonge vers l'extérieur depuis le terre-plein central.

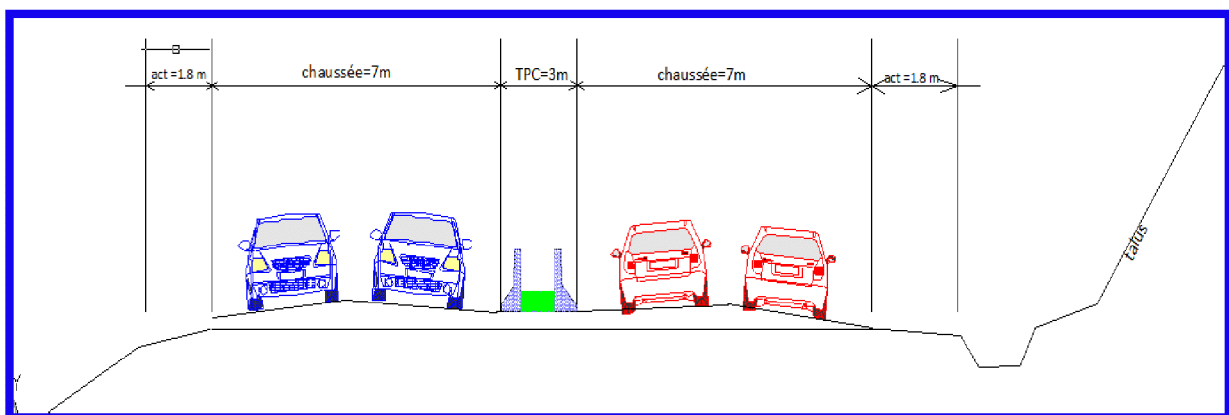
Les zones de variation de dévers doivent être traitées avec un soin particulier de façon à assurer un bon écoulement des eaux. et on dispose de deux solutions

- profil en forme toit
- profil en forme unique

### **V.5.APPLICATION AU PROJET :**

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour l'évitement sera Composé d'une route de  $2 \times (2 \times 3,5)$   
Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée :  $2 \times (2 \times 3,5\text{m}) = 14\text{m}$
- Accotement :  $1.8 \text{ m} \times 2 = 3.6\text{m}$
- Terre plain centrale (TPC) : = 3m
- Plate forme : = 19.6
- Pente de talus en remblai : 2/3
- Fossé trapézoïdal : 0.5x0.6x0.5



*Figure V.2-profil en travers de l'évitement*

### **La conception transversale sur piste :**

Cette étape a pour but de créer un catalogue qui contiendra les demi-profil en travers type que j'appliquerai à notre projet.

Conception → transversale → nom de fichier.pis (axe1.pis) → (Ok)

Dévers → Dévers → Recherche semi-auto ou Recherche auto (Compléter le tableau).

Dévers → calculé → fermé.

Dévers → fin → créer un fichier.dvt → Ok.

Projet → créer un fichier.typ

Profil type → nom de profile type (T 1).

Créer → Nouveau → Ok.

### Compléter le tableau :

Coche d'ASSISE

Chaussée :

L= La largeur (en symétrie, exemple : 7m).

D= ?

Terre plein centrale.

H : hauteur.

L : largeur.

Accotement :

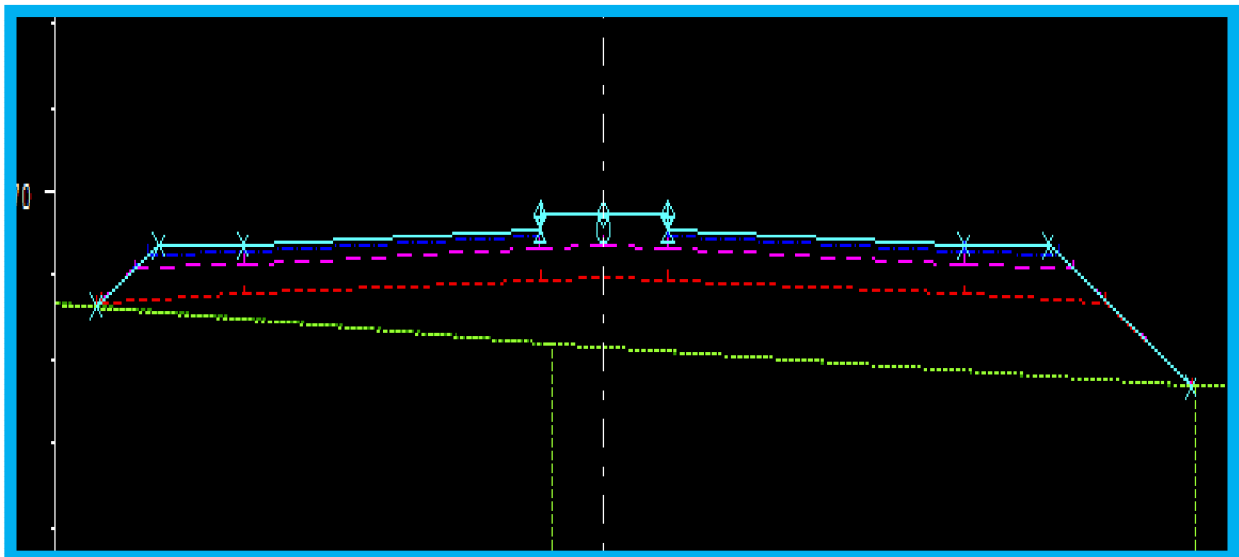
H = 0.01 (on prend toujours cette valeur pour qu'il puisse la calculer).

L = 1.8 m (variable)

P = -4 (pente)

(Les autres lignes ce n'est pas la peine de les compléter)

Pour Compléter les tableaux des couches (forme, base) on suivre les mêmes étapes que la couche de assise.



*Figure V.5 : Image explicative des couches de chaussée*

# ***CHAPITRE (VI)***

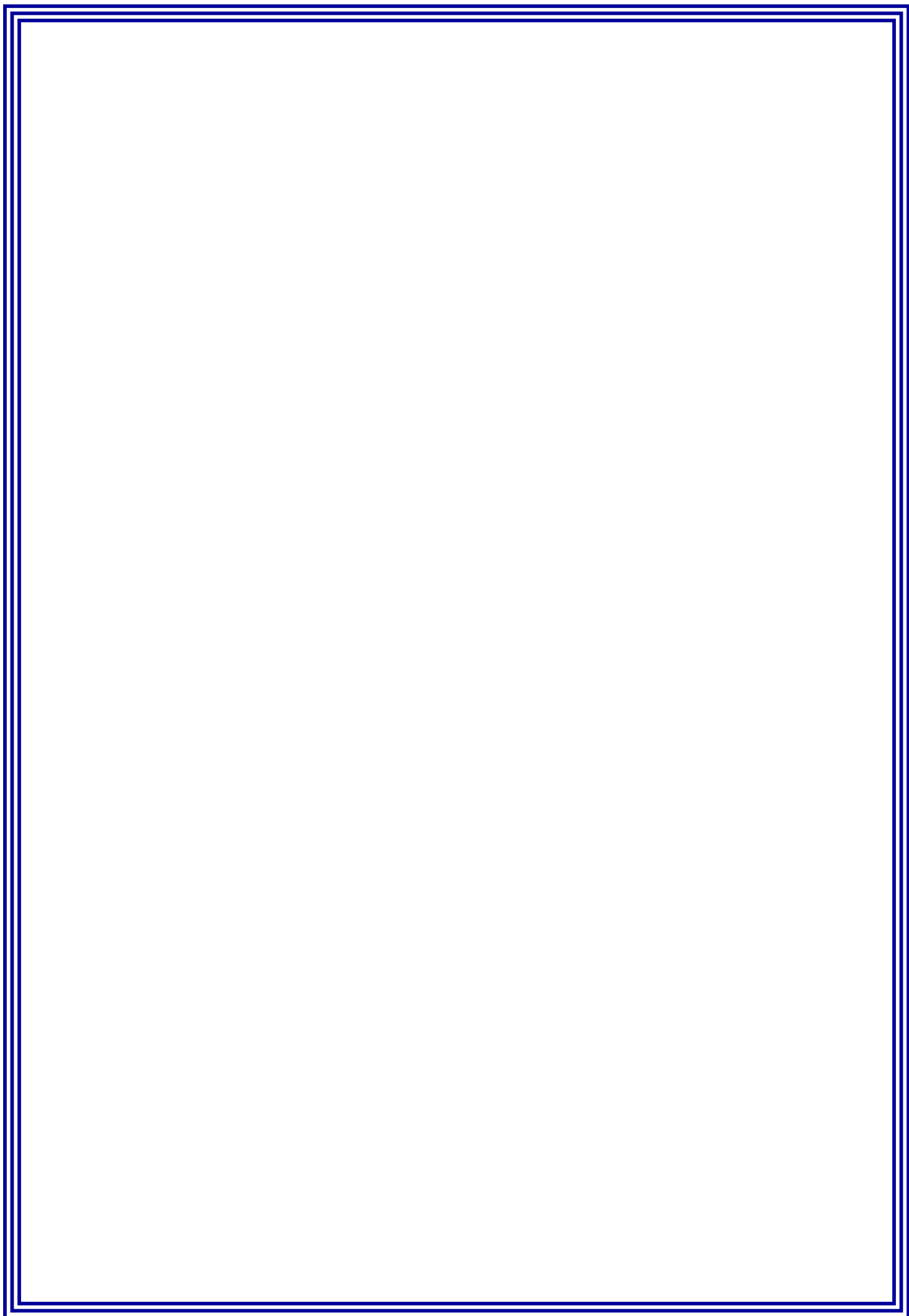


## ***(I).CUBATURES***

- *VI.1. Définition.*
- *VI.2. Méthodes de calcul des cubatures.*
- *VI.3. Application au projet*

## ***(II).MOUVEMENT DE TERRES***

- *VI.1. Définition.*
- *VI.2. Objectif de l'étude*
- *VI.3. but de l'étude*
- *VI.4.L'épure de LALANNE*
- *VI.3. Application au projet*



1<sup>er</sup> PARTIE(I) : LES CUBATURESVI.1. DEFINITION:

On entend par cubature le calcul des volumes déblais et remblais à déplacer pour Respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

Pour notre cas le matériau est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais et remblais. Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

VI.2. METHODES DE CALCUL DES CUBATURES :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures (sarraus, golden et la méthode linéaire...etc.), pour notre projet on utilise la méthode **SARRAUS**.

C'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

✚ **La formule de sarraus:**

On calcule séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs en utilisant la formule des trois niveaux ou formule au prismoïde.

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

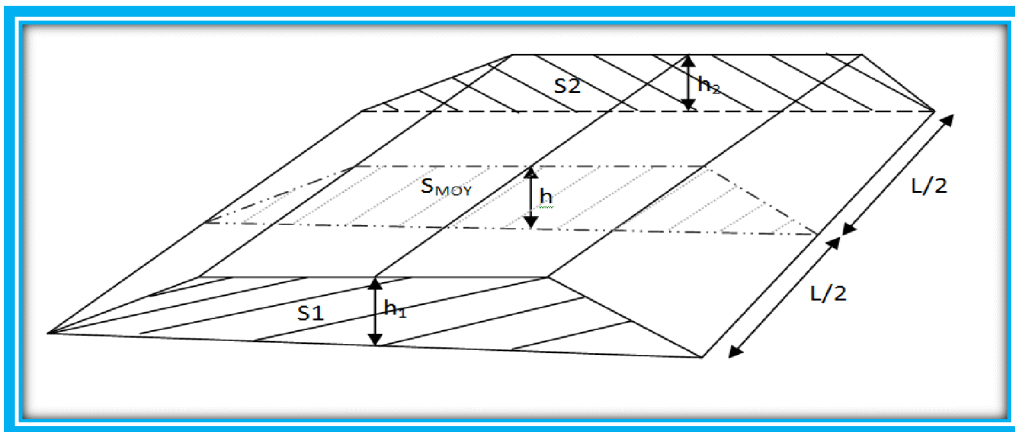


Figure (VI.1)

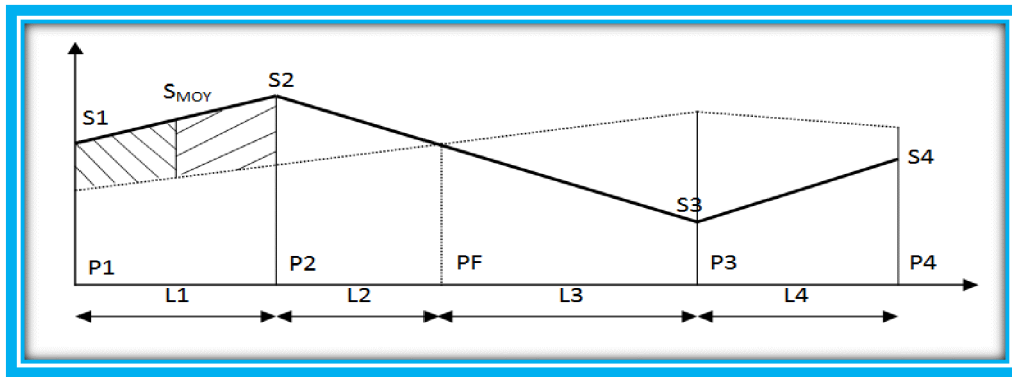


Figure (VI.1)

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

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions  $S_{MOY}$  et  $(S_1+S_2)/2$  ; Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

$$\begin{aligned} \text{Entre P1 et P2 : } V_1 &= \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2) & ; & & \text{Entre P2 et PF} & : \\ V_2 &= \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0) & . & & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entre PF et P3 : } V_3 &= \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3) & ; & & \text{Entre P3 et P4} & : \\ V_4 &= \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4) & . & & & \end{aligned}$$

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

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

### VI.3.APPLICATION AU PROJET:

Je prend quatre valeurs dans le profil en long (p1,p4) , Le calcul des aires et repartes sur le tableau suivant

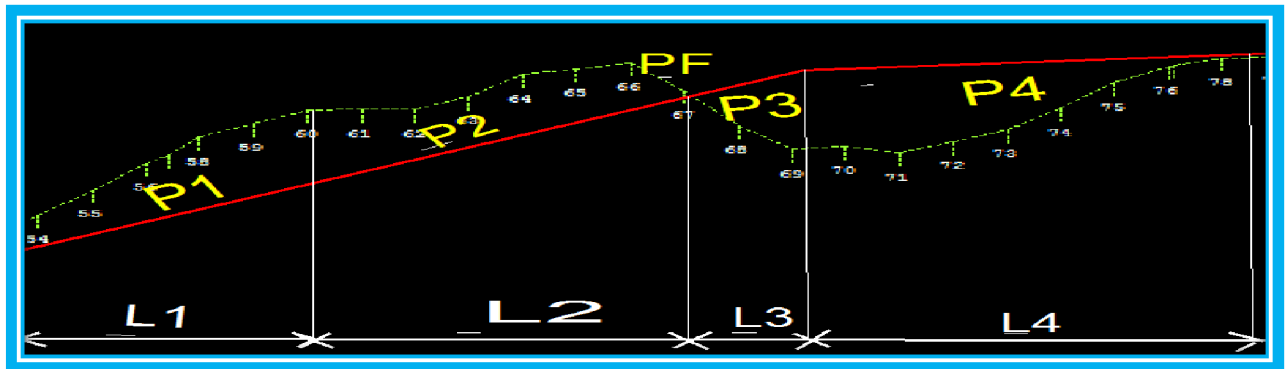


Figure (VI.3)

N : profile	Distance entre profiles	Distance d'application	Déblais		Remblais	
			Surface (m <sup>2</sup> )	volume (m <sup>3</sup> )	Surface (m <sup>2</sup> )	volume (m <sup>3</sup> )
P1		L1 /2=10	68.62	686.20	00.00	00.00
	L1=20					
P2		(L1+L2) /2=20	61.83	1236.70	00.00	00.00
	L2=20					
PF		(L2+L3) /2=20	57.59	1151.9	16.51	330.3
	L3=20					
P3		(L3+L4) /2=20	00.00	00.00	1.92	350.4
	L4=20					
P4		L4 /2=10	00.00	00.00	164.86	1648.6
<b>TOTAL</b>	80	80	188.04	3074.8	183.29	2329.3
3074.8 > 2329.3 ➡ Cube de déblais > Cube de remblais ➡ excès de déblais.						

Tableau (VI.1)

**Conclusion :**

Le calcul des volumes du terrassement est connue sous le nom cubature, cette dernière peut se calculer avec plusieurs méthodes, malheureusement certaines sur ou sous

estimations sont parfois à craindre c'est pour cela qu'on a recours à l'outil informatique.

Pour le calcul automatique a été effectué à l'aide de logiciel piste, les résultats sont joints en annexe

## **2 ieme PARTIE :LES MOUVEMENTS DE TERRE**

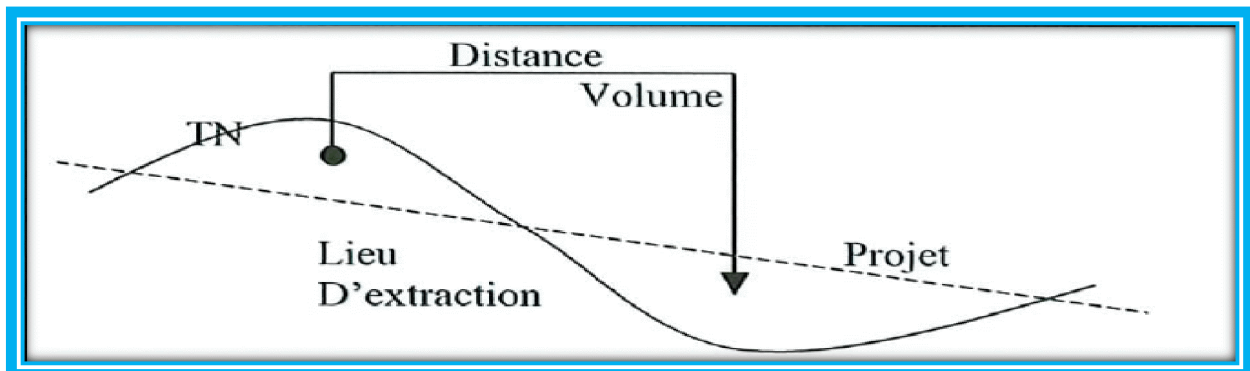
### **VI.1.DIFINITION :**

Le mouvement des terres est l'opération qui consiste, au moyen d'engins appropriés à effectuer le transport des terres de déblai en remblai.

Il est dans le but d'étudier les transports de terre qui représente une part importante des travaux à effectuer sur un projet routier (40à50% de prix total) . et permet d'établir le planning des travaux et de choisir le matériel adapté au matériau, aux rendements, aux distances de transport

### **VI.2.OBJECTIFS DE L'ETUDE :**

C'est d'indiquer les transports de terres qui doivent être effectués sur un chantier de terrassement :



**Figure (VI.4)**

Pour chaque volume de matériaux, on indique :

- ✓ Le lieu d'extraction.
- ✓ Le lieu de mise en dépôt ou en remblai.
- ✓ La distance de transport.

### **VI.3.LE BUT DE L'ETUDE :**

Le transport des terres représente une part importante des travaux à effectuer sur un projet routier (40à50% de prix total) : une étude soignée doit être réalisée lors des phases de soumission des prix du marché, de préparation du projet, d'exécution des travaux.

- Permet d'évaluer les rendements nécessaires en fonction de la durée prévue du chantier.

- Permet de choisir le matériel adapté au matériau, aux rendements, aux distances de transport.

- Permet d'établir le planning général des travaux pour l'ensemble du chantier.

#### VI.4.L'EPURE DE LALANNE :

C'est un moyen de représentation graphique des terrassements.

##### 4.1-ETABLISSEMENT DE L'EPURE

a-Sur une droite appelée "ligne de terres", représentant l'axe de la route sont portés des points  $P_0, P_1, P_2, \dots, P_N$  distants des quantités  $d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$  correspondantes aux différents profils en travers.

b-Perpendiculairement à cette droite, les volumes de terrassement en  $m^3$  foisonnés sont portés à l'aide d'une échelle appropriée.

c-on associe distances et volumes correspondants. et On aboutit à :

- ✓ Soit un équilibre des déblais et des remblais
- ✓ Soit un excès de déblais.
- ✓ Soit un excès de remblais.

Le schéma ci-dessous donne un exemple de construction de l'épure .

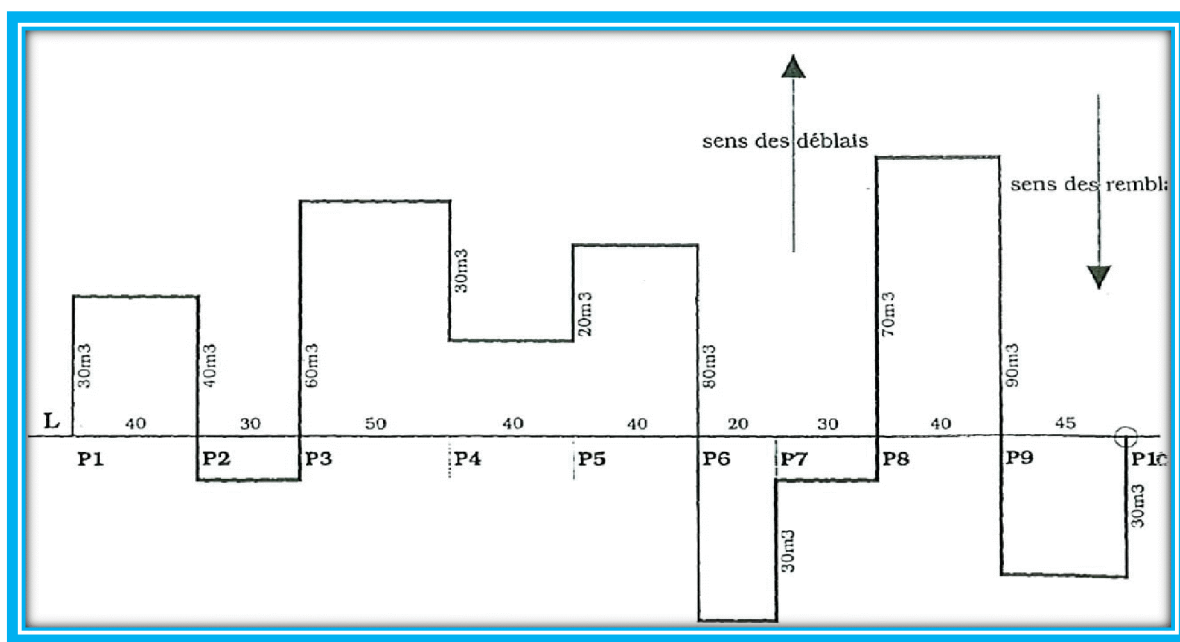


Figure (VI.6)

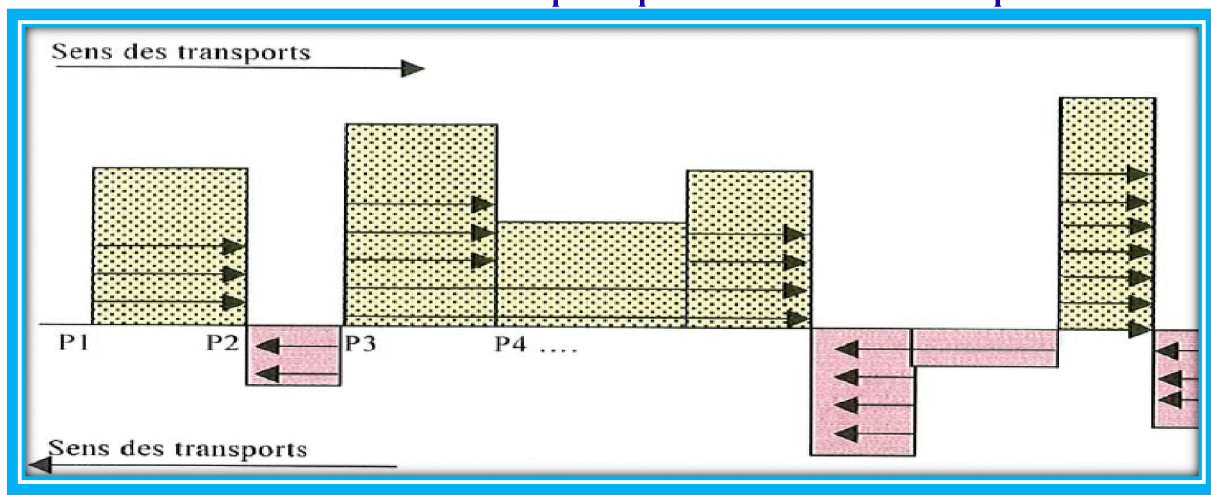
**VI.5. ETUDE DU TRANSPOR :**

- ❖ Ils se font évidemment dans le sens déblais  $\longrightarrow$  remblais.
- ❖ Sur l'épure, les cubes de déblais, représentés par des segments verticaux descendants qui leur font face.

On obtient ainsi des rectangles qui représentent les transports.

- ❖ La surface de chaque rectangle (cube X distance) représente donc le moment de transport du cube correspondant au coté vertical du rectangle.
- ❖ Il faudra organiser les transports en fraisant en sorte que la somme des surfaces des rectangles soit la plus petite possible.
- ❖ Les transports se font :
  - De gauche à droite au-dessus de la ligne de répartition.
  - De droite à gauche au-dessous de la ligne de répartition.

**Le schéma ci-dessous donne un exemple explicatif de sens de transport**



**Figure(VI.6)**

**VI.6. APPLICATION AU PROJET :**

La représentation des volumes des terrassement et le sens de transport sur l'épure de Lallane a été à l'aide de l'exel (voir l'épure ci-dessus).

# **CHAPITRE (VII)**



## ***ETUDE GEOTECHNIQUE***

- ***VII.1. Introduction.***
- ***VII.2. Objectifs de la géotechnique routière***
- ***VII.3. les étapes à suivre pour faire un rapport géotechnique routier***
- ***VII.4. Conclusion.***

## **ETUDE GEOTECHNIQUE**

### **VII.1. INTRODUCTION**

Il est indispensable de connaître les caractéristiques mécaniques et physiques de notre terrain à franchir. Pour assurer la durabilité de l'infrastructure ainsi que le confort et la sécurité de l'utilisateur, tel que d'éviter les problèmes de dégradation du corps de chaussée à long ou à court terme depuis la mise en œuvre de la route et aussi les problèmes au niveau de l'exécution.

### **VII.2.OBJECTIF DE LA GEOTECHNIQUE ROUTIERE**

La géotechnique routière a pour objectif :

- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses Gisements.
- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- Elle sert pour le dimensionnement de corps de chaussée
- La nature et les caractéristiques de chaque couche
- L'identification des caractéristiques mécaniques du sol support

### **VII.3.les étapes à suivre pour faire un rapport géotechnique routier :**

#### **Étape1:Etude préalable**

Nous prenons connaissance de la documentation géologique du site sur lequel le projet doit être implanté grâce aux cartes géologiques et aux données récoltées sur les chantiers antérieurement réalisés dans le secteur. Nous prenons également connaissance de l'atlas des carrières afin de savoir s'il s'en trouve sur le site.

Grâce à ces données, nous pouvons déterminer le type de sondage qui nous permettra d'étudier le sous-sol.

#### **Étape 2 : Collecte d'informations**

Nous rassemblons un maximum d'informations auprès de notre client sur la topographie des réseaux (eau, gaz, électricité, etc.), et nous nous informons sur son projet de construction.

#### **Étape 3 : Visite du site**

Cette visite effectuée par des Ingénieurs Géotechniciens nous permet d'évaluer concrètement les données de l'étude.

#### **Étape 4 : Établissement du devis**

**Étape 5** : Acceptation du devis par le client

**Étape 6** : Programmation des travaux et organisation du chantier

**Étape 7** : Réalisation des forages et des sondages

**-Les forages** : C'est le seul moyen précis pour reconnaître l'épaisseur et la nature des couches des sols en présence, on prélève généralement des échantillons de sols remaniés ou intacts pour les besoins d'essais de laboratoire.

Les forages permettent aussi de reconnaître le niveau des nappes éventuelles et le suivi de leur niveau à l'aide de types piézométrique.

Les forages peuvent être réalisés soit :

**Manuellement** : ce sont des puits creusés à la main ou à la pelle mécanique, la profondeur ne dépasse pas **3 à 4m**.

**A la tarière** : la tarière est un outil hélicoïdal que l'on enfonce dans le sol

La profondeur de la reconnaissance est limitée à une dizaine de mètres et la nature de sols est identifiée visuellement.

**A la sondeuse** : on peut atteindre des dizaines de mètres de profondeur en utilisant des tubes carottiers et couronnes diamantées. Les couches de sols sont identifiées visuellement,

### **Le programme de reconnaissance a suivre l'or d'un remblai de H<5m**

Cette zone ne présente pas un danger particulier vu de sa hauteur ( $H < 5m$ ), quelque soit la nature du sol, donc pas de reconnaissance spécifique.

Pour cela on doit réaliser :

- Quelque puits (une dizaine bien repartie)
- Quelques pénétromètre statique dont 1 ou 2 a proximité des puits
- Prélèvement d'échantillons intacts pour les essais de laboratoires

### **Le cas d'un remblai de hauteur de H>10**

Cette zone nécessite une reconnaissance spécifique pour vérifier

- La stabilité a long terme des remblais
- La stabilité a court terme des remblais
- Le tassement de consolidation (odomètre)
- Le temps de consolidation (perméabilité a l'odomètre)

Tous ces essais nécessitent :

-Le prélèvement d'échantillon intact à différentes profondeurs  
-(2) à (3) sondage carottés de 12m a 14m jusque à atteindre la couche de calcaire d'au moins 1m dans cette couche.

- 5 ou 6 pénétromètre un au moins sera implanté a proximité d'un sondage
- 4 à 6 essais de cisaillement au triaxial

### **Le programme de reconnaissance a suivre l'ord d'un déblai de H<10m**

**a)**-Fixer définitivement les pentes de talus (réalisé des sondages carottés, dans le cas de présence d'eau on équipe les sondages par des piézomètres)

- Prélèvement d'échantillons intacts
- Réalisations d'essai de laboratoire

-Définir les technique d'extraction et la possibilité de réutilisation des sols rencontré ainsi que les travaux au niveau de l'arase des déblais

**b)-** Prélaver des échantillons remaniés pour définir et délimiter les types de sol rencontré

- Etablir les coupes de puits (3 à 4)
- Faire des essais de laboratoire (d'identification)

**Étape 8 :** Réalisation des essais de mécanique du sol (élasticité, compactage, etc.)

- Soit la mesure de certaines caractéristiques en place.
- Soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de laboratoire.

Dans la plupart des cas, ces deux éléments sont combinés.

### **Les Différents Essais En Laboratoire :**

#### **a- Les Essais D'identification**

##### **a-1)- Analyses granulométriques :**

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

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

##### **a-2)- Equivalent de sable :**

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

##### **a-3)-Limites d'Atterberg :**

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

#### **b)-Les essais mécaniques :**

##### **b-1)-Essai Proctor :**

L'essai Proctor est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale afin d'obtenir une densité sèche maximale lors

d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum Proctor ».

**b-2)-Essai C.B.R (California Bearing Ratio):**

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

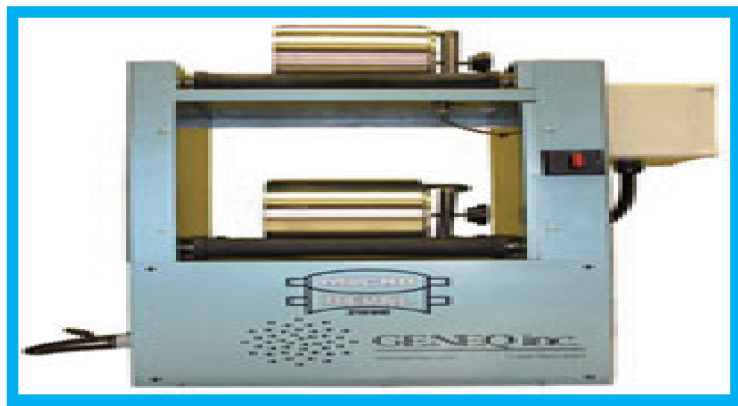
L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (Proctor modifié) avec trois (3) énergies de compactage 10 c/c ; 25 c/c ; 55 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours

**b-3)- Essai Los Angeles :**

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

**4-7)- Essai Micro Deval :**

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau.



*Figure VII-1-Appareil Micro Deval*

**Étape 09 : Interprétation des résultats**

Les valeurs des paramètres à retenir pour les justifications résultent de l'interprétation des résultats d'essais. Cette interprétation tient compte en particulier :

1 - pour les essais de laboratoire, de l'aptitude du sol à fournir des échantillons Intacts, de la précision liée au type d'essai, ainsi que de l'hétérogénéité spatiale Plus ou moins marquée du paramètre mesuré.

2 - pour les essais en place, et plus particulièrement pour les essais préssiométriques, de la possibilité de mauvaise exécution de certains essais et de l'hétérogénéité des terrains.

Le mémoire de synthèse donne des indications sur les critères de choix des valeurs proposées pour les paramètres : valeurs minimales, moyennes, etc.

