



*République Algérienne Démocratique et Populaire*



*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique*

*Université MOULOUD MAMMARI de Tizi-Ouzou*

*Faculté de Génie de construction*

*Département génie civil, option : Voies et ouvrages d'art*

# THEME

*Aménagement d'un tronçon de la RN12 sur un linéaire de 4.5KM*



**Encadré par :**

**Mr. GABI Smail**

**Présenté par :**

**Mlle: GHARBI Nesrine**

**Mlle: BELHOCINE Sabrina**

# Remerciements

## Remerciements

*Louange à ALLAH le saint tout puissant miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*Nous adressons nos remerciements à notre encadreur monsieur GABI, de nous avoir guidés pour la réalisation de cette étude. À la fois présent et disponible, il a encouragé nos initiatives à travers la grande liberté d'action qu'il nous a octroyée.*

*Nous voudrions remercier les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, et qui nous feront l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.*

*Nous remercions également le personnel administratif et l'ensemble des enseignants de l'UMMTO qui ont contribué à notre formation ainsi que les membres jury pour l'intérêt qu'ils portent à notre travail.*

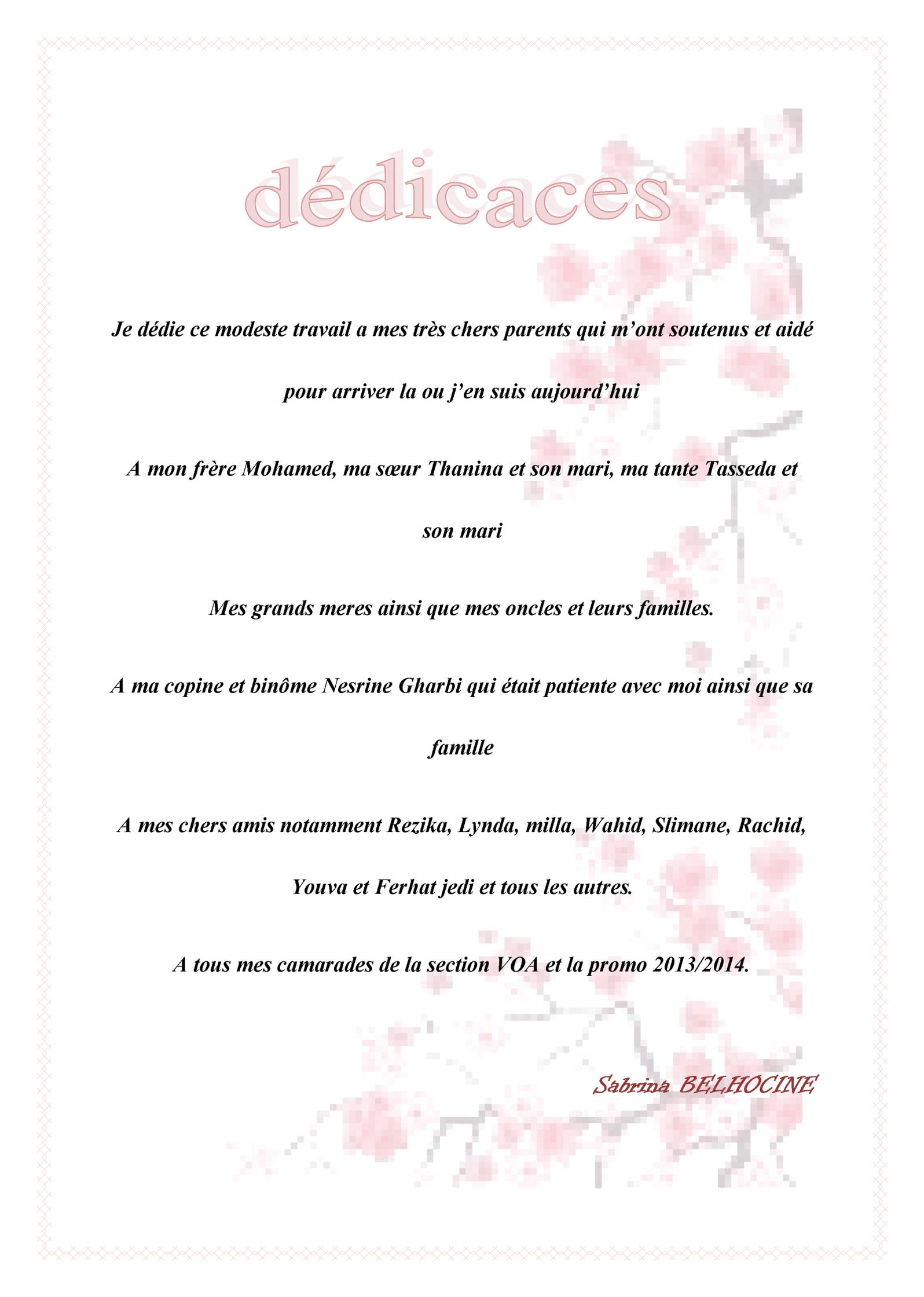
*Nos sincères gratitudes vont à M. AGGOUN Abdeslem et M. HECHICHE Faredj pour le temps conséquent qu'ils nous ont accordé, ils nous ont apporté une aide précieuse et nous ont fait part de leur expérience dans le domaine.*

*Nos vifs remerciements vont aussi aux ingénieurs de la DTP notamment à M. GUELLAL et M. SADOUDI ainsi que les responsables du chantier spécialement Rabah et Madjid.*

*Nos remerciements vont également à nos familles BELHOCINE et GHARBI qui ont apportés une aide psychologique et financière et tous ceux et celles qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.*



# dédicaces



*Je dédie ce modeste travail a mes très chers parents qui m'ont soutenus et aidé  
pour arriver la ou j'en suis aujourd'hui*

*A mon frère Mohamed, ma sœur Thanina et son mari, ma tante Tassedra et  
son mari*

*Mes grands meres ainsi que mes oncles et leurs familles.*

*A ma copine et binôme Nesrine Gharbi qui était patiente avec moi ainsi que sa  
famille*

*A mes chers amis notamment Rezika, Lynda, milla, Wahid, Slimane, Rachid,  
Youva et Ferhat jedi et tous les autres.*

*A tous mes camarades de la section VOA et la promo 2013/2014.*

*Sabrina BELHOCINE*

# dédicaces



*Je dédie ce travail*

*A mes chers parents*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail puisse exaucer vos vœux tant formulés. Le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Puisse Dieu, le très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*Nesrine GHARBI*

# SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	01
-------------------	----

## CHAPITRE : I–PRESENTATION DU PROJET

1) Introduction.....	03
2) Problématique .....	03
3) Objectif du projet .....	04

## CHAPITRE : II–ETUDE Du TRAFIC

1) Introduction.....	06
2) Différents type de trafic .....	06
3) Analyse du trafic .....	06
4) Modèles de présentations du trafic.....	07
5) Paramètres fondamentaux .....	09
6) Calcul de la capacité.....	10
7) Application au projet .....	14

## CHAPITRE : III – APPERCU GEOTCHNIQUE

1) Introduction.....	19
2) L’objectif de l’étude géotechnique dans les routes.....	19
3) Les moyens de reconnaissance .....	19
4) Les différents essais géotechniques.....	19
5) Condition d'utilisation des sols en remblais.....	21
6) Application au projet.....	21

## **CHAPITRE : IV – DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE**

1) Introduction.....	24
2) Facteurs considérés dans le dimensionnement .....	24
3) Définition de la chaussée .....	24
4) Différents types de chaussée.....	24
5) Méthodes de dimensionnement des chaussées.....	28
6) Choix de la méthode .....	35
7) Application au projet .....	35
8) Principe du programme ALIZEIII .....	45
9) Conclusion .....	46

## **CHAPITRE : V – CARACTERISTIQUES GEMOTRIQUE**

### **Partie 1 présentations du logiciel piste.....48**

1) introduction.....	48
2) L'utilité du logiciel piste5 .....	48
3) L'interface utilisateur de piste 5.....	48
4) Lancement de Piste 5 .....	49
5) Articulation des fonctions du menu principal.....	49

### **Partie II : caractéristiques géométriques .....**

1) Introduction .....	51
2) Principes généraux de l'étude géométrique.....	51
I-tracé en plan .....	52
1) Définition.....	52
2) Règles à respecter dans le tracé en plan.....	52

3) Les éléments géométriques du tracé en plan.....	53
4) application du projet sur logiciel piste.....	57
II- profil en long.....	59
1) Définition.....	59
2) Règles à respecter dans le tracé du profil en long .....	59
3) Coordination du tracé en plan et profil en long .....	60
4) Déclivité.....	61
5) Raccordement en profil en long.....	61
III-Profil en travers .....	70
1) Définition.....	70
2) Les éléments constitutifs du profil en travers .....	70
3) classification du profil en travers.....	72
4) application a notre projet .....	72
5) Conclusion.....	74

## **CHAPITRE : VII – CONCEPTION DE L’ECHANGEUR ET DE CARREFOURS**

<b>I. Conception d’un échangeur.....</b>	<b>77</b>
1) introduction .....	77
2) Définitions .....	77
3) Les différents types d’échangeurs .....	77
4) Caractéristiques géométriques des échangeurs .....	80

## **CHAPITRE : VI – CUBATURES**

1) Introduction.....	83
2) Définition.....	83

3) Méthodes de calcul des cubatures.....	83
4) Application au projet.....	85

## **CHAPITRE : VIII-ASSAINISSEMENT**

1) Introduction .....	86
2) Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier.....	86
3) Types de canalisations.....	86
4) Quelques définitions .....	86
5) Etude Hydrologique .....	88
5.1) Estimation du débit de crue.....	88
5.1.1) Superficie des bassins versants.....	89
5.1.2) Coefficient de ruissellement .....	90
5.1.3 Calcul de l'intensité de pluie $i(t)$ .....	92
5.1.4 Application au projet.....	93
5.2) Dimensionnement et calage des ouvrages.....	94
5.2.1) dimensionnement des fossés.....	95
5.2.2) Dimensionnement des ouvrages hydrauliques .....	106

## **CHAPITRE : IIX- EQUIPEMENT DE LA ROUTE**

<b>I. Sécurité</b> .....	113
1) Introduction.....	113
2) Disposition de retenue.....	113
3) Application au projet .....	114
<b>II. Signalisation</b> .....	115
1) Introduction.....	115

2) L'objet de la signalisation routière .....	115
3) Règles a respecté pour la signalisation.....	115
4) Type de signalisation .....	115
5) Application au projet .....	119
<b>III. Eclairage .....</b>	<b>122</b>
1) Introduction.....	122
2) Catégorie d'éclairage .....	122
3) Paramètre de l'implantation des luminaires.....	122
4) Application au projet.....	123
<b>CHAPITRE : X- DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.....</b>	<b>124</b>

## **CONCLUSION**

## *Liste des figures et tableaux*

---

### **Chapitre 1 :**

Figure 1 : Implantation du projet sur le site

Figure 2 : Implantation du projet sur la carte d'état major

### **Chapitre 2**

Tableau II 1 classification des environnements

Tableau II.2 : Coefficient d'équivalence p

Tableau II.3 : Valeur de  $K_1$

Tableau II.4 : valeurs de  $K_2$

Tableau II.5 : Limites de capacité

Tableau II.6 : tableau récapitulatif des résultats

Schémas II.1 Profil en travers de la chaussée.

### **Chapitre 4**

figure1.Différents type de chaussée et leurs structures.

Figure 2 : différentes couches de la chaussée

Tableau 1 : coefficient d'équivalence.

Tableau 2 détermination du trafic

Tableau-3 détermination de la classe du sol.

Tableau 4 Les résultats de la recherche.

Figure 3 démarches de catalogue

Tableau 5 dimensionnement du corps de chaussée.

Figure 4 schémas des différentes couches.

Tableau 5 Classement de la route.

## ***Liste des figures et tableaux***

---

Tableau 6 Résultat écran ALLIAE III

Tableau 7 Résultat des déformations calculées et admissible ALLIZE III.

Tableau 8 Récapitulatif des résultats

Figure 5 schémas finals des différentes couches.

### **Chapitre 5**

Figure : l'interaction entre les fichiers principaux du logiciel piste

Figure I-1 : Solutions envisageables pour un tracé en plan.

Tableau I-1 : longueur minimale et maximale des alignements droits

Tableau I-2: valeurs du dévers

Tableau I-3 coefficient de frottement transversal

Tableau I-4 : les rayons horizontaux et les dévers associés

Figure I-2 : Image de nuage de points

Figure I-3 : Image de triangulation

Figure I-4 : Image de calcul des courbes de niveau

Figure I-5 : Image de l'axe en plan

Tableau II-1 : les valeurs des rayons verticaux

Tableau II-2 les rayons concaves.

Figure II-1 : Image du terrain naturel

Tableau II-2 : Image du profil en long

Figure III-1 : Schéma des éléments du profil en travers

Figure III-2 : Image des Tableaux des caractéristiques de la chaussée profil en travers

Figure III-3 : Image du profil en travers type

## ***Liste des figures et tableaux***

---

Figure IV- 1- axe en plan

Figure IV-2- profil en long

Figure IV-3- profil en travers

Figure IV-4- perspectives

### **Chapitre 5**

Figure 1- types d'échangeurs

### **Chapitre 7**

Schémas 1 Description des sections déblais et remblais.

Schémas 2 Calcul des volumes remblais et déblais.

Schémas 3 description de la méthode Gulden.

### **Chapitre 8**

Figure 1 : différentes parties de l'assainissement

Figure 2 : représentation d'un bassin versant

Figure 3 : Délimitation des bassins versants

Tableau 1 : caractéristiques des bassins versants

Tableau-2- Valeurs du Coefficient "C1"

Tableau-3- Valeurs du Coefficient "C2"

Tableau-4- Valeurs du Coefficient "C3"

Tableau 5- intensité de pluie

Figure 4 courbe IDF

Tableau 6 : intensité de l'averse

Tableau 7 : débits de crue des bassins versants

## *Liste des figures et tableaux*

---

Figure 5 : schématisation des faussés

Tableau 8 : valeurs des coefficients de ruissellement

Tableau 9 : valeurs des variations de Gauss

Tableau 10: résultats des calculs des débits d'apports

Tableau 11 : valeurs des coefficients de Manning-Strickler

Figure 6 : dimension du fossé

Tableau 12: emplacement des faussés de pieds de talus de déblais

Tableau 13 : capacité des ponceaux

Tableau 14 L'emplacement des ouvrages d'arts

Tableau 15 : résultats des itérations

Tableau 16 : dimensionnement des ouvrages

Tableau 17 l'emplacement des rayons déversés

Tableau 18 calcul des débits d'apport.

Figure 7: représentation des ouvrages

Figure 8 : représentation des faussés

### **Chapitre 9**

Schémas 1. Séparation en béton armé

Schémas 2. Murette en béton armé

Tableau1. - Caractéristiques des lignes discontinues.

# Introduction générale

---

La route joue un rôle important dans le développement socio-économique d'un pays, un réseau routier bien construit et bien entretenu est essentiel à la croissance économique et à la lutte contre la pauvreté dans les pays en voie de développement.

Un mauvais réseau routier ou un manque de routes a un effet néfaste sur l'activité économique et les conditions de vie des populations. Aussi, un réseau routier mal entretenu, entraîne une augmentation du coût de transport qui conduit à son tour à l'augmentation des prix des produits alimentaires, ce dernier est source d'inflation qui a par conséquent la diminution du pouvoir d'achat des populations,

C'est pourquoi le transport routier joue partout un rôle vital, il est devenu irremplaçable pour unir les hommes et mieux répartir les richesses ; il est donc certain qu'investir dans les routes pourrait avoir un impact positif sur les conditions de vie des populations.

L'Algérie ne disposant, au lendemain de l'Indépendance, que de simples routes couvrant à peine les grandes villes.

Le réseau routier algérien d'aujourd'hui demeure l'un des plus denses et meilleur réseaux routiers du continent africain, sa longueur est estimée à 108 302 km de routes (dont 76 028 km goudronnées) et plus de 3 756 ouvrages d'art.

L'un des meilleurs réseaux routiers desservant tout le pays grâce à la réalisation de plusieurs mégaprojets à l'exemple de l'autoroute Est-Ouest.

Cette stratégie a pour objectifs de développer l'offre de transport afin de :

- Satisfaire les besoins de mobilité des personnes et des biens.
- Améliorer la qualité de service par la réduction des temps de parcours.
- Répondre aux besoins logistiques des opérations économiques.
- Assurer un développement durable tout en privilégiant l'inter-modalité l'interconnexion des différents modes de transport.

Pour l'étude de ce projet en phase APD, on a opté pour une structure comportant 09 chapitres repartis comme suit :

- Nous aborderons dans le premier chapitre, la présentation globale du projet, ainsi que l'argumentation objectif de ce projet.
- Le deuxième chapitre comportera l'étude et analyse du trafic et ses différents types existants, avant de passer au calcul de la capacité et on illustrera ce chapitre avec une application.
- En suite, on passera aux chapitres 3 et 4 comprenant respectivement, un aperçu sur la géotechnique routière puis dimensionnement du corps de chaussée.
- Au chapitre 5 on définira les caractéristiques de notre tronçon ; en concevant les trois éléments géométriques simples qui le composent comme suit :
  - ✓ **Le tracé en plan** : les règles à respecter, quelques définitions avec un calcul d'axe.
  - ✓ **Le profil en long** : règles a respecter, déclivités, raccordement en profil en long, détermination pratique du profil en long avec une application au projet.

# Introduction générale

---

- ✓ **Le profil en travers :** Il comporte les éléments constitutifs du profil en travers avec un profil en travers type pour notre tronçon.
- ✓ En suite, on passera aux chapitres 6 comprenant, l'étude de l'échangeur en APS.
- Une fois le tracé fini en tenant compte des normes géométriques et d'après le calcul automatique on définira les cubatures du terrassement et leurs calculs automatiques.
- Puis on passera aux chapitres 8 et 9 comprenant respectivement l'assainissement et les équipements de la route
- Et on achève notre travail avec une conclusion général.

**1. Introduction :**

La wilaya de Tizi Ouzou est située dans la région de la Kabylie en plein cœur du massif du Djurdjura. Elle est divisée administrativement en 67 communes et 21 daïras.

La wilaya de Tizi Ouzou s'étend sur une superficie de 3 568 km<sup>2</sup>. La population résidente telle qu'évaluée lors du recensement de 2008 est de 1 127 607 habitants. La densité atteint 381,21 habitants au km<sup>2</sup>.

Tizi-Ouzou est aussi connue par sa route principale la RN 12, dite aussi la route de Kabylie, qui traverse la Kabylie de part en part, sur une distance de 250 km environ. Elle relie la RN 5 depuis Thenia dans la Wilaya de Boumerdes à l'Ouest et la ville de Bejaia via la ville d'El Kseur dans la Wilaya de Bejaia à l'Est via le territoire de la Wilaya de Tizi Ouzou. Elle passe par Si Mustapha, Issers, Bordj Menaiel, précisément Naciria dans la Wilaya de Boumerdes ; Tadmait, Draâ Ben Khedda, Tizi Ouzou centre, Sikh Oumeddour, Azazga, Yakouren dans la wilaya de Tizi Ouzou, Kebouche, Adekar et El Kseur puis longe la Soummam sur la rive gauche jusqu'à Bejaia centre, dans la Wilaya de Bejaia.

Notre projet intitulé Aménagement de la RN 12 en axe autoroutier section Tamda Chaib sur 4.5 Km prend son origine du PK 9 jusqu'au PK **13+466**, il débute à partir de l'échangeur de Tamda au PK **9+00** en passant par l'échangeur de Taboukirt du **PK12+340 au PK 12+620**, à partir de cette échangeur débute le réaménagement de l'ancienne chaussée existante pour finir à la trémie de Chaib au PK **13+466**. Le tracé est traversé par quatre oueds temporaires, ce qui nous mène à prévoir la construction d'ouvrages d'arts, notamment des dalots le premier est au **pk 9+660** le deuxième au **pk10+230** le troisième au **PK 11+20** et le dernier au **PK 12+900**.

**2. Problématique :**

Azazga, de par sa position centrale, est devenue au fil des années un axe de transit très important et très fréquenté par les usagers et routiers de près de dix 10 départements ; La ville, un des tout premiers carrefours économiques de la région avec le marché de « Souk n Ssevt » et le centre commercial « Prix Bas » est considérée comme l'une des plus importantes de Kabylie.

Sa position en fait une étape clé pour les voyageurs souhaitant aller vers Béjaïa, Ain El Hammam et les hauteurs du Djurdjura.

La nationale 12 qui la traverse reçoit quotidiennement plus de 300 000 véhicules cette surcharge est très élevée à tout moment de la journée et infernale durant les heurs de

pointe et la saison estivale ce qui engendre une congestion qui crée des bouchons a cause du flux incessant de véhicules qui s'engagent sur cette route.

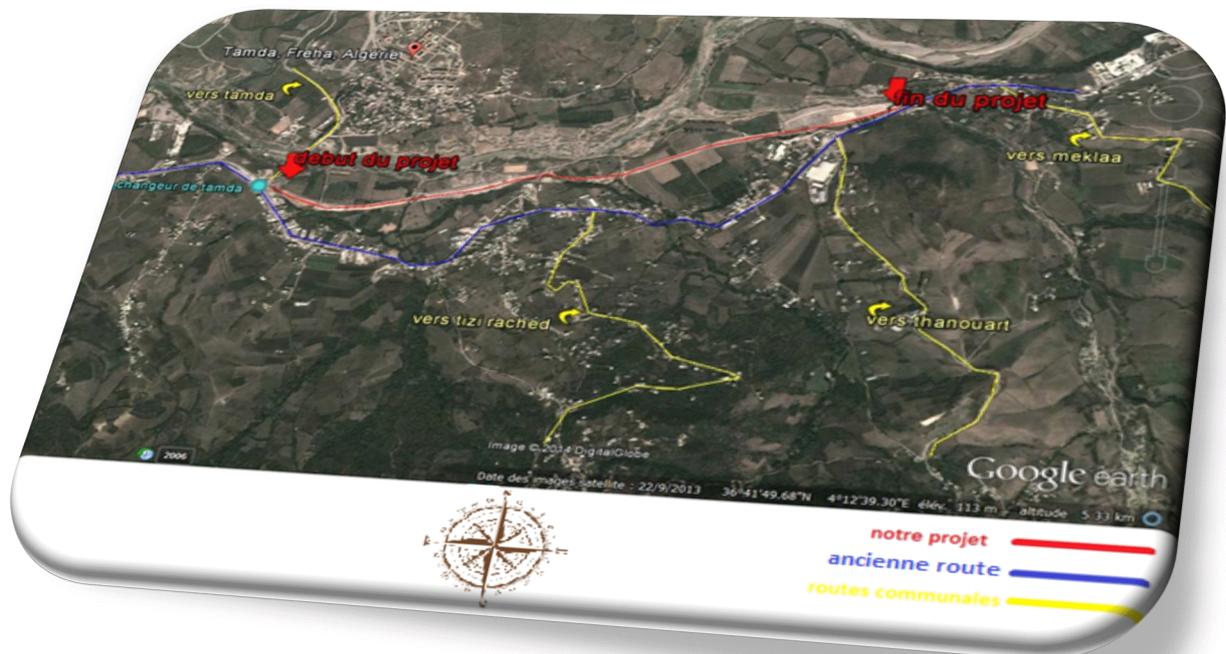
La route d'azazga est une route très étroite pour pouvoir supporter ce flux de véhicules, et pour ce, on a cherché les solutions les plus adéquates pour soulager cette route dont l'objet de notre projet.

### **3. Objectif du projet :**

L'objectif de notre travail consiste à amoindrir la sollicitation de la RN12 et de créer une route alternative pour les véhiculés, vu le flux incessant de véhicules qui s'engagent sur cette route quotidiennement.

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 que les autorités ont pensé au lancement d'une réflexion sur l'aménagement de la RN 12 qui soulagera cette route du trafic d'échange et de transit et aussi pour doter la chaussé d'une structure adéquate capable de supporter le trafic actuel et future.



**Figure 1 : Implantation du projet sur le site.**



Figure 2 : Implantation du projet dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

**Introduction :**

L'étude de trafic est un élément essentiel et primordiale qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'une infrastructure de transport, cette étude permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voies jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

Le calcul du trafic se fait par plusieurs méthodes :

**1- Différents type de trafic :**

- 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.

**2- Analyse du trafic :**

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

- a) **Comptages manuels** ou compteur-enregistreur, un petit appareil conçu pour tenir dans la main, composé d'un dispositif affichant un nombre entier, et d'une gâchette actionnable par l'utilisateur pour incrémenter ce nombre. Il est également équipé d'une touche de remise à zéro, et parfois d'une seconde gâchette permettant de décrémenter. Il est parfois attaché au corps par une dragonne, afin de ne pas le perdre.
- b) **comptages automatiques**: il consiste à dénombrer le nombre de véhicules sur un axe routier simple ou double sens. Les résultats de ces comptages sont fournis par sens, par classe de véhicule et sont échantillonnés toutes les heures (ou autre intervalle de

temps). Les résultats de ces comptages rendent compte de la classification des véhicules : vl, pl, tv.

D'autres informations sont accessibles comme la vitesse (distribution, moyenne, minimale, maximale, écart-type), écart moyen entre 2 véhicules qui se suivent.

Pour l'étude des modes de circulation doux, nous pouvons également réaliser des comptages automatiques sur pistes cyclables. Le comptage routier automatique en section est le plus souvent effectué sur une période de plusieurs jours, de l'ordre de 1 à 2 semaines, afin d'avoir des éléments fiables sur le trafic moyen journalier, les jours de pointes, le week-end, etc...

### **3- Modèles de présentations du 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.

#### **3-1 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 :

$$\boxed{T_n = T_0(1 + \tau)^n} \quad (\text{II. 1})$$

Ou  $\left\{ \begin{array}{l} T_0 : \text{Trafic à l'arrivée pour origine.} \\ \tau : \text{Taux de croissance.} \\ n : \text{Année horizon.} \end{array} \right.$

**3-2- corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :**

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic et le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

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'une part et certains indicateurs macro-économiques :

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

**3-3- 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.

**3-4- modèle de facteurs croissance :**

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

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

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

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

**Conclusion :**

*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.*

---

#### 4- Paramètres fondamentaux :

##### a) Catégorie de la route :

L'ensemble des itinéraires de l'Algérie peut être classé en cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives assignées par la politique d'aménagement sur le territoire :

##### Catégorie 1 :

Liaison entre les grands centres économiques et les centres d'industrie lourde considérés deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries et transformation vers le réseau de base ci-dessus.

##### Catégorie 2 :

Liaisons des pôles d'industries de transformation entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industrie de transformation entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.

##### Catégorie 3 :

Liaisons des chefs lieux et daïra et des chefs lieux de wilaya, non desservi par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2.

##### Catégorie 4 :

Liaisons de tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1-2 et 3 avec le chef lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.

##### Catégorie 5 :

Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

##### b) Environnement de la route:

Trois classes d'environnement ont été proposées dans le rapport b20 sur les couts d'aménagement et d'entretien.

Le tableau ci-dessous représente la classification des environnements selon le b40 et qui est le croisement des deux paramètres qui sont : la dénivelée moyenne et la sinuosité :

sinuosité \ Relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	X
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	X	E3	E3

Tableau II 1 classification des environnements.

**Application au projet :**

Notre route, selon son utilité publique jugée capitale et vis-à-vis de sa situation géographique, elle est donc classée en **catégorie C1**.

La situation de notre projet comme étant un relief plat de faibles sinuosités, il est donc classifié en un **environnement E1**.

**5- Calcul de la capacité :****5.1 définition :**

La capacité d'une route est le flux horaire maximum de véhicules qui peut passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme pendant un temps donné (en général 1/4heure).

**5.2. Projection futur du trafic :**

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

$$TJMA_n = TJMA_0(1 + \tau)^n \quad (II. 2)$$

- $TJMA_n$  : Le trafic à l'année horizon.  
 $TJMA_0$  : Le trafic à l'année de référence  
 $\tau$  : est le taux de croissance (%).  
 $n$  : année horizon.

### 5.3. Calcul de trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (**uvp**), en fonction de type de route et de l'environnement.

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les pl en (**uvp**).  
Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$T_{\text{eff}} = [(1-z) + p.z] TJMA_h \quad (\text{II. 3})$$

Avec :

- $T_{\text{eff}}$ : trafic effectif à l'année horizon en (**uvp**).  
 $z$  : pourcentage de poids lourd. (%)  
 $p$  : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route

Environnement	$E_1$	$E_2$	$E_3$
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite ou la visibilité réduite.	3-6	6-12	16-24

Tableau n.2 : coefficient d'équivalence p.

**5.4. Débit point horaire normale :**

Exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule suivante :

$$q = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot T_{\text{eff}} \quad (\text{II. 4})$$

Avec :

- $q$  : Débit de pointe horaire.
- $n$  : Nombre d'heure, (en général  $n=8$ heures).
- $T_{\text{eff}}$  : Trafic effectif.

**5.5. Débit horaire admissible :**

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

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th} \quad (\text{II. 5})$$

Environnement	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
K <sub>1</sub>	0.75	0.85	0.90 à 0.95

**Tableau II.3 : valeur de K<sub>1</sub>.**

Environnement	V <sub>b</sub> =40km/h	V <sub>b</sub> 60km/h	V <sub>b</sub> 80km/h	V <sub>b</sub> 100km/h0	V <sub>b</sub> 120km/h
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	0.96	0.96

**Tableau n.4 : valeurs de K<sub>2</sub>.**

Catégorie de route		Débit journalier	Débit horaire uvp/h		
			14 %	12 %	10%
Chaussée séparée	2×3 voies	65000	9100	7800	6500
	2×2 voies	45000	6300	5400	4500
Bidirectionnelle	7 m	15000	2100	1800	1500
Bidirectionnelle	6 m	1750	1500	1250	1750
Bidirectionnelle	5 m	1400	1200	1000	1400

Tableau II.5 : limites de capacité.

### 5.6. Détermination nombre des voies :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare  $Q$  à  $Q_{adm}$  et on opte le profil auquel correspond la valeur de  $Q$  la plus proche à  $Q_{adm}$

$$Q \leq Q_{adm} \quad (II. 6)$$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

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

$$N = \frac{S \cdot Q}{Q_{adm}} \quad (II. 7)$$

Avec :

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

**6- Application au projet :****6.1. Les données de trafic:**

En se basant sur les données présentées par la dtp sur le tronçon étudié de la rn12 on effectuera a déterminer le trafic prévisible a l année de mise en service :

- L'année de mise en service : 2015.
- Les pourcentages (%) des poids lourds :  $z= 14\%$ .
- Taux d'accroissement annuel du trafic :  $\tau = 4\%$ .
- Vitesse de base sur le tracé :  $v_b= 80 \text{ km/h}$ .
- La durée de vie estimée :  $n=20\text{ans}$ .
- Catégorie : C1
- Environnement : E1
- 

**6.2. Le nombre de voies :**

$$N = \frac{S \cdot Q}{Q_{adm}} \quad (\text{II. 8})$$

**6.3. Débit admissible :**

Le débit que supporte une section donnée :

$$Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th} \quad (\text{II. 9})$$

- $K_1$  : Coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour  $e_1$ .
- $K_2$  : Coefficient correcteur pris égal à 1 pour un environnement  $e_1$  et une catégorie  $c_1$
- $C_{th}$  : Capacité théorique = 2400 uvp/h d'après le b40.

**6.4 Débit de pointe horaire normal:**

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot T_{eff} \quad (\text{II. 10})$$

Avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{n} : \text{Coefficient de pointe horaire} \\ \frac{1}{n} = \frac{1}{8} = 0.125 \end{array} \right.$$

$$Q = 0.125 * T_{\text{eff}} \quad (\text{II. 11})$$

### 6.5. Calcul du trafic effectif :

$$T_{\text{eff}} = [(1-z) + p.z] T J M A_h \quad (\text{II. 12})$$

Avec :

**P** : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds.

**Z**=14 % : le pourcentage des poids lourds.

**P**= 2 **uvp** (catégorie  $c_1$  environnement  $e_1$ ).

$$T_{\text{eff}} = [(1-0.14) + 2 \times 0.14] T J M A_h.$$

$$T_{\text{eff}} = 1.14 \times T J M A_h.$$

### 6.6. Projection future du trafic ( $T J M A_h$ ):

$$\left\{ \begin{array}{l} N = \frac{S.Q}{Q_{adm}} \\ Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 C_{th} \end{array} \right. \rightarrow n = \frac{S.Q}{K_1 \cdot K_2 C_{th}} .$$

$$\begin{cases} n = \frac{S \cdot Q}{K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}} \\ Q = 0.125 \times t_{\text{eff}} \end{cases} \rightarrow n = \frac{S \times 0.125 \times t_{\text{eff}}}{K_1 K_2 C_{th}}$$

$$\begin{cases} N = \frac{S \times 0.125 \times t_{\text{eff}}}{K_1 K_2 C_{th}} \\ T_{\text{eff}} = 1.14 \times t_{\text{jma}_h} \end{cases} \rightarrow n = \frac{S \times 0.142 \times t_{\text{jma}_h}}{K_1 K_2 C_{th}}$$

$$N = \frac{S \times 0.142 \times t_{\text{jma}_h}}{K_1 K_2 C_{th}} \rightarrow T_{\text{jma}_h} = \frac{N \times K_1 \times K_2 \times C_{th}}{S \times 0.142}$$

- **Trafic en 2035 :**

$$T_{\text{jma}_h} = \frac{3 \times 0.75 \times 1 \times 2400}{(2/3) \times 0.142} = 57042 \text{ v/j.}$$

$$\boxed{\mathbf{TJMA}_{2035} = 57042 \text{ v/j.}}$$

(II. 13)

- **Trafic en 2015 :**

$$T_{\text{jma}_{2035}} = T_{\text{jma}_{2015}} (1 + \tau)^n \rightarrow T_{\text{jma}_{2015}} = \frac{T_{\text{jma}_{2035}}}{(1 + \tau)^n}$$

$$T_{\text{jma}_{2035}} = \frac{57042}{(1 + 0.04)^{20}} = 26033 \text{ v/j.}$$

$$\boxed{\mathbf{TJMA}_{2015} = 26033 \text{ v/j.}}$$

(II. 14)

- **Trafic en 2007 :**

$$T_{\text{jma}_{2015}} = T_{\text{jma}_{2007}} (1 + \tau)^n \rightarrow T_{\text{jma}_{2007}} = \frac{T_{\text{jma}_{2015}}}{(1 + \tau)^n}$$

$$T_{\text{jma}_{2007}} = \frac{26033}{(1 + 0.04)^7} = 19742 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2007} = 19742 \text{ v/j.}$$

- **Trafic effectif :**

$$T_{\text{eff}} = 1.14 \times tjma_{2035} = 1.14 \times 57042 = 65027 \text{ v/j.}$$

$$T_{\text{eff}} = 65027 \text{ uvp/j.}$$

- **Débit de pointe horaire normal :**

$$q = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot T_{\text{eff}} = 0.125 \times 65027 = 8128 \text{ uvp/j.}$$

$$Q = 8128 \text{ uvp/j.}$$

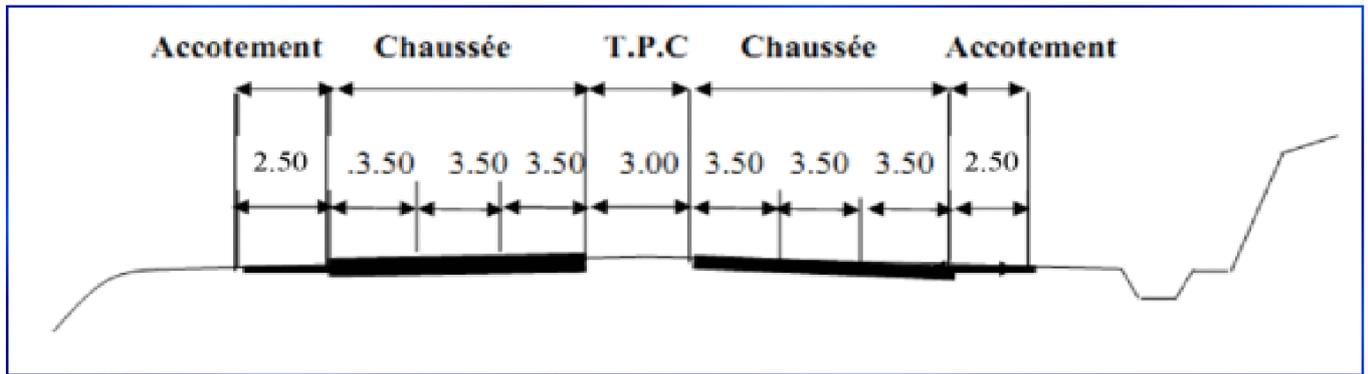
	<b>TJMA 2007 (v/j)</b>	<b>TJMA 2015 (v/j)</b>	<b>TJMA 2035(v/j)</b>	<b>T<sub>eff</sub> (uvp/j)</b>	<b>Q (uvp/j)</b>	<b>N</b>
<b>Valeur</b>	19742	26033	57042	65027	8128	3

**Tableau n.6 : tableau récapitulatif des résultats.**

## **7- Conclusion :**

Le calcul de la capacité de la route nous donne le profil en travers suivant :

- Largeur utile est 21 m (2×3voies de 3.5m).
- Bande d'arrêt d'urgences de 2.5m de chaque coté.
- Terre-plein centra (tpc) de 3m.



Schémas II.1 Profil en travers de la chaussée.

