

République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Kasdi Merbah Ouargla

Faculté Des Sciences Appliquées

Département de : Génie Civil Et Hydraulique



C:.....

R:.....

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de
Master, Filière :**

Spécialité : voie et ouvrage d'art

Thème

**«Etude EN APD de dédoublement de la RN 49 avec
conception carrefour a Ouargla».**

Présenté par :

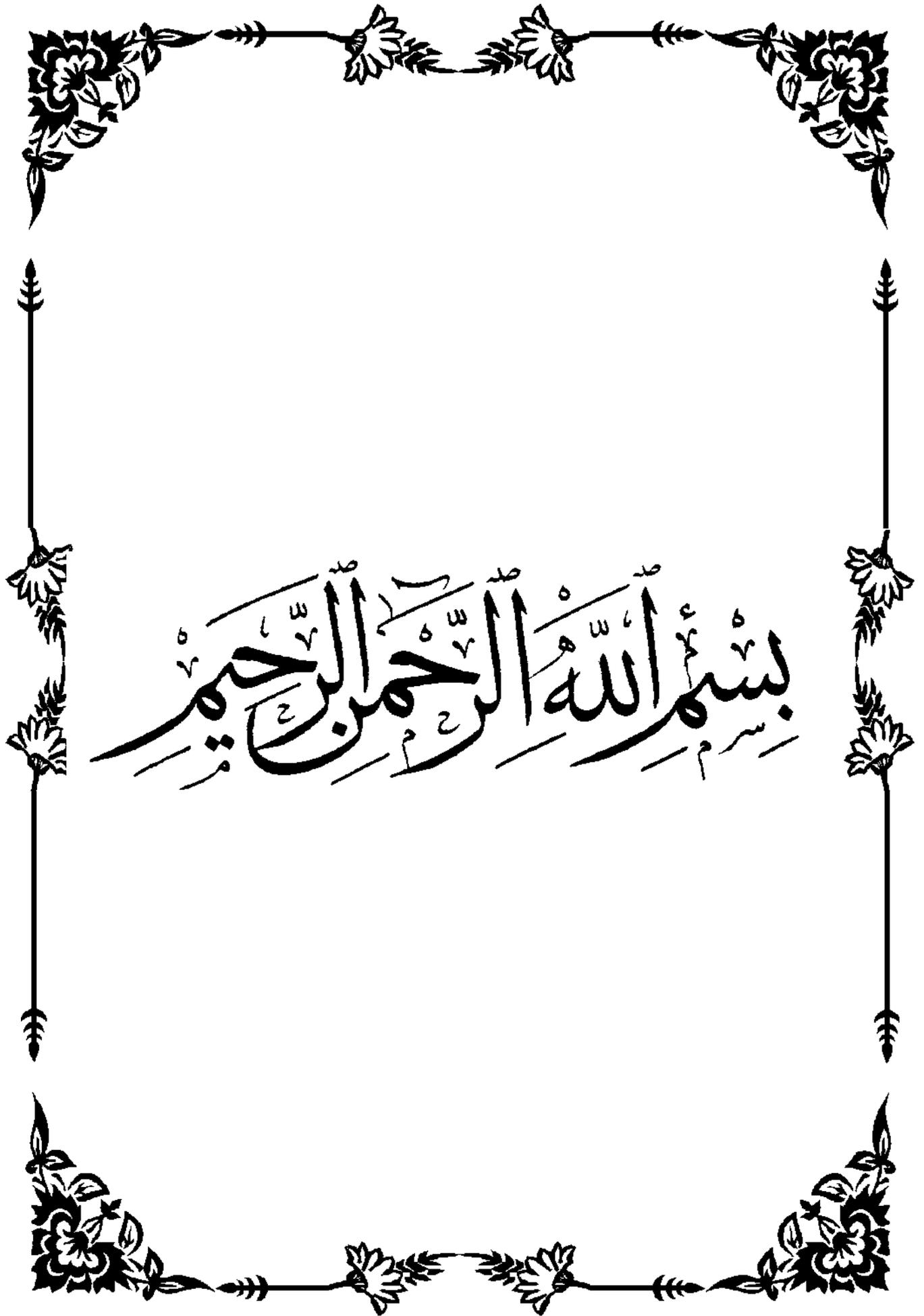
❖ **MECHRI Nouredine**

❖ **TELLI Zineb**

Soumis au jury composé de :

TALMATKADI Fatiha	Grade M A A	UNIV- OUARGLA	Examinatrice
HACHANI Brahim	Grade M C B	UNIV- OUARGLA	Président
BEN CHIKH Mohammed Laid	Grade M A A	UNIV- OUARGLA	Encadreur
BETATA issa'a	Grade M C B	UNIV- OUARGLA	Co-Encadreur

Année Universitaire: 2020 / 2021



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



REMERCIEMENT

*Avant tout louange à ALLAH qui m'a donné
le courage, la détermination,
la volonté et la persévérance d'aller jusqu'au bout.*

*Nous remercions notre encadreur Mr **Ben Cheikh
Mohamed Laid** pour la sollicitude avec laquelle il a suivi
et guidé ce travail.*

*Mes remerciements vont également :
A tous mes enseignants qui ont contribué à mon formation,
ainsi que tous les personnels de l'université.*

*A toute ma promotion pour tous les
bons moments qu'on a passés ensemble.*

Résumé :

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier la conception des carrefours. Ce projet présente une étude détaillée d'un élargissement de la route nationale RN 49 à Ouargla sur un tronçon de 11 Km.

Ce travail consiste à maintenir au maximum la chaussée existante et la dédoubler avec un TPC, de dimensionner le corps de la chaussée du tronçon neuf et de procéder au renforcement de la route existante compte tenu des réseaux d'assainissement existants et faire une conception de carrefour giratoire.

Dans notre étude nous avons utilisé les logiciels PISTE, COVADIS pour la réalisation des profils en long et en travers sur la base du levé topographique

Mot clé :

RN 49 ; un TPC ; carrefour ; APD

ملخص :

يقع مشروع نهاية الدراسة لدينا في مجال البنية التحتية للنقل ، وعلى وجه الخصوص تصميم مفترق الطرق. يقدم هذا المشروع دراسة تفصيلية لتوسيع الطريق الوطني RN 49 في ورقلة على جزء من 11 كم. وتحديد أبعاد TPC يتكون هذا العمل من صيانة أكبر قدر ممكن من الطريق الحالي والمقسّم باستخدام جسم الطريق الجديد والمضي قدماً في تعزيز الطريق الحالي مع مراعاة شبكات الصرف الصحي الحالية وتصميم دوار في دراستنا ، استخدمنا برنامج PISTE و COVADIS لإنتاج ملفات تعريف طولية وعرضية بناءً على المسح الطبوغرافي.

Mots clé :

تصميم مفترق الطرق TPC.APD .RN 49

Abstract:

Our end-of-study Project falls within the Field of transport infrastructure, and in particular crossroads design. This Project presents a detailed study of a widening of the national road RN 49 in Ouargla over a section of 11 km.

This work consists of maintaining as much as possible the existing and split roadway with a TPC and dimensioning the body of the new roadway and proceeding to reinforce the existing road taking into account existing sanitation networks and designing a roundabout

In our study, we used PISTE and COVADIS software to produce longitudinal and transverse profiles based on the topographic survey.

Mot clé:

TPC; crossroads design; RN 49; APD

Listes des tableaux

Tableau N° 1: Coefficient d'équivalence « P » (source B40)	11
Tableau N° 2: Coefficient « K1 » (source B40)	12
Tableau N° 3: Coefficient « K2 » (source B40)	12
Tableau N° 4: Capacité théorique « Cth »	12
Tableau N° 5: Les calculs sont représentés dans le tableau suivant	13
Tableau N° 6: paramètres du tracé en plan.	19
Tableau N° 7 Les données de l'axe à calculer	21
Tableau N° 8: Calcul des gisements.....	22
Tableau N° 9 Variation de la pente maximale en fonction de la vitesse de base	25
Tableau 10 : Le rayon de raccordement.....	26
Tableau 11 : Raccordements concaves.....	26
Tableau 12 : résultats de calcul.....	28
Tableau N° 13 Coefficients d'équivalence	48
Tableau 14 : performances mécaniques des matériaux bitumineux.....	50
Tableau 15 : coefficient d'équivalente des différents matériaux.....	51
Tableau 16 : La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves... ..	51
Tableau 17: le catalogue on a la classification des réseaux principaux	51
Tableau 18 : Classe TPLi pour RP1	52
Tableau 19 : Le tableau regroupe les classes de portance des sols..	52

Tableau 20 : valeurs des modules indiqués.....	53
Tableau 21 : choix des températures équivalentes.....	53
Tableau 22 : Le catalogue de structure préconise.....	53
Tableau 23 : Résultats de calcul par Alize III.....	54
Tableau 24: Résultats de la simulation.....	54
Tableau 25 Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie.....	66
Tableau N° 26 caractéristiques des lignes discontinues.....	71
Tableau 27 : Devis quantitatif et estimatif.....	77

List des Figures :

Figure N° 1 Carte de situation géographique ville de Ouargla la commune de la wilaya de Ouargla.....	4
Figure N° 2: RN 49 sur 11 Km avec conception de deux carrefours à Ouargla	7
Figure N° 3 : L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercles.....	15
Figure N° 4 Raccordement entre deux alignements	20
Figure N° 5 : Raccordements concaves.....	26
Figure N° 6 schéma illustratif d'un rayon CONVEXES	27
Figure N° 7 Les éléments du profil en travers	30
Figure N° 8 : Types de profils en travers.....	33
Figure N° 9: Coupe type d'une chaussée souple.....	45
Figure N° 10 : Schéma récapitulatif.....	46

Figure 11 :6BB + 15GB +20 GNT + Sol Support.....	51
Figure 12 : Choix de dimensionnement.....	54
Figure 13 : Résultats de la simulation.....	55
Figure 14 : la structure la plus utilisée en Algérie.....	56
Figure N° 15 Les sections des profils en travers d'un tracé donné.....	59
Figure N° 16 Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné.....	59
Figure 17 : Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie.....	66
Figure 18 : Intersection de (décharge publics et el ksar).....	67
Figure 19 : Intersection de (Saïd Otba)	68
Figure 20 : Les flèches de sélection.....	72
Figure N° 21 : Type de modulation.....	72
Figure 22 : Les différents types de panneaux de signalisation.....	74
Figure 23 : Les signaux routiers qui sont utilisés pour LE CARREFOUR.....	75

SOMMAIRE

Sommaire	
REMERCIEMENT	2
INTRODUCTION GENERALE	2
Chapitre I :Présentation du Projet	
PRESENTATION DU PROJET	4
I. Généralités sur la wilaya d’Ouargla :	4
1. Situation géographique.....	4
2. Ressources Naturelles	5
3. Géologie	5
4. Leshydrocarbures.....	5
5. Secteur agricole	5
6. Le climat :	6
II. Description du projet :	6
III. Objectif du projet :	6
Chapitre II : Etude du Trafic	
1. Introduction	9
2. Calcul De Capacité :	9
2.1 Définition de la capacité :.....	9
2.2 La procédure de détermination de nombre de voies :	9
3. Application du projet :	10
3.1 LES DONNÉES DE TRAFIC :	10
3.2 PROJECTION FUTURE DU TRAFIC :	10
3.3 CALCUL DU TRAFIC EFFECTIF :.....	11
3.4DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMALE :	11
3.5 DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE :	12
3.6 Calcul de L’année de Saturation De 1 Voies:	13
Chapitre III : Trace En Plan	
TRACE EN PLAN	15
1. Introduction	15
2. Règles A Respecté Il Faut :	15
3.Les éléments de la trace en plan :	15
3.a) Les alignements :.....	15
3.b) Arc de cercle :	16
4.La vitesse de référence (de base) :	18
5.Paramètres fondamentaux :	19
6.Calcul d’axe :	20
7. Exemple de calcul manuel d’axe de la trace en plan	20
Chapitre IV : Profil En Long	
1. Introduction :	24
2.Règles à respecter dans le tracé du profil en long :	24
3.Déclivité:	24
3.1. DéclivitéMinimum:	24
3.2.Déclivité Maximum :	25
4. Rayon verticaux deprofil en long :	25
4.1Raccordements convexes (angle saillant) :	25
4.2 Raccordements concaves (angle rentrant) :.....	26
5.Exemple decalculmanuelled’unrayon vertical:	27
Chapitre V : Profil en Travers	
1. Définition :	30

SOMMAIRE

2. Les éléments du profil en travers :	30
3. Classification de profil en travers :	31
3.1 Le profil en travers courant :	31
3.2 Le profil en travers type :	31
4. Types de profils en travers	32
5. conclusion :	33
Chapitre VI : Géotechnique	
1. Géologie	35
1.1 Introduction:	35
1.2 L'utilité des études géologiques:	35
2. Hydrologie	35
3. Etude géotechnique	36
3.1 Introduction :	36
3.2 Objectifs :	36
3.3 Réglementation Algérienne En Géotechnique :	36
3.4 Les Moyens De Reconnaissance :	37
3.5 Les différents essais en laboratoire :	37
3.5.1 Les essais d'identification :	37
3.5.2 Les essais mécaniques :	38
4. Les essais d'identification :	38
4.1 Masse volumique et teneur en eau:	38
4.2 Analyses granulométriques :	38
4.3 Limites d'Atterberg :	39
5. Les essais mécaniques :	39
5.1 Essai PROCTOR :	39
5.2 Essai C.B.R (California Bearing Ratio):	40
5.3 Essai Los Angeles :	40
5.4 Essai Micro Deval :	41
Chapitre VII : Dimensionnement du Corps de Chaussée	
1. Introduction :	43
2. La chaussée :	43
2.a) Définition :	43
2.b) Les différents types de chaussée :	43
3.a) Trafic :	47
3.b) Environnement :	47
3.c) Le Sol Support :	47
3.d) Matériaux :	47
4. Les principales méthodes de dimensionnement :	47
4.a) Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):	48
4.b) Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :	48
5. Application au projet :	49
5.a) Calcul de la déformation admissible sur le sol support :	49
5.b) Méthode C.B.R :	50
5.c) La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :	51
6. Choix du corps de chaussée optimum :	55
Chapitre VIII : Cubature	
1. Généralités	58
2. Les méthodes du calcul	58
3. Description de la méthode	58
4. Exemple d'application	59

SOMMAIRE

5. Calcul des cubatures de projet.....	59
--	----

Chapitre IX : Carrefours

1. INTRODUCTION :	61
2. TYPES DES CARREFOURS URBAINS :	61
2.1-Carrefour en T (type T) :	61
2.2-Carrefour en Y (type (Y)) :	61
2.3-Carrefour en croix :	61
2.4-Carrefour giratoire ou rond-point :	61
3- DONNÉES À PRENDRE EN CONSIDÉRATION :	62
4- PRINCIPES FONDAMENTAUX DE CONCEPTION :	62
5- TYPE D'AMENAGEMENT DES CARREFOURS GIRATOIRES :	63
5.1-Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire :	63
5.2-Principaux critères de choix:.....	64
6-CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE CARREFOUR GIRATOIRE :	65
6-1-Forme et dimension de l'îlot central :	65
7-APPLICATION AU PROJET :	67
7.1-Géométrie de l'entrée :	67
7.2-Géométrie de sortie :	67

Chapitre X : Signalisation

1. INTRODUCTION:.....	70
2 .DISPOSITIF DE RETENUE :	70
3. SIGNALISATION:.....	70
4 .LES TYPES DE SIGNALISATION :	70
*4.a)Signalisations horizontales.....	71
4.a.i)Lignes longitudinales :.....	71
4. a.ii) Lignes transversales.....	71
4.b) Signalisations verticales :.....	73
4.b.i) Signalisation avancée :	73
4.b.ii) Signalisation de position :	73
4.b.iii) Signalisation de direction :	73
5. APPLICATION AU PROJET :	73
Devis Quantitatif Et Estimatif	76
Total général	77
Conclusion Générale	79
Bibliographie.....	81
Annexe	82

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'adaptation des infrastructures routières à l'évolution des trafics quant à l'amélioration de leurs niveaux de services a revêtu depuis les dernières décennies, un caractère prioritaire dans les opérations engagées visant à moderniser le réseau national existant. La route nationale n°49, a bénéficié au niveau de la Wilaya de Ouargla de plusieurs actions de modernisation progressive et de dédoublement sur de centaines de Kilomètres .Ceci, a eu des effets palpables quant à la réduction du nombre d'accidents routiers, auparavant qualifié de persistants.

Dans ce contexte, et avant d'aborder le vif du sujet, notre mémoire de fin d'étude a présenté l'aspect terminologique d'une route et les règles techniques appliquées dans la conception du projet

Ainsi notre mémoire de fin d'études portera sur l'avant-projet définitif (APD) du dédoublement de la RN 49 qui s'étalera sur une longueur de 11 km avec des carrefours. Le travail est structuré autour de cinq parties essentielles réparties comme suit :

1. En premier lieu, nous allons faire une présentation du projet,
2. Nous étudierons ensuite le trafic,
3. Nous enchaînerons par l'étude du tracé en plan, profil en long et profils en travers sur la base du levé topographique du terrain et moyennant l'usage des logiciels PISTE, COVADIS.
4. Nous procéderons par la suite au dimensionnement du corps de chaussée et le calcul des cubatures
5. Nous étudierons à la fin l'intégration des carrefours et la signalisation

Chapitre I :Présentation du Projet

- 1. Généralités sur la wilaya de Ouargla**
- 2. Description du projet**
- 3. Objectifs du projet**

PRESENTATION DU PROJET

I. Généralités sur la wilaya d'Ouargla :

1. Situation géographique

La wilaya d'Ouargla se situe au Sud-est du pays à une distance de 820 km de la capitale, elle occupe une superficie de 211980 km² avec une population qui avoisine 633967 habitants soit une densité de **20** habitants par km² en **2020**.

Sur le plan administratif, la wilaya comporte 05 daïras et 08 communes, elle est limitée administrativement par :

- Au nord : par les wilayas de Djelfa et d'El oued
- A l'Est : par la Tunisie
- Au sud : par les wilayas de Tamanrasset et d'Illizi
- A l'Ouest : par la wilaya de Ghardaïa.

Le relief de la wilaya est un sous ensemble de composants géographiques composé par : le grand erg oriental, la hamada, les vallées, les plaines et les dépressions.

La wilaya d'Ouargla est caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite et des températures élevées, notamment en été.

La longueur de sa frontière avec la Tunisie est de 300 Km environ.



Figure N° 1 Carte de situation géographique ville de Ouargla la commune de la wilaya de Ouargla

2. Ressources Naturelles

Les terres agricoles : Le potentiel en sol est important et les superficies exploitées dans le cadre de la mise en valeur sont de l'ordre de 60.000 ha.

Ce potentiel est localisé en grande partie au Nord-ouest de la Wilaya (Ouargla-El Hadjira-Dzioua), dans la vallée d'Oued Righ et enfin sur l'axe Hassi Messaoud-GassiTouil.

Les ressources hydriques : Elles sont représentées par les eaux souterraines de quatre grandes nappes aquifères de l'albienne.

La profondeur des différentes nappes varie entre 100 et 1800 m, ce qui nécessite d'importants investissements pour leur exploitation.

Le pétrole et l'énergie : Les principales ressources énergétiques du pays se trouvent dans le sous-sol de la Wilaya de Ouargla dans la région de Hassi Messaoud où l'exploitation a commencé en 1956. Depuis de nouvelles découvertes ont été faites dans les bassins de GassiTouil, Berkaoui et Ghourd El Baguel.

3. Géologie

La Wilaya de Ouargla est située dans l'immense bassin saharien, caractérisé par la prédominance de dépôts plio-quadernaires, des affleurements éocènes et crétacés se rencontrent néanmoins à l'Est. Elle se trouve dans une région très peu accidentée, tectoniquement stable.

Du point de vue lithologique et pétrographique, on rencontre dans les affleurements, à travers le territoire de la Wilaya, des alluvions actuelles, des sebkhas et croûtes gypso salines, des sables éoliens mobiles, des regs.

4. Les hydrocarbures :

Les hydrocarbures constituent un patrimoine national stratégique et obéit à des dispositions de gestion spécifique.

Ce secteur fait appel à beaucoup de prestataires de services.

- Réalisation de plates formes de forage
- Travaux de services aux puits
- Aménagement de bases de vie
- Hébergement et restauration
- Travaux de terrassement et d'aménagement
- Transport et autres services

5. Secteur agricole

- : Le potentiel en sol est important et les superficies exploitées dans le cadre de la mise en valeur sont de l'ordre de 60.000 ha.

Ce potentiel est localisé en grande partie au Nord-ouest de la Wilaya (Ouargla-El Hadjira-Dzioua), dans la vallée d'Oued Righ et enfin sur l'axe Hassi Messaoud-GassiTouil.

6. Le climat :

La wilaya de Ouargla est caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite, des températures élevées, une forte évaporation et par une faiblesse de la vie biologique de l'écosystème.

Les températures moyennes mensuelles enregistrées au mois le plus chaud (juillet) sont de 48° C à Touggourt et de 50° C à Hassi Messaoud. Alors que celles du mois le plus froid (janvier) sont de 10,8° C à Touggourt et de 9,7° C à Ouargla.

Les précipitations sont rares et irrégulières et varient entre 1 mm et 180 mm par année exceptionnelle. Les précipitations moyennes annuelles sont de 77 mm/an à Touggourt et de 48.8 mm/an à Ouargla.

Le Sirocco (vent chaud et sec) peut être observé à toute époque de l'année. L'humidité relative enregistre des taux tournant de 23 à 77 %. Alors que l'évaporation est très importante (513m m à Ouargla et 420 mm à Hassi Messaoud).

II. Description du projet :

Le projet en étude prend son départ du **CW 206 pk 0+00 et RN 49 ou pk 159+500** point démarrage et **CW 206 pk 11+000 et RN 49 pk 177** fin de projet sur un linéaire de 11 km à wilaya de **Ouargla Evitement Nord** .

L'étude traite un **Etude en APD de dédoublement de RN 49 sur 11 Km avec conception de deux carrefours à Ouargla (l'évitement de la willaya)** qui est implanté dans un environnement plat.

La projection de la première partie se développe dans un relief peu plat.

III. Objectif du projet :

Projet à pour but :

- L'amélioration de la sécurité et le confort de l'utilisateur.
- Réduire des temps de parcours.
- L'activité des zones agricoles.
- Relie directement les routes nationales **RN 49 et RN 56 et CW 202 ET CW 206 ET CW 204**.
- Réduire le nombre d'accidents
- créer des nouvelles zones agricoles.