Les particularités visées sont, entre autres :

- la nature compressible des sols,
- les risques d'instabilité d'ensemble,
- les frottements négatifs,
- les poussées latérales.

### Conclusion

En absence d'un rapport géotechnique spécifique à la route la direction des travaux publics de la wilaya de Boumerdés, m'a recommandé d'opter pour un indice CBR de l'ordre de 5, (CBR moyen).

# ***CHAPITRE (VIII)***



## ***DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE***

- ***VIII.1. Introduction.***
- ***VIII.2. Définition d'une chaussée***

- *VIII.3. Définition de la chaussée souple*

- *VIII.4. Méthodes de dimensionnement*

- 

- *VIII.5. Application au projet.*

- *VIII.6. Conclusion.*

### VIII.1.INTRODUCTION:

Après avoir terminé avec les études techniques relatives à la fixation des principaux paramètres de conception géométrique de la route, nous abordons le volet dimensionnement de chaussée, il s'agit de retenir la structure de chaussée la plus économique et la plus adaptée au projet sur la base des données relatives aux (trafic, l'environnement, la nature du sol support et La durée de vie de la chaussée)

### VIII.2.Définition d'une chaussée :

**Au sens géométrique :** toute surface spécialement aménagée sur le sol ou sur un ouvrage pour la circulation des personnes et des véhicules.

**Au sens structurel :** une chaussée est l'ensemble des couches de matériaux superposées et mises en œuvre de façon à permettre la reprise des charges extérieures

Une chaussée de type souple, rigide ou bien semi-rigide est constituée de matériaux granulaires traités ou non traité avec des liants hydrocarbonés ou bien en ciment.

### VIII.3.Définition de la chaussée souple :

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

#### 1-Couche de surface :

Cette couche est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures.

La couche de roulement a pour rôles :

- ◆ D'imperméabiliser la surface de la chaussée
- ◆ D'assurer la sécurité (adhérence) et le confort des usagers (bruit, uni).
- ◆ Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

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

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

#### 2-Couche de base:

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

Et l'épaisseur de cette couche varie entre 10 et 25 cm.

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

**3- Couche de fondation:**

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

**4-Couche de forme:**

La couche de forme est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol-support :

- ◆ **Sur un sol rocheux.** “ Nivellement afin d’aplanir la surface avant de mettre en œuvre la couche de fondation ”.
- ◆ **Sur un sol peu portant** “Par exemple argileux à teneur en eau élevée” pour assurer une importance suffisante à la cours terme permettant aux engins de chantier. À long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l’optimisation de la structure de chaussée.

**VIII.4.METHODES DE DIMENSIONNEMENT :**

On distingue deux familles des méthodes :

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

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

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

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

C’est une méthode semi empirique qui est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90 à 100) % de l’optimum Proctor. Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

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

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

- $I_{\text{CBR}}$ : indice CBR.

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

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

- **N** : désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide.
- **P** : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).

- **Log** : logarithme décimal.
- **e** : épaisseur équivalent.

#### **Notion de l'épaisseur équivalente:**

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

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

- **e<sub>1</sub>** : épaisseur réelle de la couche de roulement.
- **e<sub>2</sub>** : épaisseur réelle de la couche de base.
- **e<sub>3</sub>** : épaisseur réelle de la couche de fondation.

**a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>** : sont Les coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches **e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>3</sub>**.

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau (01) suivant :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence 'a'
Béton bitumineux ou enrobe dense (BB)	2.00
Grave ciment – grave laitier (GB-GL)	1.50
Sable ciment (SC)	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier (GC)	1.00
Tuf	0.7 à 0.8
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume (GB)	<b>1.60 à 1.70</b>

*Tableau (02) : Les coefficients d'équivalence.*

#### **Remarque:**

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe  $e_1$  et  $e_2$  et on calcul  $e_3$ , généralement les épaisseurs adoptées sont :

**BB : 5-8cm**      **GB : 10-20cm**      **GC : 15-30cm**      **TVO: 30cm et plus**

### VIII.5.Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :

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

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

#### ✚ Détermination de la classe du trafic :

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau (03) suivant:

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

*Tableau(03) : Classement du trafic suivant le catalogue.*

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

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

- **TPL** : trafic poids lourds à l'année de mise en service.
- **n** : durée de vie (n = 20 ans).
- **T** : taux de croissance du trafic.

### Détermination de la classe du sol :

Le sol doit être classé selon la valeur du CBR du sol support. Les différentes catégories de sol sont données par le tableau(04) suivant :

Classe du sol	Indice C.B.R
S0	>40
S1	25 à 40
S2	10 à 25
<b>S3</b>	<b>5 à 10</b>
S4	< 5

*Tableau(04) : Classe de sols.*

## VIII.6.APPLICATION AU PROJET :

### 1-Méthode C.B.R :

Un comptage est effectué en 2013 par le service concerné C.T.T.P, pour estimer le trafic à l'horizon, on fait une projection jusqu'à l'an 2039, tout en sachant que la durée de vie de notre projet estimer à **20 ans**, et sa mise en service est prévue pour l'année **2016**.

La valeur du trafic est donnée dans tableau suivant:

TJMA (v/j)	% PL
8220	25

*Tableau (01) : valeur du trafic*

➤ **Calcul de l'épaisseur équivalente :** 
$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{P} \times [75 + 50 \times \log(\frac{N}{10})]}{I_{CBR} + 5}$$

- **P** : Charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 (t)).
- **Log** : Logarithme décimal.
- **E<sub>eq</sub>** : épaisseur équivalente.

On a :

$$Z = \% \text{ PL} = 25\% ; \quad I_{CBR} = 5 ; \quad P = 6.5 \text{ (t)}.$$

$$TJMA_{2016} = 9067 \text{ (v/j)} \quad \Rightarrow TJMA_{2016/sens} = (9067/2) = 4534 \text{ (v/j/sens)}.$$

$$N_{pl2016} = \% \text{ PL} \times TJMA_{2016} \quad \Rightarrow N = 0.25 \times 4534 \Rightarrow N_{pl2016} = 1136 \text{ (pl/j)}.$$

Poids lourd à l'année (2036) pour une durée de vie de 20 ans.

$$N_{pl2036} = 1136 \cdot (1 + 0,04)^{20} = 2489 \text{ (v/j/sens)}.$$

Donc :

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) \times [75 + 50 \cdot \log(\frac{2489}{10})]}{(5 + 5)} = 21 \text{ (cm)} \Rightarrow E_{eq} = 59.4 \text{ (cm)}.$$

Avec :

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

- **e<sub>1</sub>** : épaisseur réelle de la couche de roulement.
- **e<sub>2</sub>** : épaisseur réelle de la couche de base.
- **e<sub>3</sub>** : épaisseur réelle de la couche de fondation.

➤ **Calcule l'épaisseur e<sub>3</sub> :**

$$e_1 = 6 \text{ cm en béton bitumineux (BB)} \quad \Rightarrow a_1 = 2.0.$$

$$e_2 = 12 \text{ cm en grave bitume (GB)} \quad \Rightarrow a_2 = 1.7.$$

$$E_{eq} = 7 \times 2 + 14 \times 1,7 + 1,0 \times e_3 = 59 \text{ (cm)}.$$

$$\Rightarrow e_3 = (59 - 7 \times 2 + 12 \times 1.7) / 1 = 22 \text{ cm}$$

Donc :

$$\text{La structure proposée est : } \mathbf{7(BB) + 14 (GB) + 22(GC) = 59 \text{ cm}}$$

Comme indique la figure (01) suivante :

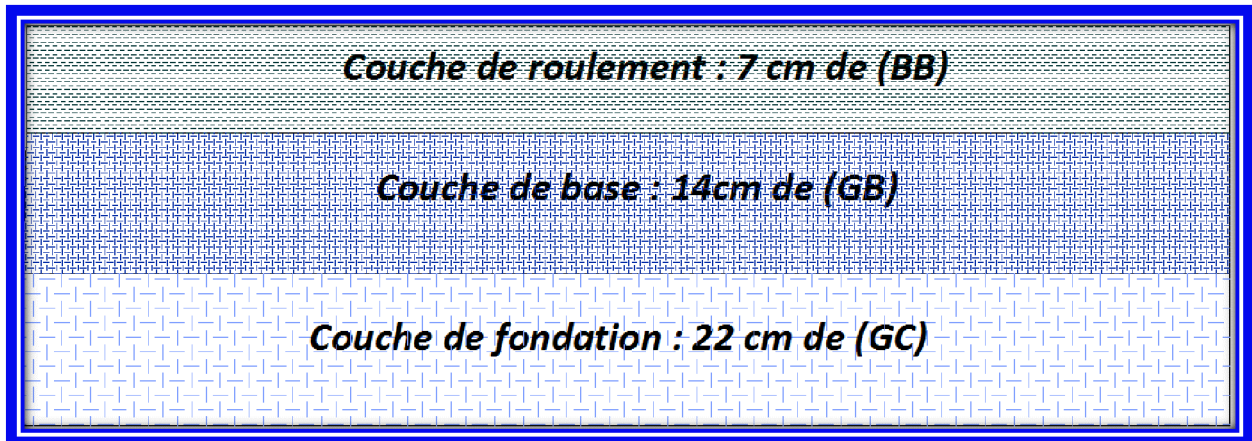


Figure (01) : Corps de chaussée méthode CBR.

**2-Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :**

▪ **Détermination du type de réseau:**

On a:  $TJMA=8220 >1500 \text{ v/j}$   $\Rightarrow$  Donc le réseau principal est de niveau 1 (RP1).

▪ **Détermination de la classe de trafic  $TPL_i$  pour RP1:**

- Le projet à RN 24 alors la Zone climatique : **Zone I**
- Durée de vie : 20 ans.
- Taux de d'accroissement: 4 (%).
- $TJMA_{2016} = 9067 \text{ (véh/j)}$ .

$$TPL = \left[ \frac{TJMA_{2016} \times Z}{2} \right] \times 0,9$$

$$TPL = \left[ \frac{9067 \times 0,25}{2} \right] \times 0,9 \Rightarrow TPL = 1020 \text{ (Pl / j /sens)}$$

D'après le classement donné par le catalogue des structures voir le tableau(05), notre trafic est classé en **TPL5**.

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

				300	600	1500	3000	6000
--	--	--	--	-----	-----	------	------	------

Tableau(05) : Classe de trafic

### 3.CARACTEISTIQUE DU SOLS SUPPORT

Nous avons un indice de CBR= 5 (notre sol est de faible portance), donc la portance de sol support est de S2. On doit prévoir une couche de forme en

D'après la fiche de dimensionnement on a : zone climatique I, durée de vie 20 ans, taux accroissement 4%, TPL5 et S2.

D'après les deux catalogues des structures on a trouvé la structure suivant :

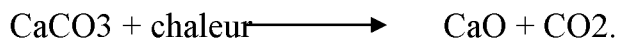
- 6cm : couche de roulement en (B.B): béton bitumineux.
- 11 cm : couche de base en (G.B): grave bitume.
- 12 cm : couche de base en (G.B): grave bitume.

Pour la couche de forme j'ai proposé soit :

- De traiter à la chaux les couches du support ayant une faible portance.
- De décaper certaines couches de surface et les remplacer par des matériaux prévenant de la carrière

#### a)-traitement à la chaux :(résumé)

La chaux est obtenue par calcination d'un calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ).qui est broyé et calciné à  $1000^\circ\text{C}$  ce qui donne le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), et l'oxyde de calcium ( $\text{CaO}$ ) connu comme la chaux. La réaction de calcination est donnée par l'équation :



- Il est destiné au traitement des sols limoneux ou argileux, en raison de leurs faibles portances (ou) de leur teneur en eau sont considérés comme des matériaux mauvais ou médiocres, créant un handicap économique et technique pour l'entreprise

- Comme il Constitue des couches de forme ayant des qualités mécaniques suffisantes pour recevoir le trafic de chantier, la chaussée et le trafic futur, et ayant une stabilité à l'eau et au gel améliorée.

- Il permet d'utiliser des sols impropres au réemploi ou de qualité médiocre dans leur état naturel. Et d'exécuter les terrassements dans des conditions normales de travail tout en diminuant la susceptibilité du charnier aux intempéries,

- Il permet de modifier les propriétés géotechnique du sol tel que :

- 1) -Il augmente la limite de plasticité  $w_p$ , l'indice CBR, et la teneur en eau à l'optimum Proctor
- 2) -Il diminue la densité à l'optimum Proctor, La sensibilité au gel

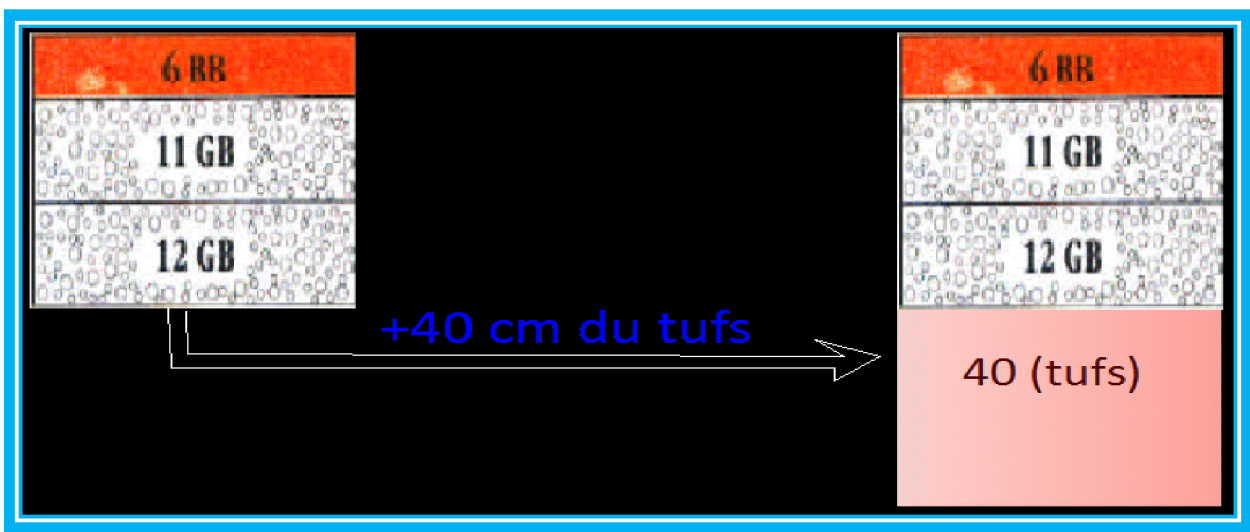
**b)-provenance des matériaux**



**Conclusion** : vue la distance entre le projet et les zones de provenance des matériaux qui ne dépasse 2 km, j'ai opté pour le choix de prévenance des tufs pour des raisons économiques

Donc l'infrastructure sera constituée de :

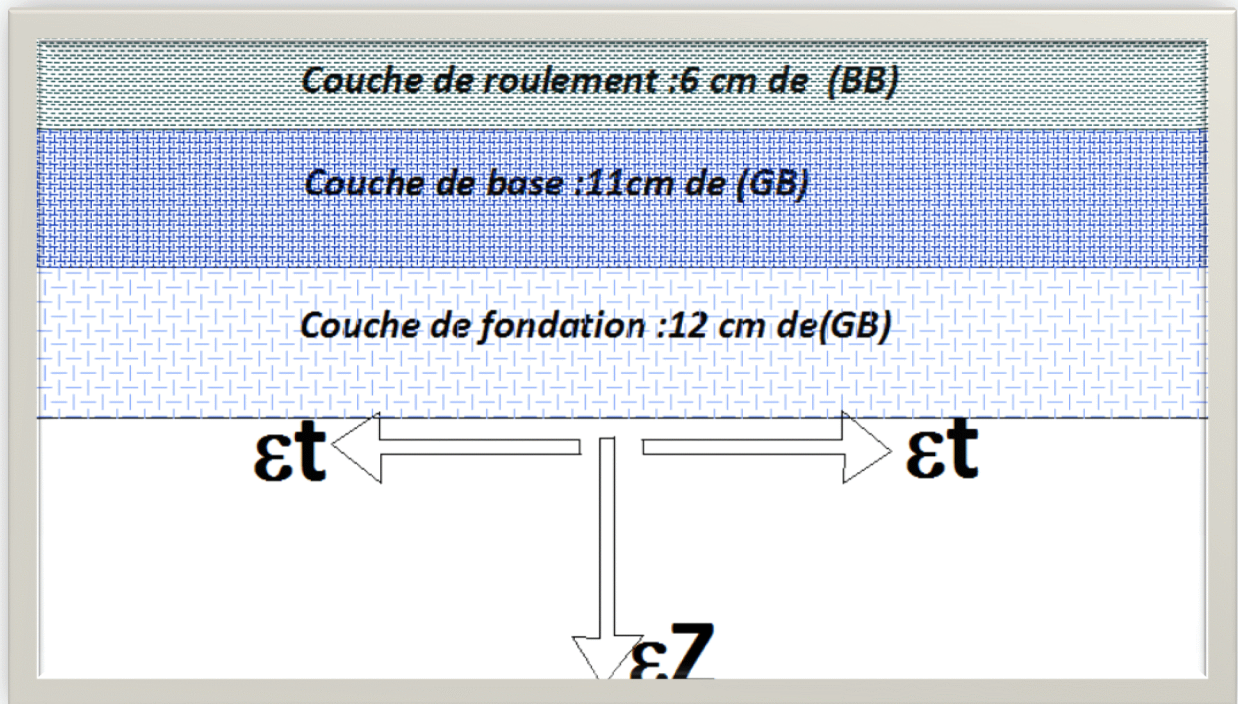
- 6cm : couche de roulement en (B.B): béton bitumineux.
- 11 cm : couche de base en (G.B): grave bitume.
- 12 cm : couche de base en (G.B): grave bitume
- 40cm : couche de forme en tufs



**Figure**

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

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



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

$\varepsilon_t$  : la déformation de traction par flexion à la base des couches bitumineuses.  
 $\varepsilon_z$  : la déformation verticale sur le sol support.

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

$$TC_i = TPL_i \times 365 \times ((1 + \tau)^n - 1) / \tau.$$

$$TC_{2036} = 1020 \times 365 \times ((1 + 0,04)^{20} - 1) / (0,04) = 1,1086378 \times 10^7 \text{ (pl/j/sens)}.$$

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

Tableau(06) : Valeurs du coefficient d'agressivité A.

▪ Calcul de trafic cumule équivalent :

$$TCE_i = TC_i \times A$$

Avec :

A : coefficient d'agressivité, A=0.6 voir le tableau(06).

$$TCE_{2036} = 1,108637 \times 10^7 \times 0,6 = 6,651827 \times 10^6 \text{ (pl/j/sens).}$$

▪ Calcul de sollicitations admissibles :

$$\epsilon_{t.adm} = \epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times \left(\frac{TCE_i}{10^6}\right)^b \times \sqrt{\left[\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})} \times 10^{-t \cdot b \cdot \delta} \times k_c\right]}$$

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

	Zone climatique		
Température équivalentes	I et II	III	IV
		20	25

Tableau(07) : Choix des températures équivalentes.

Matériaux	E (30°C, 10Hz)	E (25°C, 10Hz)	E (20°C, 10Hz)	E (10°C, 10Hz)	$\epsilon_6(10^\circ\text{C}, 10\text{Hz})$	$\frac{-1}{b}$	S <sub>N</sub>	S <sub>h</sub>	v	K <sub>C</sub>
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3

Tableau(08) : Performances mécaniques des matériaux bitumineux.

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

Tableau(09) : risques adoptés pour le réseau RP1

r = 10% implique que t= -1.282 (fractile de la loi normale, tableau 16 P 20)

<b>r%</b>	2	3	5	7	10	12	15
<b>t</b>	-2,054	-1,881	-1,645	-1,520	-1,282	-1,175	1,036
<b>r%</b>	20	23	25	30	35	40	50
<b>t</b>	-0,842	-0,739	-0,674	-0,524	-0,385	-0,253	0

**Tableau 13 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux**

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

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

- $\theta_{eq}$ : températures équivalents ( $\theta_{eq} = 20C^\circ$ )  $\Rightarrow E(20^\circ, 10Hz) = 7000Mpa$  ; voir le Tableau(07).
- Classe de trafic (TPL5).
- Risque adoptés pour réseau RP1, R% = 10% voir le tableau.
- t : fractile de loi normal, en fonction de risques adoptés (t = - 1.282).
- $\delta$ : f (dispersion).
- SN : dispersion sur la loi de fatigue= 0.45 pour G B ( voir le tableau )
- c : coefficient égal à 0.02
- Sh : la dispersion sur les épaisseurs = 3 cm pour GB (tableau 13 p 18)
- b = -0.146

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

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

### Application:

- **Déformations admissibles verticales :**

$$\epsilon_{z.adm} = 22 \times 10^{-3} \times (1,039 \times 10^7)^{-0.235} \Rightarrow \epsilon_{z.adm} = 493.7 \times 10^{-6}.$$

▪ Déformations admissibles de traction :

d'où :

$$\varepsilon_{t,ad} = \varepsilon_6 (10^\circ \text{ C}, 25 \text{ Hz}) \cdot \left( \frac{\text{TCEi}}{10^6} \right)^b \cdot \sqrt{\frac{E (10^\circ \text{ C})}{E (\theta \text{ eq})}} \cdot 10^{-tb\delta} \cdot kc$$

$$\varepsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times \left( \frac{6,651827 \times 10^6}{10^6} \right)^{-0.146} \times \sqrt{\left[ \frac{12500}{7000} \times 10^{-(1.282 \times 0,609 \times 0,146)} \times 1.3 \right]}$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{t,adm} = 101.3291525 \times 10^{-6}$$

### 2.3- Méthode d'ALIZE III :

– Principe du programme ALIZE III :

ALIZE III est un programme mis au point au laboratoire central des ponts et chaussée –paris .il permet de déterminer à partir d'un modèle multicouche, élastique et linéaire, les contraintes et les déformations aux différentes interfaces de la structure

La charge prise en compte dans la modélisation est une charge unitaire correspondant à un demi-essieu de 13 tonnes présenté par une empreinte circulaire de rayon (r) avec une symétrie de révolution.

Son principe consiste à modéliser une structure, de manière de calculer les contraintes, ainsi que les déformations provoquées par une charge type.

Le (input) du programme ALIZE III, est pour chaque couche :

- l'épaisseur.
- Le module de rigidité (E).
- Le coefficient de poisson (ν).

couche	Epaisseur (e) Cm	Module de rigidité (E) Mpa	Coef de poisson (ν)
Roulement (BB)	6	4000	0,35
Base (GB)	11	7000	0,35
Fondation (GB)	12	7000	0,35
Forme (TUFS)	40	500	0,25
Sol support	inf	5	0,35

Résultats de calcul sur Alize :

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	4000,0 collé	0,350	0,000	38,1	0,297	26,1	0,659
			0,060	22,5	0,284	66,5	0,610
0,110	7000,0 collé	0,350	0,060	22,5	0,477	25,7	0,610
			0,170	-14,7	-0,019	36,7	0,260
0,120	7000,0 collé	0,350	0,170	-14,7	-0,019	36,7	0,260
			0,290	-65,3	-0,602	62,4	0,052
0,200	500,0 collé	0,250	0,290	-65,3	-0,023	121,6	0,052
			0,490	-63,7	-0,035	72,7	0,020
0,200	500,0 collé	0,250	0,490	-63,7	-0,035	72,7	0,020
			0,690	-100,3	-0,064	75,6	0,007
infini	25,0	0,350	0,690	-100,3	0,000	271,9	0,007

Grandeurs affichées

tableau 1     tableau 2

tableau 3     tableau 4

tableau 5     tableau 6

tableau 7     tableau 8

---

Déflexion = 61,0 mm/100  
entre-jumelage

---

Rdc = 1109,6 m

Vérification de la modalisation :

La vérification  $\epsilon_Z < \epsilon_{Z.adm}$  sera surtout a faire dans le cas des chaussées a matériaux non traités, car c'est le critère prépondérant dans le calcul de dimensionnement.

Dans le cas des chaussées traitées au bitume et aux liants hydrauliques, la pression sur le sol support sera tellement faible que le critère  $\epsilon_Z < \epsilon_{Z.adm}$  sera pratiquement toujours vérifié.(voir le tableau)

TABEAU

La structure	$(\epsilon_Z) \times 10^{-6}$	$(\epsilon_{Z adm}) \times 10^{-6}$	$(\epsilon_t) \times 10^{-6}$	$(\epsilon_{t adm}) \times 10^{-6}$
6BB+11GB+12GB+40Tufs	271.9	493.7	65.3	101.32
Vérification	<b>Vérfifié</b>		<b>Vérfifié</b>	

	$(\epsilon_Z)$ Sol support	$(\epsilon_t)$ a la base de BB
Déformations calculées	<b>217.9</b>	<b>65.3</b>

Ajustement des épaisseurs

BB : graviers 0 /20      6< e< 8 cm    →e= 6 cm

GB : graviers 0/20      10<e<15 cm    →e= 11cm

GB : bitume 40 /50      10<e<15 cm    →e= 12cm

Tufs : 0/40                25 <e<40 cm    →e=20cm

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

CBR	CATALOGUE DES STRUCTURE
7BB+14 GB+22 GC	6BB+11GB+12GNT

Conclusion

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

# **CHAPITRE**

## **(IX)**



## **Hydraulique et assainissement**

***IX.1. Introduction.***

***IX.2. Etude hydrologique***

***IX.3. Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter***

***IX.4. Application au projet.***

.

## IX.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'érosion, stabilité des talus, et la dégradation des chaussées par défaut de portance du sol.

C'est pourquoi l'étude hydraulique, nécessite une parfaite connaissance des données climatique et pluviales pour la détermination des débite crues de différentes fréquence (10,20, et 100 ans) ainsi qu'aux diverses traversées de la route par les écoulements naturels.

Donc une solution a ces problèmes fut adapté : c'est de prévoir des disposition adéquates pour évacuer l'eau loin de la route , l'ensemble de ses travaux porte le nom **assainissement**

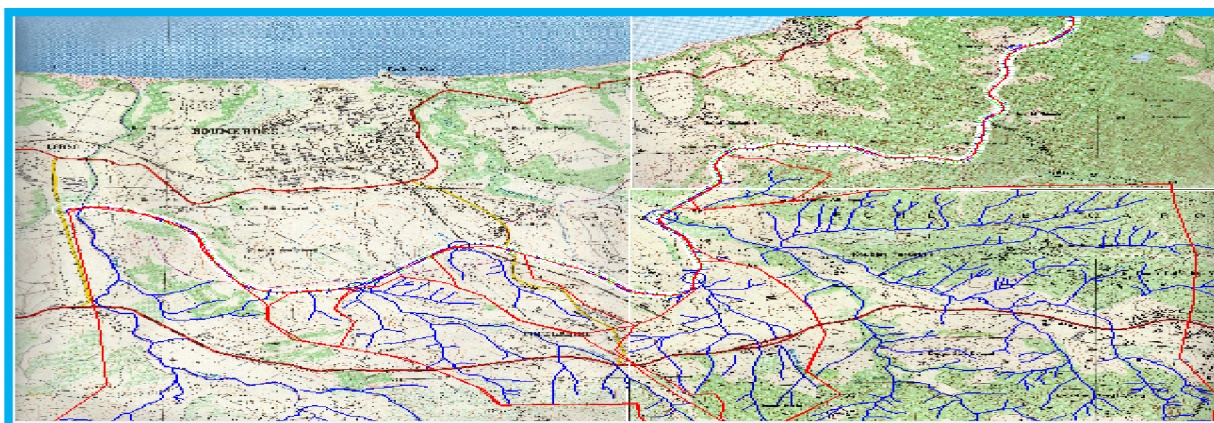
Pour notre évitement l'assainissement sera assuré par le dispositif suivant :

- Construction de fossés bétonnés au niveau des sections en déblais ;
- Construction de demi-buse au niveau du terre plein central ;
- Construction d'ouvrages busés au niveau des traversées pour le rétablissement des écoulements naturels ;
- Construction de descentes d'eau Au niveau des remblais d'accès des ouvrages d'art.

## IX.2.ETUDE HYDRAULOGIQUE

**1).Caractéristique du climat :** Boumerdés appartient au milieu méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide .le climat est caractérisé par un hiver doux et un été chaud et sec entrecoupé par des orages faibles et localisés.

**2).Caractéristique des bassins versants :** il existe neuf bassin versants qui ont été délimité en fonction de la structure des talwegs et des lignes de crêtes sur la carte d'état majors a l'échelle 1/25000<sup>ème</sup> scannées leurs surfaces sont déterminées à l'aide du logiciel d'autocad



*Figure (IX-1) Les bassins versants de la région de Boumerdés*

### 3.La pluviométrie :

#### **3.1. Acquisition des données :**

Les données de la région d'étude ont été recueillies auprès de l'Agence Nationale des Ressources en eau (A N R H). Il s'agit d'observations journalières reportées sur des tableaux de cumuls mensuels (T C M). A partir de ces données mensuelles j'ai reconstitué les valeurs de pluies annuelles.

J'ai travaillé sur la station de BNI AMREN représentative de la zone d'étude

#### **3.2. Pluies annuelles :**

Après l'Analyse détaillée des observations (ajustement à une loi racine-normale des pluies annuelles de la région), j'avais constaté que les distributions statistiques dans la région présentaient un caractère nettement symétrique.

#### **3.3. Pluie moyenne dans la région :**

La pluie annuelle moyenne dans la région est comprise entre 400 et 500 mm d'après la carte des pluies de l'Algérie du nord de l'ANRH, j'ai pris en considération la valeur de **P moyenne** = 480 mm.

#### **3.4. Précipitations journalières:**

La protection contre les dégâts des eaux nécessite de s'intéresser aux pluies journalières maximales annuelles.

Théoriquement les valeurs extrêmes s'ajustent à une loi des valeurs extrêmes.

En Algérie il est vérifié que les pluies journalières maximales annuelles s'ajustent à une loi de Gumbel.

## IX.3.DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'ASSAINISSEMENT

### **« Par la méthode rationnelle »**

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

La condition de calcul :  $Qa = Qs$

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

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

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

### 1.1. Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle :

La relation obtenue est la suivante

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

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

$C_v$  : Coefficient de variation.

$U$  : Variable de Gauss. (Fonction de la période de retour) dont les valeurs sont données par le tableau suivant :

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

*Tableau IX.01 : Variable de Gauss. (Fonction de la période de retour)*

#### - Remarque

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

### 1.2. Calcul de fréquence d'averse :

Pour une durée de ( $t=15\text{mn}=0.25\text{h}$ ), La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

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

Avec :  $t=0.25$  h,  $b=0.28$

$t_c$ : Temps de concentration

$P_t$ : pluie journalière maximale annuel

$P_j$ : Hauteur de la pluie journalière maximale (mm)

$b$  : Exposant climatique






### 1.3. Temps de concentration :

La durée 't' de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, comme suit :

1/ lorsque  $A < 5 \text{ km}^2$ :  $t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}}$

2/ lorsque  $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$ :  $t_c = 0,108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$

3/ lorsque  $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$ :  $t_c = \frac{4 \sqrt{A}}{0,8} + \frac{1,5 L}{\sqrt{H}}$

-  **T<sub>c</sub>** : Temps de concentration (heure).
-  **A** : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>).
-  **L** : Longueur de bassin versant (km).
-  **P** : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).
-  **H** : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

#### 1.4. L'intensité de l'averse :

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

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

Avec :

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

#### 2. Le coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative a des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainé.sa valeur est obtenue en tenant compte des paramètre suivantes : la couverture végétale, la forme, la pente et la nature de terrain.

Type de chaussée	Coefficient 'C'	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 – 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 – 0.4	0.35
Talus, sol perméable	0.1 – 0.3	0.25
Terrain naturel	0.05 – 0.2	0.2

*Tableau IX.02: Coefficient de ruissellement*

Pour notre cas, les bassins se trouvent dans deux zone différentes : la première c'est la pleine (terres agricoles) et la seconde c'est la zone montagneuse (foret de Sidi Yahia) compte tenu du relief et en analysant sur site les paramètres sous mentionné on optera pour un ruissèlement moyen de :

0.2	====>	La pleine
0.5	====>	La zone montagneuse
0.9	====>	La chaussée
0.3	====>	Les accotements
0.4	====>	Les talus

### 3. Pente de pose des ouvrages :

La pente maximal de pose des ouvrages est celle qui correspond a une vitesse maximal de 4m/s selon le document SETRA(1984) et ceci afin d'éviter l'action abrasive des eaux sableuse et la formation des dépôts (pierres, terres,...etc.) qui peuvent conduire à l'obstruction des ouvrages, et pour assurer aussi l'auto curage.

### 4. Estimation du débit de crue :

Le débit maximum limite est déterminé par la formule suivante:

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

En tenant compte des surfaces de (chaussée, accotement, talus), qui donne des debits et des coefficients de ruissellement rapportées pour chaque élément donc :

$$Q_c = K.I.C_c.A_c$$

$$Q_a = K.I.C_a.A_a \quad \text{d'où :} \quad Q_a = Q_c + Q_a + Q_t$$

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

Avec :

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

C : Coefficient de ruissellement.

