

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ ZIANE ACHOUR  
- DJELFA -



Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département des Sciences et de la Technologie

*Mémoire de Master Académique*

Spécialité : Génie Civil  
Option : Infrastructures de Transport en Génie Civil

THÈME

*Etude de modernisation et de renforcement de la RN46  
sur 15 km (PK 00+000 au PK 15+000)*

Présenté par:

**HAOUACHE CHELALLI**

**CHETTOUH ABDELKADER**

Promoteur:

**Mr : BEKHITI MELIK**

Soutenu publiquement le ... / ... / 2016

Devant le jury composé de :

Mr. Dif Fodil  
Mr. Rabehi Mohammed

Président  
Examineur

Université de Djelfa  
Université de Djelfa

*Promotion 2015/2016*

# Remerciements

*Louange à DIEU seigneur de l'univers, pour nous avoir guidé durant toutes les années d'études et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.*

*Ce mémoire n'aurait jamais pu voir le jour sans le soutien actif de certaines personnes que nous tenons à remercier personnellement.*

*Notre profonde gratitude va en premier lieu à notre encadreur **monsieur BEKHITI Melik** qui a acceptée de nous encadrer, nous avoir permis de travailler sur un excellent thème, pour son soutien tout au long de la rédaction de ce mémoire, et pour son écoute et ses conseils pertinents ; Merci infiniment ...*

*Nous remercions chaleureusement et respectivement **Monsieur GIRAA SOFYAN** pour ces conseils judicieux et sa gentillesse et qui n'a jamais hésité à répondre à toutes nos questions.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.*

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

*Nous tenons à remercier aussi tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce modeste projet de fin d'étude.*

*Enfin, nous remercions tous les enseignants sans exception qui nous ont suivis pendant deux ans.*

**MERCI A TOUS...**

# dédicaces

**Au nom de Dieu le clément et le miséricordieux**

*Je dédie cet humble mémoire à :*

*A mes parents que j'aime plus que tout au monde pour leur amour, leur affection et leur grand soutien et sacrifice*

*A mes sœurs*

*A mes frères*

*A mon binôme Chelalli.*

*A tous mes ami(e)s plus particulièrement*

*Hamid, Fouad, Laid, Imane, Belkheir, Zineb, Ombarek, Oussama, Amin, Sadek, Mokhtar, NasreEddine, Selman, NourEddine, Mohammed, Larbi, Sedike, Moustafa, Hossam, Merouane, Othman, Hana, Islam, Djihad,*

*A tous mes amis de Spécialité Génie Civil*

*Abdelkader.*

# dédicaces

Au nom de Dieu le clément et le miséricordieux

*Je dédie cet humble mémoire à :*

*A mes parents que j'aime plus que tout au monde pour leur amour, leur affection et leur grand soutien et sacrifice*

*A ma femme*

*A ma fille INAS*

*A mes sœurs*

*A mes frères*

*A mon binôme Abdelkader.*

*A tous mes ami(e)s plus particulièrement*

*Hamid, Fouad, Laid, Imane, Belkheir, Zineb, Ombarek, Oussama, Amin, Sadek, Mokhtar, NasreEddine, Selman, NourEddine, Mohammed*

*A tous mes amis de Spécialité Génie Civil*

*Chelali.*

# Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Résumé	
Table des matières	
Listes des figures et tableaux	
INTRODUCTION GENERALE .....	1
CHAPITRE I: GENERALITES SUR LA ROUTE	
I.1. TRAFIC : .....	2
I.1.1. Analyse du trafic : .....	2
I.1.2. Différents types de trafics : .....	2
I.1.3. Capacité : .....	2
I.2. DIMENSIONNEMENTS : .....	3
I.2.1. La chaussée : .....	3
I.2.1.1. Définition : .....	3
I.2.1.2. Les différentes catégories de chaussée : .....	4
I.2.2. Les principales méthodes de dimensionnement: .....	4
I.2.2.1. Méthode C.B.R (California - bearing - ratio): .....	5
I.2.2.2. Méthode du catalogue des structures : .....	6
I.2.2.3. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP): .....	7
I.2.2.4. Méthode de renforcement: .....	9
I.2.2.4.1. Auscultation par mesures de déflexion: .....	9
I.2.2.4.2. Auscultation par mesure d'uni: .....	11
I.2.2.4.3. Description et classification des principales dégradations: .....	11
I.3. TRACE EN PLAN: .....	15
I.3.1. La vitesse de référence: .....	15
I.3.2. Les éléments du trace en plan: .....	16
I.3.3. Stabilité des véhicules en courbe: .....	16
I.3.4. Types de courbe de raccordement: .....	17
I.3.5. Expression mathématique de la clothoïde : .....	18
I.3.6. Les conditions de raccordement: .....	19
I.3.7. Calcul d'axe : .....	20
I.4. PROFIL EN LONG: .....	21

I.4.1. Coordination du trace en plan et du profil en long : .....	21
I.4.2. Déclivités du profil en long : .....	22
I.4.3. Raccordement en profil en long : .....	22
I.4.3.1. Raccordements convexes (angle saillant) : .....	23
I.4.3.2. Raccordements concaves (angle rentrant) : .....	24
I.4.4. Calcul des éléments du profil en long : .....	24
I.5. PROFIL EN TRAVERS : .....	25

## CHAPITRE II: PRESENTATION DU PROJET

II.1. INTRODUCTION : .....	28
II.2. SITUATION ET TOPOGRAPHIE DE SITE:.....	28
II.3. GEOMETRIE DE LA CHAUSSEE : .....	29
II.4. SITUATION CLIMATIQUE : .....	29
II.5. HISTORIQUE : .....	29

## CHAPITRE III : RECUEIL ET ANALYSE DES DONNEES

III.1. TRAFIC : .....	30
III.1.1. Etude de trafic : .....	30
III.1. 2. Les données de trafic : .....	30
III.2. ETUDE DE TRAFIC PAR LA METHODE DU GUIDE DES RENFORCEMENTS : .....	30
III.2.1. Calcul de trafic : .....	32
III.3. DONNEES SUR L'AUSCULTATION DE LA CHAUSSEE : .....	33
III.3.1. Mesures de déflexion : .....	33
III.3.2. Mesures d'uni : .....	34
III.3.3. Relevé de dégradation de la chaussée:.....	35
III.3.4. Investigations géotechnique : .....	35
III.4. ANALYSE DES DONNEES : .....	36
III.4.1. Etat de planéité de la chaussée : .....	36
III.4.2. Etat visuel de la chaussée : .....	37
III.4.3. Auscultation par mesure de déflexion : .....	40
III.4.4. Investigations géotechniques : .....	46

## CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC ET SOLUTIONS

IV.1. DIAGNOSTIC : .....	49
IV.2. SOLUTIONS PROPOSEES: .....	50

## CHABITRE V : PROJET D'EXECUTION

V.1. TRACE EN PLAN : .....	51
V.1.1. Les rayons du tracé en plan : .....	51
V.1.2. Exemple de calcule le trace en plan : .....	51
V.1.2.1. Caractéristiques de la courbe de raccordement : .....	52
V.2. EXEMPLE DE CALCULE LE PROFIL EN LONG : .....	55
V.3. PROFIL EN TRAVERS TYPE : .....	56

## CHAPITRE VI : VI DIMENSIONNEMENT NOUVEAU CORPS DE CHAUSSE

VI.1. DIMENSIONNEMENT DU RENFORCEMENT : .....	57
VI.2. DIMENSIONNEMENT DES SECTIONS RECTIFIEES : .....	63
VI.3. PARTICULARITES TECHNIQUES : .....	64
VI.3.1. Scarification : .....	64
VI.3.2. Purge : .....	65
VI.4. ETAT DU DISPOSITIF D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE: .....	65
VI.4. 1.Travaux préconisés : .....	65

## CHAPITRE VII : CUBATURE

VII .1. CUBATURE : .....	68
VII.1.1 Cubatures des terrassements : .....	68
VII .2. METHODE UTILISEE : .....	68
VII .2.1. Description de la méthode : .....	68
VII .2.1. Application : .....	69

## CHAPITRE VIII : SIGNALISATION

VIII.1. INTRODUCTION : .....	71
VIII.2. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE: .....	71
VIII.3. CATEGORIES DE SIGNALISATION : .....	71
VIII.4. REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION : .....	71
VIII.5. TYPES DE SIGNALISATION : .....	72
VIII.5.1. Signalisation verticale : .....	72
VIII.5.2. Signalisation horizontale : .....	72
VIII.5.3. Autre signalisation : .....	73

CONCLUSION GENERALE .....	76
---------------------------	----

Références bibliographiques .....	77
-----------------------------------	----

Annexes

## Liste des figures

Figure I.1: Les catégories de chaussée .....	4
Figure I.2: Schéma de la démarche de catalogue .....	8
Figure I.3: L'évaluation de la portance résiduelle .....	10
Figure I.4: Les éléments de la clothoïde .....	19
Figure I.5: Les éléments du profil en travers .....	25
Figure II.1 : Vue satellitaire de l'axe de projet.....	28
Figure II.2 : Le projet (PK 00+000 au PK 15+000).....	29
Figure III.1 : La composition du trafic de la RN46.....	31
Figure III.2 : Défectographe .....	34
Figure III.3 : Profilomètre inertiel laser RSP 5051 de marque Dynatest.....	35
Figure III.4 : PK 06+400 (Epaufures + arrachement).....	39
Figure III.5 : PK 14+000 (Epaufures + faïençages suivi un affaissement +bourrelet+ arrachement).....	39
Figure III.6 : PK 14+000 (Epaufures + faïençages suivi un affaissement +bourrelet+ arrachement).....	40
Figure VI.1: La structure retenue par la méthode CBR.....	64
Figure VII.1: Le profil en long d'un tracé donné.....	69
Figure VIII.1 : Marquage de la chaussée en ligne continue et en ligne discontinue.....	75
Figure VIII.2 : Les flèches de rabattement avant le niveau de carrefour de 100m.....	75
Figure VIII.3 : Signaux de danger.....	75
Figure VIII.4 : Signaux d'interdiction.....	75
Figure VIII.5 : Signaux d'intersection et de priorité .....	75

## Liste des tableaux

Tableau I.1 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau .....	6
Tableau I.2: Les classes de trafics.....	6
Tableau I.3 : Le classement des sols .....	7
Tableau I.4 : Les causes probables en fonction de la plupart des dégradations.....	13
Tableau I.5 : La déclivité maximale en fonction de la vitesse de référence .....	22
Tableau I.6 : Les rayons de raccordements convexes (angle saillant) .....	24
Tableau I.7 : Les rayons de raccordements convexes (angle rentrant) .....	24
Tableau III.1 : Les résultats de la campagne de comptage .....	30
Tableau III.2 : La répartition du trafic.....	31
Tableau III.3 : Trafic cumulé en poids lourds .....	33
Tableau III.4 : Puits 01 : PK 05+300 Profondeur 50 cm (Coté droit).....	35
Tableau III.5 : Puits 02 : PK 15+000 Profondeur 60 cm (Coté droit).....	36
Tableau III.6 : Etat de planéité de la chaussée .....	36
Tableau III.7 : Etat visuel de la chaussée .....	37
Tableau III.8 : Seuils admissible de déflexion.....	40
Tableau III.9 : Les résultats de déflexion .....	41
Tableau III.10 : Les résultats des différents essais géotechniques (Couche de base/ fondation) .....	47
Tableau III.11 : Les résultats des différents essais géotechniques (Sol support) .....	48
Tableau V.1: Rayons du tracé en plan .....	51
Tableau V.2: Les données de courbe à calculer .....	52
Tableau VI.1 : Les différents types de renforcement .....	57
Tableau VI.2 : Les sections de renforcement .....	62
Tableau VI.3 : Résultat de dimensionnement par la méthode CBR .....	63
Tableau VI.4 : Création de fossés en terre .....	66
Tableau VI.5 : Construction de fossés bétonnés.....	66
Tableau VI.6 : Construction d'Ouvrages transversaux.....	67
Tableau VIII.1 : Modulation des lignes discontinues.....	73

## Résumé

Le renforcement d'une chaussée existante consiste à lui apporter à sa partie supérieure une ou plusieurs nouvelles couches de matériaux pour y remédier à plusieurs défauts de la structure et augmenter sa portance, et devra permettre de reprendre correctement les efforts dus au trafic

Moderniser une route consiste à rectifier les points noirs pour améliorer les conditions de visibilité et assurer un meilleur confort à l'usage de la route

**Les mots clés :** trafic, dégradations, déflexion, uni, piste

## Summary

The strengthening of existing pavement is to provide at its upper part in a number of new layers of material to remedy several defects in the structure and increase its carrying capacity, and will allow correctly the forces due to traffic

Modernize a road is to ground the black dots to improve the visibility and ensured better comfort to road use

**Keywords:** trafic, dégradations, déflexion, uni, track

## ملخص

تعزير هيكل الطريق الحالي هو توفير في الجزء العلوي في عدد من طبقات جديدة من المواد لمعالجة العديد من العيوب في الهيكل وزيادة التحمل لها، وسوف يسمح بالرد بشكل صحيح لإجهادات حركة السير.

تحديث الطريق لتصحيح النقاط السوداء لتحسين شروط الرؤية وضمان أفضل وسائل الراحة لاستخدام الطرق.

**الكلمات المفتاحية:** حركة السير ، انحطاط ، الانحراف ، المسار ،

### *Introduction générale*

La route a pour but de permettre la circulation en toute saison, dans des conditions suffisantes et aussi durables que possible de confort et de sécurité. Elle constitue une des traces les plus significatives que laissent les sociétés. Elle participe, de nos jours comme autrefois, à la qualité de l'environnement et du cadre de vie. Elle joue un rôle important dans le secteur des transports et communications dont elle fait partie de ses équipements collectifs appelés infrastructures.

Le projet routier moderne apparaît comme un assemblage d'éléments de constructions répétitifs, agencés de telle sorte qu'elle réponde aux impératifs de confort et de sécurité cités. Cet assemblage dépend plus particulièrement du trafic et de ses variations, de l'importance des besoins d'échange à satisfaire et notamment de la longévité espérée de l'ouvrage à construire.

Le présent rapport présente des éléments de réponse concernant le dimensionnement du renforcement de la chaussée et de rectification du tracé de cet axe routier important qui dessert le sud est du pays.

A titre de rappel le renforcement d'une chaussée consiste en général à lui apporter à sa partie supérieure une ou plusieurs nouvelles couches de matériaux pour y remédier à un ou plusieurs défauts de la structure et augmenter sa portance, ainsi cette nouvelle structure obtenue devra permettre de reprendre correctement les efforts dus au trafic.

Dimensionner ces couches nouvelles s'inscrit dans le même cadre logique que le dimensionnement d'une chaussée neuve en essayant d'admettre la possibilité d'apparition de dégradations à la surface après une durée de vie bien distincte.

Il sera aussi nécessaire au préalable de comprendre et d'expliquer les causes probables qui sont à l'origine des dégradations observées et de connaître les caractéristiques résiduelles de la chaussée existante.

Les paramètres dégradations et déflexion seront utilisés pour une évaluation structurelle et fonctionnelle de la chaussée.

Cette étude s'est articulée principalement sur une base de données constituée :

- Des auscultations par mesures de déflexions et d'uni effectuées en juin 2010 ;
- D'un examen visuel de l'itinéraire fait en juin 2010 ;
- Sondages sous chaussées réalisés en juin 2010.

## **I.1. Trafic :**

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

### **I.1.1. Analyse du trafic :**

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriée. Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont :

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

### **I.1.2. Différents types de trafics :**

On distingue quatre types de trafic :

#### **a) Trafic normal :**

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

#### **b) Trafic induit :**

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

#### **c) Trafic dévié :**

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfère entre les différents moyens pour atteindre la même destination.

#### **d) Trafic total :**

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

### **I.1.3. Capacité :**

On définit la capacité de la route par le nombre maximal des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des

caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée. La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

## **I.2. Dimensionnements :**

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car la qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisée, la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation: action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,... Etc.

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

On examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet.

### **I.2.1. La chaussée :**

#### **I.2.1.1. Définition :**

Au sens géométrique: c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

Au sens structurel: c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges.

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

Elle composée de la couches de roulement et la couche de liaison et elle est en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure. Son rôle est:

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

##### **b) Couche de base:**

Elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

**c) Couche de fondation:**

Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

**d) Couche de forme :**

Elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol support:

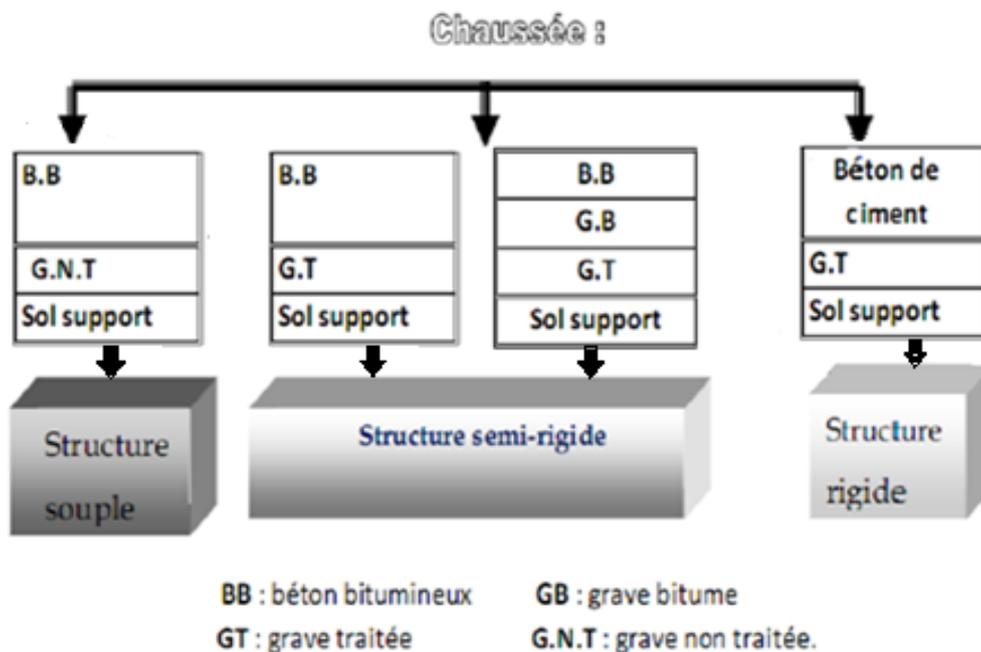
- Sur un sol rocheux : elle joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.
- Sur un sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée) : Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

Actuellement, on tient de plus en plus compte du rôle de portance à long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l'optimisation des structures de chaussées.

**I.2.1.2. Les différentes catégories de chaussée :**

Il existe deux catégories de chaussées:

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



**Figure I.1:** Les catégories de chaussée

**I.2.2. Les principales méthodes de dimensionnement:**

On distingue deux familles des méthodes :

- Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
- Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

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

### **I.2.2.1. Méthode C.B.R (California - bearing - ratio):**

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm.

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

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

I: indice CBR (sol support)

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

P: charge par roue P = 6.5 t (essieux 13t)

Log: logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

a<sub>1</sub> e<sub>1</sub>: couche de roulement

a<sub>2</sub> e<sub>2</sub>: couche de base

a<sub>3</sub> e<sub>3</sub>: couche de fondation

a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>: coefficients d'équivalence.

e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>3</sub> : épaisseurs réelles des couches.

### **Coefficient d'équivalence**

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

**Tableau I.1** : les coefficients d'équivalence pour chaque matériau

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2
Grave ciment – grave laitier	1.5
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.5
Grave bitume	1.60 à 1.70

**I.2.2.2. Méthode du catalogue des structures :**

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par «SETRA ».Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB).Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 Véh/J. Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation. Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

- Trafic cumulé de poids lourds à la 20ème année  $T_j$ .
- Les caractéristiques de sol.