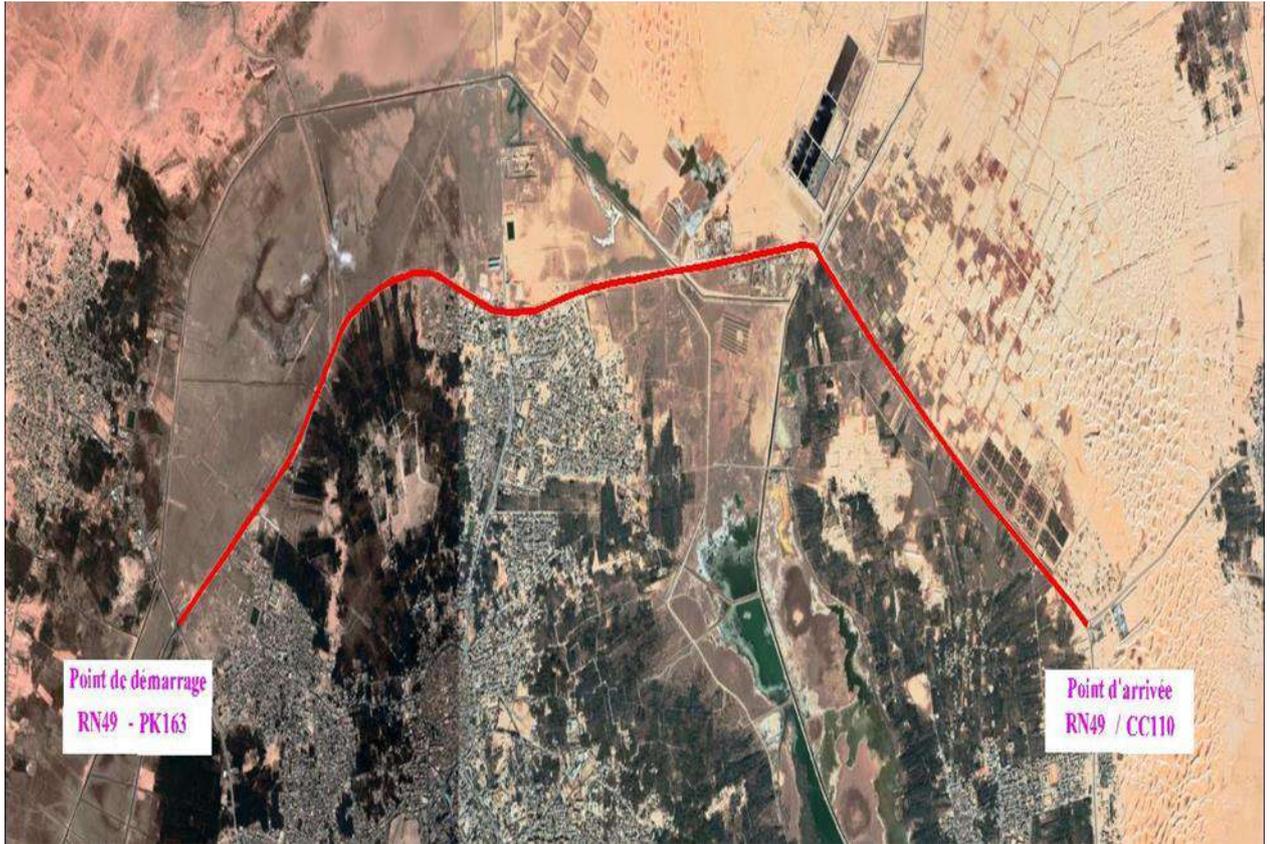


Figure N° 2: RN 49 sur 11 Km avec conception de deux carrefours à Ouargla

Chapitre II : Etude du Trafic

1. Introduction

2. Calcul de la capacité

3. Application du projet

4. Conclusion

ETUDE DU TRAFIC

1. Introduction

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

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers. Cette conception repose, sur une partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

- ✓ Apprécier la valeur économique des projets.
- ✓ Estimer les coûts d'entretiens.
- ✓ Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

2. Calcul De Capacité :

2.1 Définition de la capacité :

La capacité d'une route est le nombre maximal de véhicules qu'on est droit de s'attendre à voir circuler dans une section donnée, dans une direction donnée et pendant une période de temps définie.

Elle est fonction du nombre de voies de circulation, de la largeur de ces voies, du dégagement latéral, de la pente, du pourcentage de camions et d'autobus, de la visibilité et du contrôle des accès.

2.2 La procédure de détermination de nombre de voies :

Le choix de nombre de voies résulte de la comparaison entre l'offre et

La demande ,c'est à dire ,le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.

Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

• Calcul de TJMA horizon :

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

$$T_n = T_0 (1 + t)^n$$

T_n :le trafic à l'année horizon

T_0 : le trafic à l'année de référence

t :taux d'accroissement du trafic (%).

n :nombres d'années.

• Calcule des trafics effectifs :

Le trafic effectif donné par la relation: $T_{eff} = [(1 - Z) + PZ]. T_n$

- ✓ T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (uvp/jour).
- ✓ Z : pourcentage du poids lourd
- ✓ P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds
- ✓ T_n : le trafic à l'année horizon
- **Débit horaire admissible :**

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

$$Q_{\text{adm}} (\text{UVp/h}) = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{TH}}$$

- ✓ K_1 : coefficient lié à l'environnement.
- ✓ K_2 : coefficient de réduction de capacité.
- ✓ C_{TH} : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.
- **Calcul de nombre de voies :**

⇒ **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :** On compare Q à Q_{adm} et on prend le profil permettant d'avoir $Q < Q_{\text{adm}}$

⇒ **Cas d'une chaussée unidirectionnelle :**

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

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

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3

Q_{adm} : débit admissible par voie

3. Application du projet :

3.1 LES DONNÉES DE TRAFIC :

En se basant sur les données de trafic effectuées par le service concerné de la DTP d'Ouargla, pour la région concernée, les données sont les suivantes :

- ✚ Le trafic à l'année 2020 $TJMA_{2018} = 8374 \text{ v/J}$
- ✚ La mise en service est prévue pour l'année **2021**.
- ✚ La durée de vie est de **20 ans**.
- ✚ Pourcentage du poids lourd : **p=21%**.
- ✚ Le Taux de croissance du trafic: **4%**.
- ✚ E1 - C1
- ✚ La vitesse de base sur le tracé **$V_B = 80 \text{ km/h}$**

3.2 PROJECTION FUTURE DU TRAFIC :

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

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

- ✓ $TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.
- ✓ $TJMA_0$: le trafic à l'année de référence (**origine 2018**).
- ✓ n : nombre d'années.
- ✓ τ_i : taux d'accroissement du trafic (%).

• Calcul du trafic journalier moyen annuel à l'année horizon :

$$TJMA_{2021} = TJMA_{2020} (1+\tau)^1 = 8374 (1+0.04)^1 \approx 8708 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2021} = 8708 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2040} = TJMA_{2021} (1+\tau)^{20} = 8708(1+0.04)^{20} \approx 19080 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2040} = 19080 \text{ v/j.}$$

3.3 CALCUL DU TRAFIC EFFECTIF :

Le trafic effectif est donné par la relation suivante : $T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + Z.P] TJMA_h$

⇒ T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (uvp/jour).

⇒ Z : pourcentage du poids lourd $Z = 21\%$

⇒ P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds

Tableau N° 1: Coefficient d'équivalence « P » (source B40)

Environnement	E1	E2	E3
Routes à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
routes étroites	3-6	6-12	16-24

Pour notre projet l'environnement est E_1 . Donc d'après le tableau du coefficient d'équivalence, on a $P=3$

$$T_{\text{eff}2040} = [(1 - Z) + Z.P] TJMA_{2040}$$

$$T_{\text{eff}2040} = [(1 - 0.21) + 0.21 \times 3] \times 19080 \approx 27093 \text{ uvp/j}$$

$$T_{\text{eff}2040} = 27093 \text{ uvp/j}$$

3.4 DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMALE :

La formule qui donne le débit de pointe horaire normale est : $Q = \frac{1}{n} \cdot T_{\text{eff}}$

✓ Q : débit de pointe horaire.

✓ n : nombre d'heure, (en général $n=8$ heures), donc : $\frac{1}{n} = 0.12$

✓ T_{eff} : trafic effectif.

❖ D'où le débit prévisible à la 20^{ème} année :

$$Q_{\text{prévisible}2038} = 0.12 \times T_{\text{eff}2038}$$

$$Q_{\text{prévisible}2040} = 0.12 \times 27093 \approx 3251 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{\text{prévisible}2040} = 3251 \text{ uvp/h.}$$

Ce débit prévisible doit être inférieur au débit maximal que notre route peut offrir, c'est le débit admissible. $Q < Q_{\text{adm}}$

3.5 DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE :

La formule qui donne le Débit Horaire Admissible est : **$Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$**

Avec :

- ✓ **K_1, K_2** : coefficients correcteur.
- ✓ **C_{th}** : capacité théorique.

Tableau N° 2: Coefficient « K1 » (source B40)

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

Pour notre projet l'environnement est E₁, donc **$K_1=0.7$**

Tableau N° 3: Coefficient « K2 » (source B40)

Environnement	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Pour notre projet (E₁, C₁), donc **$K_2=1$**

$Q < Q_{adm}$ Alors $Q < K_1 \times K_2 \times C_t$

$C_{th} > Q / K_1 \times K_2$

$C_{th} > 3251 / (0.75 \times 1) \approx 2167 \text{ uvp/h} \Rightarrow$

$C_{th} > 2167 \text{ uvp/h}$

Tableau N° 4: Capacité théorique « Cth »

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

$C_{th} \geq 2167 \text{ uvp/h}$ D'après le tableau des capacités B40, on trouve :

$C_{th} = 1800$ (d'après le B40 pour E₁, C₁ et pour une chaussée à 2 voies).

$Q_{adm} = 0,75 \times 1 \times 1800 = 1350 \text{ uvp/h}$

Donc on est besoin de réaliser une route de deux voies de 3,5m de largeur

$$N = 2/3 \times \frac{Q}{Q_{adm}} = 2/3 \left(\frac{2167}{1350} \right) = 1.60 \approx 2$$

N = 2 voie /sens

3.6 Calcul de L'année de Saturation De 1 Voies:

:Teff = [(1 - Z) + PZ]. Tn

Tn:le trafic à l'année horizon

Teff(2021) = [(1 - 0.21) + 3×0.21]TJMA₂₀₂₀

Teff(2021) = 12365 uvp/j.

Q₂₀₂₁ = 0, 12 × 12365 = 1483 uvp/h.

Donc : **Q₂₀₂₁ = 1483 uvp/h**

Q_{saturation} = Q_{adm}

Q_{saturation} = 3251 uvp/h.

Q_{saturation} = (1 + τ)ⁿ × Q₂₀₂₁

$$n = \frac{\ln(Q_{saturation} / Q_{2021})}{\ln(1 + \tau)}$$

n = $\frac{\ln(\frac{3249}{1483})}{\ln(1 + 0.04)}$ = 20.01 ≈ 20 ans Donc : **n = 20 ans**

D'où notre route sera saturée 20ans après la mise en service donc l'année de saturation est : Année 2040

Tableau N° 5: Les calculs sont représentés dans le tableau suivant

TJMA ₂₀₁₉ (V/J)	TJMA ₂₀₃₈ (V/J)	TEFF ₂₀₃₈ (UVP/J)	Q ₂₀₃₈ (UVP/H)	N
8708	19080	27093	3251	1/sens

✓ **Conclusion**

D'après le calcul de capacité de la route, on constate que son profil en travers est de:

- Chaussée de 2 voies par sens (1 × 3.50 m) Donc **bidirectionnelle**
- Accotement **2m**

Chapitre III : Trace En Plan

- 1. Introduction**
- 2. Les éléments de la trace en plan**
- 3. Règles à respecter**
- 4. La vitesse de référence (de base)**
- 5. Paramètres fondamentaux**
- 6. Calcul d'axe**
- 7. Exemple de calcul manuel d'axe de la trace en plan**

TRACE EN PLAN**1. Introduction**

Dans sa définition, le tracé en plan représente la projection verticale sur un plan horizontal de la route, les éléments géométriques du tracé en plan sont les alignements droits, les arcs de courbes de cercles et les courbures de raccordement progressif.

2. Règles A Respecté Il Faut :

- ✓ respecter les normes du **B40** si possible.
- ✓ utiliser les grands rayons si l'état du terrain le permet.
- ✓ Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible
- ✓ avoir la maximum d'adoption au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- ✓ éviter les dunes de sables
- ✓ Eviter au maximum les propriétés privées

3. Les éléments de la trace en plan :

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

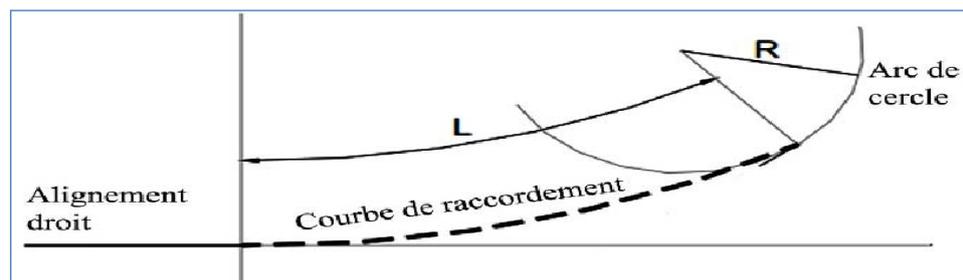


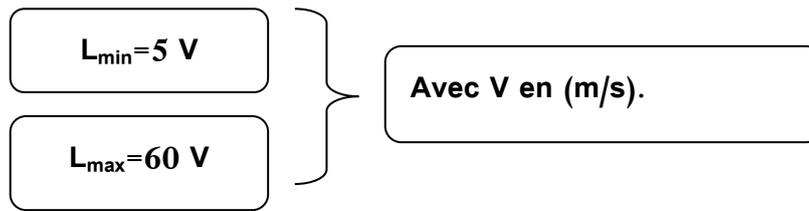
Figure 3 : L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercles

3.a) Les alignements :

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

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

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



3.b) Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

i. Stabilité en courbe :

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

ii. Rayon horizontal minimal absolu :

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

Ainsi pour chaque V_r on couple (R, d).

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

définit une série de

iii. Rayon minimal normal :

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

iv. Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$.

v. Rayon minimal non déversé :

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

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

min qui permet déversé (RHnd).

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

Pour les catégories 1-2

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

Pour les catégories 3-4-5

Avec : $f' = 0.07$ cat 3
 $f' = 0.075$ cat 4-5

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

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

-Si RHm < R < RHN :

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

-Si RHN < R < RHd :

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

- ✓ Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal d_{\min} .
- ✓ Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

- ✓ Un rayon R_{Hm} doit être encadré par des R_{Hn} .

Remarque :

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

3.C) LES RACCORDEMENT 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.**

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

- ✓ **Condition de confort optique.**
- ✓ **Condition de confort dynamique.**
- ✓ **Condition de gauchissement.**

On note qu'on n'a pas besoin des raccordements progressifs
(clothoïdes) dans notre tracé linéaire.

4.La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence (V_B) c'est le paramètre qui permet de déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'aménagement des points singuliers Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief, etc...).

Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ✓ Type de route.
- ✓ Importance et genre de trafic.
- ✓ Topographie.

- ✓ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

✚ Vitesse de projet:

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

On entend par conditions normales:

- ✓ Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace;
- ✓ Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible;

Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonne conditions normales.

5.Paramètres fondamentaux :

Notre projet s'agit d'une route de catégorie **C1**, dans un environnement **E1**, avec une vitesse de base $V_B = 80 \text{ km/h}$.

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

Tableau N° 6:paramètres du tracé en plan.

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Vitesse	V_B	80	km/h
Longueur minimale	L_{min}	111	m
Longueur maximale	L_{max}	1333	m
Devers minimal	d_{min}	2.5	%
Devers maximal	d_{max}	7	%
Temps de perception réaction	t_1	2	S
Frottement longitudinal	f_L	0.39	
Frottement transversal	f_t	0.13	
Distance de freinage	d_0	65	m
Distance d'arrêt	d_1	109	m
Distance de visibilité de dépassement minimale	d_m	320	m
	d_N	480	m
Distance de visibilité de dépassement normale	d_{Md}	200	m
	RH_m	250 (7	m
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	RH_N	%)	m
	RH_d	450 (5	m
	RH_{nd}	%)	m
	RH_N	1000 (2.5	
	RH_d	%)	
	RH_{nd}	1400 (-	
		2.5 %)	

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

❖ **Les rayons :**

Tous les rayons $> RH_{nd} \Rightarrow$ devers = 2.5

❖ les alignements (max et min) :

$$-L_{\max}=1333.33\text{m} < L_{\max}(\text{B40}) =1333 \text{ m}$$

$$-L_{\min} = 111.111\text{m} > L_{\min}(\text{B40}) =111 \text{ m}$$

6. Calcul d'axe :

Le calcul d'axe est l'opération de base par laquelle toute étude d'un projet routier doit commencer, elle consiste au calcul d'axe point par point du début du tronçon à sa fin.

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 fait à partir d'un point fixe dont on connaît ces coordonnées ; et il doit suivre les étapes suivantes :

- ✓ Calcul des gisements.
- ✓ Calcul de l'angle γ entre les alignements.
- ✓ Calcul de la tangente T.
- ✓ Calcul de l'arc en cercle.
- ✓ Calcul de des coordonnées de points particuliers.

7. Exemple de calcul manuel d'axe de la trace en plan

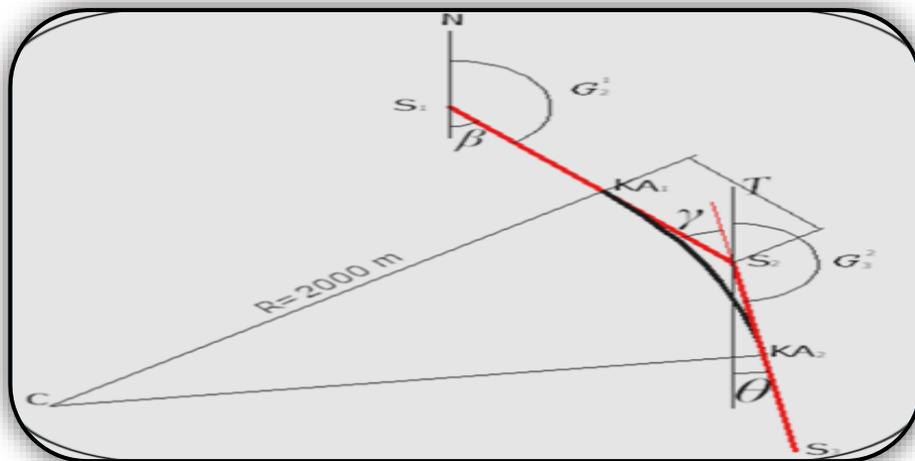


Figure N° 4 Raccordement entre deux alignements

✓ Les points du tracé en plan

Tableau N° 7 Les données de l'axe à calculer

Sommets	X(m)	Y(m)	R(m)	V _B (km/h)
S ₁ (x,y)	15 283.856	17 594.153	100000	80
S ₂ (x,y)	15 289.109	17 643.876		
S ₃ (x,y)	15 294.363	17 693.599		

Pour notre projet :

R=100000 m > 1400(RHND) ⇒ d = -2.5% donc le calcul se fait pour un rayon sans clothoïde.

✓ Calcul des gisements :

$$\bullet \begin{cases} |\Delta x_{12}| = |x_{P_2} - x_{P_1}| = 5.253\text{m} \\ |\Delta y_{12}| = |y_{P_2} - y_{P_1}| = 49.723\text{m} \end{cases}$$

$$a = \text{Arctg} \left(\frac{|\Delta y_{12}|}{|\Delta x_{12}|} \right) = 83.97 \text{ grade (1 ère cadran)}$$

$$\color{red}{\oplus} \quad G_{P_1}^{P_2} = a = 83.97 \text{ grade}$$

$$\bullet \begin{cases} |\Delta x_{23}| = |x_{P_3} - x_{P_2}| = 5.254\text{m} \\ |\Delta y_{23}| = |y_{P_3} - y_{P_2}| = 49.723\text{m} \end{cases}$$

$$a = \text{Arctg} \left(\frac{|\Delta y_{23}|}{|\Delta x_{23}|} \right) = 83.97 \text{ grade}$$

$$\color{red}{\oplus} \quad G_{P_2}^{P_3} = a = 83.96 \text{ grade}$$

✓ Calcul de l'angle γ

$$\gamma = G_{P_2}^{P_1} - G_{P_3}^{P_2} = |83.97 - 83.96| = 0.01 \text{ grade}$$

✓ Calcul de tangente T

$$T = (R) \tan \left(\frac{\gamma}{2} \right) \Rightarrow T = 100000 \tan \left(\frac{0.01}{2} \right) = 8.726$$

✓ Calcul des coordonnées des points de tangente

$$\bullet \quad \beta = 100 - 8.726 = 91.274 \text{ gr}$$

$$= 15297.832\text{m}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{KA1} = X_{S2} + T \times \sin(\beta) = 15\,289.109 + 8.726 \times \sin(91.274) \\ Y_{KA1} = Y_{S2} + T \times \cos(\beta) = 17\,643.876 + 8.726 \times \cos(91.274) \\ \bullet \theta = \beta - \gamma - (L/2R) = 91.209 \\ \bullet \theta = 91.274 - 0.01 - 0.055 = 91.209 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} = 17643.681\text{m} \end{array}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{KA2} = X_{S2} + T \times \sin(\theta) = 15\,289.109 + 8.726 \times \sin(91.209) \\ Y_{KA2} = Y_{S2} - T \times \cos(\theta) = 17\,643.876 - 8.726 \times \cos(91.209) \\ \bullet \text{Larc} = \pi \times 100000 \left(\frac{\gamma}{2}\right) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} = 15297.833\text{ m} \\ = 17643.692\text{m} \end{array}$$

$$\text{Larc} = \pi \times 100000 \left(\frac{8.726}{200}\right) = 13699.82\text{m}$$

VERIFICATION

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	88007.949	313109.211
D1	GIS = 54.229g	133.558			
			133.558	88108.449	313197.174
C1	XC= 89096.365 YC= 312068.448 R = -1500.000	606.655			
			740.213	88632.305	313494.859
D2	GIS = 79.976g	194.975			
			935.187	88817.714	313555.179

Tableau N° 8 : Calcul des gisements

conclusion :

Les calculs sont faits à l'aide du logiciel (PISTE 5.05) ; les résultats du calculs sont joints en annexe.

Chapitre IV : Profil En Long

1. Introduction

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

3. Déclivité

4. Rayon verticaux de profil en long

5. Exemple de calcul manuel d'un rayon vertical

PROFIL EN LONG

1. Introduction :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à l'échelle de 1/10

Le profil en long se caractérise par une succession de déclivités liées par des raccordements paraboliques constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

Son but est d'assurer pour une continuité dans l'espace de la route afin de permettre de prévoir l'évolution du tracé et la bonne perception des points singuliers, en assurant toujours l'assainissement, notamment dans la zone inondable.

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

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

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

3. Déclivité:

3.1. Déclivité Minimum:

La pente d'une route ne doit pas être au-dessous de **0.5 %** et de préférence **1 %**, dans les zones où le terrain est plat, afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux de pluie le long de la route au bord de la chaussée.

3.2. Déclivité Maximum :

D'après le règlement des normes algériennes B40, $I_{max} = 6\%$.

Tableau N°9 : Variation de la pente maximale en fonction de la vitesse de base

VB(Km/h)	40	60	80	100	120
I_{max}(%)	8	7	6	5	4

4. Rayon verticaux de profil en long :

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

Et on distingue deux types de raccordements :

4.1 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.

i. Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à « $g/40$ (cat 1-2) et $g/30$ (cat 3-4-5) », le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à : $v^2/R_v < g/40$ avec $g = 10 \text{ m/s}^2$ et $v = V/3.6$.