I : Intensité de la pluie (mm/h).

K : Coefficient de conversion des unités (les mm/h en l/s) **K = 0.2778**.

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

### 5. Estimation de débit de saturation (Qs) :

Le débit de saturation ou le débit capable est calculé par le biais de la formule de Manning Strickler sur un écoulement en régime uniforme

$$Q_s = K_{st}.S.Rh^{2/3}.I^{1/2}$$

Avec :

I : pente de pose de l'ouvrage

S : section mouillée

Rh : Rayon hydraulique moyen (m) = (surface mouille / périmètre mouille

Kst : coefficient de Manning Strickler tel que :

-Paroi en terre : Kst =30.

-En buses métalliques Kst =40.

-Maçonneries Kst =50

-Bétons (dalots) Kst =70

-Buses préfabriquées Kst = 80 bétons

Dans le projet j'ai pris un coefficient de rugosité kst de :

80  $\longleftarrow$  buses préfabriquées en BA

70  $\longleftarrow$  fossés et dalots en BA

## IX.4.APPLICATION AU PROJET

### 1. Caractéristiques morphologique des bassins versant :

N° BV	PK	Surface du BV (Km <sup>2</sup> )	Périmètre (km)	Long (Km) (km)	linaire (km)	H <sub>max</sub> (m)	H <sub>min</sub> (m)	Pente (%)	débit mm/h
01	0+140	27.0990891962	25.6144451	10.8671454	1.263	576	12	5.19	24.31
02	2+700	0.454415.8793	2.6090522	0.9632602	0.425	116	63	5.52	0.338
03	3+140	4.708997.6027	11.4931582	4.6787105	2.034	422	110	6.78	7.899
04	4+200	1.2664052423	5.0229884	2.0590515	0.954	142	43	4.80	10.66
05	5+860	0.2012870702	1.8321983	0.5624712	0.240	124	57	11.96	1.069
06	6+260	0.030027.5736	822.6274	0.2688426	0.346	75	51	4.83	0.217
07	6+600	3.0361008923	7797.7443	3.2049871	0.284	352	103	7.77	6.087
08	7+740	26.4321971649	23531.5622	9.0773591	0.	430	46	4.01	22.07
09	14+120	0.5874981635	1421.7420	0.6313309	0.425	136	118	2.85	1.436

*Tableau IX.03: Caractéristiques morphologique des bassins versant*

### 2. calcul pluviométrique :

#### 2.a)-Calcul des fréquences de l'averse

Pendant 10 ans

Données : u=1.282 cv=0.40, pj=68.83

$$P_j (10\%) = \frac{68.83}{\sqrt{0.40^2+1}} \times e^{(1.282\sqrt{\ln(0.40^2+1)})} = 104.723\text{mm}$$

Pendant 50 ans

Données :  $u=2.057$   $cv=0.40$ ,  $pj=68.83$

$$Pj(2\%) = \frac{68.83}{\sqrt{0.40^2+1}} \times e^{(2.057\sqrt{\ln(0.4^2+1)})} = 141.160 \text{ mm}$$

### 2.b)- Calcul des intensités de l'averse

Données :  $t=15\text{mn}=0.25\text{h}$ ,  $b=0.38$  =

$$\text{Pour } pj(10\%) = 104.723 \Rightarrow I = \frac{104.723}{24} = 4.36 \text{ mm/h} \Rightarrow It = 4.36 \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.38-1} = 73.87 \text{ mm/h}$$

Donc : l'intensité de la pluie après 10 ans est de  $73.87 \text{ mm/h}$

$$\text{Pour } pj(2\%) = 141.16 \Rightarrow It = \frac{141.16}{24} = 5.88 \text{ mm/h} \Rightarrow It = 5.88 \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.38-1} = 99.62 \text{ mm/h}$$

donc : l'intensité de la pluie après 50 ans est de  $99.62 \text{ mm/h}$

## 3. LES OUVRAGES FRANCHISSANT

### 3.1. Les fossés

Le fossé c'est un ouvrage hydraulique destiné à récupérer les eaux de ruissèlement ou d'infiltration venant du terrain supérieur pour les diriger longitudinalement vers une buse ou vers un dalot.

#### a)- Procédures de dimensionnement des fossés

Pour dimensionner un fosse on fixe une base donné d'après la nature du sol, et une pente de talus à ( $1/n = 1/1.5$ ), d'où la possibilité de calculer le rayon en fonction de la hauteur  $h$ . cette hauteur sera obtenu, en égalisant le débit d'apport au de débit de saturation c'est-à-dire  $Qa=Qs = S.Kst.Rh^{2/3}.I^{1/2}$

Pour le débit rapporté par la chaussée, de l'accotement et du talus doit être pris pour un cas défavorable.

#### b)-application au projet :

Sur un linéaire de 425m du bassin versent N : °9 un fossé trapézoïdale sera projeté le long du projet particulièrement du coté de talus de déblais, on à proposé :

Une base :  $b=0.6\text{m}$

Un coefficient de rugosité pour le béton arme :  $Kst=70$

Une pente de pose de l'ouvrage :  $i=3.5\%$

Un débit d'apport :  $Qa=1.436 \text{ m}^3/\text{s}$

**c)-Application numérique :****1)-Calcul de surface**

Surface de la chaussée :  $A_c = 7 \times 425 \cdot 10^{-4} = 0.2975$  ha

Surface de l'accotement :  $A_A = 2 \times 425 \cdot 10^{-4} = 0.0085$  ha

Surface du talus :  $A_t = 10 \times 425 \cdot 10^{-4} = 0.425$  ha

**2)-Calcul des débits d'apport (Qa) :**

Pour la chaussée : **C=0.9 ; p=2.5 % ; b=0.38 ; A=0.295 ha ; I (10%)=4.36 mm/h ; k=2.78**

$$\Rightarrow t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.2950}{2.5}} = 0.043 \text{ h } I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 4.36 \cdot \left(\frac{0.043}{24}\right)^{0.38-1} \Rightarrow I_t = 220.02 \text{ mm/h}$$

$$\text{Donc: } (Q_a)_c = K.C.I.A = 2.78 \times 10^{-3} \times 0.90 \times 220.02 \times 0.295 \Rightarrow (Q_a)_c = 0.162 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour l'accotement: **C = 0.4 ; p = 4 % ; I (10%) = 4.36 mm/h ; b = 0.38 ; A = 0,085ha ; k = 2.78**

$$\Rightarrow t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{0.085}{4}} = 0.0185 \text{ h } I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 4.36 \cdot \left(\frac{0.0185}{24}\right)^{0.38-1} \Rightarrow I_t = 371.16 \text{ mm/h}$$

$$\text{Donc : } (Q_a)_c = K.C.I.A = 2.78 \times 10^{-3} \times 0.4 \times 43.6 \times 0.085 \Rightarrow (Q_a)_a = 0.035 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour le talus: **C = 0.3, p=67 %, I (10%)=4.36 mm/h, b = 0.38, A=0.425 ha, k = 2.78**

$$\Rightarrow t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{0.425}{67}} = 0.01 \text{ h } I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 4.36 \cdot \left(\frac{0.01}{24}\right)^{0.38-1} \Rightarrow I_t = 543.52 \text{ mm/h}$$

$$\text{Donc } (Q_a)_t = K.C.I.A = 2.78 \times 10^{-3} \times 0.3 \times 543.52 \times 0.425 \Rightarrow (Q_a)_t = 0.192 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donc le débit d'apport total est :

$$Q_a = (Q_a)_c + (Q_a)_a + (Q_a)_t + (Q_{B2}) = 0.162 + 0.035 + 0.192 + 1.436 = 1.825 \text{ m}^3/\text{s}$$

**3)-Calcul de hauteur h : On à :**

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

Après un calcul itératif j'ai trouvé H=0.43 m

$$\Rightarrow Q_s = 70 \times 0,035^{1/2} \times 0,43(1,5 \times 0,43 + 0,60) \times \left[ \frac{0,43(1,5 \times 0,43 + 0,6)}{0,6 + 2 \times 0,43(\sqrt{1+1,5^2})} \right]^{2/3}$$

$$\text{Donc } Q_s = Q_s = 2.06 \text{ m}^3/\text{s}$$

**D)-Vérification :**

$$Q_s = 70 \times 0,035^{1/2} \times 0,43(1,5 \times 0,43 + 0,60) \times \left[ \frac{0,43(1,5 \times 0,43 + 0,5)}{0,6 + 2 \times 0,43(\sqrt{1 + 1,5^2})} \right]^{2/3}$$

$$Q_s = 2,06 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow 2.06 \text{ m}^3/\text{s} > 1.825 \text{ m}^3/\text{s} \Rightarrow Q_s > Q_a$$

Donc le débit d'apport est nettement inférieure à celui de saturation ce qui signifie que les dimensions du fossé proposé est largement suffisant pour faire passer les apports du bassin versant.

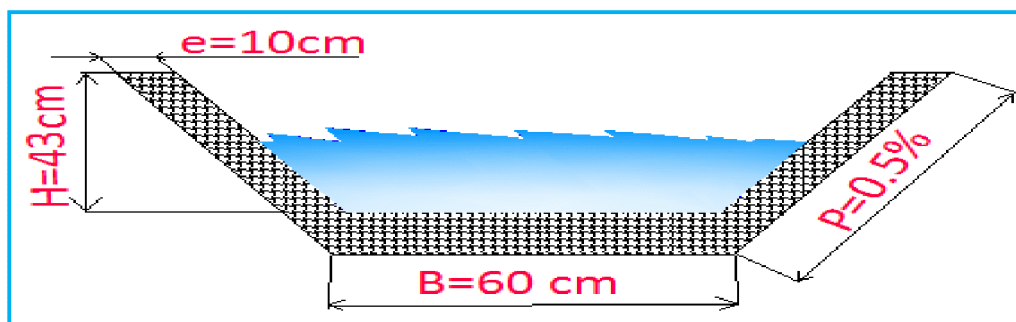


Figure (IX-2) : Section du fossé en béton armé

### 3.2. LES BUSES

#### a)- Procédures de dimensionnement des buses

Pour dimensionner les buses on prend :

$$Q_a = Q_s \Rightarrow Q_a = K.C.I.A, \text{ et } Q_s = S.K_{st}.R^{2/3}.I^{1/2}$$

On calcule une section et un périmètre mouillé pour une hauteur de remplissage qui est égale à :

- 0.75 de diamètre si ce dernier est inférieur ou égale à 1 mètre.

- 0.80 de diamètre si celui ci est supérieur à 1 mètre.

Avec :  $R_h$  : rayon hydraulique =  $\frac{3}{5}.R$

$P_m$  : périmètre mouillé =  $\frac{4}{3} \times \pi \times R$  et

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

On prend en considération un coefficient de rugosité donnée selon le matériau constituant l'ouvrage.

Puis on donne une pente de pose qui vérifie la condition de limitation de vitesse maximale qui est égale à 4 m/s

une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé commercial tel que :  $\Phi 400, \Phi 500, \Phi 800, \Phi 1000, \Phi 1200, \Phi 1500 \dots$  etc.

### b)-application au projet :

Données : au pk 14+120, sur le bassin versant N°9, on a :

Un coefficient de rugosité pour le béton arme :  $K_{st} = 80$

Une pente de pose de l'ouvrage :  $i = 2.5\%$

Un débit d'apport :  $Q_a = 0.735 \text{ m}^3/\text{s}$

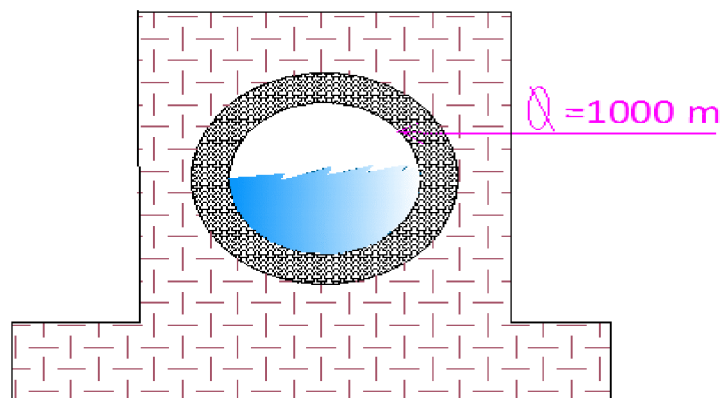
#### 1. Calcul de rayon hydraulique

$$\text{On a : } Q_a = Q_s = K.I.C.A = K_{st}.I^{1/2}.S_m.R_h^{2/3} \Rightarrow R^{\frac{8}{3}} = (Q_a \times 2^{\frac{2}{3}}) / K_{st} \times \frac{1}{2} \times \pi \times I^{\frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow R^{\frac{8}{3}} = (1.825 \times 2^{\frac{2}{3}}) / 80 \times \frac{1}{2} \times 3.14 \times 0.025^{\frac{1}{2}} = 2.88 / 19.85$$

$$\Rightarrow (8/3) \text{ Ln } R = 2.88 / 19.85 \Rightarrow 2.66 \text{ Ln } R = 0.145 \Rightarrow R = 0.484 \Rightarrow D = 2R = 0.969 \text{ m}$$

D'où le diamètre de la buse est de 0.969 m, on adoptera un  $\Phi 1000 \text{ mm}$



*Figure (IX-3) Section d'une buse en béton armé*

### Remarque :

Les ouvrages busés proposés vérifient largement les conditions de débit et de vitesse.

A la lecture des différents résultats obtenus, on remarque que le débit d'apport est nettement inférieur à celui de saturation ce qui signifie que les dimensions des buses proposés sont largement suffisantes pour faire passer les apports de bassin versant

Pour l'implantation des buses est résumée dans un tableau récapitulatif ci-dessous.

### 3.3. Les dalots

Un dalot c'est un ouvrage hydraulique constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle. Les pied droits sont posés sur une fondation ou un radier.

Les sections transversales des dalots peuvent avoir de diverses formes, les plus utilisés en Algérie sont de forme rectangulaire.

#### **a)- Procédures de dimensionnement des dalots**

Pour dimensionner un dalot on fixe la hauteur d'après la configuration du profil en long et on calcul la travée nécessaire puis on fixe la hauteur de remplissage à  $\rho = 0.8 h$

Pour la section se calcul comme pour les fossés, on change juste la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot .

Un périmètre mouillé :  $P_m = 2x(0.8xh+L)$

Une surface mouillée :  $S_m=0.8xh \times L$

Un rayon mouillé :  $R_m = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0.8.h.L}{1.6.h+L} = 3/5.R$

Pour le débit qui est rapporté par le bassin versant connu, doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot c'est-à-dire  $Q_a=Q_s = S.K.st.Rh^{2/3}.I^{1/2}$

#### **b)-application au projet :bassin versant N : °6**

$Q_{B6}=22.07 \text{ m}^3/\text{s}$

##### **1)- Calcul de surface**

Surface de la chaussée :  $A_c = 7 \times 300 \cdot 10^{-4} = 0.21 \text{ ha}$

Surface de l'accotement :  $A_A = 2 \times 300 \cdot 10^{-4} = 0.06 \text{ ha}$

Surface du talus :  $A_t = 10 \times 300 \cdot 10^{-4} = 0,3 \text{ ha}$

**2)-Calcul des débits d'apport (Qa)**

Pour la chaussée: **C = 0.9, p = 2.5 %, I (2%) = 5.88 mm/h, b = 0.38, A=0.21ha**

$$t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} t_c = 0.127 \times \sqrt{\frac{0.21}{2.5}} = 0.036h \Rightarrow I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 5.88 \cdot \left(\frac{0.036}{24}\right)^{0.38-1} \Rightarrow I_t = 326.74 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_c = K.C.I.A = 2.78 \times 0.95 \times 326.74 \times 0.21 \text{ donc } (Q_a)_c = 0.181 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour l'accotement: **C = 0.4, p = 4 %, I (2%) = 5.88 mm/h, b = 0.38, A=0,3ha**

$$t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{0.06}{4}} = 0.015h \Rightarrow I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 5.88 \cdot \left(\frac{0.015}{24}\right)^{0.38-1} \Rightarrow I_t = 570.07 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_c = K.C.I.A = 2.78 \times 0.4 \times 570.07 \times 0.06 \text{ donc } (Q_a)_a = 0.038 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour le talus : **C = 0.3 ; p = 67 % ; I (2%) = 5.88 mm/h ; b = 0.38 ; A=0.3 ha**

$$t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}} t_c = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{0.3}{67}} = 0.0084h \Rightarrow I_t = I \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} = 5.88 \cdot \left(\frac{0.0084}{24}\right)^{0.38-1} \Rightarrow I_t = 816.68 \text{ mm/h}$$

$$(Q_a)_t = K.C.I.A = 2.78 \times 0.3 \times 816.68 \times 0.3 \text{ donc } (Q_a)_t = 0.204 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donc le débit d'apport total est :

$$Q_a = (Q_a)_c + (Q_a)_a + (Q_a)_t + (Q_{B2}) = 0.181 + 0.038 + 0.204 + 22.07 = 22.493 \text{ m}^3/\text{s}$$

**3)-Calcul de hauteur**

Données :

Une largeur proposé :  $B = 2\text{m}$

Un coefficient de rugosité pour le béton armé :  $K_{st} = 70$

Une pente de pose de l'ouvrage :  $I = 2.5\%$

Application :

$$\text{On a : } Q_a = Q_s = K_{st} \times i^{1/2} \times h \times L \times \left[ \frac{0.8 \cdot h \cdot L}{1.6 \cdot h + 2L} \right]^{2/3} \times 0.8 \times L \times h$$

$$\text{Et } H = \frac{1}{0.8B} \left( \frac{Q_a}{K_{st} \cdot J^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H + B)^{2/5} \Rightarrow H = \frac{1}{0.8 \cdot 0.6} \left( \frac{22.49}{70 \cdot 0.025^{1/2}} \right)^{3/5} (1.6H + 2)^{2/5} \Rightarrow H = 2.43$$

Donc la hauteur de saturation  $H = 2.43\text{m}$

Vérification :

A la lecture des différents résultats obtenus, on remarque que le débit d'apport est nettement inférieure à celui de saturation ce qui signifie que les dimensions de dalot proposé est largement suffisant pour faire passer les apports du bassin versant e largeur L'ouvrage proposé vérifie largement les conditions de débit et de vitesse.

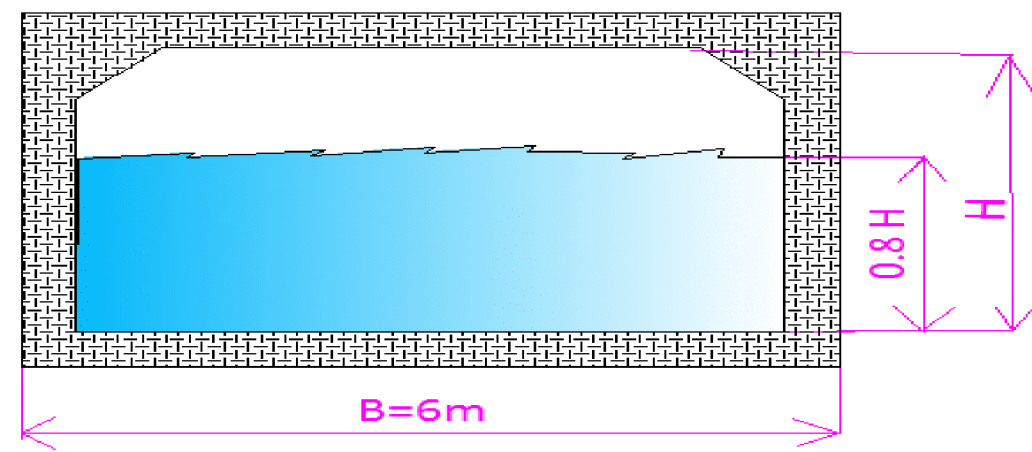


Figure (IX-4) : Section d'un dalot en béton armé

#### 4. LOCALISATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUE

N	PK	Débits (mm/h)	Buses (Ø)	Dalots (bxh)
01	0+140	24.31		Dalots (6x1.83)
02	2+700	0.338	Ø800	
03	3+140	7.899	2xØ1200	
04	4+200	10.66	2xØ1500	
05	5+860	1.069	Ø1000	
06	6+260	0.217	Ø800	
07	6+600	6.087	2xØ1200	
08	7+740	22.07		Dalots (6x1.83)
09	14+120	1.436	Ø1000	

# ***CHAPITRE (XI)***



## ***CARREFOURS***

***X.1. introduction***

***X.2. Les différents types des carrefours***

***X.3. Choix des types de carrefours***

***X.4. Données utile à l'aménagement des carrefours***

***X.5. La visibilité dans les carrefours***

***X.6. Géométrie des composantes du giratoire***

***X.7. Application au projet***

•

## **CARREFOURS**

### **X.1.INTRODUCTION:**

On entend par carrefour le lieu de croisement des routes ou les chemins. L'efficacité, la vitesse, la sécurité, le coût d'exploitation et la capacité en dépendent.

Le carrefour à niveau, est le lieu de l'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau.

### **X.2.Les différents types des carrefours:**

**1)-Carrefour à trois branches (en T) :** c'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

**2)-Carrefour à trois branches (en Y) :** c'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique.

**3)-Carrefour à quatre branches (en croix) :** c'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi)

#### **4)-Carrefour giratoire :**

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

### **X.3.Choix des types de carrefours :**

En projet neuf, on s'appuie souvent sur les connaissances générales relatives à l'influence du type de carrefour sur les nombres d'accidents, les temps perdus, etc.... Sur un site existant, un diagnostic de sécurité est une base essentielle pour orienter la décision. en particulier, en l'absence d'accident, la transformation en giratoire ne s'impose pas.

Les avantages en termes de sécurité et de temps de parcours dépendent essentiellement des trafics de la route principale et de la route secondaire, et plus particulièrement les trafics traversiers et d'échange; leur connaissance est indispensable pour effectuer un choix éclairé. Donc le choix sera reposé sur ce qui suit : sécurité, retard lié au trafic, et retard géométrique

Pour notre projet l'étude d'évitement comporte essentiellement l'étude de deux carrefours à niveaux.

Carrefour Giratoire : intersection du tracé avec la route de Boumerdess Thennia

Carrefour en Giratoire : raccordement du tracé avec l'ancienne RN 24

#### **X.4.Données utiles à l'aménagement des carrefours :**

Les données essentielles à considérer en vue de l'aménagement d'un carrefour sont les suivantes :

- La fonction des itinéraires et la nature du trafic qui les emprunte ;
- L'intensité et la composante du différent courant ;
- Les vitesses d'approche pratiquées ;
- Les informations concernant le nombre, le type, l'emplacement et la cause des accidents qui ont pu se produire au carrefour considéré avant l'aménagement ;
- Les conditions topographiques, notamment la visibilité en plan et en profil en long ;
- L'homogénéité du tracé ;

#### **X.5. Principes généraux d'aménagement des carrefours :**

Les cisaillements doivent se produire sous un angle voisin de  $90^\circ$  afin d'obtenir une meilleure condition de visibilité et d'appréciation des vitesses.

- ✓ La géométrie du carrefour doit ralentir les courants non prioritaires en particulier s'ils ont à respecter un signal d'arrêt. Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques, les courants non prioritaires
- ✓ Assurer une bonne visibilité de carrefour ;
- ✓ Donner une importance aux signalisations horizontale et verticale ;
- ✓ Eviter si possible les carrefours à feux bicolores ;

#### **X.6.La visibilité dans les carrefours :**

Dans toute zone d'approche du carrefour, on doit assurer d'excellentes conditions de visibilité entre véhicules et sur les îlots.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

- ✓ Une signalisation appropriée dont le but est soit d'imposer une réduction de vitesse soit de changer les régimes de priorité.
- ✓ Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlot séparateur ou débouché des voies non prioritaires).

**X.7.Géométrie des composantes du giratoire :**

1)- **Les chaussées annulaires** : ne doit pas être considéré comme une chaussée unidirectionnelle à 2 ou 3 voies séparées par un marquage qui assure une affectation, mais comme une voie unique, assez large pour, permettre la giration aisée des poids lourds notamment. la chaussée annulaire : doit présenter un devers uniforme de 1.5% à 2 %.sa pente diriger vers l'extérieur de carrefour pour :

- Eviter la rupture de pentes sur les voies d'entrée et de sortie
- Faciliter la gestion de l'écoulement des eaux de surface.
- Améliorer la perception de la chaussée annulaire.

2)- **Les voies d'entrées** : ces des couloirs d'insertion au chaussée annulaire sont aménagées a une seul voie sauf lorsque la capacité calculée rend nécessaire la création d'entrée de 2 voie.

Pour les largeurs des voies il est recommandé de prendre selon le rayon de giratoire :

Une largeur de 4 m pour les entrées à une seule voie

Une largeur de 7 m pour les entrées à deux voies

3)- **Les voies de sortie** : ces des couloirs de sortie de la chaussée annulaire sont aménagées a une seul voie sauf lorsque on a un trafic important qui dépasse 900 uvp/h, ou on est obligé de créé une autre voie

La largeur de sortie il est de 4m à 5m pour une seul voie il est rapidement ramenée à la largeur de demi chaussé en section courante.

Pour les sorties à 2 voies est de 7 m lorsque la chaussés comporte en section courante une seul voie par sens de circulation

4)- **Les îlots centraux** :

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

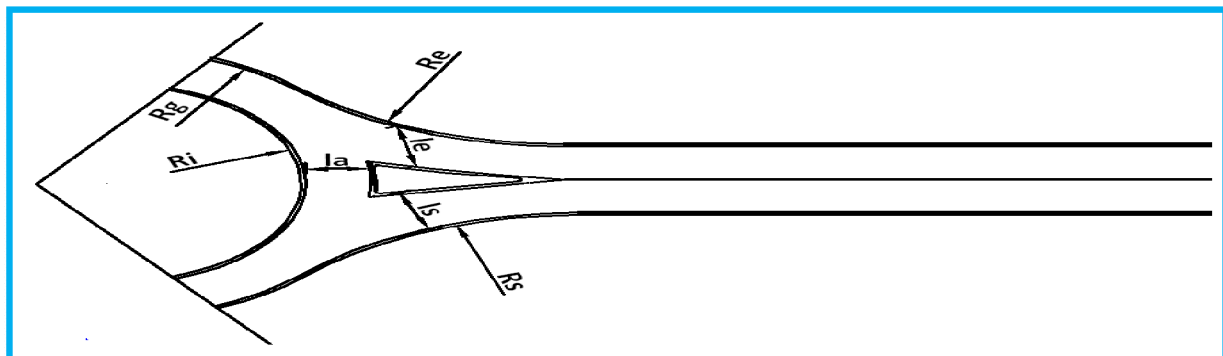
En milieu interurbain, une valeur de 15 à 30 m est en général suffisante. Pour notre cas, j'ai pris des rayons de 12m.et de 20m.

**Le tableau ci-dessous récapitule les différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie en fonction de rayon de giratoire**

	PARAMETRAGE	VALEURS	
Rayon du giratoire (Rg)	$12m \leq Rg \leq 25m$	15	20
Largeur de l'anneau (la)	$6m \leq la \leq 9m$	7	7
Sur largeur franchissable (slf)	$1.5m \text{ si } Rg \leq 15m$	1.5	1.5
Rayon intérieur(Ri)	$Rg - la - slf$	6.5	13
Rayon d'entrée(Re)	$10m \leq Re \leq 15m \text{ et } \leq Rg$	15	15

Largeur de la voie entrante( $l_e$ )	$l_e=4m$	4	4
Rayon de sortie( $R_s$ )	$15 \leq R_s \leq 30m$ , et $>R_i$	20	20
Largeur de la voie sortante ( $l_s$ )	$4m \leq l_s \leq 5m$	4	4.5
Rayon de raccordement( $R_r$ )	$R_r=4R_g$	60	80

-Le schéma ci-dessous donne un exemple de construction des voies d'entrée et de sortie.



### 5)-Les îlots séparateurs

Les îlots séparateurs sont des éléments physiques obligatoires dans la conception des carrefours, leur géométrie est déterminante pour la fonctionnalité du carrefour, sa capacité et sa sécurité, de forme triangulaire, ils combler l'espace entre la voie d'entrée et la voie de sortie de chaque branche du carrefour et permettent aux piétons de s'y réfugier quand ils traversent le carrefour.

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont :

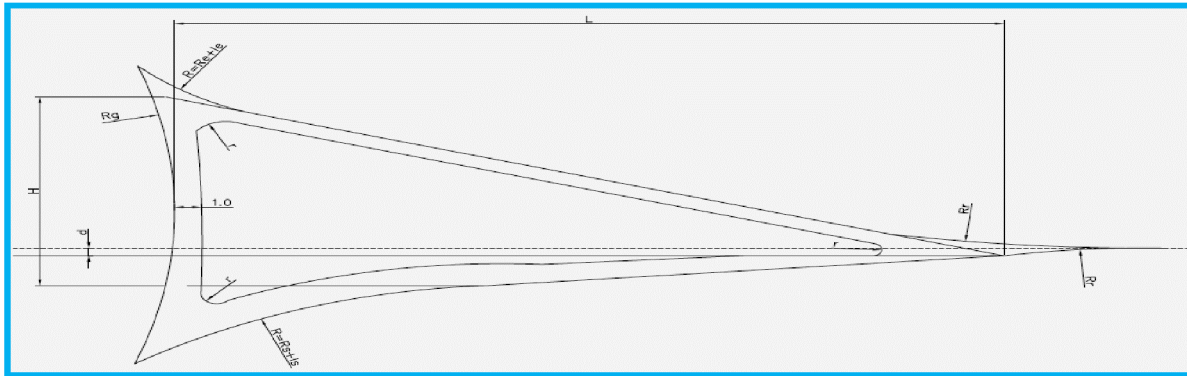
- ◆ Décalage entre la tête de l'îlot séparateur et la limite de la chaussée de CW10 : 1m.
- ◆ Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la chaussée: 1m.
- ◆ Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1m.
- ◆ Longueur de l'îlot : 15 m à 30 m.

Le tableau ci-dessous récapitule les différents paramètres de construction des îlots séparateurs

	PARAMETRAGE	VALEURS	
Rayon du giratoire (Rg)	/	15	20
Hauteur du triangle de construction(H)	$H=R_g$	15	20
Base du triangle de construction (B)	$B=R_g / 4$	3.75	5.00
Départ de l'îlot sur l'axe (d)	$(d)=(0.5+R_g/50)/2$	0.40	0.25

	ou 0		
Rayon de raccordement des bordures(r)	$R=Rg/50$	0.30	0.40

Le schéma ci-dessous donne un exemple de construction d'un îlot séparateur :



### X.8. Application au projet :

Dans le cadre de l'étude de projet, j'ai opté pour le choix de carrefours giratoire comme type d'aménagement et cela dans le but d'assurer une compatibilité entre les aménagements existants sur le chemin qui mène à la route, ainsi que pour répondre au besoin de trafic, tout en assurant le confort et la sécurité aux usagers de cette route.

#### 1)-Justification du choix du type des carrefours giratoires:

Ces types de carrefour sont de plus en plus répandus car il présente de nombreux avantages :

- L'adaptation au trafic est automatique, par la priorité donnée aux véhicules déjà insérés.
- La vitesse est limitée par l'infrastructure, et la sécurité routière est donc améliorée.
- Il n'y a pas besoin de feux, donc pas besoin d'électrifier le carrefour, économise de l'énergie.
- Les véhicules n'attendent pas longtemps, contrairement aux croisements à feux de signalisation, ce qui économise du pétrole et diminue la pollution de l'air, ainsi que les nuisances sonores.

- le nombre des véhicules virant à gauche est important.
- Absence totale d'agglomération, impliquant absence de risque de percussions des piétons, vu le manque de prise en charge correcte des piétons pour ce type de carrefour en zone urbaine.

**Aussi ces carrefours sont composés de 2 voies donc l'usager**

- S'il veut tourner à droite, il enclenche son clignotant droit avant d'aborder le giratoire. Il se place alors sur la première voie (voie ouverte) et sort tout de suite dès que possible.
- S'il veut tourner à gauche, il enclenche son clignotant gauche avant d'aborder le giratoire. Il se place alors rapidement sur la deuxième voie (voie fermée) puis y reste pour faire la moitié du tour complet. Il enclenche alors son clignotant droit et se positionne (en cédant le passage aux éventuels usagers sur la première voie) dans la première voie. Il sort dès que possible (toujours avec son clignotant actif).
- S'il veut faire demi-tour, il enclenche son clignotant gauche avant d'aborder le giratoire. Il se place alors rapidement sur la deuxième voie (voie fermée) puis y reste pour faire les trois quarts du tour complet. Il enclenche alors son clignotant droit et se positionne (en cédant le passage aux éventuels usagers sur la première voie) dans la première voie. Il sort dès que possible (toujours avec son clignotant actif).

En plus pour le douzième giratoire (intersection de Thennia):

- S'il veut continuer tout droit, il se place alors sur la première voie (voie ouverte) et lorsqu'il a fait un quart du tour complet il enclenche son clignotant droit et sort dès que possible
- S'il ne connaît pas sa sortie, il doit se placer sur la première voie en faisant extrêmement attention aux autres usagers. Un usager a le droit de faire plusieurs fois le tour du giratoire (sans en abuser) pour trouver sa sortie, dans la mesure où il ne gêne pas la bonne circulation.