**Détermination de la classe de trafic:**

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service. Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant:

**Tableau I.2:** Les classes de trafics

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T1	$T \cdot 7.3 \cdot 10^5$
T2	$7.3 \cdot 10^5 \cdot T \cdot 2 \cdot 10^5$
T3	$2 \cdot 10^6 \cdot T \cdot 7.3 \cdot 10^6$
T4	$7.3 \cdot 10^6 \cdot T \cdot 4 \cdot 10^7$
T5	$T \cdot 4 \cdot 10^7$

Le trafic cumulé est donné par la formule :

$$T_c = T_{pl} \times \left[ 1 + \frac{(1 + r)^{n+1} - 1}{(1 + r) - 1} \right] \times 365$$

TPL : trafic poids lourds à l'année de mise en service

n : durée de vie (n =20 ans)

#### Détermination de la classe du sol:

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants:

**Tableau I.3** : Le classement des sols

Classe de sol	Indice C.B.R
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

#### I.2.2.3. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP):

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

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

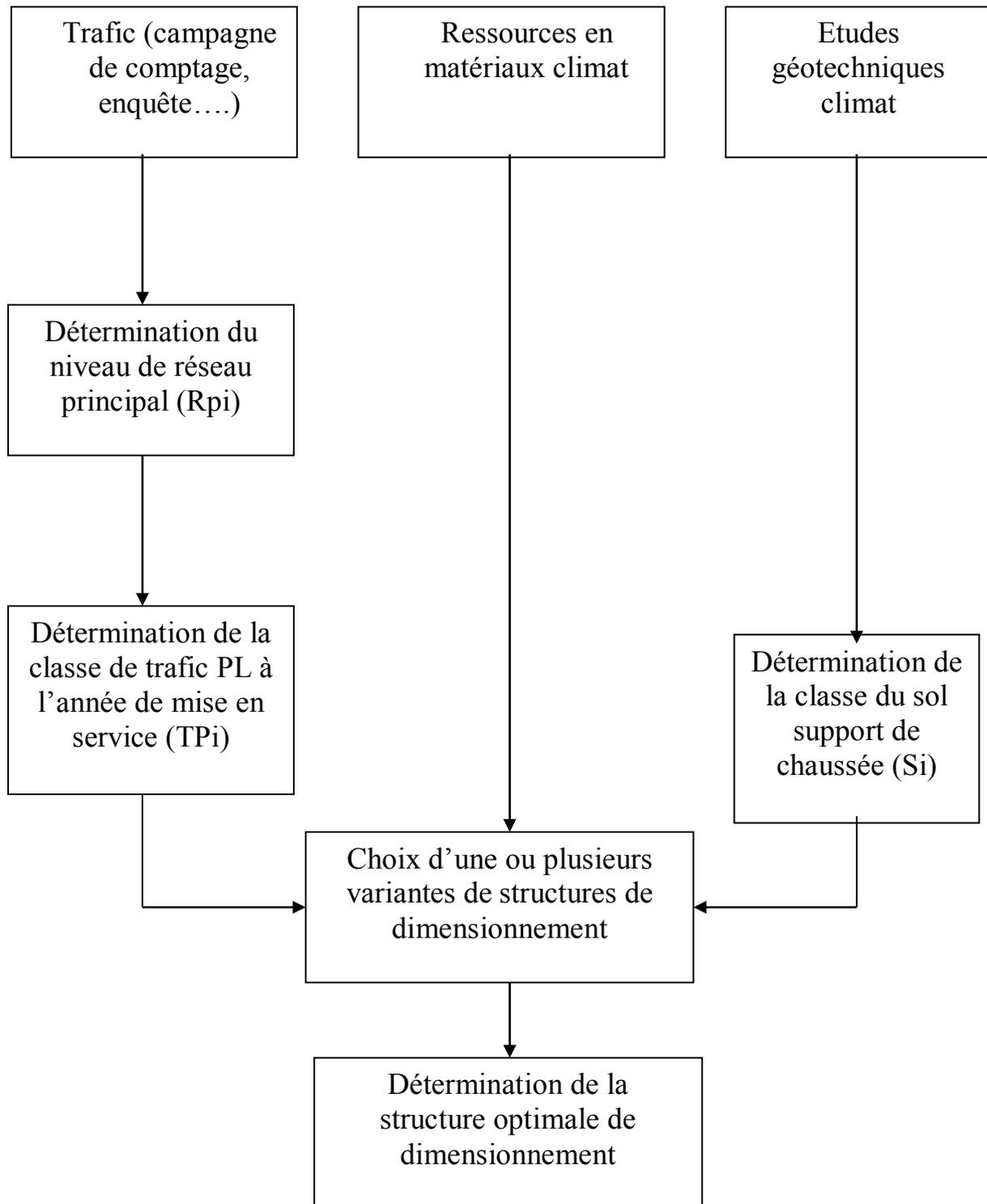


Figure I.2: Schéma de la démarche de catalogue

**I.2.2.4. Méthode de renforcement:****I.2.2.4.1. Auscultation par mesures de déflexion:**

La mesure de déflexion consiste à appliquer une charge à l'essieu légale à 13T sur la chaussée à mesure le déplacement vertical de la surface de la chaussée ainsi provoqué. L'unité de déflexion est le centième de mm.

En Algérie, le CTTP dispose du matériel à grand rendement pour effectuer cet essai avec le deflectrographe LACROIX, les résultats des mesures sont donnés par le deflectrogramme qui est la représentation graphique de ces résultats. Il permet aussi de couper provisoirement la route en tronçons homogènes et de localiser les points singuliers.

**a) Condition de mesure :**

La mesure est couramment réalisée dans une zone proche des bandes de roulement des véhicules, soit respectivement à 0.8 et 2.50m du bord de chaussée. La déflexion dépend de nombreux facteurs dont le plus importants sont :

- L'utilité de mesures sur les deux voies de la chaussée ou tout au moins sur la voie la plus chargée.
- L'utilité de bien localiser la mesure sur la voie (généralement les valeurs de déflexion du côté rive, jumelage droit, sont supérieurs à celle réalisées du côté axe.
- L'influence de la charge : dans notre pays, la flexion est mesurée sous les roues d'un jumelage gonflé à 7 bars et appartenant à un essieu 13T (essieu légal définit par le code de la route)
- Il importe de vérifier de la sollicitation de temps la charge réelle sur l'essieu, notamment si le camion est chargé avec des matériaux susceptibles de retenir une partie de l'eau de pluie.
- La vitesse de la sollicitation : la réflexion diminue lorsque le temps d'application de la charge (vitesse de passage des camions) augmente.
- L'influence des conditions climatiques : les conditions climatiques influent fortement sur la flexion.

Lors de périodes de forte chaleur ou de sécheresse pendant lesquelles la portance du sol de la fondation peut se trouver considérablement améliorée et non représentative d'un état normal.

En général, on mesure la déflexion entre la période pluvieuse et le début du printemps lorsque le sol support est à teneur en eau élevée.

**b) Détermination de la déflexion de calcul :**

Le paramètre de base est la flexion caractéristique, celle-ci est donnée par la relation :

$$D_c = m + 2s$$

m : étant le moyen des mesures.

s : l'écart type. En fonction de la saison, on corrige la valeur de  $D_c$  pour obtenir la déflexion corrigé

$$D = D_c \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_t$$

$D_c$ ,  $C_s$  et  $C_t$  sont les coefficients correcteurs pour respectivement, la saison, la zone climatique et la température du revêtement.

**c) Seuils admissible de déflexion :**

L'évaluation de la portance résiduelle en fonction du trafic globale circulant sur la voie la plus chargée et ont été illustré dans le graphe suivant :

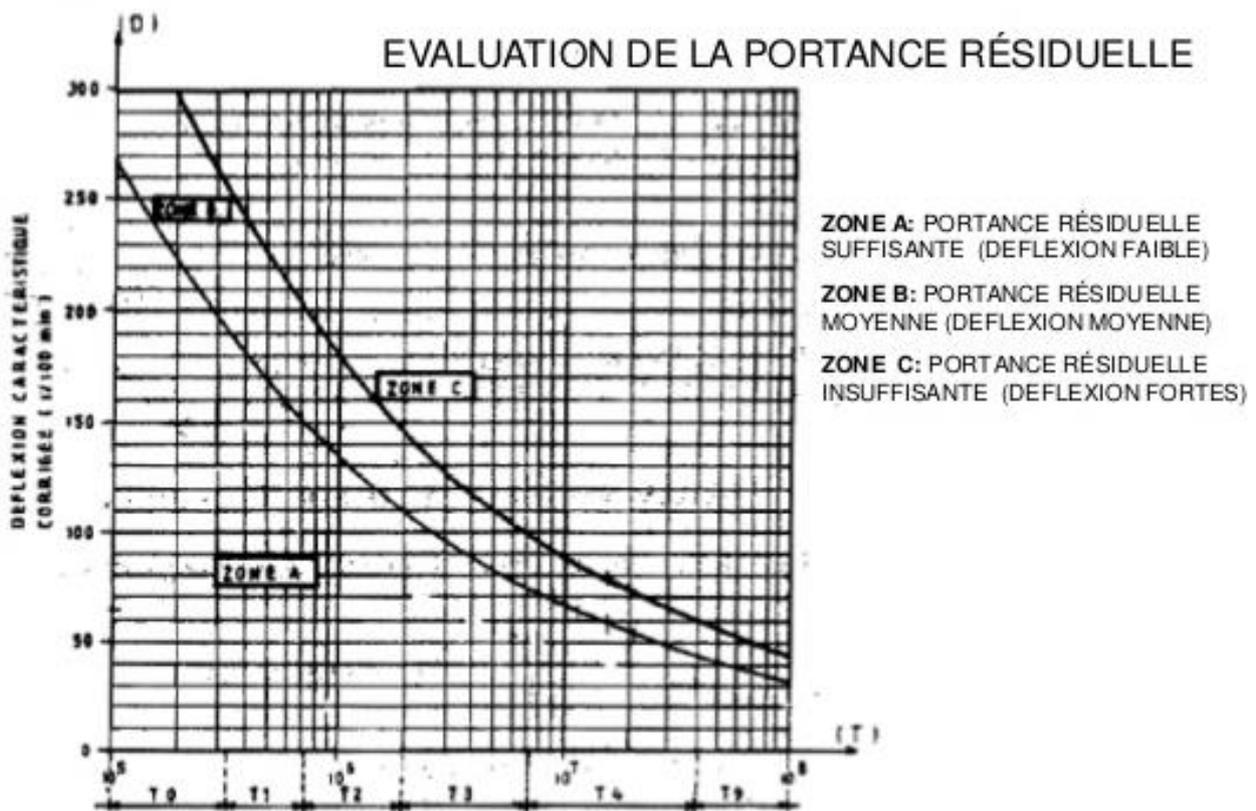


Figure I.3: L'évaluation de la portance résiduelle

#### **I.2.2.4.2. Auscultation par mesure d'uni:**

Les mesures de l'uni permettent l'appréciation des irrégularités du profil en long, les déformations fonctionnelles dues à l'usure de surface, ainsi que les déformations structurelles.

#### **Seuils admissible d'uni:**

L'APL25 est un appareil qui fournit un nombre d'impulsion nécessaire à l'identification de l'état de la route tous les 25m.

L'évaluation de l'état de planéité de la chaussée se fait par lot de 1000m (soit 40 mesures en moyenne),

#### **I.2.2.4.3. Description et classification des principales dégradations:**

Les principales dégradations relevées sur la chaussée souple peuvent être classées en quatre grandes familles qui sont :

- Les déformations.
- Les fissures.
- Les arrachements.
- Les remontées.

##### **a) Les déformations**

Il s'agit de dégradations entraînant une modification de la route donnant à la surface de la chaussée un aspect différent de celui désiré. Ces déformations qui prennent naissance dans le corps de la chaussée, affectent en générale les couches inférieures pour atteindre ensuite la couche de roulement. Ils peuvent se distinguer selon leur forme ou leur localisation comme suit :

- Tassement : Abaissement du niveau de la chaussée.
- Affaissement : Variation du niveau du profil longitudinal aussi bien suivant l'axe que la rive ou transversal, ils peuvent être localisés ou généralisés.
- Flache : dépression localisée en forme arrondie ou ovale.
- Bourrelet : Renflements apparaissant à la surface de la chaussée suivant un profil longitudinal ou transversal.
- Tôle ondulée : Ondulations régulières et reprochés perpendiculaires à l'axe de la chaussée, rencontrées fréquemment sur les routes non revêtues.
- Ornières : Dépression longitudinale se développant sous le passage des roues.

**b) Les fissures:**

Elles sont définies comme étant une cassure du revêtement suivant une ligne avec ou sans rupture du corps de chaussée, elles peuvent intéresser bien la couche de roulement seule, qu'une partie ou la totalité du corps de chaussée. Elles peuvent distinguer comme suit :

- Faïençages : Cassures en mailles du revêtement ; on distingue dans ce type de fissure deux cas
  - ✓ faïençage à mailles fines ou peaux de crocodile lorsque le côté varie de 10 à 40 cm.
  - ✓ faïençage à mailles larges ou le côté dépasse 40 cm.
- Fissures fines : Petites fissures superficielles rapprochées et fines.
- Fissures longitudinales et transversales : suivant l'axe ou la rive ou transversales.

**c) Les arrachements:**

Il s'agit de désordres affectant en général la couche de roulement.

- Désenrobage : Décollement de la pellicule de liant enveloppant le matériau enrobé.
- Plumage : Peignage : Arrachement de gravillons de revêtement.
- Tête de chat (perte de matériaux) : Apparition excessive de granulats durs en relief par usure du mortier les entourant.
- Nids de poule : Cavités de tailles variées et de forme arrondies à bords francs ; créées à la surface de la chaussée par enlèvement des matériaux.
- Pelades : Arrachements par plaques plus ou moins grandes de l'enrobé de la couche de roulement.
- Epaufrures (dégradation de rive) : Cassure du revêtement au bord de la chaussée.

**d) Les remontées:**

Il s'agit d'apparition en surface de matériaux (eau, boue, liant et sel) proviennent en générale des couches inférieures et affectent la couche de surface sauf le ressuage qui, pour les cas des chaussées souples se développe dans la couche de roulement.

- Les remontées d'eau : zone humide à la surface du revêtement.
- Les remontées de la boue : Arrivée de l'argile à la surface du revêtement provienne des couches inférieures.
- Les remontées du liant (ressuage) : Zone plus ou moins localisée ou un excès de liant s'apparaisse en surface.

**Tableau récapitulatif:**

Quelques causes probables en fonction de la plupart des dégradations considérées indépendamment les uns des autres.

**Tableau I.4 :** Les causes probables en fonction de la plupart des dégradations

dégradation	Causes probables
Affaissement	- Sous dimensionnement des couches inférieures -Tassement des couches inférieures -Niveau très élevé de la nappe phréatique -Pollution du corps de chaussée -Drainage insuffisant
Bourrelet	-Fluage -Zone de décélération brutale -Température élevée dans l'enrobé
Désenrobage	-Action de l'eau -Action de l'argile (granulats pollués) -Action mécanique des véhicules -Action du sel en zone désertique -Mauvaise adhésivité liant granulats -Erosion éolienne
Epaufreure	-Mauvais épaulement des rives -Accotement en contre bas -Chaussée trop étroite ou partiellement obstruée -Accotement dont la pente dirigée vers la chaussée (stagnation d'eau)
Faïençage	-Dégradation des couches inférieures (désagrégation ; tassement) -Mauvais accrochage de la couche de roulement sur la couche de base. -Sous dimensionnement de la couche de roulement
Fissures	-Joint de deux bandes d'épandage -Reprise d'un travail au finisseur -Retrait du matériau constituant les couches inférieures à celle de roulement -Mauvais accrochage de la couche de roulement sur la couche de base -Zone de décélération brutale -Gélivité du corps de chaussée

Flache	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compacité insuffisante de la couche de roulement en un point.</li> <li>- Compacité insuffisante de la couche de base en un point.</li> <li>- Pollution du corps de chaussée</li> <li>- Drainage insuffisant.</li> <li>- Tassement du matériau ayant servi à reprofiler un trou de la chaussée</li> </ul>
Glaçage	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Usure du revêtement</li> <li>polissage trop rapide des granulats ; dureté insuffisante (calcaire polissable)</li> </ul>
Nid de poule	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Stade ultime de nombreuses dégradations</li> <li>-Pelade localisée du revêtement sous effet mécanique</li> <li>-Pollution du corps de chaussée.</li> <li>-Forte proportion d'eau dans la chaussée</li> </ul>
Orniérage	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Température élevée dans le revêtement. -bitume trop mou.</li> <li>-Bitume entraîné par l'évaporation intense d'eau en provenance du corps de chaussée</li> </ul>
Remontée de mortier	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Excès de liant et de fines</li> </ul>
Tête de chat	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Usure de revêtement -granulométrie incorrecte.</li> </ul>
Tôle ondulée	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Action mécanique.</li> </ul>

### I.3. Trace en plan:

L'aménagement et la modernisation consiste en l'amélioration du tracé en augmentant les rayons des virages par des rectifications dans les zones qui peuvent créer l'insécurité à l'utilisateur. La conception d'une route donnée, il y'a lieu de respecter ce qui suit :

- Les normes de géométrie (B40).
- utiliser les grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.
- Avoir le maximum d'adaptation au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Respecter la longueur minimale et maximale des alignements droits si c'est possible.
- S'inscrire dans le couloir choisi.

#### I.3.1. La vitesse de référence:

La vitesse de référence ( $V_r$ ) est une vitesse théorique, qui sert à déterminer les valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenant dans l'élaboration du tracé d'une route.

##### a) Choix de la vitesse de référence:

Le choix dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic (volume, structure).
- Topographie (degré de difficulté du terrain).
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

##### b) Vitesse de projet:

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

**I.3.2. Les éléments du trace en plan:****a) Alignement droit:**

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

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

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

$$L_{min} = T \cdot VB \quad (T= 5 \text{ sec}) \quad VB : \text{vitesse en (m /s)}$$

$$L_{max} = T \cdot VB \quad (T= 60 \text{ sec})$$

**Selon les normes b40:**

- Entre deux courbes de même sens il faut avoir une longueur minimale de  $L_{min} = 5V$ .
- Entre deux courbes de sens contraire on peut avoir un alignement droite minimum de  $L_{min} = 3V$ . On peut même annuler l'alignement droit entre deux courbes, dans ce cas on est en courbe en « S ».

**Remarque :** La longueur minimale des alignements droits peut ne pas être respectée quelques fois en raison de la nature difficile du terrain naturel.

**b) Arcs de cercle:**

Les courbes sont limitées par l'intervention des trois éléments:

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

**I.3.3. Stabilité des véhicules en courbe:**

Le véhicule subit en courbe une instabilité sous l'effet de la force centrifuge

$$F = \frac{MV^2}{2R}$$

Afin de cet effet, on est obligé d'incliner la chaussée transversalement réduire vers l'intérieure de la courbe (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite dévers exprimée par sa tangente.

**a) Rayon horizontal minimal absolu (RHM):**

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal.

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

$f_t$ : coefficient de frottement transversal

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

**b) Rayon minimal normal (RHN):**

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

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

**c) Rayon au devers minimal (RHD):**

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

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

Dévers associé  $d_{min} = 2.5\%$  en catégorie 1 – 2

$d_{min} = 3\%$  en catégorie 3 - 4

**d) Rayon minimal non déversé (RHND):**

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse  $V_B$  une courbe de devers égal à  $d_{min}$  vers l'extérieur reste inférieur à valeur limitée.

$$RHnd = \frac{V_B^2}{127 \times 0.0035}$$

Catégorie: 1 et 2

**I.3.4. Types de courbe de raccordement:**

Trois courbes mathématiques peuvent jouer le rôle de la courbe de raccordement :

- La parabole cubique
- La lemniscate
- La clothoïde.

**a) Parabole cubique:**

Définition : Cette courbe est d'un emploi très limité, vu le maximum de sa courbure vite atteint ; ne convient qu'à des raccordements de très grands rayons ; utilisée dans les tracés de chemin de fer.

**b) La lemniscate**

**Définition:** sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion ; utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute »

**c) Clothoïde:**

**Définition :** sa courbure est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc), mesuré à partir du point d'inflexion.

Variation de courbure contenue, dans le même sens, entre la courbure 0 et la courbure infinie

**I.3.5. Expression mathématique de la clothoïde :****a) Les raccordements progressifs (clothoïde) :**

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

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

**b) Expression de la clothoïde:**

La courbe est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc)

$$A = \sqrt{RL}$$

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

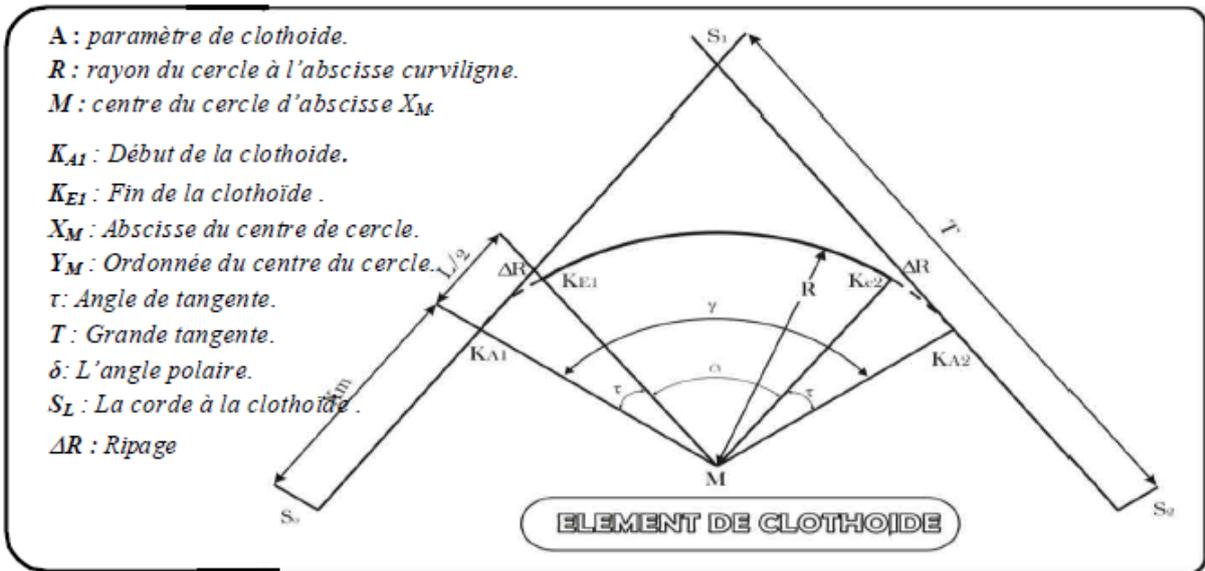


Figure I.4: Les éléments de la clothoïde

**I.3.6. Les conditions de raccordement:**

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer la condition suivante :

**a) Condition de confort optique :**

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

L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil

$\tau > 3^\circ$  soit  $\tau > 1/18$  rads

$\tau = L/2R > 1/18$  rad  $\longrightarrow L > R/9$  soit  $A > R/3$

$R/3 < A < R$

Pour  $R < 1500$   $\longrightarrow \Delta R = 1$  m (éventuellement 0.5m) d'où  $L = \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$

Pour  $1500 < R < 5000$  m  $\longrightarrow \tau = 3^\circ$  c'est-à-dire  $L = R/9$

Pour  $R < 5000$   $\longrightarrow \Delta R =$  limité à 2.5m soit  $L = 7.75(R)^{1/2}$

**b) Condition de confort dynamique :**

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

La variation de l'accélération transversale est  $:(V_R^2 / (R-g \cdot \Delta d))$ .

Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur  $K_g = 1/0.2VR$ .

On opte : 
$$L(m) \geq \frac{V_R^2}{18} \left( \frac{V_R^2}{127R} - \Delta d \right)$$

VR : vitesse de base (Km/h)

R : rayon en mètre (m)

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

### c) Condition de gauchissement :

La demi- chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de tel sorte  $\Delta_p < 0.5/VR$

Nous avons :  $L=l.\Delta d.Vr$  ; l : largeur de chaussée.

### I.3.7. Calcul d'axe :

Le calcul d'axe est l'opération par les quelles toute étude d'un projet routier doit commencer, elle consiste à calculer l'axe de la route, point par point de début de projet jusqu'à la fin de celui-ci en déterminant les coordonnées de ces points et les gisements des directions.

On a le tableau des coordonnées (x, y) des sommets qui sont déterminés par simple lecture à partir de la carte topographique et les rayons choisis pour les différentes directions.