## **1. Introduction :**

La géotechnique est l'étude de l'adaptation des ouvrages humains aux sols et roches formant le terrain naturel ; elle traite l'interaction sol / structures, et fait appel à des bases de géologie, de mécanique des sols, de mécanique des roches et de structures

Tout projet de réalisation ou d'aménagement d'une infrastructure de transport nécessite la maîtrise des aléas géotechniques, cette étude a pour principal objet de définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour la structure de la chaussée, Elles traitent également des phénomènes de mouvement de sol comme le glissement et l'affaissement, de déformation (tassements sous charges) et résistance mécanique.

## **2. L'objectif de l'étude géotechnique dans les routes :**

- Définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée.
- Etablir le projet de terrassement.
- Détecter les zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de chaussée.

## **3. Les moyens de reconnaissance :**

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

- L'étude des archives et document existants et collecte des données et des informations.
- Les visites de site et des essais in-situ.
- Les essais de laboratoires.

## **4. Les différents essais géotechniques :**

### **a) Les essais in-situ :**

- ✓ Des puits de reconnaissances.
- ✓ Des sondages carottés, allant jusqu'à 20 m de profondeur jusqu'à atteindre le substratum. Chaque sondage carotté doit être équipé d'un piézomètre pour mesurer le niveau de la nappe.
- ✓ Des essais au pressiomètre de Ménard (atteindre le bon sol).

Suivant l'expérience de l'identificateur, il peut savoir visuellement la nature du sol en se basant sur les éléments suivants : sa couleur, son odeur, sa consistance, dimension de grain, nature organique.

**b) Les essais au laboratoire :****❖ Les essais d'identification :****• analyse granulométrique :**

Cet essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

Les données de l'analyse granulométrique sont données sous forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite sur un graphique, cette analyse se fait par tamisage ou par sédimentométrie.

**• équivalent de sable :**

Cet essai permet d'évaluer la quantité d'éléments fins contenus dans un sol, c.-à-d. de connaître le pourcentage d'impureté de l'échantillon et dont la présence en quantité notable peut modifier profondément le comportement mécanique.

**• limite d'Atterberg.**

Les limites d'Atterberg permettent de prévoir le comportement des sols fins pendant les phases de terrassement et / ou lorsqu'ils sont sollicités mécaniquement (contrainte admissible, module d'élasticité)

La position de la teneur en eau in-situ ( $w$ ) par rapport aux limites d'Atterberg permet de prévoir la consistance du sol.

Les limites d'Atterberg sont des constantes physiques conventionnelles (teneur en eau pondérale) qui marquent les seuils entre :

- Le passage d'un sol de l'état liquide à l'état plastique (limite de liquidité  $W_L$ )
- Le passage d'un sol de l'état plastique à l'état solide (limite de plasticité  $W_P$ )
- L'indice de plasticité  $I_p$  : est la différence entre la limite de liquidité et la limite de plasticité ( $I_p = W_L - W_P$ ) : cet indice définit l'étendue du domaine plastique, En effet le sol est capable de se déformer rapidement sans se casser.

**❖ Essais mécaniques :****• 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, donc il sert à déterminer la teneur en eau afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol prévu pour l'étude, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

- **Essai CBR :**

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 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours. Il ne concerne que les sols cohérents.

- **L'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.

- **Essai los-Angeles :**

C'est un essai a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier et leur résistance par frottement réciproques dans la machine « Los Angles ».

## **5. Condition d'utilisation des sols en remblais :**

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

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- V' Pierre de dimension > 80 mm.
- V' Matériaux plastique IP > 20 % ou organique.
- V' Matériaux gélifs.

Nous évitons les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface ou ils seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront étalés de 30cm d'épaisseur en moyenne avant leur compactage.

Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

La couche végétale à décaper avant la mise en place du remblai peut servir de revêtement et de protection des talus contre l'érosion.

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

Nous tenons à préciser que nous n'avons pas pu accomplir l'intégralité de ce chapitre en projetant l'application sur notre propre projet. Cela est dû à l'absence du rapport géotechnique qui ne nous a pas été remis ni par la DTP, ni par le bureau chargé de l'étude, ni même par l'entreprise de réalisation.

**1- Introduction :**

La chaussée doit permettre la circulation des véhicules dans des conditions de confort de sécurité voulues, c'est pourquoi, le dimensionnement d'une structure de chaussée routière est primordial elle consiste à déterminer la nature et l'épaisseur des couches qui la constituent afin qu'elle puisse résister à diverses sollicitations, celles dues au trafic et elle doit assurer la diffusion des efforts induits par ce même trafic dans le sol de fondation. L'application d'une charge roulante induit ainsi une déformation en flexion des couches de la structure.

Ensuite il faut tenir compte du climat et des contraintes qu'il impose comme par exemple, pluie, neige, verglas ou encore le gradient thermique.

Enfin un autre facteur à prendre en compte qui est la nature du sol qui doit supporter la chaussée.

**2- Facteurs considérés dans le dimensionnement :**

- La qualité de la plate forme support de la chaussée.
- Les conditions climatiques (influence de la température de l'eau).
- Trafic (son influence se traduit par l'usure, le fluage, rupture par fatigue).
- L'aspect économique et les caractéristiques des matériaux disponibles.

**3- Définition de la chaussée :****1. Sens géométrique :**

Partie d'une route aménagée pour la circulation des véhicules. Elle est constituée d'une ou de plusieurs voies

**2. Sens structurel :**

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

**4- Différents types de chaussée :**

On distingue en générale trois types de chaussées :

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

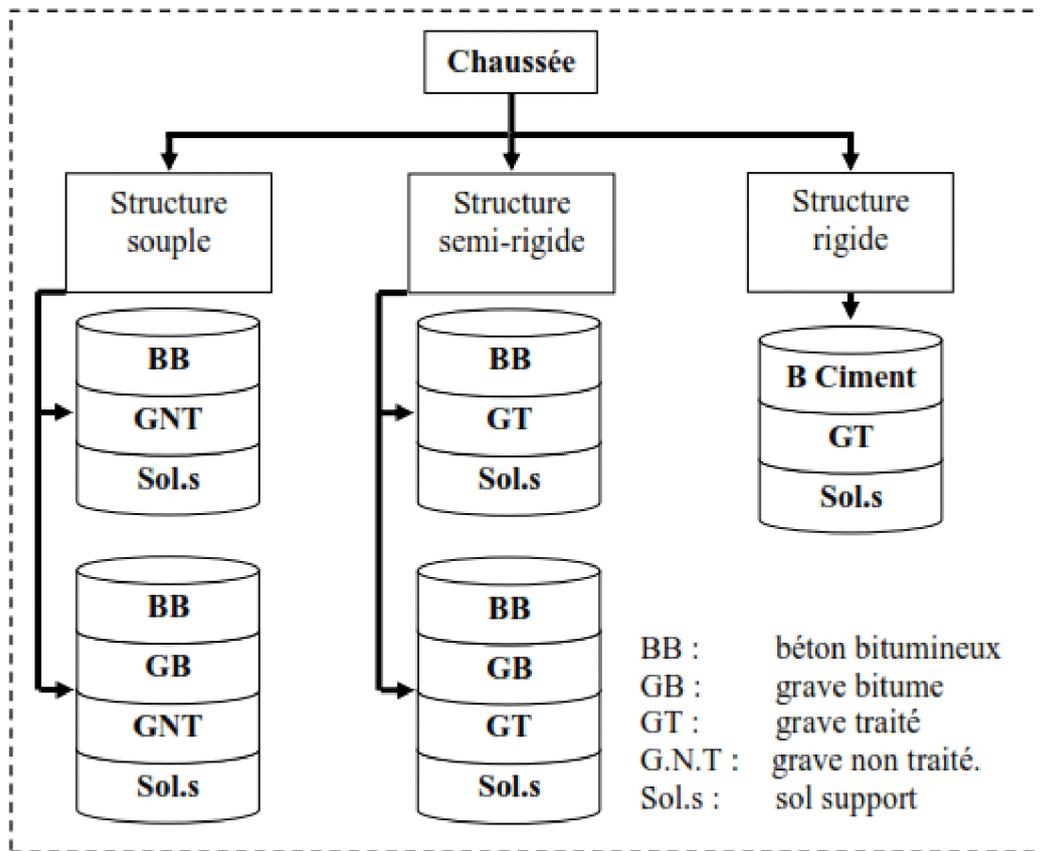


figure1. Différents type de chaussée et leurs structures.

#### 4-1 chaussées rigides :

Ce sont des chaussées qui comportent un dallage en béton. Cette dalle correspond à la fois à la couche de base et à la couche de surface d'une chaussée souple. Les chaussées rigides sont généralement composées de :

- Couche de fondation.
- Couche de base.
- Couche de surface

Le sol de fondation doit présenter une résistance minimale qui est déterminée par des essais spéciaux, on est souvent amené à construire sur une assise de fondation stabilisée d'au moins 25 cm d'épaisseur avec l'emploi des liants.

L'épaisseur de la dalle est généralement de 20 cm pour les routes courantes et de 25 cm à 28 cm pour les autoroutes.

Il faut en principe ménager dans les dalles des joints de retrait et des joints de dilatation.

L'un des inconvénients des chaussées rigides est la présence de fissures pouvant entraîner une rupture de la dalle si son épaisseur est faible.

Les chaussées rigides sont utilisées dans les milieux à grandes sollicitations de charges. C'est le cas par exemple des pistes d'aérodrome, des stations services ...

#### **4-2 chaussées semi-rigides :**

Elles sont de faible déformabilité. Ce genre de chaussée constitue un cas intermédiaire entre les chaussées rigides et les chaussées souple. Elles comportent :

- Un corps de chaussée qui est constitué d'une couche de fondation et d'une couche de base en matériaux traités ou non traités aux liants (hydrocarbonés ou hydraulique).
- Une couche de roulement sous la forme d'un dallage enrobé hydrocarboné accroché à la couche de base par une couche de liaison.

#### **4-3 chaussées simples:**

C'est le type de chaussée le plus utilisé et aussi celui que nous utiliserons pour notre projet. Nous étudierons donc ce cas de façon détaillée.

Les chaussées souples ont une épaisseur moins importante que celle des chaussées rigides. Elles sont caractérisées par leur résistance à la traction.

La chaussée souple est composée de couches superposées de différents matériaux de granulométrie croissante de haut en bas.

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

##### **a) Couche de surface :**

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

- **Couche de roulement :** En enrobé denses en béton bitumineux (BB) qui a pour rôle
  - D'imperméabiliser la surface de chaussée.

➤ D'assurer la sécurité et le confort des usagés.

- **Couche de liaison** : En enrobés semi-denses en béton bitumineux, a pour rôle essentiel, d'assurer une transition avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de surface en générale est entre 6 et 8 cm.

**b) Couche de base :**

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

Elle a pour rôle essentiel de résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic.

Elle reprend les efforts verticaux et répartit les contraintes normales qui en résultent sur la couche de fondation sans se déformer ni se dégrader.

La couche de base est constituée avec beaucoup de soin elle doit porter de meilleurs matériaux car les contraintes sont plus élevées vers la surface qu'au fond.

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

**c) Couche de fondation :**

Couche inférieure du corps de chaussée, d'une résistance et d'une épaisseur suffisante pour répartir sur le terrain les pressions résultant des charges verticales.

Elle est composée en général, de graves traités avec du bitume, du ciment ou du laitier (Matière vitreuse produite dans hauts fourneaux).

L'épaisseur de la couche de fondation est environ de 20 cm.

Elle est éventuellement complétée par des sous couches :

- **Sous couche anti-contaminant** : Si le matériau du terrain naturel, du remblai ou même de la couche de forme est très fin (argiles, limons, ... etc.), il est susceptible de remonter dans les couches supérieures. La contamination par les particules fines aux compactages ou en service, provoque :
  - L'alternation de la granulométrie.
  - Perte de stabilité.
  - Diminution de la portance.
  - Sensibilité à l'eau.

Cette couche empêche cette remontée. Elle est d'une épaisseur voisinant 10cm.

- **Sous couche anticapillaire** : Empêche la remontée des eaux sous l'action des forces capillaires dans les terrains en présence de nappes aquifères, matériaux très perméables (graviers, sable,...).

L'épaisseur de cette couche est entre 10 et 15 cm.

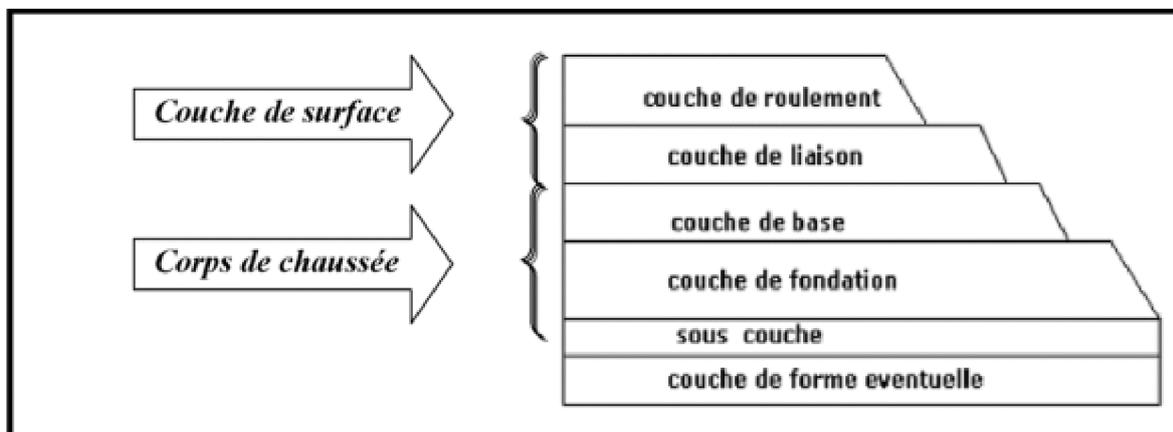
**d) Couche de forme :**

Elle est prévue pour reprendre certains objectifs à court terme.

- **Sol rocheux** : joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.
- **Sol peu portant** : (argileux à teneur en eau élevée) : Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

Actuellement, on tient compte d'améliorer de la portance du sol support à long terme, par la couche de forme.

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



**Figure 2 : différentes couches de la chaussée.**

**5-Méthodes de dimensionnement des chaussées :**

Pour la détermination de l'épaisseur du corps de chaussée, il faut commencer par l'étude du sol. Les méthodes utilisées par les bureaux d'études qui sont empiriques sont basées sur la détermination de l'indice portante de sol.

- Appréciation de trafic composite.
- Utilisation des abaques ou des formules pour déterminer l'épaisseur de la chaussée.

On distingue deux méthodes approchées:

Les méthodes empiriques et semi empirique, ces méthodes s'appuient sur trois paramètres:

- Le trafic: charge par voie, pression de gonflage et répétition des charges
- La force portante: obtenue par les différents essais géotechniques.

Les méthodes appartenant à la famille sont essentiellement :

- ✓ Méthode C.B.R.
- ✓ Méthode de L'ASPHALTE IN-SITUE.
- ✓ Méthode du CATALOGUE DES STRUCTURES.
- ✓ Méthode L.C.P.C.
- ✓ Méthode A.A.S.H.O.

### **5-1 Méthode C.B.R (Californian Bearing Ratio):**

C'est une méthode (semi empirique), elle se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de l'O.P.M. les abaques qui donnent l'épaisseur «e» des chaussées en fonction des pneus et du nombre de répétitions des charges, tout en tenant compte de l'influence du trafic.

L'épaisseur de la chaussée, obtenue par la formule CBR améliorée, correspond à un matériau bien défini (grave propre bien gradué). Pour ce matériau, le coefficient d'équivalence est égal à 1. et pour les qualités différentes, il faudra utiliser le coefficient ( $e_i$ ),

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 :

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{cbr} + 5} \quad \text{(IV.1)}$$

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

$$e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{cbr} + 5} \quad \text{(IV.2)}$$

- $e$  : épaisseur totale du corps de chaussée.
- $I_{cbr}$  : indice CBR.
- $N$  : désigne le nombre moyen de camion de plus de 1500Kg à vide.
- $P$  : charge par roue  $P = 6.5 \text{ t}$  (essieu 13 t).
- $\text{Log}$  : logarithme décimal.

### 5-1-2 Notion de l'épaisseur équivalente:

Elle a été 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 d'équivalence  $a$ .

L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des différentes couches.

$$e = \sum a_i e_i \quad \text{(IV.3)}$$

- $a_i$  : Coefficient d'équivalence de chacun de matériau à utiliser.
- $e_i$  : Épaisseur de chaque couche.

$$e = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3 \quad \text{(IV.4)}$$

- $a_1 e_1$  : Couche de roulement.
- $a_2 e_2$  : Couche de base.
- $a_3 e_3$  : Couche de fondation.

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe  $e_1, e_2$  et on calcul  $e_3$  telle que

- $e_1$  : Couche de roulement  $\longrightarrow$  6 à 8 cm.
- $e_2$  : Couche de base  $\longrightarrow$  10 à 25 cm.
- $e_3$  : Couche de fondation  $\longrightarrow$  15 à 35 cm.

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

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence a
Béton bitumineux-enrobé dense (BP)	2.00
Grave bitume (GB)	1.50 à 1.70
Grave ciment- grave laitier (GB) (GL)	1.50
Sable ciment (SC)	1.00 à 1.20
Grave concassé ou gravier	1.00
Grave roulée- grave sableuse-TVO	0.75
Sable	0.50
Tuf	0.60

**Tableau 1 : coefficient d'équivalence.**

**5-2 Méthode du catalogue des structures :**

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

**5-2-1 Détermination de la classe du trafic :**

Le trafic caractérisé par le nombre de poids lourds de charge utile à 50 KN par jour la voie la plus chargée.

Classe du trafic	Trafic poids lourds cumules sur 20 ans
T <sub>1</sub>	$T < 7.3 \cdot 10^5$
T <sub>2</sub>	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^6$
T <sub>3</sub>	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
T <sub>4</sub>	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
T <sub>5</sub>	$T > 4 \cdot 10^7$

**Tableau 2 détermination du trafic.**

Calcul du trafic de poids lourds cumulé sur 20 ans :

$$T_c = T_{pl} \left[ 1 + \frac{(1+\tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] 365 \quad (IV.5)$$

- T<sub>c</sub>** : Trafic cumulé.
- T<sub>pl</sub>** : Trafic poids lourds à l'année de mise en service.
- τ** : Taux d'accroissement annuel.
- n** : Durée de vie (n=20 ans).

**5-2-2 Détermination de la classe du sol :**

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

**Tableau-3 détermination de la classe du sol.**

**a) Caractéristiques du sol support :**

Nous avons un indice de **CBR= 5**, donc la portance de sol support est de **S3**. Nous devons donc prévoir une couche de forme en matériau non traité de 40 cm (en deux couches), pour améliorer la portance de sol support.

**b) Amélioration de la portance du sol support :**

Pour améliorer la portance d'un sol, on a recours aux couches de formes Le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de CF, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF.

Les résultats de ces recherches sont résumés dans tableau suivant :

<b>Portance de sol</b>	<b>Matériau CF</b>	<b>Epaisseur de CF</b>	<b>Portance</b>
< S <sub>4</sub>	Non traité	50 cm (2 couches)	S <sub>3</sub>
S <sub>4</sub>	Non traité	35 cm	S <sub>3</sub>
S <sub>4</sub>	Non traité	60 cm (2 couches)	S <sub>2</sub>
S <sub>3</sub>	Non traité	40 cm (2 couches)	S <sub>2</sub>
S <sub>3</sub>	Non traité	70 cm (2 couches)	S <sub>1</sub>

**Tableau 4 Les résultats de la recherche.**

**5-3 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP) :**

Le catalogue de dimensionnement des chassées se présente sous forme des fiches de dimensionnement dans les quelles les structures sont déjà pré calculées.

L'utilisation du catalogue du dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement des chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

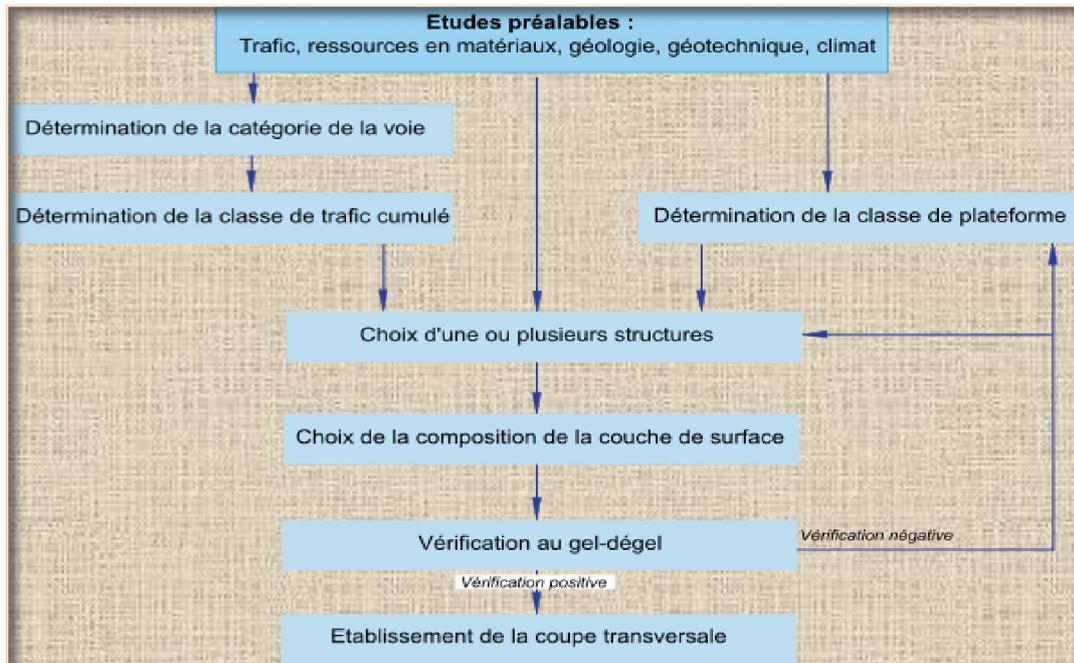


Figure 3 démarches de catalogue.

**5-4 Méthode A.A.S.H.O (American Association of Highway official):**

Cette méthode est née, à la suite d'un constat fait sur l'accroissement considérable de la circulation routière, qui créait des dommages sur les chaussées américaines et l'exigence des ingénieurs à l'amélioration des techniques de conception routière. Elle est basée sur l'observation du comportement sous trafic de chaussées réelles ou expérimentales. Il s'agit d'établir par régression multiple, des relations entre la durée de vie, l'épaisseur des couches et les propriétés mécaniques des matériaux. Cette méthode permet d'établir des lois d'équivalence entre essieux de charges différentes, de relier statistiquement les déflexions à la structure de la chaussée, de définir un indice de qualité de service des chaussées PSI (ou Present Serviceability Index) ou indice de viabilité et un indice d'épaisseur pouvant s'exprimer par une forme linéaire des épaisseurs des différentes couches.

**5-5 Méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées):**

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression :

$$T_{eq} = \frac{TJMA \times a[(1+\tau)^n - 1] \times 0.75 P \times 365}{(1+\tau) - 1} \quad (IV.6)$$

**T<sub>eq</sub>** : Trafic équivalent par essieu de 13 t.

**TJMA** : Trafic a la mise en service de la route.

**a** : Coefficient qui dépend du nombre de voies.

**τ** : Taux d'accroissement annuel.

**n** : Durée de vie de la route.

**P** : Pourcentage de poids lourds.

### **6- Choix de la méthode :**

On note qu'il n'existe pas actuellement une méthode universellement acceptée pour le calcul des épaisseurs de chaussées, et leurs différentes couches c'est pour quoi lors d'un choix de la méthode à appliquer, il ne faudra pas oublier que la qualité réelle de la chaussée dépend :

- ✓ De la disposition constructive adaptée à la chaussée
- ✓ De la qualité des matériaux mise en place.
- ✓ Le soin apporté à l'élaboration et à la mise en œuvre des matériaux.

Nous allons faire un pré-dimensionnement des différentes couches avec les méthodes empiriques telles que la méthode CBR. Après ca, on vérifiera si la structure choisie sera apte à supporter le trafic qu'on a, en utilisant le logiciel ALIZE et en se basant sur les théories de la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.

### **7-Application au projet :**

#### **1) Méthode CBR :**

- L'année de mise en service : 2015.
- Les pourcentages (%) des poids lourds : Z= 14%.
- Taux d'accroissement annuel du trafic : τ = 4%.
- La durée de vie estimée : n=20ans.
- Indice CBR : 5
- Le trafic moyen :  $TJMA_{2007}=19742$  v/j.

**Rappel :**

Le trafic à prendre en compte pour le dimensionnement des chaussées c'est le trafic poids lourds sur la voie la plus chargée de la chaussée.

Répartition transversale du trafic :

- Chaussée unidirectionnelle à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée unidirectionnelle à 3 voies : 80% du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussée bidirectionnelle à 2 voies : 50% du trafic PL.
- Chaussée bidirectionnelle à 3 voies : 50% du trafic PL.

Dans notre cas, il s'agit d'une route bidirectionnelle à 3 voies, répartition du trafic 50% sur chaque voie :

Soit 50% de 19047 v/j = 9524v/j/sens

Ce qui correspond à :

$$9524 \times 14\% = 1333 \text{ PL/j/voie.}$$

$$N_{20 \text{ ans}} = 1333(1 + 0.04)^{20} = 2921 \text{ PL/j/voie.}$$

$$N_{20 \text{ ans}} = 2921 \text{ PL/j/voie}$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5(75 + 50 \log \frac{2921}{10})}}{5 + 5} = 61 \text{ cm.}$$

$$e = 61 \text{ cm.}$$

$$e = \sum a_i e_i = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3.$$

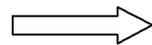
❖ Les coefficients d'équivalence des matériaux utilisés :

- |   |   |        |               |
|---|---|--------|---------------|
| { | • Couche de roulement (Béton bitumineux) BB | —————→ | $a_1 = 2.00.$ |
|   | • Couche de base (grave ciment) GB          | —————→ | $a_2 = 1.50.$ |
|   | • Couche de fondation (Grave concassé) GC   | —————→ | $a_3 = 1.00.$ |

Pour calculer l'épaisseur de la couche de fondation on fixe l'épaisseur de la couche de roulement et celle de base.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{couche de roulement en BB. } e_1 = 6\text{cm.} \\ \text{couche de base en GB } e_2 = 18\text{cm.} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} e = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3 = 2 \times 6 + 1.5 \times 18 + e_3 \times 1 \\ e = 61\text{cm} \end{array} \right.$$

  **$e_3 = 22 \text{ cm.}$**

**Remarque:**

❖ Nous avons choisit le matériau non traité pour des conditions économiques.

Pour notre cas on a CBR 5  $\rightarrow S_3$  ; à partir du {tableau 3} nous proposons une couche de forme de 40 cm de tuf pour améliorer la portance du sol support cela veut dire obtenir un CBR compris entre 10 et 25.

Couches	Epaisseur équivalentes cm	Epaisseur réelle cm
Couche de roulement BB	12	6
Couche de base en GB	27	18
Couche de fondation en GC	22	22
<b>total</b>	<b>61</b>	<b>46</b>

**Tableau 5 dimensionnement du corps de chaussée.**

**Conclusion :**

Structure de la chaussée avec la méthode CBR :

6(BB) + 18 (GB) + 22 (GC) + la couche de forme de 40 cm en tuf.

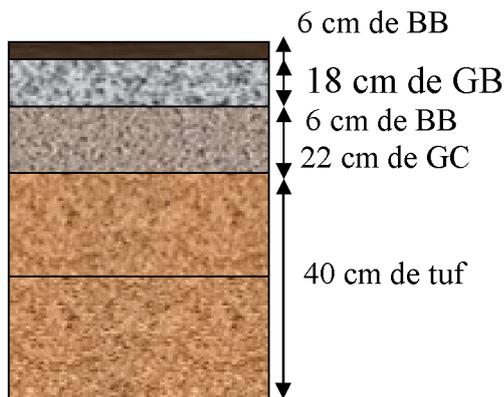


Figure 4 schémas des différentes couches.

## 2) Méthode du catalogue des structures :

### a) Classement de la route dans le réseau principal :

Le réseau routier national est décomposé comme suit :

#### ❖ Le réseau principal noté RP :

Il se décomposé des routes reliant :

- Les Chefs lieux de wilaya.
- Les ports, les aérodromes et les postes frontaliers.
- Les principales agglomérations et importantes zones industrielles.

Ce réseau principal se décompose en deux niveaux :

- Le réseau principal de niveau 1 (RP1) : Liaisons supportant un trafic supérieur à 1500 véhicules /jour.
- Le réseau principal de niveau 2 (RP2) : Liaisons supportant un trafic inférieur à 1500 véhicules /jour.

#### ❖ Le réseau secondaire noté RS :

Il se compose du reste des routes qui ne sont pas classées en RP.

Le trafic à la mise en service est de  $TJMA_{2015} = 26033$  v/j. (déjà calculé dans le chapitre 2).

Notre projet est un tronçon de la RN 12 supportant un trafic supérieur à 1500 v/j donc il est classé dans le réseau principal de **niveau 1(RP1)**.

### b) Classement de la route dans le réseau principal :

Niveau de réseau principal R <sub>Pi</sub>	Matériaux types	structures
R <sub>P1</sub>	MTB (Matériaux traités au bitume)	GB/GB .GB/GNT .GB/TUF .GB/SG .GB/AG
	MTLH (Matériaux traités aux liants hydrauliques)	GL/GL. BCG/GC
	MNT (Matériaux non traités)	GNT/GNT .TUF/TUF .AG/AG .SG/SG
	MTB (Matériaux traités au bitume)	SB/SG

Tableau 5 Classement de la route.

**GB** : grave bitume, **GL** : grave-laitier, **BCg** : béton de ciment goujonné, **GC** : grave ciment, **GNT** : grave non traitée, **SG** : sable gypseux, **TUF** : encroutement calcaire, **AG** : arène granitique, **SB** : sable bitume.

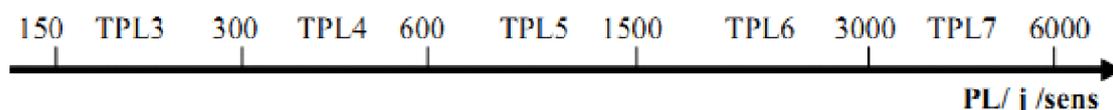
**3) Détermination de la classe du trafic :**

La classe de trafic TPL<sub>i</sub> est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l’année de mise en service.

$N_D = 9524v/j/sens$  (à l’année de mise en service).

$N_{PL} = 9524 \times 14\% = 1333 PL/j/voie.$

Donc **TPL<sub>i</sub> = 1333 PL/j/voie.**



D’après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en TPL5 (entre 600 et 1500 PL).

**4) Classement de portance du sol support de chaussée:**

Elle est déterminée sur base du module  $E = 5 \text{ CBR}$  avec  $\text{CBR} = 5 \rightarrow E = 5 \times 5 = 25$  MPa.

La classe du sol support est  $S_3$ .

**5) Sur classement du sol support:**

Le passage de  $S_3$  à  $S_2$  nécessite la mise en place d'une couche de forme de 40 cm en TUF en deux couches de 20 cm pour chacune.

- ❖ Avec les données citées plus haut, et une classe de sol  $S_2$ , le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves préconise une structure de :

6 BB+ 20 GB + 30 GNT + 40 TUF. (Catalogue/ fascicule3, page 13).

**6) Durée de vie :**

La durée de vie fixée par niveau de réseau principal RPI et par matériaux types est synthétisée dans le tableau 4 du catalogue / fascicule 2 page 13.

**7) Risque de calcul :**

Le risque de calcul ( $r\%$ ) adopté dans le dimensionnement de la structure est en fonction du trafic et du niveau de réseau principal, il est donné dans le tableau 5 du catalogue / fascicule 2 page 14.

$$\rightarrow r = 10\%.$$

**8) Données climatiques :**

La région d'étude est située au nord d'Algérie, caractérisée par un climat très humides, d'une pluviométrie supérieur à 600 mm/an.

$\rightarrow$  Alors d'après le tableau 7 du catalogue/ fascicule 2 page 15 :

Notre projet est situé dans la zone climatique **I**.

**9) Température équivalente :**

La valeur de température équivalente  $\theta_{eq}$  retenu pour le calcul de dimensionnement est en fonction de la zone climatique, elle est donnée dans le tableau 8 du catalogue/fascicule 2 page 15.

$$\rightarrow \theta_{eq} = 20 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

**10) Valeur du coefficient d’agressivité :**

**A** : Coefficient d’agressivité du poids lourd par rapport à l’essieu de référence de 13 tonnes.

Il est dans le **tableau 11** du catalogue fascicule 2 page 17.Elle est en fonction du niveau de réseau principale.  $\rightarrow A = 0.6.$

**11) Conditions aux interfaces :**

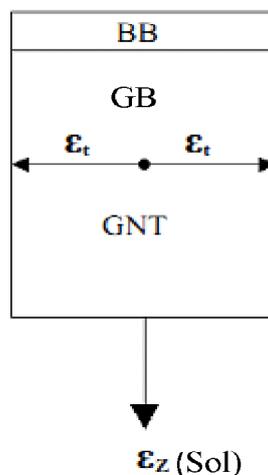
Les conditions aux interfaces interviennent dans la modélisation de la structure pour le calcul des contraintes et déformation, elles sont en fonction du type de structure.

$\rightarrow$  Alors d’après le tableau 3 du catalogue/fascicule page toutes les interfaces sont **collées**.

**12) Mode de fonctionnement pour le type de structure :**

$\epsilon_t$  : Etant la déformation de traction par flexion à la base des matériaux traités bitume.

$\epsilon_z$  : (Sol) étant la déformation verticale sur le sol support.



**13) Calcul du trafic cumulé de PL(TCi) :**

Le TCi est le trafic cumulé de PL sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vie). Il est donné par la formule suivante :

$$\boxed{\text{TCi} = \text{TPLi} \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}} \quad (\text{IV.7})$$

Avec :

- I : Taux d'accroissement géométrique, (pris égal à 0.04 dans le calcul de dimensionnement).
- N : Durée de vie considérée, (n= 20 ans).

$$\text{TCi} = 1333 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04}$$

$$\text{TCi} = 1.44 \times 10^7 \text{ PL/j/sens.}$$

14) Calcul du trafic cumulé équivalent TCEi :

$$\boxed{\text{TCEi} = \text{TCi} \times A = 1.44 \times 10^7 \times 0.6} \quad (\text{IV.8})$$

$$\text{TCEi} = 8.64 \times 10^6 \text{ pl/j/sens.}$$

❖ Calcul des déformations admissibles sur le sol support ( $\epsilon_{Z,ad}$ ) :

La déformation verticale  $\epsilon_{Z,ad}$  calculée par la méthode **Alizé III**, devra être limitée à une valeur admissible  $\epsilon_{Z,ad}$  qui est donnée par une relation empirique déduite à partir d'une étude statistique de comportement des chaussées algériennes. Cette formule est la suivante :

$$\boxed{\epsilon_{Z,ad} = 22 \times 10^{-3} (\text{TCEi})^{-0.235}} \quad (\text{IV.9})$$

$$\epsilon_{Z,ad} = 22 \times 10^{-3} \times (8.64 \times 10^6)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{Z,ad} = 515 \times 10^{-6}$$

Remarque:

- chaque valeur de TPLi correspond à une valeur de  $\epsilon_{Z,ad}$ .
- La vérification  $\epsilon_Z < \epsilon_{Z,ad}$  sera surtout à faire dans le cas des chaussées à matériaux non traité, car le critère prépondérant dans le calcul de dimensionnement.

- Dans le cas des chaussées traitées au bitume hydraulique, la pression sur sol support sera tellement faible que le critère  $\epsilon_Z < \epsilon_{Z,ad}$  sera pratiquement toujours vérifié.

❖ Calcul des déformations admissibles à la base des couches bitumineuses  $\epsilon_{t,ad}$  :

$\epsilon_{t,ad}$  est donnée par la relation suivante :

$$\epsilon_{t,ad} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25 \text{ Hz}) \times k_{ne} \times k_{\theta} \times k_r \times k_c \quad (\text{IV.10})$$

Avec:

$\epsilon_6(10^\circ\text{C}, 25 \text{ Hz})$  : Déformation limite au bout de  $10^6$  cycles avec une probabilité de rupture de 50% à  $10^\circ\text{C}$  et 25 Hz (essai de fatigue).

$k_{ne}$ : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

$k_{\theta}$ : Facteur lié à la température.

$k_r$ : Facteur lié au risqué et aux dispersions.

$k_c$ : Facteur lié au calage des résultants du modèle de calcul avec comportement observe sur chaussée.

$$k_{ne} = \left( \frac{TCEi}{10^6} \right)^b \quad (\text{IV.11})$$

$$k_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C}, 10 \text{ Hz})}{E(\theta_{eq}, 10 \text{ Hz})}} \quad (\text{IV.12})$$

$$k_r = 10^{-tb\delta} \quad (\text{IV.13})$$

D'ou:

$$\epsilon_{t,ad} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25 \text{ Hz}) \times \left( \frac{TCEi}{10^6} \right)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C}, 10 \text{ Hz})}{E(\theta_{eq}, 10 \text{ Hz})}} \times 10^{-tb\delta} \times k_c \quad (\text{IV.14})$$

Avec :

- TCEi** : Trafic en nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur une durée de vie considérée.
- b** : pente de droite de fatigue  $b < 0$ .
- E (10°C)** : Module complexe des matériaux bitumineux à la température équivalente qui est en fonction de la zone climatique considérée.

$$\delta : f(\text{dispersion}) \rightarrow \boxed{\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh\right)^2}} \quad \text{(IV.15)}$$

Avec :

- SN** : Dispersion sur la loi de fatigue.
- Sh** : Dispersion sur les épaisseurs (en cm).
- C** : Coefficient égal à 0.02.
- t**: Fractile de la loi normale, qui est fonction du risque adopté (r%).