## **2)-Le premier Carrefour giratoire**

Il se situe à l'intersection de l'évitement avec la route qui vient de **Thennia** vers **Boumerdes**.

Il s'agit d'un carrefour giratoire à quatre branches dont deux en 2x2 voies de circulation et deux en deux voies

**a) Les différentes directions de ce carrefour :**

- Une direction vers Boumerdes.
- Une autre direction vers Corso.
- La troisième direction vers Thennia.
- Une quatrième direction vers Figuier.

**b) Caractéristiques géométriques de l'anneau :**

Rayon de giration extérieur Rge (m)	Rayon de giration intérieur Rgi (m)	Largeur de chaussée annulaire (m)
15	8	7

**c) Caractéristiques géométriques des branches :**

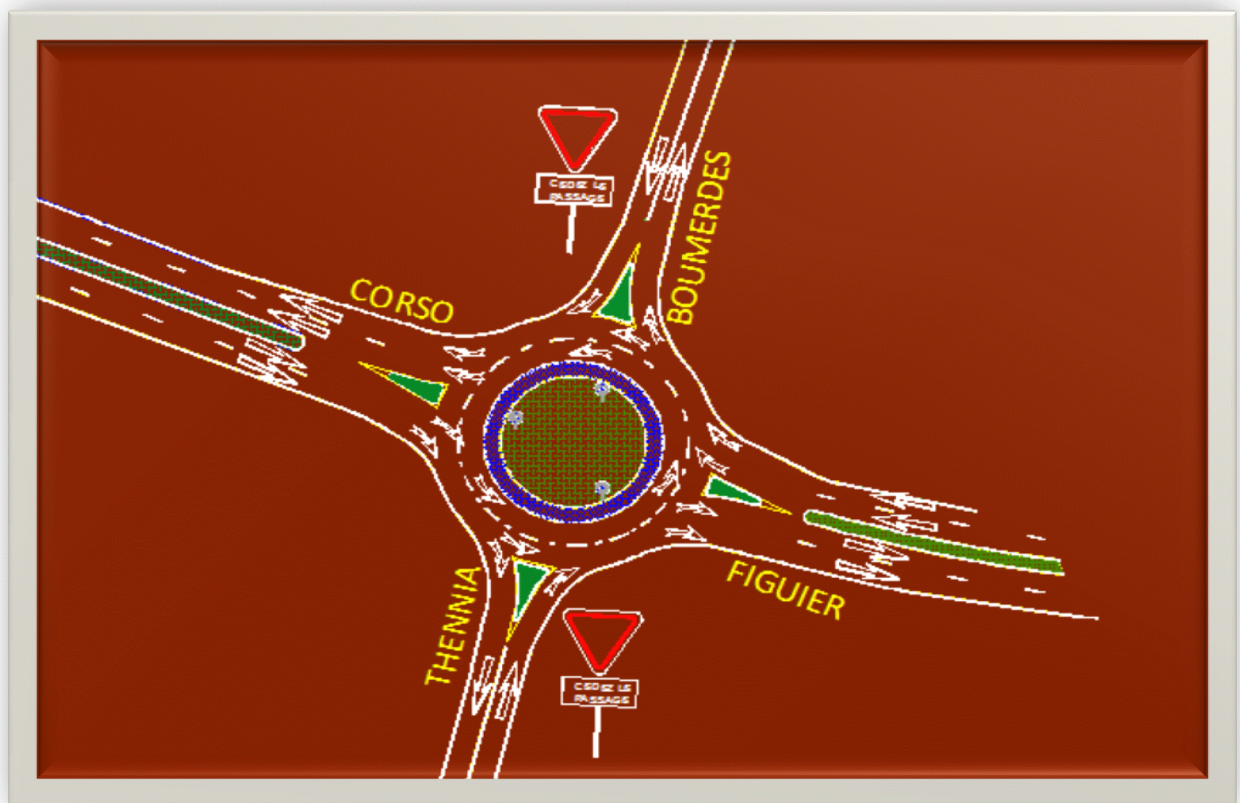
(en fonction des vitesses de base pour chaque branche)

	Rayon intérieur d'entrée Rie (m)	Rayon extérieur d'entrée Ree (m)	Rayon intérieur de sortie Ris (m)	Rayon extérieur de sortie Res (m)	Largeur chaussée entrée Le (m)	Largeur chaussée sortie Ls (m)
Branche 1 (Corso)	20	15	30	20	7	7.5
Branche 2 (Thennia)	12	7.5	24	20	4.5	5
Branche 3 (Figuier)	20	15	30	20	7	7.5
Branche 4 (Boumerdes)	12	7.5	24	20	4.5	5

**d) Caractéristiques géométriques des voies :**

	Branche 1 (Corso)	Branche 2 (Thennia)
Longueur de voie d'insertion	180	140
Longueur de voie de décélération	115	60
Longueur de biseau	80	50
Langueur sifflet	50	35

### e)-Schématisation du premier carrefour



### 3)-Carrefour du raccordement avec la RN 24:

Il s'agit d'un carrefour giratoire de trois branches dont deux branches en deux voies de circulation, la troisième en 2x2 voie. Ce giratoire constitue le point de raccordement de l'évitement à la RN 24.

#### a)-Les différentes directions de ce carrefour :

-Une direction vers Boumerdess.

-Une autre direction vers Corso.

-la troisième direction vers Figuier.

**b)-Caractéristiques géométriques de l'anneau :**

Rayon de giration extérieur Rge (m)	Rayon de giration intérieur Rgi (m)	Largeur de chaussée annulaire (m)
20	13	7

**c)-Caractéristiques géométriques des branches :**

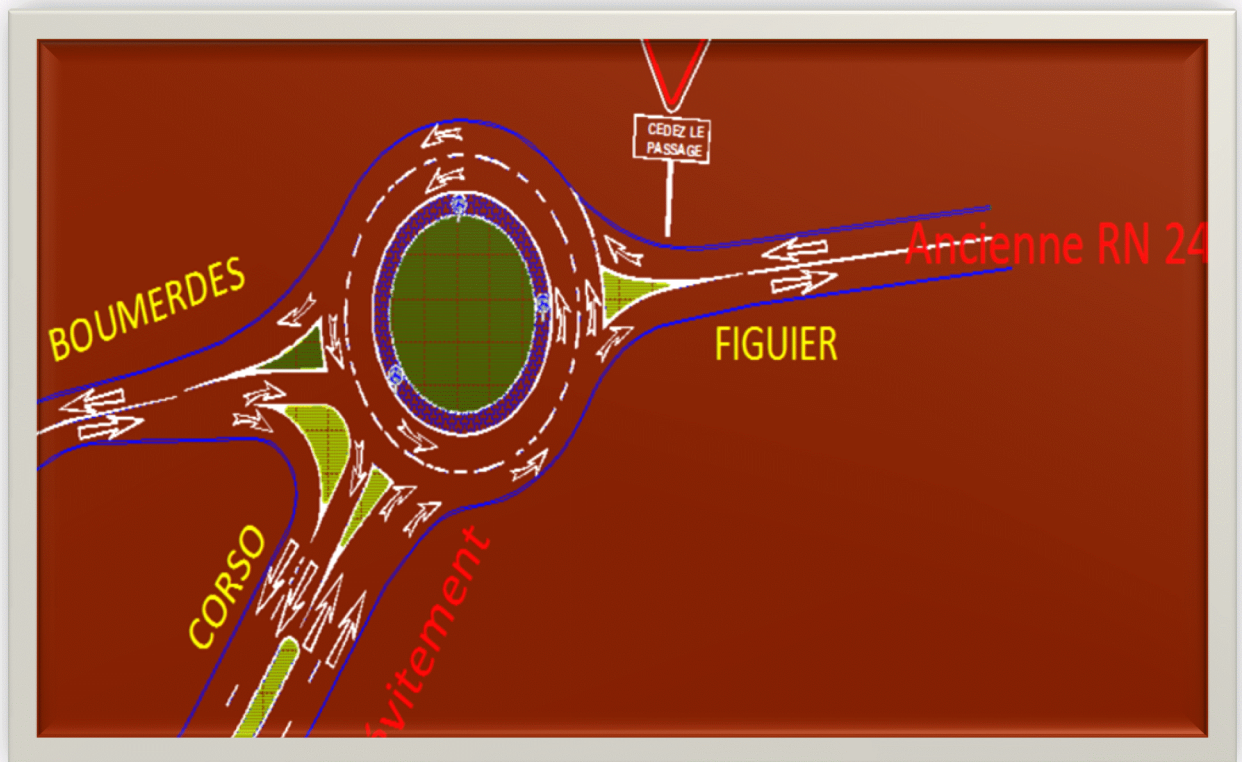
	Rayon intérieur d'entrée Rie (m)	Rayon extérieur d'entrée Ree (m)	Rayon intérieur de sortie Ris (m)	Rayon extérieur de sortie Res (m)	Largeur chaussée entrée Le (m)	Largeur chaussée sortie Ls (m)
Branche 1 (Corso)	22	15	30	20	7	7.5
Branche 2 (Boumerdes)	12	7.5	12	7.5	4.5	5
Branche 3 (Figuier)	12	7.5	12	7.5	4.5	5

**d)-Caractéristiques géométriques des voies :**

(en fonction des vitesse de base pour chaque branche)

	<b>Branche 1 (Corso) (vb=80)</b>	<b>Branche 2 (Boumerdes) (vb=60)</b>	<b>Branche 1 (Figuier) (vb=60)</b>
<b>Longueur de voie d'insertion</b>	<b>180</b>	<b>140</b>	<b>140</b>
<b>Longueur de voie de décélération</b>	<b>115</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
<b>Longueur de biseau</b>	<b>80</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<b>Longueur sifflet</b>	<b>50</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

e)-Schématisation du carrefour de raccordement



# **CHAPITRE (XI)**



## **CHOIX ET CONCEPTION D'ÉCHANGEUR**

***XI.1. Introduction***

***XI.2. Les différents types d'échangeurs***

***XI.3. choix de l'échangeur***

***XI.4. Caractéristiques géométriques des échangeurs***

***XI.5 La visibilité dans l'échangeur***

***XI.6. Tracé en plan des rampes (bretelles)***

***XI.7. application au projet***

## **CHOIX ET CONCEPTION DE L'ÉCHANGEUR**

### **X.1.INTRODUCTION :**

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

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

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

**Nœud:** quand il raccorde une voie rapide à une autre voie rapide.

**Diffuseur:** quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.

**Mixte:** quand il assure en plans des échanges avec voirie locale.

Le but d'un échangeur est de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans le sens considéré et par ordre d'importance les divers sens de par cours utilisés par les usagers de la route.

#### **a. Les avantages de l'échangeur :**

Les avantages de l'échangeur sont :

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

#### **b.Les inconvénients de l'échangeur :**

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

### **X.2 LES DIFERENTS TYPES D'ECHANGEURS :**

Selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

**Echangeur majeur :** raccordement autoroute- autoroute.

**Echangeur mineur :** raccordement autoroute - route.

1)-Echangeurs majeurs :

L'échangeur majeur raccordement entre autoroute et autoroute sans qu'il y a de 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.

2)-Echangeurs mineur :

Il est utilisé pour les raccordements d'une autoroute « route principale » et une route ordinaire « route secondaire », les schémas concernent par le raccordement sont :Losange, Demi-trèfle.et La trempette.

Le losange:

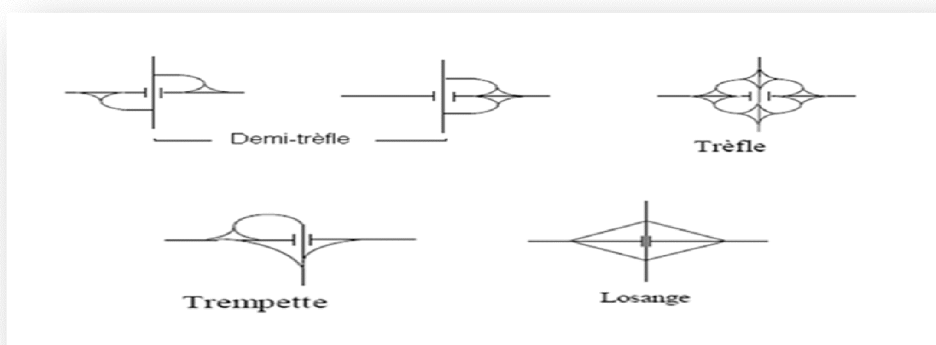
Il permet une distribution symétrique des échanges, mais nécessite une emprise dans les 4 quadrants et crée des cisaillements sur la route secondaire.

Avantage :

- Bretelles directes ce qui permet de pratiquer une grande vitesse.
- Un schéma simple.
- Construction moins coûteuse par rapport aux autres schémas.
- Permettre une déviation suivant les diagonal, pour le passage de convoie exceptionnel par exemple.

Inconvénients :

- L'emprise « il occupe quatre quadrants ».
- Subsistent des cisaillements sur la route secondaire qui exige un aménagement de carrefour.



### **X.3.CHOIX DE L'ECHANGEUR :**

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés « avantages, inconvénient... » Et la limite de leur utilisation, permettent de choisir la configuration la plus adopté ou cas qui présente.

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

**Etape 1** : détermination du tracé à partir de :

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

**Etape 2** : configuration de tracé à adopter.

L'échangeur à adopté doit aussi assurer un haut niveau de sécurité et de service, et ceci est garante en respectant les normes de l'art de la conception qui se résume :

- Tracé respectant les valeurs limitées de conception « valeur de rayon, d'alignements».
- Longueurs des voies « insertion, décélération » réglementaires.

**Etape 3** : analyse

- C'est cette dernière étape qui valide le choix sous la base que le futur échangeur doit assurer les meilleures conditions de visibilité, de confort et de sécurité.

### **X.4.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 :

- ✚ Le Pont (passage supérieur ou inférieur).
- ✚ Le Carrefour (s) plan(s).
- ✚ Les Bretelles (rampes d'entrée, et des rampes de sortie).

#### **A -Le Pont :**

Qui assure un passage supérieur ou inférieur, la détermination du nombre d'ouvrage d'art « pont » dans un échangeur est en étroite relation avec :

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

#### **B -Les Carrefours plans :**

On trouve les carrefours plans seulement sur les raccordements Autoroute-route ordinaire, leur aménagement doit tenir compte des facteurs de sécurité, commodité et débit. Entre autres, un compromis entre ces conditions doit être recherché

#### **c-Les Bretelles :**

Se sont des voies qui se détachent et se raccordent entre les deux routes qui se croisent.

Chaque bretelles se termine à une de ces extrémité par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération.

### c-1 Pente transversal d'une bretelle

Le profil d'une chaussée bidirectionnelle est constitué de deux versants plans raccordés sur l'axe, celui d'une chaussée unidirectionnelle d'un seul versant. Les bandes dérasées ont la même pente transversale que la voie adjacente.

En dehors des courbes déversées, la pente transversale d'un versant est de 2,5 % orientée vers la droite.

Dans les courbes déversées, la pente varie linéairement en fonction de  $1/R$  entre 2,5 % pour le rayon  $R_{hd}$  (300 m) et 7 % pour 100 m, et reste de 7 % en deçà de 100 m.

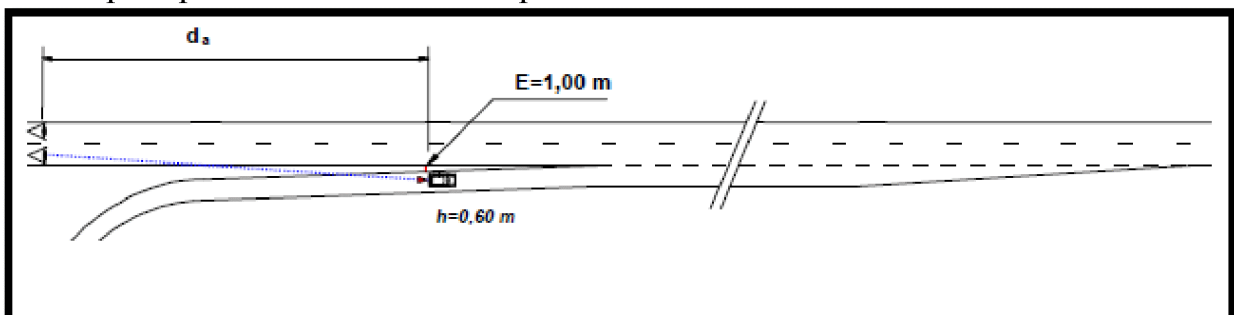
(Page 32 de l'ICTAVRU)

## X.5. Visibilité dans un échangeur

### 1. Visibilité sur une entrée :

La visibilité sur véhicule entrant favorise les manœuvres d'insertion. Elle contribue à la sécurité et à la capacité en permettant l'adaptation réciproque des vitesses, nécessaires aux manœuvres d'insertion et, éventuellement, à la coopération, par dévoiement, des usagers de la chaussée réceptrice.

Cette distance de visibilité sur véhicule entrant, positionné au niveau du point  $E=1,00m$  du dispositif d'insertion est fixée, au minimum, à la distance d'arrêt pour la vitesse pratiquée sur la chaussée réceptrice.



Figure(XI.1)

### 2. Visibilité le long des bretelles ou des branches :

Le conducteur empruntant un échangeur doit disposer le long de chaque bretelle, de la distance d'arrêt sur l'arrière d'un véhicule arrêté sur sa voie ; cette règle garantit aussi une visibilité d'approche minimale sur les gares de péage, les carrefours de raccordement et les files d'attente induites. Cette considération est dimensionnant de la longueur des bretelles de sortie :

-À l'approche d'un virage, d'une distance de visibilité sur les marquages limitant sa voie au début de l'arc circulaire, au moins égale la distance parcourue à vitesse limite prescrite en 3 secondes, afin de lui permettre de percevoir la courbe et d'adapter son comportement à temps.

-En approche et au niveau des carrefours de raccordement à la voirie ordinaire, de conditions de visibilité conformes aux recommandations relatives aux carrefours plans, en tenant compte des vitesses prescrites sur la bretelle.

### 3. Visibilité sur une sortie :

A l'amont d'une sortie, les conditions de visibilité portent d'une part sur la signalisation directionnelle qui se rapporte à cette sortie et sur le dispositif de sortie lui-même.

Les ordres de grandeur pour la prise en compte de la signalisation directionnelle sont :

- 1- avertissement : 60 s avant la sortie pour attirer l'attention des usagers.
- 2- pré-signalisation : 30 s avant la sortie, pour marquer le début de la manœuvre de sortie et notamment inciter les usagers à gagner la voie de droite.
- 3 - signalisation avancée, au point  $S= 1.50$  m, pour marquer la fin de la manœuvre de sortie sur la chaussée émettrice.

A partir de chacune des deux voies les plus à droite de la chaussée émettrice, la distance de visibilité sur chaque panneau doit correspondre au minimum à la distance parcourue pendant 6 secondes à la vitesse limite autorisée.

### 4. Visibilité sur un lit d'arrêt

Sur la voie de droite ou, le cas échéant, sur la voie spécialisée pour véhicules lents, le chauffeur d'un poids lourd, observant à 2,50 m de haut et à 2,50 m de la rive, doit voir le début du marquage en damier au moins à une distance de 170 m.

### 5. Principales distances de visibilité :

**1-Distance d'arrêt : (da)** = distance de perception/réaction + distance de freinage

$$da = 2V + V^2/2g (\gamma(v) + p)$$

- $\gamma(v)$  : décélération moyenne exprimée en fraction de g; elle dépend de V et est égale à la valeur basse au fuseau national des CFL (10ième centile des mesures tout revêtement confondu)

-p : la déclivité

Pour les rayons  $R < 5V$ , (V en Km/h et R rayon de la courbe en m) : la distance de freinage est majorée de 25%.

**2-Distance de manœuvre de sortie ( dms )** : permet de définir également les changements de files en section courante.  $dms = 6v$

**3-Distance de visibilité sur marquage (dvm) :**  $dvm = 3V$

**4-Distance de lecture (lc)**, définissant la distance minimale permettant à l'utilisateur de lire les informations sur les panneaux de signalisation ( $lc=5V$  avec V en m/s).

Norme ICTAAL guide Echangeur (page08).

Vitesse (km/h)	40
Vitesse (m/s)	11.11
Décélération moyenne $\gamma(v)$	0.46
Distance d'arrêt en palier da	37.5
Distance d'arrêt en courbe pour $R < 5V$	41
Distance de manœuvre en sortie dms (et changement de file)	66.66
Distance de visibilité sur marquage dvm	33.33
Distance de lecture lc	55.55

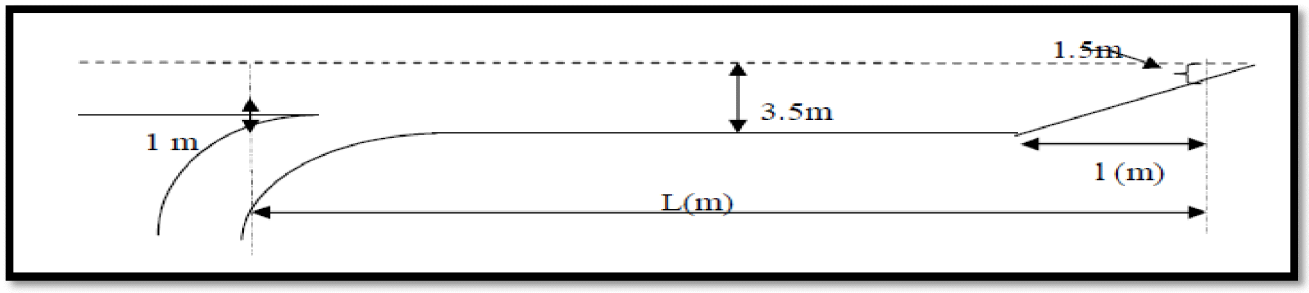
Tableau récapitulatifs

**X.6.Tracé en plan des rampes (bretelles, boucles) :**

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

**1. Voies d'insertion (d'accélération) : selon la norme (B40)**

Longueur de la voie d'insertion L comptée du nez d'entrée réduit à 1m jusqu'au point ou la longueur se réduit à 1,5 m. (voir la figure XI.2)



(Figure XI.2)

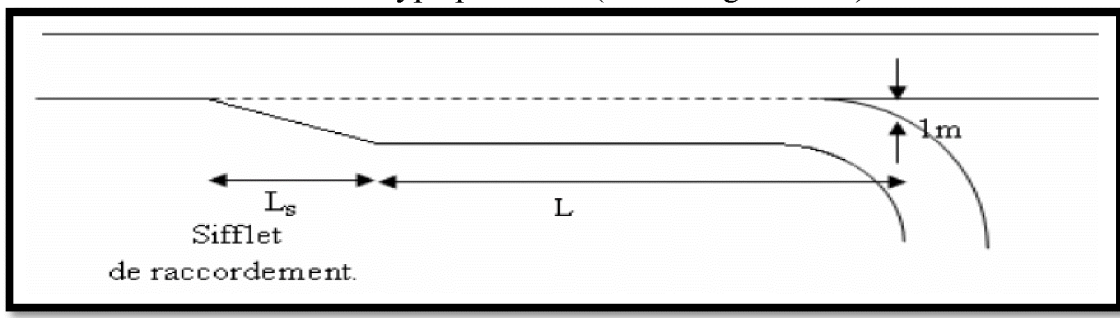
**Longueur de la voie d'insertion : voir le tableau (XI.2)**

Va (Km/h)	60	80	90	100	120
L(m)	140	180	210	240	320
Ls (m)	40	50	60	65	75

**Tableau (XI.2)**

**2. Voies de décélération :**

La décélération des véhicules quittant la route principale se fait à l'aide de couloirs de décélération de type parallèle. (voir la figure XI.3)



(Figure XI.3)

**Longueur de la voie décelération : voir le tableau (XI.3)**

Va (Km/h)	60	80	100	120
L(m)	70	115	170	240
Ls (m)	40	50	60	75

**Tableau (XI.3)**

## **X.8.APPLICATION AU PROJET :**

### **X.8.1. Choix de type d'échangeur**

#### **1.1. Types de routes à raccorder :**

L'échangeur à concevoir doit assurer un raccordement entre Le CW 146 et l'évitement de la ville de Boumerdes

Alors l'échangeur est de type mineur

, pour ce type d'échange nous avons le choix entre ces types d'échangeurs :

**Demi trèfle** quand il y a quatre branches à raccorder.

**Bifurcation « Y »** quand il y a trois branches à raccorder.

Après l'analyse deux types d'échangeur à proposer, on a trouvé que l'échangeur le plus avantageux c'est l'échangeur de demi trèfle.

Donc la solution adoptée est : **demi -trèfle**

#### **1.2. Vitesse sur les bretelles :**

Le respect des conditions liées a cette vitesse minimale, permet de garantir l'homogénéité des caractéristiques d'une section de route, et par la même la sécurité et le confort de la conduite

D'après le B40 :

- La vitesse sur l'évitement est de 80Km/h.
- La vitesse sur CW 146 est de 60Km/h
- La vitesse sur l'échangeur est de 40 à 60Km/h.

On va prendre la vitesse sur les bretelles VB=40Km/h.

#### **1.3.Distribution du trafic :**

- Le croisement est de quatre (4) branches.
- L'échangeur distribue le trafic dans huit (8) directions.

### **X.8.2. Configuration de la trace en plan à adopter :**

-les valeurs limite sur la bretelle pour une vitesse de base de 40 (Km/h) ,sont résumées dans le tableau suivant ;

Paramètres	Valeur
Vitesse de base sur les bretelles	40 Km/h
Rayon min. absolu RHm (7%)	50m
Rayon min. normal RHn (5%)	125m
Rayon au dévers min RHd (2,5%)	250m
Rayon non déversé RHnd (-2,5%)	350m

Valeurs limites des

rayons

### 2.1. Exemple d' un calcul manuel

a- pour la voie d' entre de (CW 143) : axe 1 ,R=55

#### Détermination de la longueur de clothoïde L :

$$\Delta d = 2.5 + d_R$$

$$RHm < R < RHn \implies d_R = d_{max} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hm}} \right) \frac{d_{RHm} - d_{RHn}}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{Hn}}} = 6.69 \quad \boxed{=7\%}$$

$$\Delta d = 9.5\%$$

$$\text{Condition confort dynamique+gauchissement} \implies L \geq \frac{5}{36} \times \Delta d \times V_B^3 = 52.77 \text{ m}$$

$$\text{Donc : } L = 53 \text{ m}$$

#### ❖ Calcul du paramètre A

$$A = \sqrt{R \times L} = 53.99 \implies A = 54$$

$$\text{Vérification : } \frac{R}{3} \leq A \leq R \implies 18.33 \leq A \leq 55$$

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} \implies \Delta R = 2.13 \text{ m}$$

b-Pour la voir de sortie de l' évitement ; axe 2 R=80m :

#### Détermination de la longueur de clothoïde L :

$$\Delta d = 2.5 + d_R$$

$$RH_m < R < RH_n \implies d_R = d_{\max} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hm}} \right) \frac{d_{RHm} - d_{RHn}}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{Hn}}} = 5.75 \text{ } =6\%$$

$$\Delta d = 8.5\%$$

Condition confort dynamique+gauchissement  $\implies L \geq \frac{5}{36} \times \Delta d \times V_B = 47.22 \text{ m}$

Donc :  $L = 50 \text{ m}$

❖ Calcul du paramètre A

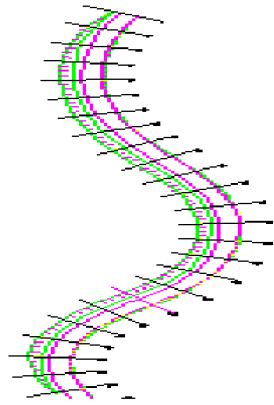
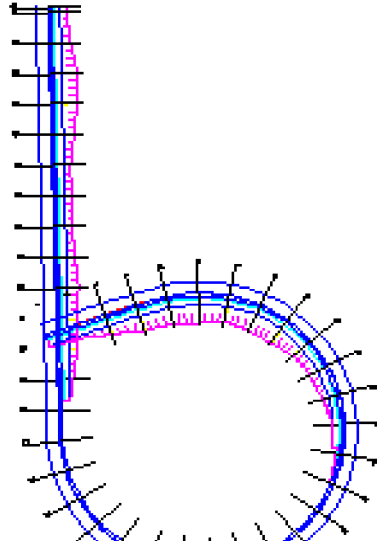
$$A = \sqrt{R \times L} = 63.24.$$

Vérification :  $\frac{R}{3} \leq A \leq R \implies 26.66 \leq A \leq 80$

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} \implies \Delta R = 1.30 \text{ m}$$

c. Tableau récapitulatif des valeurs utilisées lors de la configuration des traces en plan sur piste

La bretelle N : ° 1

Axe : 1			
Vitesse d'approche à vide (va) : km /h	60	80	
Longueur de voie d'insertion (Le) : m	50	/	
Longueur de voie de sortie (Ls) : m	/	115	
	/	50	
Vitesse sur les brettèle(Vb) : km /h	40		
Rayon de boucle (Rb) : m	45		
Axe : 2			
Vitesse d'approche à vide (va) : km /h	60	80	
Longueur de voie d'insertion (Le) : m	/	180	
	/	50	
Longueur de voie de sortie (Ls) : m	70	/	
	40	/	
Vitesse sur les brettèle(Vb) : km /h	40		
Rayon de boucle (Rb) : m	54.2		
Rayon sur la section d'accélération : m	80		

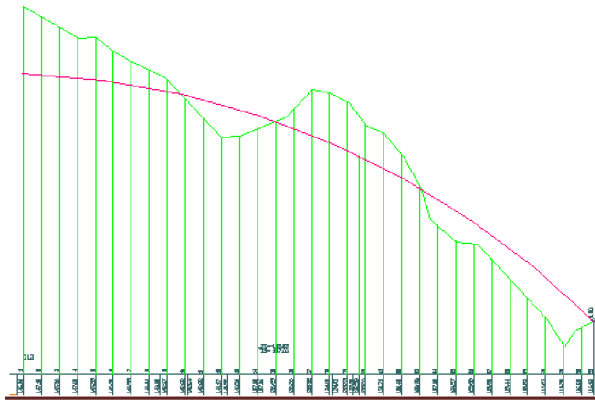
Rayon sur la section de décélération : m	40	
--	----	--

Bretelle n : °2

Axe : 3			
Vitesse d'approche à vide (va) : km /h	60	80	
Longueur de voie d'insertion (Le) : m	50	/	
Longueur de voie de sortie (Ls) : m	/	115	
	/	50	
Vitesse sur les brettèle(Vb) : km /h	40		
Rayon de boucle (Rb) : m	45		
Axe : 4			
Vitesse d'approche à vide (va) : km /h	60	80	
Longueur de voie d'insertion (Le) :	/	180	
	/	50	
Longueur de voie de sortie (Ls) : m	70	/	
	40	/	
Vitesse sur les brettèle(Vb) : km /h	40		
Rayon de boucle (Rb) : m	54.2		
Rayon sur la section d'accélération : m	80		
Rayon sur la section de décélération : m	40		

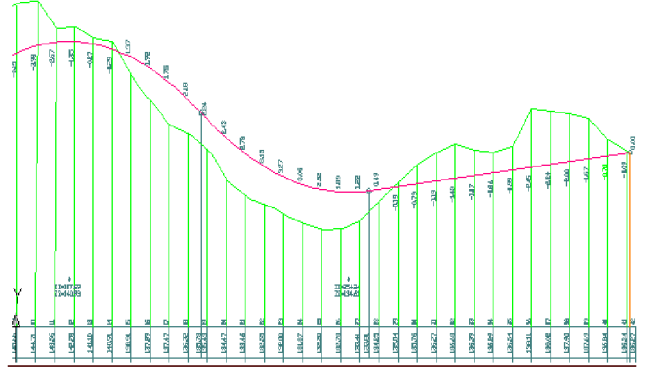
**X.8.3. Configuration du profil en long**

**Profil en long de l'axe : 1**



Le rayon de la parabole en onglet saillant=3000m

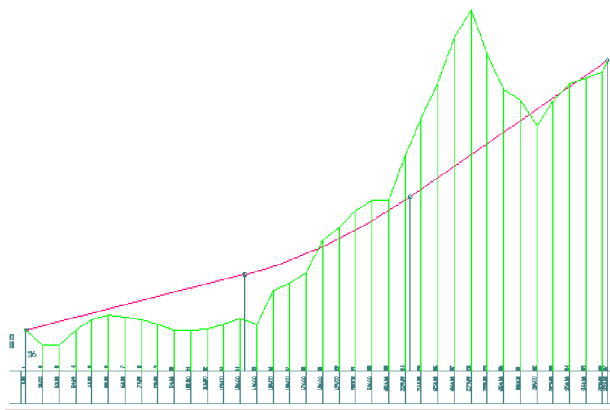
**Profil en long de l'axe : 2**



Le rayon de la parabole en onglet rentrant=2000m

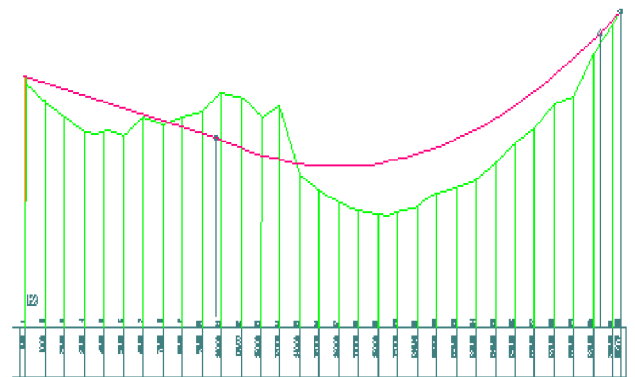
Le rayon de la parabole en onglet saillant=700m

**Profil en long de l'axe 3**



Le rayon de la parabole en onglet rentrant=3000m

**Profil en long de l'axe 4**



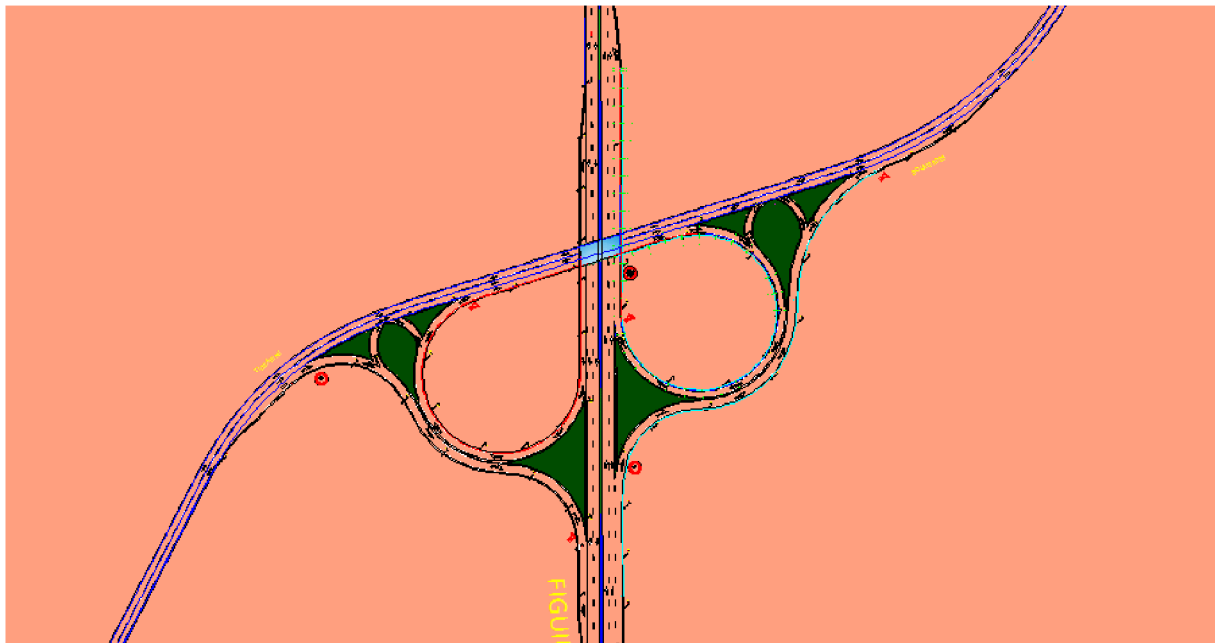
la parabole en onglet rentrant=1200m

**NB :** En fonction de B40 et selon la vitesse de base sur les bretelles (40km/h) j'ai pris des rayons variant entre 2000 a 3000 pour les onglets saillant, et des rayons de 200 à 700 pour les onglets rentrant.