Le calcul d'axe se faire à partir d'un point fixe dont ont connaît ces cordonnées; et il doit suivre les étapes suivantes :

- Calcul des gisements.
- Calcul de l'angle g entre les alignements.
- Calcul de la tangente T.
- Calcul de la corde polaire SL.
- Vérification de non- chevauchement.
- Calcul de l'arc en cercle.
- Calcul de des coordonnées de points particuliers.

Calcul de kilométrage des points particuliers.

## **I.4. Profil en long:**

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 trace et une bonne perception des points singulières.

Afin d'éviter des terrassements importants une correction de la ligne rouge sera exécutée tout en respectant les conditions technique d'aménagements des routes.

### **Pour l'élaboration d'un profil en long il y'a lieu de respecter ce qui suivant :**

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

### **I.4.1. Coordination du trace en plan et du profil en long :**

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin

- Une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- De prévoir de loin l'évolution du trace.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, passages souterraines ...etc.).

- Pour éviter les défauts de résultats d'une mauvaise coordination entre trace en plan -profil en long, les règles suivantes sont à suivre :
- Si le profil en long est convexe, augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan.
- Avant un point haut, amorcer la courbe en plan.
- Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe Faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan)

#### I.4.2. Déclivités du profil en long :

##### a) Déclivité maximale :

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m, à cause de :

- la réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

Selon les b40 :

**Tableau I.5 :** La déclivité maximale en fonction de la vitesse de référence

Vr Km/h	40	60	80	100	120	140
I max %	8	7	6	5	4	4

Pour notre cas la vitesse Vr=80 Km/h donc la pente maximale I<sub>max</sub> =6%.

##### b) Déclivité minimale :

- Il est recommandé d'éviter les pentes inférieures à 1%, et surtout à 0.5% et ceci dans le but d'éviter la stagnation des eaux.
- Dans les longues sections en déblais on prend I<sub>mine</sub>= 0.5% pour que les ouvrages de canalisation ne soient pas profonds.

#### I.4.3. Raccordement en profil en long :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long. Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort.

**On distingue deux types de raccordements :****I.4.3.1. Raccordements convexes (angle saillant) :**

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire 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 (0.3m /s<sup>2</sup> soit g /40), le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2 /RV < g /40 \text{ avec } g = 10 \text{ m /s}^2.$$

$$D'ou : Rv > 0,3 V^2 \quad (\text{cat. 1-2}).$$

$$Rv > 0,23 V^2 \quad (\text{cat 3-4-5}).$$

Tel que :

Rv : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse dz référence (km/h).

**b) Condition de visibilité :**

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplanterai a celle de condition confort.

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$RV = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 \times h_1})}$$

D1 : distance d'arrêt (m)

h0 : hauteur de l'œil (m)

h1 : hauteur de l'obstacle (m)

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie,

Pour choix bidirectionnelle et pour une vitesse de base  $V_r=80\text{Km/h}$  et pour la catégorie 1 on à :

**Tableau I.6 :** Les rayons de raccordements convexes (angle saillant)

Rayon	symbole	Valeur
Min-absolu	Rvm	4500
Min- normal	Rvn	10000
Dépassement	RVD	11000

#### I.4.3.2. Raccordements 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 la relation :

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

Pour une chaussée bidirectionnelle avec une  $V_r=80 \text{ Km/h}$  et catégorie 1 on a le tableau suivant :

**Tableau I.7 :** Les rayons de raccordements concaves (angle rentrant)

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	Rvm	2400
Min -normal	Rvn	3000

#### I.4.4. Calcul des éléments du profil en long :

- Calcul des tangentes :

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

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires.

On prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

- Calcul de la bissectrice (flèche) :

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

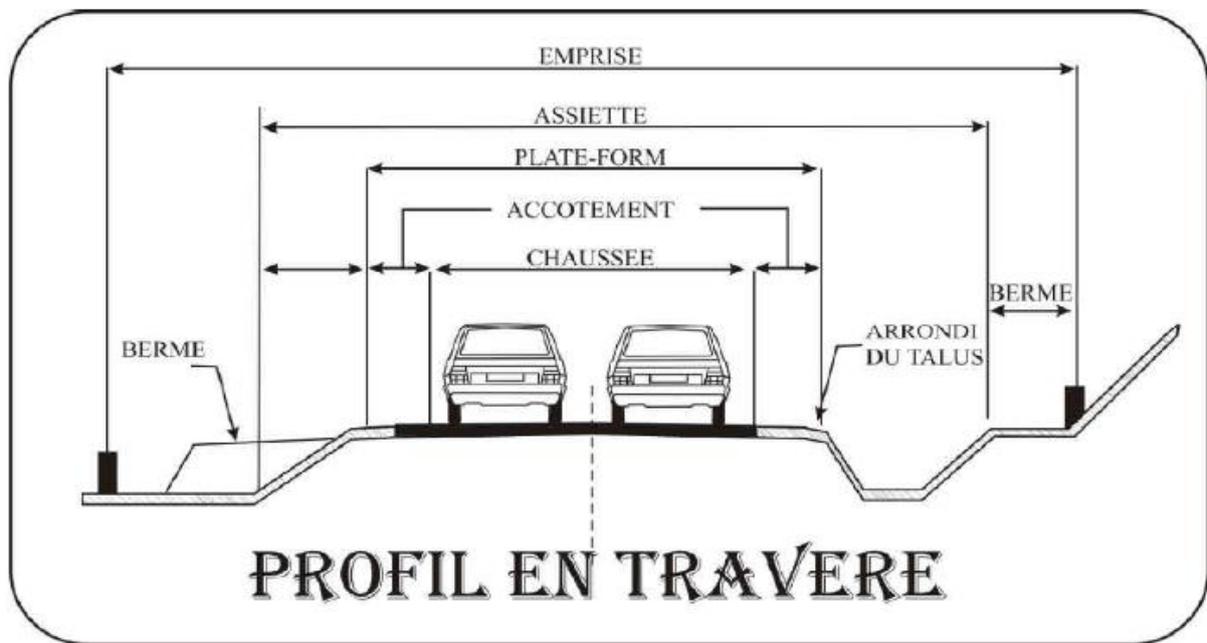
- **Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J) :**

Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$\begin{array}{l} X_1 = R \cdot P_1 \\ X_2 = R \cdot P_2 \end{array} \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} X_j = X_B + R \cdot P_1 \\ Z_j = Z_B + X_1 P_1 - \frac{X_1^2}{2R} \end{array} \right.$$

Dans le cas de déclivité de même sens le sommet (J) de la courbe est en dehors de la ligne projet et ne présente aucun intérêt ; par contre dans le cas de pentes de sens contraires, la connaissance du point J est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblais ; le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point J.

### I.5. Profil en travers :



**Figure I.5:** Les éléments du profil en travers

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

##### **Emprise :**

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

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

**Plate forme :**

C'est la chaussée, elle comprend la ou les deux chaussées, les accotements et éventuellement les terres pleins.

**Chaussée :**

Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.

**Accotement :**

Se sont les zones latérales de la plate forme que bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasé ou sur élevés.

**Fosse :**

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

**Terre plein central :**

La terre pleine centrale, s'étend entre les limites intérieures de deux chaussées (au sens géométrique) du point de vue structural, il comprend :

- Les deux sur largeurs de chaussées supportant des bandes de guidages
- Une partie centrale en gazonnée

**Bande Dérasé :**

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

**B.D.G :**

Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

**Bande médiane :**

Partie non rouable du terre-plein central comprise entre les deux bandes dérasées de gauche.

**Berme :**

Partie latérale non rouable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

**B.A.U :**

Partie de l'accotement, contiguë à la chaussée, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée, elle inclut la sur largeur structurelle de la chaussée.

**Sur largeur S :**

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

**b. g :**

Bande de guidage.

## II.1. Introduction :

La wilaya de Djelfa avec sa position centrale dont relie presque toutes les wilayas centrales comme Msila .Tiaret . Médéa. Laghouat. ...à une importance topographique en l'Algérie.

## II.2. Situation et topographie de site:

Le projet objet de l'étude concerne un tronçon de la RN46 qui relie l'agglomération de CHAREF et la ville de DJELFA sur un linéaire de 15km.

La route nationale N°46 est un axe stratégique important qui relie les régions du sud-est Algérien. Le trafic important avec le taux élevé de poids lourds témoigne de l'importance de cet axe.

La section du projet qui est d'une longueur totale de 15 kms début du PK 00+000 au PK 15+000



Figure II.1 : vue satellitaire de l'axe de projet

### II.3. Géométrie de la chaussée :

La route nationale N°46 dans son ensemble est située dans un relief relativement plat avec des sinuosités moyennes et des dénivelées faibles.

- Le profil en travers de la chaussée se présente comme suit :
- La largeur revêtue de la chaussée est en moyenne de 6.00 à 7.00 m ;
- La largeur cumulée moyenne des accotements est de 1.8 m.

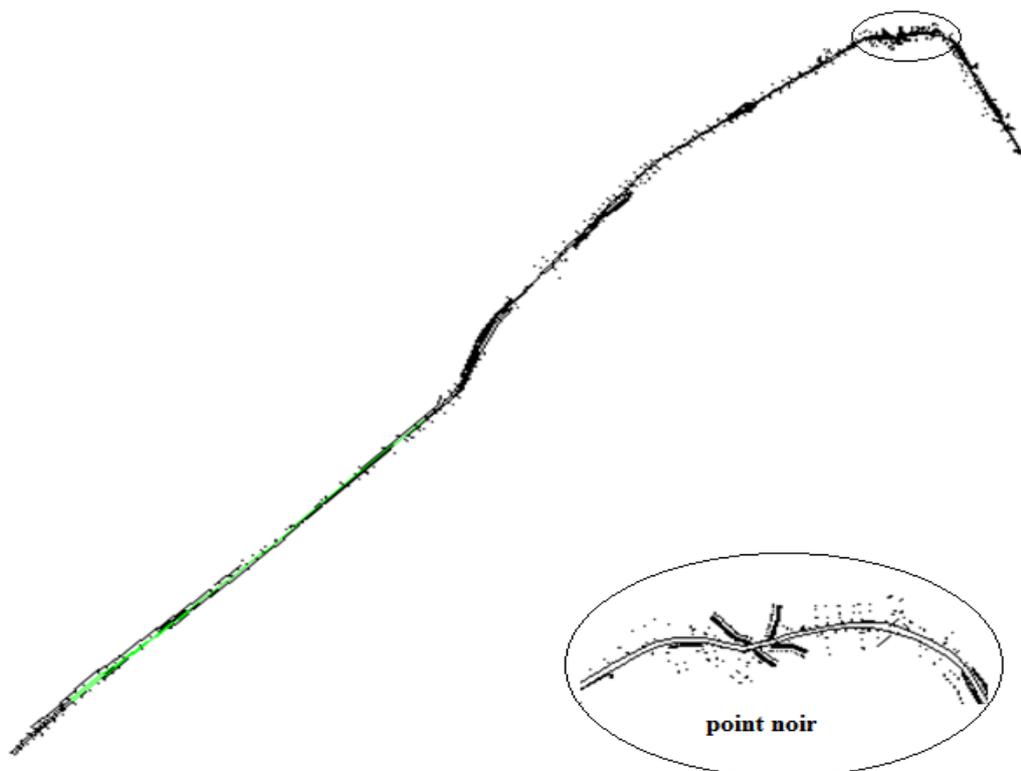
### II.4. Situation climatique :

Selon la carte climatique de l'Algérie du Guide des renforcements 1992, notre tronçon objet de la présente étude de mise à niveau se situe dans la zone HUMIDE dans la Zone II.

Caractérisée par une pluviométrie moyenne annuelle entre 350 et 600 mm.

### II.5. Historique :

Selon les données recueillies au niveau de la DTP, Les derniers travaux réalisés ont consisté en la mise en œuvre d'une couche de roulement en béton bitumineux suivi d'un rechargement des accotements, durant l'année 2008.



**Figure II.2 :** Le projet (PK 00+000 au PK 15+000)

### III.1. Trafic :

#### III.1.1. Etude de trafic :

L'étude de trafic a pour but la détermination, d'une part de l'intensité du trafic, et d'autre part de sa constitution, notamment la proportion des véhicules poids lourds (PL). Ces deux aspects sont déterminés à partir de la campagne de comptage effectuée en 2010 par les services du CTTTP.

Le tableau suivant présente les résultats de la campagne de comptage:

**Tableau III.1** : Les résultats de la campagne de comptage

Localisation	TJMA véh/j	PL %	TPL
PK 00+000 - PK 15+000	4 446	14	TPL4

#### III.1. 2. Les données de trafic :

Selon les résultats de comptage et de prévision, effectués par les services du CTTTP nous avons :

- Année de comptage 2010
- Année de mise en service 2012
- Durée de vie escomptée N=10ans
- Coefficient d'accroissement annuel  $i=4\%$

### III.2. Etude de trafic par la méthode du guide des renforcements :

Le trafic est évalué par (06) catégories de véhicules par sens de circulation et qui sont les suivantes :

- P1** : Véhicules particuliers ;
- P2** : Véhicules utilitaires (camionnettes) ;
- P3** : Cars et Bus;
- P4** : Camions à deux essieux ;
- P5** : Camions à trois essieux ;
- P6** : Ensembles articulés.

La répartition du trafic est représentée comme suit :

Tableau III.2 : La répartition du trafic

LOCALISATION PK-PK	TJMA (véh/j)	REPARTITION EN POURCENTAGE PAR CATEGORIE DE VEHICULE						% Poids Lourds
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	
00+000-15+000	4446	62.95	18.49	5.12	11.36	1.01	1.13	14

- Année des derniers travaux 2008
- Année de comptage 2010
- Année de mise en service 2012
- Durée de vie escomptée N = 10ans
- Coefficient d'accroissement annuel i = 4 %
- Coefficient de charge C = 0.70

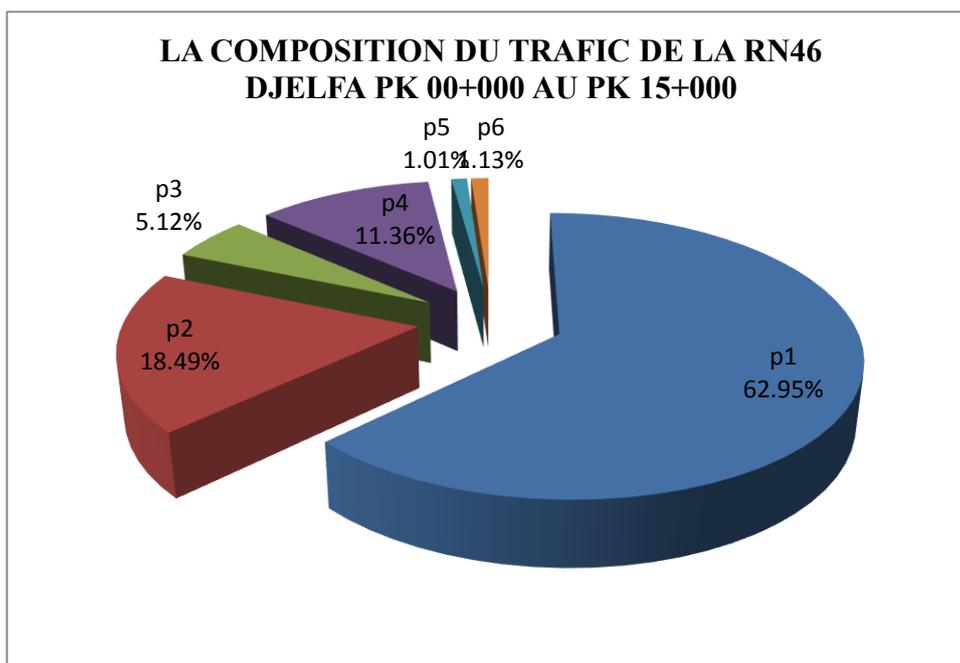


Figure III.1 : La composition du trafic de la RN46

**III.2.1. Calcul de trafic :****a) Trafic poids lourds a l'année de mise en service :**

$$\mathbf{Tms} = (1 + i)^n \times \mathbf{TPL} \text{ avec } \mathbf{TPL} = \frac{\mathbf{TJMA}}{2} \times \% \mathbf{PL}$$

$$\mathbf{PL} = \mathbf{P4} + \mathbf{P5} + \mathbf{P6}$$

**n** est le nombre d'années s'écoulant entre l'année de comptage et celle de mise en service.

**b) Trafic cumule prévisionnel :**

$$\mathbf{Tcp} = 365 \times \mathbf{Tms} \times \mathbf{C} \times \frac{(1 + i)^N - 1}{i}$$

**c) Trafic cumule écoulé :**

C'est le nombre cumulé de poids lourds de charge utile supérieure à 5 tonnes supportée par l'ancienne chaussée.

$$\mathbf{Tce} = 365 \times \mathbf{Tmse} \times \mathbf{C} \times \frac{(1 + i)^{n'} - 1}{i}$$

**n'** : Est l'âge (en années) de la chaussée depuis la construction ou le dernier renforcement qu'a subit jusqu'à l'année de mise en service après le renforcement.

**Tmse** : Trafic à l'année de mise en service après la construction de la chaussée ou après le dernier renforcement dont elle a fait l'objet.

$$\mathbf{Tmse} = \frac{\mathbf{TJMA} \times \% \mathbf{PL}}{2(1 + i)^{n'}}$$

Avec **TJMA** : trafic journalier moyen annuel à l'année de mise en service.

**d) Trafic global :**

C'est le trafic cumulé écoulé rajouté au trafic cumulé prévisionnel pour la durée de vie escomptée (10 ans), qui est utilisé pour déterminer les seuils de déflexions admissibles.

$$\mathbf{TG} = \mathbf{Tcp} + \mathbf{Tce}$$

**e) Résultat des calculs :**

Selon la méthodologie du guide des renforcements, on aura les résultats illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau III.3 : Trafic cumulé en poids lourds**

TJMA véh/j	PL%	Trafic cumulé en poids lourds		
		Ecoulé	Prévisionnel	Global
4446	14	3 .12E+05	1 .03E+06	1.34E+06

### III.3. Données sur l'auscultation de la chaussée :

Auscultation d'une chaussée revient à évaluer son état structurel et fonctionnel et à établir son diagnostic afin d'y apporter des remèdes nécessaires pour son maintien dans un niveau de service appréciable donc apporter des solutions appropriées au choix de la technique à mettre en œuvre et ce à travers des paramètres d'état bien définis.

La campagne d'auscultation de la chaussée a porté sur :

- les mesures de déflexion pour connaître l'état de la structure ou la portance,
- les mesures d'uni pour connaître l'état de planéité de la chaussée,
- Un relevé visuel détaillé pour connaître l'état de surface de la chaussée et les types de dégradations ;
- Des investigations géotechniques pour connaître les caractéristiques intrinsèques des matériaux du corps de chaussée et la portance du sol support.

#### III.3.1. Mesures de déflexion :

La déflexion exprimée en 1/100 mm est la déformation élastique verticale mesurée à la surface de la chaussée objet de l'étude au passage d'une charge roulante constituée de deux roues jumelées d'un essieu de 13 tonnes. Les valeurs de déflexion sous chacune des voies de l'essieu arrière seront enregistrées et ces mesures seront matérialisées par une représentation graphique en deux séries de valeurs relatives aux déflexions en rive et en axe.

Les mesures de déflexion, au niveau de la RN46 dans le sens des PK croissants, ont été effectuées en mois de juin 2010 à l'aide du Défectographe Lacroix en charge sur la chaussée en place. Le critère de déflexion nous permet de traduire le comportement de la structure de la chaussée et d'évaluer la portance résiduelle de celle-ci.



**Figure III.2 : Déflectographe**

### **III.3.2. Mesures d'uni :**

L'uni est un critère géométrique caractérisant l'ensemble des dénivellations de la surface de la chaussée par rapport à son profil théorique. C'est donc un indicateur d'état de planéité de la surface de la chaussée.

Il nous informe, sur les irrégularités du profil en long et des déformations fonctionnelles dues à l'usure en surface et au trafic et sur les déformations structurelles liées à la structure de la chaussée et l'état de dégradation.

Un bon uni est l'une des qualités essentielles qu'un réseau routier doit posséder. En effet, l'uni a des incidences néfastes qui intéressent aussi bien l'utilisateur que la structure de chaussée.

- Incidence sur le confort et la sécurité de l'utilisateur,
- Incidence sur le coût d'exploitation des véhicules,
- Incidence sur la dégradation des chaussées.

Les mesures d'uni, sur le tronçon de la RN46 ont été réalisées dans le sens des PK croissants à l'aide de RSP 5051 de marque Dynatest en mois de juin 2010.



**Figure III.3 :** Profilomètre inertiel laser RSP 5051 de marque Dynatest

### III.3.3. Relevé de dégradation de la chaussée:

L'évaluation de l'état apparent de la route est basée sur l'examen visuel de la chaussée qui a permis de déterminer la nature et l'intensité des dégradations apparues au niveau de la route, et de formuler les premières hypothèses au sujet des causes des dégradations constatées.

Au niveau de la route objet de l'étude, une auscultation visuelle détaillée de dégradations a été effectuée en mois de juin 2010, en relevant d'une part les types de différentes dégradations observées et leur localisation, et d'autre part en estimant le degré et l'étendue de chaque dégradation pour pouvoir apprécier l'état actuel de la chaussée.

### III.3.4. Investigations géotechnique :

Pour connaître la nature et les caractéristiques des matériaux constituant le corps de chaussée existant ainsi que le sol support, deux (02) sondages sous chaussée ont été réalisés afin de relever d'une part les épaisseurs des couches non traitées constituant la base et la fondation et par fois la base/ fondation et d'autre part de déterminer la nature et les caractéristiques mécaniques de ces matériaux et ceux du sol support.

La localisation des points de sondages ainsi que la description de la nature des matériaux prélevés sont données dans les tableaux suivants :

**Tableau III.4 :** Puits 01 : PK 05+300 Profondeur 50 cm (Coté droit)

Profondeur en (cm)	Nature du terrain
0.00 - 2.00	Enduit superficiel
2.00 – 32.00	Tuf
32.00 – 50.00	Tuf

**Tableau III.5** : Puits 02 : PK 15+000 Profondeur 60 cm (Coté droit)

Profondeur en (cm)	Nature du terrain
0.00 – 2.00	Enduit superficiel
2.00 – 42.00	Tuf
42.00 – 60.00	Sable Argileux

### III.4. Analyse des données :

#### III.4.1. Etat de planéité de la chaussée :

Les mesures d'uni ont été effectués à l'aide d'un appareil de type profilomètre inertiel laser RSP 5051 de marque Dynatest, fixé à l'aide de supports métalliques à derrière le véhicules. Cet appareil fournir les données d'uni en IRI (International Roughness Index), Les mesures effectuées au mois de juin 2010 permettent d'obtenir une meilleure appréciation de la planéité de la chaussée ainsi que le découpage en section homogène de 1000m.