D'après le tableau 13 du catalogue/fascicule 2 page 18 :

- $\epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25 \text{ Hz}) = 100 \times 10^{-6}$  (déformation sous le grave bitume).
- $b = -0.146 : \left(\frac{l}{b} = 6.84 \rightarrow b = \frac{l}{6.84} \rightarrow b = -0.146\right)$ .
- $E(10^\circ\text{C}, 10 \text{ Hz}) = 12500 \text{ MPa}$  ;  $E(\theta_{\text{eq}}, 10 \text{ Hz}) = 7000 \text{ MPa}$ .
- $SN = 45 \text{ (GB)}$ .
- $Sh = 3 \text{ cm GB}$ .
- $Kc = 1.3 \text{ (GB)}$ .

$$Kne = \left(\frac{TCEi}{10^6}\right)^b = \left(\frac{8.64 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0.146}$$

$$Kne = 0.729.$$

$$k\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C}, 10 \text{ Hz})}{E(\theta_{\text{eq}}, 10 \text{ Hz})}} = \sqrt{\frac{12500}{7000}}$$

$$k\theta = 1.33.$$

D'après le tableau 16 du catalogue/fascicule 2 page 20:

$$r = 10\% \rightarrow t = -1.282$$

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh\right)^2}$$

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

$$\delta = 0.61.$$

$$kr = 10^{-tb\delta} = 10^{-1.282 \times 0.146 \times 0.61}$$

$$kr = 0.77.$$

$$\rightarrow \varepsilon_{t,ad} = 100 \times 10^{-6} \times 0.729 \times 1.33 \times 0.77 \times 1.3$$

$$\varepsilon_{t,ad} = 97.05 \times 10^{-6}.$$

❖ **Calcul automatique du dimensionnement:** (a l'aide du logiciel **ALIZE III**)

Les déformations admissibles sont :

- ✓  $\varepsilon_{z,ad}$  sol support =  $515 \times 10^{-6}$ .
- ✓  $\varepsilon_{t,ad}$  à la base de GB =  $97.05 \times 10^{-6}$ .

La structure de la chaussée devra satisfaire à la condition (essai de simulation) pour le matériau traité au bitume  $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,ad}$  **et**  $\varepsilon_t < \varepsilon_{t,ad}$  **ou**  $\varepsilon_z$  **et**  $\varepsilon_t$  peuvent être déterminés à partir d'un calcul automatique avec le logiciel **ALIZE III**.

### **8- Principe du programme ALIZE III :**

**ALIZE III** est un programme mis au point au laboratoire central des ponts et des chaussées Paris (1975), il permet de déterminer à partir d'un modèle multicouche, élastique et linéaire fondé sur l'hypothèse de Burimester, les contraintes et les déformations aux différentes interfaces de la structure ayant jusqu'à six couches supposées infinies en plan. La charge prise en compte dans la modélisation est une charge unitaire correspondant à un demi-

essieu de 13 tonnes présenté par une empreinte de rayon (r) avec une Symétrie de révolution, Le problème est traité en coordonnées cylindrique.

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	4000,0	0,350	0,000	34,7	0,297	31,9	0,660
	collé		0,060	17,5	0,255	70,9	0,606
0,200	7000,0	0,350	0,060	17,5	0,427	30,4	0,606
	collé		0,260	-62,1	-0,547	60,1	0,074
0,150	500,0	0,250	0,260	-62,1	-0,013	156,3	0,074
	collé		0,410	-45,5	-0,014	101,5	0,045
0,150	500,0	0,250	0,410	-45,5	-0,014	101,5	0,045
	collé		0,560	-41,0	-0,018	69,6	0,026
0,200	500,0	0,250	0,560	-41,0	-0,018	69,6	0,026
	collé		0,760	-46,9	-0,027	48,6	0,011
0,200	500,0	0,250	0,760	-46,9	-0,027	48,6	0,011
	collé		0,960	-69,4	-0,044	52,6	0,004
infini	25,0	0,350	0,960	-69,4	0,000	183,4	0,004

variante 1: Durée= 00:00sec

Grandeurs affichées

tableau 1     tableau 2

tableau 3     tableau 4

tableau 5     tableau 6

tableau 7     tableau 8

---

Déflexion =50,2 mm/100

entre-jumelage

Rdc = 1057,2 m

Tableau 6 Résultat écran ALLIAE III.

Résultats de simulation :

	Déformation calculées ALLIZE	Déformation admissible
$\epsilon_{Z,ad}$ sol support	183.4 $10^{-6}$	515 $10^{-6}$
$\epsilon_{t,ad}$ à la base de GB	62.1 $10^{-6}$	97.05 $10^{-6}$

Tableau 7 Résultat des déformations calculées et admissible ALLIZE III.

$\epsilon_{Z,ad}$  sol support = 183.4  $10^{-6}$  <  $\epsilon_{t,ad}$ =515  $10^{-6}$

$\epsilon_{t,ad}$  à la base de GB =62.1  $10^{-6}$  <  $\epsilon_{Z,ad}$ =97.05  $10^{-6}$

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

Indice CBR	Méthode	
	CBR	Catalogue
9	6BB+ 18 GB + 22 GC + 40 cm TUF	6 BB+ 20 GB + 30 GC + 40 TUF

Tableau 8 Récapitulatif des résultats.

**9. Conclusion :**

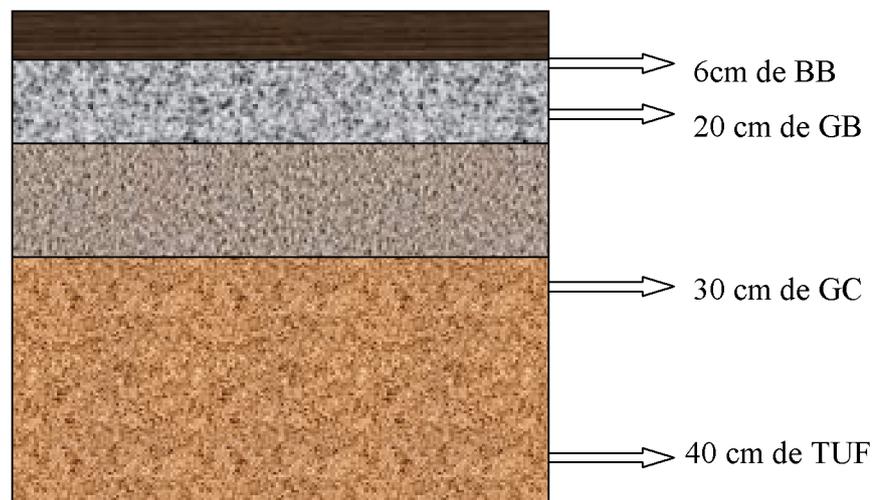
D'après la méthode ci-dessus ,on remarque que la méthode Catalogue de dimensionnement de chaussée , nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de

structure importante et uniforme pour l'ensemble du tracé, alors que la méthode CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importante et différentes selon l'indice portant du sol support .

Vue que la méthode Catalogue s'appuie sur les lois de comportement à la fatigue nous nous proposons de l'appliquer à notre projet pour les raisons suivantes :

- Augmenter la longévité de la route.
- Minimiser les couts d'entretiens.
- Un meilleur comportement à l'agressivité des charges son cesse croissantes.
- Elle fait appel aux spécificités géologiques et climatiques de chaque région.
- Elle tient compte des ressources en matériaux disponible pour chaque région.

**Notre corps de chaussées sera dimensionné comme suit:**



**Figure 5 schémas finals des différentes couches.**

## **Partie I : présentation du logiciel piste 5 :**

### **1. Introduction :**

Dans tout projet de réalisation d'une infrastructure de transport routière, l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus adéquate à la configuration du terrain.

Les concepteurs des projets linéaires sont confrontés à des grandes difficultés, lors de la conception de leurs projets. C'est pour cela que le service d'étude technique des routes et autoroutes 'SETRA' a conçu un logiciel d'aide à la conception des projets linéaires de génie civil, appelé <piste+>

### **2. L'utilité du logiciel piste5 :**

Piste est le logiciel de calcul le plus utilisé par les ingénieurs dans les conceptions des routes, il permet une définition géométrique complète de la route en effectuant: la mise au point, le calcul ainsi que la restitution des résultats, quel que soit le projet routier.

Selon la méthode traditionnelle de conception, ce logiciel permet :

- La définition d'un axe en plan et d'une tabulation
- La définition d'un profil en long
- La construction de profils en travers

Les résultats des calculs offrent tous les éléments nécessaires à l'évaluation quantitative du projet.

A chaque étape de son élaboration, le projeteur peut constituer un dossier avec les éditions des résultats numériques et le dessin des plans complets.

La souplesse de Piste permet de traiter également des études modélisables par profils en travers : canaux, digues, barrages, voies ferrées, travaux aéroportuaires, tranchées ...etc

Piste n'impose pas de norme particulière, mais permet le calcul des longueurs de raccordement et des dévers selon les normes en vigueur sur le réseau routier national (B40), ainsi que des distances de visibilité.

### **3. L'interface utilisateur de piste 5**

L'interface utilisateur de **Piste 5** est organisée autour d'un système de menus déroulants permettant d'accéder aux différentes fonctions avec la souris ou le clavier.

Les dialogues nécessaires à l'exécution du programme sont effectués dans des boîtes de dialogue qui permettent de saisir interactivement les différentes valeurs.

Les résultats de calculs sont dirigés dans des fenêtres de résultats permettant la consultation de l'intégralité des données après l'exécution du calcul.

Les menus droits des modules de conception d'axes en plan et de profil en long sont contextuels. Ils varient en fonction des saisies effectuées en ligne de commande et font office d'assistance à l'utilisateur.

La gestion des utilitaires est accessible par un clic droit dans la zone graphique :

- Conception plane et conception longitudinale : Interroger, Panoramique, Zooms, Calques
- Conception transversale : Profil, Panoramique, Zooms, Visualiser
- Module TPL (Triangulation par Point et Ligne) : Panoramique, Zooms, Calques

La gestion des utilitaires graphiques (zooms, configuration écran...) est accessible dans tous les niveaux de menu.

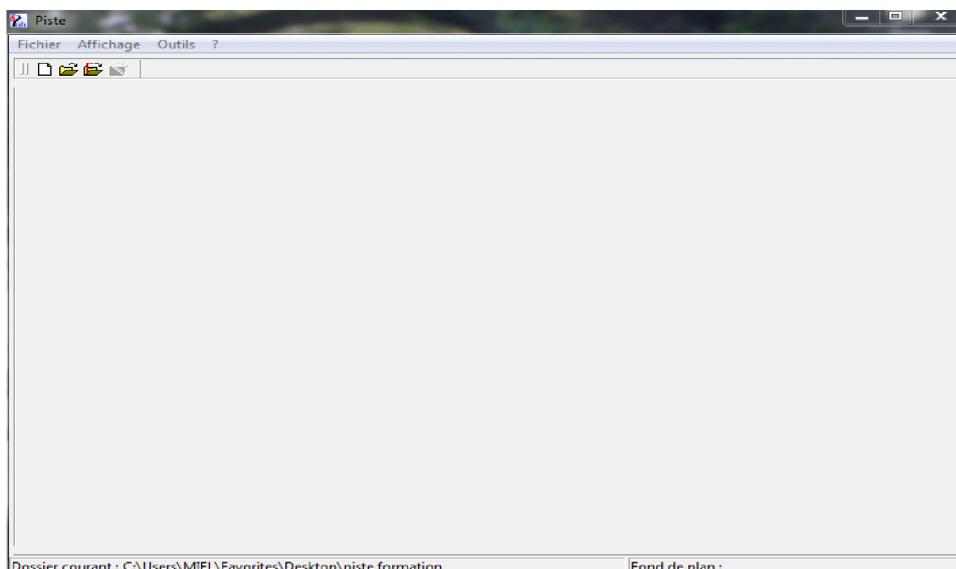
#### **4. Lancement de Piste 5 :**

Piste 5 peut être lancé de plusieurs manières :

- Depuis un raccourci créé sur le bureau
- En exécutant le programme Piste 5 depuis le menu Démarrer.
- Par un double-clic sur le nom d'un fichier .dap, .dpl, .pis, .typ, .seg

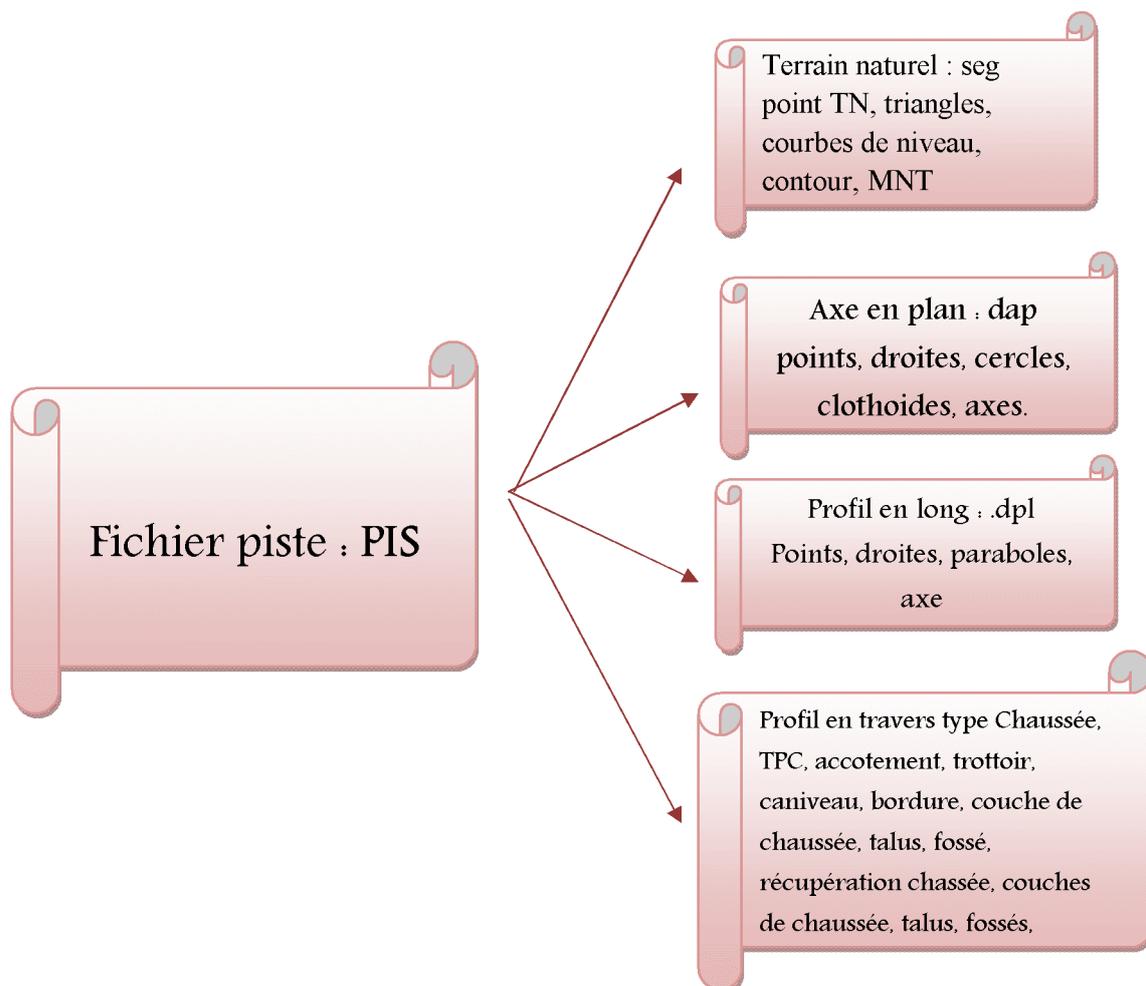
Dans ce dernier cas, nous accédons directement au module de conception correspondant au fichier de travail sur lequel nous avons double-cliqué.

#### **5. Articulation des fonctions du menu principal**



- **Fichier** : Les fonctions *Nouveau* et *Ouvrir* permettent de créer ou d'ouvrir des fichiers de travail correspondant aux différents modules de conception de l'application
- **Affichage** : Permet la gestion de l'affichage des barres d'outils.
- **Outils** : Permet d'accéder à la configuration de Piste 5, aux modules de digitalisation, de gestion des *fichiers Piste* et de gestion des tables de dévers.
- **? (Aide)** : Permet d'accéder à l'aide en ligne du logiciel ainsi qu'à la rubrique *A propos*.

**Le schéma suivant résume l'interaction entre les fichiers principaux du logiciel piste 5.**



**Figure : l'interaction entre les fichiers principaux du logiciel piste.**

## **Partie II : caractéristiques géométriques :**

### **1- Introduction :**

Une route dans le sens du tracé, est une voie de circulation composée d'une suite de tronçons qui relient les centres à desservir au moyen d'une bande de surface de l'espace, qui doit s'adapter le mieux possible au relief du terrain qui la supporte et qui peut être parcourue de façon sûre et confortable à la vitesse de base.

Cette voie se compose d'éléments géométriques bien définis, dont l'assemblage constitue ce que l'on appelle le tracé.

La surface de roulement d'une route est une conception de l'espace, définie géométriquement par trois groupes d'éléments qui sont :

- tracé de son axe en situation ou en plan
- tracé de cet axe en élévation ou profil en long
- profil en travers.

Les caractéristiques géométriques de ces éléments doivent correspondre à la meilleure solution du point de vue économique, et satisfaire certaines conditions minimales dictées par la nature, plus particulièrement la topographie et la géologie ainsi que le trafic futur prévu.

### **2- Principes généraux de l'étude géométrique :**

Pour parfaire la vue dans l'espace de son projet, l'ingénieur utilisera avec avantage le dessin des perspectives, les photomontages, les modèles, les maquettes, ... etc

Les principes généraux dont s'inspirera le projeteur sont les suivants :

#### **a) Influences naturelles :**

- Le tracé général d'une route se rapprochera des grands axes naturels ou coupures naturelles (vallées, cours d'eau) et des axes construits (voies ferrées, canaux).
- La géologie et l'hydrographie joueront un grand rôle dans le coût de construction (qualité des terrains à excaver, présence et position de nappes phréatiques, approvisionnement en matériaux de construction).
- -Les conditions climatiques seront prises en considération en vue d'une exploitation sûre et économique (ensoleillement, humidité, enneigement).

#### **b) Influences techniques et économiques :**

- L'équilibre déblais-remblais (mouvement des terres) sera recherché, mais il a moins d'importance que la mécanisation des chantiers.

- Les ouvrages d'art doivent s'adapter au tracé général adopté et non pas l'inverse, mais l'estimation de leur coût peut influencer le choix du tracé à l'origine ou amener une modification locale du tracé.

En secteur accidenté, trouver un compromis rationnel entre un mauvais tracé sans ouvrages d'art et un tracé élégant composé en majeure partie de ponts et tunnels, très coûteux.

- L'évaluation du coût de construction sera donc prise en considération très tôt dans l'étude, mais se souvenir qu'une solution techniquement insuffisante ne peut pas se justifier par un faible coût.

**c) Sécurité d'exploitation et confort :**

- Supprimer les risques d'inondation, de chutes de pierres et d'avalanches et les prévenir ou en tenir compte (digues, galeries de protection).
- Tracé le plus voisin de l'horizontale et le plus tendu possible (faibles déclivités et longues courbes de grands rayons)
- Pour les routes interrégionales ne pas traverser les agglomérations, se tenir le plus près possible pour faciliter les usages potentiels).

## **I-tracé en plan :**

### **1- Définition :**

Le tracé en plan d'une route représente la projection verticale sur un plan horizontal de la route dans l'espace, il est constitué d'une succession de courbes et d'alignements droits séparés ou pas par des raccordements progressifs. Il vise à assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort tout en s'intégrant au mieux dans la topographie du site.

### **2- Règles à respecter dans le tracé en plan**

Pour un bon tracé en plan certaines recommandations doivent être suivies. Nous pouvons citer par exemple :

- L'adaptation du tracé au terrain naturel pour qu'il n'y ait pas de terrassement important et donc un grand mouvement des terres.
- Il faut raccorder le nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter les terrains instables ainsi que les terrains agricoles et les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds pour éliminer la réalisation des ouvrages d'arts.

### **3- Les éléments géométriques du tracé en plan :**

La route étant destinée à se rendre d'un point A à un point B, le tracé en plan rectiligne étant le plus court semble être la solution idéale, Dans les routes romaines c'était la solution adoptée, Aujourd'hui, on préfère un tracé légèrement infléchi au lieu de la droite, car pour la circulation actuelle les longs alignements présentent de sérieux inconvénients.

La tendance actuelle est donc d'adopter, même en plaine, des courbes de grands rayons (plusieurs Km), raccordées par des alignements courts ou pas d'alignements du tout.

Les grands rayons utilisés n'introduisent pratiquement pas d'accélération centrifuge sensible et n'allongent guère le tracé.

En première approximation, le tracé de l'axe des routes est composé de lignes droites raccordées par des cercles. Mais la pratique des grandes vitesses a imposé l'emploi d'un élément supplémentaire pour le raccordement entre les précédents.

Les éléments géométriques du tracé en plan sont donc :

- Droites = alignements
- Arcs de cercle
- Courbes de raccordement (CR) de courbure progressive.

Deux conceptions tout à fait valables sont alors envisageables pour un tracé en plan :

- Tracé composé essentiellement d'alignements, reliés par des courbes.
- Tracé composé essentiellement de courbes, reliés par des alignements.

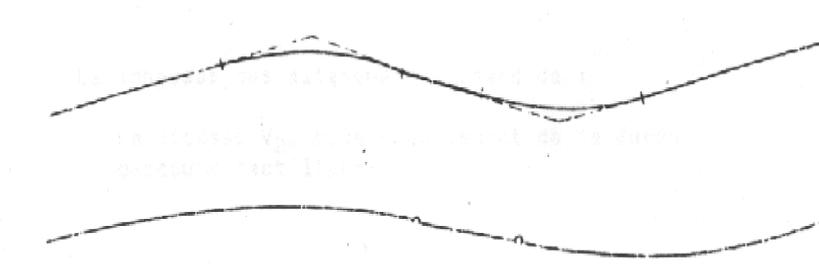


Figure I-1 : Solutions envisageables pour un tracé en plan.

#### **3-1 Alignements :**

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes modernes est restreint.

La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des phares.

- Difficultés de conduite et monotonie qui peuvent engendrer des accidents ou un malaise chez le conducteur.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.

Il existe toutefois des cas exceptionnels, où l'emploi d'alignements se justifie pleinement, par exemple:

- En plaine, où des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans les vallées étroites et rectilignes; où des courbes imposeraient des ouvrages d'art.
- Dans un secteur constitué de grandes parcelles rectangulaires.
- Pour donner une possibilité de dépassement à une route à deux voies.
- En zone urbaine, où existent des passages imposés, des bâtiments, des plans d'alignement.

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base
- Des sinuosités précédent et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités.

❖ **La longueur minimale :**

C'est celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps  $t$  d'adaptation.

$$l_{min} = v \cdot t \quad (V.1)$$

avec

$$\left\{ \begin{array}{l} t = 5 \text{ secondes} \\ v: \text{ vitesse véhicule (m/s)} \end{array} \right.$$

$$l_{min} = 5 \cdot v = 5 \cdot \frac{v_b}{3.6}$$

$$\text{Avec : } \left\{ \begin{array}{l} V_B : \text{ vitesse de base en Km / h.} \\ V_B = 80 \text{ Km/h} \end{array} \right.$$

$$l_{min} = 5 \cdot \frac{80}{3.6} = 112 \text{ m}$$

$$l_{min} = 112 \text{ m}$$

❖ **La longueur maximale :**

C'est celle qui correspond au chemin parcouru pendant 1 minute à la vitesse  $v$ .

$$L_{\max} = 60 \cdot v \quad \text{Soit :} \quad L_{\max} = 60 \cdot \frac{V_B}{3,6} \quad (\text{V.2})$$

$$l_{\max} = 60 \cdot \frac{80}{3,6} = 1334 \text{ m}$$

$$l_{\max} = 1334 \text{ m}$$

Alignement	Longueur minimale	$l_{\min}$	m	112
	Longueur maximale	$l_{\max}$	m	1334

Tableau I-1 : longueur minimale et maximale des alignements droits.

### 3-2 Arcs de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

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

#### a) Stabilité en courbe :

Dans un virage de rayon R, 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 de la courbe afin d'éviter le phénomène de dérapage, d'une pente dite dévers exprimée par sa tangente.

#### Remarque :

- d ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps pluvieux ou par verglas).
- d ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux.

Catégorie C	Environnement E	Dévers ( % )	
		dmax	dmin
1 - 2	1 - 2 - 3	7	2.5
3 - 4	3	7	3
3 - 4	1 - 2	8	3
5	1 - 2 - 3	9	3

Tableau I-2: valeurs du dévers.

Ainsi pour chaque  $V_B$ , on définit une série de couples (R, d) :

❖ **Rayon horizontal minimal absolu RHm :**

$$R_{\min} = \frac{v^2}{g(f_t + d)} \quad (V.3)$$

Avec  $v = \frac{V_B}{3,6}$  (m/s)

$$RHm = \frac{V_B^2}{127(f_t + d)} \quad (m) \quad (V.4)$$

- $V_B$  : vitesse de base
- $f_t$  : coefficient de frottement transversal donné par le (B40)

v	40	60	80	100	120	140
$f_t$	0.20	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09

Tableau I-3 coefficient de frottement transversal.

❖ **Rayon minimal normal RHN :**

Le rayon minimum normal RHN doit permettre à des véhicules dépassant  $V_B$  de 20 Km/h de rouler en sécurité.

Avec :

$$RHN (V_B) = RHm (V_B + 20) \quad (V.5)$$

❖ **Rayon au devers minimal :**

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

$$\mathbf{RHd} = \frac{v_B^2}{127.2 \cdot d_{\min}} \quad (\mathbf{V.6})$$

❖ **rayon minimal non déversé (RHnd) :**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le dévers est alors négatif pour l'un des sens de circulation. Le rayon minimal qui permet cette disposition est le rayon minimal non déversé  $RH'$  (RHnd) avec :

$$\mathbf{RH\ nd} = \frac{v_B^2}{127.3,035} \longrightarrow \text{Catégories 1 et 2} \quad (\mathbf{V.7})$$

$$\mathbf{RHnd} = \frac{v_B^2}{127 \cdot (f'' - 0.03)} \longrightarrow \text{Catégories 3, 4 et 5} \quad (\mathbf{V.8})$$

$$\text{Avec : } \begin{cases} f'' = 0,07 & \text{catégorie 3} \\ f'' = 0,075 & \text{catégorie 4 - 5.} \end{cases}$$

**Application au projet :**

Tout projet routier est dimensionné conformément aux recommandations des normes techniques en vigueur. Ainsi notre projet sera dimensionné conformément aux normes algériennes d'aménagement des routes(B40).

Notre route, selon son utilité publique jugée capitale et vis-à-vis sa situation géographique, elle est donc classée en catégorie C1.

Elle se situe dans un environnement E2

Les rayons indiqués dans les normes B40 sont en fonction de la vitesse de base, la catégorie et le sens de circulation. En considérant  $V_B=80\text{km/h}$ .

				Dévers associé %
RAYON	Minimum absolu (m)	RHm	250	7
	Minimum normal (m)	RHN	450	5
	Au divers minimal (m)	RHd	1000	2,5
	Non déversé (m)	RHnd	1400	-2,5

Tableau I-4 : les rayons horizontaux et les dévers associés.

**b) Visibilité masquée dans une sinuosité :**

Un virage d'une route peut être masqué du côté intérieur de la courbe par le talus du déblai si la route est en tranchée, par une construction ou une 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.

**c) Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible:**

Un long véhicule à deux essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit. Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

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

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

(V.9)

Avec :  $\left\{ \begin{array}{l} L : \text{longueur du véhicule (longueur moyenne est de 10m)} \\ R : \text{rayon de l'axe de la route.} \end{array} \right.$

### 3-3 Courbes de raccordement :

Le tracé en plan qui, en première approximation, se compose d'une succession de droites et d'arcs de cercles accuse aux points de tangence une discontinuité de courbure qui n'est plus compatible avec les grandes vitesses pratiquées aujourd'hui, toute fois le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement en introduisant une courbe de raccordement dont la courbure varie linéairement.

#### a) Rôle des courbes de raccordement :

Les courbes de raccordements assurent :

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

#### b) Types de courbe de raccordement :

- La parabole cubique.
- La lemniscate.
- La clothoïde.

*Toutefois la clothoïde reste la courbe à raccordement progressif la plus utilisée.*

#### c) Les arcs de clothoïde :

La vérification des deux conditions gauchissement + confort dynamique peut se faire à l'aide d'une seule condition qui consiste à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation, par unité de temps, du dévers de la demi-chaussée extérieure au virage. Cette variation est limitée à 2%.

Soit sa longueur L

$$\text{Soit } \frac{\Delta d}{\Delta t} \leq 2\% \quad \text{avec} \quad \Delta t = \frac{L}{v} \quad \text{et} \quad v = \frac{V}{3,6}$$

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

(V.10)

$\Delta d$  : la différence de devers exprimé en valeur réelle.

$V_B$  : vitesse de base.

**Soit son paramètre A**

Avec

$$\boxed{A^2=L.R} \quad (V.11)$$

L : la longueur de la clotoide

R : le rayon horizontal.

Le choix de celle-ci doit respecter les conditions optiques, 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 alignement droits
- Ils sont utilisés pour toutes les zones où le devers doit varier.

## **4 application du projet sur logiciel piste :**

### **Etape 1 :**

#### **a) Construction du terrain :**

Nous allons à présent procéder à la conception du projet à partir du logiciel piste et pour cela nous devons en premier lieu lire le levé topographique sur le logiciel piste :

À partir du levé topographique que nous avons procuré la DTP

Ouvrir le levé sur autocad → enregistrer sous forme DXF dans un fichier piste nommé (levé)

Ouvrir piste en cliquant dessus → fichier → nouveau → fond de plan TPL (.seg) → dans le même fichier piste où nous avons enregistré le levé topographique sous forme DXF → nommer (dans notre cas fond de plan) → ok

Fichier → lire → (levé)

**Nous obtenons alors le nuage de points suivant :**

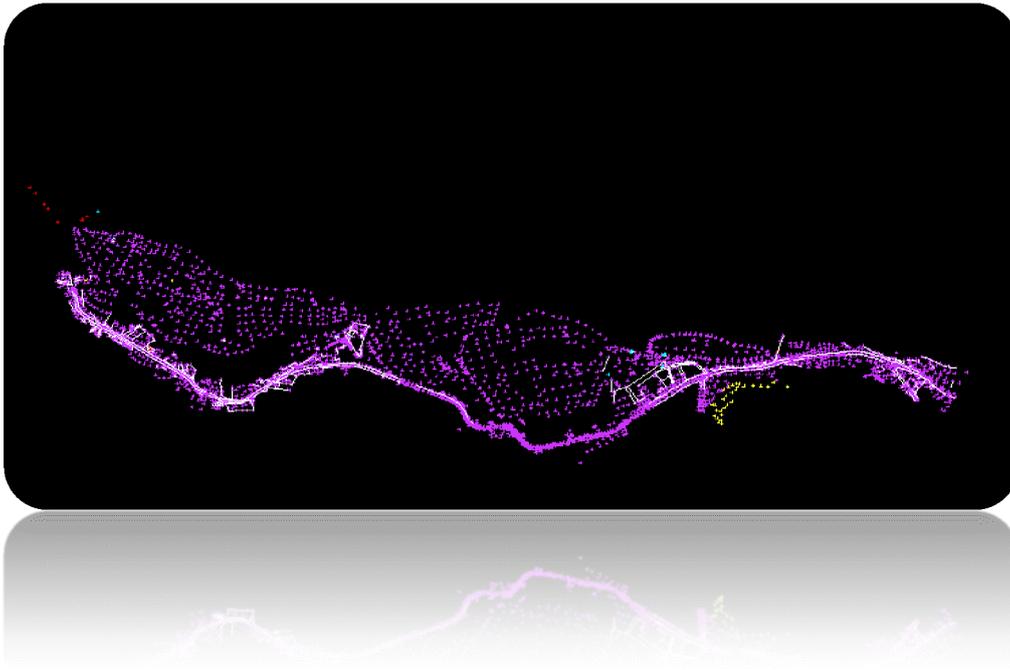


Figure I-2 : Image de nuage de points.

### **b) Triangulation :**

Une fois la lecture effectuée, nous lançons la triangulation qui consiste à déterminer, pour tous les points, des facettes triangulaires qui modélisent les sommets.

Fichier → ouvrir → fond de plan → (fond de plan) → ok

Calcul → Trianguler → oui.

*Nous obtenons la triangulation suivante :*

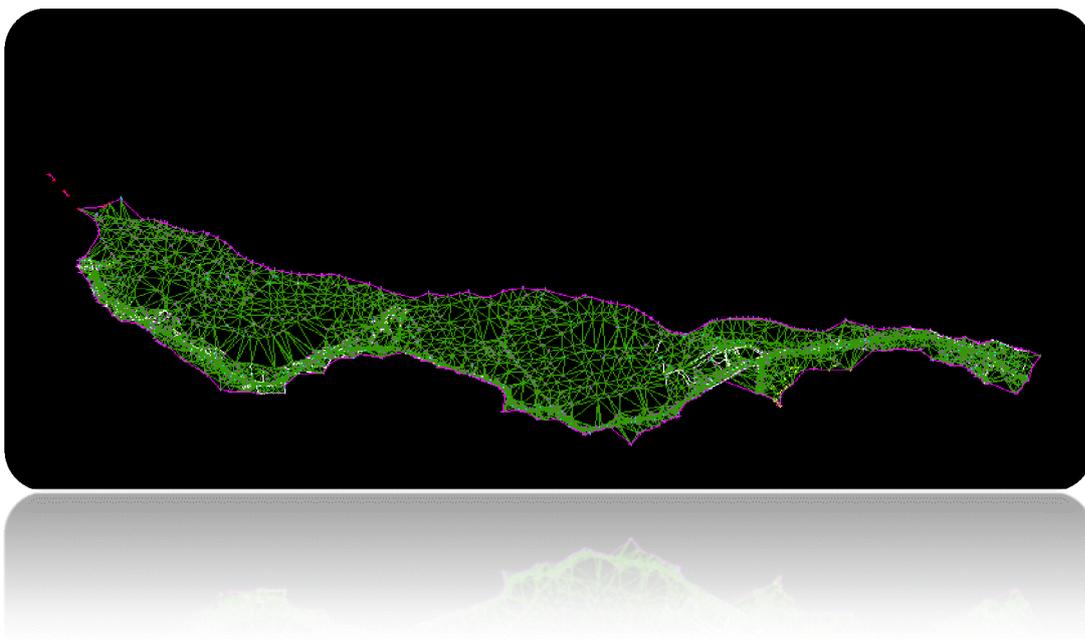


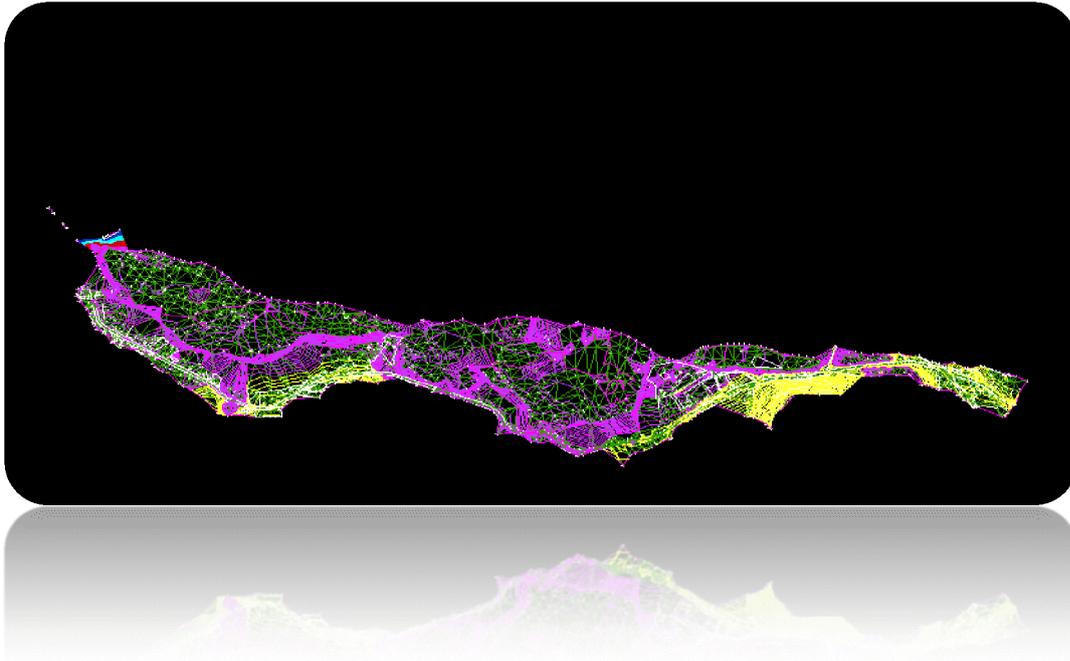
Figure I-3 : Image de triangulation.