D'ou :

$$R_v = 0,3 V^2 \quad (\text{Cat 1-2})$$

ii. Condition de visibilité :

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2(h_a + h_o + 2 \times \sqrt{h_a h_o})} \approx 0.27 d^2$$

d : Distance de visibilité nécessaire (m)

h_a : Hauteur de l'œil au dessus de la chaussée = 1.10 m

h_g: Hauteur de l'obstacle =1.20 m

Les rayons assurant ces deux conditions sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base **V_r=80Km/h** et pour la **catégorie 2** on a :

Tableau 10 :Le rayon de raccordement

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	R _{vm}	4500
Min- normal	R _{Vn}	10000

4.2 Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

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

Pour une vitesse **V_r = 80 Km/h** et catégorie **2** on a le tableau suivant :

Tableau 11 : Raccordements concaves

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	R' _{vm}	2400
Min -normal	R' _{vn}	3000

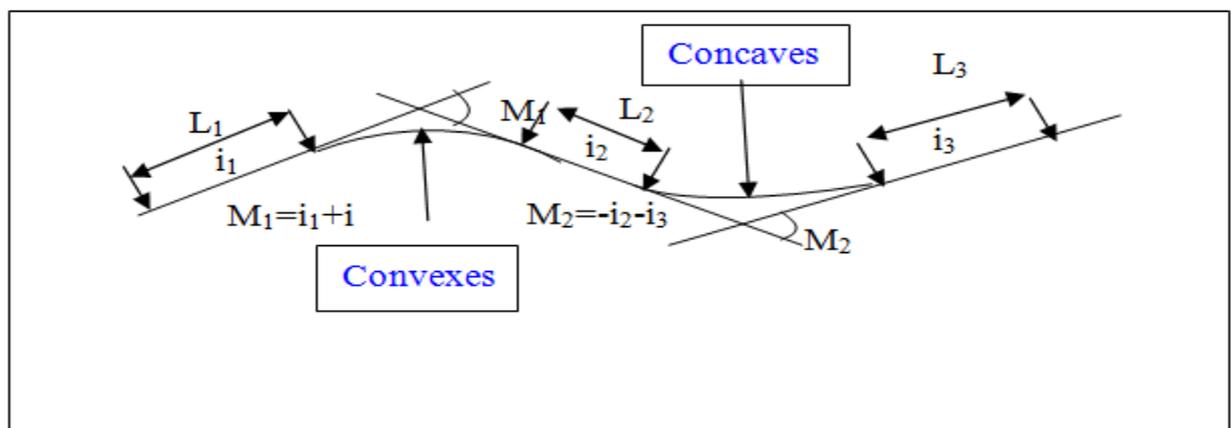


Figure 5 : Raccordements concaves

5.Exemple de calcul manuelle d'un rayon vertical:

➤ Cas d'un rayon CONVEXES "

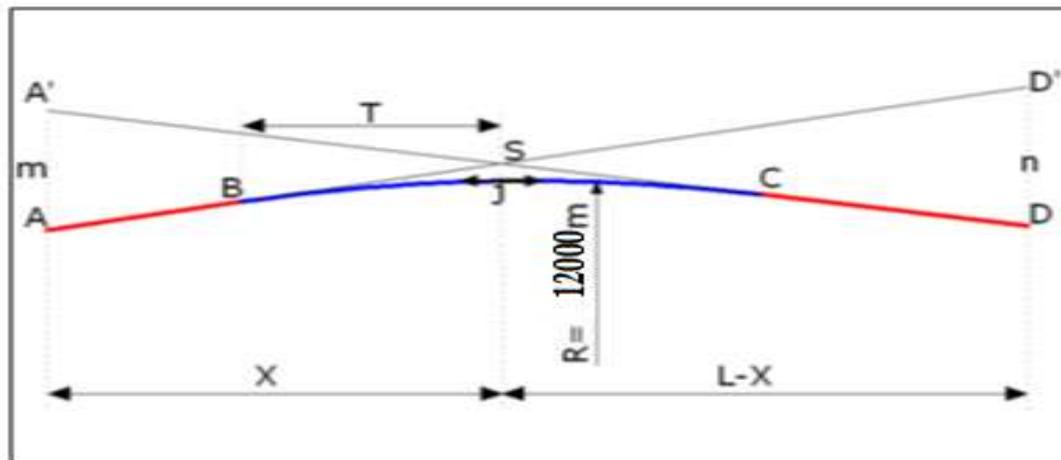


Figure N° 6 schéma illustratif d'un rayon CONVEXES

➤ Raccordement N°1 :

R=100000 mA : $X_A = 14085.470$ m $Z_A = 103.021$ mS: $X_S = 14224.348$ m $Z_S = 102.632$ mD: $X_D = 14246.954$ m $Z_D = 102.566$ m

✓ Calcul des pentes :

$$P1 = \left| \frac{Z_S - Z_A}{X_S - X_A} \right| = 0.280 \%$$

$$P2 = \left| \frac{Z_S - Z_D}{X_S - X_D} \right| = 0.292 \%$$

✓ Calcul des tangentes :

$$T = (|i1| + |i2|) \times R/2 = (|0.280\%| + |0.292\%|) \times 100000/2 = 28.600 \text{ m.}$$

✓ Calcul des flèches :

$$H = T^2/2R = (28.600)^2 / (2 \times 100000) = 0.004 \text{ m.}$$

✓ Calcul des coordonnées des points de tangentes :

• Calcul des coordonnées du point B:

$$X_B = X_S - T = 14224.348 - 28.600 = 14195.748 \text{ m}$$

$$Z_B = Z_S - T \times |P1\%| = 102.632 - 28.600 \times |0.280\%| = 94.624 \text{ m}$$

Calcul des coordonnées du point C :

$$X_C = X_s + T = 14224.348 + 28.600 = \mathbf{14253.948 \text{ m}}$$

$$Z_C = Z_s - T \times |i_2\%| = 102.632 - 28.600 \times |0.292\%| = \mathbf{99.781 \text{ m}}$$

✓ **Calcul de la longueur de la courbe :**

$$L = 2 \times T = 2 \times 28.600 = \mathbf{57.2 \text{ m}}$$

VERIFICATION

Elémt.	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	Altitude
Dro1	Pente -0.281 %	138.878	14 085.470	103.021
Par1	Rayon-100 000.000 Ssom 13 943.754 Zsom 103.025	22.605	14 224.348	102.632
			14 246.954	102.566

Tableau 12 : résultats de calcul

Conclusion :

Les résultats de calcul de profil en long sont joints aux annexes

Chapitre V : Profil en Travers

1. Définition

2. Les éléments du profil en traverses

3. Classification de profil en travers

4. Profil en travers type pour le projet

5. Types de profils en travers

PROFIL EN TRAVERS

1. Définition :

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

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....)

2. Les éléments du profil en travers :

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

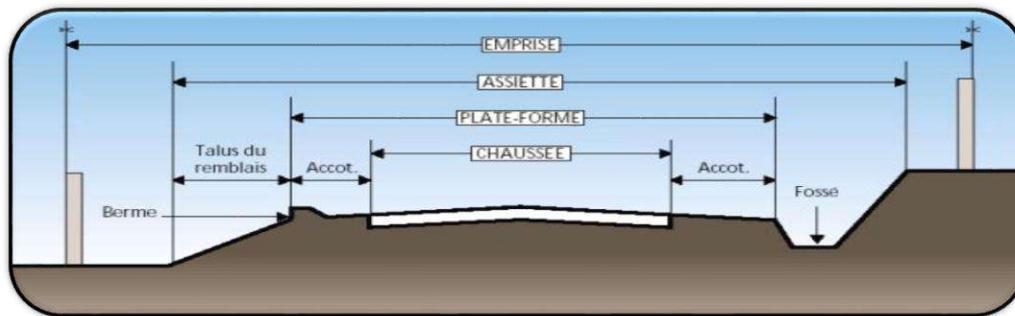


Figure N° 7 Les éléments du profil en travers

✓ **La chaussée :**

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

✓ **La largeur rouable :**

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

✓ **La plate-forme :**

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

✓ **L'assiette :**

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

✓ **L'emprise :**

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

✓ **Les accotements :**

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

✓ Une bande de guidage.

✓ Une bande d'arrêt.

✓ Une berme extérieure.

✓ **Le terre-plein central :**

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

Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage).

Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

✓ **Le fossé :**

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

3. Classification de profil en travers :

On distingue deux types de profils :

○ **Profil en travers courant ;**

○ **Profil en travers type.**

3.1 Le profil en travers courant :

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

3.2 Le profil en travers type :

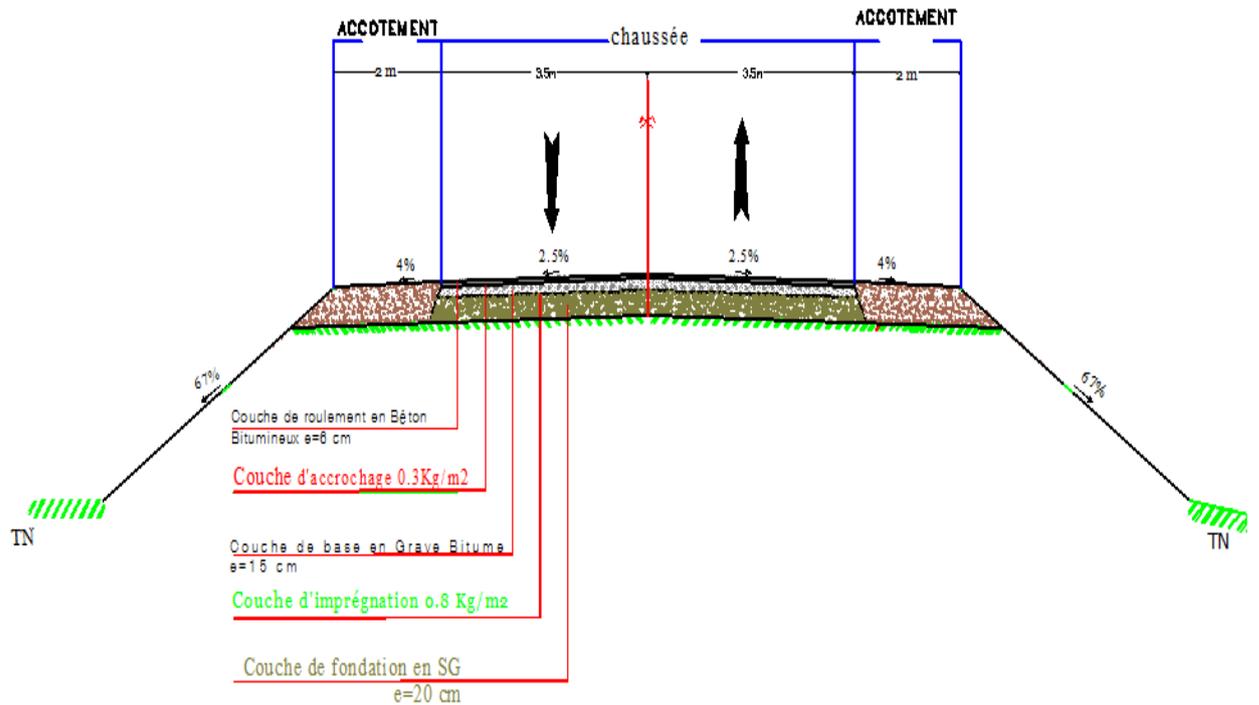
C'est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou L'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les Situations (en remblais, déblais).ou mixte

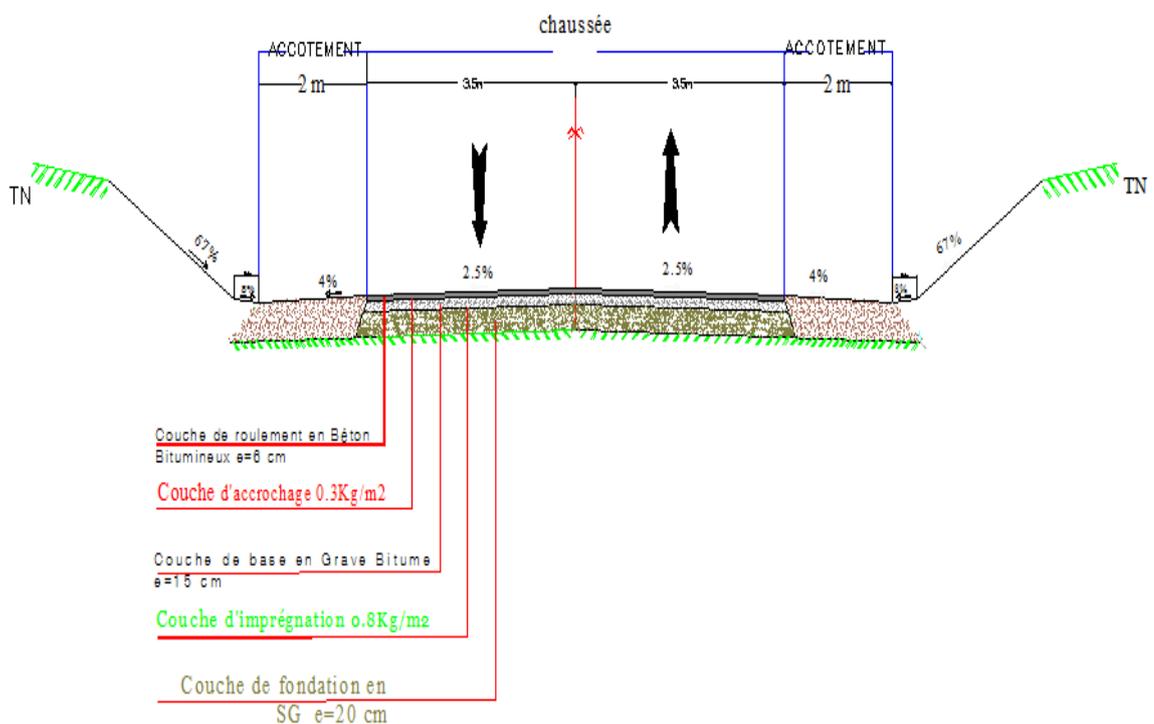
4. Types de profils en travers

Il existe trois types de profils en travers : Les profils en remblai, en déblai ou bien les profils mixtes.

• Cas remblai



• Cas déblai



• Casmixte

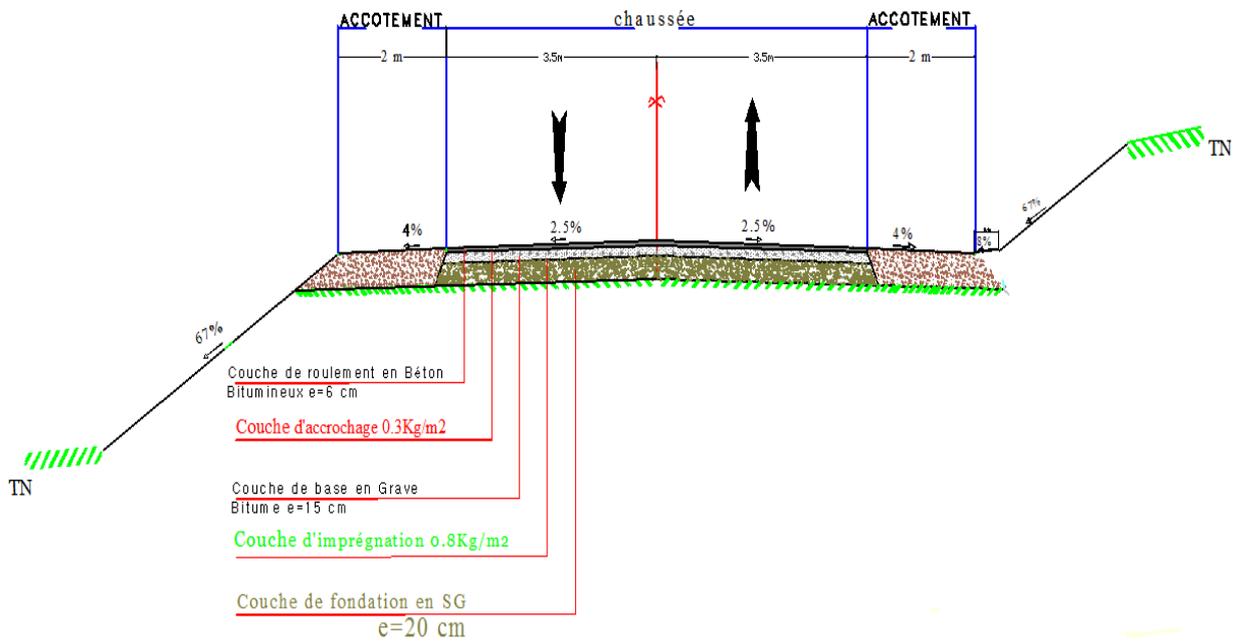


Figure N°8 : Types de profils en travers

5. conclusion :

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

- Chaussée bidirectionnelle de **2 voies $2 \times 3.5 = 7.00\text{m}$**
- Accotement: **2 m** de chaque côté (norme B40)
- Largeur de la plate-forme: **11 m**
- Devers minimum: **2,5%**
- Devers maximum: **7%** pour un rayon minimum
- Pente de talus en remblai: **2/3**
- Pente de talus en déblai: **2/3**

Chapitre VI : Géotechnique

6. Géologie
7. Hydrologie
8. Etude géotechnique
9. Les essais d'identification
10. Les essais mécaniques

GEOTECHNIQUE

1. Géologie

1.1 Introduction:

La géologie classique (nécessaire à la formation géologique) a cédé le pas à la géologie de l'ingénieur vu son développement favorisé par les difficultés rencontrées au niveau des fondations, généralement situées dans des formations quaternaires, peu compactes et peu consolidées. Donc de compressibilité élevée et de portance faible.

Le commanditaire géologique de sol doit être préparé aux notions théoriques de mécanique des sols, de mécanique des roches, aux techniques de reconnaissance in situ et aux essais de laboratoire.

1.2 L'utilité des études géologiques:

L'étude géologique, est nécessaire pour déterminer :

- ✓ La caractéristique géologique (stratigraphique et structurelle hydraulique) du site retenu pour le projet
- ✓ Les facteurs de stabilité ou d'instabilité des assises géologiques
- ✓ Les relations entre des facteurs géologiques hydrauliques et géotechniques et leurs répercussions sur l'ouvrage projeté.
- ✓ Les sites des matériaux susceptibles d'être exploités pour la construction (routes, ouvrages d'art, remblais...)

2. Hydrologie

- ✓ **But de l'étude hydraulique :**

L'étude hydrologique constitue un élément très important des reconnaissances du passage qui permet l'écoulement des trajectoires d'eau naturel, et elle a pour but de déterminer :

- **La présence d'eau.**
- **Le régime hydraulique des eaux souterraines et la perméabilité des terrains.**

Aussi pour pouvoir déterminer :

- La nature des nappes d'eau.

- Leur charge et leur débit.
- Les possibilités de rabattement ou de chaînage.
- Les précautions à prendre pour l'étanchéité.

3. Etude géotechnique

3.1 Introduction :

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance des terrains traversés, a se niveau se concrétise le rôle de l'étude géotechnique soit :

- ✓ Pour le dimensionnement du corps de chaussée éventuellement les fondations des ouvrages d'arts prévues dans la phase d'étude.
- ✓ Pour prévoir les matériaux et la méthode sa adéquates aux travaux de terrassement dans la phase d'exécution.

3.2 Objectifs :

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- ✓ Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- ✓ La écourtées indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- ✓ L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.
- ✓ Préserver l'environnement et les ressources naturelles.

3.3 Réglementation Algérienne En Géotechnique :

La géotechnique couvre un grand champ d'activité qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place.

Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols coram entré a lissées en laboratoire dans le cadre des études géotechniques.

3.4 Les Moyens De Reconnaissance :

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'une trace routière sont essentiellement :

- ✓ L'étude des archives et documents existants.
- ✓ Les visites des sites et les essais «in –situ»
- ✓ Les essais de laboratoire.

L'étude géotechnique est un élément inséparable des études géologiques et hydrologiques pour la reconnaissance du terrain, elle doit permettre :

- Compléter l'étude géologique.
- Prévoir le comportement des terrains ainsi que la stabilité des ouvrages pendant la phase d'exécution.
- Dégager les éléments caractéristiques de dimensionnement géométrique et aux méthodes d'exécution.

3.5 Les différents essais en laboratoire :

Les essais réalisés en laboratoire sont :

- ✓ **Les essais d'identification.**
- ✓ **Les essais mécaniques.**

3.5.1 Les essais d'identification :

- Teneur en eau et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterberg.
- Equivalent de sable.
- Essai au bleu de méthylène (ou à la tache).

3.5.2 Les essais mécaniques :

- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Assai Micro Deval.

4. Les essais d'identification :

4.1 Masse volumique et teneur en eau:

• **Teneur en eau** : exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit $\omega = W_w/W_s$

- **Masse volumique** : (γ) est la masse d'un volume unité de sol : $\gamma = W/V$.

On calcule aussi la masse volumique sèche : $\gamma_d = W_s/V$

- **Domaine d'utilisation**: cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

4.2 Analyses granulométriques :

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique. Cette analyse se fait en générale par un tamisage.

- **Principe d'essai** : l'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoirs reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes.
- **But de l'essai** : c'est un essai qui a pour objet de la détermination le poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).
- **Domaine d'utilisation**: la granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée.

4.3 Limites d'Atterberg :

Limite de plasticité (W_p), caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité.

Elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%.

Limite de liquidité (W_L) : caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide

$$W_L = \omega (N/25)^{0.121}$$

ω : teneur en eau au moment de l'essai donnant n coups

N:nombre de coups

L'indice de plasticité (I_p), $I_p = W_L - W_P$

Principe de l'essai : la détermination de W_L et W_P donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticité de **Casa grande**.

- **But de l'essai** : cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement.

- **Domaine d'application** : l'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme)

5. Les essais mécaniques :

5.1 Essai PROCTOR :

L'essai Proctor est un essai routier convenant à la plupart des sols, y a deux essais de Proctor normal et modifié.

- **Principe de l'essai** : l'essai consiste à mesurer le masse volumique sèche d'un sol disposé en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couche étant compacté avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage.

Les grains passants par le tamis de **5 mm** sont compactés dans le moule Proctor.

- **But de l'essai :** l'essai **Proctor** consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (la réduction de son volume par réduction des vides d'air) et une teneur en eau c'est-à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini.
- **Domaine d'utilisation:** cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de fondations (route, piste d'aérodromes).

5.2 Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

On réalise en général trois essais : « **CBR standard** », « **CBR immédiat** », « **CBR imbibé** ».

- **Principe de l'essai :** on compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (**Proctor modifié**) avec trois (3) énergies de compactage **25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c** et imbibé pendant quatre (4) jours. Les passants sur le tamis inférieur à **20 mm** dans le moule **CBR**.
- **But de l'essai :** l'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.
- **Domaine d'utilisation :** cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation des travaux de terrassements.

5.3 Essai Los Angeles :

L'essai un essai très fiable est de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau.

- **Principe de l'essai :** l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1,6 mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine **Los Angeles**.
- **But de l'essai :** l'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.
- **Domaine d'application :** l'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement).

5.4 Essai Micro Deval :

Il est en général effectué deux essais, pour avoir deux coefficients (**Deval sec**) et (**Deval humide**). On s'intéresse actuellement au **MDE** (DEVAL humide) qui est de plus en plus pratiquée.

- **Principe de l'essai** : l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6 mm** (Tamis de **1.6 mm**) produits dans la machine **Deval** par les frottements réciproques.

- **But de l'essai** : l'essai **Micro-Deval** humide permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.

- **Domaine d'application**: choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.

Note :

Vue que le rapport géotechnique ne nous a pas été remis car il n'a pas été réalisé, nous n'avons pas traité la partie géotechnique.