**Tableau III.6** : Etat de planéité de la chaussée

SECTION PK-PK	% (IRI > 6)	% (2.5 < IRI <6)	% (IRI <2.5)	ESTIMATION
	Mauvais	Moyen	Acceptable	
00+000 - 01+000	10	30		moyen
01+000 - 02+000	7	32	1	moyen
02+000 - 03+000	15	25		moyen à mauvais
03+000 - 04+000	18	22		moyen à mauvais
04+000 - 05+000	9	28	3	moyen
05+000 - 06+000	4	29	7	moyen
06+000 - 07+000	7	33		moyen
07+000 - 08+000	15	23	2	moyen à mauvais
08+000 - 09+000	16	20	4	moyen à mauvais
09+000 - 10+000	4	36		moyen
10+000 - 11+000	14	24	2	moyen à mauvais
11+000 - 12+000	17	22	1	moyen à mauvais
12+000 - 13+000	17	22	1	moyen à mauvais
13+000 - 14+000	10	26	4	moyen
14+000 - 15+000	16	21	3	moyen à mauvais

L'auscultation effectuée sur le tronçon étudié a donné les résultats suivants :

- 53.33 % du l'itinéraire présente un uni moyen à mauvais.

- 46.66 % du l'itinéraire présente un uni moyen,

A la lecture de tous ces résultats, on remarque que l'uni est moyen à mauvais sur la majeure partie de l'itinéraire.

### III.4.2. Etat visuel de la chaussée :

L'examen visuel de l'état de la chaussée est un élément fondamental de l'auscultation. Il permet à l'ingénieur de formuler les premières hypothèses des causes qui sont à l'origine des dégradations constatées. C'est à partir de cet examen visuel que l'on pourra donner un diagnostic en précisant si les dégradations intéressent seulement la couche de roulement ou si elles proviennent d'une faiblesse de la portance du support ou de la structure de chaussée ou enfin liées à d'autres paramètres extérieurs autre que la chaussée elle-même.

Le relevé visuel des dégradations effectué au niveau du tronçon a permis d'identifier les différents types de dégradations à savoir :

- Affaissements localisé et parfois généralisée par endroit accompagnai de bourrelets.
- Fissurations localisé de type faïençages à mailles fines.
- Arrachement localisé, nids de poules et épaufrures.

L'évaluation de l'état visuel de la chaussée est récapitulée dans le tableau suivant :

**Tableau III.7 : Etat visuel de la chaussée**

PK-PK	LINEAIRE (m)	ETAT	OBSERVATIONS
0+000 – 01+700	1 700	Bon	- Chaussée en bon état ;
01+700 – 02+000	300	Moyen à mauvais	- Affaissements localisés; - Epaufrures généralisée. - Arrachement généralisée ;
02+000 – 04+200	2 400	Moyen à mauvais	- Affaissements localisés; - Arrachement généralisé ; - Réparations généralisées ;
04+200 – 04+500	300	Moyen à mauvais	- Arrachement localisés; - Epaufrures localisés; - Réparations généralisées ;
04+500 – 05+300	843	Bon à moyen loc	- Affaissements localisés; - Réparations localisées; - Arrachement localisés;

05+300 – 06+700	1 435	Bon à moyen loc	- Réparations localisées; - Epaufrures localisés; - Arrachement localisés; - Réparations localisées à généralisées;
06+700 – 08+100	1 462	Moyen à mauvais	- Affaissements localisés; - Réparations généralisées; - Epaufrures généralisées; - Arrachement localisés à généralisés;
08+100 – 08+900	800	Bon à moyen loc	- Affaissements localisés; - Arrachement localisés. - Réparations localisées;
08+900 – 09+400	528	Bon	- Chaussée en bon état ;
09+400 – 10+400	1 040	Mauvais	- Affaissements localisés à généralisés; - Arrachement généralisés; - Réparations généralisées;
10+400 – 11+000	632	Moyen à mauvais	- Affaissements localisés - Epaufrures généralisées; - Réparations localisées;
11+000 – 12+100	1 140	Moyen	- Affaissements localisés; - fissure transversale très localisée ; - Epaufrures localisés;
12+100 – 13+000	934	Moyen à mauvais	- Nids de poule localisés ; - Epaufrures généralisées; - Réparations généralisées;
13+000 – 13+900	900	Bon à Moyen loc	- Affaissements localisés. - Réparations localisés; - Epaufrures localisés; - Faiençages à mailles fines localisés;
13+900 – 14+000	125	Mauvais	- Affaissements généralisées; - Faiençages à mailles fines localisés; - Bourrelets généralisés ; - Réparations généralisées ; - Epaufrures généralisés ;
14+000 – 14+600	600	Bon à Moyen loc	- Affaissements localisés. - Réparations localisées; - Arrachement localisés;
14+600 – 15+450	890	Mauvais	- Affaissements localisés. - Arrachement généralisés ; - Réparations généralisées ; - Nids de poule localisés ;

En fonction de la gravité et de l'étendue des dégradations rencontrées, l'état de la chaussée se présente comme suit :

- Bon sur 11.76% de l'itinéraire;
- Moyen sur 5.88% de l'itinéraire;
- Mauvais sur 17.64% de l'itinéraire.
- Bon à Moyen sur 29.41% de l'itinéraire.
- Moyen à mauvais sur 35.29% de l'itinéraire.

Une illustration photographique des différentes dégradations relevées est représentée ci-après :



**Figure III.4 : PK 06+400 (Epaufures + arrachement)**



**Figure III.5 : PK 14+000**

(Epaufures + faïençages suivi un affaissement +bourrelet+ arrachement)



**Figure III.6 : PK 14+000**

(Epaufures + faïençages suivi un affaissement +bouurrelet+ arrachement)

### III.4.3. Auscultation par mesure de déflexion :

#### Seuils admissible de déflexion :

La portance résiduelle est en fonction de trafic lourd ( $C_u > 5t$ ) cumulé global circulant sur la voie la plus chargée. Des seuils de déflexion concernant la chaussée auscultée ont été déterminés à partir des graphes d'évaluation de la portance résiduelle en fonction du trafic

**Tableau III.8 : Seuils admissible de déflexion**

LOCALISATION PK - PK	Trafic cumulé Global en PL De $C_U > 5t$	Seuils de déflexion en 1/100 mm		
		Portance résiduelle		
		Suffisante	Moyenne	Insuffisante
00+000 AU 15+000	1.34E+06	$D < 130$	$130 \leq D \leq 170$	$D > 170$

Les seuils de déflexion ci-dessus ont permis d'évaluer la portance du corps de chaussée.

Le tableau suivant illustre les résultats de déflexion tout les 100 m, comme suit :

**Tableau III.9** : Les résultats de déflexion

<b>PK</b>	<b>MOY+2D AXE (1/100mm)</b>	<b>L'ETAT</b>	<b>MOY+2D RIVE (1/100mm)</b>	<b>L'ETAT</b>
PK=00+000	187.151	mauvais	226.396	mauvais
	148.547	moyen	257.646	mauvais
	145.855	moyen	217.341	mauvais
	137.215	moyen	154.068	moyen
	220.651	mauvais	191.753	mauvais
	175.487	mauvais	135.515	moyen
	110.174	bon	120.328	bon
	115.231	bon	207.763	mauvais
	144.133	moyen	159.319	moyen
	169.345	moyen	151.799	moyen
PK=01+000	219.175	mauvais	211.244	mauvais
	188.110	mauvais	263.331	mauvais
	168.141	moyen	140.815	moyen
	90.547	bon	173.993	moyen
	133.896	moyen	162.230	moyen
	164.278	moyen	218.473	mauvais
	143.184	moyen	141.526	moyen
	253.231	mauvais	206.837	Mauvais
	150.769	moyen	166.207	moyen
	216.117	mauvais	271.924	mauvais
PK=02+000	166.321	moyen	133.012	moyen
	203.605	mauvais	237.411	mauvais
	216.801	mauvais	194.319	mauvais
	111.862	bon	93.802	bon
	51.328	bon	101.331	bon
	142.487	moyen	145.887	moyen

	193.366	mauvais	239.337	mauvais
	150.512	moyen	210.845	mauvais
	164.650	moyen	165.965	moyen
	153.369	moyen	167.341	moyen
PK=03+000	268.953	mauvais	320.586	mauvais
	242.311	mauvais	181.210	mauvais
	151.600	moyen	160.324	moyen
	97.782	bon	135.847	moyen
	83.142	bon	143.793	moyen
	131.258	moyen	151.804	moyen
	265.014	mauvais	273.861	mauvais
	247.901	mauvais	216.363	mauvais
	211.777	mauvais	191.938	mauvais
	169.322	moyen	237.021	mauvais
PK=04+000	184.051	mauvais	214.421	mauvais
	145.624	moyen	158.510	moyen
	168.398	moyen	161.095	moyen
	287.362	mauvais	306.004	mauvais
	243.047	mauvais	284.807	mauvais
	131.396	moyen	138.254	moyen
	217.960	mauvais	168.968	moyen
	236.784	mauvais	247.144	mauvais
	159.221	moyen	211.873	mauvais
	190.014	mauvais	205.201	mauvais
PK=05+000	76.695	bon	115.502	bon
	213.049	mauvais	181.113	mauvais
	266.384	mauvais	273.337	mauvais
	168.217	moyen	91.931	bon
	141.404	moyen	134.208	moyen
	231.304	mauvais	347.861	mauvais

	219.655	mauvais	318.787	mauvais
	145.846	moyen	163.100	moyen
	162.847	moyen	275.321	mauvais
	216.331	mauvais	194.635	mauvais
PK=06+000	128.910	bon	159.321	moyen
	114.320	bon	96.004	bon
	185.741	mauvais	232.499	mauvais
	136.217	moyen	168.178	moyen
	149.774	moyen	201.716	mauvais
	201.607	mauvais	214.305	mauvais
	238.354	mauvais	311.657	mauvais
	198.794	mauvais	159.330	moyen
	212.517	mauvais	278.087	mauvais
	163.807	moyen	162.739	moyen
PK=07+000	139.362	moyen	164.741	moyen
	143.632	moyen	262.071	mauvais
	139.015	moyen	135.917	moyen
	121.511	moyen	138.207	moyen
	269.841	mauvais	163.141	moyen
	321.248	mauvais	254.879	mauvais
	283.479	mauvais	296.471	mauvais
	213.842	mauvais	198.654	mauvais
	160.147	moyen	214.658	mauvais
	153.474	moyen	233.933	mauvais
PK=08+000	183.291	mauvais	186.210	mauvais
	252.578	mauvais	354.631	mauvais
	201.314	mauvais	276.904	mauvais
	81.011	bon	111.320	bon
	134.652	moyen	154.545	moyen
	159.410	moyen	157.718	moyen

	211.771	mauvais	163.657	moyen
	230.033	mauvais	253.821	mauvais
	196.102	mauvais	264.378	mauvais
	273.541	mauvais	318.984	mauvais
PK=09+000	303.874	mauvais	311.790	mauvais
	218.631	mauvais	284.973	mauvais
	148.030	moyen	141.658	moyen
	164.541	moyen	168.278	moyen
	165.198	moyen	158.971	moyen
	248.210	mauvais	216.226	mauvais
	267.389	mauvais	277.893	mauvais
	321.365	mauvais	336.271	mauvais
	266.034	mauvais	278.301	mauvais
	158.117	moyen	259.718	mauvais
PK=10+000	74.320	bon	96.044	bon
	166.138	moyen	168.009	moyen
	132.695	moyen	174.328	moyen
	127.018	bon	158.612	moyen
	154.874	moyen	132.480	moyen
	214.015	mauvais	243.627	mauvais
	231.821	mauvais	323.989	mauvais
	171.012	mauvais	213.407	mauvais
	144.408	moyen	151.012	moyen
	163.174	moyen	236.814	mauvais
PK=11+000	203.871	mauvais	229.965	mauvais
	214.287	mauvais	238.179	mauvais
	236.332	mauvais	311.107	mauvais
	132.051	moyen	141.063	moyen
	151.654	moyen	196.687	mauvais
	289.971	mauvais	276.182	mauvais

	248.324	mauvais	199.514	mauvais
	162.874	moyen	163.846	moyen
	171.030	mauvais	168.269	moyen
	163.217	moyen	132.784	moyen
PK=12+000	116.401	bon	196.202	mauvais
	196.012	mauvais	233.178	mauvais
	233.784	mauvais	248.329	mauvais
	298.187	mauvais	308.938	mauvais
	212.085	mauvais	362.874	mauvais
	278.366	mauvais	276.217	mauvais
	144.852	moyen	195.478	mauvais
	161.792	moyen	168.032	moyen
	149.645	moyen	142.184	moyen
	166.326	moyen	283.014	mauvais
PK=13+000	141.694	moyen	186.961	mauvais
	156.321	moyen	159.303	moyen
	143.420	moyen	154.985	moyen
	192.487	mauvais	188.874	mauvais
	250.487	mauvais	341.189	mauvais
	218.326	mauvais	238.621	mauvais
	214.163	mauvais	167.989	moyen
	290.471	mauvais	255.065	mauvais
	156.112	moyen	197.431	mauvais
	163.842	moyen	165.677	moyen
PK=14+000	138.169	moyen	135.965	moyen
	178.707	mauvais	170.008	mauvais
	149.326	moyen	151.639	moyen
	171.902	mauvais	167.902	moyen
	85.170	bon	77.011	bon
	150.211	moyen	127.613	bon

	196.985	mauvais	228.174	mauvais
	184.217	mauvais	189.965	mauvais
	163.198	moyen	133.180	moyen
	229.878	mauvais	267.144	mauvais

**Commentaire :**

Pour le dimensionnement, on prend en considération les mesures de déflexion en axe car elles sont les plus défavorables par rapport les mesures de déflexion à la rive. Le tableau suivant illustre l'estimation de la déflexion en sections homogènes :

Suite aux résultats du tableau précédent, on peut dire que l'état de la chaussée est considéré comme :

- Bon sur 14.47% du linéaire total du tronçon étudié.
- Moyen sur 43.42% du linéaire total du tronçon étudié.
- Mauvais sur 42.10% du linéaire total du tronçon à étudié.

**III.4.4. Investigations géotechniques :**

L'identification visuelle nous a permis, après réalisation de deux sondages, de constater un corps de chaussée plus au moins homogène, L'ensemble des sondages dévoile l'existence d'une couche de base sur une couche de fondation en tuf d'une épaisseur totale variant de 20 à 40 cm et d'une couche de roulement en enduit superficiel et par endroit en béton bitumineux

Les échantillons prélevés ont été transférés au laboratoire du CTTP et ils sont soumis aux essais suivant :

- Analyse granulométrique.
- Equivalent de sable.
- Limite d'aterberg.
- Proctor modifié.
- CBR

Les résultats des différents essais géotechniques sont illustrés dans les tableaux suivants :

**Couche de base/ fondation :****Tableau III.10 :** Les résultats des différents essais géotechniques (Couche de base/ fondation)

Sondage	Localisation	Granulométrie		Limites d'Atterberg		ES	Classe du sol selon GTR	Classification GTR
		<2 mm	<80 u	WL	IP			
		%	%	%	%			
01	05+300	52	21.06	38.5	7.5	20.65	B5	Graves argileux
02	15+000	32	21.08	23.5	7.89	12.38	B5	Graves argileux

**Analyse des résultats obtenus :**

L'analyse granulométrique réalisée sur les matériaux de la couche de base/fondation, dévoile un matériau à squelette granulaire classé comme un grave Argileuse selon la classification du GTR.

Les essais d'équivalent de sable, révèlent un matériau n'est pas propre.

Les résultats des limites d'Atterberg obtenues, donnent des indices de plasticité variant de 7.5 à 7.89 pour des limites de liquidité qui varient de 38.5 à 23.5 % définissant ainsi un matériau peu plastique.

Sol support :

**Tableau III.11** : Les résultats des différents essais géotechniques (Sol support)

Son- dages	Loca- lisation	Sr	Granulomé- trie		Limites d'Atterberg		Proctor modifié		CBR 95%opm	Classe Du Sol selon GTR	Classifi- cation GTR
			<2 mm	<80 u	WL	IP	D max	W opt			
		%	%	%	%	%	t/m3	%			
01	05+300	81.83	41.8	18.36	24.3	9.75	2.01	9.8	12	B6	Graves argileux
02	15+000	74.87	95	73	30.7	12.77	1.86	12.0	7	A1	Limon peu plastique

**Analyse des résultats obtenus :**

L'essai d'identification réalisé sur le matériau prélevé du sol support une grave argileuse selon la classification GTR. Par ailleurs, Les résultats des limites d'Atterberg obtenues, donnent des indices de plasticité qui varient de 9.75 à 12.77 % pour des limites de liquidité qui se situent entre 24.3 et 30.7% définissant ainsi un matériau moyennement plastique. D'autre part, Les essais Proctor modifié réalisés sur les prélèvements donnent des valeurs de densité sèche maximale qui varient de 2.01 à 1.86 t/m3 pour des teneurs en eau optimales allant de 9.8 à 12.0%, enfin et après imbibition à 4 jours, les échantillons compactés à diverses énergies sont poinçonnés, Les valeurs du CBR ainsi obtenues à 95% de l'optimum montrent un sol à faible portance.

## IV.1. Diagnostic :

L'analyse de l'ensemble des résultats des différentes investigations réalisées au niveau du tronçon objet de renforcement, a permis de faire les constatations suivantes :

La portance actuelle de la chaussée est moyen à mauvais presque sur la majorité du linéaire ausculté.

L'auscultation de la section objet d'étude par mesure d'uni présenté un état généralement moyen à mauvais, ce qui signifie que la chaussée pose un problème de planéité.

L'état visuel de surface de la chaussée est moyen à mauvais sur la majeure partie de la section, les dégradations souvent rencontrées sont des déformations de type Affaissements et des Arrachement de type de nids de poule et épaufrures localisé à généralisé

Les causes principales de toutes ces dégradations sont :

- L'importance du trafic en matière de poids lourd,
- L'absence de couche de base en grave traité.
- Le sous dimensionnement du corps de chaussée.
- L'infiltration des eaux pluviales à l'intérieur du corps de chaussée et le sol support.

Les sondages sous chaussées réalisés, laissent apparaître un corps de chaussée homogène constituée d'une couche de base /et fondations en tuf sur une épaisseur moyenne de 35 cm ; surmonté d'une couche de roulement en enduit superficiel (ES) de 2 cm.

Il est à signaler que une section pose un problème de visibilité avec un virage serré au niveau du PK 13+900 qui n'offre pas un confort à l'utilisateur est considéré comme un point noir, cette section nécessite une rectification du tracé pour améliorer les conditions de visibilité et assurer leur confort.

## IV.2. Solutions proposées:

Suite au diagnostic effectué sur le tronçon objet d'étude, on propose des solutions pour remédier à tous les problèmes constatés pour la meilleure tenue de la route :

- Scarification les sections présentant des dégradations de type Arrachement généralisé.
- Réparation sur les sections présentent des dégradations de type nids de poule localisé.
- Purge sur les sections présentent des dégradations de type faïençage à maille fine localisé.
- Ré profilage sur une épaisseur de 3cm sur les sections présentent un état de planéité mauvais.
- Mise en place des fossés bétonné et des passages busés sur les sections présent un problème d'insuffisance d'assainissement.
- Rectification des points noirs,
- Mise en place d'un nouveau corps de chaussée.

## V.1. Trace en plan :

L'aménagement et la modernisation consiste en l'amélioration du tracé en augmentant les rayons des virages par des rectifications dans les zones qui peuvent créer l'insécurité à l'utilisateur.

Les sections des rectifications sont comme suit :

PK14+300

### V.1.1. Les rayons du tracé en plan :

Pour notre projet (modernisation de la route nationale 46) situé dans un environnement (E1), et classé en catégorie 1(C1) avec une vitesse de base de 80km/h, donc à partir du règlement B40 on peut avoir le tableau suivant:

**Tableau V.1:** Rayons du tracé en plan

paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1000
Rayon horizontal non déversé(m)	RHnd (-2.5%)	1400

### V.1.2. Exemple de calcul le trace en plan :

Pour le cas de notre étude on a choisi notre exemple à partir du premier rayon rencontré dans l'itinéraire dont les coordonnées des sommets et le rayon qui sont les suivants:

Rayon R1 = 146m et Vr = 80km/h

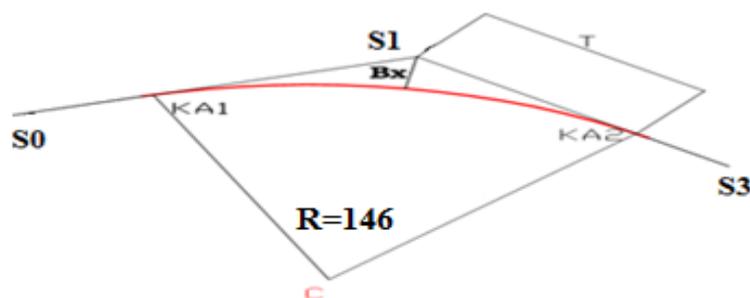


Tableau V.2: Les données de courbe à calculer

VB=80Km/h	X (m)	Y (m)	R (m)
S0	486128.880	385623.990	146
S1	486426.011	3835644.125	
S2	486728.890	3835046.330	

**V.1.2.1. Caractéristiques de la courbe de raccordement :**

**a) Calcul du paramètre A :**

On sait qu' $A^2 = L \times R$

**b) Détermination de L :**

**- Condition de confort optique :**

$$\frac{R}{3} \leq A_{\min} \leq R \quad \text{D'où } 48.66 \leq A_{\min} \leq 146$$

$$R = 146\text{m} < 1500\text{m} \Rightarrow L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \Delta R = 1$$

$$L \geq \sqrt{24 \times 146 \times 1} = 59.19\text{m} \quad \text{Donc } L \geq 59.19 \text{ m} \quad (1)$$

**- Condition de confort dynamique et de gauchissement :**

$$L \geq \frac{5}{36} \Delta d \text{ VB} \quad \text{avec : } \Delta d = d + 2.5$$

$$\text{VB}=80\text{Km/h} \text{ et } R=146 \text{ m} \Rightarrow d = 4.08 \%$$

$$\Rightarrow \Delta d = 4.08 + 2.5 = 6.58 \%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 6.58 \times 80 = 80.77 \text{ m} \quad \text{Donc: } L \geq 73.2 \text{ m} \quad (2)$$

De (1) et (2) on aura:  $L \geq 73.2 \text{ m}$ .