### c) Calcul des courbes de niveau :

Les courbes de niveau sont les courbes reliant les points de la carte ayant la même altitude :

Une fois la triangulation effectuée → calcul → courbe de niveau → choisir la valeur du pas (ex : 1m) → ok

Nous obtenons :



**Figure I-4 : Image de calcul des courbes de niveau.**

On modifie alors les points à altitudes trop élevée ou trop basse dues à des erreurs de prélèvement topographiques et qui sont représentés par des zones rouges

Modification → cote d'un point → Modifier la cote.

Nous passons à présent à la conception plane pour avoir notre **TEP**

Fichier → nouveau → conception plane → créer un nouveau fichier nommée (axe en plan) → ouvrir.

Fichier → fond de plan → ouvrir.

#### **Etape 2 : définition de l'axe en plan et tabulation :**

Le tracé est une succession de droites (alignements) et de courbes (arc de cercle). On intercale entre ces deux derniers des clothoïdes (courbes de raccordement) qui servent à introduire progressivement la variation de devers.

- **Les points :**

Élément → point → nom d'élément → saisir le nom d'élément dans la boîte de dialogue (P1, P2, ...) → graphiquement → on place le point → exécuter

- **Droite**

Elément → droite → nom d'élément → saisir le nom dans la boîte de dialogue  
point → sélectionner graphiquement les deux point que relit la droite → exécuter

- **Valeur des rayons :**

Elément → distance → nom d'élément → saisir R1 saisir → entrer la valeur  
du rayon → exécuter.

- **Création d'une liaison :**

Elément → liaison → nom d'élément → saisir sélectionner les deux droites à  
raccorder sélectionner la distance (rayon) → ok

- **Création de l'axe en plan :**

Elément → axe → Nommer l'axe (axe1) → point p1 → fin automatique.

- **Tabulation :**

Calcul → tabulation avec création de profil → création pis → 0 20 → ok

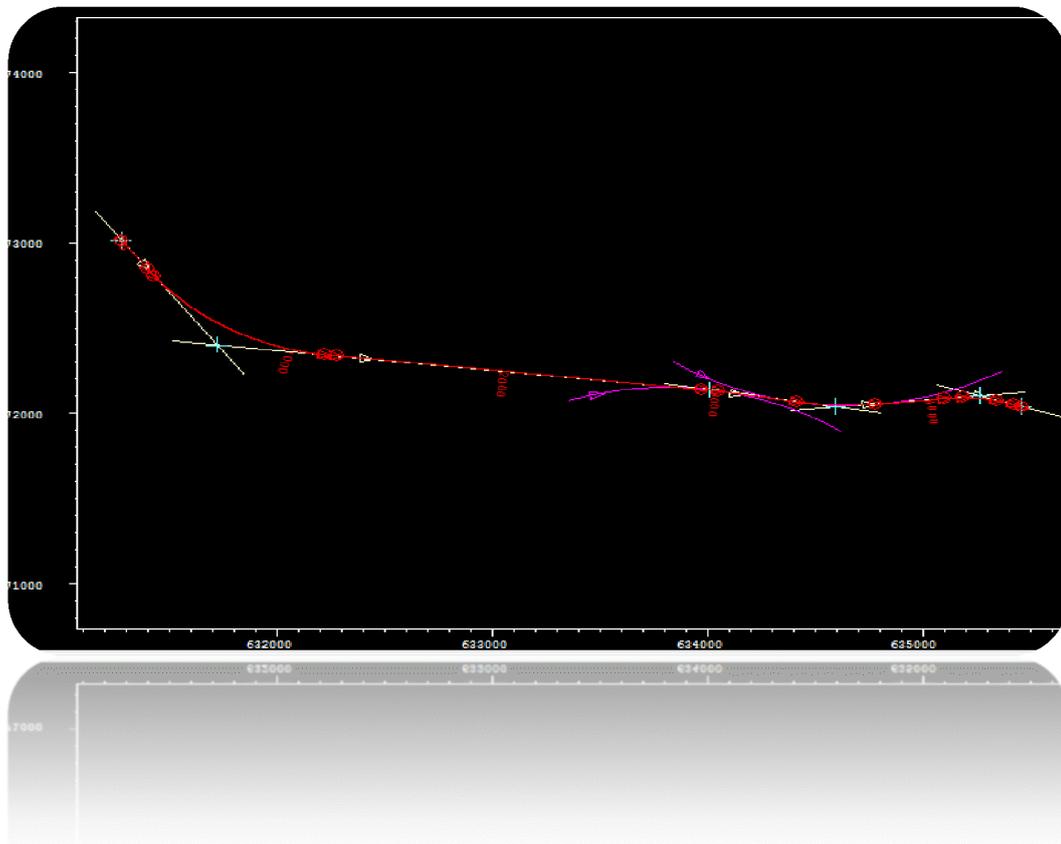


Figure I-5 : Image de l'axe en plan.

### **Description du tracé :**

Le tracé de notre projet est une partie de la RN12 qui s'étend sur un linéaire de 4.5km dont 3.775 Km est un nouveau tracé et le reste est le réaménagement de l'ancienne **RN 12** ;

Notre tracé débute à partir de l'échangeur de Tamda au **PK 9+00** en passant par l'échangeur de Taboukirt, à partir de cet échangeur débute le réaménagement de l'ancienne chaussée existante pour finir à la trémie de Chaib au **PK 13+466**.

### **Contraintes :**

- Le tracé est traversé par quatre oueds temporaires, ce qui nous mène à prévoir la construction d'ouvrages d'arts, qui sont des dalots respectivement au **PK 9+660** et au **PK 10+230** et le 3em est au **PK 11+20** et le dernier au **PK 12+900**.
- Destruction de quelque construction dont le mur de soutènement qui entour l'usine d'abattage, ainsi que des hangars à faible importance.
- Soulèvement de la chaussée d'au moins 2 mètres du terrain naturel a cause de la faible distance entre la route et l'oued.

### **Récupération de la chaussée existante :**

En dépit de toutes les contraintes suscitées et en se conformant aux normes, nous avons essayé de récupérer le maximum de la chaussée existante sur le tronçon qui s'étend du **PK 12+755** avec son élargissement d'une route bidirectionnelle à une route 2×3 voies.

## **II- profil en long :**

### **1- Définition :**

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

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

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droite (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer l'altitude du terrain naturel et du projet ainsi la déclivité de ce dernier.

### **2- Règles à respecter dans le tracé du profil en long :**

Le tracé de la ligne rouge doit répondre à plusieurs conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales pour cela il faut :

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

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

Il faut signaler 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 doit associer le profil en long concave, même l'égerment, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important et faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition  $R_{vertical} > R_{horizontal}$  pour éviter un défaut d'inflexion, et aussi supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coup 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.

#### 4- Déclivité :

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

- **Déclivité minimum :** La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc il est déconseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et sur toute celle inférieure à 0.5% pour éviter la stagnation des eaux.
- **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 déterminant car la plus part des véhicules légers ont une grande puissance, donc il est conseillé d'éviter les pentes supérieures à 6%.

La pente maximale de notre projet sera inférieure à ( $I_{\max} = 6\%$ ).

#### 5- Raccordement en profil en long :

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

On distingue deux types de raccordement :

##### 5.1- Raccordement convexes (Angle saillant) :

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

Leur conception doit satisfaire à la condition :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

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

$$\frac{V^2}{R_V} < \frac{g}{40} \quad \text{Avec } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{cases} R_V \geq 0.3 V^2 \rightarrow (\text{cat 1-2}). \\ R_V \geq 0.23 V^2 \rightarrow (\text{cat 3-4-5}). \end{cases}$$

Avec :

$$\begin{cases} R_V : C' \text{ est le rayon vertical (m).} \\ V : \text{Vitesse de référence (Km/h).} \end{cases}$$

### b. Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de condition de confort. il faut que deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_V = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})} \quad (\text{V.12})$$

Avec :

$$\begin{cases} D_1 : \text{Distance d'arrêt (m).} \\ h_0 : \text{Hauteur de l'œil (m).} \\ h_1 : \text{Hauteur de l'obstacle (m).} \end{cases}$$

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie pour le choix bidirectionnelle et pour une vitesse de base

$V_R = 80$  Km/h et pour la catégorie  $C_1$ .

Rayon $R_V$	Symbole	Valeur
Min absolu	$R_{Vm}$	4500
Min normal	$R_{VN}$	10000
Dépassement	$R_{VD}$	11000

Tableau II-1 : les valeurs des rayons verticaux.

### c. Condition d'esthétique :

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

$$R_V \min = 100 \times \frac{50}{\Delta d \%} \quad (\text{V.13})$$

$\Delta d$  : Changement de dévers (%).  
 $R_V \min$  : Rayon vertical minimum (m).

### 5.2 Raccordement concaves (angle rentrant) :

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

$$R_V' = \frac{d_1^2}{1.5 + 0.035 d_1} \quad (\text{V.14})$$

Pour une chaussée bidirectionnelle avec une  $V_r = 80 \text{ km/h}$  et catégorie C1 on aura le tableau suivant :

Rayon $R_V'$	Symbole	Valeur
Min absolu	$R_V' \text{ m}$	2400
Min normal	$R_V' \text{ N}$	3000

Tableau II-2 les rayons concaves.

### 5.3 Application a notre projet :

- La conception longitudinale :

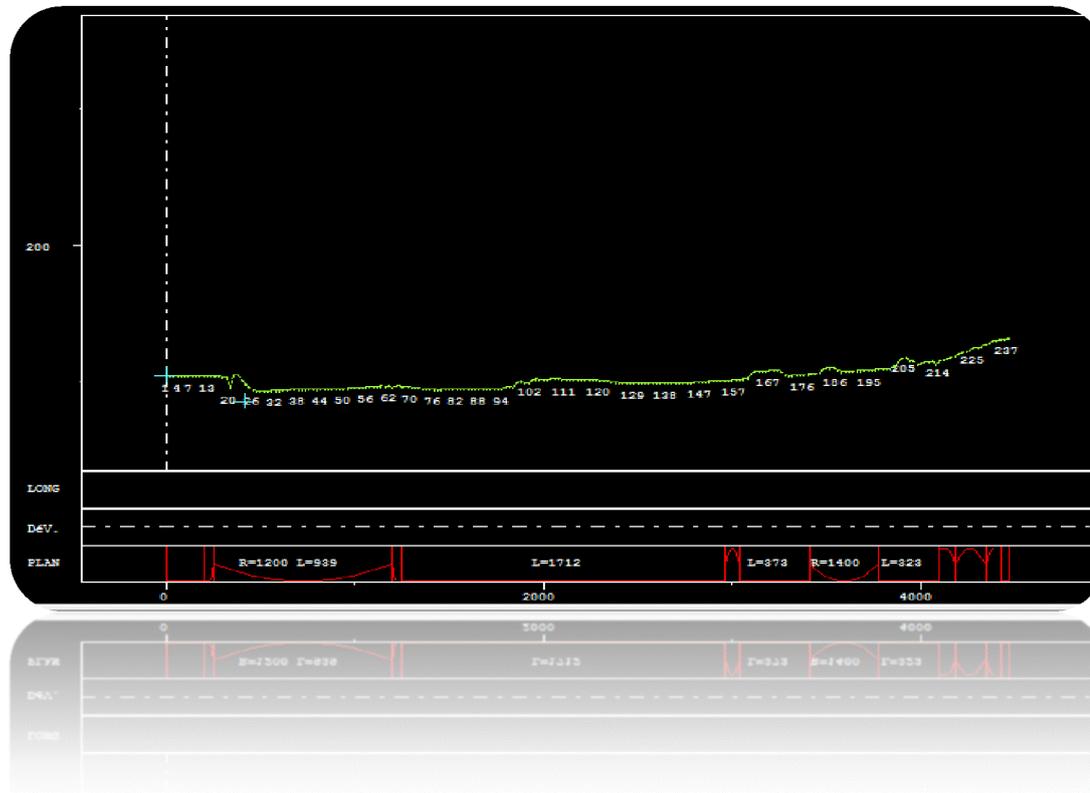
Fichier → nouveau → cons long → nommer profil en long → ouvrir

Fichier → fond de plan → ok

Calcul → interpoler → tab → ouvrir → ok

Fichier → ouvrir → cons long → fond de plan → ok

Fichier → projet piste → tab → ouvrir



**Figure II-1 : Image du terrain naturel.**

Pour dessiner la ligne rouge on suit les mêmes étapes que la phrase conception pour les points et les droites.

Pour la distance, nous saisissons que les valeurs (R1, R2, ... etc.).

Distance → choisir une valeur de R → exécuter (échappe).

Parabole → nom d'élément : para1 D1 D2 R1 (entre deux droites).

Axe → Point P1 → Fin automatique → exécuté (échapper).

Zon → 0 20 → exécuter

Calcul → Tabuler un axe → <RC> compléter.

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

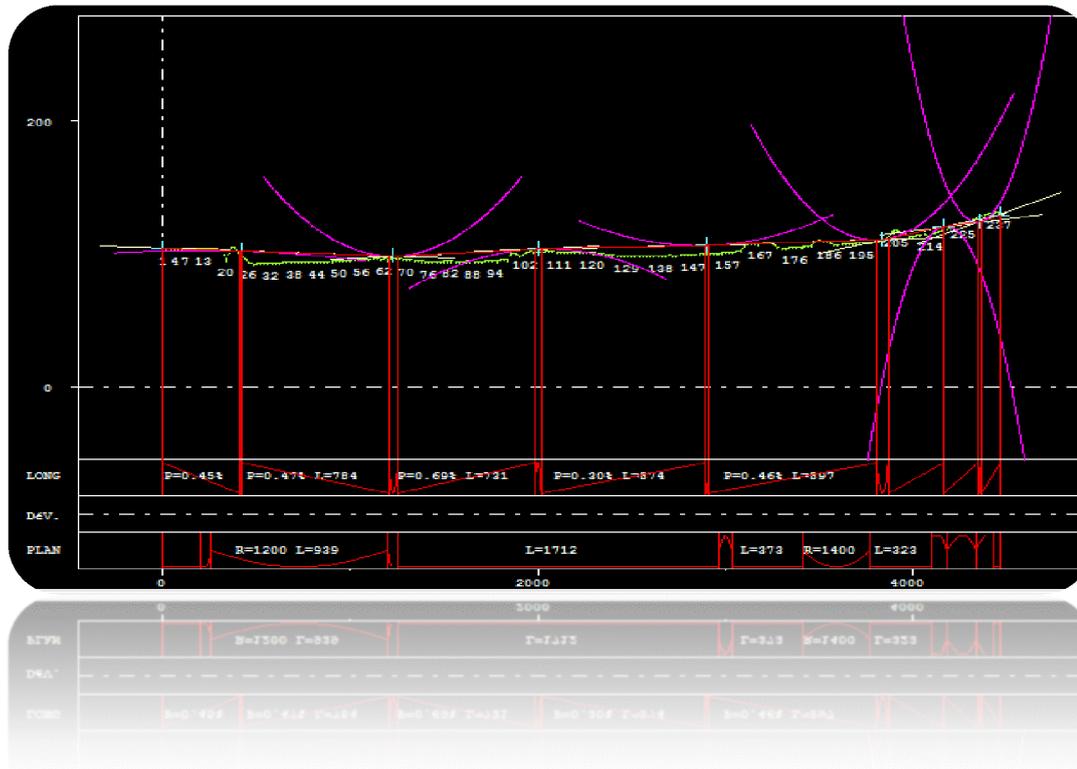


Tableau II-2 : Image du profil en long.

### Les contraintes :

Nous avons essayé de tracer la ligne rouge tout en respectant les règles et les normes tirées du B40, les principales contraintes rencontrées sont les nombreux cours d'eau qui traversent la route donc nous avons été dans l'obligation de surélever la chaussée à chaque point d'écoulement.

## III- Profil en travers :

### 1- Définition :

En conception routière, le profil en travers d'une route est représenté par une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de la surface définie par l'ensemble des points représentatifs de cette surface. Il comprend entre autre les chaussées avec leurs voies, le terre plein central quand il y en a un, les talus et les accotements.

Un profil en travers prend effet à un point donné d'une route. Tant qu'aucun autre n'est précisé, il reste valide. Il est de plus orienté dans les plans transversaux à la route à l'aide d'un pourcentage de déclivité appelée le divers.

### 2- Les éléments constitutifs du profil en travers :

- **L'emprise de la route** : 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.
- **L'assiette de la route** : C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.
- **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 terre-pleins et les bandes d'arrêts.
- **Chaussée** : C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.
- **Largeur roulable** : L'ensemble de la chaussée et des deux bandes dérasées qui la bordent constitue la largeur roulable.
- **Bermes** : Bordée à l'extérieur d'un accotement, de largeur 0,75m pour une vitesse de base 80 à 100, et 1m pour une vitesse de base 120 à 140.
- **Accotement** : L'ensemble d'une bande dérasée et de la berme engazonnée qui lui est à côté, constitue l'accotement.
- **Terre-plein centrale (T.P.C)**: Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :
  - Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage).
  - Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.
- **Arrondi de talus** : En remblai, l'arrondi de talus constitue le raccordement entre la berme de droit et le talus. Sa largeur est de 1m.
- **Le fossé** : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et le talus.

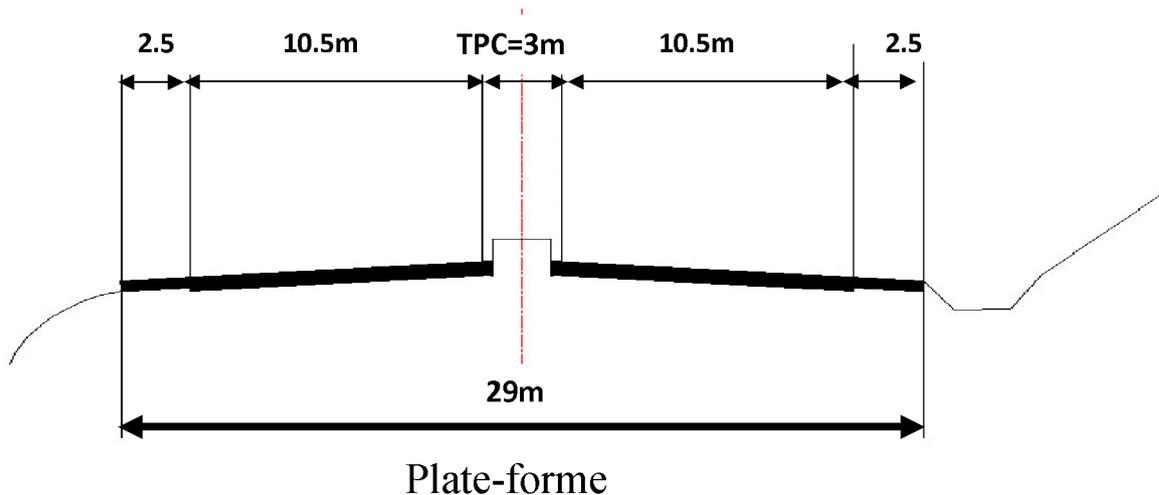


Figure III-1 : Schéma des éléments du profil en travers.

### **3- classification du profil en travers :**

On distingue deux types de profils :

#### **Profil en travers courant :**

Sont levés perpendiculairement à l'axe de la route ; ils contiennent généralement comme indication chiffrée et l'altitude du terrain et celle de la chaussée finie, dans l'axe de la route.

#### **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.

### **4- application a notre projet :**

- **La conception transversale :** Cette étape a pour but de créer un catalogue qui contiendra les demis profils en travers type que nous appliquerons à notre projet.
- **Le profil en travers type du projet :** Notre projet comportera un profil en travers type, qui contient les éléments constructifs suivant :

- Deux chaussées de 3 voies de 3.5m chacune :  $(3 \times 3.5) \times 2 = 21\text{m}$ .
- terre plein centrale de 3 m.
- Une bonde d'arrêt d'urgence de 2.5 m pour chaque coté :  $2.5 \times 2 = 5\text{m}$ .

Notre tronçon de route a une largeur de 29 m.

Conception transversale → nom de fichier piste (profil type) → ok.

Compléter les tableaux suivants:

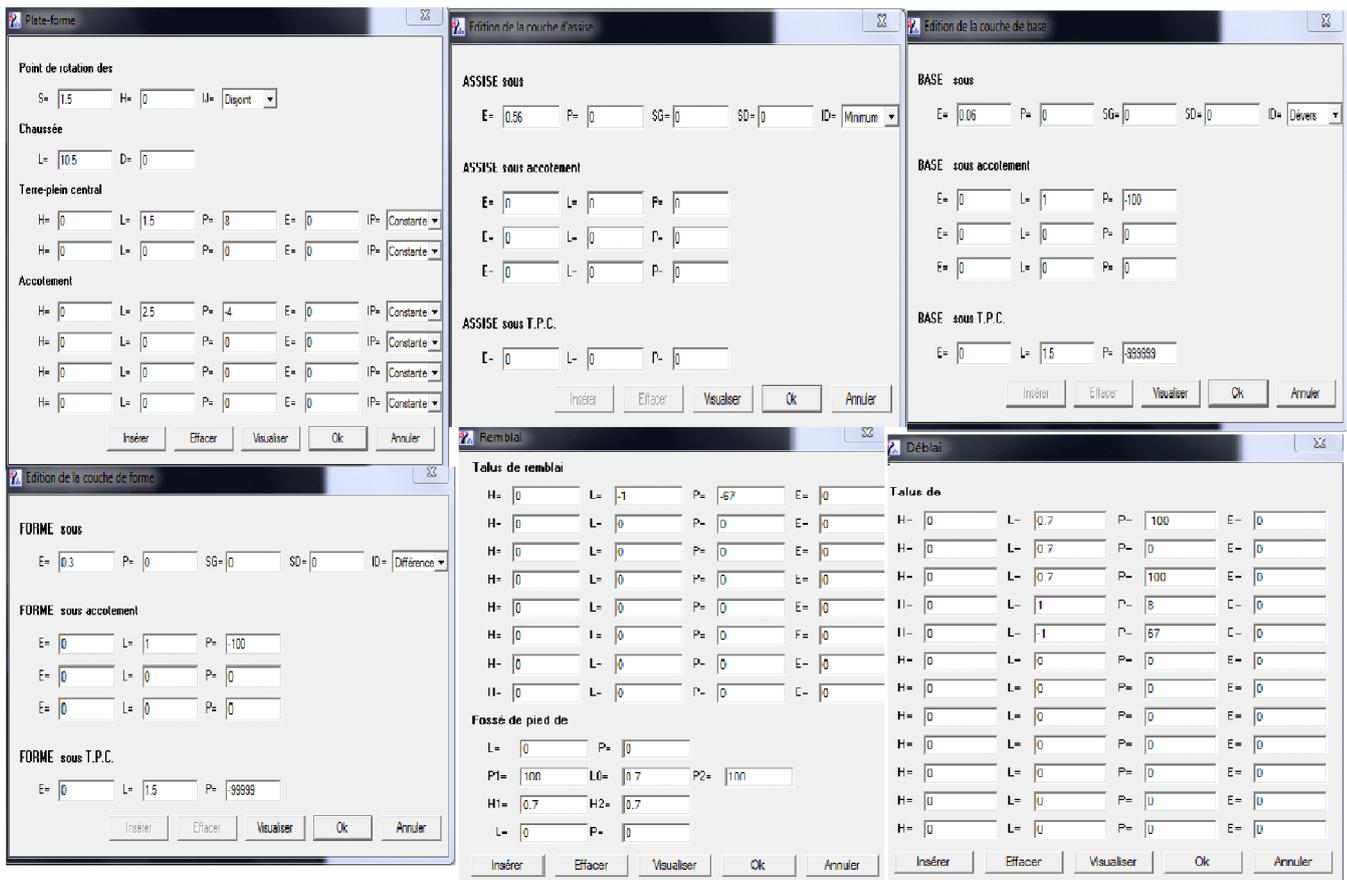
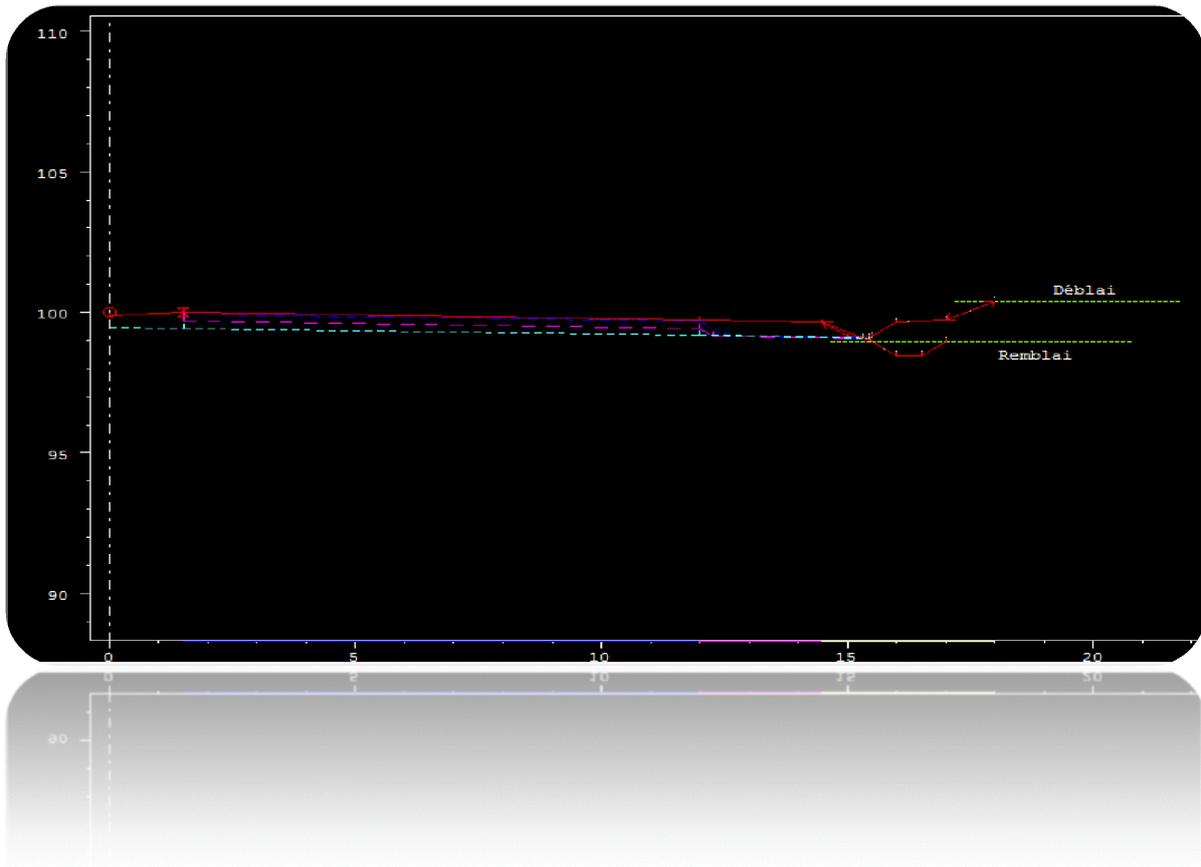


Figure III-2 : Image des Tableaux des caractéristiques de la chaussée profil en travers.

Ci-dessous nous allons voir l'image du profil en travers type :



**Figure III-3 : Image du profil en travers type.**

#### **Calcul du dévers :**

Calcul → Dévers → Calculer → recherche semi automatique (compléter le tableau).

Dévers → calculé → fermé.

Dévers → fin → créer un fichier dvt → ok.

#### **Calcul du projet piste :**

Projet → créer un fichier type.

Profil type → Nom de profil type (T1).

Créer → Nouveau → ok.

### **IV-Conclusion**

Au cours de ce chapitre nous avons pu voir le tracé en plan, le profil en long, le profil en travers ainsi que les conditions à respecter pour avoir ces tracés. Nous avons aussi tout au long de ce chapitre essayé de faire comprendre le logiciel PISTES tout en injectant les données relatives à notre projet, et en illustrant les étapes par les schémas obtenus sur l'écran.

Après avoir établi toutes les étapes sur le logiciel nous avons abouti aux résultats représentés ci-dessous :

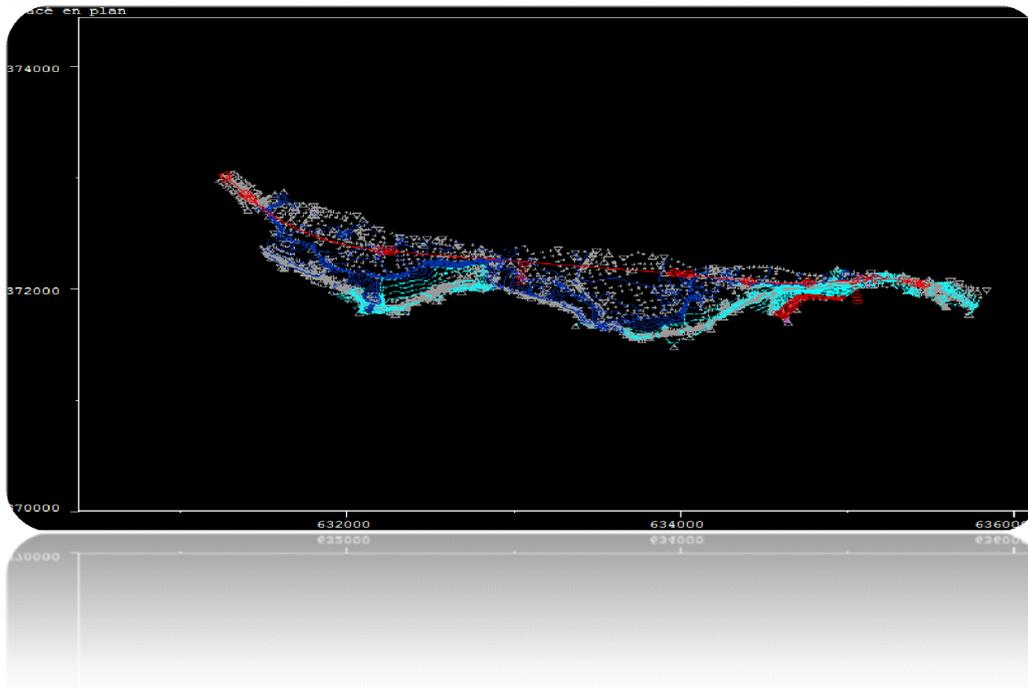


Figure IV- 1- axe en plan.

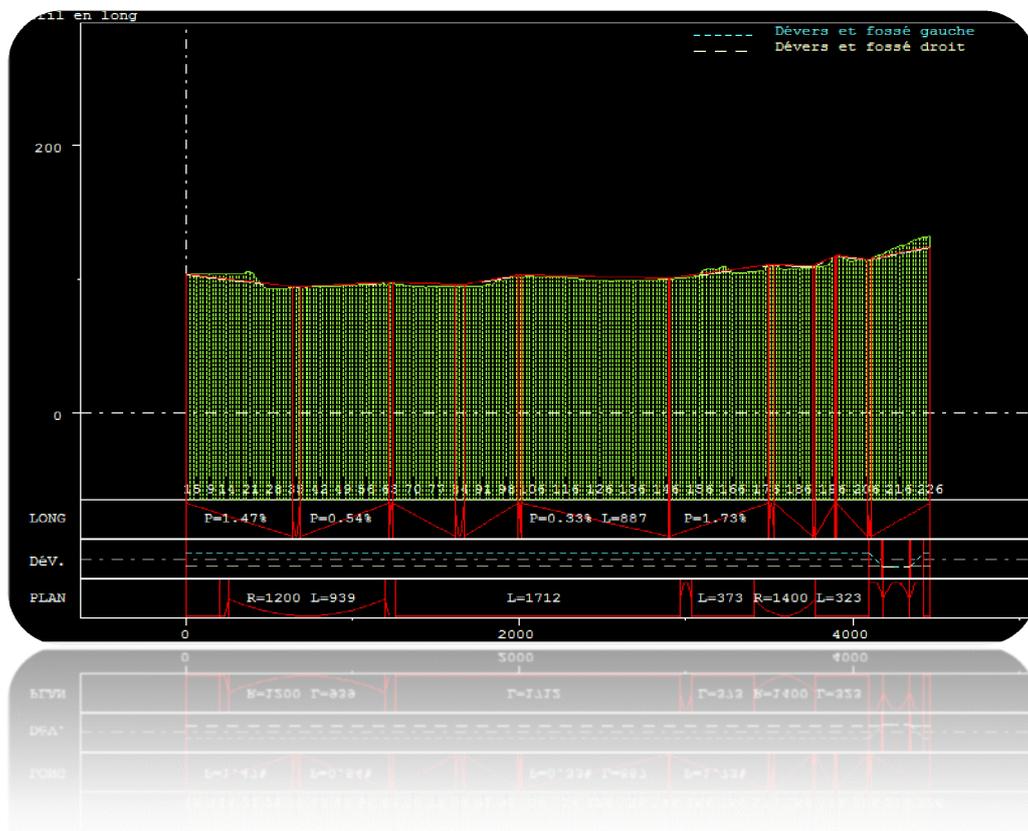


Figure IV-2- profil en long .

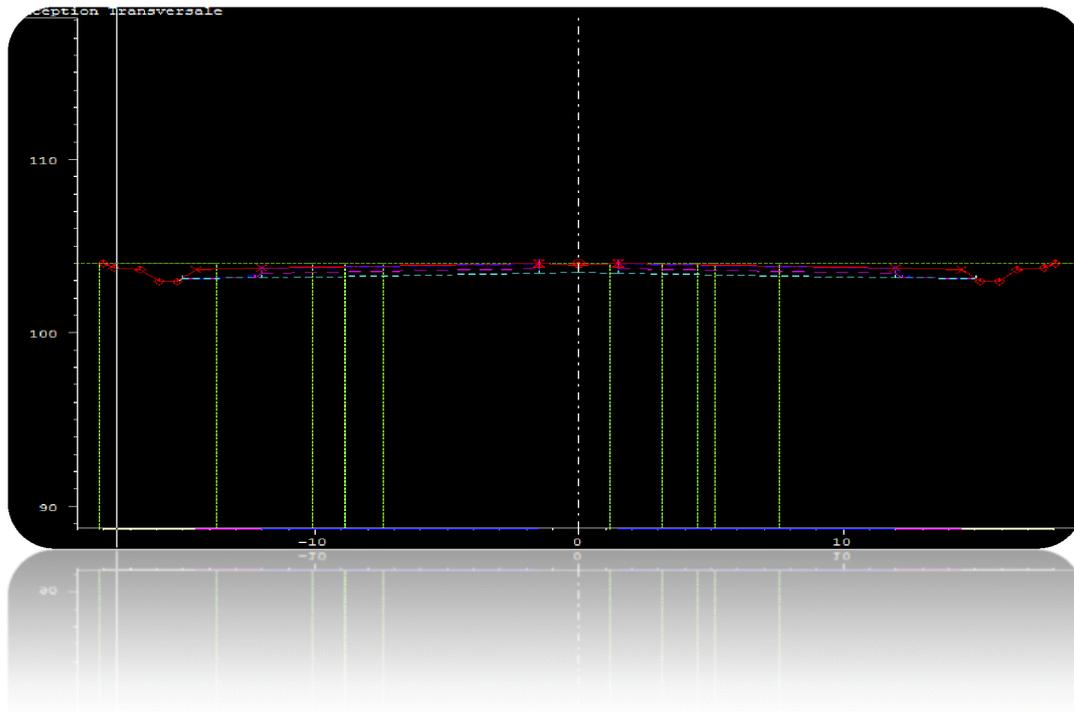


Figure IV-3- profil en travers.

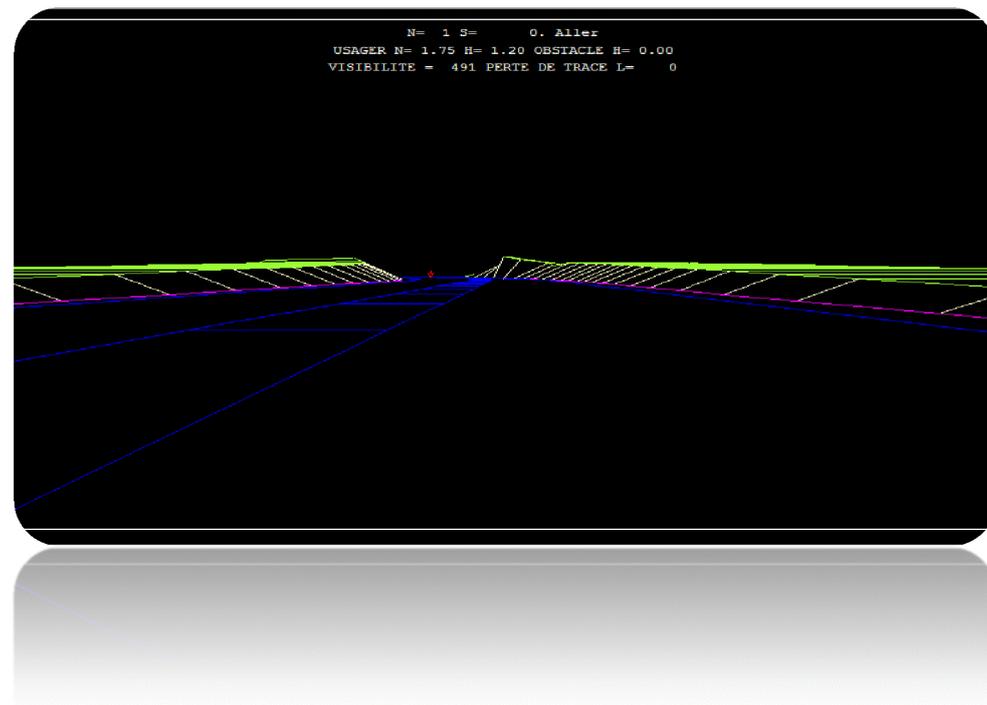


Figure IV-4- perspectives.