Aussi pour les déclivités je les ai variées entre 2.5% à 7%

**X.8.4. Configuration du profil en travers :**

Pour assurer le passage des véhicules long j'ai opté une chaussée de 4m escorté par une berme de 1.5m au long de la bretelle, et dont même profil en travers type avec l'évitement



## **CHAPITRE XII**

### **EQUIPEMENTS DE LA ROUTE**

#### ***XII. Introduction.***

#### ***XII.1. Barrières de sécurité.***

#### ***XII.1.1. Application au projet.***

### ***Signalisation.***

#### ***XII.2.1. Introduction..***

#### ***XII.2.2. Objectifs de signalisation routière***

#### ***XII.2.3. Catégories de signalisation.***

#### ***XII.2.4. Les critères de conception de la Signalisation.***

#### ***XII.2.6. Caractéristiques générales des marques.***

#### ***XII.2.7. Application au projet.***

### **ECLAIRAGE**

#### ***XII.3.1. Introduction***

#### ***XII.3.2. Catégories d'éclairages.***

#### ***XII.3.3. Paramètres de l'implantation des luminaires.***

#### ***XIII.3.4. Application au projet.***

## -I- SECURITE

### XII. INTRODUCTION:

La route une fois réalisée doit être « habillée » grâce à des équipements qui permettent pour certains d'améliorer la sécurité, pour d'autres d'informer et de guider l'automobiliste.

Les paragraphes qui suivent décrivent brièvement les principaux types d'équipement.

### XII.1. BARRIERES DE SECURITE :

Il convient de mener une étude d'ensemble intégrant la présence de barrières afin :

- d'assurer leurs servitudes de fonctionnement, les sujétions d'entretien et d'exploitation.
- de prendre en compte les usagers particuliers (motocyclistes, piétons...).
- de définir la configuration optimale des abords (pente des talus, dispositif d'assainissement...), Le dimensionnement de la berme doit permettre la mise en place des dispositifs les plus adaptés.

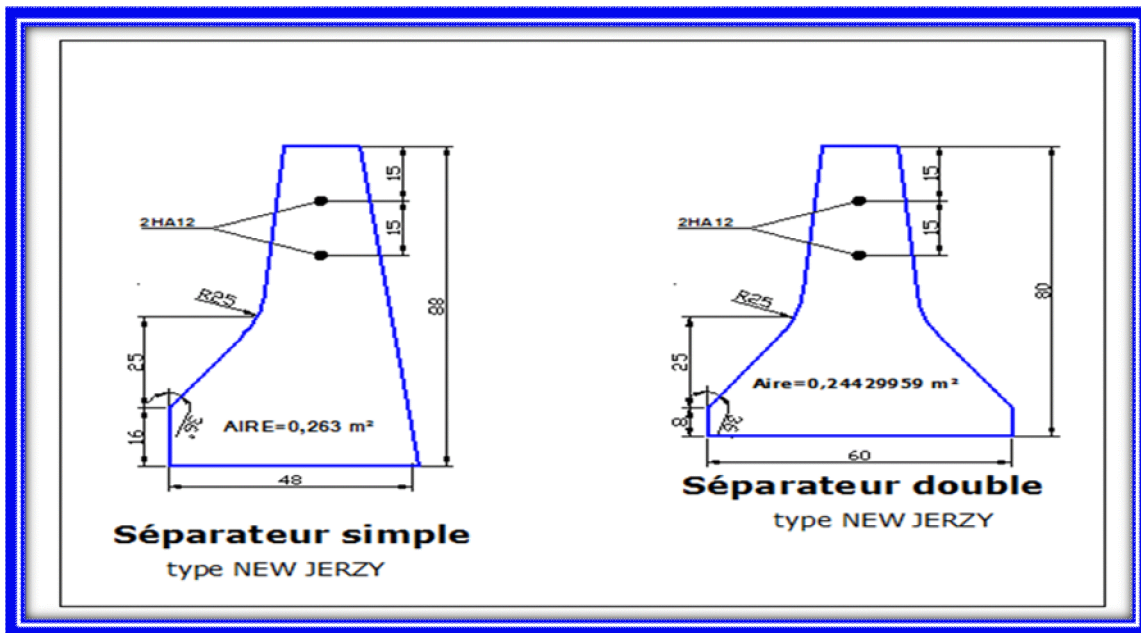
#### **a) Sur le T.P.C.**

Des barrières de sécurité équipent systématiquement le T.P.C.

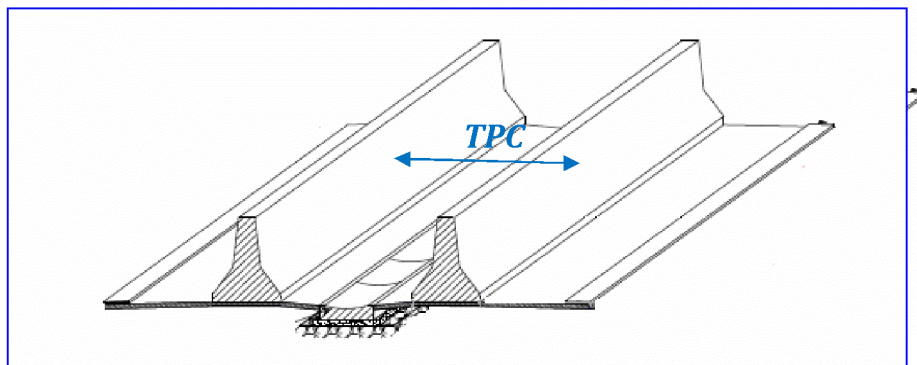
Le choix du type de barrière est :

Fonction du volume et de la composition du trafic, du risque à couvrir (obstacle, dénivelé...), des Contraintes de visibilité et d'exploitation, de la largeur du T.P.C.

On utilise les **séparateurs en béton** de type GBA (glissière en béton adhérent) ou DBA (double en béton adhérent) sont constitués d'un muret continu en béton faiblement armé coulé en place et qui présente un profil spécifique. Ils sont capables de retenir les poids lourds de 12 t et entrent donc dans la classe des barrières normales de sécurité. Pour les voitures légères, le profil, par sa forme particulière, limite le frottement de la carrosserie sur le dispositif.



### Séparateurs en béton GBA et DBA



### Murettes en béton armé

#### b) Sur l'accotement

Sur les autoroutes à 2x3voies ou 2x4 voies, des barrières de sécurité doivent être mises en place systématiquement.

Sur les autoroutes à 2x2 voies, des barrières de sécurité sont implantées en présence de dispositifs agressifs situés dans la zone de sécurité, ainsi qu'à l'extérieur des courbes de rayon inférieur à 1,5 Rhnd.

En outre, des barrières adaptées à la retenue des poids lourds sont implantées lorsque les conséquences d'une sortie de chaussée sont particulièrement graves eu égard à la proximité d'installations sensibles (zone de captages d'eau potable, dépôt d'hydrocarbures...), d'habitations ou d'équipements publics, à la configuration des projets (viaduc, haut remblai...) ou à la nature des voies (voie ferrée, route à trafic élevé...) longées ou franchies.

La murette de protection en béton armé : envisagée lorsque le danger potentiel représenté par la sortie d'un véhicule lourd est important, comme :

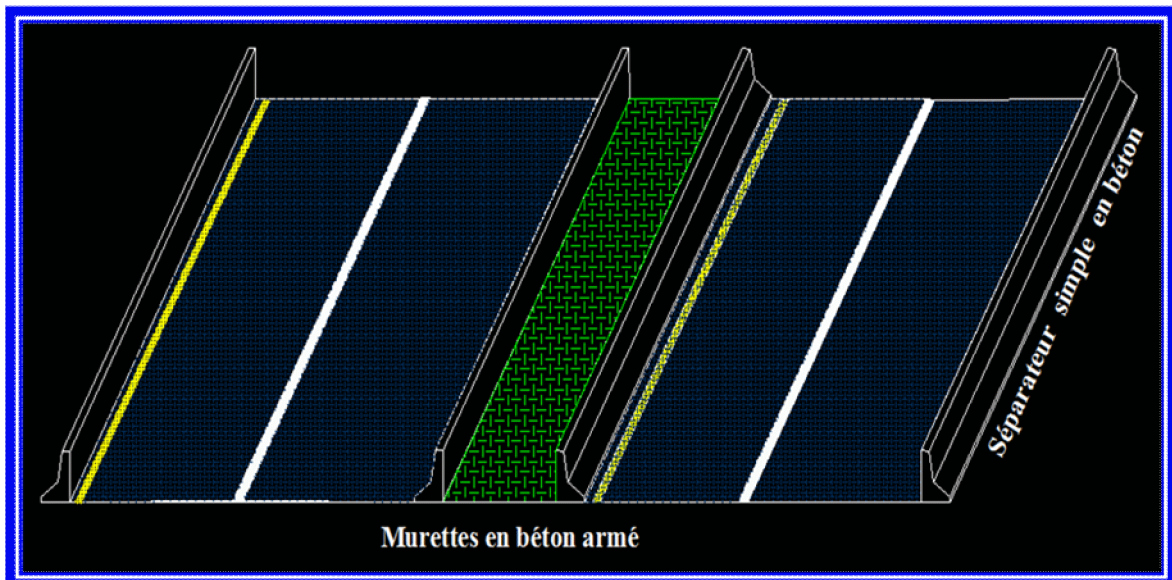
- Une section de la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à 10m.

**XII.1.1.Application au projet :**

Pour notre cas, des glissières de sécurité rigides sont prévues à tout long de l'itinéraire, elles sont implantées sur les TPC et en présence d'un TPC de 3m il convient d'adopter un dispositif de retenue constitué d'une glissière en béton.

On doit prévoir des sections revêtues et protégées dans le TPC qui seront utilisées en cas d'urgence ou d'accident, pour permettre aux éléments de la protection civile

- d'évacuer les blessés vers l'hôpital le plus proche.



## **SIGNALISATION**

### **XII.2.INTRODUCTION :**

Plus les caractéristique géométrique de la route s'améliorent plus la vitesse de base augmente et le risque d'accident devient inévitable, d'où s'impose a l'ingénieur routier de prévoir des signalisations qui doivent être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

### **XII.2.1.OBJECTIFS DE SIGNALISATION ROUTIERE :**

La signalisation routière a pour rôles :

- De rendre plus sur et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaine prescription du code de la route.
- De donner des informations relatives à l'utilisateur de la route.

### **XII.2. 3TYPES DE SIGNALISATION:**

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale
- Signalisation horizontale

#### **3.1. 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.

#### **3.2. Signalisation horizontale :**

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, la signalisation horizontale se divise en deux types :

**✚ 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
T <sub>1</sub> T' <sub>1</sub>	3.00 1.50	10.00 5.00	Environ 1/3
T <sub>2</sub> T' <sub>2</sub>	3.00 0.50	3.50 0.50	Environ 1
T <sub>3</sub> T' <sub>3</sub>	3.00 20.00	1.33 6.00	Environ 3

**✚ .Marques transversales :**

- Ligne STOP :
- Les flèches (rabattement, de sélection).

**3.3. Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U »  
différente suivant le type de route :

U = 7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6 cm sur les routes et voies urbaines

U = 5 cm sur les autres routes.

**XII.2.4. 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

### **XII.2.5.APPLICATION AU PROJET :**

Dans le cadre de notre étude tout en respectant les critères énoncés ainsi que la réglementation routière algérienne, on mentionne sur le plan de signalisation que la codification des panneaux et l'unité de largeur des lignes de marquage.

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

#### **1-Signalisation verticale :**

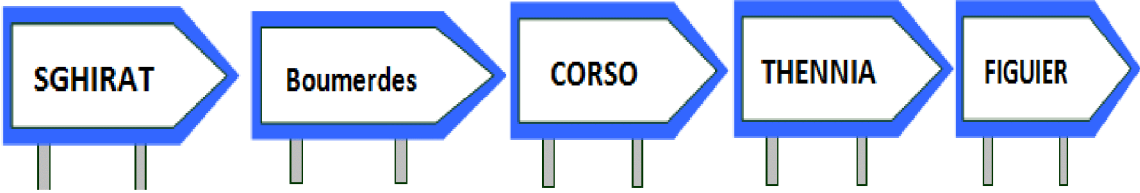
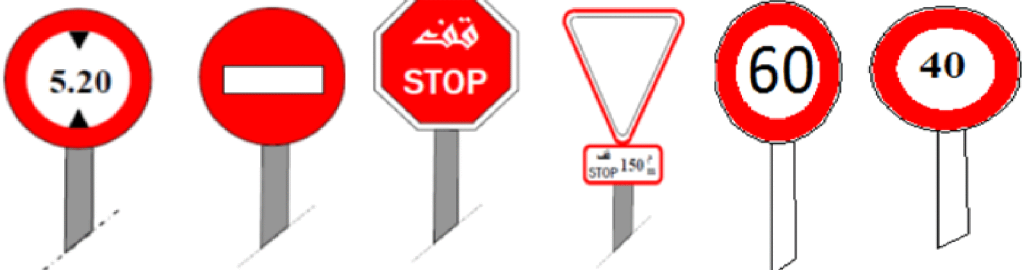
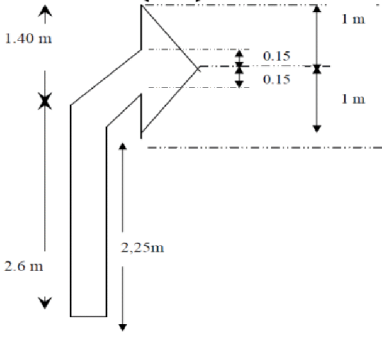
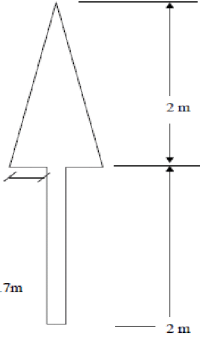
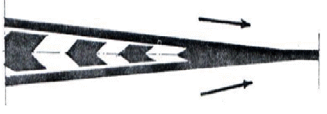



- Panneau de signalisation d'avertissement de danger : type A
- Panneau de signalisation priorité : type B
- Panneau de signalisation d'interdiction ou de restriction : type C
- Panneau de signalisation d'obligation : type D
- Panneau de signalisation de pré signalisation : type E
- Panneau de signalisation 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).

#### **2-Signalisation horizontale :**

La largeur des lignes de signalisation horizontale sont :

- Lignes continues 0.225m de largeur (F)
- Lignes axiales 0.150m de largeur, (T1 2U)
- Lignes de rive 0.225de largeur, (T'3 3U)

Tableau récapitulatif des différentes signalisations de l'évitement

	<b>Signalisation de direction</b>			
<b>Signalisation</b>				
	<b>Signaux d'interdiction</b>			
<b>verticale</b>				
	<p>Hauteur limite de gabarit (C11)      Sens Interdit(C1)      Signalisation de Priorité (B2)      Signalisation de danger(A24)      Vitesses limitées</p>			
<b>Signalisation verticale</b>	flèche de rabattement			
				
		Trafic convergent	Trafics divergents	Trafic inverses
	Hachure	 <p><small>3 cas de hachures convergents</small></p>		 <p><small>1 cas de hachures inverses</small></p>
Les lignes	<p>Les ligne continue, discontinue</p> 			

## ECLAIRAGE

### XII.3.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.

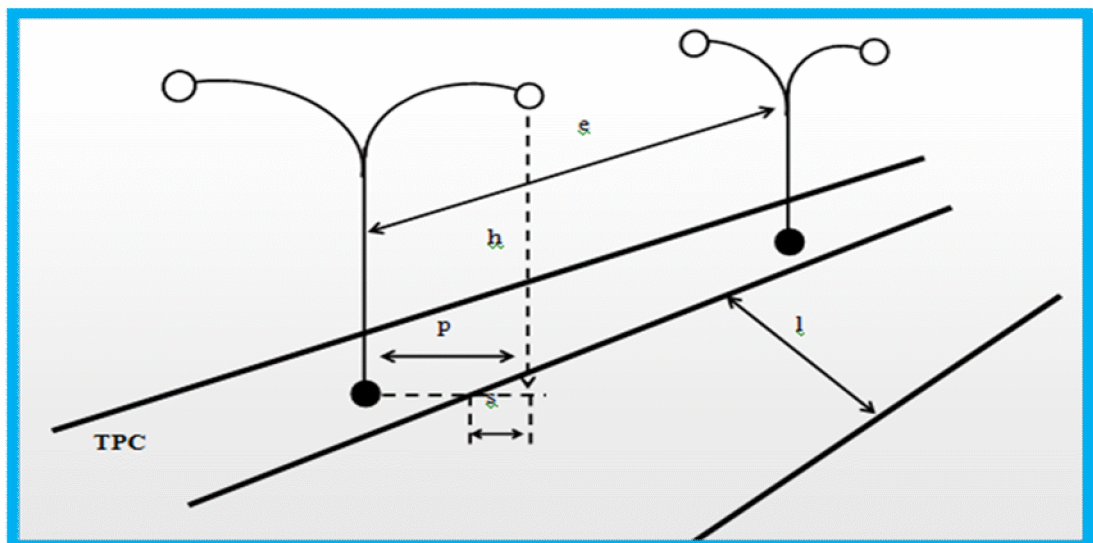
#### XII.3.1.CATEGORIES D'ECLAIRAGE :

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

#### XII.3.2.PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES :

- L'espace (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.



**XII.3.3.Application au projet :**

Pour le système d'éclairage adopté à notre projet, uniquement certain points particuliers seront traité par un éclairage composé par des lampadaires disposé selon un espacement des supports variant entre 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre route (la voie express).

# ***CHAPITRE*** ***(XIV)***

## ***ETUDE D'IMPACT SUR*** ***LENVERONEMENT***

- ***XIII.1. Introduction.***
- ***XIII.2. Les impacts positifs du projet***
- ***XIII.3 Les impacts négatifs du projet***
- ***XIII.4. Recommandations environnementales.***
- ***XIII.5. conclusion.***

## **1. INTRODUCTION :**

L'analyse des effets du projet sur l'environnement est la phase centrale de toute étude d'impact

L'identification des impacts d'un projet routier est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu traversé et l'infrastructure à implanter.

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

Cette tâche comprendra :

- L'identification des impacts directs et indirects sur le milieu naturel et le milieu créé afin de définir les mesures de limitation nécessaires

- L'évaluation quantitative et/ou qualitative de ces effets afin de définir les mesures de limitation nécessaires

La réalisation du nouvel événement de Boumerdes engendra des effets sur l'environnement aussi bien positifs que négatifs.

## **2-LES IMPACTS POSITIFS DU PROJET :**

La réalisation du nouvel évitement de Boumerdes, emmènera à la wilaya de Boumerdes un développement sur le plan sécuritaire, économique et touristique. Les retombées de cette voie :

- Elle permet de désengorger le trafic dans la ville

- Une réponse aux besoins de confort, et de la sécurité dans le déplacement

- Attraction des activités agricoles, pastorales et économiques

- Une contribution au développement touristique de la wilaya

- Le développement et la croissance économique des régions traversées par le projet, puisque ce dernier fera accentuer la tendance de cet envahissement et motivera l'installation de petite industrie et le commerce aux abords, ces activités engendrent des congestions

## **3-LES IMPACTS NEGATIFS DU PROJET :**

La plupart des impacts négatifs seront limités à la période d'exécution des travaux, pendant les travaux d'exécution, de nivellement de piste, de bitumage, d'exploitation des carrières et des zones d'emprunts, du transport des matériaux de construction, de l'entretien des véhicules.

D'autres impacts négatifs qui pourront se manifester concernent : l'émanation des poussières, du bruit, des vibrations sonores et des problèmes de sécurité pendant les travaux et à la mise en place des équipements et des matériaux de construction, le rejet anarchique de produits de purges /curages de travaux d'assainissement.

En effet le projet aura un faible impact sur la végétation car il n'y a pas de forêts ou espèces végétales sensibles ou protégées dans la zone, seules quelques arbustes et herbes qui se trouvent dans l'emprise de la route aux droits spécifiques seront affectés.

Par ailleurs, la dégradation de sol sur l'emprise des pistes, dans les sites des carrières, des voies d'accès et des sites de stockage pourrait aussi être visible, la pollution du sol et de cours d'eau, par le déversement des sédiments et des matières polluantes aussi le projet pourrait avoir des effets néfastes d'augmentation de population due à la migration des travailleurs non résidents. Ceci peut causer des problèmes sociaux notamment l'accroissement probable l'augmentation de pression sur la flore et la faune dans des régions giboyeuses par ailleurs, pendant la mise en œuvre de la route, d'autres problèmes qui pourraient se manifester concerneraient l'insécurité des usagers de la route par l'augmentation du volume et de la vitesse de trafic, la pression croissante sur les ressources naturelles par l'augmentation de la population.

#### **4-LES RECOMMANDATIONS ENVIRONNEMENTALES**

Pour atténuer les impacts négatifs, les infrastructures seront réalisées dans le respect des normes de gestion de rejets polluants dans le milieu.

-les véhicules de transport et les machineries seront munis de dispositif anti – pollution.

pour limiter les poussières,

-les travailleurs seront sensibilisés sur les techniques de contrôle de poussières et des équipements de dépoussièrage seront mis en place sur les lieux concernés.

-Le stockage et l'entretien du matériel de chantier seront réalisés sur les aires étanches, situés en dehors de la zone inondable, avec récupération et traitement des eaux avant rejets

Avant d'autres mesures d'atténuation préconisées sont de : installer et assurer le fonctionnement d'équipement de lutte contre la pollution pour les importants travaux de bitumage ; prendre toutes les dispositions nécessaires (grillage ,filet panneaux protecteurs..etc.)

Pour éviter que des matériaux de construction, des rebuts ou des débris ligneux tombent dans les cours d'eau ; prévoir et aménager des installations sanitaires sur les chantiers, récupérer les huiles, filtres, batteries usées et les disposer de manière sécuritaire en concertation avec les autorités concernées ;

dans les mesures du possible conserver la couche de terre végétale pour réutilisation au moment de la remise en état du site ; restaurer la végétation à la fin des travaux ; prendre toutes les précautions afin de ne pas détruire la végétation ; mettre en l'état les emprunts en réalisant le remblai des empreintes et dévitaliser les zones d'empreinte et les carriers et au besoin ; protéger les talus par des structures appropriées

et leurs revitalisation avec des espèces locales ;prendre toutes les disposition afin de prévenir des accident de travail pendant les travaux .des ouvrages de franchissement seront construits pour ne pas entraver l'écoulement des eaux de surface et celui de cours d'eau seront rétabli dans leur état original .il est aussi recommandé des actions de sensibilisation en matière de protection et gestion de l'environnement ,la sécurité routière les travaux seront coordonnées de manière à ce qu'il y aura pas d'interruption de service et si cela sera nécessaire .des mesures d'accompagnement sont prévues pour l'amélioration de cadre et des condition de vie de la population riveraine.ces mesures concernent l'aménagement des arrêts le long de la route au niveau des points stratégiques pour les transports en commun, le balisage des passages des animaux ,les aménagements sécuritaires en construire des trémies ou des passages inférieures au niveaux des oueds si cela sera nécessaire ,l'aménagement des galeries des passages pour la faune sauvage

L'existence de carrières d'extraction et de traitement des métiers premiers réduit considérablement les dommages potentiels causes à l'environnement. Le mode opératoire pour les extractions devra être établi de manière à être le moins perturbant du paysage sur les plan de modification des écoulements ,de la défiguration du paysage pour les besoin de projet des sites déjà en exploitation de la wilaya à savoir le site de Zaatra.

Toutes ces préoccupations devront être prises en compte et des mesures appropriées devront être incluses dans le cahier de charges des entrepreneurs pour leurs mises en ouvre .les nouveau problèmes qui surgiront, leurs solution et d'autre recommandations éventuelles .ils seront appuyés par la Direction de l'environnement et la commune qui donneront des conseils et aidera à la résolution des problèmes environnementaux et sociaux.

NOTA : le tableau suivant résume tous ces impacts et leurs remèdes

Impactes	Remèdes
<b>Bruit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Butte antibruit.</li> <li>-Réduction de la vitesse.</li> <li>-Baisse du profil en long par rapport au terrain naturel.</li> <li>-Murs antibruit.</li> </ul> <p>La législation a aussi modifié les niveaux sonores maximum d'un véhicule. Les évolutions réglementaires et techniques ont permis de diminuer considérablement les bruits des moteurs</p>
<b>Eaux superficielles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Etanchéifiassions des fossés</li> <li>-Etanchéifiassions de la plate forme</li> <li>-Construction de bassins de traitement des eaux de chaussée</li> </ul>
<b>Eaux souterraines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Etanchéifiassions de la plate forme</li> <li>-Construction de bassin de traitement des eaux de chaussée</li> </ul>
<b>Agriculture</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rétablissement des réseaux d'irrigation ou de drainage</li> </ul>

<b>Paysage</b>	-Plantation des abords et aménagements esthétiques -Traitement architectural des ouvrages d'art.
----------------	---

## 6-CONCLUSION

Des le réseau routier connait et connaîtra un développement dont l'impact sur le paysage la et l'environnement s'accroîtra sans cesse .la prise en charge de cette préoccupation passe obligatoirement par la maîtrise des nuisances, il faut donc étudier les impacts que peut provoquer le projet sur le milieu naturel avant de passer à l'étape de réalisation.

La construction de ce nouveau évitement, va génère inévitablement un certain nombre d'effets préjudiciables sur le milieu naturel pendant la phase de chantier et durant son exploitation

Les impacts identifier pendant la phase de réalisation restant temporaire et disparaissent avec son levé, mais les impacts dus a l'utilisation de la route (pollution atmosphérique, bruit...) doivent être compensés par le suivit d'un certain nombre de mesures d'atténuation.

Si ces mesures sont rigoureusement respectées, elles peuvent alors réduire efficacement les impacts présentés.

# CONCLUSION

Ce projet de fin d'études a été une opportunité pour moi pour concrétiser mes connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à *Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou (UMMTO)*

Dans ma démarche d'étude j'ai essayé de respecter toutes les contraintes et les normes existantes que je ne peux négliger et je prends en considération, le confort et la sécurité des usagers.

C'est dans le cadre de l'étude en APD que j'ai élaboré ce projet de l'évitement de la ville de Boumerdés, qui présente en axe d'une route express de la RN 24, ainsi que notre étude est basé sur les données suivantes :

- Une variante retenue lors de l'étude en APS, donnée dans un levé topographique
- Le trafic à l'année 2013 **TJMA2013 = 8220 v/j**
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 4\%$
- Le pourcentage de poids lourds **Z = 25 %**
- L'année de mise en service sera en **2016**
- La durée de vie estimée de **20ans**
- Catégorie **C2**
- L'environnement **mixte E2**
- Les vitesses sur le tracé sont de 60km/h, et 80km/h.
- L'indice de CBR moyen =5
- La pluie annuelle moyenne est de 480 mm.
- une carte d'état majeur achetée de l'institut national de cartographie.

Après l'exploitation des données que j'ai rassemblé de tous les organismes en respectant règlement algérien (B40), j'ai aboutit aux résultats suivants :

- Une longueur d'axe de **14.340 Km**
- Deux chaussées de deux voies de 3.5m chacune **(2 x 3.5) x 2 = 14m.**
- Un terre-plein central de **3.00m**

- Un accotement de 1.8m pour chaque coté.  $2 \times 1.8 = 3.6$  m
- Des fossés trapézoïdales dont largeur est de **0.6m** et hauteur de **0.5 m**
- Des talus dont des hauteurs sont variés selon les hauteurs des déblais.

En outre le corps de la chaussée est constitué de différentes couches qui ont été conclu lors que j'ai choisi les résultats de la méthode CBR.

- Une Couche de roulement de **07 cm en BB**
- Une Couche de base de **14 cm en GB**
- Une Couche de fondation de **22 cm en GC**

Après cette étude, j'espère avoir contribué à trouver une solution aux problèmes de transformation de trafic de la RN 24 qui a été faite vers cette nouvelle infrastructure qui soulagera en particulier la ville de Boumerdès du problème de circulations et de sonores, et assurera aux usagers en général un bon confort, et une circulation fluide.

Aussi ce projet, il était pour moi d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

De plus une occasion pour moi d'approfondir mes connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels de PISTE 5 et l'AUTOCAD.

J'espère ainsi avoir été à la hauteur des espérances des gens qui m'ont soutenu, et que ce modeste travail soit le reflet de mes efforts tout au long de mon cursus.