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 103$$

On prend:  $A = 103 \text{ m}$      $L = A^2/R$     Donc:  $L=72.66\text{m}$ .

**c) Calcul des Gisements :**

$$\left. \begin{array}{l} \text{S0 S1} \\ \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |XS1 - XS0| = 297.13 \text{ m} \\ |\Delta Y| = |YS1 - YS0| = 20,135 \text{ m} \end{array} \right. \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{S1S2} \\ \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X1| = |XS2 - XS1| = 302.879 \text{ m} \\ |\Delta Y1| = |YS2 - YS1| = 597.79 \text{ m} \end{array} \right. \end{array} \right\}$$

D'où:

$$G_{s_0}^{s_1} = \arctg \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 95.70 \text{ grades}$$

$$\text{Donc : } G_{s_0}^{s_1} = 95.70 \text{ grades}$$

$$G_{s_1}^{s_2} = \arctg \frac{|\Delta X_1|}{|\Delta Y_1|} = 29.85 \text{ grades}$$

$$\text{Donc : } G_{s_1}^{s_2} = 29.85 \text{ grades}$$

**d) Calcul de l'angle  $\gamma$  :**

$$\gamma = |G_{s_1}^{s_2} - G_{s_0}^{s_1}| = 65.85 \text{ grades}$$

$$\text{Donc : } \gamma = 65.85 \text{ grades}$$

**e) Calcul de l'angle  $\tau$  :**

$$\tau = \frac{L}{2R} \frac{200}{\pi} = \frac{72.66}{2 \times 146} \frac{200}{\pi}$$

$$\text{Donc : } \tau = 15.84 \text{ grades}$$

**f) Vérification de non chevauchement :**

$$\tau = 15.84 \text{ grades}$$

$$\gamma/2 = 65.85 / 2 = 32.92 \text{ grades} \quad \text{D'où : } \tau < \gamma/2 \Rightarrow \text{pas de chevauchement.}$$

**g) Calcul des distances:**

$$S\overline{S}0 = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = \sqrt{297.13^2 + 20.135^2} = 297.81 \text{ m}$$

$$S\overline{S}1 = \sqrt{(\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2)} = \sqrt{302.879^2 + 597.79^2} = 670.14 \text{ m}$$

**h) Calcul de la tangente T :**

$$\text{On a : } \frac{L}{R} = \frac{72.66}{146} = 0.5$$

A partir des tables de Clothoïde ligne N° 398, on tire les valeurs suivantes:

$$\frac{\Delta R}{R} = 0.00221162 \Rightarrow \Delta R = 0.322 \text{ m}$$

$$\frac{X_m}{R} = 0.115149 \Rightarrow X_m = 16.811 \text{ m}$$

$$\frac{X}{R} = 0.230094 \Rightarrow X = 33.60 \text{ m}$$

$$\frac{Y}{R} = 0.008839 \Rightarrow Y = 1.29 \text{ m}$$

$$T = X_m + (R + \Delta R) \operatorname{tg}(\gamma/2) \text{ (m)}$$

$$T = 16.811 + (146 + 0.322) \operatorname{tg} 32.92 = 111.543 \text{ m} \quad \text{donc : } T = 111.543 \text{ m}$$

**i) Calcul des Coordonnées S L :**

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(33.60)^2 + (1.29)^2} = 33.624 \text{ m} \quad \text{donc : } SL = 33.624\text{m}$$

**j) Calcul de  $\sigma$  :**

$$\sigma = \text{arctg} \frac{Y}{X} = \text{arctg} \frac{1.29}{33.60} = 2.44 \text{ grades} \quad \text{donc : } \sigma = 2.44\text{grades}$$

**k) Calcul de l'arc:**

$$KE1KE2 = \frac{[\pi \cdot R(\gamma - 2\tau)]}{200}$$

$$KE1KE2 = \frac{[\pi \cdot 146(65.85 - 2 \times 15.84)]}{200} = 78.324\text{m} \quad \text{donc: } KE1KE2 = 78.324\text{m}$$

**l) Calcul des coordonnées des points singuliers :**

$$\text{KA1} \left\{ \begin{array}{l} XKA1 = XS0 + (\overline{S0S1} - T) \times \cos G_{S0}^{S1} \\ YKA1 = YS0 + (\overline{S0S1} - T) \times \sin G_{S0}^{S1} \end{array} \right.$$

$$\text{KA1} \left\{ \begin{array}{l} XKA1 = 486128.880 + (297.81 - 111.543) \times \cos (95.70) = 486110.38\text{m} \\ YKA1 = 385623.990 + (297.81 - 111.543) \times \sin (95.70) = 385809.336 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$\text{KE1} \left\{ \begin{array}{l} XKE1 = XKA1 + SL \times \sin (G_{S0}^{S1} - \sigma) \\ YKE1 = YKA1 + SL \times \cos (G_{S0}^{S1} - \sigma) \end{array} \right.$$

$$\text{KE1} \left\{ \begin{array}{l} XKE1 = 486110.38 + 33.624 \times \sin (95.70 - 2.44) = 486143.95\text{m} \\ YKE1 = 385809.336 + 33.624 \times \cos (95.70 - 2.44) = 385807.423\text{m} \end{array} \right.$$

$$\text{KA2} \left\{ \begin{array}{l} XKA2 = XS1 + T \times \cos G_{S1}^{S2} \\ YKA2 = YS1 + T \times \sin G_{S1}^{S2} \end{array} \right.$$

$$\text{KA2} \left\{ \begin{array}{l} XKA2 = 486426.011 + 111.543 \times \cos (29.85) = 486522.755\text{m} \\ YKA2 = 3835644.125 + 111.543 \times \sin (29.85) = 3835699.643\text{m} \end{array} \right.$$

$$\text{KE2} \left\{ \begin{array}{l} XKE2 = XKA2 - SL \times \sin (G_{S1}^{S2} + \sigma) \\ YKE2 = YKA2 - SL \times \cos (G_{S1}^{S2} + \sigma) \end{array} \right.$$

$$KE2 \left\{ \begin{aligned} XKE2 &= 486522.755 - 33.624x \sin(29.85 + 2.44) = 486504.792m \\ YKE2 &= 3835699.643 - 33.624x \cos(29.85 + 2.44) = 3835671.219m \end{aligned} \right.$$

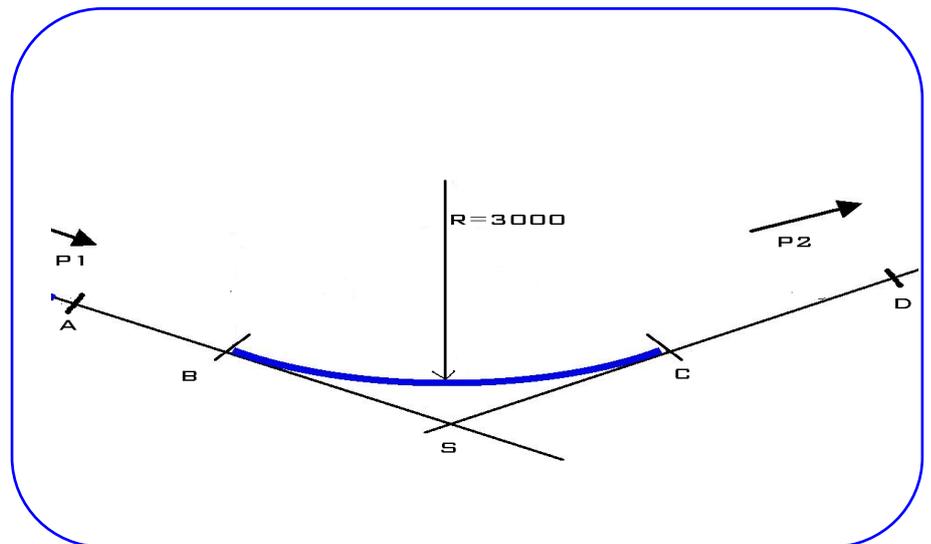
Etat du tronçon de la RN46 en termes de trace en plan :

Le tronçon objet d'étude est caractérisé par un axe en plan qui constitué d'éléments droits ainsi des courbes,

**Le tableau en annexe illustre l'ensemble des éléments de l'axe.**

**V.2. Exemple de calcule le profil en long :**

$$\begin{aligned} A & \left\{ \begin{aligned} PK &= 500 \\ Z &= 1195.8355 \end{aligned} \right. \\ S & \left\{ \begin{aligned} PK &= 649.880 \\ Z &= 1192.905 \end{aligned} \right. \\ D & \left\{ \begin{aligned} PK &= 750 \\ Z &= 1194.907 \end{aligned} \right. \end{aligned}$$



**a) Calcul des pentes :**

$$P1 = \Delta Z1 / S1 \Rightarrow P1 = \frac{1192.905 - 1195.8355}{649.880 - 500} = -1.955\%$$

$$P2 = \Delta Z2 / S2 \Rightarrow P2 = \frac{1194.907 - 1192.905}{750 - 649.88} = 2.000\%$$

**b) Calcul des tangentes :**

$$T = \frac{R}{2} (|P1| + |P2|) \Rightarrow T = 3000 \times (0.01955 + 0.02) / 2 = 59.325m$$

**c) Calcul des flèches :**

$$H = T^2 / 2R = 0.568 \text{ m}$$

**d) Calcul des coordonnées des points de tangentes :**

$$B \left\{ \begin{aligned} XB &= XS - T = 649.88 - 59.325 = 590.555 \text{ m} \\ ZB &= ZS - T \cdot P1 = 1192.905 - 59.325 \times (-0.01955) = 1194.065 \text{ m} \end{aligned} \right.$$

$$C \left\{ \begin{array}{l} SC = XS + T = 649.88 + 59.325 = 709.205 \text{ m} \\ ZC = ZS + T.P2 = 1192.905 + 59.325 \times (0.02) = 1194.092 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$J \left\{ \begin{array}{l} XJ = XB - R.p1 \\ ZJ = ZB + X1.p1 - X1^2/2R \end{array} \right.$$

$$J \left\{ \begin{array}{l} XJ = 590.555 - 3000 \times (-0.01955) = 531.905 \text{ m} \\ ZJ = 1194.065 + 3000 \times (-0.01955)^2 - (3000 \times (-0.01955)) \times 2/2 \times 3000 = 1194.638 \text{ m} \end{array} \right.$$

**Les éléments du profil en long sont dans l'annexe.**

### V.3. Profil en travers type :

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

- Chaussée bidirectionnelle de 2 voies :  $2 \times 3,5 = 7,0 \text{ m}$
- Accotement : 2 m de chaque côté
- Largeur de la plate forme : 11 m
- Devers minimum : 2,5%
- Devers maximum : 7% pour un rayon minimum
- Berme : 0,60 m de chaque côté
- Pente de talus en remblai : 1
- Pente de talus en déblai : 1

### VI.1. Dimensionnement du renforcement :

La combinaison des différents critères d'auscultation de la chaussée, nous a permis de découper le tronçon objet de l'étude, en sections homogènes présentant les mêmes caractéristiques du point de vue :

- Trafic,
- Portance,
- Etat de revêtement,
- Etat de planéité de la surface.

Le tableau suivant illustre les différents types de renforcement :

**Tableau VI.1 : Les différents types de renforcement**

PK - PK	UNI	Déflexion		Etat de dégradation	Type de renforcement
		AXE	RIVE		
<b>PK=00+100</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon	lourd
<b>PK=00+200</b>	moyen	moyen	mauvais	bon	moyen
<b>PK=00+300</b>	moyen	moyen	mauvais	bon	moyen
<b>PK=00+400</b>	moyen	moyen	moyen	bon	moyen
<b>PK=00+500</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon	lourd
<b>PK=00+600</b>	moyen	mauvais	moyen	bon	lourd
<b>PK=00+700</b>	moyen	Bon	bon	bon	léger
<b>PK=00+800</b>	moyen	Bon	mauvais	bon	léger
<b>PK=00+900</b>	moyen	moyen	moyen	bon	moyen
<b>PK=01+000</b>	moyen	moyen	moyen	bon	moyen
<b>PK=01+100</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon	lourd
<b>PK=01+200</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon	lourd
<b>PK=01+300</b>	moyen	moyen	moyen	bon	moyen
<b>PK=01+400</b>	moyen	Bon	moyen	bon	léger
<b>PK=01+500</b>	moyen	moyen	moyen	bon	moyen
<b>PK=01+600</b>	moyen	moyen	mauvais	bon	moyen

<b>PK=01+700</b>	moyen	moyen	moyen	bon	moyen
<b>PK=01+800</b>	moyen	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=01+900</b>	moyen	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=02+000</b>	moyen	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=02+100</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=02+200</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=02+300</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=02+400</b>	moyen à mauvais	Bon	bon	moyen à mauvais	léger
<b>PK=02+500</b>	moyen à mauvais	Bon	bon	moyen à mauvais	léger
<b>PK=02+600</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=02+700</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=02+800</b>	moyen à mauvais	moyen	mauvais	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=02+900</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=03+000</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=03+100</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=03+200</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=03+300</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=03+400</b>	moyen à mauvais	Bon	moyen	moyen à mauvais	léger
<b>PK=03+500</b>	moyen à mauvais	Bon	moyen	moyen à mauvais	léger
<b>PK=03+600</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=03+700</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=03+800</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=03+900</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=04+000</b>	moyen à mauvais	moyen	mauvais	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=04+100</b>	moyen	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=04+200</b>	moyen	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=04+300</b>	moyen	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=04+400</b>	moyen	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=04+500</b>	moyen	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=04+600</b>	moyen	moyen	moyen	bon à moyen	moyen

<b>PK=04+700</b>	moyen	mauvais	moyen	bon à moyen	lourd
<b>PK=04+800</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=04+900</b>	moyen	moyen	mauvais	bon à moyen	moyen
<b>PK=05+000</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=05+100</b>	moyen	Bon	bon	bon à moyen	léger
<b>PK=05+200</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=05+300</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=05+400</b>	moyen	moyen	bon	bon à moyen	moyen
<b>PK=05+500</b>	moyen	moyen	moyen	bon à moyen	moyen
<b>PK=05+600</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=05+700</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=05+800</b>	moyen	moyen	moyen	bon à moyen	moyen
<b>PK=05+900</b>	moyen	moyen	mauvais	bon à moyen	moyen
<b>PK=06+000</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=06+100</b>	moyen	Bon	moyen	bon à moyen	léger
<b>PK=06+200</b>	moyen	Bon	bon	bon à moyen	léger
<b>PK=06+300</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=06+400</b>	moyen	moyen	moyen	bon à moyen	moyen
<b>PK=06+500</b>	moyen	moyen	mauvais	bon à moyen	moyen
<b>PK=06+600</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=06+700</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=06+800</b>	moyen	mauvais	moyen	moyen à mauvais	lourd
<b>PK=06+900</b>	moyen	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	lourd
<b>PK=07+000</b>	moyen	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=07+100</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=07+200</b>	moyen à mauvais	moyen	mauvais	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=07+300</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=07+400</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=07+500</b>	moyen à mauvais	mauvais	moyen	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=07+600</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd

<b>PK=07+700</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=07+800</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=07+900</b>	moyen à mauvais	moyen	mauvais	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=08+000</b>	moyen à mauvais	moyen	mauvais	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=08+100</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=08+200</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=08+300</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=08+400</b>	moyen à mauvais	Bon	bon	bon à moyen	léger
<b>PK=08+500</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	bon à moyen	moyen
<b>PK=08+600</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	bon à moyen	moyen
<b>PK=08+700</b>	moyen à mauvais	mauvais	moyen	bon à moyen	lourd
<b>PK=08+800</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=08+900</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=09+000</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	bon	lourd
<b>PK=09+100</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon	lourd
<b>PK=09+200</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon	lourd
<b>PK=09+300</b>	moyen	moyen	moyen	bon	moyen
<b>PK=09+400</b>	moyen	moyen	moyen	bon	moyen
<b>PK=09+500</b>	moyen	moyen	moyen	mauvais	lourd
<b>PK=09+600</b>	moyen	mauvais	mauvais	mauvais	très lourd
<b>PK=09+700</b>	moyen	mauvais	mauvais	mauvais	très lourd
<b>PK=09+800</b>	moyen	mauvais	mauvais	mauvais	très lourd
<b>PK=09+900</b>	moyen	mauvais	mauvais	mauvais	très lourd
<b>PK=10+000</b>	moyen	moyen	mauvais	mauvais	lourd
<b>PK=10+100</b>	moyen à mauvais	Bon	bon	mauvais	moyen
<b>PK=10+200</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	mauvais	lourd
<b>PK=10+300</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	mauvais	lourd
<b>PK=10+400</b>	moyen à mauvais	Bon	moyen	mauvais	moyen
<b>PK=10+500</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=10+600</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd

<b>PK=10+700</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=10+800</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=10+900</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=11+000</b>	moyen à mauvais	moyen	mauvais	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=11+100</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen	lourd
<b>PK=11+200</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen	lourd
<b>PK=11+300</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen	lourd
<b>PK=11+400</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen	moyen
<b>PK=11+500</b>	moyen à mauvais	moyen	mauvais	moyen	moyen
<b>PK=11+600</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen	lourd
<b>PK=11+700</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen	lourd
<b>PK=11+800</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen	moyen
<b>PK=11+900</b>	moyen à mauvais	mauvais	moyen	moyen	lourd
<b>PK=12+000</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen	moyen
<b>PK=12+100</b>	moyen à mauvais	Bon	mauvais	moyen	léger
<b>PK=12+200</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=12+300</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=12+400</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=12+500</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=12+600</b>	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	moyen à mauvais	très lourd
<b>PK=12+700</b>	moyen à mauvais	moyen	mauvais	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=12+800</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=12+900</b>	moyen à mauvais	moyen	moyen	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=13+000</b>	moyen à mauvais	moyen	mauvais	moyen à mauvais	moyen
<b>PK=13+100</b>	moyen	moyen	mauvais	bon à moyen	moyen
<b>PK=13+200</b>	moyen	moyen	moyen	bon à moyen	moyen
<b>PK=13+300</b>	moyen	moyen	moyen	bon à moyen	moyen
<b>PK=13+400</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=13+500</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
<b>PK=13+600</b>	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd

PK=13+700	moyen	mauvais	moyen	bon à moyen	lourd
PK=13+800	moyen	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
PK=13+900	moyen	moyen	mauvais	bon à moyen	moyen
PK=14+000	moyen	moyen	moyen	mauvais	lourd
PK=14+100	moyen à mauvais	moyen	moyen	bon à moyen	moyen
PK=14+200	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	bon à moyen	lourd
PK=14+300	moyen à mauvais	moyen	moyen	bon à moyen	moyen
PK=14+400	moyen à mauvais	mauvais	moyen	bon à moyen	lourd
PK=14+500	moyen à mauvais	Bon	bon	bon à moyen	léger
PK=14+600	moyen à mauvais	moyen	bon	bon à moyen	moyen
PK=14+700	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	mauvais	très lourd
PK=14+800	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	mauvais	très lourd
PK=14+900	moyen à mauvais	moyen	moyen	mauvais	lourd
PK=15+000	moyen à mauvais	mauvais	mauvais	mauvais	très lourd

Après faire les différents types de renforcement pour chaque 100 m, le tableau suivant illustre les sections de renforcement, et leur épaisseur de corps de chaussée, comme ce que suit :

**Tableau VI.2 : Les sections de renforcement**

LOCALISATION PK –PK	LINEAIRE (m)	TYPE DE RENFORCEMENT	STRUCTURE
00+000-01+700	1 700	Moyen	<b>6BB+20GB</b>
01+700-04+500	2 800	Très lourd	<b>6BB+30GB</b>
04+500-15+000	10 500	Lourd	<b>6BB+25GB</b>

BB : Béton Bitumineux

GB : Grave Bitumes

## VI.2. Dimensionnement des sections rectifiées :

### - Dimensionnement selon la méthode CBR :

Le calcul de l'épaisseur équivalente se fait moyennant la formule empirique suivante:

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{p}) \times (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5}$$

Avec:

$$N = TJMA = TH \times \% PL$$

TH : trafic prévu pour une durée de 10 ans

$$TJMA_{2022} = 7119 \text{ v/j} \quad (\text{avec les poids lourds: } 14\%)$$

$$N = (TJMA_{2022} \times \% PL) / 2$$

$$N = (7119 \times 0.14) / 2 = 499 \text{ PL/j/sens.}$$

Donc :

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log \frac{499}{10})}{7 + 5} = 42,30 \text{ cm} \quad E_{eq} = 43 \text{ cm}$$

$$\text{On à : } E_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$$

**Tableau VI.3 :** Résultat de dimensionnement par la méthode CBR

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	06	02	12
GB	14	1,5	21
Tuf	20	0.75	15
Total	40	/	48

La structure retenue par la méthode CBR est comme suit : **6BB + 14GB + 20Tuf**

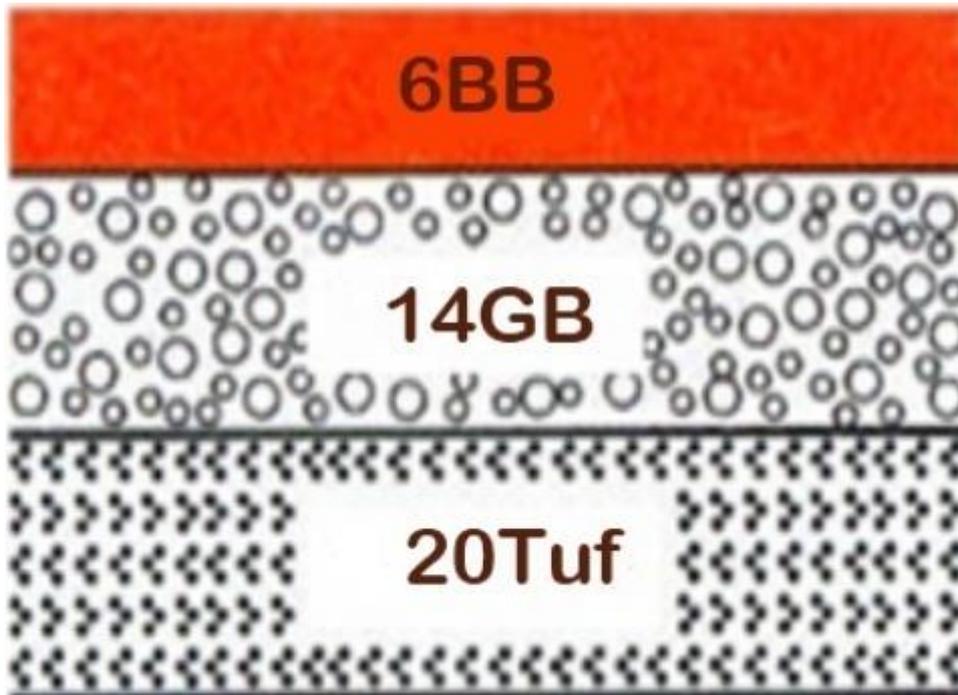


Figure VI.1: La structure retenue par la méthode CBR

**BB** : Béton bitumineux

**GB** : Grave bitume

nb: les épaisseurs sont indiquées en centimètres

### VI.3. Particularités techniques :

Avant la mise en œuvre de la structure préconisée, une préparation de l'assise est impérative, à savoir :

#### VI.3.1. Scarification :

Scarification sur les sections présentent des dégradations de type arrachement généralisé par les étapes suivantes :

- 1) Décapage de la surface existente.
- 2) Compactage de l'assise.
- 3) Mise en place du grave concassé sur une épaisseur de 15 cm.
- 4) Mise en place d'un nouveau corps de chaussée.