Chapitre VII : Dimensionnement du Corps de Chaussée

- 1. Introduction**
- 2. Définition de la chaussée**
- 3. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée**
- 4. Les principales méthodes de dimensionnement**
- 5. Application au projet**

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1.Introduction :

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

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

2.La chaussée :

2.a) Définition :

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

A la suite, la chaussée est appelée à :

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

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

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

2.b) Les différents types de chaussée :

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

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

i. Chaussée souple :

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

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

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

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

❖ **Couche de roulement (surface) :**

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

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

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

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

❖ **Couche de base :**

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

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

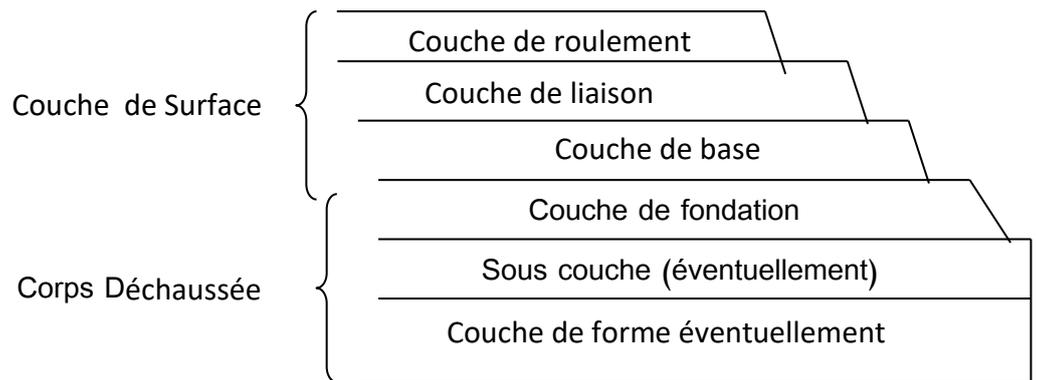
❖ **Couche de fondation :**

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

❖ **Couche de forme :**

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

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



Figure

09: Coupe type d'une chaussée souple

ii. Chaussée semi-rigide :

On distingue :

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

iii. Chaussée rigide :

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

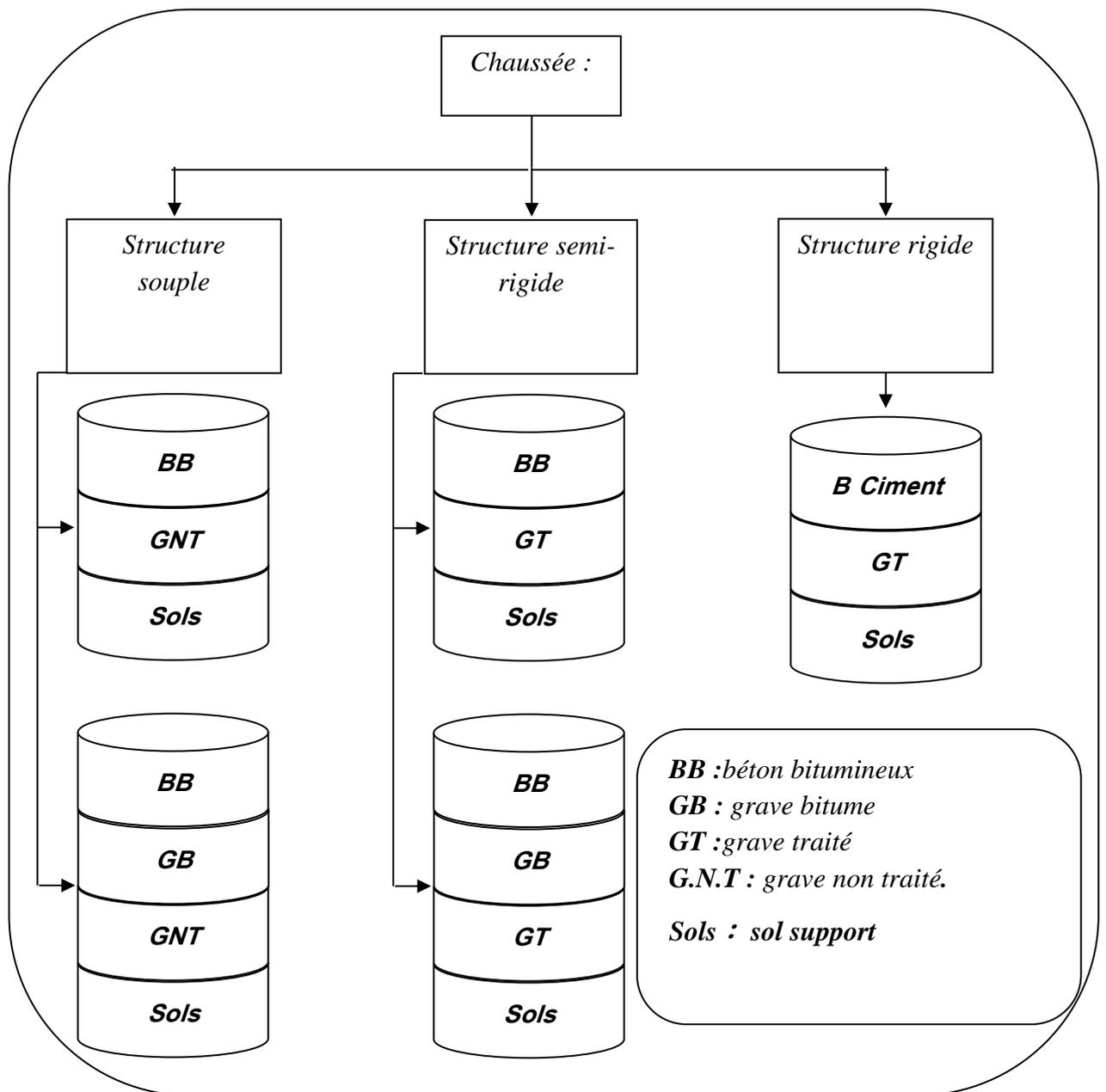


Figure10 : Schéma récapitulatif

3. Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de

La chaussée :

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

3.a) Trafic :

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

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

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul

τ : Taux de croissance du trafic.

p : nombre d'années de service

(durée de vie) de la chaussée.

$$N = T.A.C$$

3.b) Environnement :

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

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

3.c) Le Sol Support :

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

Les plates-formes sont définies à partir :

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

3.d) Matériaux :

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

4. Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

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

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

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

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'ép
Où:
$$e = \frac{100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{I_{CBR} + 5}$$
 ar la relation suivante:

c₁, c₂, c₃ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.



Coefficient d'équivalence

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

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

Tableau N° 13 Coefficients d'équivalence

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

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

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

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

5. Application au projet :

5.a) Calcul de la déformation admissible sur le sol support :

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

$$TCEi = 1758.54 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \times 365 \times A$$

$$TPLi = 8708 \times 0.21 = 1092.03 \text{ (PL/j/sens).}$$

Donc

$$TCEi = 1092.03 \times \frac{(1+0.04)^n - 1}{0.04} \times 365 \times 0.6$$

$$TCEi = 12.4 \times 10^6 \text{ essieux équivalents de 13 tonnes}$$

$$\epsilon_{z.ad} = 22 \cdot 10^{-3} \times (12.4 \times 10^6)^{-0.235} =$$

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

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

$$Kne = \left(\frac{TCEi}{10^6} \right)^b = \left(\frac{12.4 \times 10^6}{10^6} \right)^{-0.146} = 0.69$$

$$K\theta = \left(\frac{E(10^\circ C, 10Hz)}{E(\theta_{eq}, 10Hz)} \right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{3500} \right)^{0.5} = 1.89$$

$$Kr = 10 - t b \delta, \text{ avec } r = 5\%, \text{ d'où } t = -2.054$$

$$b = -0.146$$

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

$$0.61$$

$$\text{Donc: } Kr = 10^{-0.146 \times 0.61} = 1.52$$

$$\epsilon_{t.ad} = 276 \cdot 10^{-6} \times 0.69 \times 1.89 \times 1.52 \times 1.3 = 711 \cdot 10^{-6}$$

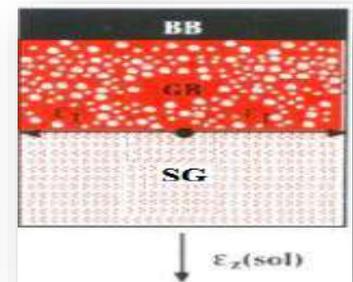


Tableau 14 : performances mécaniques des matériaux bitumineux

Matériau (MTB)	E (30°C,10Hz) (Mpa)	E(25°, 10Hz) (Mpa)	E(20°, 10Hz) (Mpa)	E(10°,10Hz) (Mpa)	ϵ_6 (10°, 25Hz) (10 ⁻⁶)	-1/b	SN	Sh (cm)	ν	kc Calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3

5.b) Méthode C.B.R :

❖ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2018.
- $TJMA_{2018} = 8374 \text{ v/j}$
- Mise en service : 2019
- Durée de vie : 20 ans
- Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds : $Z = 21 \%$
- $ICBR = 7\%$

❖ Détermination de $N_{P_{L2034}}$:

$$TJMA_{2020} = TJMA_{2021} (1 + \tau)^2$$

$$= 8374 (1 + 0.04)^1 = 8708 \text{ v/j}$$

$$N_{P_{L2040}} = TJMA_{2019} \times 0.5 \times \%PL \times (1 + \tau)^{20}$$

$$= 8708 \times 0.5 \times 0.21 \times (1 + 0.04)^{20}$$

$$N_{P_{L2034}} = 2003 \text{ PL/j/sens}$$

❖ Détermination de l'épaisseur équivalente :

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

$$E_{\text{équi}} = 48.71 \text{ cm}$$

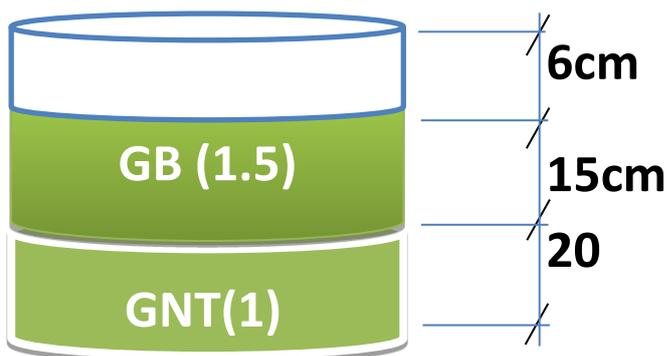
Donc l'épaisseur équivalente $e = \frac{100 + \sqrt{6.5}(75 + 50 \log_{10} \frac{2003}{10})}{7 + 5} = 71 \text{ cm}$

Où

a_i : coefficient d'équivalence des différents matériaux. On suppose:

Tableau 15 : coefficient d'équivalente des différents matériaux

Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur de la couche
Roulement	BB	2	6
Base	GB	1,2	15
Fondation	GNT	0,75	20



$e_3 = 48.71 - (2 \times 6 + 1,2 \times 15) / 0.75$
 On prend $e_3 = 24.94 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$

Figure 11 : 6BB + 15GB + 20 GNT + Sol Support

5.c) La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

❖ Données de l'étude :

	Epaisseur (cm)	Module(Mpa)	Coef de poissonv
Couche de roulement	6 BB	2500	0.35
Couche de base	15GB	3500	0.35
Couche de fondation	20 GNT	70	0.25
Sol support	Sol	35	0.35

Tableau 16 : La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

- ✚ Année de comptage : 2020.
- ✚ $TJMA_{2020} = 8374 \text{ v/j}$
- ✚ Mise en service : 2021
- ✚ Durée de vie : 20 ans
- ✚ Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
- ✚ Pourcentage de poids lourds : $Z = 21 \%$
- ✚ $CBR = 7\%$.

▪ Détermination du type de réseaux principaux :

Tableau 17 :le catalogue on a la classification des réseaux principaux

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

$TJMA_{2021} = 8708 \text{ (V/j)}$.

$8708 (V/j) > 1500(V/j)$ —————> le réseau principal est **RP1**.

Détermination de la classe de trafic :

Définition du poids lourd :

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

- $TJMA_{2020} = 8374 \text{ v/j}$.
- $\tau = 4 \%$.
- $Z = 21 \%$.
- $TPL = 8374 \times 0.21 \times 0.5 = 880 \text{ PL/j/sens}$.

Répartition transversale du trafic :

En l'absence d'informations précises sur la répartition de poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera la valeur suivante :

- **chaussée Bidirectionnelles à 2voies :50% du trafic PL sur la voie lente de droite.**

$$TPL_{2020} = 880 \times 0.5 = 440 \text{ (PL/j/sens)}.$$

Détermination de la classe de trafic (TPL_i) :

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

Tableau 18 : Classe TPL_i pour RP1 :

TPL _i	TPL ₃	TPL ₄	TPL ₅	TPL ₆	TPL ₇
PL/j/sens	150- 300	300- 600	600- 1500	1500- 3000	3000- 6000

$TPL = 440 \text{ (PL/j/sens)}$. —————> La classe de trafic est **TPL₄**.

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

Présentation des classes de portance des sols :

Tableau 19 : Le tableau regroupe les classes de portance des sols par ordre de S₄ à S₀. Cette classification sera également utilisée pour les sol-supports de chaussée.

Portance (S _i)	CBR
S ₄	<5
S ₃	5-10
S ₂	10-25
S ₁	25-40
S ₀	>40

Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :

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

S₃, S₂, S₁, S₀. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

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

Classes de sol-support	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

Tableau 20 : valeurs des modules indiqués

$$E \text{ (MPa)} = 5 \times 7 = 35 \text{ (MPa)} \longrightarrow S_1.$$

▪ **Choix de différentes couches constitue de la chaussée :**

Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante :

- Couche de roulement : BB.
- Couche de base : GB.
- Couche de fondation : GNT.

Détermination de la zone climatique :

D’après la carte de la zone climatique de l’Algérie, notre projet est dans la zone climatique IV (<100 mm/an).

Tableau 21 : choix des températures équivalentes

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

Amélioration de la classe du sol support :

Le catalogue de structure préconise des fiches pour le classe TPL 4/S1, il ya lieu de

Sur classe donc le sol support de S3 a S1 en mettant en place une couche de forme

En matériaux sélectionnés tout venant d’Ouargla les tufs ou les gravies.

Classe de portance de sol tassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
< S4	Matériaux non traités (*)	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	//	35 cm	S3
S4	//	60 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	70 cm (en 2 couches)	S1

Tableau 22 : Le catalogue de structure préconise

Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique IV, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S1) et une classe de trafic (TPL4).

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule 3) on a proposé la structure suivante:

- couche de roulement : BB = 6cm.
- couche de base :GB = 11 cm.
- couche de fondation : GNT =20 cm.
- **6BB + 14GB +20 GNT**

TPLi PL/j/sens	Si	S2		S1		S0	
		50 MPa	125 MPa	200 MPa	200 MPa	200 MPa	200 MPa
1500	TPL5			6 BB 14 GB 30 SG		6 BB 12 GB 20 SG	
600				6 BB 14 GB 20 SG		6 BB 10 GB 15 SG	
600				6 BB 11 GB 20 SG		6 BB 10 GB 10 SG	
300	TPL4			6 BB 11 GB 20 SG		6 BB 10 GB 10 SG	
300				6 BB 11 GB 20 SG		6 BB 10 GB 10 SG	
150	TPL3			6 BB 11 GB 20 SG		6 BB 10 GB 10 SG	

Figure 12 : Choix de dimensionnement

Tableau 23 : Résultats de calcul par Alize III :

	Epaisseur (cm)	Module(Mpa)	Cœf de poisson v
Couche de roulement	6BB	2500	0.35
Couche de base	14GB	3500	0.35
Couche de fondation	20GNT	280	0.25
Couche de forme 2	40 TUF	140	0.25
Sol support	SOL	35	0.35

Tableau 24:Résultats de la simulation:

	Déformations admissibles	Déformations calculées
ϵ_z sol support	828.10^{-6}	291.10^{-6}
ϵ_t à la base de GB	202.10^{-6}	149.10^{-6}

```

*****
Z * * * * * EPSILON * * * * * SIGMAT * * * * * EPSILONZ * * * * * SIGMAZ *
*****
.00* * * * * .162E-03 * * * * * .981E+01 * * * * * -.992E-05 * * * * * .662E+01A*
* E= 25000. * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* NU= .35 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* H1= 6.00 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
6.00* * * * * .302E-04 * * * * * .414E+01 * * * * * .106E-03 * * * * * .554E+01 *
----- COLLE -----
6.00* * * * * .302E-04 * * * * * .461E+01 * * * * * .661E-04 * * * * * .554E+01 *
* E= 35000. * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* NU= .35 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* H2= 11.00 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
17.00* * * * * -.149E-03 * * * * * -.738E+01 * * * * * .181E-03 * * * * * .117E+01 *
----- COLLE -----
17.00* * * * * 149E-03 * * * * * -.165E+00 * * * * * .448E-03 * * * * * .117E+01 *
* E= 2800. * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* NU= .25 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* H3= 20.00 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
37.00* * * * * -.112E-03 * * * * * -.295E+00 * * * * * .183E-03 * * * * * .364E+00 *
----- COLLE -----
37.00* * * * * -.112E-03 * * * * * -.869E-01 * * * * * .291E-03 * * * * * .364E+00 *
* E= 1400. * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* NU= .25 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* H4= 35.00 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
72.00* * * * * -.765E-04 * * * * * -.108E+00 * * * * * .114E-03 * * * * * .105E+00 *
----- COLLE -----
72.00* * * * * -.765E-04 * * * * * -.364E-01 * * * * * .176E-03 * * * * * .105E+00 *
* E= 700. * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* NU= .25 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* H5= 35.00 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
107.00* * * * * -.628E-04 * * * * * -.420E-01 * * * * * .101E-03 * * * * * .499E-01 *
----- COLLE -----
107.00* * * * * -.628E-04 * * * * * -.695E-02 * * * * * .156E-03 * * * * * .499E-01 *
* E= 350. * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* NU= .35 * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* H6=INFINI * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
D * * * * * 42.18MM/100 * * * * * R*D * * * * *
R * * * * * 369.07M * * * * * 15568.74M*MM/100 * * * * *
*****

```

Figure 13 : Résultats de la simulation

Donc La structure **6BB + 14GB +20 SG+9 TUF** est donc vérifiée, car :

$$\epsilon_t < \epsilon_{t.ad} \text{ et } \epsilon_z < \epsilon_{z.ad}$$

6. Choix du corps de chaussée optimum :

Les deux méthodes de dimensionnement utilisée étant empiriques ce qui explique. Ces différences et ces distorsions en matière d'épaisseur. Aussi par souci de stabilité et de sauvegardé d'un niveau de service acceptable à long terme (pour toute la durée de service) nous optons pour le dimensionnement obtenu par la **méthode de CBR**, et cela pour des raisons d'exécutions et économique

s, et aussi tout en sachant que cette **méthode est la plus utilisée en Algérie.**

Alors la structure est :



Figure 14 : la structure la plus utilisée en Algérie

Chapitre VIII : Cubature

- 1. Généralités**
- 2. Les méthodes de calcul**
- 3. Description de la méthode**
- 4. Exemple d'application**
- 5. Calcul des cubatures de projet**

LES CUBATURES

1. Généralités

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais et remblais 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.

2. Les méthodes du calcul

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi lesquelles nous citerons :

- ✓ La méthode de la moyenne des aires (méthode par excès).
- ✓ La méthode de l'aire moyenne : (méthode par défaut).
- ✓ La méthode de la longueur applicable.
- ✓ La méthode approchée.

La méthode que nous allons utiliser est celle de la moyenne des aires, c'est une méthode simple et rapide, mais elle présente un inconvénient de donner des résultats avec une marge d'erreurs. Pour être en sécurité, on prévoit une majoration des résultats.

3. Description de la méthode

Le principe de la méthode de la moyenne des aires est de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivante :

$$V = \frac{H_m}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_m)$$

H_m : hauteur moyenne entre deux profils.

S_m : surface limitée à mi- distances des profils.

S_1 : surface de profil en travers P1.

S_2 : surface de profil en travers P2.

Les figures ci-dessous représentent les données du calcul d'un tracé donné :

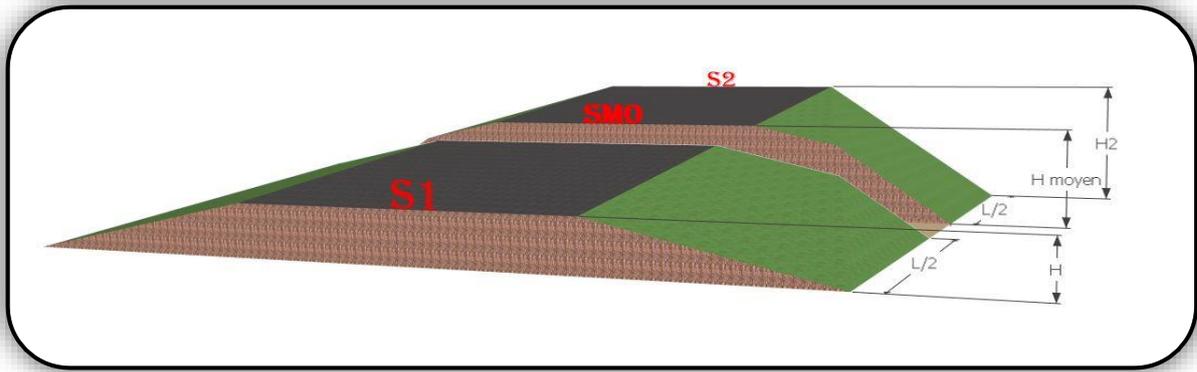


Figure N° 15 Les sections des profils en travers d'un tracé donné

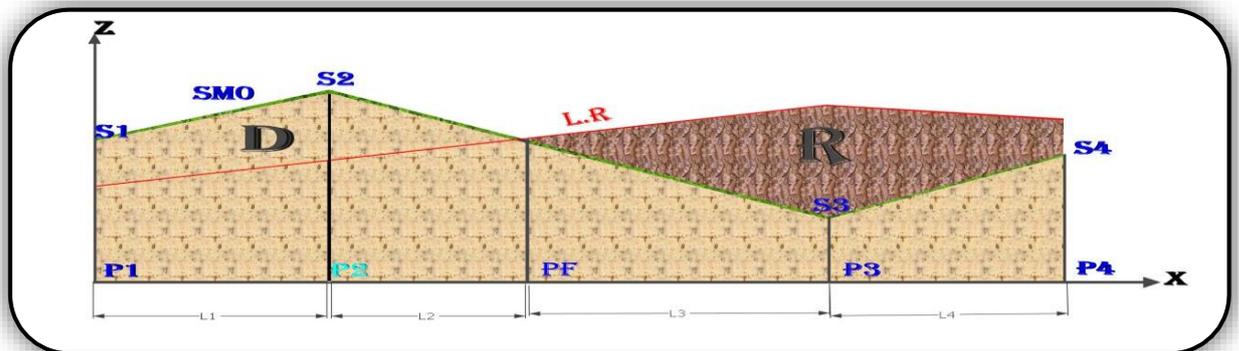


Figure N° 16 Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

4. Exemple d'application

Le volume compris entre deux profils en travers P_i et P_{i+1} de section S_i , S_{i+1} égale à

$$V_i = \frac{L_i}{6} \times (S_i + S_{i+1} + 4S_m)$$

Pour un calcul plus simple, on considère que : $S_m = \frac{S_i + S_{i+1}}{2}$ Donc :

- ✓ Entre P_1 et P_2 : $V_1 = L_1 \times \left(\frac{S_1 + S_2}{2}\right)$
- ✓ Entre P_2 et P_F : $V_2 = L_2 \times \left(\frac{S_2 + 0}{2}\right)$
- ✓ Entre P_F et P_3 : $V_3 = L_3 \times \left(\frac{0 + S_3}{2}\right)$
- ✓ Entre P_3 et P_4 : $V_4 = L_4 \times \left(\frac{S_3 + S_4}{2}\right)$

Le volume total : $V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$

$$V = \left(\frac{L_1}{2}\right) \times S_1 + \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) \times S_2 + \left(\frac{L_3 + L_4}{2}\right) \times S_3 + \left(\frac{L_4}{2}\right) \times S_4$$

5. Calcul des cubatures de projet.

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel « Piste 5.05 Voir L'Annexe

Chapitre IX : Carrefours

- 1. Introduction**
- 2. Types des carrefours urbains**
- 3. Données à prendre en considération**
- 4. Principes fondamentaux de conception**
- 5. Type d'aménagement des carrefours giratoires**
- 6. Caractéristiques géométriques de carrefour giratoire**
- 7. Application au projet**

CHOIX ET CONCEPTION DES CARREFOURS

1. INTRODUCTION :

Un carrefour est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes en même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité des usagers (piétons et véhicules) sont indispensables.

2. TYPES DES CARREFOURS URBAINS :

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont :

2.1-Carrefour en T (type T) :

Orthogonale, ou aussi ($\pm 20^\circ$), à l'axe principal. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

2.2-Carrefour en Y (type Y) :

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°)

2.3-Carrefour en croix :

C'est un carrefour plan à quatre branches où celles-là sont alignées deux à deux formant une intersection en forme de croix.

2.4-Carrefour giratoire ou rond-point :

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

Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

La circulation se fait à sens unique autour d'un anneau (circulaire ou ovale). Aucune intersection ne subsiste ; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond-point.

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°).

En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé.