En annexe, nous donnerons les planches des différents tracés.

**1. introduction**

L'échangeur est un croisement étagé entre deux routes avec raccordement de circulation entre les voies qui se croisent.

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

**2. Définitions :**

Un échangeur autoroutier est un système de bretelles routières permettant de s'engager sur une voie rapide ou sur une autoroute ou de les quitter pour prendre une autre autoroute ou une route du réseau routier ordinaire.

**a) Avantage 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 et de reprise
- Assuré la continuité du réseau autoroutier.

**b) Inconvénients de l'échangeur :**

L'inconvénient majeur est qu'il entraine un investissement financier volumineux, c'est pourquoi son utilisation comme solution aux problèmes d'un carrefour doit être pleinement justifiée.

**3. Les différents types d'échangeurs :**

On connaît un grand nombre de formes d'échangeur. Ce pendant, les types de base ne sont pas nombreux chaque type peut varier de forme et de détendue.

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

- **Changeur majeur** : raccordement autoroute-autoroute.
- **Echangeur mineur** : raccordement autoroute-route.

### **3.1-Echangeur majeur :**

L'échangeur majeur raccordement entre autoroute sans qu'il n'y ait 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.

### **3.2-Echangeur mineur :**

Il est utilisé pour les raccordements d'une autoroute (route principale) et une route ordinaire (route secondaire), les schémas par raccordement sont :

- Losange.
- Demi-trèfle.
- 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.

#### ➤ **Le demi-trèfle :**

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

**Avantage :**

- ✓ Emprise réduite « occupe deux quadrants ».
- ✓ Construction économique.

**Inconvénients :**

- ✓ Schéma moins directionnel.
- ✓ Ouvrage de franchissement très large.
- ✓ Circulation lente dans les boucles.
- ✓ Cisaillement sur la route secondaire.

**Nota :**

Généralement on a deux types de demi-trèfle :

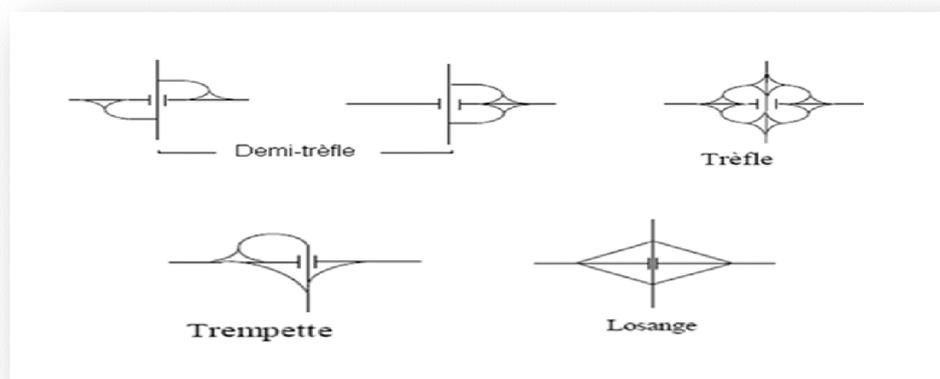
1. Demi-trèfle symétrique par rapport au centre (à quadrants opposés).
2. Demi-trèfle symétrique par rapport à la route principale (à quadrants contigus).

➤ **La trempette :**

D'usage exceptionnel par exemple raccordement à une route importante parallèle à l'autoroute. Utilisé dans le cas de raccordement entre trois branches, il comporte :

- Un alignement droit commun à toutes les bretelles.
- Une boucle « entrée ou sortie ».
- Une diagonal de sortie.

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



**Figure 1- types d'échangeurs.**

**4. Caractéristiques géométriques des échangeurs :**

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).

**4.1. 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.

**4.2. 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.

**4.3 Les bretelles :**

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

**5. Choix de l'échangeur :**

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, de leurs propriétés «avantages, inconvénient... » Et la limite de leur utilisation, permet de choisir la configuration la plus adopté au cas qui se présente.

Donc le choix du type de l'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre. Et pour ce but on suit 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 visibilités, de confort et de sécurité.

### **5.1 Application au projet :**

**Etape 1** : détermination du tracé à partir de :

➤ **Terrain :**

- Terrain légèrement vallonné.
- Le terrain devant recevoir le futur échangeur implique l'introduction de procédure d'expropriation.
- Des files électriques, ce qui implique le déplacement du réseau électrique.
- Des hangars, ce qui signifie la démolition et l'indemnisation des propriétaires.

➤ **Types de routes à raccorder :**

L'échangeur à concevoir doit assurer un raccordement entre La RN 12 et l'entrée de Larbaa Nath Irathen.

Donc notre échangeur est de type : **Echangeur mineur.**

➤ **Vitesse sur les bretelles :**

D'après B40 :

- La vitesse sur RN12 est 80Km/h.
- La vitesse sur l'échangeur est de 40Km/h.
- On va prendre la vitesse sur les bretelles  $V_B=40\text{Km/h}$ .

➤ **choix de l'échangeur :**

Notre échangeur doit raccorder une route national à une route secondaire d'où le choix de l'échangeur en trempette.

**En annexe, nous donnerons la planche de l'échangeur.**

## 1. Introduction :

La réalisation d'un projet routier ne peut en général se faire sans modifier la forme naturelle du terrain, car il n'est pas possible que le projet suit exactement les ondulations du relief du terrain, si l'on doit surélever le terrain, il faut apporter des terres qu'on appelle Remblais. Si l'on doit abaisser le niveau du terrain, il faut enlever des terres qu'on appelle Déblais. L'ensemble de ces deux opérations constitue les terrassements.

## 2. Définition :

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

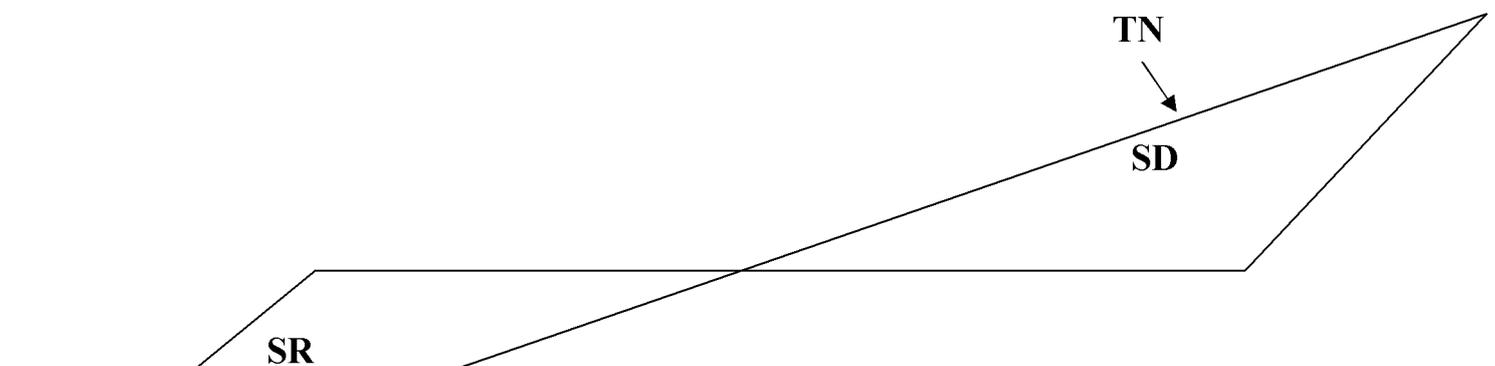
Le profil en long et le profile en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

## Méthodes de calcul de cubature :

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

Le travail consiste à calculer les surfaces SD (surface déblai) et SR (surface remblai) pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

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



**Schémas 1 Description des sections déblais et remblais.**

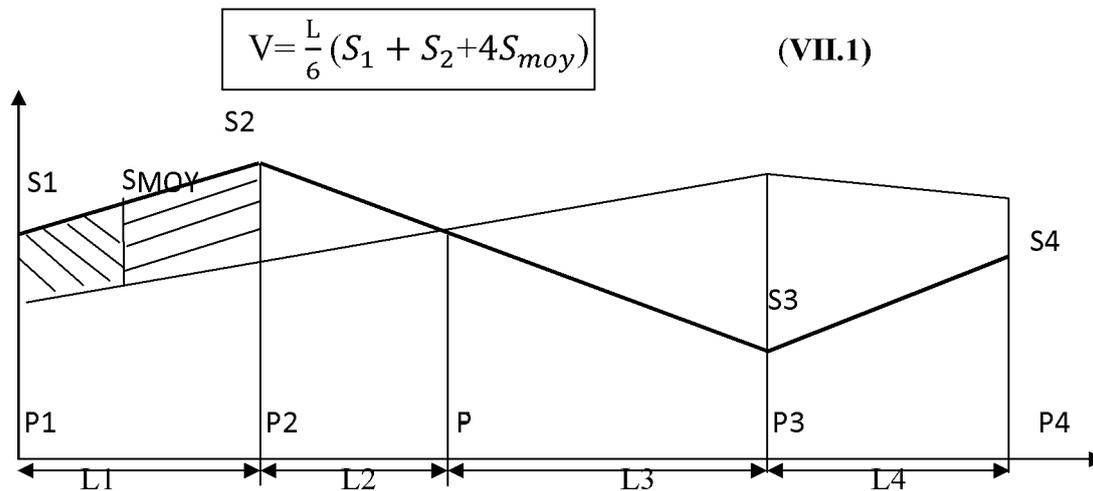
TN : Terrain naturelle.

SR : Surface remblai.

SD : Surface déblais.

**a) Formule de Sarraus :**

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



**Schémas 2 Calcul des volumes remblais et déblais.**

Avec:

- Li: distance entre ces deux profils
- S : Base intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance de P1 et P2).
- Si on applique la formule de Sarraus, le volume entre P1 et P2 de surface S1 et S2 sera

$$V_1 = \frac{L_1}{6} (S_1 + S_2).$$

Le volume total de terre pour la figure de l'exemple ci-dessus est :

$$V = \frac{L_1}{6} (S_1 + S_2) + \frac{L_2}{2} S_2 + \frac{L_3}{3} S_3 + \frac{L_4}{2} (S_3 + S_4)$$

**b) Méthode linéaire :**

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

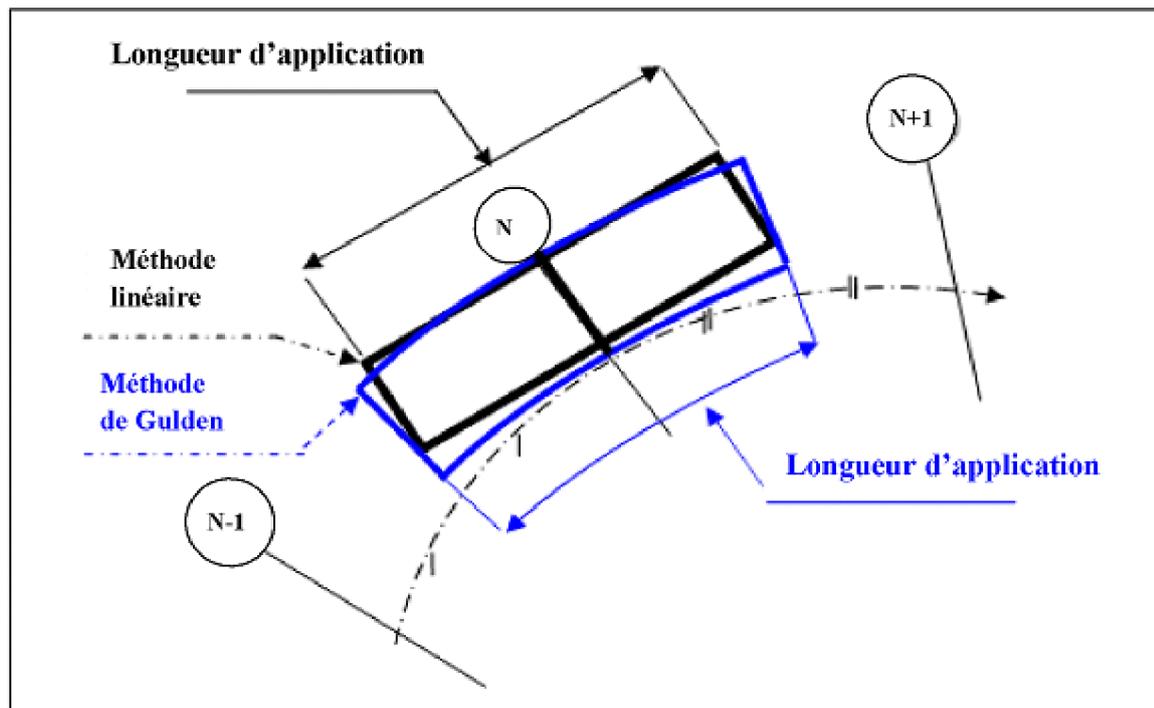
**c) Méthode de Gulden :**

Dans cette méthode, les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée.

Pour obtenir les volumes et les surfaces, ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée.

Si on utilise la méthode de Gulden, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.



**Schémas 3 description de la méthode Gulden.**

#### **4. Application au projet : Calcul des cubatures de terrassement :**

La méthode choisie pour le calcul est celle de Gulden.

Le calcul s'est effectué à l'aide du logiciel piste+5, les résultats sont joints en annexes.

**Volume déblais  $V_D = 105499 m^3$ .**

**Volume Remblais  $V_R = 533020 m^3$ .**

### **1. Introduction :**

L'eau quelle que soit son origine, pose à l'ingénieur routier des problèmes multiples et complexes.

Toute accumulation d'eau sur la chaussée favorise en particulier l'aquaplanage, augmente la projection d'eau par les véhicules et tend ainsi à diminuer la sécurité des usagers. De plus l'eau qui stagne en surface finit toujours par s'infiltrer et provoquer l'imbibition des sols et des couches de chaussées, affaissements précoces de la route et formation rapide des nids de poules.

Des ouvrages de rétablissement bien conçus et correctement exécutés permettent de se prémunir contre des inondations et contre les dégâts causés aux différents ouvrages, notamment aux remblais routiers.

L'assainissement routier en effet comporte trois volets :

- La collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route en dimensionnant les collecteurs et buses.
- La collecte et l'évacuation des eaux internes : ouvrages de drainage.
- Le rétablissement des petits écoulements naturels.

### **2. Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier :**

Un réseau est constitué d'un assemblage d'ouvrages élémentaires, linéaires ou ponctuels, superficiels ou enterrés. Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et les canaliser vers un exutoire, point de rejet hors de l'emprise routière ; il peut également contribuer au rétablissement d'un écoulement naturel de faible importance, coupé par la route.

### **3. Types de canalisations:**

L'évacuation des eaux hors ouvrage s'effectue par le biais de dispositifs adéquats appelés «Canalisations », son réseau est partagé en deux catégories :

- ✓ Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cunettes, caniveaux).
- ✓ Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur).

### **4. Quelques définitions :**

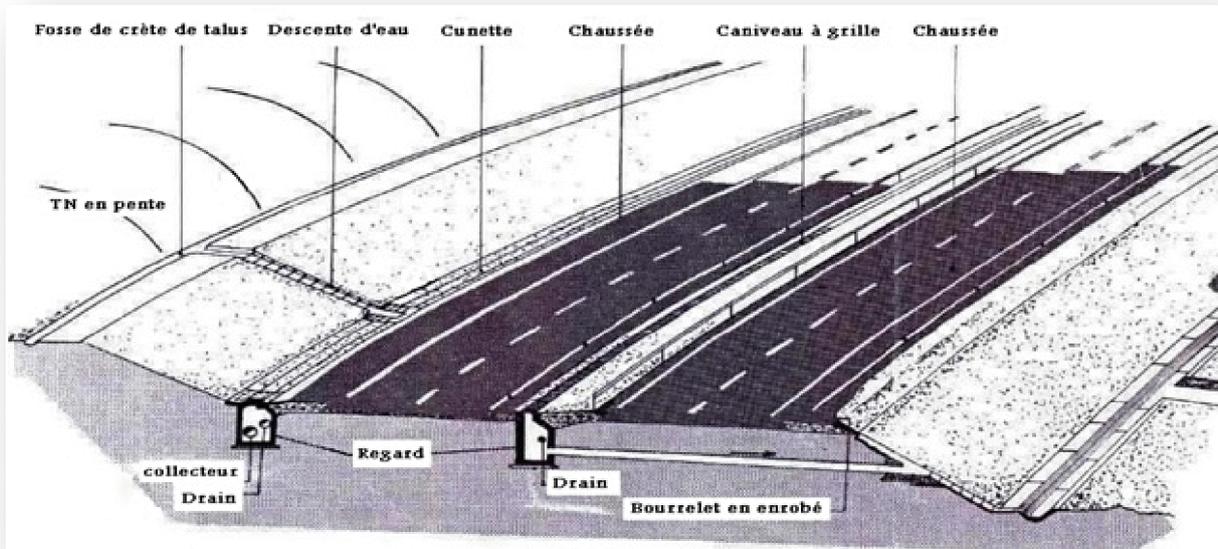


Figure 1 : différentes parties de l'assainissement.

➤ **Bassin versant :**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

➤ **Collecteur principal (canalisation) :**

C'est la conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

➤ **Chambre de visite (cheminée) :**

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

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

➤ **Sacs :**

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés, par les eaux superficielles.

➤ **Fossés de crêtes :**

C'est un outil construit à fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

➤ **Décence d'eau :**

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

➤ **Les regards :**

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

## 5. **Etude Hydrologique :**

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

### 5-1 **Estimation du débit de crue:**

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

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

(VIII.1)

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

C : Coefficient de ruissellement.

I : Intensité de la pluie exprimée mm /h.

K : Coefficient de conversion des unités et est égale à 0.00278.

A : Aire du bassin d'apport (Km<sup>2</sup>).

### **5-1-1. Superficie des bassins versants :**

Notre projet le long de 5.5 kilomètres, traverse plusieurs écoulements dont, la superficie de leurs bassins versants varie.

Il existe 4 bassins versants qui ont été délimités en fonction de la structure des talwegs et des lignes de crêtes sur la carte d'état majors à l'échelle 1/25000<sup>ème</sup>, leurs surfaces sont déterminées à l'aide du logiciel Autocad version 2004.

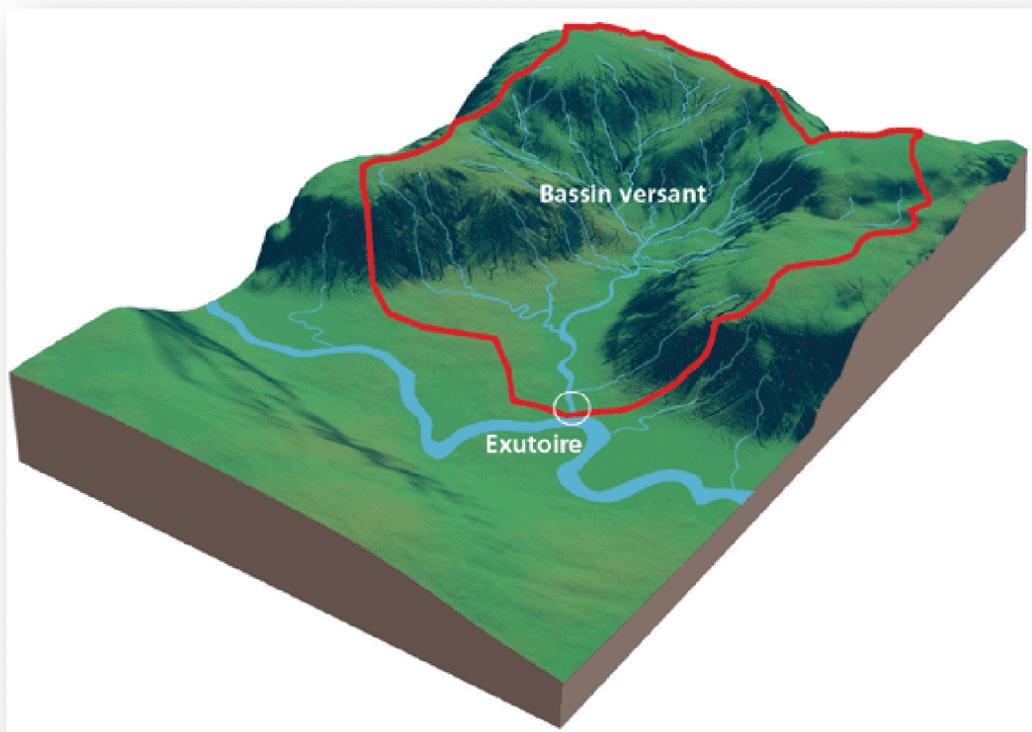


Figure 2 : représentation d'un bassin versant.

### **Caractéristiques morphologiques des bassins versants :**

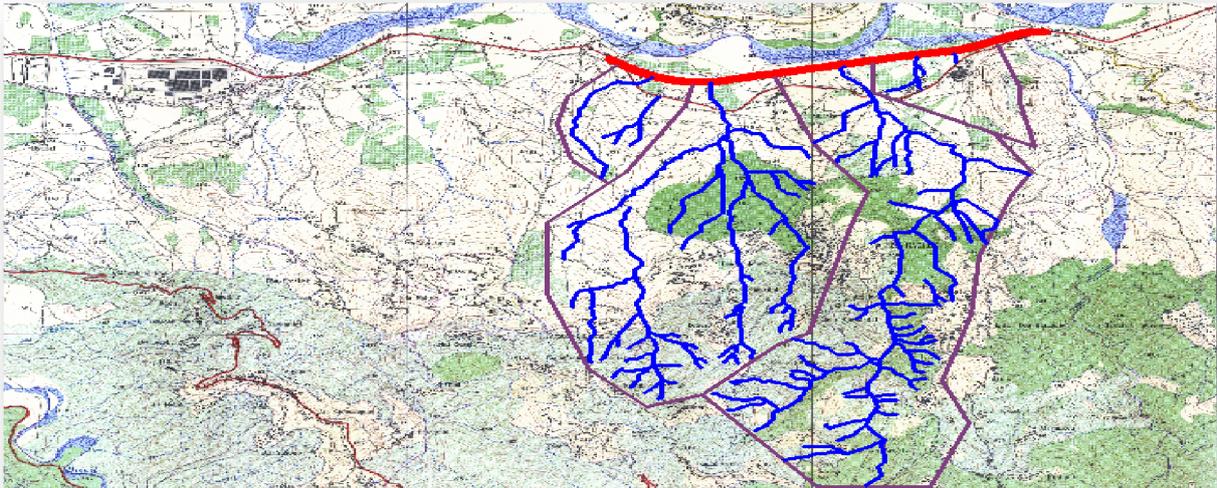


Figure 3 : Délimitation des bassins versants.

bassin versant	surface (HA)	Longueur L(m)	Long linéaire (m)	pente %	Hmax (m)	Hmin (m)
<b>BV 1</b>	155	2600	300	4.6	220	98
<b>BV 2</b>	825	5260	1090	5.7	400	100
<b>BV 3</b>	786	5400	400	4.4	350	110
<b>BV 4</b>	168	2400	1700	4	205	113

Tableau 1 : caractéristiques des bassins versants.

### 5-1-2 Coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement "C", qui est un indicatif du pourcentage de l'eau ruisselant sur un sol saturé par les précipitations antérieures par rapport à la totalité de l'averse, sera estimé à partir de la méthode de KENESSEY (Hongrie) où "C" est la somme de trois coefficients partiels :

$$C=C_1 +C_2 +C_3 \quad \text{(VIII.2)}$$

- $C_1$  : dépend de la pente "p" du thalweg principal estimée comme étant égal au rapport de la dénivelée du talweg (falaises exclues) par sa longueur développée. Ces informations sont obtenues généralement à partir des cartes topographiques disponibles.

- $C_2$  : dépend de la perméabilité du sol, déterminée à partir des informations concernant la nature du sol et ses caractéristiques.
- $C_3$  : dépend de la couverture végétale du bassin versant. Ces informations seront obtenues à partir d'une inspection visuelle des bassins versants, des photos prises du site et des photos aériennes.

Pente (P) (%)	Coefficient (C1)
$P \leq 3.5$	0,01 – 0,05
$3,5 \leq P \leq 11$	0,06 – 0,10
$11 < P \leq 35$	0,12 – 0,20
$35 < P$	0,22 – 0,30

Tableau-2- Valeurs du Coefficient "C1".

Couverture Végétale	Coefficient (C2)
<b>Imperméable</b>	0,22 – 0,30
<b>Peu perméable</b>	0,10 – 0,20
<b>Perméable</b>	0,06 – 0,10
<b>Très perméable</b>	0,06 – 0,05

Tableau-3- Valeurs du Coefficient "C2".

Couverture Végétale	Coefficient (C3)
<b>Rocheux</b>	0,22 – 0,30
<b>Prairie</b>	0,17 – 0,25
<b>Labours – Champs</b>	0,07 – 0,15
<b>Forêts et Terrains Sableux</b>	0,03 – 0,05

Tableau-4- Valeurs du Coefficient "C3".

**5-1-3 Calcul de l'intensité de pluie  $i(t)$  :**

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

➤ **Temps de concentration :**

$$1/ \text{ lorsque } A < 5 \text{ km}^2: \quad tc = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

$$2/ \text{ lorsque } 5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2: \quad tc = \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$$

$$3/ \text{ lorsque } 25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2: \quad tc = \frac{1.5L + 4\sqrt{A}}{0.8\sqrt{H}}$$

Où :

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

**A** : Superficie du bassin versant (**HA**).

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

**P** : Pente moyenne du bassin versant.

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

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

Durée (min)	Période de Retour (années)			
	5ans	10ans	50ans	100ans
15	38,290	44,810	51,060	65,220
30	27,200	31,830	36,280	46,330
60	19,330	22,620	25,770	32,920
120	13,730	16,070	18,310	23,390
180	11,240	13,160	14,990	19,150
360	7,986	9,346	10,650	13,600
720	5,674	6,640	7,566	9,664
1440	4,031	4,717	5,375	6,866

**Tableau 5- intensité de pluie.**

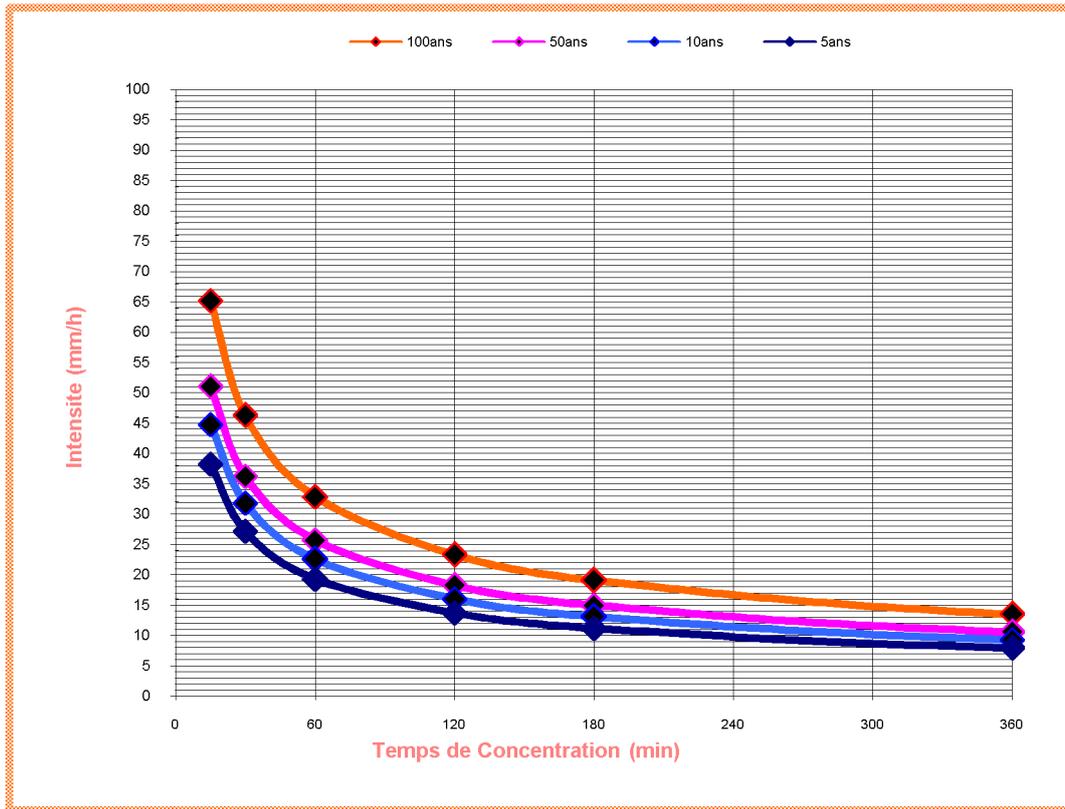


Figure 4 courbe IDF.

**5-1-4 Application au projet:**

Exemple :

- ❖  $C=C_1+C_2+C_3=0.1+0.2+0.25= 0.55$
- ❖ Pour (BV 01) (S=155HA, P=4.6%)

$S < 5 \text{ km}^2$ , donc on applique la formule de Ventura

$$tc = 0.127 \sqrt{\frac{S}{P}} = 0.73h \quad \text{(VIII.3)}$$

$\longrightarrow$   $tc=44.23min$

Des courbes IDF on tire la valeur de l'intensité

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Bassin versant	Temps de concentration Tc (h)	Intensité de l'averse 10% I(mm/h)	Intensité de l'averse 2% I(mm/h)
BV1	0.73	26	30
BV2	1.52	18	21
BV3	1.69	19	20
BV4	0.82	24	28

**Tableau 6 : intensité de l'averse.**

❖ Détermination des débits de crue des bassins versants:

On applique la formule :  $Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A$

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Bassin versant	C	K	l'intensité de l'averse		surface A(HA)	Débits de crue	
			I 10 %(h/mm)	I 2 %(h/mm)		Q m <sup>3</sup> /s 10%	Q m <sup>3</sup> /s 2%
BV1	0.55	0.00278	26	30	155	6.16	7.10
BV2	0.55	0.00278	18	21	825	22.7	26.49
BV3	0.55	0.00278	19	20	786	22.83	24.03
BV4	0.55	0.00278	24	28	168	6.16	7.19

**Tableau 7 : débits de crue des bassins versants.**

## **5-2- Dimensionnement et calage des ouvrages**

On a réalisé deux types d'ouvrages pour notre chaussée, à fin d'assurer un drainage judicieux sur tout le long de l'itinéraire.

Les deux types sont représentés comme les suivants :

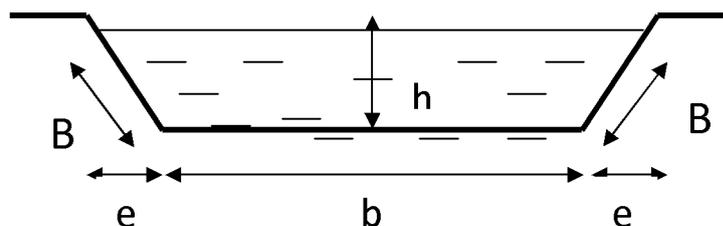
- Des buses qui ont pour but d'assurer l'écoulement sous terrain des eaux lorsque leur volume est faible.
- Pour le volume important on construit alors des dalots.

On vérifie que le dimensionnement et le calage des ouvrages choisis fournissent des conditions d'écoulement acceptables :

- ✓ Un écoulement à surface libre.
- ✓ Une vitesse d'écoulement inférieure à 4 m/s.
- ✓ Une hauteur d'eau amont acceptable.
- ✓ Une revanche pour le passage des corps flottants.

### 5-2-1 dimensionnement des fossés :

Le fossé est une structure linéaire creusée pour drainer, collecter ou faire circuler des eaux de ruissellement. Il permet notamment de drainer la structure de la piste. Un fossé bien entretenu contribue ainsi à la pérennité de la piste cyclable.



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

$$Q_a \leq Q_s = K_{st} \times I^{1/2} \times S_m \times R_h^{2/3}$$

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

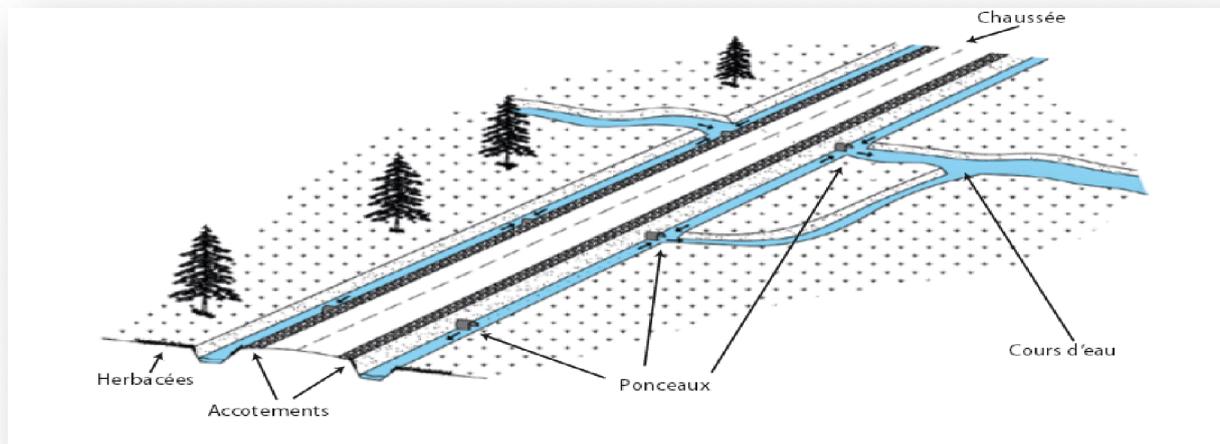


Figure 5 : schématisation des faussés.

**a) Estimation du débit d'apport :**

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

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

$C$  : Coefficient de ruissellement.

$I_t$  : Intensité de la pluie exprimée en mm /h.

$K$  : Coefficient de conversion des unités et est égale à 0.00278.

$A$  : Air (ha).

**a-1) Coefficient de ruissellement :**

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

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtu en enrobés	0.80 à 0.95	0.95
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.40
Talus	0.10 à 0.30	0.30

Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20
-----------------	-------------	------

Tableau 8 : valeurs des coefficients de ruissellement.

**a-2) Calcul de l'intensité de l'averse  $I_t$  :**

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

Avec

$$I_t = I\left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1} \quad (\text{VIII.4})$$

$$I = \frac{P_J(\%)}{24} \quad (\text{VIII.5})$$

**Temps de concentration :**

## ❖ La formule de VENTURA :

Lorsque :  $A < 5 \text{ km}^2$ : 
$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

## ❖ La formule de PASSINI :

Lorsque  $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$  : 
$$t_c = \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$$

## ❖ La formule de GIADOTTI :

Lorsque  $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$ : 
$$t_c = \frac{1.5L + 4\sqrt{A}}{0.8\sqrt{H}}$$

**Calcul de la précipitation :**

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

$$p_j = \frac{p_{j\text{moy}}}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \times e^{u \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)}} \quad (\text{VIII.6})$$

Avec :

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

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

$C_v$  : coefficient de variation climatique.

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

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

**Tableau 9 : valeurs des variations de Gauss.**

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

### **Calcul de la fréquence d'averse :**

On la détermine par la formule :

$$P_t (\%) = P_j (\%) (t/24)^b \quad \text{(VIII.7)}$$

- $P_t$  : hauteur de pluie de durée t (mm)
- $P_j$  : pluie journalière maximale annuelle.
- b : l'exposant climatique de la région.
- T : temps de concentration (temps nécessaire à l'eau pour s'écouler depuis le point le plus éloigné du bassin versant jusqu' à son exutoire ou le point de calcul).