La section la plus concernée par les travaux de scarification est localisée comme suite :

- DU Pk01+700 au Pk 04+200 sur une largeur de 7m
- DU Pk06+700 au Pk 08+100 sur une largeur de 7m

- DU Pk09+400 au Pk 10+400 sur une largeur de 7m
- DU Pk14+600 au Pk 15+000 sur une largeur de 7m

### **VI.3.2. Purge :**

Purge sur les sections présentent des dégradations de type faïençage a maille fine localisé

La section les plus concernées par les travaux de purge est localisée comme suite :

- DU Pk13+000 au Pk 14+000

### **VI.4. Etat du dispositif d'assainissement et de drainage:**

Un examen détaillé du réseau d'assainissement existant au niveau de la RN46 a permis de constater un déficit du dispositif d'assainissement du point de vue qualitatif. Ces insuffisances sont :

#### **Insuffisances quantitatives :**

- Fossés en terres insuffisants.
- Fossés bétonnés inexistant.
- Ouvrages transversaux insuffisants.

#### **VI.4. 1.Travaux préconisés :**

Compte tenu des constatations citées précédemment, une amélioration du réseau d'assainissement et de drainage s'avère nécessaire pour le bon fonctionnement de ces dispositifs, pour cela il est prévu :

- Une construction de fossés en terre et de fossés bétonnés;
- Une construction ou remplacement d'ouvrages transversaux.

Les fossés doivent être assez larges, profonds et munis d'une pente longitudinale compatible avec le profil en long de la route, pour permettre un écoulement facile des eaux et éviter leur stagnation, le point de chute sera l'exutoire le plus proche ou prévoir une tranchée transversale dans le cas où l'exutoire est loin.

Il ne faut pas que le fond du fossé soit inférieur que le niveau bas des ouvrages d'assainissement transversaux.

La localisation de tous les travaux est donnée dans les tableaux suivants :

## a) Création de fossés en terre :

Tableau VI.4 : Création de fossés en terre

<b>Localisation rive gauche PK – PK</b>	<b>Linéaire (m)</b>	<b>Localisation rive droite PK – PK</b>	<b>Linéaire (m)</b>
00+000-01+200	200	00+000-01+200	200
01+400-05+600	4 200	01+400-04+200	2 800
06+000-06+800	800	06+000-06+800	800
07+000-07+750	750	07+000-07+750	750
10+400-10+600	200	10+400-10+600	200
10+700-11+000	300	10+700-11+000	300
11+300-11+800	500	11+300-11+800	500
11+950-12+100	150	11+950-12+100	150
12+850-13+000	150	12+850-13+000	150
		13+500-13+700	200

## b) Construction de fossés bétonnés :

Tableau VI.5 : Construction de fossés bétonnés

<b>Localisation rive gauche PK – PK ou profil</b>	<b>Linéaire (m)</b>	<b>Localisation rive droite PK – PK ou profil</b>	<b>Linéaire (m)</b>
10+600-10+700	100	10+600-10+700	100
11+000-11+190	190	11+000-11+100	100
12+200-12+670	470	12+200-12+670	470
12+700-12+850	150	12+700-12+850	150
13+150-13+400	250	13+150-13+400	250
13+500-14+500	1000	13+700-14+500	1000
14+900-15+460	560	14+850-15+450	600

**c) Construction d'Ouvrages transversaux :**

Une création d'ouvrages busés est nécessaire. Ces ouvrages sont localisés comme suit :

**Tableau VI.6 : Construction d'Ouvrages transversaux**

	<b>Localisation Pk ou profil</b>	<b>Ouverture</b>
1	04+400	Ø1000
2	05+000	Ø1000
3	12+000	Ø1000

## VII .1. Cubature :

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet :

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- les profils en long
- les profils en travers
- les distances entre les profils.

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

### VII.1.1 Cubatures des terrassements :

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

Comme notre est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais remblais.

Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

## VII .2. Méthode utilisée :

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi les quelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

### VII .2.1. Description de la méthode :

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

$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_0)$$

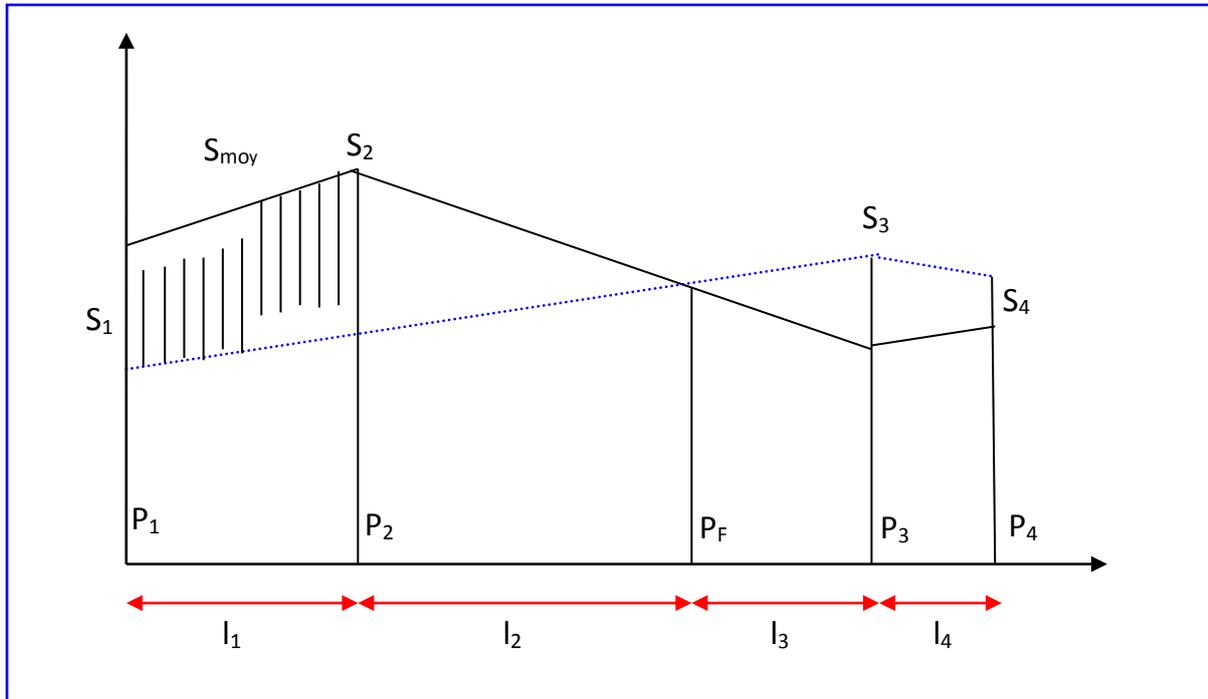
Où h, S1, S2 et S0 désignant respectivement :

- Hauteur entre deux profils.

- Hauteur des deux profils.
- Surface limitée à mi-distances des profils.

**VII .2.1. Application :**

La figure ci-dessous représente le profil en long d'un tracé donné.



**Figure VII.1:** Le profil en long d'un tracé donné

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

$$V = \frac{l_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

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

Ceci donne :  $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

Donc les volumes seront :

Entre P1 et P2  $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

Entre P2 et PF  $V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$

Entre  $P_F$  et  $P_3$   $V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$

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

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

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

**Remarque:** Les résultats de calcul des cubatures sont joints en annexe.

### **VIII.1. Introduction :**

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

### **VIII.2. L'objet de la signalisation routière:**

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

### **VIII.3. Catégories de signalisation :**

On distingue :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

### **VIII.4. Règles à respecter 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 (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Éviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

## VIII.5.Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

### VIII.5.1. Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

#### a) Signalisation avancée :

Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection. Le signal B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

#### b) Signalisation de position :

Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.

#### c) Signalisation de direction :

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

### VIII.5.2. Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche. La signalisation horizontale se divise en trois types :

#### a) Marques longitudinales :

##### -Lignes continues :

Elles ont un caractère impératif (non franchissables sauf du côté où elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit.

##### -Lignes discontinues :

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elle se différencie par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue :

- 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.
- ligne d'avertissement de ligne continue, 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 :

**Tableau VIII.1 :** Modulation des lignes discontinues

Rapport plein/vide	Intervalle entre 2 traits successifs(m)	Longueur de trait (m)	Type de modulation	Type de marquage
1/3	10	3	T1	AXIAL LONGITIDINAL
1/3	5	1.5	T'1	
3	1.33	3	T3	
1	3.5	3	T2	RIVE
3	6	20	T'3	
1	0.5	0.5	T'2	TRANSVERSAL

**b) Marques transversales :**

**Ligne stop:** C'est une ligne continue qui oblige les usages à marquer un arrêt.

**VIII.5.3. Autre signalisation :**

**a) Les flèches de rabattement :**

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du coté qu'elles indiquent.

**b) Les flèches de sélection:**

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

**Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "U" différente suivant le type de route:

U=7,5 cm sur les autoroutes et les voies rapides urbaines

U=6 cm sur les routes et les voies urbaines

U =5 cm sur les autres routes

**Dispositif de retenue :****c) 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 :**

Sont envisageable lorsque les vitesses pratiquées, à leurs endroits, sont faibles (de l'ordre de 60 km/h). Concernent les autres types de routes, des glissières doivent être prévues dans les cas suivants :

- Sur le TPC : éventuel pour les cas des routes a deux chaussées de type R.
- Sur accotement :
- En présence d'obstacles durs ou autres configurations agressives.

Lorsque la hauteur des remblais dépasser 4 mètres, ou en présence d'une dénivellation brutale de plus de 1m (cas des ouvrages d'arts par exemple). Pour les autres cas des glissières peuvent être implanté en cas de problèmes spécifique. Il est a notre cependant.

- Que les glissières doivent être implanté a distance des voies de façon à respecter les dégagements de sécurité nécessaires.
- Qu'il faut vérifier qu'elles n'entrent pas visibilité.

**Application au projet :**

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont Les suivants :

**Signalisation horizontale :**

Marquage de la chaussée en ligne continue de largeur de 15cm délimitant le TPC

Ligne discontinueT1 2U

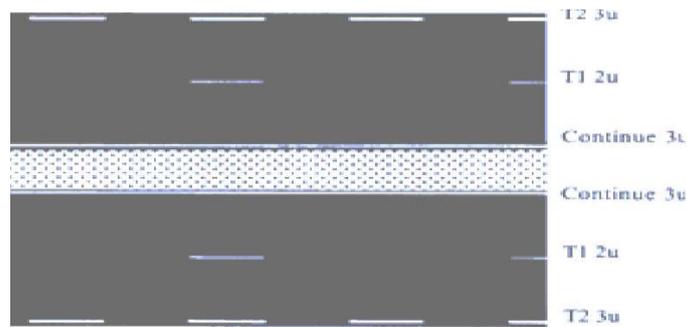


Figure VIII.1 : Marquage de la chaussée en ligne continue et en ligne discontinue

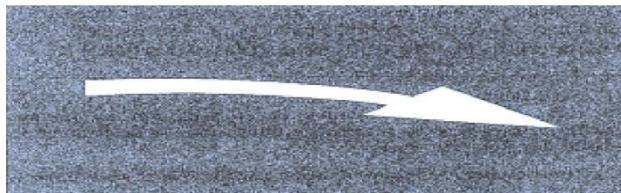


Figure VIII.2 : Les flèches de rabattement avant le niveau de carrefour de 100m

Signalisation verticale :



Figure VIII.3 : Signaux de danger

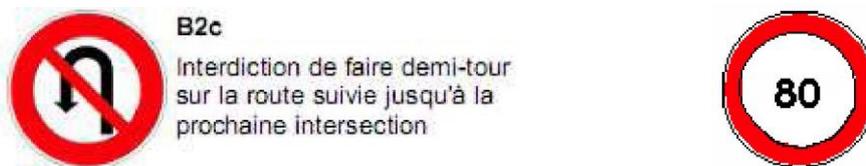


Figure VIII.4 : Signaux d'interdiction

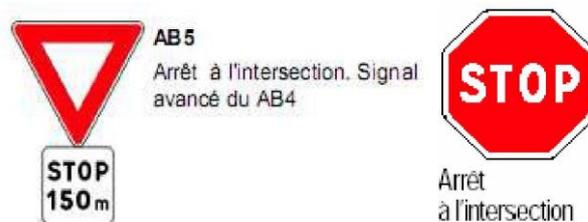


Figure VIII.5 : Signaux d'intersection et de priorité

## ***Conclusion générale***

Le projet de la modernisation et renforcement de la RN46 qui nous a été confié comme étude, nous a permis de nous familiariser avec le domaine professionnel et cela à travers les contacts avec les ingénieurs du CTPP.

Cette étude nous a aussi donnée la possibilité de mieux cerner l'outil informatique (PIST5.05. AUTOCAD) sans les quelles nous n'aurons pas pu accomplir ce travail dans un délai de trois mois.

## *Références bibliographiques*

- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes 1972)
- Guide des renforcements (fascicule1) des routes 1992 (CTTP) Algérien
- Données des auscultations par mesures de déflexions et d'uni, effectués par les services du CTTP
- Donnée d'examen visuel de l'état de la chaussée ; effectués par les services du CTTP
- Cours de routes ENSTP 4<sup>eme</sup> année.
- Cours de routes ENSTP 5<sup>eme</sup> année
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves
- ENTP anciennes mémoires de fin d'étude.

### **Sites d'internet:**

*www.earth.google.com*

www.wikipédia.com

## ANNEXE

### AXE EN PLAN

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	482786.040	3832256.250
D1	GIS = 47.608g	361.660			
			361.660	483031.984	3832521.409
C1	XC= 483660.351 YC= 3831938.578 R = -857.051	77.915			
			439.575	483087.492	3832576.049
D2	GIS = 53.395g	740.978			
			1180.553	483638.628	3833071.324
C2	XC= 481707.566 YC= 3835220.186 R = 2889.049	187.692			
			1368.245	483774.060	3833201.224
D3	GIS = 49.259g	373.168			
			1741.413	484034.842	3833468.145
C22	XC= 487378.423 YC= 3830201.470 R = -4674.473	106.661			
			1848.074	484110.245	3833543.581
D4	GIS = 50.712g	457.412			
			2305.486	484437.281	3833863.383
C3	XC= 484082.002 YC= 3834226.699 R = 508.155	225.385			
			2530.871	484558.816	3834051.000
D5	GIS = 22.476g	107.278			
			2638.149	484595.908	3834151.662
C4	XC= 485128.582 YC= 3833955.379 R = -567.687	196.947			
			2835.096	484694.382	3834321.082
D6	GIS = 44.562g	283.947			
			3119.043	484877.301	3834538.262
C5	XC= 476783.821 YC= 3841354.966				

	R = 10581.676	110.782			
			3229.825	484948.221	3834623.366
D7	GIS = 43.895g	426.124			
			3655.949	485219.303	3834952.147
C6	XC= 485730.447 YC= 3834530.705 R = -662.481	175.992			
			3831.941	485347.880	3835071.560
D8	GIS = 60.808g	893.385			
			4725.327	486077.247	3835587.468
L7	A = 70.000 Rf= -175.000 L = 28.000				
			4753.327	486100.523	3835603.018
	XC= 486189.840 YC= 3835452.527 R = -175.000 L = 67.914				
			4821.241	486164.112	3835625.626
	Rd= -175.000 A = 70.000 L = 28.000	123.914			
			4849.241	486191.980	3835628.259
D9	GIS = 95.700g	101.094			
			4950.335	486292.844	3835635.083
L8	A = 103.000 Rf= -146.000 L = 72.664				
			5022.999	486365.300	3835633.970
	XC= 486338.975 YC= 3835490.363 R = -146.000 L = 98.160				
			5121.160	486449.011	3835586.322
	Rd= -146.000 A = 103.000 L = 72.664	243.489			
			5193.824	486486.963	3835524.590
D10	GIS = 170.186g	535.968			
			5729.792	486728.890	3835046.330

LONGUEUR DE L'AXE 5729.792

### PROFIL EN LONG

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	1122.344
1	S= -8.8002 Z=1122.3530 R = -4255.49	175.769	175.769	1118.350
2	S= 424.5120 Z=1112.9562 R = 5735.08	180.682		
			356.452	1113.360
3	S= 297.0128 Z=1113.7127 R = -5008.58	143.146		
			499.598	1109.616
6	S= 1650.7081 Z=1086.3359 R = 28459.34	648.131		
			1147.729	1090.781
7	S= 1058.7800 Z=1091.5666 R = -5032.86	179.689		
			1327.417	1084.397
8	S= 1976.3813 Z=1067.0773 R = 12158.18	165.712		
			1493.129	1076.681
9	S= 2610.2252 Z=1054.4806 R = 28105.11	1043.927		
			2537.056	1054.576
10	S= 2523.0539 Z=1054.5941 R = -5378.21	360.190		
			2897.245	1041.577
11	S= 3113.9611 Z=1034.0378 R = 3114.83	313.664		
			3210.909	1035.546
12	S= 2775.2994 Z=1028.7674 R = 13995.67	310.062		
			3520.971	1048.632
13	S= 3848.8154 Z=1057.3652 R = -6153.38	761.202		
			4282.173	1042.105
14	S= 4660.3202 Z=1028.7897 R = 5369.42	352.820		
			4634.994	1028.849
15	S= 4622.0750 Z=1028.8799 R = -2738.90	57.222		
			4692.215	1027.982

16	S= 4909.9117 Z=1025.1943 R = 8500.77	479.369		
			5171.585	1029.222
17	S= 6037.2525 Z=1042.5453 R = -28122.27	27.906		
			5199.490	1030.067
18	S= 1700.8397 Z= 977.9545 R = 117443.86	530.302		
			5729.792	1047.062

LONGUEUR DE L'AXE 5729.792

### TABULATION

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	1122.344	1122.344	482786.040	3832256.250	147.608g	2.50	-2.50
2	20.000	1122.306	1122.255	482799.641	3832270.913	147.608g	2.50	-2.50
3	40.000	1122.185	1122.073	482813.242	3832285.577	147.608g	2.50	-2.50
4	60.000	1121.979	1121.797	482826.843	3832300.240	147.608g	2.50	-2.50
5	80.000	1121.569	1121.427	482840.443	3832314.904	147.608g	2.50	-2.50
6	100.000	1121.074	1120.962	482854.044	3832329.567	147.608g	2.50	-2.50
7	120.000	1120.404	1120.404	482867.645	3832344.231	147.608g	2.50	-2.50
8	140.000	1119.690	1119.751	482881.246	3832358.894	147.608g	2.50	-2.50
9	160.000	1118.851	1119.005	482894.847	3832373.558	147.608g	2.50	-2.50
10	180.000	1118.024	1118.168	482908.448	3832388.221	147.608g	2.50	-2.50
11	200.000	1117.230	1117.351	482922.049	3832402.885	147.608g	2.50	-2.50
12	220.000	1116.458	1116.603	482935.649	3832417.548	147.608g	2.50	-2.50
13	240.000	1115.878	1115.924	482949.250	3832432.211	147.608g	2.50	-2.50
14	260.000	1115.316	1115.316	482962.851	3832446.875	147.608g	2.50	-2.50
15	280.000	1114.989	1114.777	482976.452	3832461.538	147.608g	2.50	-2.50
16	300.000	1114.855	1114.308	482990.053	3832476.202	147.608g	2.50	-2.50
17	320.000	1113.908	1113.908	483003.654	3832490.865	147.608g	2.50	-2.50
18	340.000	1113.199	1113.579	483017.254	3832505.529	147.608g	2.50	-2.50
19	360.000	1112.700	1113.317	483030.855	3832520.192	147.608g	2.50	-2.50
20	380.000	1112.221	1113.025	483044.599	3832534.721	148.970g	2.50	-2.50
21	400.000	1111.737	1112.654	483058.677	3832548.927	150.456g	2.50	-2.50
22	420.000	1111.203	1112.203	483073.082	3832562.800	151.941g	2.50	-2.50
23	440.000	1110.507	1111.672	483087.808	3832576.333	153.395g	2.50	-2.50
24	460.000	1109.757	1111.061	483102.684	3832589.701	153.395g	2.50	-2.50
25	480.000	1108.899	1110.370	483117.560	3832603.069	153.395g	2.50	-2.50
26	500.000	1107.959	1109.599	483132.435	3832616.437	153.395g	2.50	-2.50
27	520.000	1107.059	1108.798	483147.311	3832629.806	153.395g	2.50	-2.50
28	540.000	1106.233	1108.010	483162.187	3832643.174	153.395g	2.50	-2.50
29	560.000	1105.352	1107.237	483177.063	3832656.542	153.395g	2.50	-2.50
30	580.000	1104.425	1106.477	483191.939	3832669.910	153.395g	2.50	-2.50
31	600.000	1103.548	1105.732	483206.815	3832683.278	153.395g	2.50	-2.50