ANNEXES

ANNEXES

WEEK PLAN

<b>AXE EN PLAN</b>					
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
			0.000	8955.674	20002.635
<b>D1</b>	GIS = 85.808g	30.201			
			30.201	8985.128	20009.312
<b>L2</b>	A = 150.599				
	Rf= -270.000				
	L = 84.000				
			114.201	9067.813	20023.598
	XC= 9085.989				
	YC= 19754.210				
	R = -270.000				
	L = 31.377				
			145.578	9099.171	20023.888
	Rd= -270.000				
	A = 150.599				
	L = 84.000	199.377			
			229.578	9182.106	20011.137
<b>D111</b>	GIS = 113.012g	34.021			
			263.599	9215.418	20004.232
<b>L1</b>	A = 194.422				
	Rf= -450.000				
	L = 84.000				
			347.599	9297.068	19984.639
	XC= 9165.061				
	YC= 19554.437				
	R = -450.000				
	L = 160.059				
			507.658	9438.617	19911.742
	Rd= -450.000				
	A = 194.422				
	L = 84.000	328.059			
			591.658	9501.985	19856.651
<b>D2</b>	GIS = 147.540g	252.835			
			844.493	9687.540	19684.911
<b>L56</b>	A = 224.499				
	Rf= -600.000				
	L = 84.000				
			928.493	9747.827	19626.444
	XC= 9310.472				
	YC= 19215.687				
	R = -600.000				
	L = 373.888				

			1302.380	9905.339	19294.003
	Rd= -600.000				
	A = 224.499				
	L = 84.000	541.888			
			1386.380	9912.404	19210.319
<b>D562</b>	GIS = 196.123g	123.686			
			1510.066	9919.932	19086.863
<b>L18</b>	A = 282.489				
	Rf= 950.000				
	L = 84.000				
			1594.066	9926.279	19003.111
	XC= 10871.036				
	YC= 19102.782				
	R = 950.000				
	L = 123.872				
			1717.938	9947.258	18881.117
	Rd= 950.000				
	A = 282.489				
	L = 84.000	291.872			
			1801.938	9969.255	18800.056
<b>D3</b>	GIS = 182.193g	181.646			
			1983.584	10019.404	18625.469
<b>L58</b>	A = 194.422				
	Rf= 450.000				
	L = 84.000				
			2067.584	10045.085	18545.525
	XC= 10464.134				
	YC= 18709.529				
	R = 450.000				
	L = 459.006				
			2526.590	10384.573	18266.619
	Rd= 450.000				
	A = 194.422				
	L = 84.000	627.006			
			2610.590	10467.981	18256.941
<b>D5</b>	GIS = 105.373g	245.833			
			2856.423	10712.939	18236.216
<b>L87</b>	A = 224.499				
	Rf= 600.000				
	L = 84.000				
			2940.423	10796.764	18231.091
	XC= 10805.406				
	YC= 18831.028				

	R = 600.000				
	L = 292.285				
			3232.709	11078.602	18296.834
	Rd= 600.000				
	A = 224.499				
	L = 84.000	460.285			
			3316.709	11151.507	18338.519
<b>D6</b>	GIS = 65.448g	695.895			
			4012.604	11747.400	18697.937
<b>L256M</b>	A = 176.295				
	Rf= -370.000				
	L = 84.000				
			4096.604	11820.877	18738.547
	XC= 11974.858				
	YC= 18402.110				
	R = -370.000				
	L = 385.727				
			4482.330	12187.813	18704.683
	Rd= -370.000				
	A = 176.295				
	L = 84.000	553.727			
			4566.330	12252.616	18651.312
<b>D13</b>	GIS = 146.269g	596.437			
			5162.768	12698.339	18254.993
<b>L582</b>	A = 317.490				
	Rf= -1200.000				
	L = 84.000				
			5246.768	12760.454	18198.451
	XC= 11932.190				
	YC= 17330.132				
	R = -1200.000				
	L = 299.984				
			5546.752	12949.522	17966.555
	Rd= -1200.000				
	A = 317.490				
	L = 84.000	467.984			
			5630.752	12992.396	17894.326
<b>D15</b>	GIS = 166.640g	108.067			
			5738.818	13046.468	17800.760
<b>MK</b>	A = 135.941				
	Rf= 220.000				
	L = 84.000				
			5822.818	13092.962	17730.964

	XC= 13259.093				
	YC= 17875.187				
	R = 220.000				
	L = 61.135				
			5883.953	13138.899	17690.923
	Rd= 220.000				
	A = 135.941				
	L = 84.000	229.135			
			5967.953	13214.389	17654.393
<b>D2222</b>	GIS = 124.642g	95.002			
			6062.955	13302.362	17618.531
<b>LON</b>	A = 157.248				
	Rf= 180.000	137.373			
			6200.328	13434.259	17583.438
<b>CMLK</b>	XC= 13435.247				
	YC= 17763.436				
	R = 180.000	176.927			
			6377.254	13584.479	17662.789
<b>L2NBV</b>	Rd= 180.000				
	A = 151.726				
	L = 127.893				
			6505.148	13628.850	17781.975
	A = 151.726				
	Rf= -240.000				
	L = 95.920	223.813			
			6601.068	13657.575	17873.315
<b>CVW</b>	XC= 13874.926				
	YC= 17771.539				
	R = -240.000	28.888			
			6629.956	13671.368	17898.678
<b>LK5874</b>	GIS = 35.542g	88.024			
			6717.980	13717.998	17973.336
<b>CX55</b>	XC= 13565.330				
	YC= 18068.689				
	R = 180.000	34.088			
			6752.068	13733.219	18003.780
<b>L220</b>	Rd= 180.000				
	A = 171.274	162.971			
			6915.039	13744.008	18164.911
<b>DXM</b>	GIS = 394.667g	294.987			
			7210.026	13719.324	18458.863
<b>LK554</b>	A = 144.914				
	Rf= 250.000				

	L = 84.000				
			7294.026	13707.637	18541.940
	XC= 13465.519				
	YC= 18479.658				
	R = 250.000				
	L = 37.915				
			7331.941	13695.448	18577.804
	Rd= 250.000				
	A = 144.914				
	L = 84.000	205.915			
			7415.941	13654.094	18650.798
<b>GFX</b>	GIS = 363.621g	69.860			
			7485.801	13616.311	18709.559
<b>LKN22</b>	A = 115.931				
	Rf= -160.000				
	L = 84.000				
			7569.801	13577.344	18783.684
	XC= 13729.770				
	YC= 18832.331				
	R = -160.000				
	L = 151.233				
			7721.034	13601.079	18927.403
	Rd= -160.000				
	A = 115.931				
	L = 84.000	319.233			
			7805.034	13661.809	18985.063
<b>VBF</b>	GIS = 57.217g	572.775			
			8377.809	14110.040	19341.658
<b>LK77</b>	A = 122.963				
	Rf= 180.000				
	L = 84.000				
			8461.809	14171.367	19398.763
	XC= 14029.770				
	YC= 19509.895				
	R = 180.000				
	L = 97.585				
			8559.393	14208.404	19487.758
	Rd= 180.000				
	A = 122.963				
	L = 84.000	265.585			
			8643.393	14205.698	19571.511
<b>BV5</b>	GIS = 392.995g	31.153			
			8674.546	14202.277	19602.476

<b>L554N</b>	A = 110.704				
	Rf= -180.000	68.085			
			8742.632	14199.083	19670.378
<b>CX47</b>	XC= 14378.520				
	YC= 19656.156				
	R = -180.000	102.745			
			8845.376	14235.213	19765.075
<b>LK66B</b>	GIS = 41.374g	73.671			
			8919.047	14279.792	19823.728
<b>CX47R</b>	XC= 14136.485				
	YC= 19932.646				
	R = 180.000	3.770			
			8922.817	14282.041	19826.753
<b>L568KN</b>	GIS = 40.040g	64.131			
			8986.949	14319.770	19878.612
<b>CX65P</b>	XC= 14449.153				
	YC= 19784.485				
	R = -160.000	160.348			
			9147.296	14458.799	19944.194
<b>LK68I</b>	Rd= -160.000				
	A = 96.011				
	L = 57.614				
			9204.910	14515.397	19933.873
	A = 96.011				
	Rf= 160.000				
	L = 57.614	115.227			
			9262.524	14571.994	19923.552
<b>CX4P</b>	XC= 14581.641				
	YC= 20083.261				
	R = 160.000	7.538			
			9270.061	14579.526	19923.275
<b>LKP6</b>	Rd= 160.000				
	A = 123.506				
	L = 95.336				
			9365.397	14672.857	19940.787
	A = 123.506				
	Rf= -180.000				

	L = 84.743	180.078			
			9450.140	14755.600	19958.101
<b>CXQO</b>	XC= 14764.472				
	YC= 19778.320				
	R = -180.000	0.260			
			9450.400	14755.860	19958.114
<b>LK6F</b>	Rd= -180.000				
	A = 185.004	190.147			
			9640.547	14935.010	19901.777
<b>DSQ89</b>	GIS = 130.578g	25.463			
			9666.010	14957.592	19890.011
<b>LOP6</b>	A = 120.000				
	Rf= 240.000				
	L = 60.000				
			9726.010	15011.873	19864.545
	XC= 15095.367				
	YC= 20089.554				
	R = 240.000				
	L = 6.843				
			9732.853	15018.321	19862.257
	Rd= 240.000				
	A = 141.986				
	L = 84.000	150.843			
			9816.853	15100.362	19844.759
<b>BVA8</b>	GIS = 109.665g	106.219			
			9923.072	15205.359	19828.696
<b>LK915</b>	A = 144.914				
	Rf= -250.000				
	L = 84.000				
			10007.072	15287.449	19811.388
	XC= 15208.853				
	YC= 19574.064				
	R = -250.000				
	L = 82.995				
			10090.067	15360.505	19772.814
	Rd= -250.000				

	A = 144.914				
	L = 84.000	250.995			
			10174.067	15421.095	19714.786
<b>DF741</b>	GIS = 152.190g	114.522			
			10288.589	15499.242	19631.070
<b>LK9587</b>	A = 144.914				
	Rf= 250.000				
	L = 84.000				
			10372.589	15559.832	19573.042
	XC= 15711.484				
	YC= 19771.792				
	R = 250.000				
	L = 99.652				
			10472.241	15648.863	19529.762
	Rd= 250.000				
	A = 144.914				
	L = 84.000	267.652			
			10556.241	15731.923	19517.958
<b>DFQ593</b>	GIS = 105.423g	64.634			
			10620.875	15796.322	19512.459
<b>LK8PN</b>	A = 141.986				
	Rf= -240.000				
	L = 84.000				
			10704.875	15879.346	19500.462
	XC= 15817.604				
	YC= 19268.540				
	R = -240.000				
	L = 9.276				
			10714.150	15888.261	19497.904
	Rd= -240.000				
	A = 141.986				
	L = 84.000	177.276			
			10798.150	15965.009	19464.042
<b>DER91</b>	GIS = 130.165g	98.651			
			10896.802	16052.791	19419.028
<b>LKJ956</b>	A = 100.399				

	Rf= 120.000				
	L = 84.000				
			10980.802	16131.059	19389.810
	XC= 16145.881				
	YC= 19508.891				
	R = 120.000				
	L = 109.838				
			11090.640	16231.249	19424.556
	Rd= 120.000				
	A = 48.990				
	L = 20.000	213.838			
			11110.640	16244.489	19439.538
<b>DFW445</b>	GIS = 44.307g	39.049			
			11149.689	16269.524	19469.506
<b>LOPQW</b>	A = 83.666				
	Rf= 140.000				
	L = 50.000				
			11199.689	16299.200	19509.659
	XC= 16177.525				
	YC= 19578.906				
	R = 140.000				
	L = 25.907				
			11225.596	16309.864	19533.229
	Rd= 140.000				
	A = 59.161				
	L = 25.000	100.907			
			11250.596	16316.598	19557.296
<b>DX589</b>	GIS = 15.474g	13.188			
			11263.784	16319.772	19570.096
<b>L25896</b>	A = 54.772				
	Rf= -120.000				
	L = 25.000				
			11288.784	16326.624	19594.126
	XC= 16439.463				
	YC= 19553.291				
	R = -120.000				

	L = 32.216				
			11321.000	16341.498	19622.594
	Rd= -120.000				
	A = 54.772				
	L = 25.000	82.216			
			11346.000	16357.310	19641.943
<b>D457Q</b>	GIS = 45.828g	2.241			
			11348.242	16358.788	19643.628
<b>L58AQ</b>	A = 44.721				
	Rf= 100.000				
	L = 20.000				
			11368.242	16371.459	19659.090
	XC= 16290.064				
	YC= 19717.183				
	R = 100.000				
	L = 38.902				
			11407.144	16387.411	19694.303
	Rd= 100.000				
	A = 44.721				
	L = 20.000	78.902			
			11427.144	16390.678	19714.025
<b>DEPK</b>	GIS = 8.330g	1.593			
			11428.737	16390.886	19715.605
<b>L56ML</b>	A = 56.569				
	Rf= -160.000				
	L = 20.000				
			11448.737	16393.908	19735.372
	XC= 16550.926				
	YC= 19704.629				
	R = -160.000				
	L = 38.608				
			11487.345	16405.803	19772.003
	Rd= -160.000				
	A = 56.569				
	L = 20.000	78.608			
			11507.345	16414.972	19789.774

<b>D78Z</b>	GIS = 31.649g	14.220			
			11521.565	16421.753	19802.273
<b>LKQ2</b>	A = 60.000				
	Rf= 180.000				
	L = 20.000				
			11541.565	16430.963	19820.023
	XC= 16268.230				
	YC= 19896.950				
	R = 180.000				
	L = 64.814				
			11606.380	16447.632	19882.295
	Rd= 180.000				
	A = 60.000				
	L = 20.000	104.814			
			11626.380	16448.521	19902.273
<b>DRESA</b>	GIS = 1.652g	9.143			
			11635.523	16448.758	19911.413
<b>LK9934</b>	A = 89.443				
	Rf= -160.000				
	L = 50.000				
			11685.523	16452.651	19961.207
	XC= 16610.003				
	YC= 19932.216				
	R = -160.000				
	L = 122.449				
			11807.972	16516.609	20062.130
	Rd= -160.000				
	A = 97.980				
	L = 60.000	232.449			
			11867.972	16569.232	20090.760
<b>KMPA</b>	GIS = 72.257g	27.887			
			11895.859	16594.512	20102.532
<b>L254S</b>	A = 44.721				
	Rf= 100.000				
	L = 20.000				
			11915.859	16612.344	20111.570

	XC= 16561.292				
	YC= 20197.556				
	R = 100.000				
	L = 67.777				
			11983.636	16654.978	20162.587
	Rd= 100.000				
	A = 44.721				
	L = 20.000	107.777			
			12003.636	16660.706	20181.741
<b>D4548</b>	GIS = 16.376g	7.644			
			12011.279	16662.650	20189.133
<b>LK9933</b>	A = 84.853				
	Rf= 120.000				
	L = 60.000				
			12071.279	16673.006	20248.063
	XC= 16553.009				
	YC= 20248.932				
	R = 120.000				
	L = 21.612				
			12092.891	16671.221	20269.572
	Rd= 120.000				
	A = 84.853				
	L = 60.000	141.612			
			12152.891	16651.291	20325.989
<b>D89SQA</b>	GIS = 373.080g	32.940			
			12185.831	16637.774	20356.027
<b>LKKKKH</b>	A = 100.399				
	Rf= -120.000				
	L = 84.000				
			12269.831	16612.581	20435.682
	XC= 16732.263				
	YC= 20444.417				
	R = -120.000				
	L = 60.635				
			12330.466	16623.309	20494.707
	Rd= -120.000				

	A = 84.853				
	L = 60.000	204.635			
			12390.466	16657.051	20544.118
<b>D45QW</b>	GIS = 43.445g	192.156			
			12582.622	16778.240	20693.239
<b>LK568S</b>	A = 100.000				
	Rf= 200.000				
	L = 50.000				
			12632.622	16808.110	20733.293
	XC= 16638.386				
	YC= 20839.095				
	R = 200.000				
	L = 80.822				
			12713.444	16836.040	20808.551
	Rd= 200.000				
	A = 100.000				
	L = 50.000	180.822			
			12763.444	16839.534	20858.394
<b>D1212</b>	GIS = 1.803g	39.644			
			12803.088	16840.656	20898.022
<b>LK59S</b>	A = 100.000				
	Rf= -200.000				
	L = 50.000				
			12853.088	16844.150	20947.865
	XC= 17041.804				
	YC= 20917.321				
	R = -200.000				
	L = 42.326				
			12895.414	16854.976	20988.702
	Rd= -200.000				
	A = 100.000				
	L = 50.000	142.326			
			12945.414	16876.632	21033.730
<b>D891Q</b>	GIS = 31.191g	4.752			
			12950.166	16878.868	21037.923
<b>L8297</b>	A = 144.914				

	Rf= -250.000				
	L = 84.000				
			13034.166	16922.428	21109.623
	XC= 17120.240				
	YC= 20956.749				
	R = -250.000				
	L = 137.459				
			13171.625	17031.467	21190.457
	Rd= -250.000				
	A = 144.914				
	L = 84.000	305.459			
			13255.625	17112.733	21211.294
<b>SQX</b>	GIS = 87.585g	60.918			
			13316.543	17172.496	21223.098
<b>LP91</b>	A = 144.914				
	Rf= 250.000				
	L = 84.000				
			13400.543	17253.762	21243.935
	XC= 17164.989				
	YC= 21477.643				
	R = 250.000				
	L = 44.971				
			13445.514	17294.144	21263.589
	Rd= 250.000				
	A = 144.914				
	L = 84.000	212.971			
			13529.514	17360.681	21314.688
<b>DQPN</b>	GIS = 54.743g	57.798			
			13587.312	17404.479	21352.402
<b>LP479</b>	A = 144.914				
	Rf= 250.000				
	L = 84.000				
			13671.312	17464.890	21410.616
	XC= 17272.381				
	YC= 21570.117				
	R = 250.000				
	L = 98.336				

			13769.648	17511.322	21496.581
	Rd= 250.000				
	A = 144.914				
	L = 84.000	266.336			
			13853.648	17526.881	21579.021
<b>DS7Z</b>	GIS = 8.312g	67.094			
			13920.742	17535.616	21645.544
<b>LKJH</b>	A = 173.897				
	Rf= -360.000				
	L = 84.000				
			14004.742	17549.772	21728.291
	XC= 17898.827				
	YC= 21640.194				
	R = -360.000				
	L = 89.286				
			14094.029	17582.079	21811.282
	Rd= -360.000				
	A = 173.897				
	L = 84.000	257.286			
			14178.029	17627.595	21881.822
<b>DF8526</b>	GIS = 38.955g	165.216			
			14343.245	17722.500	22017.060
	<b>LONGUEUR DE L'AXE</b>	<b>14343.245</b>			

PROFILLENLÖNG

<b>PROFIL EN LONG</b>				
<b>ELEM</b>	<b>CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS</b>	<b>LONGUEUR</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>Z</b>
			0.000	74.443
<b>D21</b>	PENTE= -4.259 %	117.863		
			117.863	69.423
<b>PR1</b>	S= 220.0754 Z= 67.2469			
	R = 2400.00	124.273		
			242.137	67.348
<b>D1</b>	PENTE= 0.919 %	560.321		
			802.458	72.499
<b>PE12</b>	S= 779.4771 Z= 72.3932			
	R = 2500.00	54.188		
			856.645	73.584
<b>D7</b>	PENTE= 3.087 %	609.306		
			1465.951	92.392
<b>PON</b>	S= 1391.8696 Z= 91.2484			
	R = 2400.00	90.598		
			1556.549	96.898
<b>D145</b>	PENTE= 6.862 %	345.184		
			1901.733	120.584
<b>ET</b>	S= 2313.4317 Z= 134.7082			
	R = -6000.00	582.685		
			2484.418	132.272
<b>DSQ</b>	PENTE= -2.850 %	525.991		
			3010.408	117.282
<b>YTQXWC</b>	S= 3078.8025 Z= 116.3078			
	R = 2400.00	192.464		
			3202.872	119.515
<b>DGF547</b>	PENTE= 5.170 %	390.599		
			3593.471	139.707
<b>TRQ59</b>	S= 3753.7274 Z= 143.8493			
	R = -3100.00	445.070		
			4038.541	130.766
<b>DSERZ</b>	S= 4286.6045 Z= 119.3701			
	R = 2700.00	272.299		
			4310.840	119.479

<b>DFGEQ</b>	PENTE= 0.898 %	1540.061		
			5850.901	133.303
<b>DE6K5</b>	S= 5913.7339 Z= 133.5847			
	R = -7000.00	322.478		
			6173.379	128.769
<b>DER9</b>	PENTE= -3.709 %	497.282		
			6670.661	110.324
<b>TR8S5</b>	S= 6770.8098 Z= 108.4667			
	R = 2700.00	80.558		
			6751.219	108.538
<b>DF4M5</b>	PENTE= -0.726 %	961.904		
			7713.123	101.558
<b>PIéIé1</b>	S= 7730.5372 Z= 101.4952			
	R = 2400.00	239.420		
			7952.543	111.763
<b>Dé2é2</b>	PENTE= 9.250 %	555.669		
			8508.212	163.164
<b>TF6Q5</b>	S= 8794.9695 Z= 176.4268			
	R = -3100.00	59.156		
			8567.368	168.072
<b>DR25E6</b>	PENTE= 7.342 %	1251.567		
			9818.936	259.961
<b>TER6M</b>	S= 10046.5368 Z= 268.3166			
	R = -3100.00	133.539		
			9952.474	266.890
<b>HFGHFG</b>	PENTE= 3.034 %	1635.321		
			11587.795	316.510
<b>F8é6éT</b>	S= 11681.8578 Z= 317.9369			
	R = -3100.00	276.010		
			11863.805	312.597
<b>N2é248</b>	PENTE= -5.869 %	1356.668		
			13220.473	232.971
<b>VVCB</b>	S= 13038.5260 Z= 238.3104			

	R = -3100.00	142.371		
			13362.844	221.346
<b>BBBB8</b>	PENTE= -10.462 %	980.401		
			14343.245	118.777
<b>LONGUEUR DE L'AXE</b>			<b>14343.245</b>	

ANNEXE

**VOLUME DE TERRASSEMENT**

VOLUMES TERRASSEMENT

N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	REMBLAI
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	CUMULE
1	0.000	1030.7	102.8	1031
2	20.000	222.4	335.3	1253
3	40.000	7.1	501.0	1260
4	60.000	5.2	584.4	1265
5	80.000	595.4	554.9	1861
6	100.000	1495.7	0.0	3357
7	120.000	4143.8	0.0	7500
8	140.000	1790.7	0.0	9291
9	160.000	975.6	0.0	10267
10	180.000	550.2	0.0	10817
11	200.000	362.7	0.0	11180
12	220.000	274.5	0.0	11454
13	240.000	262.9	0.0	11717
14	260.000	225.2	0.0	11942
15	280.000	121.1	107.0	12063
16	300.000	59.9	148.2	12123
17	320.000	0.0	229.9	12123
18	340.000	0.0	358.5	12123
19	360.000	0.0	799.9	12123
20	380.000	0.0	699.9	12123
21	400.000	0.0	182.4	12123
22	420.000	115.9	25.9	12239
23	440.000	181.3	5.2	12420
24	460.000	200.9	12.1	12621
25	480.000	337.6	0.0	12959
26	500.000	374.0	0.0	13333
27	520.000	662.9	0.0	13996
28	540.000	782.8	0.0	14779
29	560.000	812.3	0.0	15591
30	580.000	843.2	0.0	16434
31	600.000	849.4	0.0	17283
32	620.000	818.7	0.0	18102
33	640.000	875.2	0.0	18977
34	660.000	854.5	0.0	19832
35	680.000	655.8	0.0	20488
36	700.000	395.2	0.0	20883
37	720.000	45.4	22.5	20928
38	740.000	246.7	0.0	21175
39	760.000	124.9	0.0	21300
40	780.000	2.1	41.2	21302

41	800.000	0.0	176.8	21302
42	820.000	0.0	281.1	21302
43	840.000	0.0	612.3	21302
44	860.000	7.3	1681.8	21309
45	880.000	0.0	2847.4	21309
46	900.000	0.0	4062.3	21309
47	920.000	0.0	5202.2	21309
48	940.000	0.0	6381.5	21309
49	960.000	0.0	6971.9	21309
50	980.000	0.0	6830.5	21309
51	1000.000	0.0	6224.6	21309
52	1020.000	0.0	5725.8	21309
53	1040.000	0.0	6215.3	21309
54	1060.000	0.0	6777.5	21309
55	1080.000	0.0	6383.2	21309
56	1100.000	0.0	6355.4	21309
57	1120.000	0.0	4847.4	21309
58	1140.000	2.3	1739.6	21312
59	1160.000	117.1	98.3	21429
60	1180.000	489.8	0.0	21918
61	1200.000	708.3	0.0	22627
62	1220.000	764.7	0.0	23391
63	1240.000	562.1	0.2	23954
64	1260.000	347.2	371.7	24301
65	1280.000	64.6	1044.0	24365
66	1300.000	0.0	1509.4	24365
67	1320.000	0.0	1336.2	24365
68	1340.000	0.0	944.8	24365
69	1360.000	64.1	364.0	24429
70	1380.000	332.8	23.6	24762
71	1400.000	440.4	0.0	25203
72	1420.000	293.8	6.5	25496
73	1440.000	267.6	1.7	25764
74	1460.000	241.4	5.3	26005
75	1480.000	147.8	285.3	26153
76	1500.000	59.6	886.5	26213
77	1520.000	133.7	1018.1	26347
78	1540.000	365.5	426.7	26712
79	1560.000	738.6	1.9	27451
80	1580.000	1057.8	0.0	28509
81	1600.000	1258.3	0.0	29767
82	1620.000	1529.9	0.0	31297
83	1640.000	2046.1	0.0	33343

<b>84</b>	1660.000	1411.3	0.0	34754
<b>85</b>	1680.000	490.7	82.3	35245
<b>86</b>	1700.000	6.3	1179.9	35251
<b>87</b>	1720.000	0.0	1908.4	35251
<b>88</b>	1740.000	0.0	2576.4	35251
<b>89</b>	1760.000	0.0	2501.0	35251
<b>90</b>	1780.000	2.7	2153.6	35254
<b>91</b>	1800.000	47.7	1655.4	35302
<b>92</b>	1820.000	204.6	935.1	35506
<b>93</b>	1840.000	613.2	383.8	36119
<b>94</b>	1860.000	1430.7	0.6	37550
<b>95</b>	1880.000	445.1	7.5	37995
<b>96</b>	1900.000	14.4	767.6	38010
<b>97</b>	1920.000	0.0	1573.9	38010
<b>98</b>	1940.000	0.0	1922.3	38010
<b>99</b>	1960.000	20.1	1405.1	38030
<b>100</b>	1980.000	0.0	1605.1	38030
<b>101</b>	2000.000	0.0	3084.2	38030
<b>102</b>	2020.000	0.0	4180.9	38030
<b>103</b>	2040.000	0.0	4726.5	38030
<b>104</b>	2060.000	0.0	4522.4	38030
<b>105</b>	2080.000	0.0	3555.9	38030
<b>106</b>	2100.000	0.0	2551.8	38030
<b>107</b>	2120.000	0.0	2064.2	38030
<b>108</b>	2140.000	0.0	1886.4	38030
<b>109</b>	2160.000	0.0	1415.6	38030
<b>110</b>	2180.000	127.0	303.2	38157
<b>111</b>	2200.000	535.4	138.5	38692
<b>112</b>	2220.000	340.3	138.2	39032
<b>113</b>	2240.000	82.0	425.4	39114
<b>114</b>	2260.000	374.7	401.1	39489
<b>115</b>	2280.000	1651.0	84.1	41140
<b>116</b>	2300.000	2528.0	0.0	43668
<b>117</b>	2320.000	3648.7	0.0	47317
<b>118</b>	2340.000	5512.2	0.0	52829
<b>119</b>	2360.000	6615.7	0.0	59445
<b>120</b>	2380.000	6559.3	0.0	66004
<b>121</b>	2400.000	8593.5	0.0	74598
<b>122</b>	2420.000	7620.1	0.0	82218
<b>123</b>	2440.000	3690.3	0.0	85908
<b>124</b>	2460.000	854.0	106.2	86762
<b>125</b>	2480.000	0.0	1387.4	86762
<b>126</b>	2500.000	0.0	3696.4	86762

<b>127</b>	2520.000	463.8	6331.4	87226
<b>128</b>	2540.000	0.0	7136.7	87226
<b>129</b>	2560.000	0.0	8236.9	87226
<b>130</b>	2580.000	0.0	8398.2	87226
<b>131</b>	2600.000	0.0	6877.3	87226
<b>132</b>	2620.000	0.0	4361.1	87226
<b>133</b>	2640.000	0.0	1884.4	87226
<b>134</b>	2660.000	401.4	605.1	87627
<b>135</b>	2680.000	2005.3	0.0	89632
<b>136</b>	2700.000	5377.7	0.0	95010
<b>137</b>	2720.000	8436.0	0.0	103446
<b>138</b>	2740.000	9809.5	0.0	113256
<b>139</b>	2760.000	8813.8	0.0	122069
<b>140</b>	2780.000	6306.9	0.0	128376
<b>141</b>	2800.000	2929.5	0.0	131306
<b>142</b>	2820.000	544.3	2.6	131850
<b>143</b>	2840.000	0.0	2555.0	131850
<b>144</b>	2860.000	0.0	7300.1	131850
<b>145</b>	2880.000	0.0	10672.6	131850
<b>146</b>	2900.000	0.0	10952.9	131850
<b>147</b>	2920.000	0.0	8225.7	131850
<b>148</b>	2940.000	0.0	4806.7	131850
<b>149</b>	2960.000	0.0	2232.6	131850
<b>150</b>	2980.000	2.6	226.1	131853
<b>151</b>	3000.000	1925.8	0.0	133779
<b>152</b>	3020.000	4530.5	0.0	138309
<b>153</b>	3040.000	7664.0	0.0	145973
<b>154</b>	3060.000	11115.8	0.0	157089
<b>155</b>	3080.000	12763.9	0.0	169853
<b>156</b>	3100.000	13517.3	0.0	183370
<b>157</b>	3120.000	13629.1	0.0	196999
<b>158</b>	3140.000	13815.0	0.0	210814
<b>159</b>	3160.000	14216.9	0.0	225031
<b>160</b>	3180.000	14941.0	0.0	239972
<b>161</b>	3200.000	15129.7	0.0	255102
<b>162</b>	3220.000	15612.2	0.0	270714
<b>163</b>	3240.000	15089.9	0.0	285804
<b>164</b>	3260.000	13927.5	0.0	299731
<b>165</b>	3280.000	11980.7	0.0	311712
<b>166</b>	3300.000	8842.0	0.0	320554
<b>167</b>	3320.000	6598.1	0.0	327152
<b>168</b>	3340.000	5058.0	0.0	332210
<b>169</b>	3360.000	2742.6	0.6	334953

<b>170</b>	3380.000	888.6	424.2	335841
<b>171</b>	3400.000	0.0	1586.9	335841
<b>172</b>	3420.000	0.0	3341.0	335841
<b>173</b>	3440.000	0.0	4813.3	335841
<b>174</b>	3460.000	0.0	5747.6	335841
<b>175</b>	3480.000	0.0	6397.7	335841
<b>176</b>	3500.000	0.0	7086.7	335841
<b>177</b>	3520.000	0.0	7435.8	335841
<b>178</b>	3540.000	0.0	7927.5	335841
<b>179</b>	3560.000	0.0	7706.8	335841
<b>180</b>	3580.000	0.0	7171.4	335841
<b>181</b>	3600.000	0.0	6219.6	335841
<b>182</b>	3620.000	0.0	4696.5	335841
<b>183</b>	3640.000	0.0	2850.7	335841
<b>184</b>	3660.000	0.0	1333.4	335841
<b>185</b>	3680.000	17.4	818.9	335859
<b>186</b>	3700.000	446.9	289.6	336306
<b>187</b>	3720.000	1590.9	0.0	337897
<b>188</b>	3740.000	3474.7	0.0	341371
<b>189</b>	3760.000	5376.3	0.0	346748
<b>190</b>	3780.000	8277.7	0.0	355025
<b>191</b>	3800.000	10981.1	0.0	366006
<b>192</b>	3820.000	11288.3	0.0	377295
<b>193</b>	3840.000	7689.5	0.0	384984
<b>194</b>	3860.000	3462.5	0.0	388446
<b>195</b>	3880.000	547.7	23.6	388994
<b>196</b>	3900.000	0.0	1612.7	388994
<b>197</b>	3920.000	0.0	3502.4	388994
<b>198</b>	3940.000	0.0	4610.5	388994
<b>199</b>	3960.000	0.0	5007.9	388994
<b>200</b>	3980.000	0.0	4987.2	388994
<b>201</b>	4000.000	0.0	4147.2	388994
<b>202</b>	4020.000	0.0	2708.4	388994
<b>203</b>	4040.000	0.0	1435.2	388994
<b>204</b>	4060.000	434.7	66.5	389429
<b>205</b>	4080.000	2986.5	0.0	392415
<b>206</b>	4100.000	5836.0	0.0	398251
<b>207</b>	4120.000	5864.7	0.0	404116
<b>208</b>	4140.000	4850.0	0.0	408966
<b>209</b>	4160.000	2503.0	0.0	411469
<b>210</b>	4180.000	1118.8	83.9	412588
<b>211</b>	4200.000	825.7	152.3	413414
<b>212</b>	4220.000	1221.1	89.8	414635