### **a-3) Application au projet :**

Nous présenterons ci-dessous un exemple détaillé des étapes à suivre pour le calcul des débits d'apport pour chaque écoulement qui traverse la chaussée :

Pour le bassin versant BV1 :

#### **❖ Les données pluviométriques de la région:**

$P_{j\text{moy}} = 60.35 \text{ mm}$

$C_v = 0.38$

$b = 0.38$

❖ **Calcul de la précipitations :**

$$p_j = \frac{p_{j\text{moy}}}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \times e^{u\sqrt{\ln(c_v^2 + 1)}} \quad (\text{VIII.8})$$

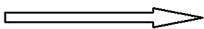
{ Pour une période de 10ans .....U=1.28  
 Pour une période de 50ans .....U=2.05

$$p_j(10\%) = \frac{60.35}{\sqrt{0.38^2 + 1}} \times e^{1.28\sqrt{\ln(0.38^2 + 1)}}$$

$$p_j(10\%) = 90.27\text{mm}$$

$$p_j(2\%) = \frac{60.35}{\sqrt{0.38^2 + 1}} \times e^{2.05\sqrt{\ln(0.38^2 + 1)}}$$

$$p_j(2\%) = 119.77\text{mm}$$



$$I(10\%) = 3.761\text{mm/h}$$

$$I(2\%) = 4.99\text{mm/h}$$

**a) Pour la chaussé :**

✚ **Surface de la chaussé :**

$$A_{\text{chaussé}} = 12 \times 300 \times 10^{-4}$$

$$A_{\text{chaussé}} = 0.36\text{HA}$$

✚ **Calcul de temps de concentration :**

Tout les bassins versants étant de superficie inferieur a 5 Km<sup>2</sup>, nous utiliserons alors La formule de VENTURA :

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A_c}{P}}$$

Avec :  $P_{\text{chaussé}} = 2.5\%$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.36}{2.5}}$$

$$t_c = 0.048 \text{ h}$$

✚ Calcul de l'intensité de pluie :

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

$$I_t(10\%) = 3.76 \left( \frac{0.048}{24} \right)^{0.38-1}$$

$$I_t(10\%) = 177.23 \text{ mm/h}$$

$$I_t(2\%) = 4.99 \left( \frac{0.048}{24} \right)^{0.38-1}$$

$$I_t(2\%) = 235.21 \text{ mm/h}$$

✚ Débit d'apport de la chaussée :

$$Q_{a_{ch}} = K \cdot I_t \cdot C_c \cdot A_c$$

$$Q_{a_{ch}}(10\%) = 2.78 \times 10^{-3} \times 177.23 \times 0.95 \times 0.36$$

$$Q_{a_{ch}}(10\%) = 0.1685 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{a_{ch}}(2\%) = 2.78 \times 10^{-3} \times 235.21 \times 0.95 \times 0.36$$

$$Q_{a_{ch}}(2\%) = 0.223 \text{ m}^3/\text{s}$$

**b) Pour l'accotement :**

✚ Surface de l'accotement :

$$A_{acc} = 2 \times 300 \times 10^{-4}$$

$$A_{acc} = 0.06 \text{ HA}$$

✚ Calcul de temps de concentration :

$$\text{Avec : } P_{acc} = 4\%$$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.06}{4}}$$

$$t_c = 0.015 \text{ HA}$$

#### Intensité de la pluie

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

$$I_t(10\%) = 3.76 \left( \frac{0.015}{24} \right)^{0.38-1}$$

$$I_t(10\%) = 364.53 \text{ mm/h}$$

$$I_t(2\%) = 4.99 \left( \frac{0.015}{24} \right)^{0.38-1}$$

$$I_t(2\%) = 483.78 \text{ mm/h}$$

#### Débit d'apport de l'accotement :

$$Q_{a_{acc}} = K \cdot I_t \cdot C_a \cdot A_a$$

$$Q_{a_{acc}}(10\%) = 2.78 \times 10^{-3} \times 364.53 \times 0.4 \times 0.06$$

$$Q_{a_{acc}}(10\%) = 0.024 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{a_{acc}}(2\%) = 2.78 \times 10^{-3} \times 483.78 \times 0.4 \times 0.06$$

$$Q_{a_{acc}}(2\%) = 0.031 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### c) Pour le talus :

##### Surface du talus:

$$A_t = 10 \times 300 \times 10^{-4}$$

$$A_t = 0.3 \text{ HA}$$

##### Calcul de temps de concentration :

Avec :  $P_{ta} = 66\%$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.3}{66}}$$

$$t_c = 0.008 \text{ HA}$$

#### ✚ Intensité de la pluie

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

$$I_t(10\%) = 3.76 \left( \frac{0.008}{24} \right)^{0.38-1}$$

$$I_t(10\%) = 538.27 \text{ mm/h}$$

$$I_t(2\%) = 4.99 \left( \frac{0.008}{24} \right)^{0.38-1}$$

$$I_t(2\%) = 714.35 \text{ mm/h}$$

#### ✚ Débit d'apport Du talus:

$$Q_{a_t} = K \cdot I_t \cdot C_t \cdot A_t$$

$$Q_{a_t}(10\%) = 2.78 \times 10^{-3} \times 538.27 \times 0.3 \times 0.3$$

$$Q_{a_t}(10\%) = 0.13 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{a_t}(2\%) = 2.78 \times 10^{-3} \times 714.35 \times 0.3 \times 0.3$$

$$Q_{a_t}(2\%) = 0.172 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### Conclusion:

$$Q_a = Q_{a_{ch}} + Q_{a_{acc}} + Q_{a_t}$$

$$Q_a(10\%) = 0.322 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_a(2\%)=0.426\text{m}^3/\text{h}$$

Les résultats des calculs des bassins versant BV2, BV3 et BV4 son résumés dans le tableau ci-dessous :

Bassin versants	type	Surface A (HA)	Tc (h)	It (mm/h)		C	Qi (m <sup>3</sup> /h)		Qa=ΣQi (m <sup>3</sup> /h)	
				10%	2%		10%	2%	10%	2%
BV1	chaussé	0.36	0.048	177.23	235.21	0.95	0.168	0.223	0.322	0.426
	accotement	0.06	0.015	364.53	483.78	0.4	0.024	0.031		
	talus	0.3	0.008	532.27	714.35	0.3	0.13	0.172		
BV2	chaussé	1.308	0.615	36.46	43.38	0.95	0.126	0.149	0.4987	0.643
	accotement	0.218	0.029	242.23	321.47	0.4	0.059	0.078		
	talus	1.09	0.0163	346.228	459.48	0.3	0.314	0.416		
BV3	chaussé	0.48	0.056	161.08	213.77	0.95	0.21	0.278	0.399	0.528
	accotement	0.08	0.018	325.57	432.07	0.4	0.029	0.038		
	talus	0.4	0.01	468.73	622.05	0.3	0.16	0.212		
BV4	chaussé	2.04	0.12	100.42	133.27	0.95	0.23	0.305	1.41	0.834
	accotement	0.34	0.04	198.45	263.36	0.4	0.075	0.099		
	talus	1.7	0.02	305	304.98	0.3	0.43	0.43		

Tableau 10: résultats des calculs des débits d'apports.

**b) Estimation des débits de saturation :**

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

$$QS = S Kst \sqrt{I} R^{\frac{2}{3}}$$

(VIII.9)

Tel que :

Kst : Coefficient de Manning Strickler.

I : Pente de pose de l'ouvrage.

S : Section mouillée (m<sup>2</sup>).R<sub>h</sub> : Rayon hydraulique moyen (m) avec :

$$Rh = \frac{\text{section mouillée}}{\text{périmètre mouillé}}$$

Fossés en terre	K=30
Fossés plats engazonné	K=15
Collecteur en béton	K=70

Tableau 11 : valeurs des coefficients de Manning-Strickler.

**c) Application au projet :**

Pour dimensionner les fossés, on considère le débit d'apport max qui est le débit au 4em bassin pour estimer un dimensionnement forfaitaire et adopter ce dimensionnement obtenus pour les autres sections.

Quelque soit la hauteur des talus, on prévoit des fossés de forme **trapézoïdale** à parois en béton.

**❖ Calcul de la surface mouillée**

$$S_m = bh + 2 \frac{eh}{2}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \quad \text{donc} \quad e = n.h$$

$$S_m = bh + n.h^2 = h.(b + n.h)$$

$$S_m = h.(b + n. h )$$

❖ Calcul du périmètre mouille :

$$P_m = b + 2B$$

$$\text{Avec : } \begin{cases} B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2 \cdot h^2} = h. \sqrt{1+n^2} \\ P_m = b + 2 h. \sqrt{1+n^2} \end{cases}$$

❖ Calcul du rayon hydraulique :

$$R_h = S_m / P_m = \frac{h.(b + n.h)}{b + 2h\sqrt{1+n^2}}$$

$$Q_a = Q_s = (K_{st}.i^{1/2}).h. (b + n. h). \left[ \frac{h.(b + n.h)}{b + 2h\sqrt{1+n^2}} \right]^{2/3} \quad \text{(VIII.10)}$$

On dimensionne les fossés par rapport au débit le plus important en considérant une période de retour de 10ans:

On fixe le b et le n et on calcul le h

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_a = 1.41 \\ b = 0.5\text{m} \\ n = 1.5 \\ \text{La pente } I = 2.5\% \\ K_{st} = 70 \end{array} \right.$$

Après plusieurs itération on trouve  $h = 0.36$  m

On prend  $h = 0.4\text{m}$

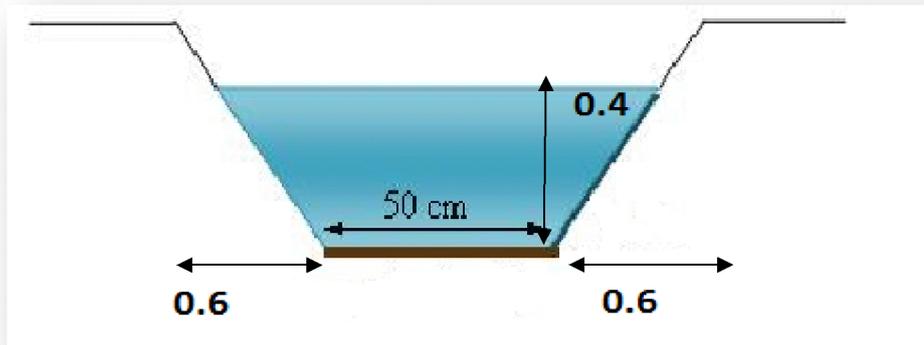


Figure 6 : dimension du fossé.

Pk début	Pk fin	Coté du Fossé
9+00	9+460	G D
9+460	9+500	D
10+920	11+20	D
12+240	12+380	G D
12+600	13+60	D
13+60	13+140	G D
13+140	13+260	D
13+440	13+540	G
13+540	13+740	G D

Tableau 12: emplacement des faussés de pieds de talus de déblais.

### 5-2-2 Dimensionnement des ouvrages hydrauliques :

On appelle ouvrages d'art toutes les constructions de génie civil permettant le franchissement par la route d'obstacles de toutes sortes (cours d'eau, thalwegs, voies de communication, montagnes, ...) tels que les ponts, les radiers et passages submersibles, les buses et dalots, les tunnels, les murs de soutènement, etc...

Les ouvrages d'art destinés à l'évacuation des eaux superficielles peuvent être classés en deux grandes catégories :

- a) les petits ouvrages tels que les buses, les dalots, les fossés, les radiers submersibles, etc ...
- b) les grands ouvrages que sont les ponts

buses	Diamètre (m)	Capacité en (m <sup>3</sup> )
<b>En béton</b>	0.80	0.91
	1.00	1.55
	1.20	2.50
<b>Métalliques (armco)</b>	1.50	4.25
	1.50	3.90
	1.97	7.90
	3.06	22.5
<b>Dalot en béton</b>	Fleche D	Capacité par mètre linéaire de porté (m <sup>3</sup> /s/ml)
	0.80	1.31
	1.00	1.81
	1.50	3.34
	2.00	5.10

**Tableau 13 : capacité des ponceaux.**

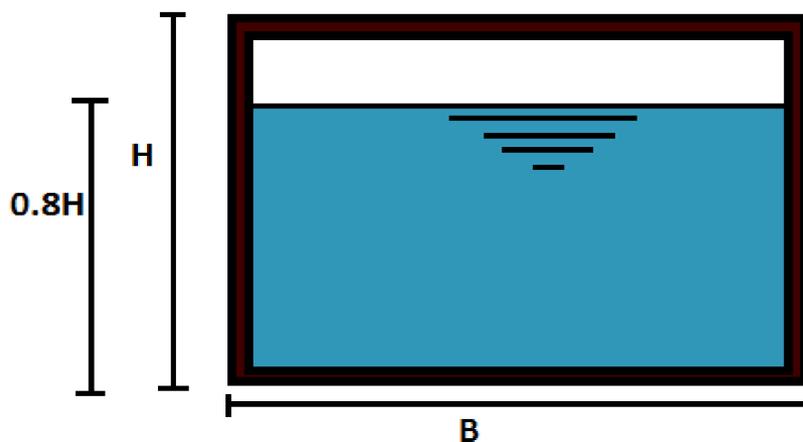
**Remarque :**

Nous éviterons dans notre projet d'utiliser les buses métalliques pour tous les inconvénients qu'elles peuvent avoir comme la corrosion, dégradation des matériaux, l'enfoncement, poinçonnements et dégradations locales des tôles.

$$Q_a = Q_{\text{chaussé}} + Q_{\text{acc}} + Q_t + Q_{\text{BV}}$$

Bassin versant	PK	Débit $Q_a$ m <sup>3</sup> /s	Ouvrage à prévoir
BV1	9+660	7.526	Dalot
BV2	10+230	27.133	Dalot
BV3	PK 11+20	24.558	Dalot
BV4	12+900	8.024	Dalot

Tableau 14 L'emplacement des ouvrages d'arts.



Dans notre projet, les dalots sont en béton armé, ce qui nous donne un coefficient de Manning\_ Stricler  $K_{st}=70$ .

$$Q_a = Q_s = K.I.C.A = K_{st} . I^{1/2} . S_m . R_h^{2/3}$$

Avec:

- ✓  $Q_a$ : le débit de crue pour une période de retour de 50ans en m<sup>3</sup>/h.
- ✓  $Q_s$  : le débit de saturation du dalot
- ✓  $S_m$  : surface mouillée :  $S_m = 0,8 H \times B$ .

- ✓ **Pm** : périmètre mouillé : **Pm = 1,6H + B.**
- ✓ **Rh** : rayon hydraulique :  $R_H = \frac{Sm}{Pm}$
- ✓ **Kst = 70** (pour les dalots).
- ✓ **I = 2.5%**

$$H = \frac{1}{0,8B} \left( \frac{Qa}{Kst.I^2} \right)^{\frac{3}{5}} (1,6H + B)^{\frac{2}{5}} \quad \text{(VIII.12)}$$

On fixe : **B = 2m**

Et par calcul itératif on obtient :

Bassin versant	H calculé (m)	H pris (m)
BV1	0.797	1
BV2	2.09	3
BV3	1.93	2
BV4	0.834	1

**Tableau 15 : résultats des itérations.**

### Remarque :

Au niveau du pk 13+60 notre tracé est traversé par oued Rabta, il existe sur l'ancienne route un pont de 70m de longueur et de 5m de hauteur qui selon les ANRH, la DTP n'a jamais connu un débordement depuis sa construction ; c'est pour cela qu'on a adopté les mêmes dimensions que le pont existant.

Conclusion :

Bassin versant	Ouvrage	Dimension
BV1	dalot	2m×1m
BV2	dalot	2m×3m
BV3	dalot	2m×2m
BV4	dalot	2m×1m
Oued Rabta	pont	5m×70m

Tableau 16 : dimensionnement des ouvrages.

### Dimensionnement des semis buses de TPC :

On prévoit des semis buses de TPC au niveau des rayons déversés c.-à-d. aux virages ayons un devers.

Notre projet contient deux rayons déversés :

	Pk début	Pk fin	Longueur (m)
1	9+200.3	10+252.02	1051.7
2	13+098.29	13+427.24	328.95

Tableau 17 l'emplacement des rayons déversés.

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

$$S = \pi R^2$$

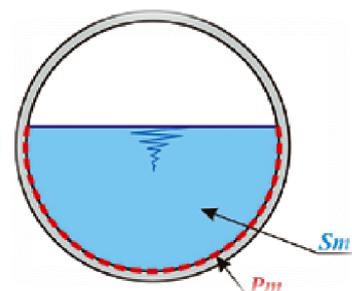
$$P_m = 2\pi R$$

$$\text{Rayon hydraulique } R_h = S / P_m = R/2$$

Pour une pente moyenne 0.5%

$$\text{On a: } Q_s = 70 (R/2)^{2/3} (0.005)^{1/2} \pi R^2 / 2$$

$$Q_s \geq Q_a$$



### Calcul des débits d'apport :

	Surface D'apport	Surface (HA)	Coefficient de ruissellement 'C' (pris)	Intensité de l'averse mm/h	Debit 'm <sup>3</sup> /s' Q <sub>a</sub>	Debit total (m <sup>3</sup> /s)
1	Chaussée	1.1042	0.95	36.46	0.106	0.1124
	TPC	0.3155	0.2	36.46	0.0064	
2	Chaussée	0.3453	0.95	161.08	0.146	0.1548
	TPC	0.0986	0.2	161.08	0.0088	

Tableau 18 calcul des débits d'apport.

$$Q_s = 70 (R/2)^{2/3} (0.005)^{1/2} \pi R^2 / 2$$

- Pour  $\varphi=800mm$

$$R=0.4m \quad \Longrightarrow \quad Q_s=0.42$$

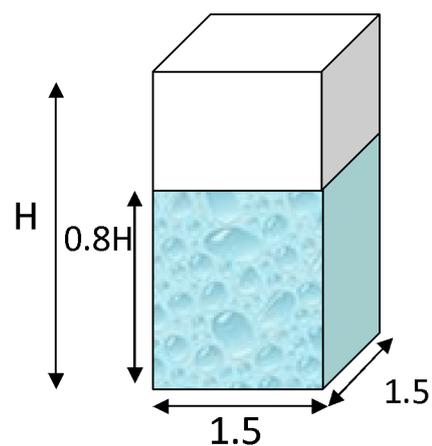
- Pour  $\varphi=700mm$

$$R=0.35m \quad \Longrightarrow \quad Q_s=0.29$$

$Q_s \geq Q_{a1}$  et  $Q_s \geq Q_{a2}$  donc On prend des *semi buses* des diamètres  $\varphi 700 mm$  pour les deux rayons

### ➤ Dimensionnement des regards :

On pose :  $h$  est variable,  $L=1.5m$ ,  $E=1.5m$



### 5-3 Conclusion :

Pour notre projet on prévoit :

- ✓ Des fossés en béton de 0.5m de base et de 0.4m de hauteur au long du tracé
- ✓ Fossé de crête de talus

- ✓ Des semis buses de  $\varphi=1200mm$  du PK 9+200.3 au PK10+252.02 et du pk13+098.29 au PK 13+427.24
- ✓ Des regards de base 1.5m×1.5m tout les 600m
- ✓ Des descentes d'eau tout les 40m
- ✓ Un dalot 2m×1m au pk 9+660
- ✓ Un dalot 3m×3m au pk 10+230
- ✓ Un dalot 2m×2m au pk 11+20
- ✓ Un dalot 2m×1m au pk 12+900
- ✓ Un pont 5m×70m au pk 13+60

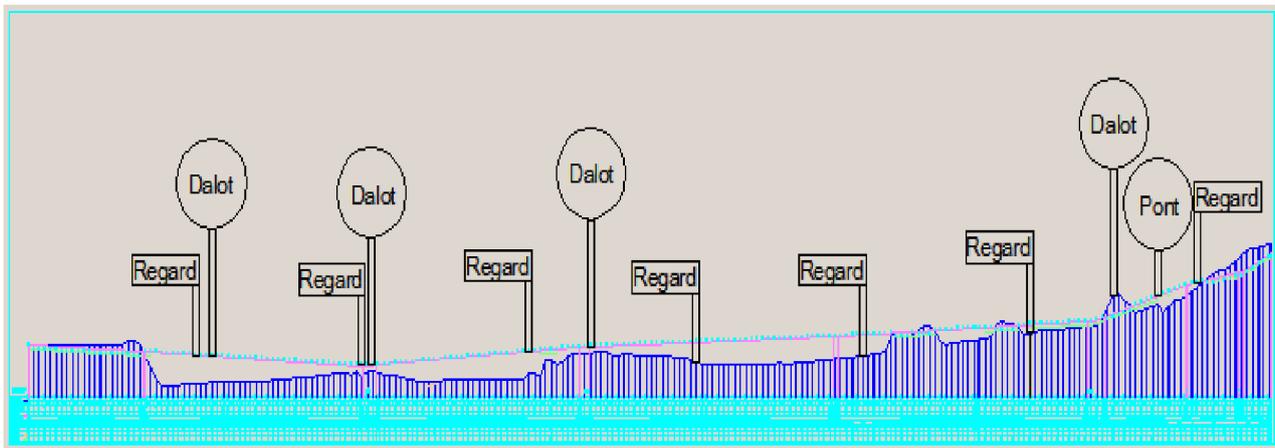


Figure 7: représentation des ouvrages.

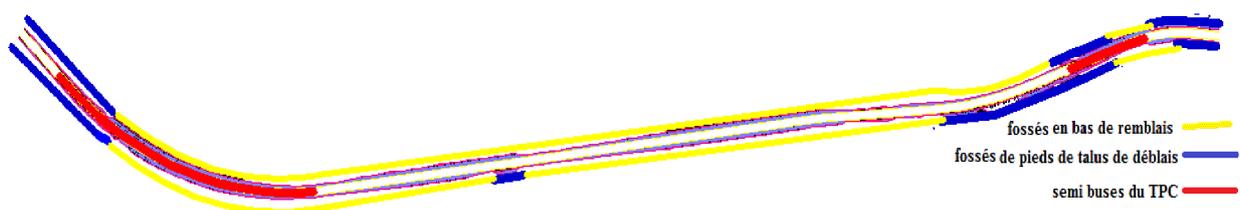


Figure 8 : représentation des fossés.

**I. Sécurité :****1. Introduction :**

La prévention routière, ou sécurité routière, est l'ensemble des mesures visant à éviter les accidents de la route ou à atténuer leurs conséquences et de rendre plus facile et plus sûre l'utilisation des routes et des autoroutes, elle correspond à un enjeu majeur de protection des personnes.

**2. Disposition de retenue :**

Les dispositifs de retenue constituent eux même des obstacles, ils ne doivent être implantés que si le risque en leur absence le justifie. Les dispositifs de retenue implantés sont :

- **Glissières de sécurité :**

Elles sont classées en trois niveaux, suivant leurs performances de retenue.

- **Les glissières de niveau 1 :** sont particulièrement adoptées pour les routes principales.
- **Les glissières de niveau 2 et 3:** sont envisageable lorsque les vitesses pratiquées à leurs endroits, sont faibles (de l'ordre de 60 Km/h).

Concernant les autres types de routes, des glissières doivent être prévues dans le cas suivant :

- **Sur accotement :**

- En présence d'obstacles durs ou autres configurations agressives.
- Lorsque la hauteur des remblais dépasse 4 m, ou en présence d'une dénivellation brutale de plus de 1 m (cas des ouvrages d'arts par exemple).

Pour les autres cas, des glissières peuvent être implantées en cas de problèmes spécifiques.

Il est à noter cependant :

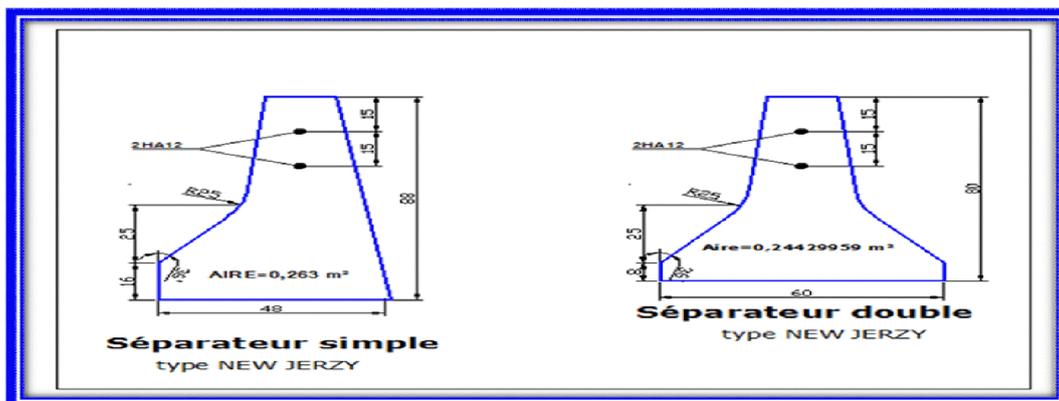
- Que les glissières doivent être implantées à distance des voies de façon à respecter les dégagements de sécurité nécessaires
- Qu'il faut éviter qu'elles n'entravent pas la visibilité.

Concernant les autres types de route, des glissières doivent être dans les cas suivant :

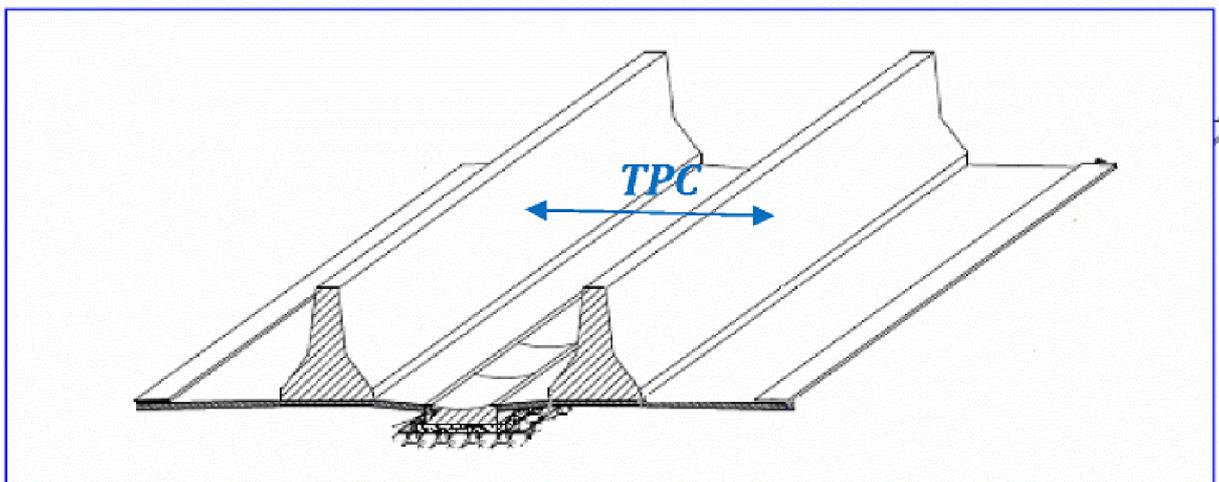
- **Sur le TPC :** le choix du type de barrière est :

Fonction du volume et de la composition du trafic, des contraintes de visibilité et d'exploitation, de la largeur du TPC.

On utilise les séparateur en béton de type GBA (Glissière en Béton Adhérent) ou BDA (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.



Schémas 1. Séparation en béton armé



Schémas 2. Murette en béton armé

### 3. Application au projet :

Pour notre cas des glissières de sécurité rigides sont prévues au long de l'itinéraire, elles sont implantées sur les TPC et en présence d'un TPC de 3 m 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.

## **II. Signalisation :**

### **1. Introduction :**

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements. Elle comprend deux grands ensembles : la signalisation routière *verticale*, qui comprend les panneaux, les balises, les bornes et les feux tricolores et la signalisation routière *horizontale*, constituée des marquages au sol et des plots.

### **2. L'objet de la signalisation routière :**

La signalisation routière a pour objet :

- rendre plus rapide la circulation routière.
- donner des informations relatives à l'usage de la route.

### **3. Règles à respecté pour la signalisation:**

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes:

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter les panneaux publicitaires irréguliers.
- Simplicité qui s'obtient en évitant un surplus de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

### **4. Type de signalisation :**

#### **4. 1. Signalisation verticale:**

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet traversée par l'usager à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

**a) Signaux de danger :**

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

**b) Signaux comportant une prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.

**c) Signaux à simple indication:**

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Signaux divers.

**4.2. Signalisation horizontale:**

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation.

**a) Marquage longitudinal:**

- **Lignes continues :**

Les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de franchir une ligne continue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.

- **Lignes discontinues :** Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

- lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour les quelles la longueur des trait est environ égale ou tiers de leur intervalles.
- lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour les quelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalles.
- les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

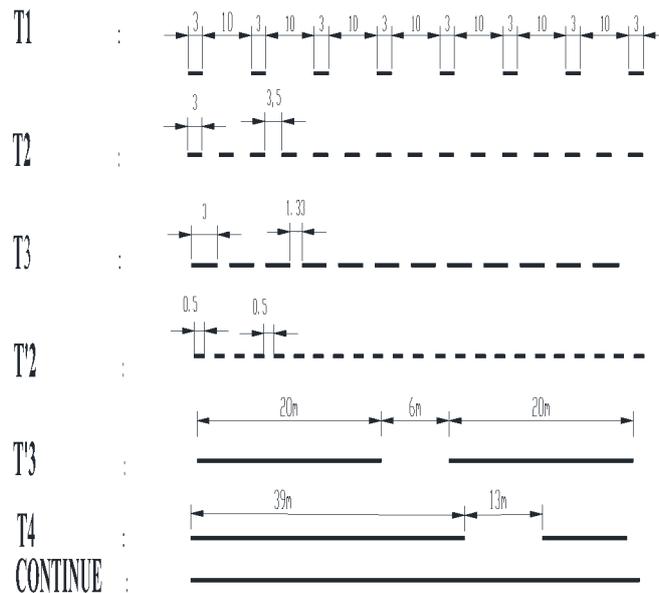
• **Modulation des lignes discontinues :**

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Rapport Plein/Vide
T <sub>1</sub>	3	10	≈ 3/1
T' <sub>1</sub>	1.5	5	
T <sub>2</sub>	3	3.5	≈ 1
T' <sub>2</sub>	0.5	0.5	
T <sub>3</sub>	3	1.33	≈ 3
T' <sub>3</sub>	20	6	
T <sub>4</sub>	39	13	≈ 1/3

**Tableau1. - Caractéristiques des lignes discontinues.**

**b) Marquage des chaussées :**



**T1**: Ligne de guidage ou délimitation des voies normales de circulation de même sens.  
(Largeur  $l=15\text{cm}$ ).

**T2**: Ligne utilisée pour délimiter les rives de la chaussée (largeur  $l=18\text{cm}$ ).

**T3**: Ligne de délimitation des voies d'insertion, les voies TAG, TAD (largeur  $l=18\text{cm}$ ).

**T'2**: Ligne transversale (Cédez le Passage, largeur  $l=30\text{cm}$ ).

**T'3**: Ligne utilisée pour délimiter les rives dans les rives de carrefours (largeur  $=18\text{cm}$ ).

**T4** : Ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence

**Ligne continue** : Qui est infranchissable et dont la largeur est de  $l=18\text{cm}$  devant les îlots Directionnels.

**c) Autre marquage:**

- **Flèches de sélection :**

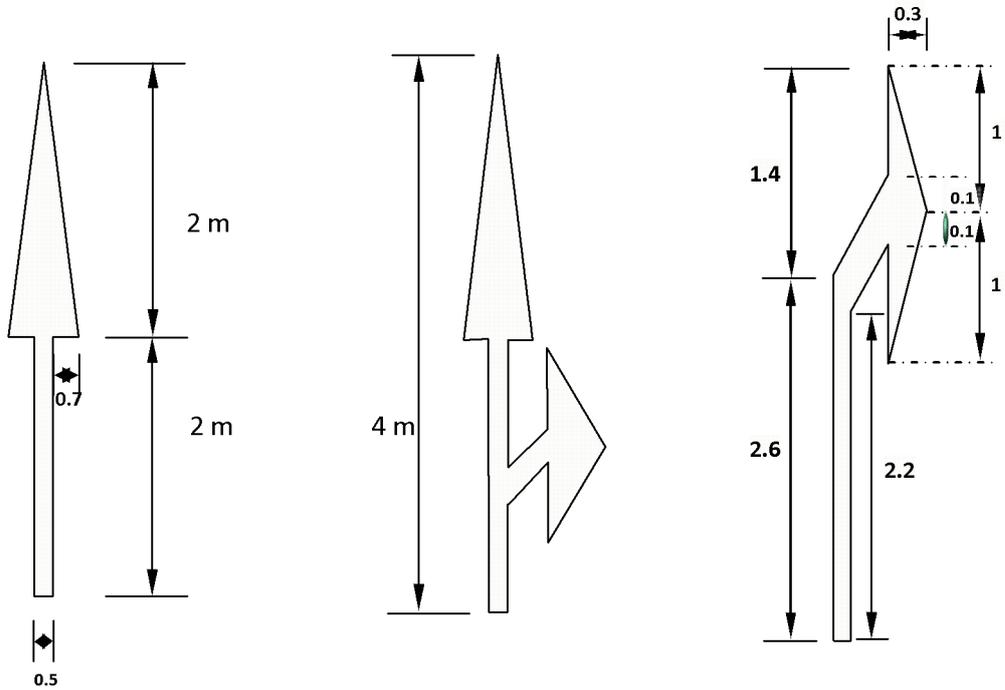
Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

- **Flèche de rabattement :**

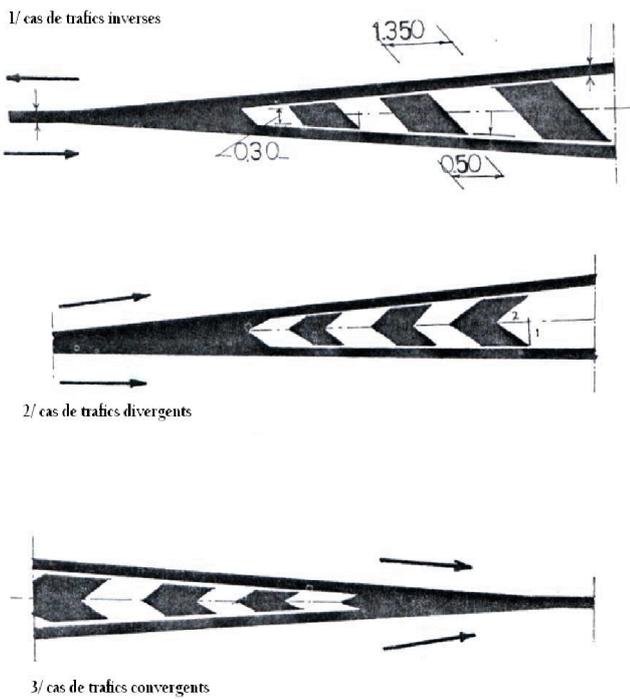
Une flèche légèrement incurvée signalant aux usages qu'ils devaient emprunter la voie située du coté qu'elle indique.

5. Application au projet :

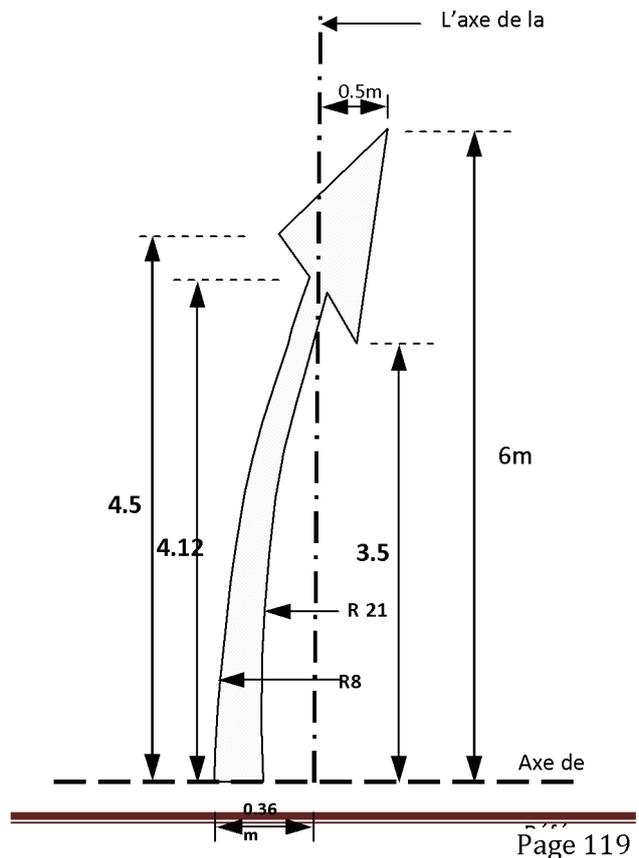
**FLECHES DE SELECTIONT**



**shémas de marquage par hachures**



**FLECHE DE RABATTEMENT**



Signaux de danger (type A).



AK3  
Chaussée rétrécie



A1a  
Virage à droite



A1b  
Virage à gauche

**Vitesses limitées**



Vitesse limitée à 80Km/h

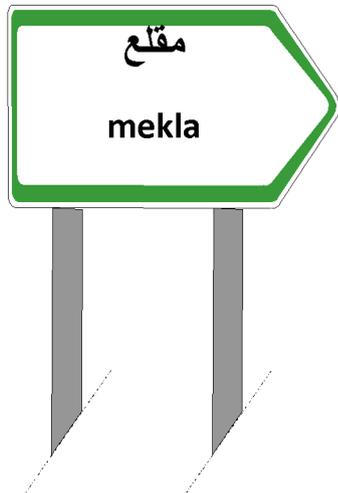


Vitesse limitée à 60Km/h



Vitesse limitée à 40Km/h

SIGNALISATION DE DIRECTION



### III. Eclairage :

#### 1. Introduction :

Dans un trafic en augmentation constante l'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité.

Leurs buts est de permettre aux usagers de la voies de circulation la nuit avec une sécurité aussi élevée que possible.

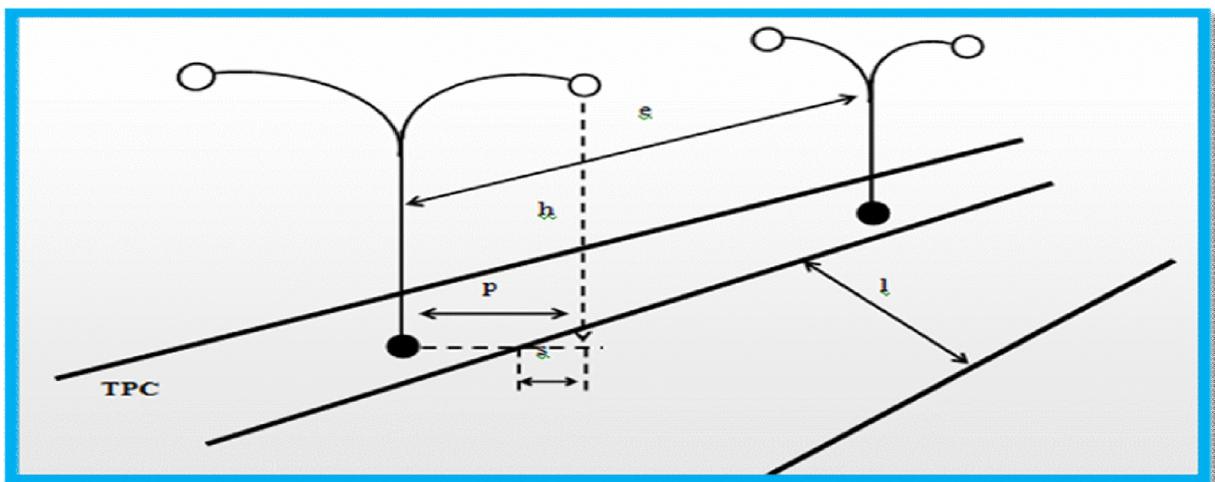
#### 2. Catégorie d'éclairage :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage générale d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D

#### 3. Paramètre de l'implantation des luminaires :

- L'espacement  $e$  entre luminaires qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur ( $h$ ) du luminaire qui 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 .
- La porte à faux ( $p$ ) du foyer rapport au support.
- L'inclinaison ou non du foyer lumineux, et son surplomb( $s$ ) par rapport au bord de la chaussée.