32	620.000	1102.752	1105.000	483221.691	3832696.646	153.395g	2.50	-2.50
33	640.000	1102.189	1104.283	483236.567	3832710.014	153.395g	2.50	-2.50
34	660.000	1101.625	1103.580	483251.443	3832723.383	153.395g	2.50	-2.50
35	680.000	1101.056	1102.891	483266.319	3832736.751	153.395g	2.50	-2.50
36	700.000	1100.488	1102.215	483281.195	3832750.119	153.395g	2.50	-2.50
37	720.000	1099.981	1101.554	483296.070	3832763.487	153.395g	2.50	-2.50
38	740.000	1099.473	1100.907	483310.946	3832776.855	153.395g	2.50	-2.50
39	760.000	1098.960	1100.274	483325.822	3832790.223	153.395g	2.50	-2.50
40	780.000	1098.422	1099.655	483340.698	3832803.591	153.395g	2.50	-2.50
41	800.000	1097.834	1099.051	483355.574	3832816.960	153.395g	2.50	-2.50
42	820.000	1097.378	1098.460	483370.450	3832830.328	153.395g	2.50	-2.50
43	840.000	1096.883	1097.883	483385.326	3832843.696	153.395g	2.50	-2.50
44	860.000	1096.383	1097.320	483400.202	3832857.064	153.395g	2.50	-2.50
45	880.000	1095.877	1096.772	483415.078	3832870.432	153.395g	2.50	-2.50
46	900.000	1095.317	1096.237	483429.954	3832883.800	153.395g	2.50	-2.50
47	920.000	1094.791	1095.717	483444.830	3832897.168	153.395g	2.50	-2.50
48	940.000	1094.246	1095.210	483459.705	3832910.537	153.395g	2.50	-2.50
49	960.000	1093.740	1094.718	483474.581	3832923.905	153.395g	2.50	-2.50
50	980.000	1093.246	1094.239	483489.457	3832937.273	153.395g	2.50	-2.50
51	1000.000	1092.805	1093.775	483504.333	3832950.641	153.395g	2.50	-2.50
52	1020.000	1092.384	1093.325	483519.209	3832964.009	153.395g	2.50	-2.50
53	1040.000	1091.952	1092.888	483534.085	3832977.377	153.395g	2.50	-2.50
54	1060.000	1091.501	1092.466	483548.961	3832990.745	153.395g	2.50	-2.50
55	1080.000	1091.058	1092.058	483563.837	3833004.114	153.395g	2.50	-2.50
56	1100.000	1090.628	1091.664	483578.713	3833017.482	153.395g	2.50	-2.50
57	1120.000	1090.214	1091.284	483593.589	3833030.850	153.395g	2.50	-2.50
58	1140.000	1089.805	1090.918	483608.465	3833044.218	153.395g	2.50	-2.50
59	1160.000	1089.398	1090.549	483623.340	3833057.586	153.395g	2.50	-2.50
60	1180.000	1088.984	1090.107	483638.216	3833070.954	153.395g	2.50	-2.50
61	1200.000	1088.497	1089.585	483653.048	3833084.371	152.967g	2.50	-2.50
62	1220.000	1087.984	1088.984	483667.787	3833097.890	152.526g	2.50	-2.50
63	1240.000	1087.342	1088.304	483682.432	3833111.511	152.085g	2.50	-2.50
64	1260.000	1086.530	1087.544	483696.982	3833125.233	151.645g	2.50	-2.50
65	1280.000	1085.680	1086.705	483711.437	3833139.055	151.204g	2.50	-2.50
66	1300.000	1084.786	1085.786	483725.796	3833152.977	150.763g	2.50	-2.50
67	1320.000	1083.807	1084.788	483740.058	3833166.998	150.322g	2.50	-2.50
68	1340.000	1082.853	1083.732	483754.223	3833181.117	149.882g	2.50	-2.50
69	1360.000	1081.853	1082.702	483768.290	3833195.334	149.441g	2.50	-2.50
70	1380.000	1080.845	1081.704	483782.275	3833209.632	149.259g	2.50	-2.50
71	1400.000	1079.837	1080.740	483796.252	3833223.938	149.259g	2.50	-2.50
72	1420.000	1078.812	1079.808	483810.228	3833238.243	149.259g	2.50	-2.50
73	1440.000	1077.874	1078.909	483824.205	3833252.549	149.259g	2.50	-2.50
74	1460.000	1077.043	1078.043	483838.182	3833266.855	149.259g	2.50	-2.50
75	1480.000	1076.242	1077.210	483852.158	3833281.160	149.259g	2.50	-2.50
76	1500.000	1075.481	1076.409	483866.135	3833295.466	149.259g	2.50	-2.50
77	1520.000	1074.808	1075.626	483880.112	3833309.772	149.259g	2.50	-2.50
78	1540.000	1074.151	1074.857	483894.088	3833324.077	149.259g	2.50	-2.50
79	1560.000	1073.502	1074.103	483908.065	3833338.383	149.259g	2.50	-2.50
80	1580.000	1072.900	1073.363	483922.042	3833352.689	149.259g	2.50	-2.50
81	1600.000	1072.171	1072.637	483936.018	3833366.995	149.259g	2.50	-2.50
82	1620.000	1071.489	1071.925	483949.995	3833381.300	149.259g	2.50	-2.50
83	1640.000	1070.828	1071.227	483963.972	3833395.606	149.259g	2.50	-2.50

84	1660.000	1070.194	1070.544	483977.948	3833409.912	149.259g	2.50	-2.50
85	1680.000	1069.536	1069.875	483991.925	3833424.217	149.259g	2.50	-2.50
86	1700.000	1068.840	1069.220	484005.902	3833438.523	149.259g	2.50	-2.50
87	1720.000	1068.103	1068.579	484019.878	3833452.829	149.259g	2.50	-2.50
88	1740.000	1067.480	1067.953	484033.855	3833467.134	149.259g	2.50	-2.50
89	1760.000	1066.734	1067.341	484047.858	3833481.414	149.513g	2.50	-2.50
90	1780.000	1066.087	1066.743	484061.922	3833495.634	149.785g	2.50	-2.50
91	1800.000	1065.408	1066.159	484076.046	3833509.794	150.057g	2.50	-2.50
92	1820.000	1064.725	1065.590	484090.231	3833523.893	150.330g	2.50	-2.50
93	1840.000	1064.035	1065.035	484104.477	3833537.931	150.602g	2.50	-2.50
94	1860.000	1063.331	1064.494	484118.771	3833551.919	150.712g	2.50	-2.50
95	1880.000	1062.662	1063.967	484133.071	3833565.902	150.712g	2.50	-2.50
96	1900.000	1062.002	1063.454	484147.370	3833579.885	150.712g	2.50	-2.50
97	1920.000	1061.358	1062.956	484161.669	3833593.869	150.712g	2.50	-2.50
98	1940.000	1060.808	1062.472	484175.969	3833607.852	150.712g	2.50	-2.50
99	1960.000	1060.289	1062.002	484190.268	3833621.835	150.712g	2.50	-2.50
100	1980.000	1059.792	1061.547	484204.568	3833635.818	150.712g	2.50	-2.50
101	2000.000	1059.295	1061.105	484218.867	3833649.801	150.712g	2.50	-2.50
102	2020.000	1058.818	1060.678	484233.166	3833663.784	150.712g	2.50	-2.50
103	2040.000	1058.422	1060.265	484247.466	3833677.767	150.712g	2.50	-2.50
104	2060.000	1058.102	1059.867	484261.765	3833691.750	150.712g	2.50	-2.50
105	2080.000	1057.801	1059.482	484276.065	3833705.733	150.712g	2.50	-2.50
106	2100.000	1057.534	1059.112	484290.364	3833719.716	150.712g	2.50	-2.50
107	2120.000	1057.273	1058.756	484304.664	3833733.699	150.712g	2.50	-2.50
108	2140.000	1057.038	1058.414	484318.963	3833747.683	150.712g	2.50	-2.50
109	2160.000	1056.804	1058.087	484333.262	3833761.666	150.712g	2.50	-2.50
110	2180.000	1056.540	1057.774	484347.562	3833775.649	150.712g	2.50	-2.50
111	2200.000	1056.290	1057.474	484361.861	3833789.632	150.712g	2.50	-2.50
112	2220.000	1055.931	1057.190	484376.161	3833803.615	150.712g	2.50	-2.50
113	2240.000	1055.682	1056.919	484390.460	3833817.598	150.712g	2.50	-2.50
114	2260.000	1055.436	1056.663	484404.759	3833831.581	150.712g	2.50	-2.50
115	2280.000	1055.298	1056.421	484419.059	3833845.564	150.712g	2.50	-2.50
116	2300.000	1055.236	1056.193	484433.358	3833859.547	150.712g	2.50	-2.50
117	2320.000	1055.197	1055.979	484447.511	3833873.677	148.894g	2.50	-2.50
118	2340.000	1055.440	1055.780	484461.119	3833888.333	146.388g	2.50	-2.50
119	2360.000	1055.649	1055.594	484474.139	3833903.512	143.882g	2.50	-2.50
120	2380.000	1055.931	1055.424	484486.552	3833919.192	141.377g	2.50	-2.50
121	2400.000	1056.209	1055.267	484498.339	3833935.348	138.871g	2.50	-2.50
122	2420.000	1056.296	1055.124	484509.480	3833951.956	136.366g	2.50	-2.50
123	2440.000	1056.267	1054.996	484519.960	3833968.989	133.860g	2.50	-2.50
124	2460.000	1056.263	1054.882	484529.761	3833986.422	131.354g	2.50	-2.50
125	2480.000	1056.217	1054.782	484538.869	3834004.226	128.849g	2.50	-2.50
126	2500.000	1056.081	1054.697	484547.269	3834022.375	126.343g	2.50	-2.50
127	2520.000	1055.785	1054.625	484554.948	3834040.841	123.838g	2.50	-2.50
128	2540.000	1055.495	1054.567	484561.972	3834059.566	122.476g	2.50	-2.50
129	2560.000	1055.108	1054.467	484568.887	3834078.333	122.476g	2.50	-2.50
130	2580.000	1054.717	1054.293	484575.803	3834097.099	122.476g	2.50	-2.50
131	2600.000	1054.341	1054.044	484582.718	3834115.865	122.476g	2.50	-2.50
132	2620.000	1053.906	1053.720	484589.633	3834134.632	122.476g	2.50	-2.50
133	2640.000	1053.343	1053.323	484596.551	3834153.397	122.683g	2.50	-2.50
134	2660.000	1052.854	1052.851	484603.856	3834172.014	124.926g	2.50	-2.50
135	2680.000	1052.323	1052.304	484611.812	3834190.363	127.169g	2.50	-2.50

136	2700.000	1051.683	1051.683	484620.410	3834208.419	129.412g	2.50	-2.50
137	2720.000	1051.010	1050.988	484629.638	3834226.162	131.655g	2.50	-2.50
138	2740.000	1050.261	1050.219	484639.486	3834243.568	133.898g	2.50	-2.50
139	2760.000	1049.481	1049.375	484649.940	3834260.617	136.140g	2.50	-2.50
140	2780.000	1048.631	1048.456	484660.989	3834277.287	138.383g	2.50	-2.50
141	2800.000	1047.667	1047.464	484672.618	3834293.557	140.626g	2.50	-2.50
142	2820.000	1046.720	1046.396	484684.812	3834309.408	142.869g	2.50	-2.50
143	2840.000	1045.620	1045.255	484697.542	3834324.833	144.562g	2.50	-2.50
144	2860.000	1044.247	1044.039	484710.426	3834340.130	144.562g	2.50	-2.50
145	2880.000	1042.901	1042.749	484723.310	3834355.428	144.562g	2.50	-2.50
146	2900.000	1041.478	1041.386	484736.194	3834370.725	144.562g	2.50	-2.50
147	2920.000	1039.946	1040.077	484749.077	3834386.022	144.562g	2.50	-2.50
148	2940.000	1038.374	1038.896	484761.961	3834401.319	144.562g	2.50	-2.50
149	2960.000	1037.175	1037.843	484774.845	3834416.616	144.562g	2.50	-2.50
150	2980.000	1036.029	1036.918	484787.729	3834431.913	144.562g	2.50	-2.50
151	3000.000	1035.034	1036.122	484800.613	3834447.211	144.562g	2.50	-2.50
152	3020.000	1034.172	1035.455	484813.497	3834462.508	144.562g	2.50	-2.50
153	3040.000	1033.581	1034.916	484826.381	3834477.805	144.562g	2.50	-2.50
154	3060.000	1033.119	1034.505	484839.265	3834493.102	144.562g	2.50	-2.50
155	3080.000	1032.877	1034.223	484852.149	3834508.399	144.562g	2.50	-2.50
156	3100.000	1032.778	1034.069	484865.033	3834523.696	144.562g	2.50	-2.50
157	3120.000	1032.941	1034.044	484877.917	3834538.994	144.556g	2.50	-2.50
158	3140.000	1033.512	1034.147	484890.785	3834554.304	144.436g	2.50	-2.50
159	3160.000	1034.083	1034.378	484903.625	3834569.639	144.315g	2.50	-2.50
160	3180.000	1034.651	1034.738	484916.435	3834584.998	144.195g	2.50	-2.50
161	3200.000	1035.234	1035.226	484929.216	3834600.381	144.075g	2.50	-2.50
162	3220.000	1035.843	1035.832	484941.968	3834615.788	143.954g	2.50	-2.50
163	3240.000	1036.471	1036.482	484954.694	3834631.217	143.895g	2.50	-2.50
164	3260.000	1037.099	1037.161	484967.418	3834646.648	143.895g	2.50	-2.50
165	3280.000	1037.727	1037.867	484980.141	3834662.079	143.895g	2.50	-2.50
166	3300.000	1038.363	1038.603	484992.864	3834677.510	143.895g	2.50	-2.50
167	3320.000	1039.046	1039.367	485005.587	3834692.942	143.895g	2.50	-2.50
168	3340.000	1039.769	1040.160	485018.310	3834708.373	143.895g	2.50	-2.50
169	3360.000	1040.501	1040.981	485031.033	3834723.804	143.895g	2.50	-2.50
170	3380.000	1041.498	1041.831	485043.756	3834739.235	143.895g	2.50	-2.50
171	3400.000	1042.553	1042.709	485056.479	3834754.666	143.895g	2.50	-2.50
172	3420.000	1043.616	1043.616	485069.203	3834770.098	143.895g	2.50	-2.50
173	3440.000	1044.727	1044.552	485081.926	3834785.529	143.895g	2.50	-2.50
174	3460.000	1045.984	1045.516	485094.649	3834800.960	143.895g	2.50	-2.50
175	3480.000	1047.216	1046.509	485107.372	3834816.391	143.895g	2.50	-2.50
176	3500.000	1048.429	1047.530	485120.095	3834831.822	143.895g	2.50	-2.50
177	3520.000	1049.651	1048.580	485132.818	3834847.254	143.895g	2.50	-2.50
178	3540.000	1050.881	1049.616	485145.541	3834862.685	143.895g	2.50	-2.50
179	3560.000	1052.037	1050.587	485158.264	3834878.116	143.895g	2.50	-2.50
180	3580.000	1053.220	1051.494	485170.988	3834893.547	143.895g	2.50	-2.50
181	3600.000	1054.452	1052.335	485183.711	3834908.978	143.895g	2.50	-2.50
182	3620.000	1055.674	1053.111	485196.434	3834924.410	143.895g	2.50	-2.50
183	3640.000	1056.598	1053.822	485209.157	3834939.841	143.895g	2.50	-2.50
184	3660.000	1057.505	1054.468	485221.890	3834955.264	144.285g	2.50	-2.50
185	3680.000	1058.150	1055.050	485234.937	3834970.421	146.207g	2.50	-2.50
186	3700.000	1058.703	1055.566	485248.435	3834985.178	148.128g	2.50	-2.50
187	3720.000	1059.061	1056.017	485262.373	3834999.520	150.050g	2.50	-2.50

188	3740.000	1059.237	1056.403	485276.738	3835013.436	151.972g	2.50	-2.50
189	3760.000	1059.308	1056.724	485291.516	3835026.911	153.894g	2.50	-2.50
190	3780.000	1059.152	1056.980	485306.694	3835039.934	155.816g	2.50	-2.50
191	3800.000	1058.825	1057.172	485322.258	3835052.493	157.738g	2.50	-2.50
192	3820.000	1058.383	1057.298	485338.194	3835064.576	159.660g	2.50	-2.50
193	3840.000	1057.857	1057.359	485354.459	3835076.213	160.808g	2.50	-2.50
194	3860.000	1057.307	1057.355	485370.787	3835087.763	160.808g	2.50	-2.50
195	3880.000	1056.821	1057.286	485387.116	3835099.312	160.808g	2.50	-2.50
196	3900.000	1056.299	1057.152	485403.444	3835110.862	160.808g	2.50	-2.50
197	3920.000	1055.941	1056.953	485419.772	3835122.411	160.808g	2.50	-2.50
198	3940.000	1055.763	1056.690	485436.100	3835133.961	160.808g	2.50	-2.50
199	3960.000	1055.598	1056.361	485452.428	3835145.510	160.808g	2.50	-2.50
200	3980.000	1055.460	1055.967	485468.756	3835157.060	160.808g	2.50	-2.50
201	4000.000	1055.352	1055.508	485485.085	3835168.609	160.808g	2.50	-2.50
202	4020.000	1055.234	1054.984	485501.413	3835180.159	160.808g	2.50	-2.50
203	4040.000	1055.046	1054.395	485517.741	3835191.708	160.808g	2.50	-2.50
204	4060.000	1054.832	1053.741	485534.069	3835203.258	160.808g	2.50	-2.50
205	4080.000	1054.585	1053.022	485550.397	3835214.807	160.808g	2.50	-2.50
206	4100.000	1054.224	1052.238	485566.725	3835226.357	160.808g	2.50	-2.50
207	4120.000	1053.661	1051.390	485583.054	3835237.906	160.808g	2.50	-2.50
208	4140.000	1052.949	1050.476	485599.382	3835249.456	160.808g	2.50	-2.50
209	4160.000	1052.114	1049.497	485615.710	3835261.006	160.808g	2.50	-2.50
210	4180.000	1050.923	1048.453	485632.038	3835272.555	160.808g	2.50	-2.50
211	4200.000	1049.713	1047.344	485648.366	3835284.105	160.808g	2.50	-2.50
212	4220.000	1048.347	1046.170	485664.694	3835295.654	160.808g	2.50	-2.50
213	4240.000	1046.882	1044.931	485681.022	3835307.204	160.808g	2.50	-2.50
214	4260.000	1045.347	1043.627	485697.351	3835318.753	160.808g	2.50	-2.50
215	4280.000	1043.859	1042.258	485713.679	3835330.303	160.808g	2.50	-2.50
216	4300.000	1042.362	1040.880	485730.007	3835341.852	160.808g	2.50	-2.50
217	4320.000	1040.829	1039.575	485746.335	3835353.402	160.808g	2.50	-2.50
218	4340.000	1039.362	1038.344	485762.663	3835364.951	160.808g	2.50	-2.50
219	4360.000	1037.865	1037.188	485778.991	3835376.501	160.808g	2.50	-2.50
220	4380.000	1036.314	1036.107	485795.320	3835388.050	160.808g	2.50	-2.50
221	4400.000	1035.218	1035.100	485811.648	3835399.600	160.808g	2.50	-2.50
222	4420.000	1034.177	1034.168	485827.976	3835411.149	160.808g	2.50	-2.50
223	4440.000	1033.310	1033.310	485844.304	3835422.699	160.808g	2.50	-2.50
224	4460.000	1032.530	1032.526	485860.632	3835434.248	160.808g	2.50	-2.50
225	4480.000	1031.827	1031.818	485876.960	3835445.798	160.808g	2.50	-2.50
226	4500.000	1031.167	1031.183	485893.288	3835457.347	160.808g	2.50	-2.50
227	4520.000	1030.552	1030.623	485909.617	3835468.897	160.808g	2.50	-2.50
228	4540.000	1029.998	1030.138	485925.945	3835480.446	160.808g	2.50	-2.50
229	4560.000	1029.570	1029.727	485942.273	3835491.996	160.808g	2.50	-2.50
230	4580.000	1029.213	1029.390	485958.601	3835503.545	160.808g	2.50	-2.50
231	4600.000	1028.946	1029.129	485974.929	3835515.095	160.808g	2.50	-2.50
232	4620.000	1028.748	1028.941	485991.257	3835526.644	160.808g	2.50	-2.50
233	4640.000	1028.565	1028.821	486007.586	3835538.194	160.808g	2.50	-2.50
234	4660.000	1028.425	1028.617	486023.914	3835549.743	160.808g	2.50	-2.50
235	4680.000	1028.290	1028.267	486040.242	3835561.293	160.808g	2.50	-2.50
236	4700.000	1027.780	1027.786	486056.570	3835572.842	160.808g	2.50	-2.50
237	4720.000	1027.129	1027.316	486072.898	3835584.392	160.808g	2.50	-2.50
238	4740.000	1026.340	1026.892	486089.288	3835595.853	162.206g	-1.43	-2.50
239	4760.000	1025.464	1026.516	486106.325	3835606.313	168.328g	-5.00	-5.00