<b>213</b>	4240.000	1525.6	4.6	416160
<b>214</b>	4260.000	2879.4	0.0	419040
<b>215</b>	4280.000	4432.4	0.0	423472
<b>216</b>	4300.000	5476.8	0.0	428949
<b>217</b>	4320.000	5975.7	0.0	434925
<b>218</b>	4340.000	5748.3	0.0	440673
<b>219</b>	4360.000	4997.5	0.0	445670
<b>220</b>	4380.000	2654.5	0.0	448325
<b>221</b>	4400.000	1054.3	531.3	449379
<b>222</b>	4420.000	25.1	786.6	449404
<b>223</b>	4440.000	173.5	517.2	449578
<b>224</b>	4460.000	0.0	1393.7	449578
<b>225</b>	4480.000	0.0	2507.0	449578
<b>226</b>	4500.000	0.0	4606.4	449578
<b>227</b>	4520.000	0.0	7357.5	449578
<b>228</b>	4540.000	0.0	9628.9	449578
<b>229</b>	4560.000	0.0	12184.3	449578
<b>230</b>	4580.000	0.0	13333.1	449578
<b>231</b>	4600.000	0.0	13839.3	449578
<b>232</b>	4620.000	0.0	14104.2	449578
<b>233</b>	4640.000	0.0	14062.2	449578
<b>234</b>	4660.000	0.0	13135.8	449578
<b>235</b>	4680.000	0.0	11855.2	449578
<b>236</b>	4700.000	0.0	8948.1	449578
<b>237</b>	4720.000	0.0	6808.0	449578
<b>238</b>	4740.000	0.0	4450.0	449578
<b>239</b>	4760.000	0.0	2373.1	449578
<b>240</b>	4780.000	123.2	668.5	449701
<b>241</b>	4800.000	932.2	0.0	450633
<b>242</b>	4820.000	2103.6	0.0	452737
<b>243</b>	4840.000	3978.6	0.0	456715
<b>244</b>	4860.000	4720.5	0.0	461436
<b>245</b>	4880.000	4949.3	0.0	466385
<b>246</b>	4900.000	5283.1	0.0	471668
<b>247</b>	4920.000	5374.7	0.0	477043
<b>248</b>	4940.000	5736.3	0.0	482779
<b>249</b>	4960.000	6584.9	0.0	489364
<b>250</b>	4980.000	4696.5	0.0	494061
<b>251</b>	5000.000	2490.8	0.0	496552
<b>252</b>	5020.000	1740.0	0.0	498292
<b>253</b>	5040.000	1882.5	0.0	500174
<b>254</b>	5060.000	2355.7	0.0	502530
<b>255</b>	5080.000	3223.7	0.0	505754

256	5100.000	4335.0	0.0	510089
257	5120.000	5010.2	0.0	515099
258	5140.000	5178.9	0.0	520278
259	5160.000	4954.4	0.0	525232
260	5180.000	3631.4	0.0	528863
261	5200.000	1906.1	0.0	530770
262	5220.000	926.9	10.1	531696
263	5240.000	552.8	20.6	532249
264	5260.000	245.8	78.0	532495
265	5280.000	560.7	125.1	533056
266	5300.000	1013.2	12.4	534069
267	5320.000	1416.0	4.6	535485
268	5340.000	1389.4	0.0	536874
269	5360.000	925.7	5.1	537800
270	5380.000	452.8	139.1	538253
271	5400.000	197.2	336.3	538450
272	5420.000	252.6	242.5	538703
273	5440.000	443.3	123.8	539146
274	5460.000	1143.6	10.5	540289
275	5480.000	900.5	58.1	541190
276	5500.000	655.9	112.2	541846
277	5520.000	804.7	51.8	542651
278	5540.000	1006.0	3.5	543657
279	5560.000	1760.5	0.0	545417
280	5580.000	2814.0	0.0	548231
281	5600.000	4107.8	0.0	552339
282	5620.000	6802.7	0.0	559142
283	5640.000	6917.5	0.0	566059
284	5660.000	3590.7	0.0	569650
285	5680.000	2667.0	0.0	572317
286	5700.000	1922.8	0.0	574240
287	5720.000	1737.7	0.0	575977
288	5740.000	1731.4	0.0	577709
289	5760.000	2052.1	0.0	579761
290	5780.000	2421.9	0.0	582183
291	5800.000	3078.7	0.0	585261
292	5820.000	2265.4	0.0	587527
293	5840.000	2665.5	248.0	590192
294	5860.000	467.0	583.8	590659
295	5880.000	1214.0	538.6	591873
296	5900.000	1686.1	342.1	593559
297	5920.000	2562.0	116.4	596121
298	5940.000	773.6	145.5	596895

<b>299</b>	5960.000	783.0	213.6	597678
<b>300</b>	5980.000	3172.8	306.7	600851
<b>301</b>	6000.000	22.8	442.2	600874
<b>302</b>	6020.000	0.3	1380.8	600874
<b>303</b>	6040.000	220.1	2269.5	601094
<b>304</b>	6060.000	0.0	3809.8	601094
<b>305</b>	6080.000	0.0	5826.1	601094
<b>306</b>	6100.000	0.0	7467.5	601094
<b>307</b>	6120.000	0.0	6086.5	601094
<b>308</b>	6140.000	0.0	7660.8	601094
<b>309</b>	6160.000	0.0	6541.8	601094
<b>310</b>	6180.000	0.0	4680.7	601094
<b>311</b>	6200.000	0.0	3406.4	601094
<b>312</b>	6220.000	0.0	3102.3	601094
<b>313</b>	6240.000	0.0	3882.6	601094
<b>314</b>	6260.000	0.0	4583.3	601094
<b>315</b>	6280.000	0.0	5028.2	601094
<b>316</b>	6300.000	0.0	4547.1	601094
<b>317</b>	6320.000	0.0	851.3	601094
<b>318</b>	6340.000	0.0	3449.7	601094
<b>319</b>	6360.000	0.0	2849.6	601094
<b>320</b>	6380.000	0.0	1991.7	601094
<b>321</b>	6400.000	0.0	641.4	601094
<b>322</b>	6420.000	326.8	0.0	601421
<b>323</b>	6440.000	1508.9	0.0	602930
<b>324</b>	6460.000	3021.8	0.0	605951
<b>325</b>	6480.000	4366.2	0.0	610318
<b>326</b>	6500.000	2803.5	0.0	613121
<b>327</b>	6520.000	2302.8	0.0	615424
<b>328</b>	6540.000	2892.5	0.0	618317
<b>329</b>	6560.000	4323.6	0.0	622640
<b>330</b>	6580.000	5472.0	0.0	628112
<b>331</b>	6600.000	4970.6	0.0	633083
<b>332</b>	6620.000	3734.1	0.0	636817
<b>333</b>	6640.000	2981.9	0.0	639799
<b>334</b>	6660.000	3250.6	0.0	643049
<b>335</b>	6680.000	2341.6	0.0	645391
<b>336</b>	6700.000	722.3	0.0	646113
<b>337</b>	6720.000	0.0	954.2	646113
<b>338</b>	6740.000	0.0	3033.5	646113
<b>339</b>	6760.000	0.0	5391.0	646113
<b>340</b>	6780.000	0.0	5135.4	646113
<b>341</b>	6800.000	0.0	4200.6	646113

342	6820.000	0.0	2954.0	646113
343	6840.000	0.0	4336.7	646113
344	6860.000	0.0	5764.4	646113
345	6880.000	0.0	6697.9	646113
346	6900.000	0.0	7522.6	646113
347	6920.000	0.0	8115.1	646113
348	6940.000	0.0	8473.6	646113
349	6960.000	0.0	7721.8	646113
350	6980.000	0.0	6728.0	646113
351	7000.000	0.0	5942.1	646113
352	7020.000	0.0	5039.6	646113
353	7040.000	0.0	3436.9	646113
354	7060.000	0.0	2048.6	646113
355	7080.000	124.1	1101.5	646237
356	7100.000	244.3	736.4	646482
357	7120.000	828.1	104.1	647310
358	7140.000	1362.1	107.4	648672
359	7160.000	960.7	9.9	649632
360	7180.000	149.3	369.4	649782
361	7200.000	0.0	1132.7	649782
362	7220.000	0.0	1433.8	649782
363	7240.000	0.0	1314.5	649782
364	7260.000	0.0	1047.0	649782
365	7280.000	0.0	926.4	649782
366	7300.000	0.0	887.9	649782
367	7320.000	0.0	966.3	649782
368	7340.000	61075.7	912.5	710857
369	7360.000	40509.6	1408.8	751367
370	7380.000	0.0	1826.5	751367
371	7400.000	0.0	1786.3	751367
372	7420.000	0.0	1764.3	751367
373	7440.000	0.0	1627.4	751367
374	7460.000	0.0	1412.3	751367
375	7480.000	0.0	1166.2	751367
376	7500.000	0.0	773.0	751367
377	7520.000	0.0	307.7	751367
378	7540.000	413.9	34.0	751781
379	7560.000	714.6	3.5	752495
380	7580.000	977.1	0.0	753472
381	7600.000	1009.1	0.0	754481
382	7620.000	1896.0	0.0	756378
383	7640.000	3180.2	0.0	759558
384	7660.000	4361.3	0.0	763919

<b>385</b>	7680.000	4776.5	0.0	768695
<b>386</b>	7700.000	4667.3	0.0	773363
<b>387</b>	7720.000	4488.1	0.0	777851
<b>388</b>	7740.000	5380.9	0.0	783232
<b>389</b>	7760.000	7359.4	0.0	790591
<b>390</b>	7780.000	9652.4	0.0	800243
<b>391</b>	7800.000	8135.9	0.0	808379
<b>392</b>	7820.000	8766.2	0.0	817146
<b>393</b>	7840.000	10059.1	0.0	827205
<b>394</b>	7860.000	10938.2	0.0	838143
<b>395</b>	7880.000	11634.4	0.0	849777
<b>396</b>	7900.000	12467.5	0.0	862245
<b>397</b>	7920.000	13820.6	0.0	876065
<b>398</b>	7940.000	15305.9	0.0	891371
<b>399</b>	7960.000	16670.3	0.0	908042
<b>400</b>	7980.000	18061.5	0.0	926103
<b>401</b>	8000.000	19427.8	0.0	945531
<b>402</b>	8020.000	21067.6	0.0	966598
<b>403</b>	8040.000	21711.8	0.0	988310
<b>404</b>	8060.000	20299.5	0.0	1008610
<b>405</b>	8080.000	18419.1	0.0	1027029
<b>406</b>	8100.000	17033.7	0.0	1044062
<b>407</b>	8120.000	16739.9	0.0	1060802
<b>408</b>	8140.000	17186.4	0.0	1077989
<b>409</b>	8160.000	17553.9	0.0	1095543
<b>410</b>	8180.000	17667.8	0.0	1113210
<b>411</b>	8200.000	17174.4	0.0	1130385
<b>412</b>	8220.000	16313.1	0.0	1146698
<b>413</b>	8240.000	13901.8	0.0	1160600
<b>414</b>	8260.000	12913.9	0.0	1173514
<b>415</b>	8280.000	12973.8	0.0	1186488
<b>416</b>	8300.000	14299.8	0.0	1200787
<b>417</b>	8320.000	16284.7	0.0	1217072
<b>418</b>	8340.000	15787.7	0.0	1232860
<b>419</b>	8360.000	14320.6	0.0	1247180
<b>420</b>	8380.000	13728.2	0.0	1260909
<b>421</b>	8400.000	11567.0	0.0	1272476
<b>422</b>	8420.000	10616.9	0.0	1283092
<b>423</b>	8440.000	9515.4	0.0	1292608
<b>424</b>	8460.000	6025.4	0.0	1298633
<b>425</b>	8480.000	4993.9	0.0	1303627
<b>426</b>	8500.000	4941.4	0.0	1308568
<b>427</b>	8520.000	3212.2	0.0	1311781

428	8540.000	1827.5	150.8	1313608
429	8560.000	895.1	345.3	1314503
430	8580.000	2963.7	0.0	1317467
431	8600.000	9791.9	0.0	1327259
432	8620.000	9042.3	0.0	1336301
433	8640.000	6950.6	0.0	1343252
434	8660.000	5153.0	0.0	1348405
435	8680.000	2732.0	0.0	1351137
436	8700.000	1382.2	0.0	1352519
437	8720.000	1477.2	6.7	1353996
438	8740.000	329.4	379.7	1354326
439	8760.000	0.0	1822.1	1354326
440	8780.000	0.0	3608.7	1354326
441	8800.000	0.0	5741.1	1354326
442	8820.000	0.0	7339.4	1354326
443	8840.000	0.0	8264.2	1354326
444	8860.000	0.0	9540.0	1354326
445	8880.000	0.0	10391.4	1354326
446	8900.000	0.0	10911.0	1354326
447	8920.000	0.0	11671.6	1354326
448	8940.000	0.0	12596.1	1354326
449	8960.000	0.0	13362.9	1354326
450	8980.000	0.0	13158.2	1354326
451	9000.000	0.0	12903.9	1354326
452	9020.000	0.0	12680.8	1354326
453	9040.000	0.0	12136.1	1354326
454	9060.000	0.0	11610.7	1354326
455	9080.000	0.0	10006.7	1354326
456	9100.000	0.0	8042.9	1354326
457	9120.000	0.0	6800.0	1354326
458	9140.000	0.0	5500.9	1354326
459	9160.000	0.0	4034.2	1354326
460	9180.000	0.0	5508.4	1354326
461	9200.000	0.0	7098.1	1354326
462	9220.000	0.0	8710.7	1354326
463	9240.000	0.0	9815.3	1354326
464	9260.000	0.0	10664.2	1354326
465	9280.000	0.0	11251.6	1354326
466	9300.000	0.0	11476.4	1354326
467	9320.000	0.0	11286.3	1354326
468	9340.000	0.0	10612.6	1354326
469	9360.000	0.0	10322.3	1354326
470	9380.000	0.0	9977.5	1354326

<b>471</b>	9400.000	0.0	9451.1	1354326
<b>472</b>	9420.000	0.0	9236.8	1354326
<b>473</b>	9440.000	0.0	8295.3	1354326
<b>474</b>	9460.000	0.0	8154.1	1354326
<b>475</b>	9480.000	0.0	8234.8	1354326
<b>476</b>	9500.000	0.0	8315.4	1354326
<b>477</b>	9520.000	0.0	8077.5	1354326
<b>478</b>	9540.000	0.0	7661.0	1354326
<b>479</b>	9560.000	0.0	6860.2	1354326
<b>480</b>	9580.000	0.0	6092.7	1354326
<b>481</b>	9600.000	0.0	5523.4	1354326
<b>482</b>	9620.000	0.0	6781.5	1354326
<b>483</b>	9640.000	0.0	7008.6	1354326
<b>484</b>	9660.000	0.0	6544.8	1354326
<b>485</b>	9680.000	0.0	6400.8	1354326
<b>486</b>	9700.000	0.0	5714.7	1354326
<b>487</b>	9720.000	0.0	5005.7	1354326
<b>488</b>	9740.000	0.0	4361.7	1354326
<b>489</b>	9760.000	0.0	3761.6	1354326
<b>490</b>	9780.000	0.0	3319.6	1354326
<b>491</b>	9800.000	0.0	2649.1	1354326
<b>492</b>	9820.000	0.0	2021.5	1354326
<b>493</b>	9840.000	0.0	1395.4	1354326
<b>494</b>	9860.000	0.0	875.0	1354326
<b>495</b>	9880.000	0.0	379.3	1354326
<b>496</b>	9900.000	0.0	151.0	1354326
<b>497</b>	9920.000	51.8	7.6	1354377
<b>498</b>	9940.000	508.0	0.0	1354885
<b>499</b>	9960.000	1092.9	0.0	1355978
<b>500</b>	9980.000	1359.6	0.0	1357338
<b>501</b>	10000.000	1716.7	0.0	1359055
<b>502</b>	10020.000	2206.3	0.0	1361261
<b>503</b>	10040.000	3321.1	0.0	1364582
<b>504</b>	10060.000	4160.0	0.0	1368742
<b>505</b>	10080.000	5048.5	0.0	1373791
<b>506</b>	10100.000	5019.2	0.0	1378810
<b>507</b>	10120.000	4765.0	0.0	1383575
<b>508</b>	10140.000	4511.5	0.0	1388086
<b>509</b>	10160.000	3944.9	0.0	1392031
<b>510</b>	10180.000	3343.3	0.0	1395374
<b>511</b>	10200.000	2231.7	0.0	1397606
<b>512</b>	10220.000	1654.3	0.0	1399261
<b>513</b>	10240.000	1426.0	0.0	1400687

514	10260.000	1021.1	0.0	1401708
515	10280.000	895.1	3.7	1402603
516	10300.000	618.7	66.2	1403221
517	10320.000	159.6	290.9	1403381
518	10340.000	0.0	864.2	1403381
519	10360.000	0.0	1779.0	1403381
520	10380.000	0.0	2845.5	1403381
521	10400.000	0.0	3927.4	1403381
522	10420.000	0.0	5050.2	1403381
523	10440.000	0.0	6241.5	1403381
524	10460.000	0.0	6993.8	1403381
525	10480.000	0.0	7404.5	1403381
526	10500.000	0.0	7531.8	1403381
527	10520.000	0.0	7413.7	1403381
528	10540.000	0.0	7097.1	1403381
529	10560.000	0.0	6608.0	1403381
530	10580.000	0.0	6703.3	1403381
531	10600.000	0.0	6191.3	1403381
532	10620.000	0.0	6231.3	1403381
533	10640.000	0.0	5438.6	1403381
534	10660.000	0.0	4867.2	1403381
535	10680.000	0.0	4405.4	1403381
536	10700.000	0.0	4584.4	1403381
537	10720.000	0.0	4112.9	1403381
538	10740.000	0.0	4101.2	1403381
539	10760.000	0.0	4427.2	1403381
540	10780.000	0.0	5310.8	1403381
541	10800.000	0.0	6565.6	1403381
542	10820.000	0.0	8103.8	1403381
543	10840.000	0.0	10001.9	1403381
544	10860.000	0.0	9668.4	1403381
545	10880.000	0.0	9493.8	1403381
546	10900.000	0.0	9172.9	1403381
547	10920.000	0.0	8855.0	1403381
548	10940.000	161.0	9563.2	1403542
549	10960.000	17824.5	8726.2	1421367
550	10980.000	0.0	8709.5	1421367
551	11000.000	0.0	5605.3	1421367
552	11020.000	0.0	3786.8	1421367
553	11040.000	0.0	3355.0	1421367
554	11060.000	0.0	2808.2	1421367
555	11080.000	0.0	3238.9	1421367
556	11100.000	0.0	5048.4	1421367

557	11120.000	0.0	6096.3	1421367
558	11140.000	0.0	6167.6	1421367
559	11160.000	0.0	6978.0	1421367
560	11180.000	0.0	6920.5	1421367
561	11200.000	0.0	5226.5	1421367
562	11220.000	0.0	3063.6	1421367
563	11240.000	9.5	1328.6	1421376
564	11260.000	0.0	698.1	1421376
565	11280.000	30.0	1012.0	1421406
566	11300.000	232.9	1202.8	1421639
567	11320.000	640.4	722.6	1422279
568	11340.000	5295.3	0.0	1427575
569	11360.000	14718.2	0.0	1442293
570	11380.000	14420.5	0.0	1456713
571	11400.000	7675.3	0.0	1464389
572	11420.000	1883.0	0.0	1466272
573	11440.000	86.8	1696.4	1466358
574	11460.000	0.0	3514.9	1466358
575	11480.000	0.0	4368.4	1466358
576	11500.000	0.0	3838.5	1466358
577	11520.000	0.0	3126.2	1466358
578	11540.000	62.9	2747.7	1466421
579	11560.000	19.1	2670.2	1466440
580	11580.000	198.6	1423.9	1466639
581	11600.000	42374.7	0.0	1509014
582	11620.000	458.7	379.9	1509472
583	11640.000	0.0	3409.3	1509472
584	11660.000	0.0	3778.4	1509472
585	11680.000	0.0	4812.5	1509472
586	11700.000	0.0	7602.6	1509472
587	11720.000	0.0	10129.7	1509472
588	11740.000	0.0	12144.0	1509472
589	11760.000	0.0	11147.0	1509472
590	11780.000	0.0	10867.5	1509472
591	11800.000	0.0	9769.9	1509472
592	11820.000	0.0	8265.4	1509472
593	11840.000	0.0	7064.6	1509472
594	11860.000	0.0	6557.0	1509472
595	11880.000	0.0	5789.1	1509472
596	11900.000	0.0	5876.8	1509472
597	11920.000	0.0	5246.6	1509472
598	11940.000	0.0	3726.0	1509472
599	11960.000	0.0	2390.2	1509472

600	11980.000	0.0	2755.4	1509472
601	12000.000	0.0	3991.1	1509472
602	12020.000	0.0	5958.0	1509472
603	12040.000	0.0	7123.2	1509472
604	12060.000	0.0	8372.2	1509472
605	12080.000	0.0	9478.3	1509472
606	12100.000	0.0	9929.2	1509472
607	12120.000	0.0	9877.7	1509472
608	12140.000	0.0	9173.5	1509472
609	12160.000	0.0	9014.6	1509472
610	12180.000	0.0	8120.4	1509472
611	12200.000	0.0	7155.2	1509472
612	12220.000	0.0	6616.1	1509472
613	12240.000	0.0	6837.3	1509472
614	12260.000	0.0	6906.2	1509472
615	12280.000	0.0	5847.0	1509472
616	12300.000	0.0	4858.5	1509472
617	12320.000	0.0	4245.2	1509472
618	12340.000	0.0	3408.4	1509472
619	12360.000	0.0	2633.7	1509472
620	12380.000	0.0	1959.1	1509472
621	12400.000	0.0	1581.9	1509472
622	12420.000	0.0	1260.6	1509472
623	12440.000	26.1	911.9	1509498
624	12460.000	22.4	597.8	1509521
625	12480.000	0.0	589.3	1509521
626	12500.000	0.0	614.9	1509521
627	12520.000	0.0	453.6	1509521
628	12540.000	0.0	314.1	1509521
629	12560.000	0.0	386.0	1509521
630	12580.000	0.0	680.5	1509521
631	12600.000	0.0	993.7	1509521
632	12620.000	0.0	898.0	1509521
633	12640.000	34.6	105.2	1509555
634	12660.000	393.9	82.7	1509949
635	12680.000	180.0	294.1	1510129
636	12700.000	0.0	1099.9	1510129
637	12720.000	0.0	1986.7	1510129
638	12740.000	0.0	2105.0	1510129
639	12760.000	0.0	2023.2	1510129
640	12780.000	0.0	2293.7	1510129
641	12800.000	0.0	2365.3	1510129
642	12820.000	0.0	2379.7	1510129

<b>643</b>	12840.000	0.0	2343.9	1510129
<b>644</b>	12860.000	34.1	2013.7	1510163
<b>645</b>	12880.000	0.0	3795.1	1510163
<b>646</b>	12900.000	0.0	5246.0	1510163
<b>647</b>	12920.000	0.0	5007.5	1510163
<b>648</b>	12940.000	0.0	5340.8	1510163
<b>649</b>	12960.000	0.0	6349.3	1510163
<b>650</b>	12980.000	0.0	8484.8	1510163
<b>651</b>	13000.000	0.0	9079.9	1510163
<b>652</b>	13020.000	0.0	10478.1	1510163
<b>653</b>	13040.000	0.0	11264.7	1510163
<b>654</b>	13060.000	0.0	12230.5	1510163
<b>655</b>	13080.000	0.0	11911.2	1510163
<b>656</b>	13100.000	0.0	11624.9	1510163
<b>657</b>	13120.000	0.0	10890.0	1510163
<b>658</b>	13140.000	0.0	9329.5	1510163
<b>659</b>	13160.000	0.0	7591.6	1510163
<b>660</b>	13180.000	418.7	7182.0	1510582
<b>661</b>	13200.000	0.0	5235.4	1510582
<b>662</b>	13220.000	0.0	4195.9	1510582
<b>663</b>	13240.000	0.0	5180.6	1510582
<b>664</b>	13260.000	0.0	7006.2	1510582
<b>665</b>	13280.000	0.0	8023.7	1510582
<b>666</b>	13300.000	0.0	9562.7	1510582
<b>667</b>	13320.000	0.0	10575.1	1510582
<b>668</b>	13340.000	0.0	10126.9	1510582
<b>669</b>	13360.000	0.0	8533.8	1510582
<b>670</b>	13380.000	0.0	7003.6	1510582
<b>671</b>	13400.000	0.0	5005.1	1510582
<b>672</b>	13420.000	0.0	6368.6	1510582
<b>673</b>	13440.000	0.0	8085.3	1510582
<b>674</b>	13460.000	0.0	9580.4	1510582
<b>675</b>	13480.000	0.0	12345.0	1510582
<b>676</b>	13500.000	0.0	15125.6	1510582
<b>677</b>	13520.000	0.0	17512.0	1510582
<b>678</b>	13540.000	0.0	17960.3	1510582
<b>679</b>	13560.000	0.0	16372.2	1510582
<b>680</b>	13580.000	0.0	16161.2	1510582
<b>681</b>	13600.000	0.0	16265.8	1510582
<b>682</b>	13620.000	0.0	16125.5	1510582
<b>683</b>	13640.000	0.0	16960.3	1510582
<b>684</b>	13660.000	0.0	18279.4	1510582
<b>685</b>	13680.000	0.0	18473.4	1510582




VOLUMES CHAUSSEE

VOLUMES CHAUSSEE

<b>N°</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>FORME</b>	<b>BASE</b>	<b>CHAUSSEE</b>	<b>ACCOTE</b>
<b>PROF</b>	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0.000	84.8	40.3	9.8	4.1
2	20.000	169.6	80.5	19.6	8.2
3	40.000	161.9	79.9	19.6	8.2
4	60.000	167.0	79.9	19.6	8.0
5	80.000	167.0	79.9	19.6	8.0
6	100.000	169.6	80.5	19.6	8.2
7	120.000	169.6	80.5	19.6	8.2
8	140.000	169.6	80.5	19.6	8.2
9	160.000	169.6	80.5	19.6	8.2
10	180.000	169.6	80.5	19.6	8.2
11	200.000	169.6	80.5	19.6	8.2
12	220.000	169.6	80.5	19.6	8.2
13	240.000	169.6	80.5	19.6	8.2
14	260.000	169.6	80.5	19.6	8.2
15	280.000	167.0	79.9	19.6	8.1
16	300.000	167.0	79.9	19.6	8.0
17	320.000	164.3	79.9	19.6	8.0
18	340.000	158.6	78.8	19.6	8.0
19	360.000	164.5	79.3	19.6	7.9
20	380.000	164.5	79.3	19.6	7.9
21	400.000	166.9	79.9	19.6	8.0
22	420.000	159.6	79.0	19.6	7.9
23	440.000	168.3	80.5	19.6	8.2
24	460.000	166.6	80.5	19.6	8.2
25	480.000	169.6	80.5	19.6	8.2
26	500.000	169.6	80.5	19.6	8.2
27	520.000	169.6	80.5	19.6	8.2
28	540.000	169.6	80.5	19.6	8.2
29	560.000	169.6	80.5	19.6	8.2
30	580.000	169.6	80.5	19.6	8.2
31	600.000	169.6	80.5	19.6	8.2
32	620.000	169.6	80.5	19.6	8.2
33	640.000	169.6	80.5	19.6	8.2
34	660.000	169.6	80.5	19.6	8.2
35	680.000	169.6	80.5	19.6	8.2
36	700.000	169.6	80.5	19.6	8.2
37	720.000	166.7	80.5	19.6	8.2
38	740.000	169.6	80.5	19.6	8.2
39	760.000	169.6	80.5	19.6	8.2
40	780.000	166.9	80.5	19.6	8.2
41	800.000	163.8	79.9	19.6	8.1

42	820.000	160.0	79.4	19.6	8.1
43	840.000	164.5	79.3	19.6	7.9
44	860.000	167.0	79.9	19.6	8.1
45	880.000	164.5	79.3	19.6	7.9
46	900.000	164.5	79.3	19.6	7.9
47	920.000	164.5	79.3	19.6	7.9
48	940.000	164.5	79.3	19.6	7.9
49	960.000	164.5	79.3	19.6	7.9
50	980.000	164.5	79.3	19.6	7.9
51	1000.000	164.5	79.3	19.6	7.9
52	1020.000	164.5	79.3	19.6	7.9
53	1040.000	164.5	79.3	19.6	7.9
54	1060.000	164.5	79.3	19.6	7.9
55	1080.000	164.5	79.3	19.6	7.9
56	1100.000	164.5	79.3	19.6	7.9
57	1120.000	164.5	79.3	19.6	7.9
58	1140.000	167.1	79.9	19.6	8.1
59	1160.000	167.1	79.9	19.6	8.1
60	1180.000	169.6	80.5	19.6	8.2
61	1200.000	169.6	80.5	19.6	8.2
62	1220.000	169.6	80.5	19.6	8.2
63	1240.000	169.5	80.5	19.6	8.2
64	1260.000	167.0	79.9	19.6	8.0
65	1280.000	167.0	79.9	19.6	8.0
66	1300.000	166.5	79.9	19.6	8.0
67	1320.000	161.1	79.7	19.6	8.0
68	1340.000	167.0	79.9	19.6	8.0
69	1360.000	167.0	79.9	19.6	8.0
70	1380.000	159.4	78.8	19.6	7.8
71	1400.000	169.6	80.5	19.6	8.2
72	1420.000	166.7	80.5	19.6	8.2
73	1440.000	167.3	80.5	19.6	8.2
74	1460.000	162.4	80.0	19.6	8.2
75	1480.000	167.0	79.9	19.6	8.1
76	1500.000	167.0	79.9	19.6	8.1
77	1520.000	167.0	79.9	19.6	8.1
78	1540.000	167.0	79.9	19.6	8.1
79	1560.000	166.2	80.5	19.6	8.2
80	1580.000	169.6	80.5	19.6	8.2
81	1600.000	169.6	80.5	19.6	8.2
82	1620.000	169.6	80.5	19.6	8.2
83	1640.000	169.6	80.5	19.6	8.2
84	1660.000	169.6	80.5	19.6	8.2

85	1680.000	167.0	79.9	19.6	8.0
86	1700.000	167.0	79.9	19.6	8.0
87	1720.000	157.2	78.3	19.6	7.8
88	1740.000	164.5	79.3	19.6	7.9
89	1760.000	165.7	79.9	19.6	8.0
90	1780.000	167.0	79.9	19.6	8.1
91	1800.000	167.0	79.9	19.6	8.1
92	1820.000	167.0	79.9	19.6	8.1
93	1840.000	167.0	79.9	19.6	8.1
94	1860.000	168.9	80.5	19.6	8.2
95	1880.000	167.1	80.5	19.6	8.2
96	1900.000	167.0	79.9	19.6	8.1
97	1920.000	161.3	79.8	19.6	8.1
98	1940.000	159.6	79.3	19.6	8.1
99	1960.000	167.0	79.9	19.6	8.1
100	1980.000	164.5	79.3	19.6	7.9
101	2000.000	164.5	79.3	19.6	7.9
102	2020.000	164.5	79.3	19.6	7.9
103	2040.000	164.5	79.3	19.6	7.9
104	2060.000	164.5	79.3	19.6	7.9
105	2080.000	164.5	79.3	19.6	7.9
106	2100.000	164.5	79.3	19.6	7.9
107	2120.000	164.5	79.3	19.6	7.9
108	2140.000	164.5	79.3	19.6	7.9
109	2160.000	164.5	79.3	19.6	7.9
110	2180.000	167.1	79.9	19.6	8.1
111	2200.000	167.1	79.9	19.6	8.1
112	2220.000	167.1	79.9	19.6	8.1
113	2240.000	167.1	79.9	19.6	8.1
114	2260.000	167.1	79.9	19.6	8.1
115	2280.000	167.1	79.9	19.6	8.1
116	2300.000	169.6	80.5	19.6	8.2
117	2320.000	169.6	80.5	19.6	8.2
118	2340.000	169.6	80.5	19.6	8.2
119	2360.000	169.6	80.5	19.6	8.2
120	2380.000	169.6	80.5	19.6	8.2
121	2400.000	169.6	80.5	19.6	8.2
122	2420.000	169.6	80.5	19.6	8.2
123	2440.000	169.6	80.5	19.6	8.2
124	2460.000	167.1	79.9	19.6	8.1
125	2480.000	164.9	79.9	19.6	8.1
126	2500.000	164.5	79.3	19.6	7.9
127	2520.000	164.5	79.3	19.6	7.9

128	2540.000	164.5	79.3	19.6	7.9
129	2560.000	164.5	79.3	19.6	7.9
130	2580.000	164.5	79.3	19.6	7.9
131	2600.000	164.5	79.3	19.6	7.9
132	2620.000	164.5	79.3	19.6	7.9
133	2640.000	164.5	79.3	19.6	7.9
134	2660.000	167.0	79.9	19.6	8.1
135	2680.000	169.6	80.5	19.6	8.2
136	2700.000	169.6	80.5	19.6	8.2
137	2720.000	169.6	80.5	19.6	8.2
138	2740.000	169.6	80.5	19.6	8.2
139	2760.000	169.6	80.5	19.6	8.2
140	2780.000	169.6	80.5	19.6	8.2
141	2800.000	169.6	80.5	19.6	8.2
142	2820.000	167.8	80.5	19.6	8.2
143	2840.000	164.5	79.3	19.6	7.9
144	2860.000	164.5	79.3	19.6	7.9
145	2880.000	164.5	79.3	19.6	7.9
146	2900.000	164.5	79.3	19.6	7.9
147	2920.000	164.5	79.3	19.6	7.9
148	2940.000	164.5	79.3	19.6	7.9
149	2960.000	164.5	79.3	19.6	7.9
150	2980.000	167.1	79.9	19.6	8.1
151	3000.000	169.6	80.5	19.6	8.2
152	3020.000	169.6	80.5	19.6	8.2
153	3040.000	169.6	80.5	19.6	8.2
154	3060.000	169.6	80.5	19.6	8.2
155	3080.000	169.6	80.5	19.6	8.2
156	3100.000	169.6	80.5	19.6	8.2
157	3120.000	169.6	80.5	19.6	8.2
158	3140.000	169.6	80.5	19.6	8.2
159	3160.000	169.6	80.5	19.6	8.2
160	3180.000	169.6	80.5	19.6	8.2
161	3200.000	169.6	80.5	19.6	8.2
162	3220.000	169.6	80.5	19.6	8.2
163	3240.000	169.6	80.5	19.6	8.2
164	3260.000	169.6	80.5	19.6	8.2
165	3280.000	169.6	80.5	19.6	8.2
166	3300.000	169.6	80.5	19.6	8.2
167	3320.000	169.6	80.5	19.6	8.2
168	3340.000	169.6	80.5	19.6	8.2
169	3360.000	168.9	80.5	19.6	8.2
170	3380.000	167.0	79.9	19.6	8.1