**4. Application au projet :**

Pour l'éclairage de la voie des lampadaires sont implantés dans le TPC avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une demi-chaussée, espacés de 20 m.

	Désignation		Unité	Quantité	Prix/unité	Total en DA
1	PREPARATION DE TERRAIN	Scarification de la chaussée existante	M2	17224,46	100	1 722 446
		· Abattage et dessouchage d'arbre: * Diamètre sup à 20cm	Unité	40	1800	72 000
2	TERRASSEMENT	- Décapage de la terre végétal épaisseur de 20 a 30cm	M3	1306680	80	104 534 400
		- Déblais excédentaires en terrain	M3	111122	230	25 558 060
		meuble mis en dépôt,				
		- Remblai d'emprunts	M3	547942	580	317 806 360
3	CHAUSSEE	Couche de fondation en GNT	M3	29905	1500	44 857 500
		Couche de base en GB 2.2 T/m3,	T	49289	4206,97	207 357 344
		Couche de roulement en BB 2.4 T/m3	T	12962	4401,47	57 051 854,1
<b>TOTAL DES TRAVAUX ROUTIERS</b>				<b>758 959 964,5</b>		
						0
4	Glissière de sécurité		ML	8932,86	1000	8 932 860
5	séparateurs en béton		ML	8932	3577,52	31 954 408,64
6	Implantation des arbres sur les TALUS DEB/REM		U	595	200	119 000
7	Total travaux d'assainissement		forfait	10%		75 895 996,4
8	Impacte sur l'environnement (Aménagement et plantation)		forfait	1%		7 589 599,64

	<b>DEVIATION DES RESAUX; Eclairage, Signalisation</b>	<b>forfait</b>	<b>3%</b>		<b>22 768 798,9</b>
<b>11</b>	<b>Eclairage, Signalisation et bureau d'étude et Installation de chantier</b>	<b>forfait</b>	<b>3%</b>		<b>22 768 798,9</b>

**Total : 928 989 427 DA**

**Neuf cents vingt huit millions neuf cents quatre vingt neuf milles  
quatre cents vingt sept dinars algériens**

# conclusion générale

## conclusion générale

Notre projet de fin d'étude intitulé « aménagement d'un tronçon de la RN12 sur un linéaire de 5km » consiste à élargir le tronçon qui débute de l'échangeur de Tamda jusqu'à la trémie de Chaib en créant une nouvelle route qui supporterait le trafic courant et futur, la route actuelle connaît une surcharge de véhicules tout au long de l'année pour l'importance qu'elle représente sur le point géographique et socio-économique.

Au cours de la conception de l'axe de notre tracé, nous avons fait en sorte à respecter les normes tout en prenant en considération le confort, la sécurité des usagers et l'aspect économique.

Nous avons pu accomplir ce travail en avant projet détaillé en s'accordant aux données suivantes :

- ❖ Le levé topographique.
- ❖ La carte d'état major de la région
- ❖ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 4\%$ .
- ❖ La vitesse de base sur le tracé  $V_B=80\text{km/h}$
- ❖ Le pourcentage de poids lourds  $Z= 14\%$
- ❖ L'année de mise en service **2015**
- ❖ La durée de vie estimée de **20ans**
- ❖ Catégorie **C1**
- ❖ L'environnement **E1**
- ❖ L'indice CBR moyen  $I= 5$

Après la récolte des données et des recherches approfondies un travail acharné, laborieux et soigneux nous avons aboutit aux résultats suivants :

- ❖ Une route de 2×3voies
- ❖ Un axe de longueur égale à 4446m.
- ❖ Un dimensionnement transversal de 29 m constitué de :
  - ✓ 2×3voies de 3.5m chaque une.
  - ✓ Accotement ou bande d'arrêt d'urgence de 2×2.5m
  - ✓ Un TPC de 3m
- ❖ Après le dimensionnement du corps de la chaussé nous avons obtenu avec la méthode du catalogue les couches suivantes :

- ✓ Couche de roulement de 6 cm de BB.
- ✓ Couche de base de 20 cm de GB.
- ✓ Couche de fondation de 30 cm de GNT.
- ✓ Couche de forme de 40 cm de TUF

❖ L'étude hydraulique a donné :

- ✓ Des fossés trapézoïdaux de largeur 0.5m et de hauteur 0.4m
- ✓ Quatre dalots de dimensionnement suivant :
  - Le premier 2m×1m
  - Le deuxième 2m×3m
  - Le troisième 2m×2m
  - Et le dernier de 2m×1m

Au fur et à mesure de l'avancement de notre travail, nous avons appris à bien cerner les problèmes techniques qu'on peut rencontrer dans un projet routier, et essayer de trouver des solutions adéquates et économiques qui peuvent servir à régler ce genre de problèmes.

Ce projet a été pour nous une occasion de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant notre cycle de formation, et profiter de l'expérience des personnes du domaine ainsi qu'à l'apprentissage et la maîtrise de l'outil informatique en l'occurrence les logiciels: Piste+5.05, AUTOCAD et Alize III.

# Bibliographie

## Bibliographie

### Normes :

- ❖ *MTP, normes techniques d'aménagement des routes (B40).*
- ❖ *ICTAAL instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison*
- ❖ *ICTAVRU Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines*
- ❖ *Catalogue de dimensionnement des chaussées (fascicule 1, fascicule 2 et fascicule 3)*

### Cours et manuels :

- ❖ *Cours master I de routes UMMTO*
- ❖ *Cours master II terrassement UMMTO*
- ❖ *Cours de master I aménagement hydraulique UMMTO*
- ❖ *Cours de mécanique des sols I et II*
- ❖ *Mme KALLI Fatima Zohra – RAHAL, (2012), Manuel d'essais routiers.*
- ❖ *Mr M.BOULARAK cours de routes école national supérieur des travaux publics.*
- ❖ *Setra : comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes janvier 2006.*
- ❖ *Setra : guide technique de drainage routier mars 2006.*
- ❖ *Setra : manuel de référence piste 05 Conception d'infrastructures linéaires octobre 2004.*
- ❖ *Valérie Borrell Estupina Cours d'Hydrologie Générale Module FLST403 L2 Montpellier 2011*
- ❖ *Maurice GUYON avant projet sommaire étude hydrologique et assainissement.*
- ❖ *Guide d'aménagement des ponts et ponceaux dans le milieu forestier.*
- ❖ *exposé Assainissement routier ADAMOU Issoufou février 2006*

## **Thèses :**

- ❖ *Thèses de fin d'études précédentes à l'UMMTO*
- ❖ *Thèses de fin d'études précédentes à l'école nationale supérieure des travaux publics l'ENSTP*

## **Formations en vidéo :**

- ❖ *Formation tracé complet d'une route sur PISTE par Mr MABROUKI Khaled*
- ❖ *Formation piste 05 par Mr KSENTINI Ahmed*
- ❖ *Formation alizé par Mr KSENTINI Ahmed*

## **Liens utilisés :**

- ❖ *[www.SETRA.com](http://www.SETRA.com)*
- ❖ *[www.google.fr](http://www.google.fr)*
- ❖ *[www.coursgeniecivil.com](http://www.coursgeniecivil.com)*
- ❖ *[www.lctp.com](http://www.lctp.com)*

## **Logiciels utilisés :**

- ❖ *Piste 05*
- ❖ *AutoCAD 2010*
- ❖ *Mensura geodes 7.0*

## **Documents fournis par :**

- ❖ *La direction générale des travaux publics DTP Tizi ousou.*
- ❖ *Bureau d'étude la S.A.I.T.*
- ❖ *Agence nationale des ressources hydraulique ANRH.*
- ❖ *Agence météorologique boukhalfa*

**AXE EN PLAN**

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	631275.739	373012.203
D1	GIS = 160.071g	200.300			
			200.300	631393.292	372850.025
L1	A = 260.000 Rf= 1200.000 L = 56.333				
			256.634	631426.707	372804.674
	XC= 632381.520 YC= 373531.539 R = 1200.000 L = 939.053				
			1195.686	632216.943	372342.879
	Rd= 1200.000 A = 260.000 L = 56.333	1051.719			
			1252.020	632272.857	372336.027
D2	GIS = 107.264g	1711.600			
			2963.620	633973.326	372141.142
C1	XC= 633813.920 YC= 370750.247 R = -1400.000	73.280			
			3036.900	634045.878	372130.897
D3	GIS = 110.597g	372.811			
			3409.711	634413.536	372069.128
C2	XC= 634645.494 YC= 373449.779 R = 1400.000	365.549			
			3775.259	634777.813	372056.046
D4	GIS = 93.974g	323.032			
			4098.292	635099.399	372086.576
L2	A = 225.000 Rf= -600.000 L = 84.375				
			4182.667	635183.541	372092.579
	XC= 635198.145 YC= 371492.757				

	R = -600.000 L = 160.205				
			4342.872	635342.321	372075.177
	Rd= -600.000 A = 225.000 L = 84.375	328.955			
			4427.247	635423.166	372051.092
D5	GIS = 119.925g	39.183			
			4466.430	635460.445	372039.028

LONGUEUR DE L'AXE 4466.430

annexes

## PROFIL EN LONG

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	104.000
D1	PENTE= -0.454 %	412.400		
			412.400	102.130
PR1	S= 185.6463 Z= 102.6439 R = -50000.00	8.473		
			420.872	102.091
D2	PENTE= -0.470 %	783.913		
			1204.785	98.403
PR2	S= 1223.6027 Z= 98.3584 R = 4000.00	46.467		
			1251.252	98.454
D3	PENTE= 0.691 %	731.208		
			1982.460	103.508
PR3	S= 2044.6702 Z= 103.7233 R = -9000.00	35.227		
			2017.687	103.683
D4	PENTE= 0.300 %	874.167		
			2891.854	106.304
PR4	S= 2858.8743 Z= 106.2543 R = 11000.00	17.542		
			2909.396	106.370
D5	PENTE= 0.459 %	897.227		
			3806.623	110.491
PR5	S= 3795.1406 Z= 110.4648 R = 2500.00	63.839		
			3870.461	111.599
D6	PENTE= 3.013 %	291.672		
			4162.134	120.387
PR6	S= 4177.1977 Z= 120.6139 R = -500.00	6.227		
			4168.361	120.536
D7	PENTE= 1.767 %	183.665		
			4352.026	123.782
PR7	S= 4343.1890 Z= 123.7038 R = 500.00	15.948		
			4367.974	124.318
D8	PENTE= 4.957 %	98.456		
			4466.430	129.199

LONGUEUR DE L'AXE 4466.430

annexes

## TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	104.000	104.000	631275.739	373012.203	260.071g	2.50	-2.50
2	20.000	104.000	103.909	631287.477	372996.009	260.071g	2.50	-2.50
3	40.000	104.000	103.819	631299.215	372979.816	260.071g	2.50	-2.50
4	60.000	104.000	103.728	631310.952	372963.622	260.071g	2.50	-2.50
5	80.000	104.000	103.637	631322.690	372947.429	260.071g	2.50	-2.50
6	100.000	104.000	103.546	631334.427	372931.235	260.071g	2.50	-2.50
7	120.000	104.000	103.456	631346.165	372915.042	260.071g	2.50	-2.50
8	140.000	104.000	103.365	631357.903	372898.848	260.071g	2.50	-2.50
9	160.000	104.000	103.274	631369.640	372882.655	260.071g	2.50	-2.50
10	180.000	104.000	103.184	631381.378	372866.461	260.071g	2.50	-2.50
11	200.000	104.000	103.093	631393.115	372850.268	260.071g	2.50	-2.50
12	200.300	104.000	103.092	631393.292	372850.025	260.071g	2.50	-2.50
13	220.000	104.000	103.002	631404.868	372834.086	259.889g	2.50	-2.50
14	240.000	104.000	102.912	631416.715	372817.972	259.329g	2.50	-2.50
15	256.634	104.000	102.836	631426.707	372804.674	258.577g	2.50	-2.50
16	260.000	104.000	102.821	631428.750	372801.999	258.398g	2.50	-2.50
17	280.000	104.000	102.730	631441.041	372786.221	257.337g	2.50	-2.50
18	300.000	104.000	102.639	631453.593	372770.651	256.276g	2.50	-2.50
19	320.000	104.000	102.549	631466.403	372755.292	255.215g	2.50	-2.50
20	340.000	103.935	102.458	631479.467	372740.148	254.154g	2.50	-2.50
21	360.000	105.245	102.367	631492.781	372725.225	253.093g	2.50	-2.50
22	380.000	105.436	102.277	631506.343	372710.525	252.032g	2.50	-2.50
23	400.000	104.244	102.186	631520.147	372696.053	250.971g	2.50	-2.50
24	420.000	100.282	102.095	631534.191	372681.814	249.910g	2.50	-2.50
25	440.000	97.842	102.001	631548.470	372667.810	248.849g	2.50	-2.50
26	460.000	94.373	101.907	631562.981	372654.047	247.788g	2.50	-2.50
27	480.000	92.581	101.812	631577.718	372640.527	246.727g	2.50	-2.50
28	500.000	92.673	101.718	631592.680	372627.255	245.666g	2.50	-2.50
29	520.000	92.902	101.624	631607.860	372614.234	244.605g	2.50	-2.50
30	540.000	93.078	101.530	631623.255	372601.467	243.544g	2.50	-2.50
31	560.000	93.179	101.436	631638.861	372588.959	242.483g	2.50	-2.50
32	580.000	93.183	101.342	631654.673	372576.713	241.422g	2.50	-2.50
33	600.000	93.245	101.248	631670.687	372564.732	240.361g	2.50	-2.50
34	620.000	93.399	101.154	631686.898	372553.020	239.300g	2.50	-2.50
35	640.000	93.693	101.060	631703.303	372541.579	238.239g	2.50	-2.50
36	660.000	94.206	100.966	631719.895	372530.414	237.178g	2.50	-2.50
37	680.000	94.198	100.872	631736.672	372519.526	236.117g	2.50	-2.50
38	700.000	94.064	100.777	631753.628	372508.920	235.056g	2.50	-2.50
39	720.000	94.044	100.683	631770.758	372498.597	233.995g	2.50	-2.50
40	740.000	94.095	100.589	631788.058	372488.562	232.934g	2.50	-2.50
41	760.000	94.172	100.495	631805.522	372478.816	231.873g	2.50	-2.50
42	780.000	94.182	100.401	631823.147	372469.363	230.812g	2.50	-2.50

43	800.000	94.150	100.307	631840.926	372460.204	229.750g	2.50	-2.50
44	820.000	94.157	100.213	631858.856	372451.344	228.689g	2.50	-2.50
45	840.000	94.202	100.119	631876.931	372442.783	227.628g	2.50	-2.50
46	860.000	94.295	100.025	631895.146	372434.525	226.567g	2.50	-2.50
47	880.000	94.373	99.931	631913.497	372426.571	225.506g	2.50	-2.50
48	900.000	94.467	99.837	631931.977	372418.925	224.445g	2.50	-2.50
49	920.000	94.611	99.742	631950.582	372411.587	223.384g	2.50	-2.50
50	940.000	94.876	99.648	631969.307	372404.561	222.323g	2.50	-2.50
51	960.000	94.910	99.554	631988.146	372397.848	221.262g	2.50	-2.50
52	980.000	95.095	99.460	632007.095	372391.449	220.201g	2.50	-2.50
53	1000.000	95.223	99.366	632026.148	372385.367	219.140g	2.50	-2.50
54	1020.000	95.423	99.272	632045.299	372379.604	218.079g	2.50	-2.50
55	1040.000	95.614	99.178	632064.544	372374.160	217.018g	2.50	-2.50
56	1060.000	95.766	99.084	632083.876	372369.038	215.957g	2.50	-2.50
57	1080.000	95.899	98.990	632103.292	372364.239	214.896g	2.50	-2.50
58	1100.000	96.178	98.896	632122.785	372359.765	213.835g	2.50	-2.50
59	1120.000	96.460	98.802	632142.349	372355.615	212.774g	2.50	-2.50
60	1140.000	96.647	98.707	632161.980	372351.793	211.713g	2.50	-2.50
61	1160.000	96.061	98.613	632181.672	372348.298	210.652g	2.50	-2.50
62	1180.000	96.844	98.519	632201.420	372345.131	209.591g	2.50	-2.50
63	1195.686	95.405	98.445	632216.943	372342.879	208.759g	2.50	-2.50
64	1200.000	95.260	98.425	632221.217	372342.294	208.539g	2.50	-2.50
65	1220.000	97.106	98.360	632241.055	372339.753	207.747g	2.50	-2.50
66	1240.000	96.758	98.392	632260.916	372337.400	207.332g	2.50	-2.50
67	1252.020	96.549	98.459	632272.857	372336.027	207.264g	2.50	-2.50
68	1260.000	96.389	98.514	632280.786	372335.118	207.264g	2.50	-2.50
69	1280.000	95.989	98.653	632300.655	372332.841	207.264g	2.50	-2.50
70	1300.000	95.736	98.791	632320.525	372330.564	207.264g	2.50	-2.50
71	1320.000	95.513	98.929	632340.395	372328.287	207.264g	2.50	-2.50
72	1340.000	95.233	99.067	632360.265	372326.009	207.264g	2.50	-2.50
73	1360.000	94.827	99.206	632380.135	372323.732	207.264g	2.50	-2.50
74	1380.000	94.450	99.344	632400.005	372321.455	207.264g	2.50	-2.50
75	1400.000	94.194	99.482	632419.875	372319.178	207.264g	2.50	-2.50
76	1420.000	94.122	99.620	632439.745	372316.900	207.264g	2.50	-2.50
77	1440.000	93.870	99.759	632459.615	372314.623	207.264g	2.50	-2.50
78	1460.000	94.058	99.897	632479.485	372312.346	207.264g	2.50	-2.50
79	1480.000	94.269	100.035	632499.355	372310.069	207.264g	2.50	-2.50
80	1500.000	94.451	100.173	632519.225	372307.792	207.264g	2.50	-2.50
81	1520.000	94.455	100.312	632539.095	372305.514	207.264g	2.50	-2.50
82	1540.000	94.453	100.450	632558.965	372303.237	207.264g	2.50	-2.50
83	1560.000	94.401	100.588	632578.835	372300.960	207.264g	2.50	-2.50
84	1580.000	94.349	100.726	632598.704	372298.683	207.264g	2.50	-2.50
85	1600.000	94.396	100.865	632618.574	372296.405	207.264g	2.50	-2.50
86	1620.000	94.470	101.003	632638.444	372294.128	207.264g	2.50	-2.50
87	1640.000	94.462	101.141	632658.314	372291.851	207.264g	2.50	-2.50
88	1660.000	94.394	101.279	632678.184	372289.574	207.264g	2.50	-2.50
89	1680.000	94.317	101.418	632698.054	372287.296	207.264g	2.50	-2.50
90	1700.000	94.326	101.556	632717.924	372285.019	207.264g	2.50	-2.50
91	1720.000	94.614	101.694	632737.794	372282.742	207.264g	2.50	-2.50
92	1740.000	94.706	101.832	632757.664	372280.465	207.264g	2.50	-2.50

93	1760.000	94.566	101.971	632777.534	372278.188	207.264g	2.50	-2.50
94	1780.000	94.485	102.109	632797.404	372275.910	207.264g	2.50	-2.50
95	1800.000	96.086	102.247	632817.274	372273.633	207.264g	2.50	-2.50
96	1820.000	96.118	102.385	632837.144	372271.356	207.264g	2.50	-2.50
97	1840.000	95.073	102.524	632857.014	372269.079	207.264g	2.50	-2.50
98	1860.000	99.963	102.662	632876.884	372266.801	207.264g	2.50	-2.50
99	1880.000	100.148	102.800	632896.753	372264.524	207.264g	2.50	-2.50
100	1900.000	98.669	102.938	632916.623	372262.247	207.264g	2.50	-2.50
101	1920.000	99.148	103.077	632936.493	372259.970	207.264g	2.50	-2.50
102	1940.000	101.086	103.215	632956.363	372257.693	207.264g	2.50	-2.50
103	1960.000	101.894	103.353	632976.233	372255.415	207.264g	2.50	-2.50
104	1980.000	101.716	103.491	632996.103	372253.138	207.264g	2.50	-2.50
105	2000.000	101.628	103.612	633015.973	372250.861	207.264g	2.50	-2.50
106	2020.000	101.691	103.690	633035.843	372248.584	207.264g	2.50	-2.50
107	2040.000	101.963	103.750	633055.713	372246.306	207.264g	2.50	-2.50
108	2060.000	102.170	103.810	633075.583	372244.029	207.264g	2.50	-2.50
109	2080.000	102.423	103.870	633095.453	372241.752	207.264g	2.50	-2.50
110	2100.000	101.364	103.930	633115.323	372239.475	207.264g	2.50	-2.50
111	2120.000	101.306	103.990	633135.193	372237.198	207.264g	2.50	-2.50
112	2140.000	101.693	104.050	633155.063	372234.920	207.264g	2.50	-2.50
113	2160.000	101.371	104.109	633174.933	372232.643	207.264g	2.50	-2.50
114	2180.000	101.226	104.169	633194.802	372230.366	207.264g	2.50	-2.50
115	2200.000	101.196	104.229	633214.672	372228.089	207.264g	2.50	-2.50
116	2220.000	101.167	104.289	633234.542	372225.811	207.264g	2.50	-2.50
117	2240.000	101.160	104.349	633254.412	372223.534	207.264g	2.50	-2.50
118	2260.000	101.166	104.409	633274.282	372221.257	207.264g	2.50	-2.50
119	2280.000	101.083	104.469	633294.152	372218.980	207.264g	2.50	-2.50
120	2300.000	100.897	104.529	633314.022	372216.703	207.264g	2.50	-2.50
121	2320.000	100.638	104.589	633333.892	372214.425	207.264g	2.50	-2.50
122	2340.000	100.397	104.649	633353.762	372212.148	207.264g	2.50	-2.50
123	2360.000	100.229	104.709	633373.632	372209.871	207.264g	2.50	-2.50
124	2380.000	99.620	104.769	633393.502	372207.594	207.264g	2.50	-2.50
125	2400.000	99.152	104.829	633413.372	372205.316	207.264g	2.50	-2.50
126	2420.000	98.790	104.889	633433.242	372203.039	207.264g	2.50	-2.50
127	2440.000	98.793	104.949	633453.112	372200.762	207.264g	2.50	-2.50
128	2460.000	98.852	105.009	633472.982	372198.485	207.264g	2.50	-2.50
129	2480.000	98.911	105.069	633492.851	372196.208	207.264g	2.50	-2.50
130	2500.000	98.892	105.129	633512.721	372193.930	207.264g	2.50	-2.50
131	2520.000	98.798	105.189	633532.591	372191.653	207.264g	2.50	-2.50
132	2540.000	98.704	105.249	633552.461	372189.376	207.264g	2.50	-2.50
133	2560.000	98.682	105.309	633572.331	372187.099	207.264g	2.50	-2.50
134	2580.000	98.763	105.369	633592.201	372184.821	207.264g	2.50	-2.50
135	2600.000	98.843	105.429	633612.071	372182.544	207.264g	2.50	-2.50
136	2620.000	98.810	105.489	633631.941	372180.267	207.264g	2.50	-2.50
137	2640.000	98.776	105.549	633651.811	372177.990	207.264g	2.50	-2.50
138	2660.000	98.746	105.609	633671.681	372175.713	207.264g	2.50	-2.50
139	2680.000	98.900	105.669	633691.551	372173.435	207.264g	2.50	-2.50
140	2700.000	99.185	105.728	633711.421	372171.158	207.264g	2.50	-2.50
141	2720.000	98.785	105.788	633731.291	372168.881	207.264g	2.50	-2.50
142	2740.000	98.942	105.848	633751.161	372166.604	207.264g	2.50	-2.50

143	2760.000	99.117	105.908	633771.031	372164.326	207.264g	2.50	-2.50
144	2780.000	99.201	105.968	633790.900	372162.049	207.264g	2.50	-2.50
145	2800.000	99.369	106.028	633810.770	372159.772	207.264g	2.50	-2.50
146	2820.000	99.489	106.088	633830.640	372157.495	207.264g	2.50	-2.50
147	2840.000	99.659	106.148	633850.510	372155.218	207.264g	2.50	-2.50
148	2860.000	99.920	106.208	633870.380	372152.940	207.264g	2.50	-2.50
149	2880.000	100.181	106.268	633890.250	372150.663	207.264g	2.50	-2.50
150	2900.000	100.333	106.331	633910.120	372148.386	207.264g	2.50	-2.50
151	2920.000	100.283	106.419	633929.990	372146.109	207.264g	2.50	-2.50
152	2940.000	100.446	106.511	633949.860	372143.831	207.264g	2.50	-2.50
153	2960.000	100.664	106.603	633969.730	372141.554	207.264g	2.50	-2.50
154	2963.620	100.704	106.619	633973.326	372141.142	207.264g	2.50	-2.50
155	2980.000	100.874	106.695	633989.589	372139.182	208.009g	2.50	-2.50
156	3000.000	101.042	106.786	634009.412	372136.531	208.919g	2.50	-2.50
157	3020.000	101.186	106.878	634029.195	372133.597	209.828g	2.50	-2.50
158	3036.900	101.424	106.956	634045.878	372130.897	210.597g	2.50	-2.50
159	3040.000	101.481	106.970	634048.935	372130.383	210.597g	2.50	-2.50
160	3060.000	101.847	107.062	634068.659	372127.070	210.597g	2.50	-2.50
161	3080.000	102.201	107.154	634088.383	372123.756	210.597g	2.50	-2.50
162	3100.000	106.120	107.246	634108.106	372120.442	210.597g	2.50	-2.50
163	3120.000	107.532	107.338	634127.830	372117.129	210.597g	2.50	-2.50
164	3140.000	107.752	107.429	634147.553	372113.815	210.597g	2.50	-2.50
165	3160.000	107.791	107.521	634167.277	372110.501	210.597g	2.50	-2.50
166	3180.000	107.170	107.613	634187.000	372107.188	210.597g	2.50	-2.50
167	3200.000	108.416	107.705	634206.724	372103.874	210.597g	2.50	-2.50
168	3220.000	109.036	107.797	634226.448	372100.560	210.597g	2.50	-2.50
169	3240.000	109.264	107.889	634246.171	372097.247	210.597g	2.50	-2.50
170	3260.000	107.405	107.981	634265.895	372093.933	210.597g	2.50	-2.50
171	3280.000	104.610	108.072	634285.618	372090.619	210.597g	2.50	-2.50
172	3300.000	104.261	108.164	634305.342	372087.306	210.597g	2.50	-2.50
173	3320.000	104.485	108.256	634325.065	372083.992	210.597g	2.50	-2.50
174	3340.000	104.798	108.348	634344.789	372080.678	210.597g	2.50	-2.50
175	3360.000	104.921	108.440	634364.513	372077.365	210.597g	2.50	-2.50
176	3380.000	105.047	108.532	634384.236	372074.051	210.597g	2.50	-2.50
177	3400.000	105.288	108.624	634403.960	372070.737	210.597g	2.50	-2.50
178	3409.711	105.412	108.668	634413.536	372069.128	210.597g	2.50	-2.50
179	3420.000	105.545	108.715	634423.690	372067.461	210.129g	2.50	-2.50
180	3440.000	105.890	108.807	634443.459	372064.433	209.219g	2.50	-2.50
181	3460.000	106.304	108.899	634463.269	372061.689	208.310g	2.50	-2.50
182	3480.000	109.393	108.991	634483.117	372059.227	207.400g	2.50	-2.50
183	3500.000	110.454	109.083	634502.998	372057.049	206.491g	2.50	-2.50
184	3520.000	109.632	109.175	634522.908	372055.156	205.581g	2.50	-2.50
185	3540.000	109.823	109.267	634542.843	372053.547	204.672g	2.50	-2.50
186	3560.000	108.449	109.358	634562.799	372052.223	203.763g	2.50	-2.50
187	3580.000	107.113	109.450	634582.772	372051.184	202.853g	2.50	-2.50
188	3600.000	107.225	109.542	634602.758	372050.431	201.944g	2.50	-2.50
189	3620.000	107.432	109.634	634622.752	372049.963	201.034g	2.50	-2.50
190	3640.000	107.854	109.726	634642.751	372049.781	200.125g	2.50	-2.50
191	3660.000	107.940	109.818	634662.751	372049.885	199.215g	2.50	-2.50
192	3680.000	107.934	109.910	634682.747	372050.274	198.306g	2.50	-2.50

193	3700.000	108.184	110.001	634702.735	372050.949	197.396g	2.50	-2.50
194	3720.000	108.323	110.093	634722.712	372051.910	196.487g	2.50	-2.50
195	3740.000	108.530	110.185	634742.673	372053.155	195.577g	2.50	-2.50
196	3760.000	108.744	110.277	634762.614	372054.686	194.668g	2.50	-2.50
197	3775.259	108.891	110.347	634777.813	372056.046	193.974g	2.50	-2.50
198	3780.000	108.937	110.369	634782.532	372056.494	193.974g	2.50	-2.50
199	3800.000	109.205	110.461	634802.442	372058.384	193.974g	2.50	-2.50
200	3820.000	109.407	110.588	634822.353	372060.274	193.974g	2.50	-2.50
201	3840.000	109.578	110.867	634842.263	372062.164	193.974g	2.50	-2.50
202	3860.000	111.123	111.306	634862.174	372064.055	193.974g	2.50	-2.50
203	3880.000	114.709	111.887	634882.084	372065.945	193.974g	2.50	-2.50
204	3900.000	117.356	112.489	634901.995	372067.835	193.974g	2.50	-2.50
205	3920.000	118.198	113.092	634921.905	372069.726	193.974g	2.50	-2.50
206	3940.000	115.584	113.694	634941.816	372071.616	193.974g	2.50	-2.50
207	3960.000	114.982	114.297	634961.726	372073.506	193.974g	2.50	-2.50
208	3980.000	113.005	114.900	634981.637	372075.396	193.974g	2.50	-2.50
209	4000.000	113.466	115.502	635001.547	372077.287	193.974g	2.50	-2.50
210	4020.000	114.089	116.105	635021.458	372079.177	193.974g	2.50	-2.50
211	4040.000	114.504	116.707	635041.368	372081.067	193.974g	2.50	-2.50
212	4060.000	115.124	117.310	635061.279	372082.957	193.974g	2.50	-2.50
213	4080.000	112.996	117.912	635081.189	372084.848	193.974g	2.50	-2.50
214	4098.292	114.768	118.464	635099.399	372086.576	193.974g	2.50	-2.50
215	4100.000	114.805	118.515	635101.099	372086.738	193.976g	2.39	-2.50
216	4120.000	116.375	119.118	635121.013	372088.595	194.270g	1.08	-2.50
217	4140.000	116.656	119.720	635140.942	372090.281	195.068g	-0.22	-2.50
218	4160.000	117.644	120.323	635160.895	372091.638	196.368g	-1.52	-2.50
219	4180.000	118.797	120.742	635180.876	372092.508	198.172g	-2.83	-2.83
220	4182.667	119.014	120.789	635183.541	372092.579	198.450g	-3.00	-3.00
221	4200.000	120.127	121.095	635200.873	372092.751	200.289g	-3.00	-3.00
222	4220.000	121.066	121.449	635220.868	372092.326	202.412g	-3.00	-3.00
223	4240.000	122.177	121.802	635240.837	372091.236	204.534g	-3.00	-3.00
224	4260.000	123.430	122.155	635260.759	372089.481	206.656g	-3.00	-3.00
225	4280.000	124.494	122.509	635280.611	372087.063	208.778g	-3.00	-3.00
226	4300.000	124.494	122.862	635300.372	372083.984	210.900g	-3.00	-3.00
227	4320.000	125.924	123.216	635320.019	372080.249	213.022g	-3.00	-3.00
228	4340.000	127.065	123.569	635339.531	372075.861	215.144g	-3.00	-3.00
229	4342.872	127.216	123.620	635342.321	372075.177	215.449g	-3.00	-3.00
230	4360.000	128.622	123.986	635358.890	372070.841	217.082g	-1.88	-2.50
231	4380.000	129.731	124.914	635378.109	372065.308	218.521g	-0.58	-2.50
232	4400.000	130.319	125.906	635397.222	372059.418	219.458g	0.72	-2.50
233	4420.000	130.758	126.897	635416.270	372053.322	219.892g	2.03	-2.50
234	4427.247	130.969	127.256	635423.166	372051.092	219.925g	2.50	-2.50
235	4440.000	131.200	127.888	635435.299	372047.166	219.925g	2.50	-2.50
236	4460.000	131.544	128.880	635454.327	372041.008	219.925g	2.50	-2.50
237	4466.430	131.639	129.199	635460.445	372039.028	219.925g	2.50	-2.50

## VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000		0.0	249.4	0.0 0.0
2	20.000		0.0	564.3	0.0 0.0
3	40.000		0.0	630.5	0.0 0.0
4	60.000		0.0	697.1	0.0 0.0
5	80.000		0.0	764.2	0.0 0.0
6	100.000		0.0	831.8	0.0 0.0
7	120.000		0.0	899.8	0.0 0.0
8	140.000		0.0	968.4	0.0 0.0
9	160.000		0.0	1037.5	0.0 0.0
10	180.000		0.0	1107.1	0.0 0.0
11	200.000		0.0	597.4	0.0 0.0
12	200.300		0.0	589.1	0.0 0.0
13	220.000		0.0	1238.3	0.0 0.0
14	240.000		0.0	1207.7	0.0 0.0
15	256.634		0.0	689.1	0.0 0.0
16	260.000		0.0	812.1	0.0 0.0
17	280.000		0.0	1461.6	0.0 0.0
18	300.000		0.0	772.6	0.0 0.0
19	320.000	128.9		721.8	0.0 0.0
20	340.000	21265.3		604.7	0.0 0.0
21	360.000	16038.1		1605.1	0.0 0.0
22	380.000	0.0		2073.2	0.0 0.0
23	400.000	905.7		480.2	0.0 0.0
24	420.000	2747.7		96.0	0.0 0.0
25	440.000	3988.1		0.0	0.0 0.0
26	460.000	5298.8		0.0	0.0 0.0
27	480.000	6296.8		0.0	0.0 0.0
28	500.000	6691.9		0.0	0.0 0.0
29	520.000	6700.1		0.0	0.0 0.0
30	540.000	6481.5		0.0	0.0 0.0
31	560.000	6291.4		0.0	0.0 0.0
32	580.000	6150.0		0.0	0.0 0.0
33	600.000	5984.9		0.0	0.0 0.0
34	620.000	5709.6		0.0	0.0 0.0
35	640.000	5279.9		0.0	0.0 0.0
36	660.000	4771.7		0.0	0.0 0.0
37	680.000	4676.2		0.0	0.0 0.0
38	700.000	4657.0		0.0	0.0 0.0
39	720.000	4603.2		0.0	0.0 0.0
40	740.000	4484.3		0.0	0.0 0.0
41	760.000	4337.9		0.0	0.0 0.0
42	780.000	4207.1		0.0	0.0 0.0
43	800.000	4159.0		0.0	0.0 0.0

44	820.000	4070.0	0.0	0.0	0.0
45	840.000	3942.9	0.0	0.0	0.0
46	860.000	3778.1	0.0	0.0	0.0
47	880.000	3601.5	0.0	0.0	0.0
48	900.000	3428.4	0.0	0.0	0.0
49	920.000	3261.8	0.0	0.0	0.0
50	940.000	2980.8	0.0	0.0	0.0
51	960.000	2821.9	0.0	0.0	0.0
52	980.000	2604.4	0.0	0.0	0.0
53	1000.000	2411.8	0.0	0.0	0.0
54	1020.000	2177.6	0.0	0.0	0.0
55	1040.000	1940.9	0.0	0.0	0.0
56	1060.000	1762.8	0.0	0.0	0.0
57	1080.000	1596.6	0.0	0.0	0.0
58	1100.000	1321.7	0.0	0.0	0.0
59	1120.000	1057.6	0.0	0.0	0.0
60	1140.000	912.4	0.0	0.0	0.0
61	1160.000	968.4	0.0	0.0	0.0
62	1180.000	716.2	0.0	0.0	0.0
63	1195.686	712.6	0.0	0.0	0.0
64	1200.000	922.1	0.0	0.0	0.0
65	1220.000	701.6	0.0	0.0	0.0
66	1240.000	464.0	0.0	0.0	0.0
67	1252.020	385.1	0.0	0.0	0.0
68	1260.000	637.6	0.0	0.0	0.0
69	1280.000	1288.9	0.0	0.0	0.0
70	1300.000	1573.2	0.0	0.0	0.0
71	1320.000	1869.4	0.0	0.0	0.0
72	1340.000	2177.9	0.0	0.0	0.0
73	1360.000	2596.9	0.0	0.0	0.0
74	1380.000	3005.3	0.0	0.0	0.0
75	1400.000	3378.8	0.0	0.0	0.0
76	1420.000	3607.7	0.0	0.0	0.0
77	1440.000	3895.1	19.6	0.0	0.0
78	1460.000	3838.7	19.6	0.0	0.0
79	1480.000	3770.4	0.0	0.0	0.0
80	1500.000	3768.1	0.0	0.0	0.0
81	1520.000	3977.1	0.0	0.0	0.0
82	1540.000	4192.8	0.0	0.0	0.0
83	1560.000	4333.9	0.0	0.0	0.0
84	1580.000	4406.5	0.0	0.0	0.0
85	1600.000	4458.0	0.0	0.0	0.0
86	1620.000	4518.4	0.0	0.0	0.0
87	1640.000	4631.3	19.6	0.0	0.0
88	1660.000	4810.5	0.0	0.0	0.0
89	1680.000	5038.0	0.0	0.0	0.0
90	1700.000	5091.9	0.0	0.0	0.0
91	1720.000	4998.4	0.0	0.0	0.0
92	1740.000	4927.8	0.0	0.0	0.0
93	1760.000	4645.3	0.0	0.0	0.0