240	4780.000	1024.327	1026.187	486124.407	3835614.834	175.604g	-5.00	-5.00
241	4800.000	1023.116	1025.905	486143.343	3835621.237	182.879g	-5.00	-5.00
242	4820.000	1022.102	1025.670	486162.885	3835625.439	190.155g	-5.00	-5.00
243	4840.000	1019.483	1025.482	486182.762	3835627.608	195.145g	0.02	-2.50
244	4860.000	1017.268	1025.341	486202.715	3835628.985	195.700g	2.50	-2.50
245	4880.000	1018.078	1025.247	486222.669	3835630.335	195.700g	2.50	-2.50
246	4900.000	1019.160	1025.200	486242.623	3835631.685	195.700g	2.50	-2.50
247	4920.000	1020.003	1025.200	486262.578	3835633.035	195.700g	2.50	-2.50
248	4940.000	1021.453	1025.248	486282.532	3835634.385	195.700g	2.50	-2.50
249	4960.000	1021.900	1025.342	486302.488	3835635.721	195.980g	1.37	-2.50
250	4980.000	1022.602	1025.483	486322.464	3835636.676	198.340g	-0.97	-2.50
251	5000.000	1023.494	1025.672	486342.458	3835636.513	203.100g	-3.31	-3.31
252	5020.000	1024.356	1025.907	486362.344	3835634.481	210.261g	-5.65	-5.65
253	5040.000	1025.174	1026.190	486381.806	3835629.939	218.955g	-6.00	-6.00
254	5060.000	1026.128	1026.519	486400.465	3835622.783	227.676g	-6.00	-6.00
255	5080.000	1026.896	1026.896	486417.972	3835613.145	236.396g	-6.00	-6.00
256	5100.000	1027.692	1027.320	486433.999	3835601.208	245.117g	-6.00	-6.00
257	5120.000	1028.641	1027.790	486448.245	3835587.193	253.838g	-6.00	-6.00
258	5140.000	1028.910	1028.308	486460.529	3835571.426	261.494g	-3.80	-3.80
259	5160.000	1029.404	1028.873	486471.157	3835554.490	266.753g	-1.46	-2.50
260	5180.000	1029.881	1029.479	486480.686	3835536.907	269.613g	0.88	-2.50
261	5200.000	1030.264	1030.082	486489.750	3835519.079	270.186g	2.50	-2.50
262	5220.000	1030.609	1030.680	486498.778	3835501.233	270.186g	2.50	-2.50
263	5240.000	1031.109	1031.281	486507.806	3835483.386	270.186g	2.50	-2.50
264	5260.000	1031.804	1031.885	486516.833	3835465.540	270.186g	2.50	-2.50
265	5280.000	1032.500	1032.493	486525.861	3835447.693	270.186g	2.50	-2.50
266	5300.000	1033.549	1033.104	486534.889	3835429.846	270.186g	2.50	-2.50
267	5320.000	1036.721	1033.719	486543.916	3835412.000	270.186g	2.50	-2.50
268	5340.000	1036.866	1034.337	486552.944	3835394.153	270.186g	2.50	-2.50
269	5360.000	1035.196	1034.958	486561.972	3835376.307	270.186g	2.50	-2.50
270	5380.000	1035.745	1035.583	486570.999	3835358.460	270.186g	2.50	-2.50
271	5400.000	1036.335	1036.211	486580.027	3835340.613	270.186g	2.50	-2.50
272	5420.000	1036.944	1036.843	486589.055	3835322.767	270.186g	2.50	-2.50
273	5440.000	1037.573	1037.478	486598.082	3835304.920	270.186g	2.50	-2.50
274	5460.000	1038.235	1038.116	486607.110	3835287.074	270.186g	2.50	-2.50
275	5480.000	1038.811	1038.758	486616.138	3835269.227	270.186g	2.50	-2.50
276	5500.000	1039.403	1039.403	486625.165	3835251.381	270.186g	2.50	-2.50
277	5520.000	1039.995	1040.052	486634.193	3835233.534	270.186g	2.50	-2.50
278	5540.000	1040.587	1040.704	486643.221	3835215.687	270.186g	2.50	-2.50
279	5560.000	1041.179	1041.360	486652.248	3835197.841	270.186g	2.50	-2.50
280	5580.000	1041.845	1042.019	486661.276	3835179.994	270.186g	2.50	-2.50
281	5600.000	1042.511	1042.681	486670.304	3835162.148	270.186g	2.50	-2.50
282	5620.000	1043.177	1043.347	486679.332	3835144.301	270.186g	2.50	-2.50
283	5640.000	1043.843	1044.016	486688.359	3835126.454	270.186g	2.50	-2.50
284	5660.000	1044.509	1044.688	486697.387	3835108.608	270.186g	2.50	-2.50
285	5680.000	1045.175	1045.364	486706.415	3835090.761	270.186g	2.50	-2.50
286	5700.000	1045.926	1046.044	486715.442	3835072.915	270.186g	2.50	-2.50
287	5720.000	1046.685	1046.726	486724.470	3835055.068	270.186g	2.50	-2.50
288	5729.792	1047.062	1047.062	486728.890	3835046.330	270.186g	2.50	-2.50

### VOLUMES TERRASSEMENT

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME m <sup>3</sup>	DEBLAI VOLUME m <sup>3</sup>	DECAPAGE VOLUME m <sup>3</sup>	PURGE VOLUME m <sup>3</sup>
1	0.000	0.0	51.0	0.0	0.0
2	20.000	0.0	115.8	0.0	0.0
3	40.000	0.0	128.0	0.0	0.0
4	60.000	0.0	142.5	0.0	0.0
5	80.000	0.0	124.9	0.0	0.0
6	100.000	0.0	112.1	0.0	0.0
7	120.000	0.1	93.6	0.0	0.0
8	140.000	0.9	74.7	0.0	0.0
9	160.000	6.7	38.0	0.0	0.0
10	180.000	3.8	50.4	0.0	0.0
11	200.000	3.6	65.8	0.0	0.0
12	220.000	5.4	61.5	0.0	0.0
13	240.000	0.3	85.1	0.0	0.0
14	260.000	0.0	91.3	0.0	0.0
15	280.000	0.0	116.4	0.0	0.0
16	300.000	0.5	159.0	0.0	0.0
17	320.000	2.4	86.9	0.0	0.0
18	340.000	24.3	19.6	0.0	0.0
19	360.000	78.7	0.0	0.0	0.0
20	380.000	126.7	0.0	0.0	0.0
21	400.000	159.9	0.0	0.0	0.0
22	420.000	177.7	0.0	0.0	0.0
23	440.000	226.8	0.0	0.0	0.0
24	460.000	261.5	0.0	0.0	0.0
25	480.000	332.8	0.0	0.0	0.0
26	500.000	489.5	0.0	0.0	0.0
27	520.000	472.0	0.0	0.0	0.0
28	540.000	450.0	0.0	0.0	0.0
29	560.000	442.9	0.0	0.0	0.0
30	580.000	464.9	0.0	0.0	0.0
31	600.000	492.1	25.8	0.0	0.0
32	620.000	493.1	58.5	0.0	0.0
33	640.000	443.7	23.9	0.0	0.0
34	660.000	403.5	10.0	0.0	0.0
35	680.000	380.6	0.0	0.0	0.0
36	700.000	376.7	0.0	0.0	0.0
37	720.000	371.8	0.0	0.0	0.0
38	740.000	319.4	0.0	0.0	0.0
39	760.000	281.8	0.0	0.0	0.0
40	780.000	268.6	0.0	0.0	0.0
41	800.000	249.5	0.0	0.0	0.0
42	820.000	156.8	0.3	0.0	0.0
43	840.000	132.1	41.4	0.0	0.0

44	860.000	133.4	87.8	0.0	0.0
45	880.000	115.9	128.6	0.0	0.0
46	900.000	125.4	58.4	0.0	0.0
47	920.000	111.1	82.6	0.0	0.0
48	940.000	128.1	134.8	0.0	0.0
49	960.000	181.8	0.0	0.0	0.0
50	980.000	185.9	0.0	0.0	0.0
51	1000.000	174.5	0.0	0.0	0.0
52	1020.000	162.6	0.0	0.0	0.0
53	1040.000	159.8	0.0	0.0	0.0
54	1060.000	171.4	0.0	0.0	0.0
55	1080.000	183.4	0.0	0.0	0.0
56	1100.000	183.7	0.0	0.0	0.0
57	1120.000	207.0	0.0	0.0	0.0
58	1140.000	225.9	0.0	0.0	0.0
59	1160.000	241.4	0.0	0.0	0.0
60	1180.000	206.5	0.0	0.0	0.0
61	1200.000	196.2	0.0	0.0	0.0
62	1220.000	173.6	0.0	0.0	0.0
63	1240.000	157.4	0.0	0.0	0.0
64	1260.000	170.3	0.0	0.0	0.0
65	1280.000	158.4	0.0	0.0	0.0
66	1300.000	162.8	0.0	0.0	0.0
67	1320.000	159.4	0.0	0.0	0.0
68	1340.000	145.1	0.0	0.0	0.0
69	1360.000	133.1	0.0	0.0	0.0
70	1380.000	131.8	0.0	0.0	0.0
71	1400.000	149.9	0.0	0.0	0.0
72	1420.000	190.3	0.0	0.0	0.0
73	1440.000	213.5	0.0	0.0	0.0
74	1460.000	191.9	0.0	0.0	0.0
75	1480.000	172.8	0.0	0.0	0.0
76	1500.000	155.8	0.0	0.0	0.0
77	1520.000	120.9	0.0	0.0	0.0
78	1540.000	86.5	0.0	0.0	0.0
79	1560.000	56.1	0.0	0.0	0.0
80	1580.000	20.8	3.8	0.0	0.0
81	1600.000	23.3	1.3	0.0	0.0
82	1620.000	20.4	2.7	0.0	0.0
83	1640.000	18.9	6.9	0.0	0.0
84	1660.000	19.1	12.9	0.0	0.0
85	1680.000	17.4	14.5	0.0	0.0
86	1700.000	24.4	8.4	0.0	0.0
87	1720.000	51.7	0.5	0.0	0.0
88	1740.000	38.1	15.9	0.0	0.0
89	1760.000	78.5	0.0	0.0	0.0
90	1780.000	119.9	0.0	0.0	0.0
91	1800.000	155.7	0.0	0.0	0.0
92	1820.000	183.4	0.0	0.0	0.0
93	1840.000	218.0	0.0	0.0	0.0
94	1860.000	258.0	0.0	0.0	0.0
95	1880.000	293.6	0.0	0.0	0.0

96	1900.000	335.0	0.0	0.0	0.0
97	1920.000	368.0	0.0	0.0	0.0
98	1940.000	392.6	0.0	0.0	0.0
99	1960.000	407.6	0.0	0.0	0.0
100	1980.000	424.3	0.0	0.0	0.0
101	2000.000	442.8	0.0	0.0	0.0
102	2020.000	456.9	0.0	0.0	0.0
103	2040.000	466.7	0.0	0.0	0.0
104	2060.000	441.0	0.0	0.0	0.0
105	2080.000	410.1	0.0	0.0	0.0
106	2100.000	378.7	0.0	0.0	0.0
107	2120.000	346.8	0.0	0.0	0.0
108	2140.000	308.9	0.0	0.0	0.0
109	2160.000	279.8	0.0	0.0	0.0
110	2180.000	259.6	0.0	0.0	0.0
111	2200.000	244.5	0.0	0.0	0.0
112	2220.000	259.7	0.0	0.0	0.0
113	2240.000	282.9	0.0	0.0	0.0
114	2260.000	291.7	0.0	0.0	0.0
115	2280.000	249.4	0.0	0.0	0.0
116	2300.000	213.7	0.0	0.0	0.0
117	2320.000	138.3	0.0	0.0	0.0
118	2340.000	31.7	13.9	0.0	0.0
119	2360.000	0.2	102.6	0.0	0.0
120	2380.000	0.0	275.1	0.0	0.0
121	2400.000	0.0	425.6	0.0	0.0
122	2420.000	0.0	368.5	0.0	0.0
123	2440.000	0.0	400.4	0.0	0.0
124	2460.000	0.0	478.1	0.0	0.0
125	2480.000	0.0	480.7	0.0	0.0
126	2500.000	0.0	473.7	0.0	0.0
127	2520.000	0.0	417.8	0.0	0.0
128	2540.000	0.0	343.5	0.0	0.0
129	2560.000	1.1	235.9	0.0	0.0
130	2580.000	4.0	182.3	0.0	0.0
131	2600.000	8.5	150.1	0.0	0.0
132	2620.000	0.0	126.4	0.0	0.0
133	2640.000	0.3	90.6	0.0	0.0
134	2660.000	0.1	79.6	0.0	0.0
135	2680.000	0.2	134.3	0.0	0.0
136	2700.000	0.2	109.2	0.0	0.0
137	2720.000	0.0	125.1	0.0	0.0
138	2740.000	0.0	118.0	0.0	0.0
139	2760.000	485.7	123.6	0.0	0.0
140	2780.000	410.0	167.4	0.0	0.0
141	2800.000	380.9	129.7	0.0	0.0
142	2820.000	205.2	159.8	0.0	0.0
143	2840.000	115.5	159.1	0.0	0.0
144	2860.000	0.0	154.0	0.0	0.0
145	2880.000	0.0	121.9	0.0	0.0
146	2900.000	0.0	111.7	0.0	0.0
147	2920.000	5.6	63.9	0.0	0.0

148	2940.000	50.2	0.0	0.0	0.0
149	2960.000	78.3	0.0	0.0	0.0
150	2980.000	149.8	0.0	0.0	0.0
151	3000.000	188.0	0.0	0.0	0.0
152	3020.000	248.6	0.0	0.0	0.0
153	3040.000	305.6	0.0	0.0	0.0
154	3060.000	332.7	0.0	0.0	0.0
155	3080.000	324.7	0.0	0.0	0.0
156	3100.000	296.9	0.0	0.0	0.0
157	3120.000	215.5	0.0	0.0	0.0
158	3140.000	81.1	0.0	0.0	0.0
159	3160.000	14.5	20.7	0.0	0.0
160	3180.000	0.0	82.6	0.0	0.0
161	3200.000	0.0	115.0	0.0	0.0
162	3220.000	0.0	119.1	0.0	0.0
163	3240.000	0.0	113.7	0.0	0.0
164	3260.000	0.3	164.4	0.0	0.0
165	3280.000	1.3	1597.4	0.0	0.0
166	3300.000	3.0	1830.4	0.0	0.0
167	3320.000	17.3	1644.3	0.0	0.0
168	3340.000	21.0	1585.0	0.0	0.0
169	3360.000	31.6	1311.3	0.0	0.0
170	3380.000	24.5	406.9	0.0	0.0
171	3400.000	14.3	1007.8	0.0	0.0
172	3420.000	15.8	481.5	0.0	0.0
173	3440.000	0.0	957.0	0.0	0.0
174	3460.000	0.0	896.2	0.0	0.0
175	3480.000	0.0	761.6	0.0	0.0
176	3500.000	0.0	734.6	0.0	0.0
177	3520.000	0.0	733.5	0.0	0.0
178	3540.000	0.0	670.1	0.0	0.0
179	3560.000	0.0	980.9	0.0	0.0
180	3580.000	0.0	1086.7	0.0	0.0
181	3600.000	0.0	1221.4	0.0	0.0
182	3620.000	0.0	1270.3	0.0	0.0
183	3640.000	0.0	1120.7	0.0	0.0
184	3660.000	0.0	1122.5	0.0	0.0
185	3680.000	0.0	1178.2	0.0	0.0
186	3700.000	0.0	1312.1	0.0	0.0
187	3720.000	0.0	1465.7	0.0	0.0
188	3740.000	0.0	1441.0	0.0	0.0
189	3760.000	0.0	1278.7	0.0	0.0
190	3780.000	0.0	992.9	0.0	0.0
191	3800.000	0.0	728.5	0.0	0.0
192	3820.000	0.0	503.1	0.0	0.0
193	3840.000	0.0	277.1	0.0	0.0
194	3860.000	1.3	76.1	0.0	0.0
195	3880.000	50.0	1.2	0.0	0.0
196	3900.000	154.1	0.0	0.0	0.0
197	3920.000	197.3	0.0	0.0	0.0
198	3940.000	170.5	0.0	0.0	0.0
199	3960.000	124.6	0.0	0.0	0.0

200	3980.000	42.8	0.1	0.0	0.0
201	4000.000	2.4	82.8	0.0	0.0
202	4020.000	0.0	222.8	0.0	0.0
203	4040.000	0.0	366.7	0.0	0.0
204	4060.000	0.0	521.8	0.0	0.0
205	4080.000	0.0	666.8	0.0	0.0
206	4100.000	0.0	861.7	0.0	0.0
207	4120.000	582.2	403.7	0.0	0.0
208	4140.000	287.2	595.3	0.0	0.0
209	4160.000	147.4	608.3	0.0	0.0
210	4180.000	0.0	774.6	0.0	0.0
211	4200.000	0.0	857.0	0.0	0.0
212	4220.000	0.0	812.4	0.0	0.0
213	4240.000	0.0	786.6	0.0	0.0
214	4260.000	0.0	731.5	0.0	0.0
215	4280.000	0.0	680.8	0.0	0.0
216	4300.000	0.0	710.2	0.0	0.0
217	4320.000	0.0	685.6	0.0	0.0
218	4340.000	0.0	541.5	0.0	0.0
219	4360.000	0.0	371.3	0.0	0.0
220	4380.000	0.0	170.9	0.0	0.0
221	4400.000	1.9	120.2	0.0	0.0
222	4420.000	0.6	114.1	0.0	0.0
223	4440.000	0.0	107.1	0.0	0.0
224	4460.000	0.7	78.9	0.0	0.0
225	4480.000	0.0	86.9	0.0	0.0
226	4500.000	0.7	78.4	0.0	0.0
227	4520.000	4.1	57.8	0.0	0.0
228	4540.000	11.7	45.7	0.0	0.0
229	4560.000	22.8	40.0	0.0	0.0
230	4580.000	16.7	37.2	0.0	0.0
231	4600.000	20.0	36.9	0.0	0.0
232	4620.000	7.9	58.8	0.0	0.0
233	4640.000	12.6	46.7	0.0	0.0
234	4660.000	6.3	87.7	0.0	0.0
235	4680.000	0.6	125.0	0.0	0.0
236	4700.000	0.0	139.5	0.0	0.0
237	4720.000	5.3	63.7	0.0	0.0
238	4740.000	70.3	0.0	0.0	0.0
239	4760.000	208.1	0.0	0.0	0.0
240	4780.000	662.0	0.0	0.0	0.0
241	4800.000	1039.9	0.0	0.0	0.0
242	4820.000	1483.2	0.0	0.0	0.0
243	4840.000	2372.2	0.0	0.0	0.0
244	4860.000	3322.9	0.0	0.0	0.0
245	4880.000	2924.1	0.0	0.0	0.0
246	4900.000	2419.3	0.0	0.0	0.0
247	4920.000	1980.4	0.0	0.0	0.0
248	4940.000	1294.8	0.0	0.0	0.0
249	4960.000	1053.9	0.0	0.0	0.0
250	4980.000	822.9	0.0	0.0	0.0
251	5000.000	572.3	0.0	0.0	0.0

252	5020.000	374.8	0.0	0.0	0.0
253	5040.000	203.0	0.0	0.0	0.0
254	5060.000	35.1	2.6	0.0	0.0
255	5080.000	0.2	97.6	0.0	0.0
256	5100.000	0.0	249.3	0.0	0.0
257	5120.000	0.0	450.9	0.0	0.0
258	5140.000	0.0	318.9	0.0	0.0
259	5160.000	3.3	219.8	0.0	0.0
260	5180.000	31.7	163.7	0.0	0.0
261	5200.000	75.2	93.9	0.0	0.0
262	5220.000	113.3	61.6	0.0	0.0
263	5240.000	98.3	52.3	0.0	0.0
264	5260.000	116.8	59.3	0.0	0.0
265	5280.000	3.3	114.4	0.0	0.0
266	5300.000	0.0	242.8	0.0	0.0
267	5320.000	0.0	1338.6	0.0	0.0
268	5340.000	0.0	1064.9	0.0	0.0
269	5360.000	0.0	804.2	0.0	0.0
270	5380.000	0.0	555.1	0.0	0.0
271	5400.000	3.1	445.0	0.0	0.0
272	5420.000	20.1	356.0	0.0	0.0
273	5440.000	75.7	252.7	0.0	0.0
274	5460.000	0.0	451.4	0.0	0.0
275	5480.000	2.6	346.4	0.0	0.0
276	5500.000	16.3	213.3	0.0	0.0
277	5520.000	32.4	138.6	0.0	0.0
278	5540.000	76.0	56.4	0.0	0.0
279	5560.000	9.7	73.5	0.0	0.0
280	5580.000	11.4	54.2	0.0	0.0
281	5600.000	18.3	40.2	0.0	0.0
282	5620.000	28.7	38.9	0.0	0.0
283	5640.000	35.8	38.6	0.0	0.0
284	5660.000	44.2	60.0	0.0	0.0
285	5680.000	38.8	62.3	0.0	0.0
286	5700.000	67.0	66.0	0.0	0.0
287	5720.000	11.8	53.2	0.0	0.0
288	5729.792	0.0	24.4	0.0	0.0
		50573	61387	0	0

# GUIDE DES RENFORCEMENTS

## GRILLE DE DECISION POUR LE CHOIX DU TYPE DE RENFORCEMENT

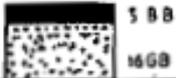
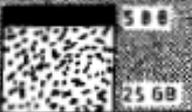
A : BON - B : MOYEN - C : MAUVAIS

	UNI			DEFLEXION			DEGRADATION		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	<b>ENTRETIEN</b>	◇			◇			◇	
<b>LEGER</b>	◇			◇				◇	
	◇				◇		◇		
		◇		◇			◇		
		◇		◇				◇	
<b>MOYEN</b>	◇				◇			◇	
	◇			◇					◇
		◇		◇					◇
		◇			◇		◇		
		◇			◇			◇	
			◇	◇				◇	
			◇		◇		◇		
	◇				◇				◇
<b>LOURD</b>			◇		◇				◇
			◇		◇			◇	
		◇			◇				◇
			◇			◇		◇	
			◇			◇	◇		
		◇				◇		◇	
<b>TRES LOURD</b>		◇				◇			◇
			◇			◇			◇

# TECHNIQUE DE RENFORCEMENT

BASE: GRAVE BITUME (GB)

REVETEMENT: BETON BITUMINEUX (BB)

Type de Renforcement Classes de trafic	léger	moyen	lourd	très lourd
T 3	 5 BB 12 GB	 5 BB 16 GB	 5 BB 20 GB	 5 BB 25 GB
T 4	 5 BB 16 GB	 5 BB 20 GB	 5 BB 25 GB	 5 BB 30 GB
T 5	 5 BB 16 GB	 5 BB 20 GB	 5 BB 25 GB	 5 BB 30 GB