3- DONNÉES À PRENDRE EN CONSIDÉRATION :

Les données ci-dessous sont généralement à prendre en considération lors d'une étude de conception ou d'aménagement d'un carrefour existant. Toutes ces informations ne doivent pas, pour autant, faire l'objet d'un recueil de données systématique a priori.

Les données les plus importantes à examiner sont les suivantes :

- ✓ La fonction des itinéraires et la nature du trafic qui les emprunte.
- ✓ L'intensité et la composante des différents courants.
- ✓ Les vitesses d'approche pratiquées.
- ✓ Les informations concernant le nombre, le type, l'emplacement et la cause des accidents qui ont pu se produire au carrefour considéré avant l'aménagement.
- ✓ Les conditions topographiques, notamment la visibilité en plan et en profil en long.

4- PRINCIPES FONDAMENTAUX DE CONCEPTION :

La conception des carrefours doit prendre en compte dans les différentes étapes de sa démarche, qu'il s'agisse de la conception générale ou de la conception géométrique, les principes fondamentaux suivants :

- ✓ Le respect de la compatibilité avec le type de route, et les comportements que ce type induit.
- ✓ L'intégration et homogénéité des aménagements, contribution au rythme et au sectionnement de l'axe.
- ✓ La lisibilité de l'aménagement, en favorisant une reconnaissance facile, rapide et non ambiguë du fonctionnement du carrefour abordé.
- ✓ L'optimisation des conditions de sécurité pour tous les flux de trafic, y compris pour les courants très secondaires.
- ✓ Le respect d'un niveau élevé de fluidité des flux prioritaires.
- ✓ La prise en compte des usagers particuliers (piétons, cyclistes, transports en commun, poids lourd).

❖ Lavisibilité :

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possible, à cet effet il est préconiser d'atteindre des vitesses d'approche à vide

❖ **En cas la visibilité insuffisante il faut prévoir :**

- ✓ Une signalisation appropriée dont le but est d'imposer une réduction de vitesse ou de changer les régimes de priorité.
- ✓ Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlots séparateurs ou débouché les voies non prioritaires).

5- TYPE D'AMENAGEMENT DES CARREFOURS GIRATOIRES :

Les giratoires sont généralement moins coûteux que les intersections à niveau mais ils requièrent une grande surface de terrain et un îlot central de grandes dimensions, en plus, ils se prêtent mal à la circulation des piétons dont il faut prévoir des traversés appropriés.

La priorité dans les giratoires est généralement à gauche (priorité au giratoire).

5.1-Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire :

✓ **Les avantages :**

- Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise l'espace,
- Modération de la vitesse,
- Amélioration de la sécurité,
- Accroissement de la capacité,
- Diminution des nuisances,
- Faciliter d'insertion d'un grand nombre des branches,
- Economie de régulation et d'exploitation,
- Permet d'autre par des demi-tours.

✓ **Les inconvénient :**

- Empiètement d'emprise important,
- Entretien de l'îlot central et éventuellement les îlots séparateurs.
- Traversée difficile des piétons,
- Absence de régulation du trafic, par le non-respect par les usagers de la route du régime de priorité.

5.2-Principaux critères de choix:

✓ La sécurité :

C'est un critère prioritaire sur une route principale, le giratoire présente toujours un meilleur niveau de sécurité qu'un carrefour plan ordinaire : le nombre et la gravité des accidents sont en générale beaucoup plus faibles.

Il faut cependant noter que le réaménagement d'un carrefour plan ordinaire (voie de tourne à gauche, îlot sur la route secondaire, par exemple) peut permettre d'améliorer très sensiblement le niveau de sécurité (parfois à coût modéré).

✓ Le Coût :

Les coûts des carrefours plans sont très variables selon les contraintes locales, la réutilisation plus ou moins importante de la chaussée existante (dans le cas de réaménagement), leur niveau d'équipement, la réalisation de voies rabattement, etc.

Certains éléments de l'aménagement (éclairage, aménagements paysagers, choix des matériaux ...) peuvent majorer très sensiblement le coût du projet. En outre, il convient de tenir compte des coûts de fonctionnement (l'entretien, éventuellement la consommation électrique due à l'éclairage).

✓ Le temps perdu :

Ce critère est également important sur les axes où circule un trafic de longue ou moyenne distance (rarement prédominant mais que l'on peut décider d privilégier). Il faut aussi tenir compte du trafic d'intérêt local sur les axes d'importance secondaire.

Le temps perdu comprend, en substance, deux composantes dont la part respective varie en fonction des niveaux de trafic en présence :

- ✓ **Le retard lié au trafic:** Dit retard de congestion, il est dû au non priorité et aux intersections entre les véhicules. Il peut être assimilé au temps d 'attente en file et en tête de file.
- ✓ **Le retard géométrique:** C'est le retard subi par un véhicule en franchissant l'aménagement, en l'absence de toute gêne due au trafic. Eneffet un carrefour impose à certains flux des ralentissements

Pour un giratoire, le temps d'attente sont en générale négligeable en rase compagne.

6-CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE CARREFOUR GIRATOIRE :**6-1-Forme et dimension de l'îlot central :****a- La forme :**

L'îlot central est circulaire (la sécurité étant meilleur), plusieurs études de sécurité ont montré un taux d'accidents anormalement élevé sur les giratoire de forme non circulaires (ovales ou autres).

b- Les Dimensions :

Le diamètre de l'îlot central d'un carrefour giratoire diffère d'un type à l'autre. Certaines généralités peuvent cependant être élaborées.

Le diamètre de l'îlot central d'un carrefour à entrecroisement dépendra de la distance disponible pour l'entrecroisement ainsi que du débit et de la vitesse de circulation souhaitée. Ainsi, plus on cherche à atteindre des débits élevés et une circulation rapide, plus la longueur d'entrecroisement doit être grande.

Ce qui engendre une augmentation du diamètre de l'îlot central, et donc de l'emprise nécessaire pour l'aménagement du carrefour.

Ce type de carrefour est donc utilisé principalement aux entrées et sorties des autoroutes, surtout en milieu périurbain ou rural, là où l'espace est largement disponible.

✓ Dévers :

Le dévers de l'anneau de 1 à 2% est dirigé vers l'extérieur, pour les trois raisons suivantes:

- Amélioration de la perception de la chaussée annulaire
- Absence de la rupture dans le raccordement des dévers sur les voies d'entrées et de sorties.
- Facilité de gestion et d'écoulement des eaux de surface.

Tableau 25 : Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie.

	Notions	Paramétrage	Valeur courantes (m)			
Rayon du giratoire	Rg	$12 \leq Rg \leq 25m$	12	15	20	25
Largeur de l'anneau	la	$6 \leq la \leq 9m$	7	7	7	8
Sur largeur franchissable	Sl _f	1.5m si $Rg \leq 15m$	1.5	1.5	-	-
Rayon intérieur	Ri	$Rg - la - Sl_f$	3.5	6.5	13	18
Rayon d'entrée	Re	$10 \leq Re \leq 15m$ et $\leq Rg$	12	15	15	15
Largeur de la voie entrante	le	le 4m	4	4	4	4
Rayon de sortie	Rs	$15 \leq Rs \leq 30m$ et $> Ri$	15	20	20	20
Largeur de la voie sortante	ls	$4m \leq ls \leq 5m$	4	4	5	5
Rayon de raccordement	Rr	$Rr = 4Rg$	48	60	80	100

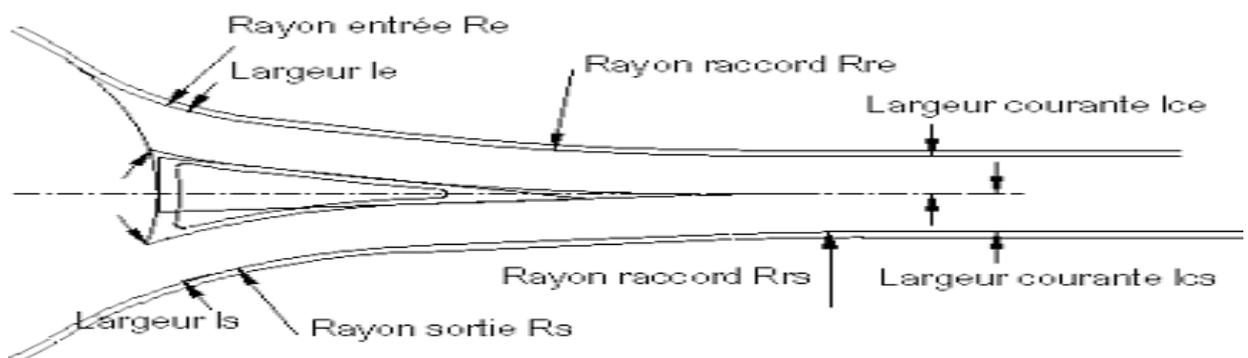


Figure 17 : Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie.

7-APPLICATION AU PROJET :

Le dévers de l'anneau de 2% est dirigé vers l'extérieur.

7.1-Géométrie de l'entrée :

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir d'entrée sont les suivantes :

Rayon d'entrer de 15 m, largeur de 4m.

En tout cas, il ne doit pas dépasser le rayon extérieur du giratoire.

Pour notre cas on prend un rayon de 15m avec une largeur d'entrée de 4m. Pour notre carrefour.

7.2-Géométrie de sortie :

La sortie est généralement limitée à une seule voie .la largeur de cette voie est comprise entre 4 et 5m.

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir de sortie sont les suivantes :

- ✓ Un rayon de sortie de 20 m
- ✓ Une largeur de sortie de 5 m

b-CARREFOUR GIRATOIRE PK 165:

1- Intersection de (décharge publics et el ksar) :

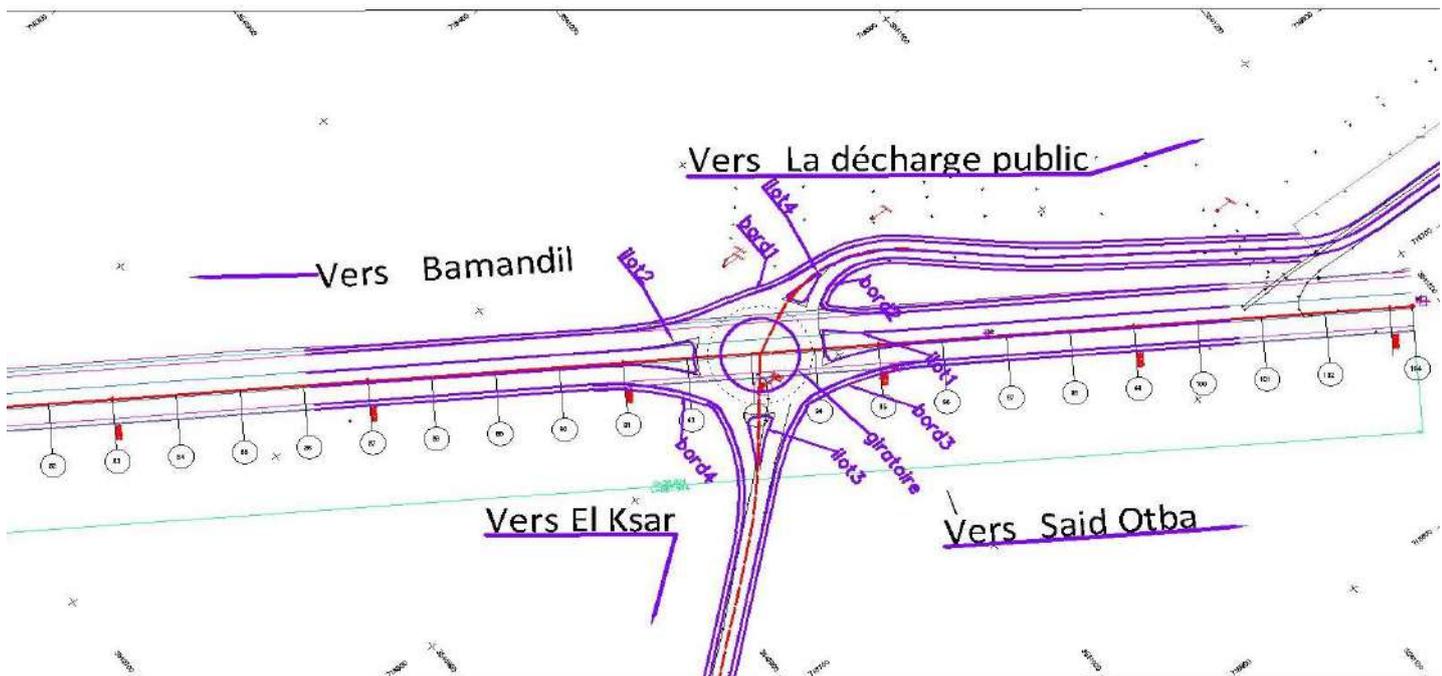


Figure 18 : Intersection de (décharge publics et el ksar)

2- intersection de (SaidOtba) :

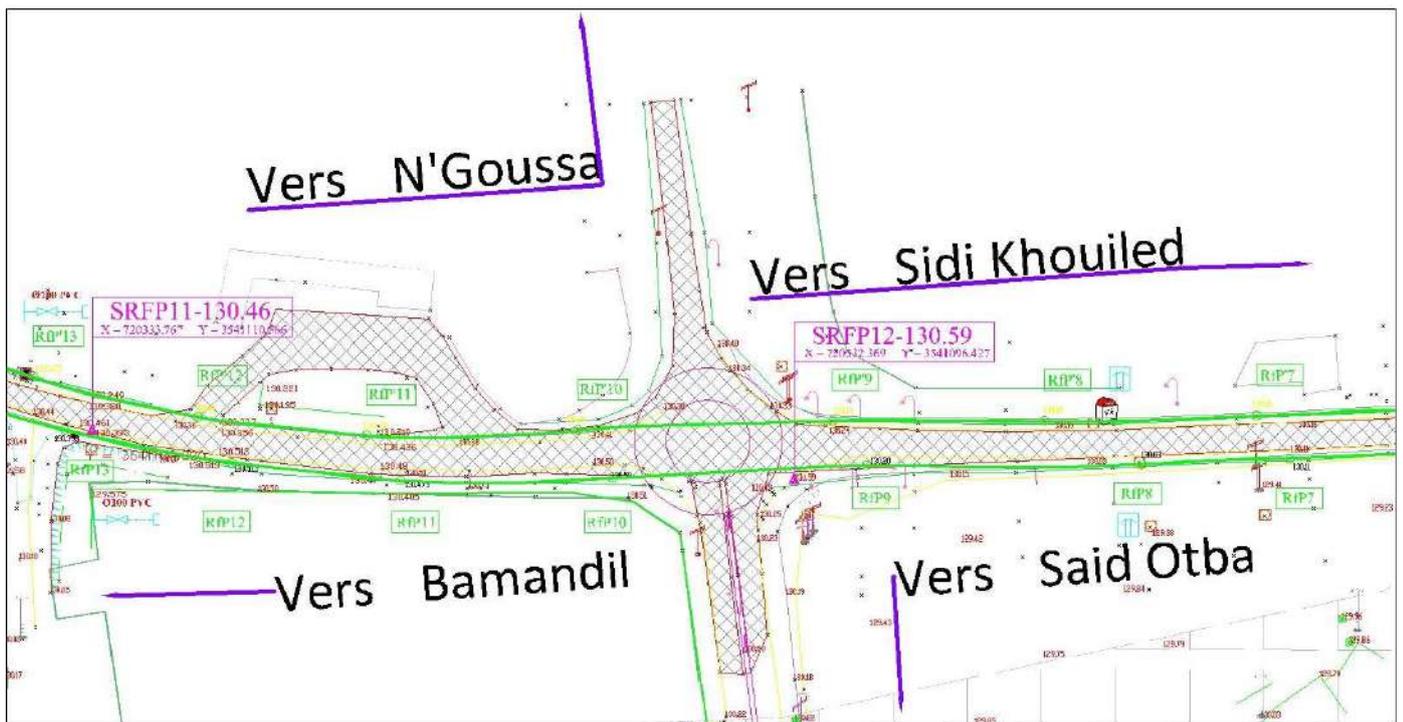


Figure 19 :Intersection de (Said Otba)

Chapitre X : Signalisation

- 1. L'objet de la signalisation routière**
- 2. Règles à respecter pour la signalisation**
- 3. Types de signalisation**
- 4. Types de signalisation dans le giratoire**
- 5. Application au projet**

SIGNALISATION

1. INTRODUCTION:

Le rôle joué par la signalisation routière dans la sécurité et l'exploitation des Infrastructures n'est plus à démontrer.

Elle constitue aujourd'hui encore et pour longtemps le principal média d'information, entre d'une part, le gestionnaire de voirie et l'autorité de police, et d'autre part, les usagers de la route. Visibilité, lisibilité, uniformité, homogénéité, simplicité, continuité des directions signalées, cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constitue les grands principes de la signalisation.

Ils sont intangibles pour que l'utilisateur puisse toujours la comprendre.

2 .DISPOSITIF DE RETENUE :

Les dispositifs de retenue ne doivent être implantés que si le risque en leur absence le justifie car eux-mêmes constituent des obstacles.

Il existe deux catégories de dispositifs de retenue :

- Les dispositifs souples qui se déforment sous l'effet du choc (cas des glissières métalliques).
- Les dispositifs rigides (cas des glissières en béton adhérent et des barrières lourdes en béton adhérent).

3. SIGNALISATION:

L'importance de la signalisation a été énoncée au début du chapitre.

On confirme à nouveau que la signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité) Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

4 .LES TYPES DE SIGNALISATION :

On distingue deux familles de signalisation :

- Signalisation horizontale.
- Signalisation verticale.

4.a) Signalisations horizontales :

Elles comportent uniquement les marques sur chaussée ; Elle se divise en deux types :

4.a.i) Lignes longitudinales :

Elles sont utilisées pour délimiter les voies de circulation, on trouve :

➤ **Les lignes continues :**

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.

Les lignes discontinues : Sont de type T1, T2 ou T3 (ligne d'avertissement, ligne de rive). (voir le tableau suivant)

❖ **Modulation des lignes discontinues :**

Elles sont basées sur une longueur Périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Tableau N° 26 caractéristiques des lignes discontinues

TYPE DE MODULATION	LONGUEUR DU TRAIT(M)	INTERVALLE ENTRE TRAIT (M)	RAPPORT PLEIN/ VIDE
T ₁	3.00	10.00	~ 1/3
T ₂	3.00	3.5	~1
T ₃	3.00	1.33	~3

❖ **Marques sur chaussée :**

Les lignes mixtes : c'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt

Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le Cas général.

4. a.ii) Lignes transversales :

Elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

➤ **Ligne stop :** C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.

➤ **Autres signalisation :**

• **Les flèches de rabattement :**

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

• **-Les flèches de sélection :**

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

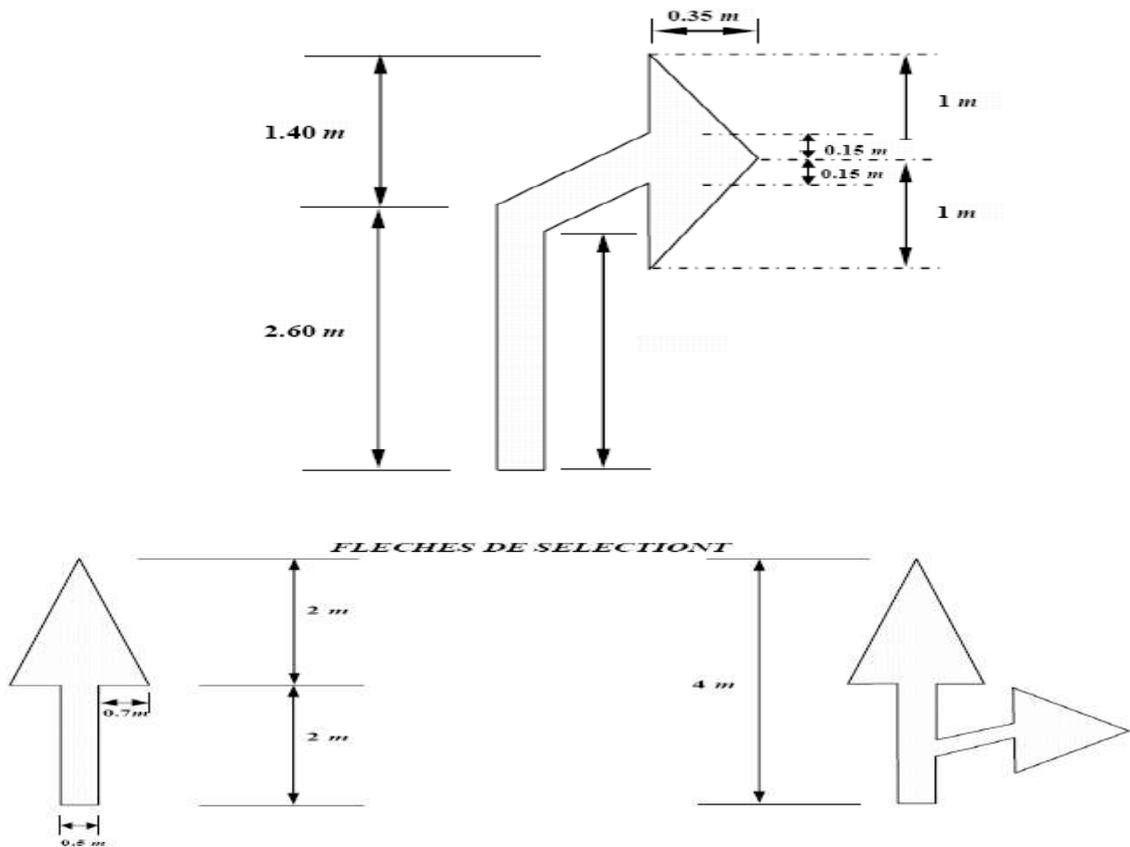


Figure 20 : Les flèches de sélection

❖ **Largueur des lignes :**

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

- U=7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.
- U=6cm sur les routes et voies urbaines.
- U=5cm sur les autres routes.

➡ Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 5cm.

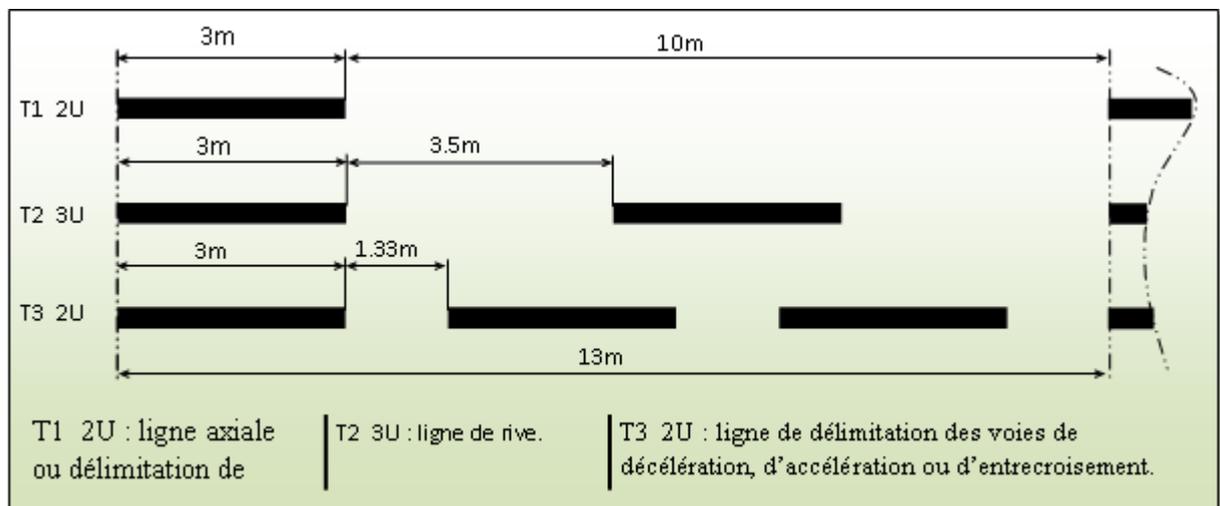


Figure N° 21 : Type de modulation

4.b) Signalisations verticales :

Elle se fait à l'aide des panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur Emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.