94	1780.000	4393.6	0.0	0.0	0.0
95	1800.000	3617.8	0.0	0.0	0.0
96	1820.000	3306.2	1.8	0.0	0.0
97	1840.000	3677.4	192.9	0.0	0.0
98	1860.000	2451.8	1445.0	0.0	0.0
99	1880.000	2340.7	1451.3	0.0	0.0
100	1900.000	2724.5	393.6	0.0	0.0
101	1920.000	2243.2	0.0	0.0	0.0
102	1940.000	1067.0	0.0	0.0	0.0
103	1960.000	493.6	0.0	0.0	0.0
104	1980.000	606.4	0.0	0.0	0.0
105	2000.000	787.8	0.0	0.0	0.0
106	2020.000	828.6	0.0	0.0	0.0
107	2040.000	701.3	0.0	0.0	0.0
108	2060.000	586.3	0.0	0.0	0.0
109	2080.000	516.8	0.0	0.0	0.0
110	2100.000	1137.0	0.0	0.0	0.0
111	2120.000	1298.0	0.0	0.0	0.0
112	2140.000	1111.8	0.0	0.0	0.0
113	2160.000	1340.6	0.0	0.0	0.0
114	2180.000	1489.7	0.0	0.0	0.0
115	2200.000	1555.5	0.0	0.0	0.0
116	2220.000	1619.7	0.0	0.0	0.0
117	2240.000	1671.2	0.0	0.0	0.0
118	2260.000	1713.9	0.0	0.0	0.0
119	2280.000	1820.7	0.0	0.0	0.0
120	2300.000	2010.1	0.0	0.0	0.0
121	2320.000	2257.3	0.0	0.0	0.0
122	2340.000	2499.4	0.0	0.0	0.0
123	2360.000	2966.2	0.0	0.0	0.0
124	2380.000	3524.5	0.0	0.0	0.0
125	2400.000	3811.4	0.0	0.0	0.0
126	2420.000				
127	2440.000				
128	2460.000				
129	2480.000				
130	2500.000	3770.2	0.0	0.0	0.0
131	2520.000	4268.1	0.0	0.0	0.0
132	2540.000	4511.6	0.0	0.0	0.0
133	2560.000	4601.3	0.0	0.0	0.0
134	2580.000	4579.6	0.0	0.0	0.0
135	2600.000	4559.1	0.0	0.0	0.0
136	2620.000	4642.8	0.0	0.0	0.0
137	2640.000	4716.6	0.0	0.0	0.0
138	2660.000	4778.3	0.0	0.0	0.0
139	2680.000	4765.8	0.0	0.0	0.0
140	2700.000	4650.6	0.0	0.0	0.0
141	2720.000	4929.4	0.0	0.0	0.0
142	2740.000	4855.9	0.0	0.0	0.0
143	2760.000	4753.8	0.0	0.0	0.0

144	2780.000	4733.0	0.0	0.0	0.0
145	2800.000	4630.1	0.0	0.0	0.0
146	2820.000	4572.0	0.0	0.0	0.0
147	2840.000	4468.8	0.0	0.0	0.0
148	2860.000	4291.4	0.0	0.0	0.0
149	2880.000	4127.0	0.0	0.0	0.0
150	2900.000	4048.2	0.0	0.0	0.0
151	2920.000	4156.2	0.0	0.0	0.0
152	2940.000	4115.0	0.0	0.0	0.0
153	2960.000	2343.4	0.0	0.0	0.0
154	2963.620	1972.1	0.0	0.0	0.0
155	2980.000	3500.2	0.0	0.0	0.0
156	3000.000	3785.3	0.0	0.0	0.0
157	3020.000	3432.5	0.0	0.0	0.0
158	3036.900	1798.9	0.0	0.0	0.0
159	3040.000	2060.2	0.0	0.0	0.0
160	3060.000	3350.2	0.0	0.0	0.0
161	3080.000	2795.1	0.0	0.0	0.0
162	3100.000	215.7	12.0	0.0	0.0
163	3120.000				
164	3140.000				
165	3160.000				
166	3180.000				
167	3200.000				
168	3220.000	0.0	1429.5	0.0	0.0
169	3240.000	0.0	1157.7	0.0	0.0
170	3260.000	41.6	669.1	0.0	0.0
171	3280.000	1777.8	0.0	0.0	0.0
172	3300.000	1956.5	0.0	0.0	0.0
173	3320.000	2023.1	0.0	0.0	0.0
174	3340.000	1857.8	0.0	0.0	0.0
175	3360.000	1454.9	147.9	0.0	0.0
176	3380.000	1455.6	13.6	0.0	0.0
177	3400.000	1210.8	0.0	0.0	0.0
178	3409.711	752.2	0.1	0.0	0.0
179	3420.000	1121.0	0.0	0.0	0.0
180	3440.000	1047.3	69.3	0.0	0.0
181	3460.000	818.6	856.9	0.0	0.0
182	3480.000	513.7	2257.2	0.0	0.0
183	3500.000	404.1	2649.0	0.0	0.0
184	3520.000	409.1	2497.8	0.0	0.0
185	3540.000	355.0	2334.4	0.0	0.0
186	3560.000	483.2	660.2	0.0	0.0
187	3580.000	941.4	0.0	0.0	0.0
188	3600.000	602.4	1376.0	0.0	0.0
189	3620.000	671.5	1872.3	0.0	0.0
190	3640.000	593.6	1350.5	0.0	0.0
191	3660.000	526.5	1354.5	0.0	0.0
192	3680.000	536.4	1179.5	0.0	0.0
193	3700.000	498.3	1477.7	0.0	0.0

194	3720.000	511.3	617.2	0.0	0.0
195	3740.000	472.6	534.5	0.0	0.0
196	3760.000	357.8	949.9	0.0	0.0
197	3775.259	173.1	584.6	0.0	0.0
198	3780.000	202.5	750.3	0.0	0.0
199	3800.000	243.2	1431.4	0.0	0.0
200	3820.000	199.8	1121.3	0.0	0.0
201	3840.000	269.4	963.4	0.0	0.0
202	3860.000	97.7	618.8	0.0	0.0
203	3880.000	0.0	3156.1	0.0	0.0
204	3900.000	0.0	4153.2	0.0	0.0
205	3920.000	0.0	4544.3	0.0	0.0
206	3940.000	0.0	2416.4	0.0	0.0
207	3960.000	561.6	1405.1	0.0	0.0
208	3980.000	1334.5	835.9	0.0	0.0
209	4000.000	1349.7	751.6	0.0	0.0
210	4020.000	1511.2	600.8	0.0	0.0
211	4040.000	1791.8	481.8	0.0	0.0
212	4060.000	2046.4	349.5	0.0	0.0
213	4080.000	2953.4	77.0	0.0	0.0
214	4098.292	1513.6	67.9	0.0	0.0
215	4100.000	1640.4	68.8	0.0	0.0
216	4120.000	2578.9	8.8	0.0	0.0
217	4140.000	2798.9	0.0	0.0	0.0
218	4160.000	3085.4	0.0	0.0	0.0
219	4180.000	1628.6	0.0	0.0	0.0
220	4182.667	1402.0	0.0	0.0	0.0
221	4200.000	2134.7	0.3	0.0	0.0
222	4220.000	882.4	84.5	0.0	0.0
223	4240.000	170.0	527.8	0.0	0.0
224	4260.000	482.6	779.5	0.0	0.0
225	4280.000	964.9	1243.7	0.0	0.0
226	4300.000	798.3	1568.3	0.0	0.0
227	4320.000	28.6	2249.1	0.0	0.0
228	4340.000	0.0	1671.2	0.0	0.0
229	4342.872	0.0	1538.5	0.0	0.0
230	4360.000	0.0	4212.7	0.0	0.0
231	4380.000	0.0	4407.9	0.0	0.0
232	4400.000	0.0	4209.5	0.0	0.0
233	4420.000	0.0	2495.5	0.0	0.0
234	4427.247	0.0	1777.2	0.0	0.0
235	4440.000	0.0	2572.2	0.0	0.0
236	4460.000	0.0	1687.8	0.0	0.0
237	4466.430	0.0	377.2	0.0	0.0
		533020	105499	0	0

## EMPRISES

N° PROF	EMPRISE GAUCHE	X_EMP GAUCHE	Y_EMP GAUCHE	Z_EMP GAUCHE	EMPRISE DROITE	X_EMP DROITE	Y_EMP DROITE	Z_EMP DROITE
1	-18.02	631290.33	373022.78	104.00	18.02	631261.15	373001.63	104.00
2	-18.16	631302.18	373006.67	104.00	18.16	631272.78	372985.35	104.00
3	-18.29	631314.03	372990.55	104.00	18.29	631284.40	372969.08	104.00
4	-18.43	631325.87	372974.44	104.00	18.43	631296.03	372952.81	104.00
5	-18.56	631337.72	372958.32	104.00	18.56	631307.66	372936.53	104.00
6	-18.70	631349.57	372942.21	104.00	18.70	631319.29	372920.26	104.00
7	-18.83	631361.41	372926.10	104.00	18.83	631330.92	372903.99	104.00
8	-18.97	631373.26	372909.98	104.00	18.97	631342.54	372887.72	104.00
9	-19.10	631385.11	372893.87	104.00	19.10	631354.17	372871.44	104.00
10	-19.24	631396.96	372877.75	104.00	19.24	631365.80	372855.17	104.00
11	-19.38	631408.80	372861.64	104.00	19.38	631377.43	372838.90	104.00
12	-19.38	631408.98	372861.40	104.00	19.38	631377.60	372838.65	104.00
13	-19.51	631420.63	372845.58	104.00	19.51	631389.10	372822.59	104.00
14	-19.65	631432.49	372829.69	104.00	19.65	631400.94	372806.26	104.00
15	-19.76	631442.43	372816.64	104.00	19.76	631410.99	372792.71	104.00
16	-19.78	631444.46	372814.02	104.00	19.78	631413.04	372789.97	104.00
17	-19.92	631456.65	372798.59	104.00	19.92	631425.43	372773.85	104.00
18	-19.33	631468.54	372782.90	103.51	18.21	631439.51	372759.10	102.77
19	-19.22	631481.06	372767.72	103.35	17.08	631453.38	372744.24	102.22
20	-21.66	631495.75	372754.43	97.30	19.09	631465.12	372727.56	103.17
21	-38.14	631521.03	372750.85	86.17	20.08	631477.91	372711.73	103.74
22	-18.32	631519.70	372723.06	102.48	20.18	631491.62	372696.72	103.72
23	-24.60	631537.80	372713.18	95.06	19.24	631506.34	372682.66	103.00
24	-28.35	631554.21	372701.89	92.45	19.37	631520.51	372668.10	103.00
25	-27.99	631567.90	372687.96	92.60	15.77	631537.52	372656.46	100.79
26	-27.65	631581.84	372674.26	92.74	18.74	631550.20	372640.35	98.71
27	-27.32	631596.02	372660.81	92.86	21.70	631563.18	372624.41	96.62
28	-27.01	631610.43	372647.61	92.98	23.35	631577.33	372609.66	95.43
29	-26.71	631625.08	372634.65	93.08	25.82	631591.21	372594.50	93.68
30	-26.43	631639.96	372621.95	93.17	27.08	631606.14	372580.48	92.74
31	-26.15	631655.04	372609.50	93.27	27.02	631622.14	372567.74	92.69
32	-26.04	631670.44	372597.43	93.25	26.68	631638.51	372555.49	92.82
33	-25.92	631686.04	372585.62	93.23	26.22	631655.15	372543.60	93.03
34	-25.35	631701.57	372573.69	93.52	25.79	631671.97	372531.99	93.23
35	-24.50	631717.15	372561.79	93.99	24.99	631689.18	372520.96	93.67
36	-23.92	631733.08	372550.37	94.29	24.27	631706.51	372510.17	94.06
37	-24.01	631749.57	372539.78	94.14	23.94	631723.81	372499.34	94.18
38	-24.01	631766.19	372529.38	94.05	23.76	631741.19	372488.67	94.21
39	-24.01	631782.98	372519.26	93.95	23.62	631758.74	372478.27	94.21
40	-23.82	631799.84	372509.27	93.98	23.53	631776.42	372468.11	94.18
41	-23.58	631816.84	372499.50	94.05	23.39	631794.30	372458.30	94.18

42	-23.18	631833.93	372489.88	94.23	23.22	631812.34	372448.81	94.20
43	-23.19	631851.37	372480.91	94.12	23.10	631830.52	372439.58	94.18
44	-23.03	631868.89	372472.07	94.14	23.00	631848.84	372430.64	94.15
45	-22.85	631886.54	372463.51	94.16	22.77	631867.36	372422.13	94.22
46	-22.63	631904.32	372455.21	94.22	22.45	631886.05	372414.00	94.34
47	-22.38	631922.22	372447.18	94.29	22.05	631904.90	372406.27	94.51
48	-22.14	631940.27	372439.45	94.35	21.66	631923.86	372398.84	94.68
49	-21.87	631958.44	372432.00	94.44	21.37	631942.91	372391.64	94.78
50	-21.42	631976.66	372424.68	94.65	21.13	631962.05	372384.72	94.84
51	-21.09	631995.06	372417.77	94.78	20.66	631981.37	372378.33	95.07
52	-20.80	632013.59	372411.21	94.88	20.23	632000.78	372372.23	95.26
53	-20.53	632032.23	372404.97	94.97	19.74	632020.30	372366.52	95.49
54	-20.10	632050.93	372398.90	95.16	19.29	632039.89	372361.08	95.70
55	-19.57	632069.71	372393.04	95.42	18.85	632059.56	372355.98	95.90
56	-19.25	632088.65	372387.69	95.54	18.48	632079.29	372351.14	96.05
57	-18.94	632107.68	372382.66	95.65	18.17	632099.08	372346.57	96.17
58	-18.27	632126.72	372377.61	96.00	17.69	632118.97	372342.49	96.40
59	-17.75	632145.89	372373.01	96.26	17.12	632138.94	372338.83	96.68
60	-17.56	632165.19	372369.06	96.29	16.87	632158.89	372335.21	96.76
61	-17.07	632184.52	372365.13	96.53	16.65	632178.90	372331.88	96.81
62	-17.21	632204.00	372362.14	96.34	17.87	632198.74	372327.46	95.90
63	-17.85	632219.39	372360.56	95.84	16.60	632214.67	372326.43	96.67
64	-18.03	632223.63	372360.16	95.70	17.18	632218.92	372325.26	96.26
65	-18.89	632243.35	372358.50	95.06	15.81	632239.14	372324.06	97.12
66	-16.44	632262.81	372353.73	96.73	16.38	632259.03	372321.13	96.77
67	-16.91	632274.78	372352.82	96.48	16.79	632270.95	372319.35	96.56
68	-17.24	632282.75	372352.25	96.32	17.08	632278.84	372318.15	96.43
69	-18.06	632302.71	372350.78	95.91	17.84	632298.62	372315.12	96.05
70	-18.62	632322.65	372349.07	95.67	18.44	632318.43	372312.24	95.79
71	-19.47	632342.61	372347.63	95.24	18.99	632338.23	372309.42	95.56
72	-20.13	632362.56	372346.01	94.93	19.40	632358.06	372306.74	95.42
73	-20.97	632382.52	372344.56	94.51	19.91	632377.87	372303.95	95.22
74	-21.80	632402.49	372343.11	94.09	20.51	632397.67	372301.08	94.96
75	-22.56	632422.44	372341.59	93.72	21.05	632417.48	372298.27	94.73
76	-22.76	632442.34	372339.51	93.73	21.72	632437.27	372295.32	94.42
77	-24.94	632462.46	372339.40	93.81	22.29	632457.08	372292.47	94.17
78	-24.82	632482.31	372337.00	94.03	22.25	632476.95	372290.24	94.34
79	-22.59	632501.93	372332.51	94.25	22.13	632496.84	372288.09	94.56
80	-22.48	632521.78	372330.13	94.46	22.42	632516.67	372285.52	94.50
81	-22.76	632541.69	372328.12	94.42	23.51	632536.42	372282.16	93.92
82	-23.04	632561.59	372326.13	94.36	23.99	632556.23	372279.40	93.73
83	-23.24	632581.48	372324.05	94.37	24.08	632576.09	372277.03	93.81
84	-23.45	632601.38	372321.98	94.36	23.73	632596.00	372275.11	94.18
85	-23.59	632621.26	372319.84	94.41	23.73	632615.87	372272.83	94.32
86	-23.67	632641.14	372317.65	94.49	23.82	632635.73	372270.46	94.40
87	-25.90	632661.26	372317.59	94.55	23.94	632655.59	372268.06	94.45
88	-24.04	632680.92	372313.45	94.53	24.17	632675.43	372265.56	94.44
89	-24.46	632700.84	372311.59	94.38	24.46	632695.27	372263.00	94.38
90	-24.46	632720.71	372309.32	94.52	24.12	632715.18	372261.05	94.74
91	-24.33	632740.56	372306.91	94.75	24.11	632735.05	372258.79	94.89

92	-24.43	632760.45	372304.74	94.82	21.64	632755.20	372258.96	96.68
93	-24.77	632780.35	372302.80	94.73	19.06	632775.36	372259.25	98.55
94	-25.01	632800.25	372300.75	94.71	17.56	632795.40	372258.46	99.69
95	-24.21	632820.03	372297.68	95.38	16.95	632815.34	372256.79	100.24
96	-24.35	632839.92	372295.55	95.42	14.76	632835.46	372256.69	101.85
97	-24.64	632859.82	372293.56	95.37	24.71	632854.20	372244.53	107.01
98	-24.91	632879.72	372291.55	95.33	27.10	632873.80	372239.87	108.75
99	-25.04	632899.60	372289.40	95.38	27.37	632893.64	372237.33	109.06
100	-24.49	632919.41	372286.58	95.88	26.80	632913.57	372235.62	108.82
101	-21.77	632938.97	372281.60	97.84	16.30	632934.64	372243.78	101.51
102	-19.25	632958.56	372276.82	99.67	15.71	632954.57	372242.09	102.04
103	-17.31	632978.20	372272.62	101.11	15.47	632974.47	372240.05	102.34
104	-16.96	632998.03	372269.99	101.48	15.62	632994.33	372237.62	102.38
105	-17.19	633017.93	372267.94	101.45	16.25	633014.12	372234.72	102.08
106	-17.27	633037.81	372265.75	101.47	16.71	633033.94	372231.98	101.85
107	-16.95	633057.64	372263.15	101.75	16.49	633053.84	372229.92	102.05
108	-16.63	633077.48	372260.55	102.02	16.25	633073.73	372227.89	102.28
109	-16.80	633097.37	372258.44	101.97	15.91	633093.64	372225.95	102.57
110	-17.94	633117.37	372257.30	101.26	16.57	633113.44	372223.01	102.18
111	-18.43	633137.29	372255.51	100.99	17.22	633133.23	372220.08	101.80
112	-18.06	633157.12	372252.86	101.30	17.29	633153.09	372217.74	101.82
113	-18.21	633177.01	372250.73	101.26	17.89	633172.90	372214.87	101.48
114	-18.48	633196.91	372248.72	101.14	18.23	633192.73	372212.25	101.31
115	-18.61	633216.79	372246.58	101.11	18.36	633212.58	372209.85	101.28
116	-18.74	633236.68	372244.43	101.08	18.47	633232.44	372207.47	101.27
117	-18.88	633256.56	372242.29	101.05	18.55	633252.30	372205.11	101.28
118	-18.99	633276.44	372240.13	101.04	18.63	633272.16	372202.75	101.28
119	-19.18	633296.34	372238.03	100.97	18.85	633292.01	372200.25	101.19
120	-19.60	633316.25	372236.17	100.75	19.18	633311.84	372197.65	101.03
121	-20.04	633336.17	372234.34	100.51	19.64	633331.66	372194.92	100.78
122	-20.47	633356.09	372232.49	100.29	20.11	633351.47	372192.17	100.53
123	-21.36	633376.06	372231.10	99.75	20.95	633371.25	372189.06	100.03
124	-22.03	633396.01	372229.48	99.36	22.00	633391.00	372185.74	99.38
125	-21.54	633415.82	372226.72	99.75	23.05	633410.75	372182.42	98.74
126								
127								
128								
129								
130	-15.51	633514.49	372209.34	98.88	23.18	633510.08	372170.90	98.95
131	-21.84	633535.08	372213.35	98.80	23.45	633529.92	372168.36	98.83
132	-23.70	633555.16	372212.92	98.72	23.70	633549.76	372165.83	98.73
133	-23.79	633575.04	372210.73	98.72	23.90	633569.61	372163.36	98.65
134	-23.83	633594.91	372208.49	98.76	23.83	633589.49	372161.15	98.76
135	-23.86	633614.79	372206.25	98.79	23.71	633609.37	372158.99	98.89
136	-24.00	633634.67	372204.11	98.76	23.75	633629.24	372156.67	98.93
137	-24.14	633654.56	372201.98	98.73	23.76	633649.11	372154.39	98.98
138	-24.28	633674.45	372199.84	98.69	23.77	633668.97	372152.10	99.04
139	-24.38	633694.33	372197.66	98.69	23.89	633688.83	372149.70	99.02
140	-24.16	633714.17	372195.16	98.89	24.05	633708.68	372147.26	98.96
141	-24.52	633734.08	372193.24	98.71	24.05	633728.55	372144.99	99.03

142	-24.45	633753.94	372190.89	98.82	23.94	633748.44	372142.82	99.16
143	-24.35	633773.80	372188.51	98.95	23.77	633768.32	372140.71	99.34
144	-24.22	633793.66	372186.11	99.09	23.88	633788.18	372138.33	99.32
145	-24.08	633813.51	372183.70	99.25	23.72	633808.07	372136.21	99.49
146	-23.92	633833.36	372181.26	99.41	23.70	633827.94	372133.95	99.56
147	-23.71	633853.21	372178.77	99.62	23.64	633847.82	372131.74	99.66
148	-23.53	633873.06	372176.31	99.80	23.34	633867.72	372129.76	99.93
149	-23.30	633892.90	372173.81	100.01	23.04	633887.63	372127.78	100.19
150	-23.05	633912.74	372171.28	100.24	23.04	633907.50	372125.49	100.24
151	-23.11	633932.62	372169.07	100.29	23.23	633927.34	372123.03	100.20
152	-23.10	633952.49	372166.78	100.39	23.17	633947.22	372120.81	100.34
153	-22.97	633972.35	372164.38	100.56	22.84	633967.13	372118.87	100.66
154	-22.94	633975.94	372163.93	100.60	22.77	633970.73	372118.52	100.71
155	-22.79	633992.45	372161.79	100.78	22.09	633986.82	372117.26	101.25
156	-22.62	634012.57	372158.92	100.99	22.52	634006.27	372114.23	101.05
157	-22.40	634032.64	372155.73	101.22	22.44	634025.74	372111.42	101.19
158	-22.16	634049.55	372152.75	101.46	22.38	634042.17	372108.83	101.31
159	-22.11	634052.60	372152.19	101.51	22.37	634045.23	372108.32	101.34
160	-21.83	634072.28	372148.60	101.79	22.01	634065.01	372105.37	101.67
161	-20.43	634091.77	372143.90	102.82	19.36	634085.18	372104.67	103.54
162	-16.35	634110.81	372136.56	105.65	14.93	634105.63	372105.71	106.59
163								
164								
165								
166								
167								
168	-16.99	634229.26	372117.32	107.48	22.99	634222.64	372077.89	111.13
169	-14.79	634248.62	372111.83	107.33	22.93	634242.37	372074.64	111.18
170	-16.40	634268.61	372110.10	106.35	21.84	634262.28	372072.40	110.54
171	-19.18	634288.80	372109.54	104.57	16.09	634282.95	372074.75	106.64
172	-19.89	634308.64	372106.92	104.19	15.69	634302.74	372071.84	107.01
173	-19.93	634328.37	372103.65	104.25	17.26	634322.21	372066.97	106.04
174	-19.74	634348.06	372100.15	104.47	17.12	634341.95	372063.79	106.23
175	-19.48	634367.74	372096.57	104.74	19.88	634361.22	372057.76	109.69
176	-19.41	634387.45	372093.19	104.88	14.94	634381.76	372059.32	107.87
177	-19.24	634407.15	372089.71	105.09	15.78	634401.35	372055.18	107.41
178	-19.11	634416.70	372087.98	105.21	15.16	634411.02	372054.18	107.86
179	-18.98	634426.70	372086.20	105.35	15.78	634421.19	372051.88	107.50
180	-18.68	634446.15	372082.92	105.64	17.86	634440.88	372046.76	108.70
181	-18.48	634465.67	372080.01	105.87	25.33	634459.97	372036.57	113.80
182	-18.24	634485.23	372077.35	106.12	26.23	634480.08	372033.18	114.49
183	-18.20	634504.85	372075.15	106.24	27.51	634500.20	372029.68	115.44
184	-18.11	634524.49	372073.20	106.39	30.75	634520.22	372024.53	117.70
185	-17.98	634544.16	372071.48	106.57	32.10	634540.49	372021.53	118.70
186	-18.05	634563.87	372070.24	106.62	28.15	634561.14	372024.13	116.14
187	-17.79	634583.57	372068.95	106.88	15.57	634582.07	372035.63	108.37
188	-17.56	634603.29	372067.98	107.13	27.83	634601.91	372022.61	116.12
189	-17.39	634623.03	372067.35	107.34	35.11	634622.18	372014.86	121.08
190	-17.18	634642.78	372066.96	107.57	34.51	634642.68	372015.27	120.77
191	-17.02	634662.54	372066.90	107.77	34.02	634663.17	372015.86	120.54

192	-16.93	634682.30	372067.19	107.92	33.69	634683.64	372016.60	120.40
193	-16.77	634702.05	372067.71	108.12	33.29	634704.10	372017.69	120.23
194	-16.58	634721.80	372068.46	108.34	30.08	634724.37	372021.87	118.17
195	-16.53	634741.53	372069.65	108.46	26.26	634744.50	372026.96	115.70
196	-16.37	634761.24	372071.00	108.66	31.42	634765.24	372023.38	119.25
197	-16.27	634776.28	372072.24	108.80	30.62	634780.71	372025.56	118.79
198	-16.24	634781.00	372072.66	108.84	30.13	634785.38	372026.50	118.48
199	-16.06	634800.92	372074.37	109.06	28.81	634805.17	372029.71	117.69
200	-15.89	634820.85	372076.09	109.29	27.74	634824.98	372032.65	117.10
201	-16.05	634840.75	372078.15	109.46	26.11	634844.73	372036.17	116.29
202	-16.48	634860.62	372080.46	109.62	21.88	634864.24	372042.27	113.89
203	-15.36	634880.63	372081.24	110.95	27.53	634884.69	372038.54	118.25
204	-21.49	634899.96	372089.23	114.81	26.21	634904.47	372041.75	117.97
205	-24.09	634919.63	372093.71	117.16	25.36	634924.30	372044.48	118.01
206	-19.15	634940.01	372090.68	114.45	23.93	634944.08	372047.79	117.66
207	-18.77	634959.95	372092.19	111.07	22.73	634963.87	372050.88	117.45
208	-21.68	634979.59	372096.98	109.72	21.74	634983.69	372053.76	117.39
209	-21.50	634999.51	372098.69	110.45	20.90	635003.52	372056.48	117.43
210	-22.19	635019.36	372101.27	110.59	20.16	635023.36	372059.11	117.54
211	-23.03	635039.19	372104.00	110.63	19.45	635043.21	372061.70	117.67
212	-24.63	635058.95	372107.47	110.16	18.68	635063.04	372064.36	117.75
213	-26.49	635078.69	372111.22	109.52	18.88	635082.97	372066.05	114.62
214	-25.92	635096.95	372112.38	110.45	17.66	635101.07	372068.99	118.22
215	-25.93	635098.65	372112.55	110.51	17.59	635102.76	372069.23	118.23
216	-25.60	635118.71	372114.09	111.47	15.05	635122.37	372073.60	118.38
217	-25.96	635138.93	372116.16	111.96	15.75	635142.16	372074.57	118.52
218	-27.68	635159.32	372119.27	111.55	16.09	635161.81	372075.57	118.89
219	-27.78	635180.08	372120.27	112.04	16.95	635181.36	372075.56	118.70
220	-27.66	635182.87	372120.24	112.18	16.29	635183.94	372076.30	119.18
221	-26.95	635201.00	372119.70	112.97	16.66	635200.80	372076.09	119.23
222	-18.46	635221.57	372110.77	119.01	24.42	635219.94	372067.92	114.39
223	-18.54	635242.16	372109.73	122.73	23.07	635239.20	372068.22	115.64
224	-18.70	635262.71	372108.08	123.19	25.74	635258.07	372063.88	114.21
225	-24.78	635284.02	372111.60	127.61	24.85	635277.20	372062.45	115.16
226	-25.16	635304.66	372108.78	128.22	22.26	635296.58	372062.05	117.25
227	-25.18	635325.13	372104.90	128.59	16.99	635316.57	372063.62	121.13
228	-25.54	635345.55	372100.68	129.18	16.48	635335.65	372059.84	123.03
229	-25.72	635348.50	372100.15	129.36	18.14	635337.96	372057.57	123.65
230	-25.78	635365.72	372095.70	129.64	23.65	635352.62	372048.03	127.76
231	-25.73	635385.49	372089.95	130.40	21.65	635371.90	372044.57	127.34
232	-25.88	635405.01	372084.10	131.35	22.15	635390.56	372038.30	128.67
233	-24.99	635423.95	372077.11	131.62	22.22	635409.44	372032.18	129.71
234	-24.80	635430.80	372074.69	131.80	22.58	635416.21	372029.61	130.31
235	-24.34	635442.79	372070.32	132.12	21.71	635428.62	372026.51	130.36
236	-23.31	635461.50	372063.19	132.42	20.68	635447.96	372021.33	130.66
237	-22.14	635467.26	372060.09	131.96	20.54	635454.12	372019.49	130.88

## volume de la chaussée

N°	ABSCISSE	FORME	BASE	CHAUSSEE	ACCOTE	T.P.C.
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0.000	69.7	52.3	12.6	27.3	0.0
2	20.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
3	40.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
4	60.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
5	80.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
6	100.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
7	120.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
8	140.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
9	160.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
10	180.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
11	200.000	70.8	53.1	12.8	27.7	0.0
12	200.300	69.7	52.3	12.6	27.3	0.0
13	220.000	138.4	103.8	25.0	54.2	0.0
14	240.000	127.7	95.7	23.1	50.0	0.0
15	256.634	69.7	52.3	12.6	27.3	0.0
16	260.000	81.5	61.1	14.7	31.9	0.0
17	280.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
18	300.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
19	320.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
20	340.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
21	360.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
22	380.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
23	400.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
24	420.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
25	440.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
26	460.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
27	480.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
28	500.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
29	520.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
30	540.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
31	560.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
32	580.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
33	600.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
34	620.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
35	640.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
36	660.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
37	680.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
38	700.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
39	720.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0

40	740.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
41	760.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
42	780.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
43	800.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
44	820.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
45	840.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
46	860.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
47	880.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
48	900.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
49	920.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
50	940.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
51	960.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
52	980.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
53	1000.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
54	1020.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
55	1040.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
56	1060.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
57	1080.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
58	1100.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
59	1120.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
60	1140.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
61	1160.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
62	1180.000	124.4	93.3	22.5	51.3	0.0
63	1195.686	69.7	52.3	12.6	28.7	0.0
64	1200.000	84.8	63.5	15.3	34.9	0.0
65	1220.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
66	1240.000	111.6	83.7	20.2	46.0	0.0
67	1252.020	69.7	52.3	12.6	28.7	0.0
68	1260.000	97.6	73.1	17.6	40.2	0.0
69	1280.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
70	1300.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
71	1320.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
72	1340.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
73	1360.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
74	1380.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
75	1400.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
76	1420.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
77	1440.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
78	1460.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
79	1480.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
80	1500.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
81	1520.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
82	1540.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
83	1560.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
84	1580.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0

85	1600.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
86	1620.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
87	1640.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
88	1660.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
89	1680.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
90	1700.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
91	1720.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
92	1740.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
93	1760.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
94	1780.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
95	1800.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
96	1820.000	139.5	104.5	25.2	54.3	0.0
97	1840.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
98	1860.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
99	1880.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
100	1900.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
101	1920.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
102	1940.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
103	1960.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
104	1980.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
105	2000.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
106	2020.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
107	2040.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
108	2060.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
109	2080.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
110	2100.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
111	2120.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
112	2140.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
113	2160.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
114	2180.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
115	2200.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
116	2220.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
117	2240.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
118	2260.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
119	2280.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
120	2300.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
121	2320.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
122	2340.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
123	2360.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
124	2380.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
125	2400.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
126	2420.000					
127	2440.000					
128	2460.000					
129	2480.000					

130	2500.000	139.5	104.5	25.2	53.7	0.0
131	2520.000	139.5	104.5	25.2	56.7	0.0
132	2540.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
133	2560.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
134	2580.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
135	2600.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
136	2620.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
137	2640.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
138	2660.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
139	2680.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
140	2700.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
141	2720.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
142	2740.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
143	2760.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
144	2780.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
145	2800.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
146	2820.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
147	2840.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
148	2860.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
149	2880.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
150	2900.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
151	2920.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
152	2940.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
153	2960.000	82.3	61.7	14.9	33.9	0.0
154	2963.620	69.7	52.3	12.6	28.7	0.0
155	2980.000	126.8	95.1	22.9	52.3	0.0
156	3000.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
157	3020.000	128.7	96.4	23.2	53.0	0.0
158	3036.900	69.7	52.3	12.6	28.7	0.0
159	3040.000	80.5	60.4	14.6	33.2	0.0
160	3060.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
161	3080.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
162	3100.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
163	3120.000					
164	3140.000					
165	3160.000					
166	3180.000					
167	3200.000					
168	3220.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
169	3240.000	139.5	104.5	25.2	53.2	0.0
170	3260.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
171	3280.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
172	3300.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
173	3320.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
174	3340.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0

175	3360.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
176	3380.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
177	3400.000	103.6	77.6	18.7	42.7	0.0
178	3409.711	69.7	52.3	12.6	28.6	0.0
179	3420.000	105.6	79.2	19.1	43.5	0.0
180	3440.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
181	3460.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
182	3480.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
183	3500.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
184	3520.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
185	3540.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
186	3560.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
187	3580.000	139.5	104.5	25.2	57.5	0.0
188	3600.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
189	3620.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
190	3640.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
191	3660.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
192	3680.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
193	3700.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
194	3720.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
195	3740.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
196	3760.000	122.9	92.2	22.2	49.4	0.0
197	3775.259	69.7	52.3	12.6	28.0	0.0
198	3780.000	86.3	64.7	15.6	34.7	0.0
199	3800.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
200	3820.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
201	3840.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
202	3860.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
203	3880.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
204	3900.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
205	3920.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
206	3940.000	139.5	104.5	25.2	54.6	0.0
207	3960.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
208	3980.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
209	4000.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
210	4020.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
211	4040.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
212	4060.000	139.5	104.5	25.2	56.0	0.0
213	4080.000	133.5	100.1	24.1	55.0	0.0
214	4098.292	69.7	52.3	12.6	28.0	0.0
215	4100.000	75.7	56.7	13.7	30.3	0.0
216	4120.000	139.9	104.5	25.2	55.3	0.0
217	4140.000	140.6	104.5	25.2	54.6	0.0
218	4160.000	140.6	104.5	25.2	53.3	0.0
219	4180.000	79.6	59.2	14.3	29.7	0.0

220	4182.667	70.3	52.2	12.6	26.2	0.0
221	4200.000	131.2	97.5	23.5	49.0	0.0
222	4220.000	140.6	104.4	25.2	52.4	0.0
223	4240.000	140.6	104.4	25.2	51.8	0.0
224	4260.000	140.6	104.4	25.2	51.8	0.0
225	4280.000	140.6	104.4	25.2	51.8	0.0
226	4300.000	140.6	104.4	25.2	51.8	0.0
227	4320.000	140.6	104.4	25.2	51.8	0.0
228	4340.000	80.4	59.7	14.4	28.7	0.0
229	4342.872	70.3	52.2	12.6	25.1	0.0
230	4360.000	130.5	97.0	23.4	47.1	0.0
231	4380.000	140.6	104.5	25.2	51.9	0.0
232	4400.000	140.1	104.5	25.2	53.0	0.0
233	4420.000	95.1	71.2	17.2	36.9	0.0
234	4427.247	69.7	52.3	12.6	27.3	0.0
235	4440.000	114.2	85.6	20.6	44.7	0.0
236	4460.000	92.1	69.1	16.7	36.1	0.0
237	4466.430	22.4	16.8	4.1	8.8	0.0
	Total	29905	22404	5401	12098	0

BROUILLÉ