171	3400.000	164.5	79.3	19.6	7.9
172	3420.000	164.5	79.3	19.6	7.9
173	3440.000	164.5	79.3	19.6	7.9
174	3460.000	164.5	79.3	19.6	7.9
175	3480.000	164.5	79.3	19.6	7.9
176	3500.000	164.5	79.3	19.6	7.9
177	3520.000	164.5	79.3	19.6	7.9
178	3540.000	164.5	79.3	19.6	7.9
179	3560.000	164.5	79.3	19.6	7.9
180	3580.000	164.5	79.3	19.6	7.9
181	3600.000	164.5	79.3	19.6	7.9
182	3620.000	164.5	79.3	19.6	7.9
183	3640.000	164.5	79.3	19.6	7.9
184	3660.000	164.5	79.3	19.6	7.9
185	3680.000	167.0	79.9	19.6	8.1
186	3700.000	167.0	79.9	19.6	8.1
187	3720.000	169.6	80.5	19.6	8.2
188	3740.000	169.6	80.5	19.6	8.2
189	3760.000	169.6	80.5	19.6	8.2
190	3780.000	169.6	80.5	19.6	8.2
191	3800.000	169.6	80.5	19.6	8.2
192	3820.000	169.6	80.5	19.6	8.2
193	3840.000	169.6	80.5	19.6	8.2
194	3860.000	169.6	80.5	19.6	8.2
195	3880.000	160.3	79.2	19.6	8.1
196	3900.000	164.5	79.3	19.6	7.9
197	3920.000	164.5	79.3	19.6	7.9
198	3940.000	164.5	79.3	19.6	7.9
199	3960.000	164.5	79.3	19.6	7.9
200	3980.000	164.5	79.3	19.6	7.9
201	4000.000	164.5	79.3	19.6	7.9
202	4020.000	164.5	79.3	19.6	7.9
203	4040.000	164.5	79.3	19.6	7.9
204	4060.000	167.0	79.9	19.6	8.0
205	4080.000	169.6	80.5	19.6	8.2
206	4100.000	169.6	80.5	19.6	8.2
207	4120.000	169.6	80.5	19.6	8.2
208	4140.000	169.6	80.5	19.6	8.2
209	4160.000	169.6	80.5	19.6	8.2
210	4180.000	167.1	79.9	19.6	8.1
211	4200.000	167.1	79.9	19.6	8.1
212	4220.000	167.1	79.9	19.6	8.1
213	4240.000	166.2	80.5	19.6	8.2

214	4260.000	169.6	80.5	19.6	8.2
215	4280.000	169.6	80.5	19.6	8.2
216	4300.000	169.6	80.5	19.6	8.2
217	4320.000	169.6	80.5	19.6	8.2
218	4340.000	169.6	80.5	19.6	8.2
219	4360.000	169.6	80.5	19.6	8.2
220	4380.000	169.6	80.5	19.6	8.2
221	4400.000	166.9	79.9	19.6	8.0
222	4420.000	166.9	79.9	19.6	8.0
223	4440.000	158.2	78.8	19.6	8.0
224	4460.000	164.5	79.3	19.6	7.9
225	4480.000	164.5	79.3	19.6	7.9
226	4500.000	164.5	79.3	19.6	7.9
227	4520.000	164.5	79.3	19.6	7.9
228	4540.000	164.5	79.3	19.6	7.9
229	4560.000	164.5	79.3	19.6	7.9
230	4580.000	164.5	79.3	19.6	7.9
231	4600.000	164.5	79.3	19.6	7.9
232	4620.000	164.5	79.3	19.6	7.9
233	4640.000	164.5	79.3	19.6	7.9
234	4660.000	164.5	79.3	19.6	7.9
235	4680.000	164.5	79.3	19.6	7.9
236	4700.000	164.5	79.3	19.6	7.9
237	4720.000	164.5	79.3	19.6	7.9
238	4740.000	164.5	79.3	19.6	7.9
239	4760.000	164.5	79.3	19.6	7.9
240	4780.000	167.0	79.9	19.6	8.1
241	4800.000	169.6	80.5	19.6	8.2
242	4820.000	169.6	80.5	19.6	8.2
243	4840.000	169.6	80.5	19.6	8.2
244	4860.000	169.6	80.5	19.6	8.2
245	4880.000	169.6	80.5	19.6	8.2
246	4900.000	169.6	80.5	19.6	8.2
247	4920.000	169.6	80.5	19.6	8.2
248	4940.000	169.6	80.5	19.6	8.2
249	4960.000	169.6	80.5	19.6	8.2
250	4980.000	169.6	80.5	19.6	8.2
251	5000.000	169.6	80.5	19.6	8.2
252	5020.000	169.6	80.5	19.6	8.2
253	5040.000	169.6	80.5	19.6	8.2
254	5060.000	169.6	80.5	19.6	8.2
255	5080.000	169.6	80.5	19.6	8.2
256	5100.000	169.6	80.5	19.6	8.2

257	5120.000	169.6	80.5	19.6	8.2
258	5140.000	169.6	80.5	19.6	8.2
259	5160.000	169.6	80.5	19.6	8.2
260	5180.000	169.6	80.5	19.6	8.2
261	5200.000	169.6	80.5	19.6	8.2
262	5220.000	164.4	80.5	19.6	8.2
263	5240.000	161.1	79.5	19.6	8.2
264	5260.000	167.0	79.9	19.6	8.1
265	5280.000	167.0	79.9	19.6	8.1
266	5300.000	159.9	79.0	19.6	7.9
267	5320.000	166.1	80.5	19.6	8.2
268	5340.000	169.6	80.5	19.6	8.2
269	5360.000	166.3	80.5	19.6	8.2
270	5380.000	167.0	79.9	19.6	8.1
271	5400.000	167.0	79.9	19.6	8.1
272	5420.000	167.0	79.9	19.6	8.1
273	5440.000	167.0	79.9	19.6	8.1
274	5460.000	162.4	80.0	19.6	8.2
275	5480.000	167.0	79.9	19.6	8.1
276	5500.000	167.0	79.9	19.6	8.1
277	5520.000	167.0	79.9	19.6	8.1
278	5540.000	167.6	80.5	19.6	8.2
279	5560.000	169.6	80.5	19.6	8.2
280	5580.000	169.6	80.5	19.6	8.2
281	5600.000	169.6	80.5	19.6	8.2
282	5620.000	169.6	80.5	19.6	8.2
283	5640.000	169.6	80.5	19.6	8.2
284	5660.000	169.6	80.5	19.6	8.2
285	5680.000	169.6	80.5	19.6	8.2
286	5700.000	169.6	80.5	19.6	8.2
287	5720.000	169.6	80.5	19.6	8.2
288	5740.000	169.6	80.5	19.6	8.2
289	5760.000	169.6	80.5	19.6	8.2
290	5780.000	169.6	80.5	19.6	8.2
291	5800.000	169.6	80.5	19.6	8.2
292	5820.000	169.6	80.5	19.6	8.2
293	5840.000	169.6	80.5	19.6	8.2
294	5860.000	166.9	79.9	19.6	8.0
295	5880.000	166.9	79.9	19.6	8.0
296	5900.000	166.9	79.9	19.6	8.0
297	5920.000	160.2	79.2	19.6	8.1
298	5940.000	169.6	80.5	19.6	8.2
299	5960.000	169.6	80.5	19.6	8.2

300	5980.000	169.6	80.5	19.6	8.2
301	6000.000	167.6	80.5	19.6	8.2
302	6020.000	164.5	79.3	19.6	7.9
303	6040.000	166.7	79.9	19.6	8.1
304	6060.000	164.2	79.3	19.6	7.9
305	6080.000	164.5	79.3	19.6	7.9
306	6100.000	167.1	79.9	19.6	8.1
307	6120.000	164.5	79.3	19.6	7.9
308	6140.000	164.5	79.3	19.6	7.9
309	6160.000	164.5	79.3	19.6	7.9
310	6180.000	164.5	79.3	19.6	7.9
311	6200.000	164.5	79.3	19.6	7.9
312	6220.000	164.5	79.3	19.6	7.9
313	6240.000	164.5	79.3	19.6	7.9
314	6260.000	164.5	79.3	19.6	7.9
315	6280.000	164.5	79.3	19.6	7.9
316	6300.000	164.5	79.3	19.6	7.9
317	6320.000	164.5	79.3	19.6	7.9
318	6340.000	164.5	79.3	19.6	7.9
319	6360.000	164.5	79.3	19.6	7.9
320	6380.000	164.5	79.3	19.6	7.9
321	6400.000	164.5	79.3	19.6	7.9
322	6420.000	169.6	80.5	19.6	8.2
323	6440.000	169.6	80.5	19.6	8.2
324	6460.000	169.6	80.5	19.6	8.2
325	6480.000	169.6	80.5	19.6	8.2
326	6500.000	169.6	80.5	19.6	8.2
327	6520.000	169.6	80.5	19.6	8.2
328	6540.000	169.6	80.5	19.6	8.2
329	6560.000	169.6	80.5	19.6	8.2
330	6580.000	169.6	80.5	19.6	8.2
331	6600.000	169.6	80.5	19.6	8.2
332	6620.000	169.6	80.5	19.6	8.2
333	6640.000	169.6	80.5	19.6	8.2
334	6660.000	169.6	80.5	19.6	8.2
335	6680.000	169.6	80.5	19.6	8.2
336	6700.000	169.6	80.5	19.6	8.2
337	6720.000	164.5	79.3	19.6	7.9
338	6740.000	164.5	79.3	19.6	7.9
339	6760.000	164.5	79.3	19.6	7.9
340	6780.000	164.5	79.3	19.6	7.9
341	6800.000	164.5	79.3	19.6	7.9
342	6820.000	164.5	79.3	19.6	7.9

343	6840.000	164.5	79.3	19.6	7.9
344	6860.000	164.5	79.3	19.6	7.9
345	6880.000	164.5	79.3	19.6	7.9
346	6900.000	164.5	79.3	19.6	7.9
347	6920.000	164.5	79.3	19.6	7.9
348	6940.000	164.5	79.3	19.6	7.9
349	6960.000	164.5	79.3	19.6	7.9
350	6980.000	164.5	79.3	19.6	7.9
351	7000.000	164.5	79.3	19.6	7.9
352	7020.000	164.5	79.3	19.6	7.9
353	7040.000	164.5	79.3	19.6	7.9
354	7060.000	166.9	79.9	19.6	8.1
355	7080.000	167.0	79.9	19.6	8.1
356	7100.000	167.0	79.9	19.6	8.1
357	7120.000	167.0	79.9	19.6	8.1
358	7140.000	167.0	79.9	19.6	8.1
359	7160.000	162.9	80.2	19.6	8.2
360	7180.000	167.0	79.9	19.6	8.1
361	7200.000	164.5	79.3	19.6	7.9
362	7220.000	164.5	79.3	19.6	7.9
363	7240.000	164.5	79.3	19.6	7.9
364	7260.000	164.5	79.3	19.6	7.9
365	7280.000	164.5	79.3	19.6	7.9
366	7300.000	164.5	79.3	19.6	7.9
367	7320.000	164.5	79.3	19.6	7.9
368	7340.000	167.1	79.9	19.6	8.1
369	7360.000	167.1	79.9	19.6	8.1
370	7380.000	164.5	79.3	19.6	7.9
371	7400.000	164.5	79.3	19.6	7.9
372	7420.000	164.5	79.3	19.6	7.9
373	7440.000	164.5	79.3	19.6	7.9
374	7460.000	164.5	79.3	19.6	7.9
375	7480.000	164.5	79.3	19.6	7.9
376	7500.000	164.5	79.3	19.6	7.9
377	7520.000	161.7	79.8	19.6	8.0
378	7540.000	159.8	79.1	19.6	8.0
379	7560.000	169.3	80.5	19.6	8.2
380	7580.000	169.6	80.5	19.6	8.2
381	7600.000	169.6	80.5	19.6	8.2
382	7620.000	169.6	80.5	19.6	8.2
383	7640.000	169.6	80.5	19.6	8.2
384	7660.000	169.6	80.5	19.6	8.2
385	7680.000	169.6	80.5	19.6	8.2

386	7700.000	169.6	80.5	19.6	8.2
387	7720.000	169.6	80.5	19.6	8.2
388	7740.000	169.6	80.5	19.6	8.2
389	7760.000	169.6	80.5	19.6	8.2
390	7780.000	169.6	80.5	19.6	8.2
391	7800.000	169.6	80.5	19.6	8.2
392	7820.000	169.6	80.5	19.6	8.2
393	7840.000	169.6	80.5	19.6	8.2
394	7860.000	169.6	80.5	19.6	8.2
395	7880.000	169.6	80.5	19.6	8.2
396	7900.000	169.6	80.5	19.6	8.2
397	7920.000	169.6	80.5	19.6	8.2
398	7940.000	169.6	80.5	19.6	8.2
399	7960.000	169.6	80.5	19.6	8.2
400	7980.000	169.6	80.5	19.6	8.2
401	8000.000	169.6	80.5	19.6	8.2
402	8020.000	169.6	80.5	19.6	8.2
403	8040.000	169.6	80.5	19.6	8.2
404	8060.000	169.6	80.5	19.6	8.2
405	8080.000	169.6	80.5	19.6	8.2
406	8100.000	169.6	80.5	19.6	8.2
407	8120.000	169.6	80.5	19.6	8.2
408	8140.000	169.6	80.5	19.6	8.2
409	8160.000	169.6	80.5	19.6	8.2
410	8180.000	169.6	80.5	19.6	8.2
411	8200.000	169.6	80.5	19.6	8.2
412	8220.000	169.6	80.5	19.6	8.2
413	8240.000	169.6	80.5	19.6	8.2
414	8260.000	169.6	80.5	19.6	8.2
415	8280.000	169.6	80.5	19.6	8.2
416	8300.000	169.6	80.5	19.6	8.2
417	8320.000	169.6	80.5	19.6	8.2
418	8340.000	169.6	80.5	19.6	8.2
419	8360.000	169.6	80.5	19.6	8.2
420	8380.000	169.6	80.5	19.6	8.2
421	8400.000	169.6	80.5	19.6	8.2
422	8420.000	169.6	80.5	19.6	8.2
423	8440.000	169.6	80.5	19.6	8.2
424	8460.000	169.6	80.5	19.6	8.2
425	8480.000	169.6	80.5	19.6	8.2
426	8500.000	169.6	80.5	19.6	8.2
427	8520.000	169.6	80.5	19.6	8.2
428	8540.000	167.2	79.9	19.6	8.1

429	8560.000	167.2	79.9	19.6	8.1
430	8580.000	169.6	80.5	19.6	8.2
431	8600.000	169.6	80.5	19.6	8.2
432	8620.000	169.6	80.5	19.6	8.2
433	8640.000	169.6	80.5	19.6	8.2
434	8660.000	169.6	80.5	19.6	8.2
435	8680.000	169.6	80.5	19.6	8.2
436	8700.000	169.6	80.5	19.6	8.2
437	8720.000	164.0	80.4	19.6	8.2
438	8740.000	167.2	79.9	19.6	8.1
439	8760.000	164.5	79.3	19.6	7.9
440	8780.000	164.5	79.3	19.6	7.9
441	8800.000	164.5	79.3	19.6	7.9
442	8820.000	164.5	79.3	19.6	7.9
443	8840.000	164.5	79.3	19.6	7.9
444	8860.000	164.5	79.3	19.6	7.9
445	8880.000	164.5	79.3	19.6	7.9
446	8900.000	164.5	79.3	19.6	7.9
447	8920.000	164.5	79.3	19.6	7.9
448	8940.000	164.5	79.3	19.6	7.9
449	8960.000	164.5	79.3	19.6	7.9
450	8980.000	164.5	79.3	19.6	7.9
451	9000.000	164.5	79.3	19.6	7.9
452	9020.000	164.5	79.3	19.6	7.9
453	9040.000	164.5	79.3	19.6	7.9
454	9060.000	164.5	79.3	19.6	7.9
455	9080.000	164.5	79.3	19.6	7.9
456	9100.000	164.5	79.3	19.6	7.9
457	9120.000	164.5	79.3	19.6	7.9
458	9140.000	164.5	79.3	19.6	7.9
459	9160.000	164.5	79.3	19.6	7.9
460	9180.000	164.5	79.3	19.6	7.9
461	9200.000	164.5	79.3	19.6	7.9
462	9220.000	164.5	79.3	19.6	7.9
463	9240.000	164.5	79.3	19.6	7.9
464	9260.000	164.5	79.3	19.6	7.9
465	9280.000	164.5	79.3	19.6	7.9
466	9300.000	164.5	79.3	19.6	7.9
467	9320.000	164.5	79.3	19.6	7.9
468	9340.000	164.5	79.3	19.6	7.9
469	9360.000	164.5	79.3	19.6	7.9
470	9380.000	164.5	79.3	19.6	7.9
471	9400.000	164.5	79.3	19.6	7.9

472	9420.000	164.5	79.3	19.6	7.9
473	9440.000	164.5	79.3	19.6	7.9
474	9460.000	164.5	79.3	19.6	7.9
475	9480.000	164.5	79.3	19.6	7.9
476	9500.000	164.5	79.3	19.6	7.9
477	9520.000	164.5	79.3	19.6	7.9
478	9540.000	164.5	79.3	19.6	7.9
479	9560.000	164.5	79.3	19.6	7.9
480	9580.000	164.5	79.3	19.6	7.9
481	9600.000	164.5	79.3	19.6	7.9
482	9620.000	164.5	79.3	19.6	7.9
483	9640.000	164.5	79.3	19.6	7.9
484	9660.000	164.5	79.3	19.6	7.9
485	9680.000	164.5	79.3	19.6	7.9
486	9700.000	164.5	79.3	19.6	7.9
487	9720.000	164.5	79.3	19.6	7.9
488	9740.000	164.5	79.3	19.6	7.9
489	9760.000	164.5	79.3	19.6	7.9
490	9780.000	164.5	79.3	19.6	7.9
491	9800.000	164.5	79.3	19.6	7.9
492	9820.000	164.5	79.3	19.6	7.9
493	9840.000	164.5	79.3	19.6	7.9
494	9860.000	164.5	79.3	19.6	7.9
495	9880.000	162.8	79.9	19.6	8.1
496	9900.000	162.8	80.1	19.6	8.2
497	9920.000	169.6	80.5	19.6	8.2
498	9940.000	169.6	80.5	19.6	8.2
499	9960.000	169.6	80.5	19.6	8.2
500	9980.000	169.6	80.5	19.6	8.2
501	10000.000	169.6	80.5	19.6	8.2
502	10020.000	169.6	80.5	19.6	8.2
503	10040.000	169.6	80.5	19.6	8.2
504	10060.000	169.6	80.5	19.6	8.2
505	10080.000	169.6	80.5	19.6	8.2
506	10100.000	169.6	80.5	19.6	8.2
507	10120.000	169.6	80.5	19.6	8.2
508	10140.000	169.6	80.5	19.6	8.2
509	10160.000	169.6	80.5	19.6	8.2
510	10180.000	169.6	80.5	19.6	8.2
511	10200.000	169.6	80.5	19.6	8.2
512	10220.000	169.6	80.5	19.6	8.2
513	10240.000	169.6	80.5	19.6	8.2
514	10260.000	169.6	80.5	19.6	8.2

515	10280.000	167.6	80.5	19.6	8.2
516	10300.000	167.0	79.9	19.6	8.0
517	10320.000	167.0	79.9	19.6	8.0
518	10340.000	164.5	79.3	19.6	7.9
519	10360.000	164.5	79.3	19.6	7.9
520	10380.000	164.5	79.3	19.6	7.9
521	10400.000	164.5	79.3	19.6	7.9
522	10420.000	164.5	79.3	19.6	7.9
523	10440.000	164.5	79.3	19.6	7.9
524	10460.000	164.5	79.3	19.6	7.9
525	10480.000	164.5	79.3	19.6	7.9
526	10500.000	164.5	79.3	19.6	7.9
527	10520.000	164.5	79.3	19.6	7.9
528	10540.000	164.5	79.3	19.6	7.9
529	10560.000	164.5	79.3	19.6	7.9
530	10580.000	164.5	79.3	19.6	7.9
531	10600.000	164.5	79.3	19.6	7.9
532	10620.000	164.5	79.3	19.6	7.9
533	10640.000	164.5	79.3	19.6	7.9
534	10660.000	164.5	79.3	19.6	7.9
535	10680.000	164.5	79.3	19.6	7.9
536	10700.000	164.5	79.3	19.6	7.9
537	10720.000	164.5	79.3	19.6	7.9
538	10740.000	164.5	79.3	19.6	7.9
539	10760.000	164.5	79.3	19.6	7.9
540	10780.000	164.5	79.3	19.6	7.9
541	10800.000	164.5	79.3	19.6	7.9
542	10820.000	164.5	79.3	19.6	7.9
543	10840.000	164.5	79.3	19.6	7.9
544	10860.000	164.5	79.3	19.6	7.9
545	10880.000	164.5	79.3	19.6	7.9
546	10900.000	164.5	79.3	19.6	7.9
547	10920.000	164.5	79.3	19.6	7.9
548	10940.000	164.5	79.3	19.6	7.9
549	10960.000	164.5	79.3	19.6	7.9
550	10980.000	164.5	79.3	19.6	7.9
551	11000.000	164.5	79.3	19.6	7.9
552	11020.000	164.5	79.3	19.6	7.9
553	11040.000	164.5	79.3	19.6	7.9
554	11060.000	164.5	79.3	19.6	7.9
555	11080.000	164.5	79.3	19.6	7.9
556	11100.000	164.5	79.3	19.6	7.9
557	11120.000	164.5	79.3	19.6	7.9

558	11140.000	164.5	79.3	19.6	7.9
559	11160.000	164.5	79.3	19.6	7.9
560	11180.000	164.5	79.3	19.6	7.9
561	11200.000	164.5	79.3	19.6	7.9
562	11220.000	164.5	79.3	19.6	7.9
563	11240.000	166.9	79.9	19.6	8.0
564	11260.000	164.5	79.3	19.6	7.9
565	11280.000	166.9	79.9	19.6	8.0
566	11300.000	166.8	79.9	19.6	8.0
567	11320.000	166.8	79.9	19.6	8.0
568	11340.000	169.6	80.5	19.6	8.2
569	11360.000	169.6	80.5	19.6	8.2
570	11380.000	169.6	80.5	19.6	8.2
571	11400.000	169.6	80.5	19.6	8.2
572	11420.000	169.6	80.5	19.6	8.2
573	11440.000	167.1	79.9	19.6	8.1
574	11460.000	164.5	79.3	19.6	7.9
575	11480.000	164.5	79.3	19.6	7.9
576	11500.000	164.5	79.3	19.6	7.9
577	11520.000	164.5	79.3	19.6	7.9
578	11540.000	166.9	79.9	19.6	8.0
579	11560.000	166.9	79.9	19.6	8.0
580	11580.000	166.9	79.9	19.6	8.0
581	11600.000	168.5	80.5	19.6	8.2
582	11620.000	169.6	80.5	19.6	8.2
583	11640.000	167.0	79.9	19.6	8.0
584	11660.000	165.8	79.9	19.6	8.0
585	11680.000	162.6	79.9	19.6	8.0
586	11700.000	166.8	79.9	19.6	8.0
587	11720.000	164.5	79.3	19.6	7.9
588	11740.000	164.5	79.3	19.6	7.9
589	11760.000	164.5	79.3	19.6	7.9
590	11780.000	164.5	79.3	19.6	7.9
591	11800.000	164.5	79.3	19.6	7.9
592	11820.000	164.5	79.3	19.6	7.9
593	11840.000	164.5	79.3	19.6	7.9
594	11860.000	164.5	79.3	19.6	7.9
595	11880.000	164.5	79.3	19.6	7.9
596	11900.000	164.5	79.3	19.6	7.9
597	11920.000	164.5	79.3	19.6	7.9
598	11940.000	164.5	79.3	19.6	7.9
599	11960.000	164.5	79.3	19.6	7.9
600	11980.000	164.5	79.3	19.6	7.9

601	12000.000	164.5	79.3	19.6	7.9
602	12020.000	164.5	79.3	19.6	7.9
603	12040.000	164.5	79.3	19.6	7.9
604	12060.000	164.5	79.3	19.6	7.9
605	12080.000	164.5	79.3	19.6	7.9
606	12100.000	164.5	79.3	19.6	7.9
607	12120.000	164.5	79.3	19.6	7.9
608	12140.000	164.5	79.3	19.6	7.9
609	12160.000	164.5	79.3	19.6	7.9
610	12180.000	164.5	79.3	19.6	7.9
611	12200.000	164.5	79.3	19.6	7.9
612	12220.000	164.5	79.3	19.6	7.9
613	12240.000	164.5	79.3	19.6	7.9
614	12260.000	164.5	79.3	19.6	7.9
615	12280.000	164.5	79.3	19.6	7.9
616	12300.000	164.5	79.3	19.6	7.9
617	12320.000	164.5	79.3	19.6	7.9
618	12340.000	164.5	79.3	19.6	7.9
619	12360.000	164.5	79.3	19.6	7.9
620	12380.000	164.5	79.3	19.6	7.9
621	12400.000	167.7	79.3	19.6	7.9
622	12420.000	164.5	79.3	19.6	7.9
623	12440.000	167.0	79.9	19.6	8.1
624	12460.000	167.0	79.9	19.6	8.1
625	12480.000	164.5	79.3	19.6	7.9
626	12500.000	164.5	79.3	19.6	7.9
627	12520.000	157.0	78.3	19.6	7.7
628	12540.000	167.0	79.9	19.6	8.1
629	12560.000	157.7	78.5	19.6	7.9
630	12580.000	164.5	79.3	19.6	7.9
631	12600.000	164.5	79.3	19.6	7.9
632	12620.000	164.5	79.3	19.6	7.9
633	12640.000	165.0	79.9	19.6	8.1
634	12660.000	167.2	79.9	19.6	8.1
635	12680.000	167.2	79.9	19.6	8.1
636	12700.000	164.5	79.3	19.6	7.9
637	12720.000	164.5	79.3	19.6	7.9
638	12740.000	164.5	79.3	19.6	7.9
639	12760.000	164.5	79.3	19.6	7.9
640	12780.000	164.5	79.3	19.6	7.9
641	12800.000	164.5	79.3	19.6	7.9
642	12820.000	164.5	79.3	19.6	7.9
643	12840.000	164.5	79.3	19.6	7.9

644	12860.000	166.9	79.9	19.6	8.0
645	12880.000	164.5	79.3	19.6	7.9
646	12900.000	164.5	79.3	19.6	7.9
647	12920.000	163.8	79.3	19.6	7.9
648	12940.000	164.5	79.3	19.6	7.9
649	12960.000	164.5	79.3	19.6	7.9
650	12980.000	164.5	79.3	19.6	7.9
651	13000.000	164.5	79.3	19.6	7.9
652	13020.000	164.5	79.3	19.6	7.9
653	13040.000	164.5	79.3	19.6	7.9
654	13060.000	164.5	79.3	19.6	7.9
655	13080.000	164.5	79.3	19.6	7.9
656	13100.000	164.5	79.3	19.6	7.9
657	13120.000	164.5	79.3	19.6	7.9
658	13140.000	164.5	79.3	19.6	7.9
659	13160.000	164.5	79.3	19.6	7.9
660	13180.000	164.5	79.3	19.6	7.9
661	13200.000	164.5	79.3	19.6	7.9
662	13220.000	164.5	79.3	19.6	7.9
663	13240.000	164.5	79.3	19.6	7.9
664	13260.000	164.5	79.3	19.6	7.9
665	13280.000	164.5	79.3	19.6	7.9
666	13300.000	164.5	79.3	19.6	7.9
667	13320.000	164.5	79.3	19.6	7.9
668	13340.000	164.5	79.3	19.6	7.9
669	13360.000	164.5	79.3	19.6	7.9
670	13380.000	164.5	79.3	19.6	7.9
671	13400.000	164.5	79.3	19.6	7.9
672	13420.000	164.5	79.3	19.6	7.9
673	13440.000	164.5	79.3	19.6	7.9
674	13460.000	164.5	79.3	19.6	7.9
675	13480.000	164.5	79.3	19.6	7.9
676	13500.000	164.5	79.3	19.6	7.9
677	13520.000	164.5	79.3	19.6	7.9
678	13540.000	164.5	79.3	19.6	7.9
679	13560.000	164.5	79.3	19.6	7.9
680	13580.000	164.5	79.3	19.6	7.9
681	13600.000	164.5	79.3	19.6	7.9
682	13620.000	164.5	79.3	19.6	7.9
683	13640.000	164.5	79.3	19.6	7.9
684	13660.000	164.5	79.3	19.6	7.9
685	13680.000	164.5	79.3	19.6	7.9
686	13700.000	164.5	79.3	19.6	7.9

687	13720.000	164.5	79.3	19.6	7.9
688	13740.000	164.5	79.3	19.6	7.9
689	13760.000	164.5	79.3	19.6	7.9
690	13780.000	164.5	79.3	19.6	7.9
691	13800.000	164.5	79.3	19.6	7.9
692	13820.000	164.5	79.3	19.6	7.9
693	13840.000	164.5	79.3	19.6	7.9
694	13860.000	164.5	79.3	19.6	7.9
695	13880.000	164.5	79.3	19.6	7.9
696	13900.000	164.5	79.3	19.6	7.9
697	13920.000	164.5	79.3	19.6	7.9
698	13940.000	164.5	79.3	19.6	7.9
699	13960.000	164.5	79.3	19.6	7.9
700	13980.000	164.5	79.3	19.6	7.9
701	14000.000	164.5	79.3	19.6	7.9
702	14020.000	164.5	79.3	19.6	7.9
703	14040.000	164.5	79.3	19.6	7.9
704	14060.000	164.5	79.3	19.6	7.9
705	14080.000	166.9	79.9	19.6	8.0
706	14100.000	165.1	80.5	19.6	8.2
707	14120.000	163.5	80.4	19.6	8.2
708	14140.000	162.4	80.5	19.6	8.2
709	14160.000	169.6	80.5	19.6	8.2
710	14180.000	169.6	80.5	19.6	8.2
711	14200.000	167.6	80.5	19.6	8.2
712	14220.000	164.2	80.5	19.6	8.2
713	14240.000	168.6	80.5	19.6	8.2
714	14260.000	169.1	80.5	19.6	8.2
715	14280.000	165.1	80.5	19.6	8.2
716	14300.000	163.7	80.4	19.6	8.2
717	14320.000	159.3	79.2	19.6	8.0
718	14340.000	98.5	46.8	11.4	4.8
719	14343.245	13.0	6.4	1.6	0.7
		119287	57235	14056	5759

# **BIBLIOGRAPHIE**

[1]-*B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes) ;*

[2]-*Anciens mémoires de Fin d'étude ; au département génie civil de l'UMMTO ;*

[3]- *Cours et thèses de l'ENSTP ;*

[4]- *Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P) ;*

[5]- *Aménagement des échangeurs (ICTTAL) ;*

[6]- *Aménagement des carrefours (SETRA) ;*

[7]- *Recommandation pour l'assainissement routier V. ROBITAILLE ;*

[8]- *Mécanique des sols: théorie et pratique. Manuel du laboratoire Routier D. TREMBLAY ;*

[9]- *Cours de terrassement (épures de Lalanne) ESITC-Metz ;*

[10]- *Site internet : [www.SETRA.com](http://www.SETRA.com)*

[www.fntp.fr](http://www.fntp.fr)

[www.aca-cf.info.com](http://www.aca-cf.info.com)

[www.membres.lycos.fr](http://www.membres.lycos.fr)

[www.lctp.fr](http://www.lctp.fr)

[www.cebtp.fr](http://www.cebtp.fr)

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

[11]- *formations sur vidéos de :*

[Conception de carrefours](#)

[Conception d'échangeurs](#)

[Conception des tracés routiers sur piste](#)

[Utilisation d'Allize](#)

[12]- *Logiciels :Piste05*

*AutoCade version 2004*

U.M.M.T.O