4. b.i) Signalisation avancée :

Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection.

Le signale B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5)

4. b.ii) Signalisation de position :

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

4. b.iii) 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°.

5. APPLICATION AU PROJET :

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

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

5.a) Signalisations verticales :

- **Type A:**



➤ Type B :



➤ Type C :



➤ Type E :

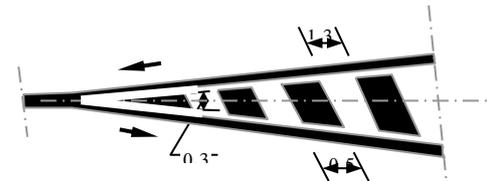


Figure 22 : Les différents types de panneaux de signalisation

➡ Les signaux routiers qui sont utilisés pour **LE CARREFOUR** :



.5.b) Signalisations horizontal :



DISCONTINUE

LIGNE CONTINUE

MARQUAGE

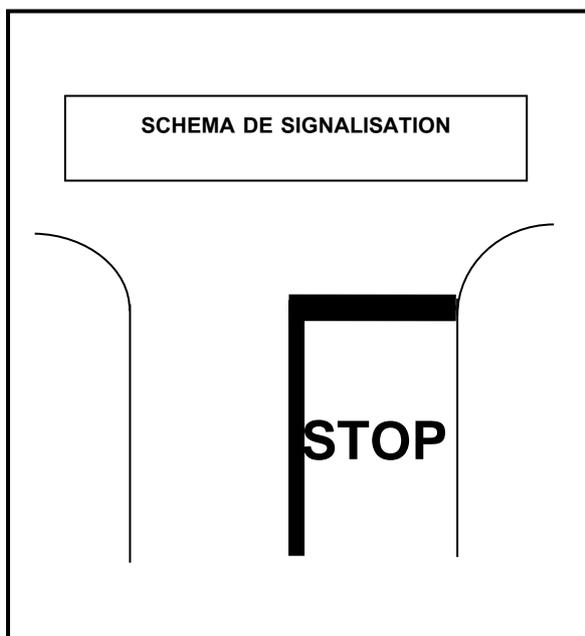
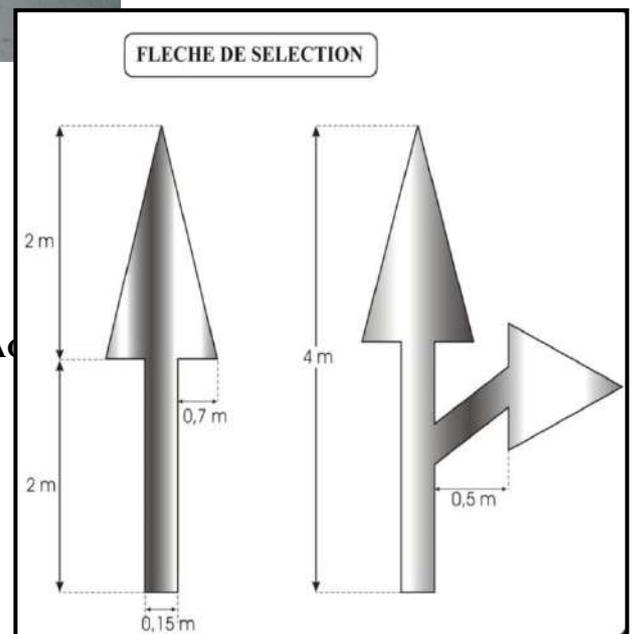


Figure 23 : Les signaux routiers qui sont utilisés pour **LE CARREFOUR**

Devis Quantitatif Et Estimatif

Tableau 27 : Devis quantitatif et estimatif :

N°	désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montants DA
1	Acquisition des terrains	M ²	/	/	/
2	Déplacement réseaux électrique moyen tension	F	1	/	2000000.00
Total 01	/				
2	Dégagement de l'emprise				
	Abattage des arbres 20 à 40 cm	U	/	/	/
Total 02	/				
3	Terrassement				
	Décapage de terre végétale (20cm)	M ³	/	/	/
	Déblais mis en remblais	M ³	41610	500.00	20805000.00
	Déblais en sol inutilisable mise en dépôt	M ³	15683	350.00	10 442400.00
	Remblais d'emprunt	M ³	/	/	/
Total 03	20 805 000.00 DA				
4	Chaussée				
	C. de forme en tuf	M ³	8674	2200,00	19082800,00
	C. Fondation en GNT	M ³	14005	2500,00	35012500,00
	Couche d'imprégnation en émulsion	M ²	74831	200,00	14966200,00
	C. Base en GB 2.3t/m ³	T	19302	5500,00	106161000,00
	Couche d'accrochage 0.1kg /m ²	M ²	77000	200,00	15400000,00
	C. Roulement en BB 2.3t/m ³	T	9843	7200,00	70869600,00
Total 04	261 492 100.00 DA				
5	Assainissement	/	/	/	/
6	PALISSADE	ML	1000	300.00	300000.00
7	Signalisation	F (2%) du total (2+3+4)			56459420,00
8	Installation de chantier + replié des matériels	F (1%) du total (2+3+4)			28229710,00
9	Etude complémentaire	F(5 %) du total (2+3+4)			141148550,00
Total (5+6+7+8)	225 837 680,00 DA				
Total général		508134780,00			

TOTAL HT :508 134 780,00DA

TVA 19% :96 545 608,20 DA

TOTAL TTC : 604 680 388,20DA

SOIT EN LETTRES:

Six Cent Quatre Million Six Cent Quatre Vingt Mille Trois Cent Quatre Vingt Huit Dinars Algérien Et 20 Centimes.

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

La conception d'une route doit obéir à certaines conditions spécifiques au site, notre modeste travail nous a permis de cerner les difficultés qui peuvent être rencontrées lors de la conception des routes, notamment dans les milieux sahariens.

L'exploration bibliographique élargie nous a permis de mettre en évidence bon nombre d'informations sur la route et ses constituants ainsi que la détermination des paramètres de dimensionnement du projet configuré et empruntant un sol déformable sollicité par un Trafic lourds très marqué.

C'est dans ce cadre que cette étude a caractérisé les données techniques du projet de dédoublement de la RN49 avec carrefour, en se référant aux données de base imposées les normes techniques prescrites, en tenant compte des conditions géo climatologiques, l'environnement et le rattachement topographique à la chaussée existante.

Le recours donc au dédoublement demeure la solution la plus appropriée pour réduire les déficiences de visibilité, induites par la configuration irrégulière de la route existante.

.La configuration du dédoublement est adoptée de telle sorte à épouser la forme du terrain naturel et la rattacher au tracé existant, dans le but d'éviter l'ensablement, phénomène embarrassant qui préoccupe simultanément les concepteurs et les usagers de la route. Pour ces raisons nous avons adopté des profils rasants.

Notre route s'étalant sur 11 km a été pourvue de deux carrefours

Aussi il s'est avéré nécessaire de réduire les équipements le long de la route qui peuvent produire la formation imprévue de dunes de sable en des points singuliers et critiques, pouvant engendrer des incidents de circulation.

Quant à la signalisation verticale et horizontale instaurée elle est significative et nécessite la sensibilisation des usagers quant à son respect formel devant les introductions anarchiques des dos d'ânes, qualifiés comme véritables handicaps dégradant la chaussée et entravant la sécurité routière.

Pour assurer la dynamique et la fluidité du trafic, les espaces des voies adoptées en alignements droits ou au niveau des deux carrefours sont dimensionnés d'une manière rationnelle afin de faire écouler aussi les trafics exceptionnels.

Les valeurs minimales des rayons en plan ou en profils en long sont respectées et les raccordements progressifs à longueurs réduites sont envisagés.

Les devers et les déclivités adoptés sont convenables compte tenu des rayons retenus et des conditions hydro climatologiques spécifiques de la région.

La fatigue de la structure existante dénonce la prise en compte démesurée des différents facteurs de conception assurant la durabilité des chaussées.

La qualité de portance des plates formes, le choix judicieux des épaisseurs et le comportement structurel admissible des couches ont focalisé notre conception.

L'analyse du couple contraintes-déformations induit par les différentes sollicitations dans la structure détient à cet effet une importance capitale.

L'admissibilité des déformations des couches et le collage de leurs interfaces agissent considérablement sur l'endurance et la pérennité des routes hormis le dimensionnement empirique usuel qui se limite à la simple détermination des épaisseurs des couches.

Telles sont les parties essentielles exposées, qui associées à de dispositions de mise en œuvre de bonne exécution réfléchies, pourront aboutir à une durée de vie de l'ouvrage plus longue que celles constatées sur l'ancienne chaussée

Bibliographie

Bibliographie :

Thèses

- LIVRE CONSTRUCTION DES ROUTES par Dr SLIMANE HIMOURI.15/05/2006
- FASCICULE 2 DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES DE CHAUSSEES NEUVES ET ELARGISSEMENTS DES VOIES. Collaboration en 1994, 1998 & 2009 de : C. BERDIER J. RAMPIGNON INSA – EDU Grand LYON – DV – VQ Laboratoire

Revues

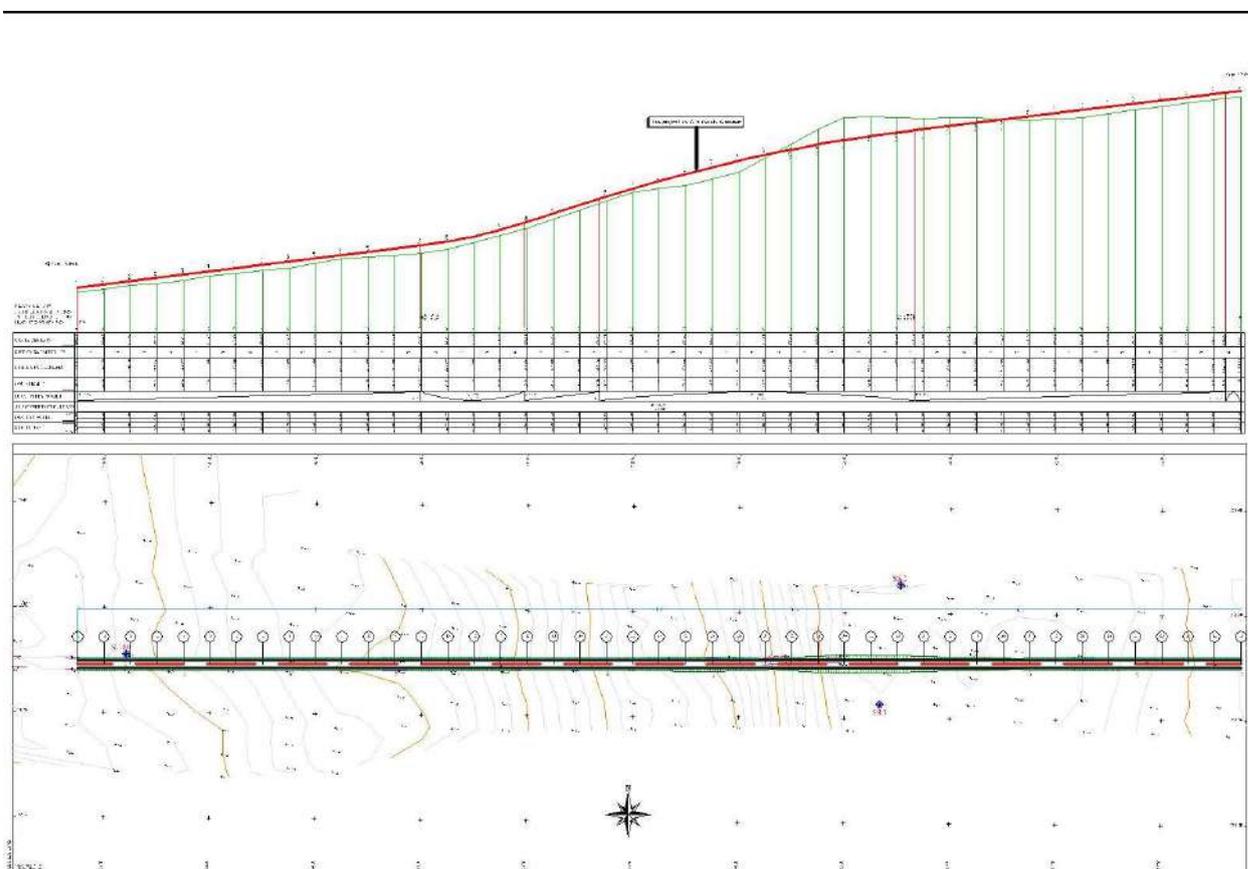
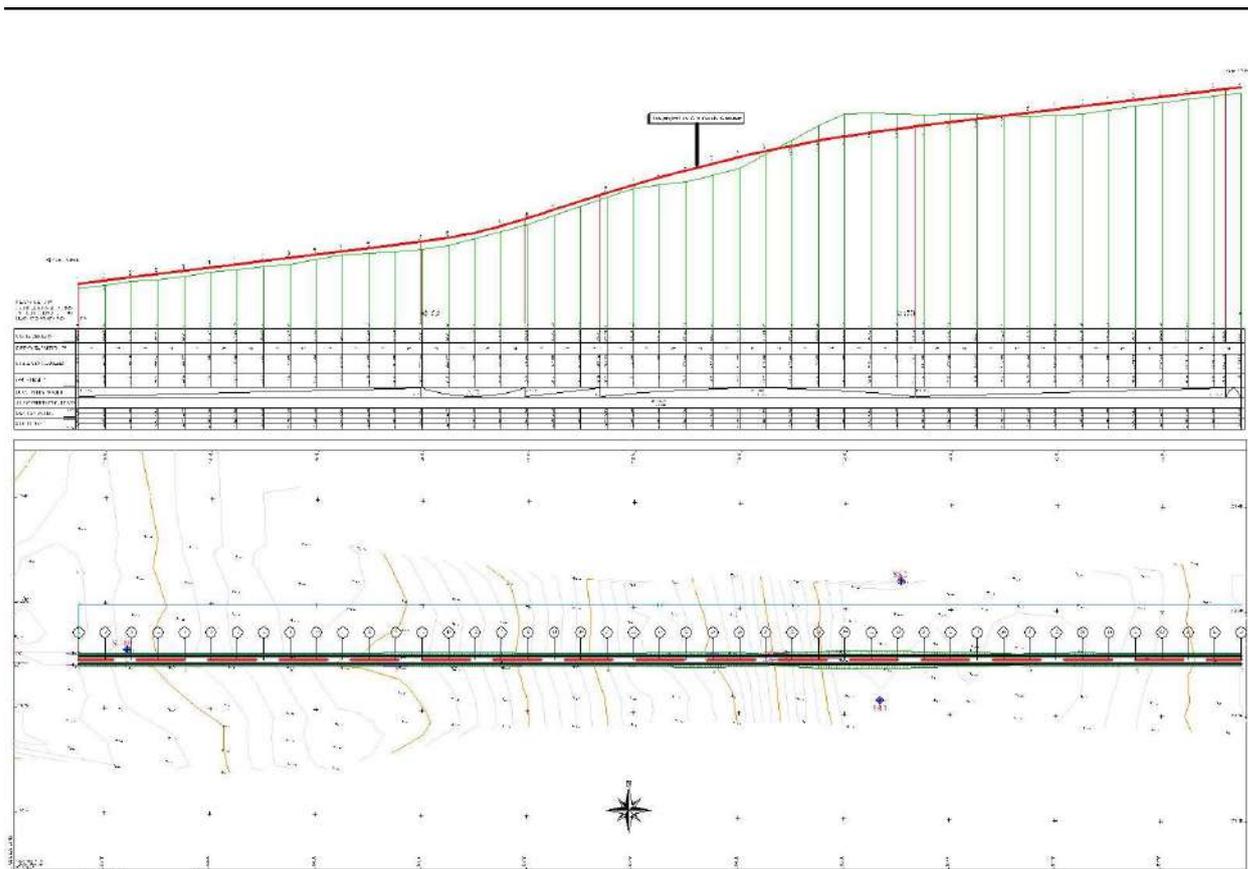
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves « CTTTP ».Fascicule 2008
- MANUEL DE PROJET DE ROUTES : Ahmed GOUMETTRE Fatima-Zora KALLI.2009

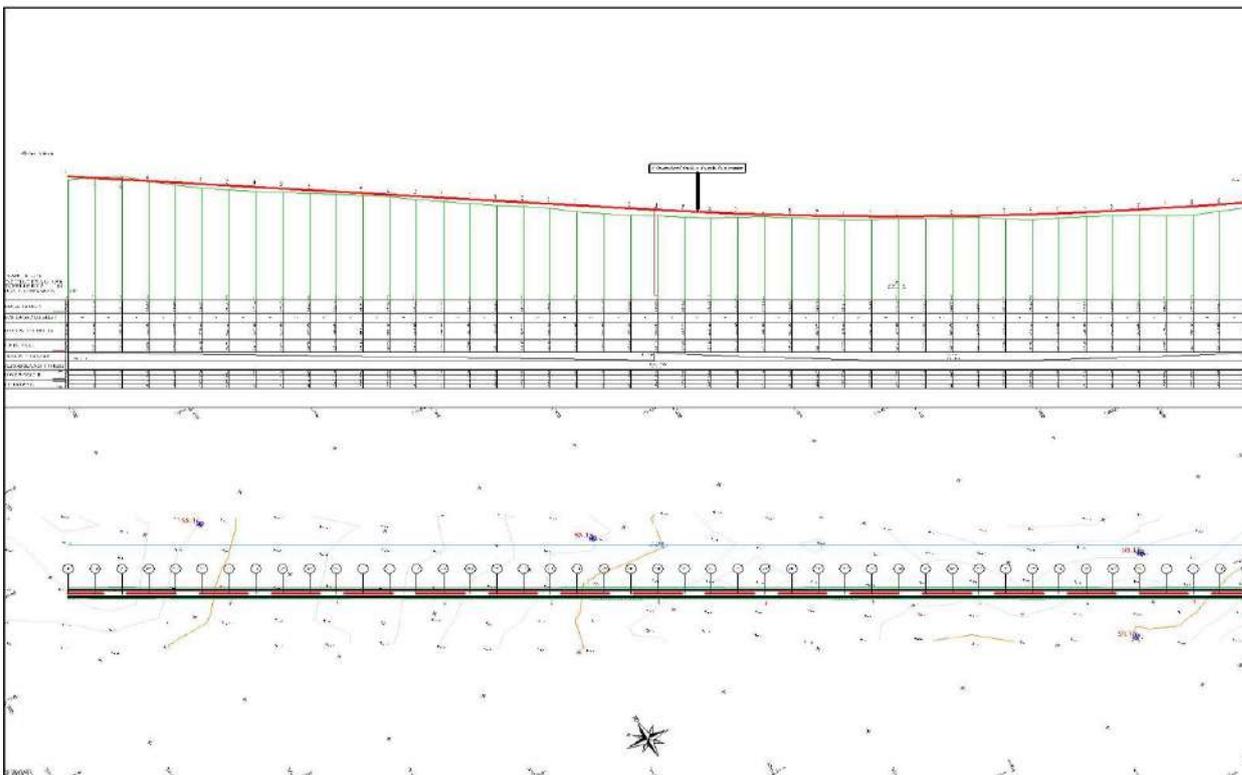
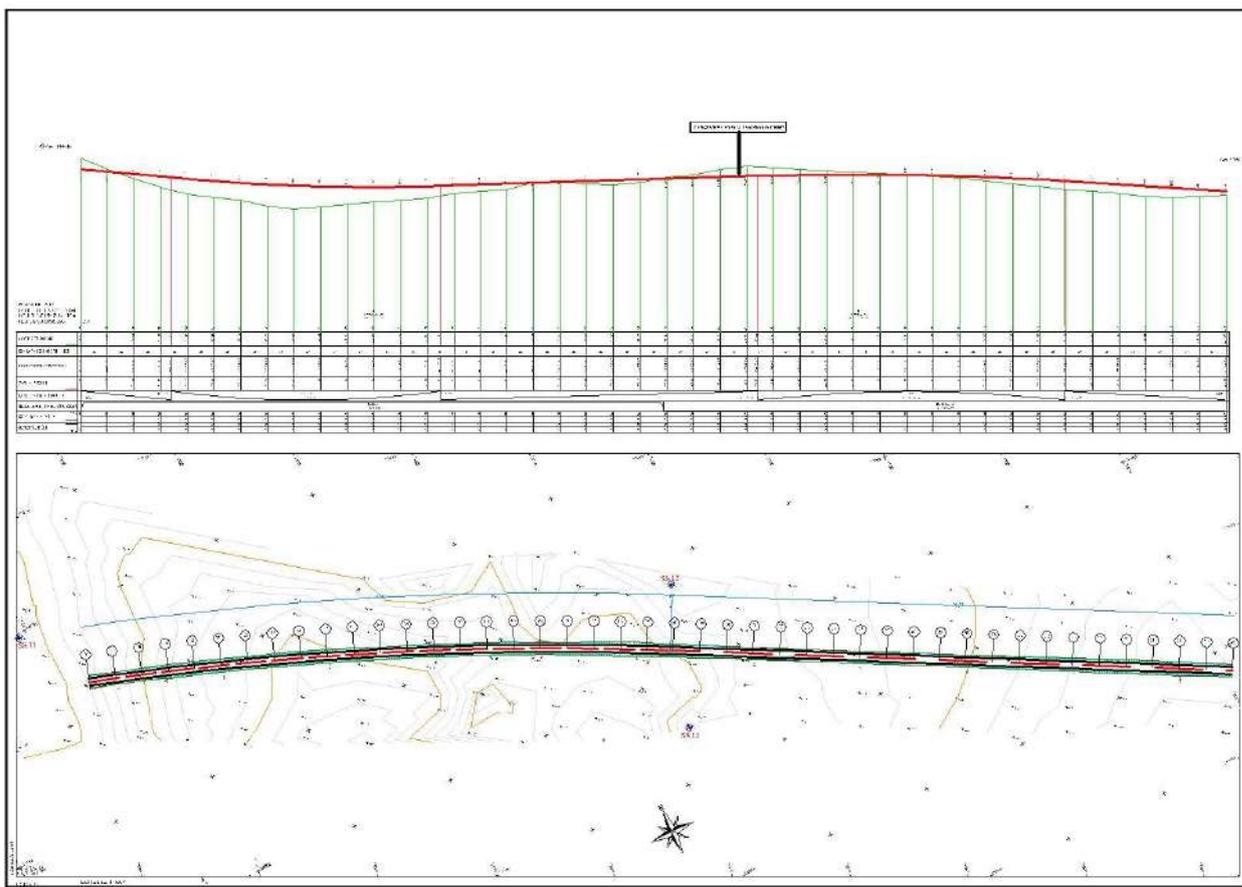
Règlements :

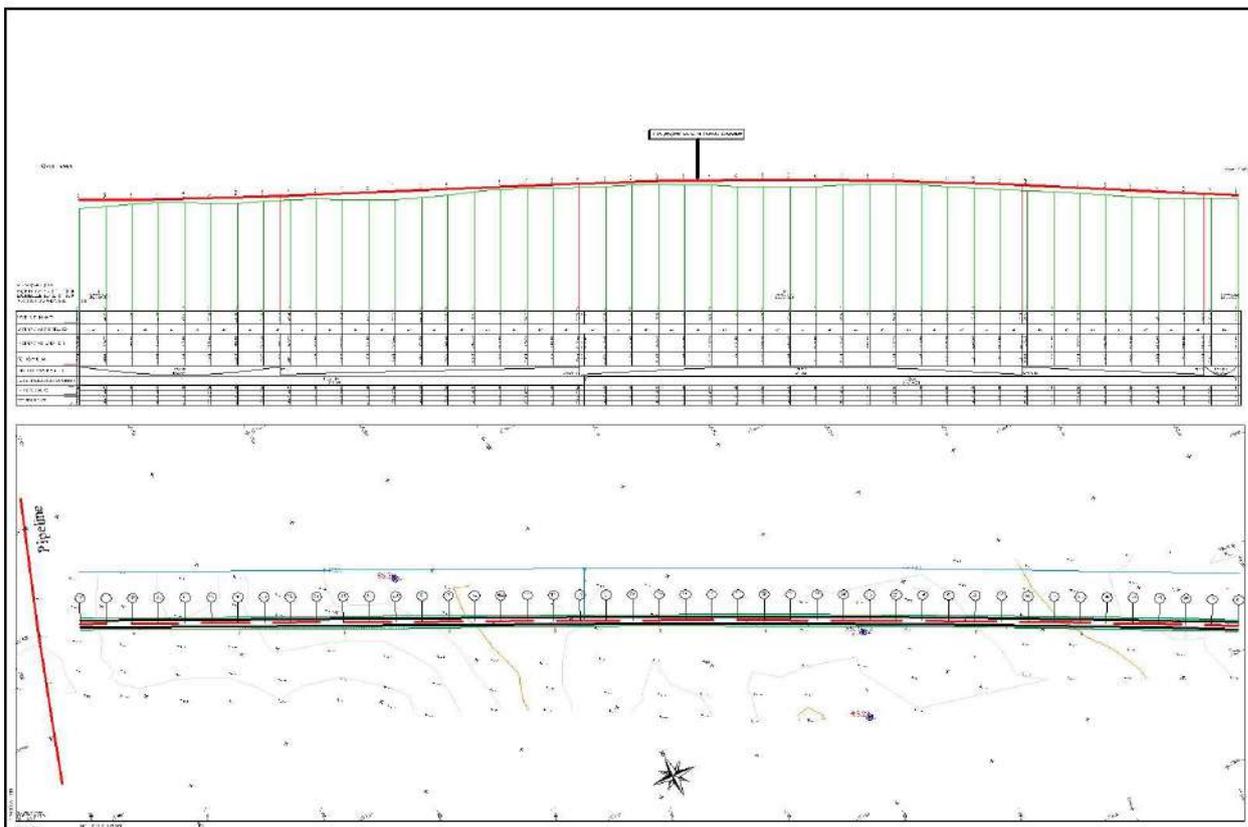
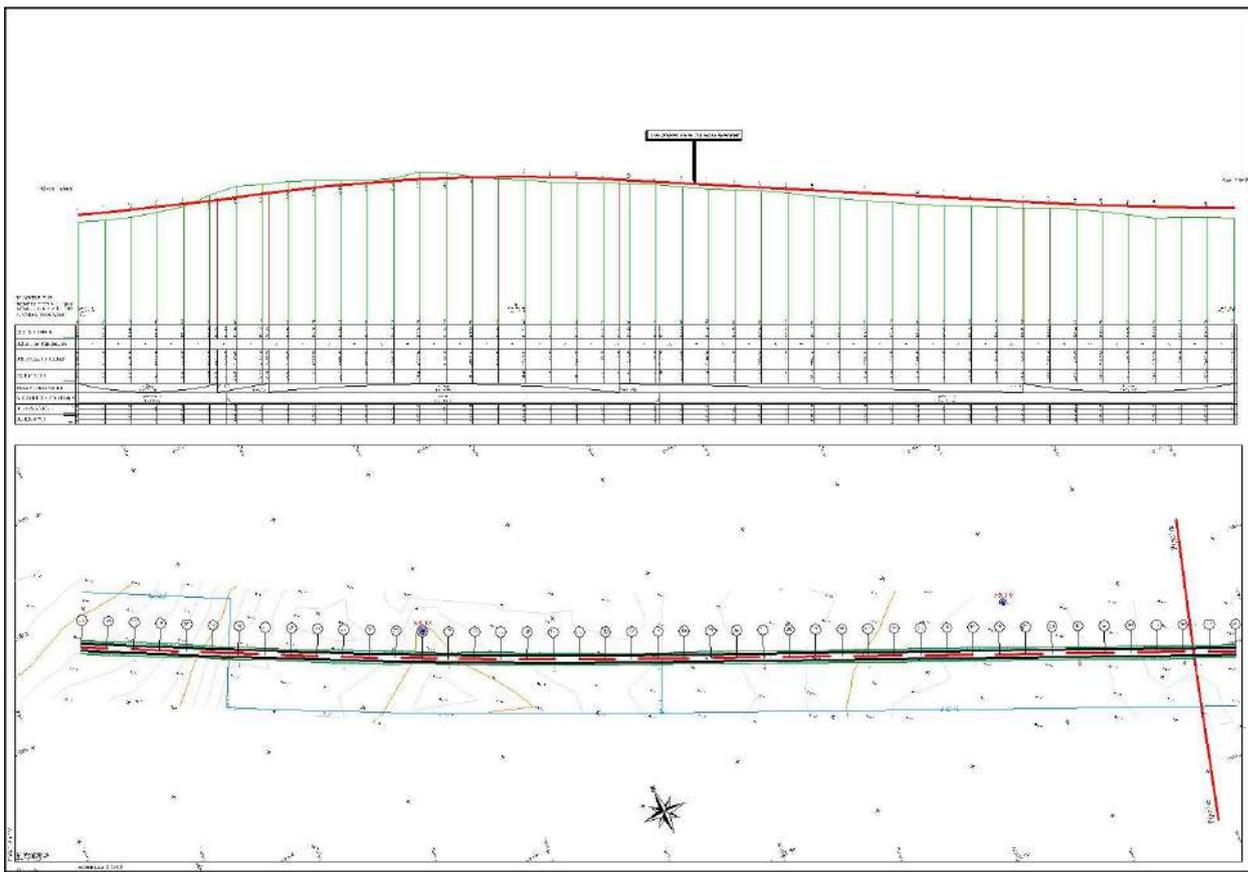
- B40 : Normes techniques d'aménagement des routes.
- Normes technique d'aménagement des carrefours dénivellement« SAETI Norme IV 1892 »
- Signalisation routière.
- Fascicule 01.02.03

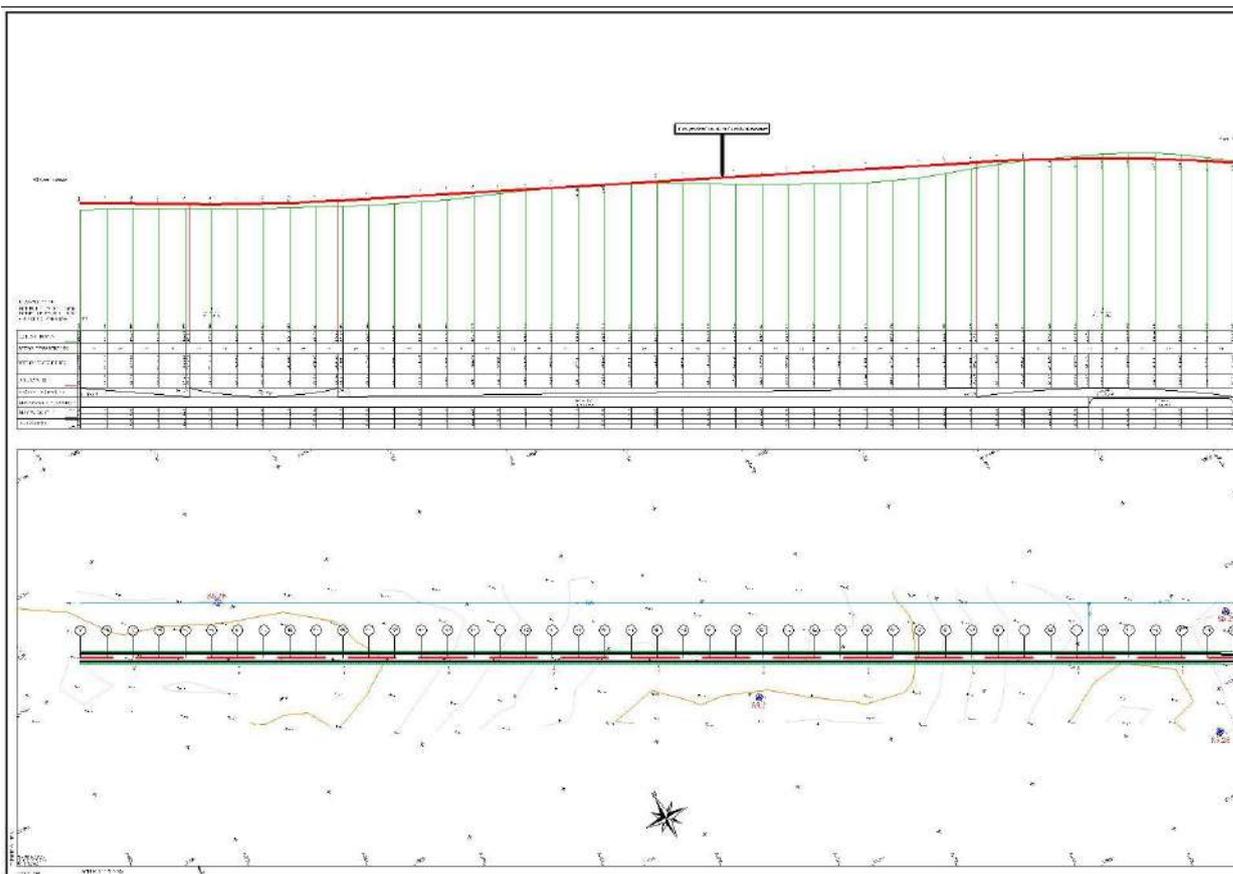
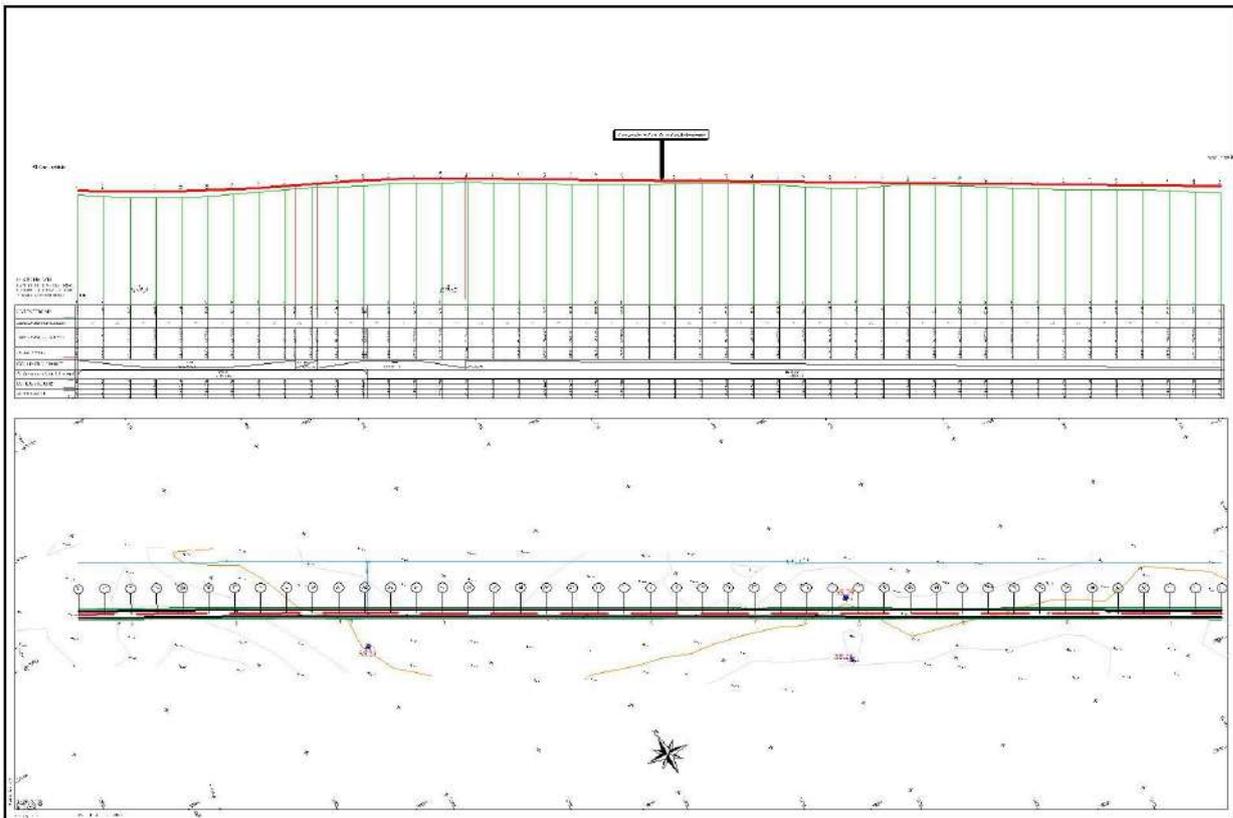
Annexe

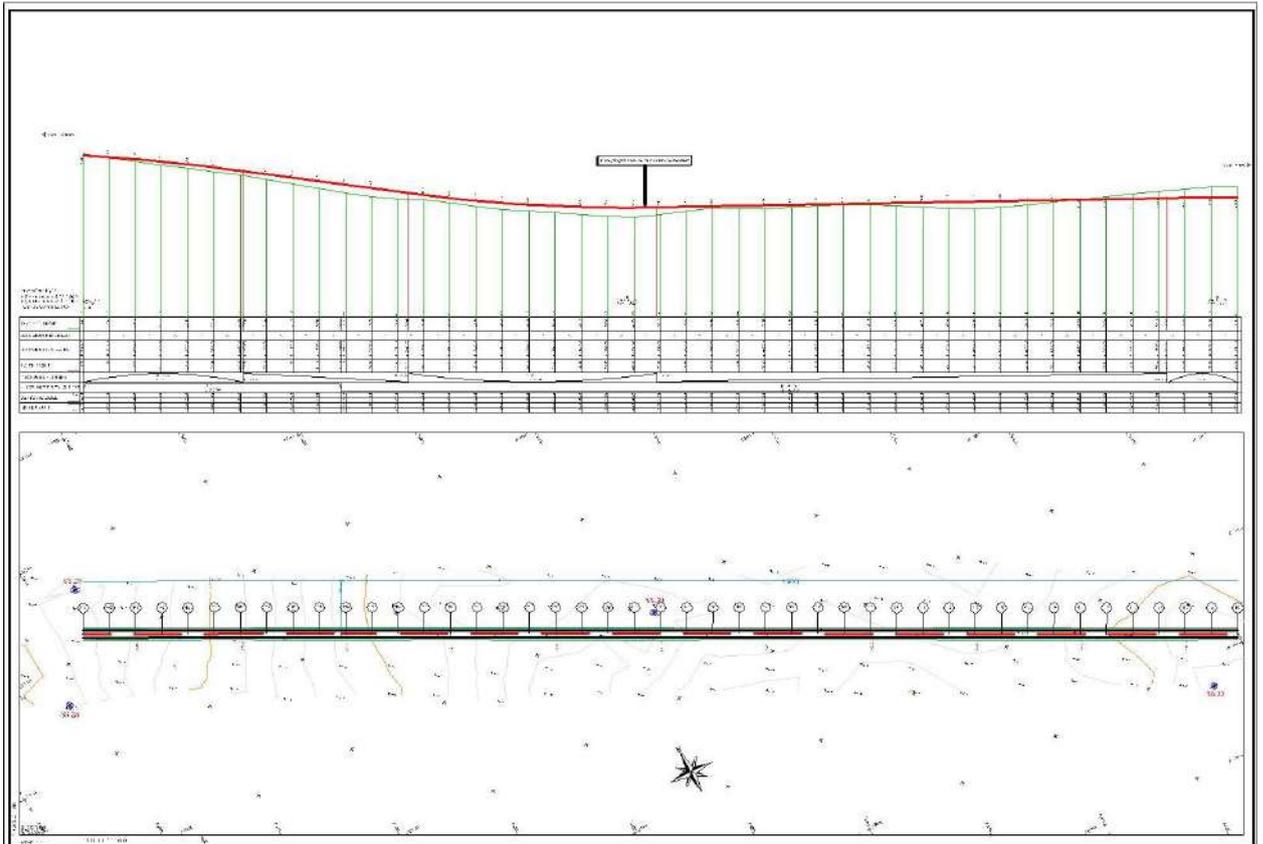
Annexe N°1 : Tracé combine



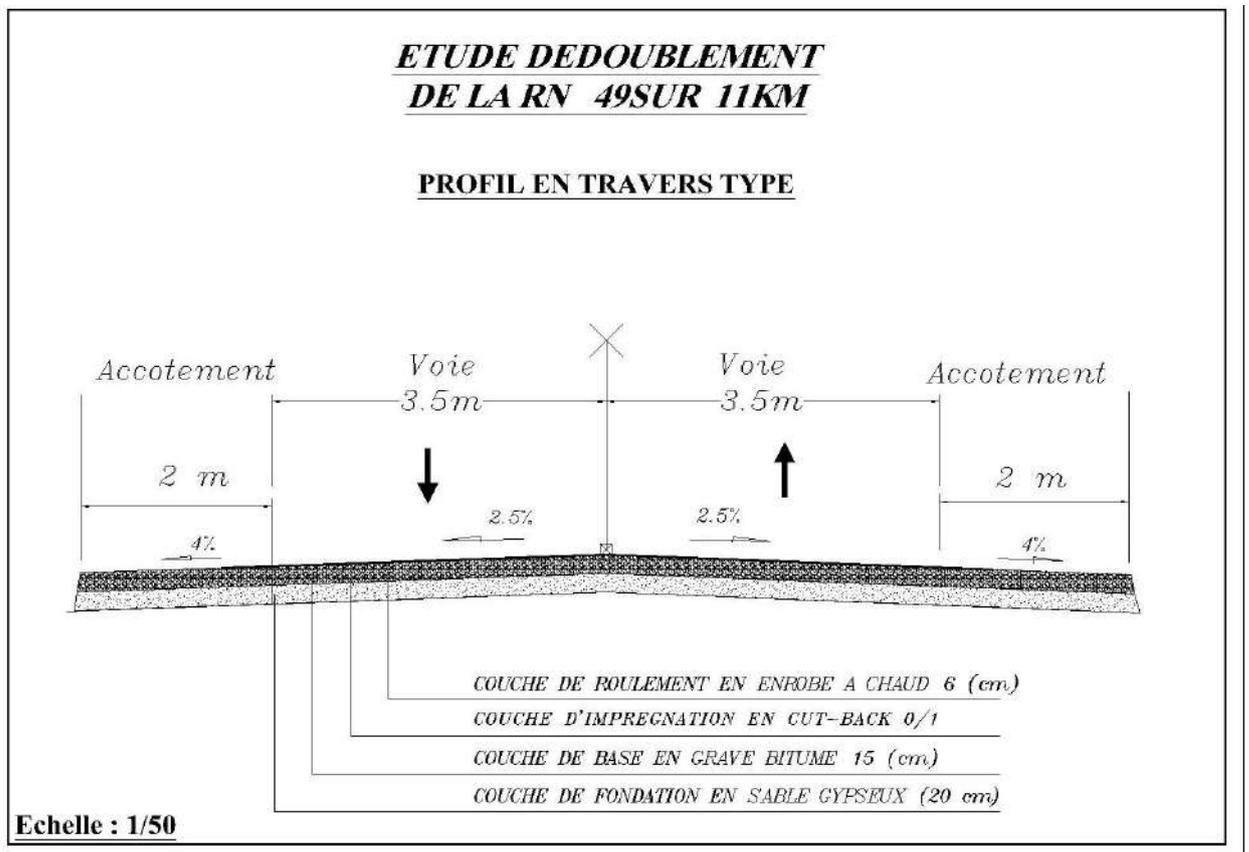








Annexe N°2 :



Annexe N°3 :

*ETUDE DE DOUBLERMENT DE LA RN 49 SUR 11 KM.**IMPLANTATION D'AXE DU PROFIL N°1 AU PROFIL N° 447*

N° DU PROFIL	ABSCISSE CURVILIGNE	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	121.855	122.315	734275.037	3581245.595	199.468g	2.50	-2.50
2	25.000	122.199	122.624	734300.036	3581245.804	199.468g	2.50	-2.50
3	50.000	122.549	122.933	734325.035	3581246.013	199.468g	2.50	-2.50
4	75.000	122.725	123.241	734350.034	3581246.222	199.468g	2.50	-2.50
5	100.000	123.014	123.550	734375.033	3581246.431	199.468g	2.50	-2.50
6	125.000	123.419	123.859	734400.033	3581246.640	199.468g	2.50	-2.50
7	150.000	123.693	124.168	734425.032	3581246.849	199.468g	2.50	-2.50
8	175.000	123.975	124.476	734450.031	3581247.058	199.468g	2.50	-2.50
9	200.000	124.197	124.785	734475.030	3581247.267	199.468g	2.50	-2.50
10	225.000	124.651	125.094	734500.029	3581247.476	199.468g	2.50	-2.50
11	250.000	125.042	125.403	734525.028	3581247.685	199.468g	2.50	-2.50
12	275.000	125.253	125.711	734550.027	3581247.893	199.468g	2.50	-2.50
13	300.000	125.405	126.020	734575.026	3581248.102	199.468g	2.50	-2.50
14	325.000	125.620	126.329	734600.026	3581248.311	199.468g	2.50	-2.50
15	350.000	125.941	126.703	734625.025	3581248.520	199.468g	2.50	-2.50
16	375.000	126.615	127.203	734650.024	3581248.729	199.468g	2.50	-2.50
17	400.000	127.294	127.827	734675.023	3581248.938	199.468g	2.50	-2.50
18	425.000	127.971	128.576	734700.022	3581249.147	199.468g	2.50	-2.50
19	450.000	128.832	129.374	734725.021	3581249.356	199.468g	2.50	-2.50
20	475.000	129.658	130.173	734750.020	3581249.565	199.468g	2.50	-2.50
21	500.000	130.569	130.970	734775.019	3581249.774	199.468g	2.50	-2.50
22	525.000	131.390	131.737	734800.019	3581249.983	199.468g	2.50	-2.50
23	550.000	131.744	132.462	734825.018	3581250.192	199.468g	2.50	-2.50
24	575.000	132.057	133.145	734850.017	3581250.401	199.468g	2.50	-2.50
25	600.000	132.651	133.787	734875.016	3581250.610	199.468g	2.50	-2.50
26	625.000	133.351	134.387	734900.015	3581250.819	199.468g	2.50	-2.50
27	650.000	134.668	134.945	734925.014	3581251.028	199.468g	2.50	-2.50
28	675.000	135.995	135.462	734950.013	3581251.236	199.468g	2.50	-2.50
29	700.000	137.360	135.937	734975.012	3581251.445	199.468g	2.50	-2.50
30	725.000	138.532	136.370	735000.012	3581251.654	199.468g	2.50	-2.50
31	750.000	138.555	136.762	735025.011	3581251.863	199.468g	2.50	-2.50
32	775.000	138.519	137.112	735050.010	3581252.072	199.468g	2.50	-2.50
33	800.000	138.439	137.423	735075.009	3581252.281	199.468g	2.50	-2.50
34	825.000	138.485	137.724	735100.008	3581252.490	199.468g	2.50	-2.50
35	850.000	138.528	138.026	735125.007	3581252.699	199.468g	2.50	-2.50
36	875.000	138.352	138.327	735150.006	3581252.908	199.468g	2.50	-2.50
37	900.000	138.292	138.628	735175.006	3581253.117	199.468g	2.50	-2.50
38	925.000	138.355	138.930	735200.005	3581253.326	199.468g	2.50	-2.50
39	950.000	138.486	139.231	735225.004	3581253.535	199.468g	2.50	-2.50
40	975.000	138.853	139.533	735250.003	3581253.744	199.468g	2.50	-2.50
41	1000.000	139.219	139.834	735275.002	3581253.953	199.468g	2.50	-2.50
42	1025.000	139.577	140.135	735300.001	3581254.162	199.468g	2.50	-2.50
43	1050.000	139.917	140.437	735325.000	3581254.371	199.468g	2.50	-2.50
44	1075.000	140.245	140.738	735349.999	3581254.579	199.468g	2.50	-2.50
45	1100.000	140.527	141.034	735374.999	3581254.788	199.468g	2.50	-2.50

46	1125.000	140.809	141.301	735399.998	3581254.997	199.468g	2.50	-2.50
47	1150.000	140.964	141.537	735424.997	3581255.206	199.468g	2.50	-2.50
48	1175.000	141.086	141.741	735449.996	3581255.415	199.468g	2.50	-2.50
49	1200.000	141.224	141.915	735474.995	3581255.624	199.468g	2.50	-2.50
50	1225.000	141.483	142.057	735499.994	3581255.833	199.468g	2.50	-2.50
51	1250.000	141.723	142.167	735524.993	3581256.042	199.468g	2.50	-2.50
52	1275.000	141.841	142.247	735549.992	3581256.251	199.471g	2.50	-2.50
53	1300.000	141.868	142.295	735574.992	3581256.433	199.604g	2.50	-2.50
54	1325.000	141.950	142.312	735599.991	3581256.562	199.736g	2.50	-2.50
55	1350.000	141.796	142.298	735624.991	3581256.640	199.869g	2.50	-2.50
56	1375.000	141.734	142.252	735649.991	3581256.665	200.002g	2.50	-2.50
57	1400.000	141.575	142.176	735674.991	3581256.638	200.134g	2.50	-2.50
58	1425.000	141.477	142.068	735699.991	3581256.560	200.267g	2.50	-2.50
59	1450.000	141.404	141.946	735724.991	3581256.429	200.399g	2.50	-2.50
60	1475.000	141.279	141.824	735749.990	3581256.246	200.532g	2.50	-2.50
61	1500.000	141.096	141.701	735774.989	3581256.011	200.665g	2.50	-2.50
62	1525.000	141.116	141.579	735799.987	3581255.724	200.797g	2.50	-2.50
63	1550.000	141.369	141.457	735824.985	3581255.385	200.930g	2.50	-2.50
64	1575.000	141.546	141.335	735849.982	3581254.994	201.063g	2.50	-2.50
65	1600.000	141.603	141.213	735874.978	3581254.550	201.195g	2.50	-2.50
66	1625.000	141.575	141.091	735899.973	3581254.055	201.328g	2.50	-2.50
67	1650.000	141.482	140.969	735924.967	3581253.508	201.460g	2.50	-2.50
68	1675.000	141.397	140.847	735949.960	3581252.908	201.593g	2.50	-2.50
69	1700.000	141.060	140.725	735974.951	3581252.256	201.726g	2.50	-2.50
70	1725.000	140.587	140.602	735999.942	3581251.553	201.858g	2.50	-2.50
71	1750.000	140.266	140.480	736024.930	3581250.797	201.991g	2.50	-2.50
72	1775.000	140.142	140.358	736049.917	3581249.989	202.124g	2.50	-2.50
73	1800.000	140.035	140.236	736074.902	3581249.129	202.256g	2.50	-2.50
74	1825.000	139.922	140.114	736099.886	3581248.218	202.389g	2.50	-2.50
75	1850.000	139.690	139.992	736124.867	3581247.254	202.522g	2.50	-2.50
76	1875.000	139.427	139.870	736149.846	3581246.238	202.654g	2.50	-2.50
77	1900.000	139.252	139.748	736174.824	3581245.170	202.787g	2.50	-2.50
78	1925.000	139.036	139.626	736199.798	3581244.050	202.919g	2.50	-2.50
79	1950.000	138.986	139.503	736224.771	3581242.878	203.052g	2.50	-2.50
80	1975.000	139.051	139.381	736249.741	3581241.656	203.147g	2.50	-2.50
81	2000.000	139.206	139.259	736274.710	3581240.420	203.147g	2.50	-2.50
82	2025.000	139.162	139.137	736299.680	3581239.185	203.147g	2.50	-2.50
83	2050.000	139.185	139.015	736324.649	3581237.949	203.147g	2.50	-2.50
84	2075.000	139.398	138.893	736349.619	3581236.714	203.147g	2.50	-2.50
85	2100.000	139.330	138.771	736374.588	3581235.478	203.147g	2.50	-2.50
86	2125.000	139.148	138.649	736399.558	3581234.243	203.147g	2.50	-2.50
87	2150.000	139.024	138.527	736424.527	3581233.008	203.147g	2.50	-2.50
88	2175.000	138.899	138.404	736449.497	3581231.772	203.147g	2.50	-2.50
89	2200.000	138.560	138.282	736474.466	3581230.537	203.147g	2.50	-2.50
90	2225.000	138.134	138.160	736499.436	3581229.301	203.147g	2.50	-2.50
91	2250.000	137.713	138.038	736524.405	3581228.066	203.147g	2.50	-2.50
92	2275.000	137.432	137.930	736549.374	3581226.830	203.147g	2.50	-2.50
93	2300.000	137.347	137.852	736574.344	3581225.595	203.147g	2.50	-2.50
94	2325.000	137.220	137.807	736599.313	3581224.359	203.147g	2.50	-2.50
95	2350.000	137.090	137.792	736624.283	3581223.124	203.147g	2.50	-2.50
96	2375.000	137.162	137.808	736649.252	3581221.888	203.147g	2.50	-2.50
97	2400.000	137.343	137.856	736674.222	3581220.653	203.147g	2.50	-2.50
98	2425.000	137.403	137.933	736699.191	3581219.418	203.147g	2.50	-2.50
99	2450.000	137.352	138.017	736724.161	3581218.182	203.147g	2.50	-2.50
100	2475.000	137.337	138.100	736749.130	3581216.947	203.147g	2.50	-2.50
101	2500.000	137.278	138.184	736774.100	3581215.711	203.147g	2.50	-2.50

102	2525.000	137.292	138.267	736799.069	3581214.476	203.147g	2.50	-2.50
103	2550.000	137.515	138.351	736824.038	3581213.240	203.147g	2.50	-2.50
104	2575.000	137.763	138.434	736849.008	3581212.005	203.147g	2.50	-2.50
105	2600.000	137.955	138.518	736873.977	3581210.769	203.147g	2.50	-2.50
106	2625.000	137.912	138.602	736898.947	3581209.534	203.147g	2.50	-2.50
107	2650.000	137.848	138.685	736923.916	3581208.298	203.147g	2.50	-2.50
108	2675.000	137.834	138.769	736948.886	3581207.063	203.147g	2.50	-2.50
109	2700.000	137.894	138.852	736973.855	3581205.828	203.147g	2.50	-2.50
110	2725.000	137.996	138.936	736998.825	3581204.592	203.147g	2.50	-2.50
111	2750.000	138.262	139.020	737023.794	3581203.357	203.147g	2.50	-2.50
112	2775.000	138.493	139.103	737048.764	3581202.121	203.147g	2.50	-2.50
113	2800.000	138.690	139.187	737073.733	3581200.886	203.147g	2.50	-2.50
114	2825.000	138.757	139.270	737098.702	3581199.650	203.147g	2.50	-2.50
115	2850.000	138.835	139.354	737123.672	3581198.415	203.147g	2.50	-2.50
116	2875.000	139.036	139.429	737148.641	3581197.179	203.147g	2.50	-2.50
117	2900.000	139.197	139.473	737173.611	3581195.944	203.147g	2.50	-2.50
118	2925.000	139.221	139.487	737198.580	3581194.709	203.147g	2.50	-2.50
119	2950.000	139.087	139.469	737223.550	3581193.473	203.147g	2.50	-2.50
120	2975.000	139.031	139.420	737248.519	3581192.238	203.147g	2.50	-2.50
121	3000.000	138.987	139.339	737273.489	3581191.002	203.147g	2.50	-2.50
122	3025.000	138.923	139.227	737298.458	3581189.767	203.147g	2.50	-2.50
123	3050.000	138.758	139.087	737323.428	3581188.531	203.147g	2.50	-2.50
124	3075.000	138.520	138.939	737348.397	3581187.296	203.147g	2.50	-2.50
125	3100.000	138.302	138.792	737373.366	3581186.060	203.147g	2.50	-2.50
126	3125.000	138.133	138.644	737398.336	3581184.825	203.147g	2.50	-2.50
127	3150.000	137.964	138.497	737423.305	3581183.589	203.147g	2.50	-2.50
128	3175.000	137.825	138.349	737448.275	3581182.354	203.147g	2.50	-2.50
129	3200.000	137.710	138.202	737473.244	3581181.119	203.147g	2.50	-2.50
130	3225.000	137.555	138.054	737498.214	3581179.883	203.147g	2.50	-2.50
131	3250.000	137.444	137.906	737523.183	3581178.648	203.147g	2.50	-2.50
132	3275.000	137.395	137.759	737548.153	3581177.412	203.147g	2.50	-2.50
133	3300.000	137.378	137.611	737573.122	3581176.177	203.147g	2.50	-2.50
134	3325.000	137.358	137.464	737598.092	3581174.941	203.147g	2.50	-2.50
135	3350.000	137.268	137.316	737623.061	3581173.706	203.147g	2.50	-2.50
136	3375.000	137.218	137.169	737648.030	3581172.470	203.147g	2.50	-2.50
137	3400.000	137.194	137.021	737673.000	3581171.235	203.147g	2.50	-2.50
138	3425.000	137.201	136.874	737697.969	3581170.000	203.147g	2.50	-2.50
139	3450.000	137.291	136.726	737722.939	3581168.764	203.147g	2.50	-2.50
140	3475.000	137.457	136.579	737747.908	3581167.529	203.147g	2.50	-2.50
141	3500.000	137.296	136.431	737772.878	3581166.293	203.147g	2.50	-2.50
142	3525.000	137.039	136.284	737797.847	3581165.058	203.147g	2.50	-2.50
143	3550.000	136.764	136.136	737822.817	3581163.822	203.147g	2.50	-2.50
144	3575.000	136.395	135.989	737847.786	3581162.587	203.147g	2.50	-2.50
145	3600.000	136.138	135.841	737872.756	3581161.351	203.147g	2.50	-2.50
146	3625.000	136.056	135.694	737897.725	3581160.116	203.152g	2.50	-2.50
147	3650.000	135.949	135.546	737922.689	3581158.775	203.683g	2.50	-2.50
148	3675.000	135.819	135.399	737947.641	3581157.225	204.213g	2.50	-2.50
149	3700.000	135.634	135.251	737972.579	3581155.468	204.744g	2.50	-2.50
150	3725.000	135.121	135.104	737997.502	3581153.503	205.274g	2.50	-2.50
151	3750.000	134.583	134.956	738022.407	3581151.331	205.805g	2.50	-2.50
152	3775.000	134.411	134.810	738047.293	3581148.951	206.335g	2.50	-2.50
153	3800.000	134.306	134.688	738072.159	3581146.363	206.866g	2.50	-2.50
154	3825.000	134.217	134.602	738097.002	3581143.569	207.396g	2.50	-2.50
155	3850.000	134.125	134.549	738121.821	3581140.568	207.927g	2.50	-2.50
156	3875.000	134.085	134.532	738146.615	3581137.359	208.457g	2.50	-2.50
157	3900.000	134.117	134.549	738171.380	3581133.945	208.988g	2.50	-2.50

158	3925.000	134.146	134.601	738196.117	3581130.324	209.518g	2.50	-2.50
159	3950.000	134.212	134.680	738220.822	3581126.497	210.049g	2.50	-2.50
160	3975.000	134.299	134.759	738245.494	3581122.465	210.579g	2.50	-2.50
161	4000.000	134.437	134.839	738270.132	3581118.227	211.110g	2.50	-2.50
162	4025.000	134.586	134.918	738294.734	3581113.783	211.640g	2.50	-2.50
163	4050.000	134.665	134.998	738319.298	3581109.135	212.171g	2.50	-2.50
164	4075.000	134.727	135.077	738343.823	3581104.283	212.701g	2.50	-2.50
165	4100.000	134.735	135.136	738368.306	3581099.226	213.232g	2.50	-2.50
166	4125.000	134.702	135.154	738392.746	3581093.965	213.762g	2.50	-2.50
167	4150.000	134.681	135.129	738417.142	3581088.501	214.293g	2.50	-2.50
168	4175.000	134.869	135.063	738441.491	3581082.834	214.823g	2.50	-2.50
169	4200.000	135.009	134.955	738465.792	3581076.964	215.354g	2.50	-2.50
170	4225.000	135.059	134.806	738490.043	3581070.892	215.884g	2.50	-2.50
171	4250.000	135.166	134.615	738514.243	3581064.617	216.415g	2.50	-2.50
172	4275.000	135.335	134.385	738538.390	3581058.142	216.945g	2.50	-2.50
173	4300.000	135.402	134.148	738562.481	3581051.465	217.476g	2.50	-2.50
174	4325.000	135.383	133.911	738586.517	3581044.588	218.006g	2.50	-2.50
175	4350.000	135.083	133.673	738610.494	3581037.511	218.537g	2.50	-2.50
176	4375.000	134.412	133.436	738634.412	3581030.234	219.068g	2.50	-2.50
177	4400.000	133.396	133.199	738658.268	3581022.758	219.598g	2.50	-2.50
178	4425.000	132.541	132.962	738682.061	3581015.084	220.129g	2.50	-2.50
179	4450.000	131.685	132.724	738705.789	3581007.212	220.659g	2.50	-2.50
180	4475.000	130.998	132.493	738729.450	3580999.142	221.190g	2.50	-2.50
181	4500.000	130.761	132.290	738753.044	3580990.875	221.720g	2.50	-2.50
182	4525.000	130.441	132.119	738776.568	3580982.412	222.251g	2.50	-2.50
183	4550.000	129.967	131.979	738800.020	3580973.753	222.781g	2.50	-2.50
184	4575.000	129.651	131.871	738823.400	3580964.900	223.312g	2.50	-2.50
185	4600.000	129.832	131.793	738846.705	3580955.851	223.842g	2.50	-2.50
186	4625.000	130.058	131.747	738869.934	3580946.609	224.373g	2.50	-2.50
187	4650.000	130.281	131.732	738893.085	3580937.173	224.903g	2.50	-2.50
188	4675.000	130.456	131.748	738916.156	3580927.545	225.434g	2.50	-2.50
189	4700.000	130.691	131.796	738939.147	3580917.725	225.964g	2.50	-2.50
190	4725.000	131.121	131.870	738962.055	3580907.714	226.495g	2.50	-2.50
191	4750.000	131.310	131.949	738984.878	3580897.512	227.025g	2.50	-2.50
192	4775.000	131.482	132.028	739007.616	3580887.120	227.556g	2.50	-2.50
193	4800.000	132.143	132.106	739030.266	3580876.539	228.086g	2.50	-2.50
194	4825.000	132.323	132.185	739052.828	3580865.770	228.617g	2.50	-2.50
195	4850.000	132.020	132.264	739075.299	3580854.813	229.147g	2.50	-2.50
196	4875.000	131.901	132.342	739097.678	3580843.670	229.678g	2.50	-2.50
197	4900.000	132.168	132.421	739119.963	3580832.340	230.208g	2.50	-2.50
198	4925.000	132.655	132.499	739142.154	3580820.826	230.738g	2.50	-2.50
199	4950.000	132.911	132.578	739164.307	3580809.240	230.738g	2.50	-2.50
200	4975.000	133.388	132.657	739186.460	3580797.653	230.738g	2.50	-2.50
201	5000.000	133.693	132.735	739208.613	3580786.067	230.738g	2.50	-2.50
202	5025.000	133.560	132.810	739230.766	3580774.481	230.738g	2.50	-2.50
203	5050.000	133.416	132.866	739252.919	3580762.895	230.738g	2.50	-2.50
204	5075.000	133.265	132.902	739275.072	3580751.308	230.738g	2.50	-2.50
205	5100.000	133.115	132.916	739297.225	3580739.722	230.738g	2.50	-2.50
206	5125.000	132.988	132.910	739319.378	3580728.136	230.738g	2.50	-2.50
207	5150.000	132.862	132.883	739341.531	3580716.549	230.738g	2.50	-2.50
208	5175.000	132.737	132.835	739363.684	3580704.963	230.738g	2.50	-2.50
209	5200.000	132.550	132.766	739385.837	3580693.377	230.738g	2.50	-2.50
210	5225.000	132.294	132.676	739407.990	3580681.791	230.738g	2.50	-2.50
211	5250.000	132.026	132.565	739430.143	3580670.204	230.738g	2.50	-2.50
212	5275.000	131.747	132.434	739452.297	3580658.618	230.738g	2.50	-2.50
213	5300.000	131.491	132.282	739474.450	3580647.032	230.738g	2.50	-2.50

214	5325.000	131.298	132.120	739496.603	3580635.445	230.678g	2.50	-2.50
215	5350.000	131.084	131.959	739518.756	3580623.859	230.678g	2.50	-2.50
216	5375.000	130.815	131.798	739540.909	3580612.273	230.678g	2.50	-2.50
217	5400.000	130.714	131.636	739563.062	3580600.687	230.678g	2.50	-2.50
218	5425.000	130.846	131.475	739585.215	3580589.100	230.678g	2.50	-2.50
219	5450.000	130.993	131.313	739607.368	3580577.514	230.678g	2.50	-2.50
220	5475.000	131.275	131.152	739629.521	3580565.928	230.678g	2.50	-2.50
221	5500.000	131.318	130.990	739651.674	3580554.341	230.678g	2.50	-2.50
222	5525.000	130.823	130.829	739673.827	3580542.755	230.678g	2.50	-2.50
223	5550.000	130.389	130.668	739695.980	3580531.169	230.678g	2.50	-2.50
224	5575.000	130.124	130.506	739718.133	3580519.583	230.678g	2.50	-2.50
225	5600.000	129.889	130.345	739740.286	3580507.996	230.678g	2.50	-2.50
226	5625.000	129.740	130.184	739762.439	3580496.410	230.678g	2.50	-2.50
227	5650.000	129.619	130.022	739784.592	3580484.824	230.678g	2.50	-2.50
228	5675.000	129.533	129.861	739806.745	3580473.237	230.678g	2.50	-2.50
229	5700.000	129.433	129.699	739828.899	3580461.651	230.678g	2.50	-2.50
230	5725.000	129.307	129.538	739851.052	3580450.065	230.678g	2.50	-2.50
231	5750.000	129.132	129.377	739873.205	3580438.479	230.678g	2.50	-2.50
232	5775.000	128.879	129.215	739895.358	3580426.892	230.678g	2.50	-2.50
233	5800.000	128.646	129.054	739917.511	3580415.306	230.678g	2.50	-2.50
234	5825.000	128.446	128.892	739939.664	3580403.720	230.678g	2.50	-2.50
235	5850.000	128.229	128.731	739961.817	3580392.133	230.678g	2.50	-2.50
236	5875.000	128.094	128.570	739983.970	3580380.547	230.678g	2.50	-2.50
237	5900.000	127.919	128.408	740006.123	3580368.961	230.678g	2.50	-2.50
238	5925.000	127.569	128.247	740028.276	3580357.375	230.678g	2.50	-2.50
239	5950.000	127.289	128.085	740050.429	3580345.788	230.678g	2.50	-2.50
240	5975.000	127.194	127.924	740072.582	3580334.202	230.678g	2.50	-2.50
241	6000.000	127.104	127.763	740094.735	3580322.616	230.678g	2.50	-2.50
242	6025.000	126.957	127.612	740116.888	3580311.029	230.678g	2.50	-2.50
243	6050.000	126.871	127.479	740139.041	3580299.443	230.678g	2.50	-2.50
244	6075.000	126.967	127.364	740161.194	3580287.857	230.678g	2.50	-2.50
245	6100.000	126.996	127.267	740183.347	3580276.271	230.678g	2.50	-2.50
246	6125.000	126.895	127.188	740205.501	3580264.684	230.678g	2.50	-2.50
247	6150.000	126.782	127.126	740227.654	3580253.098	230.678g	2.50	-2.50
248	6175.000	126.644	127.083	740249.807	3580241.512	230.678g	2.50	-2.50
249	6200.000	126.675	127.057	740271.960	3580229.925	230.678g	2.50	-2.50
250	6225.000	126.778	127.049	740294.113	3580218.339	230.678g	2.50	-2.50
251	6250.000	126.828	127.059	740316.266	3580206.753	230.678g	2.50	-2.50
252	6275.000	126.897	127.087	740338.419	3580195.167	230.678g	2.50	-2.50
253	6300.000	126.936	127.133	740360.572	3580183.580	230.678g	2.50	-2.50
254	6325.000	126.755	127.197	740382.725	3580171.994	230.678g	2.50	-2.50
255	6350.000	126.657	127.278	740404.878	3580160.408	230.678g	2.50	-2.50
256	6375.000	126.856	127.377	740427.031	3580148.821	230.678g	2.50	-2.50
257	6400.000	127.024	127.494	740449.184	3580137.235	230.678g	2.50	-2.50
258	6425.000	127.099	127.630	740471.337	3580125.649	230.678g	2.50	-2.50
259	6450.000	127.154	127.782	740493.490	3580114.063	230.678g	2.50	-2.50
260	6475.000	127.077	127.953	740515.643	3580102.476	230.678g	2.50	-2.50
261	6500.000	127.201	128.142	740537.796	3580090.890	230.678g	2.50	-2.50
262	6525.000	127.606	128.348	740559.949	3580079.304	230.678g	2.50	-2.50
263	6550.000	127.937	128.572	740582.103	3580067.717	230.678g	2.50	-2.50
264	6575.000	128.100	128.815	740604.256	3580056.131	230.678g	2.50	-2.50
265	6600.000	128.359	129.075	740626.409	3580044.545	230.678g	2.50	-2.50
266	6625.000	128.816	129.352	740648.562	3580032.959	230.678g	2.50	-2.50
267	6650.000	129.445	129.648	740670.715	3580021.372	230.678g	2.50	-2.50
268	6675.000	130.438	129.962	740692.868	3580009.786	230.678g	2.50	-2.50
269	6700.000	131.334	130.289	740715.023	3579998.204	230.607g	2.50	-2.50

214	5325.000	131.298	132.120	739496.603	3580635.445	230.678g	2.50	-2.50
215	5350.000	131.084	131.959	739518.756	3580623.859	230.678g	2.50	-2.50
216	5375.000	130.815	131.798	739540.909	3580612.273	230.678g	2.50	-2.50
217	5400.000	130.714	131.636	739563.062	3580600.687	230.678g	2.50	-2.50
218	5425.000	130.846	131.475	739585.215	3580589.100	230.678g	2.50	-2.50
219	5450.000	130.993	131.313	739607.368	3580577.514	230.678g	2.50	-2.50
220	5475.000	131.275	131.152	739629.521	3580565.928	230.678g	2.50	-2.50
221	5500.000	131.318	130.990	739651.674	3580554.341	230.678g	2.50	-2.50
222	5525.000	130.823	130.829	739673.827	3580542.755	230.678g	2.50	-2.50
223	5550.000	130.389	130.668	739695.980	3580531.169	230.678g	2.50	-2.50
224	5575.000	130.124	130.506	739718.133	3580519.583	230.678g	2.50	-2.50
225	5600.000	129.889	130.345	739740.286	3580507.996	230.678g	2.50	-2.50
226	5625.000	129.740	130.184	739762.439	3580496.410	230.678g	2.50	-2.50
227	5650.000	129.619	130.022	739784.592	3580484.824	230.678g	2.50	-2.50
228	5675.000	129.533	129.861	739806.745	3580473.237	230.678g	2.50	-2.50
229	5700.000	129.433	129.699	739828.899	3580461.651	230.678g	2.50	-2.50
230	5725.000	129.307	129.538	739851.052	3580450.065	230.678g	2.50	-2.50
231	5750.000	129.132	129.377	739873.205	3580438.479	230.678g	2.50	-2.50
232	5775.000	128.879	129.215	739895.358	3580426.892	230.678g	2.50	-2.50
233	5800.000	128.646	129.054	739917.511	3580415.306	230.678g	2.50	-2.50
234	5825.000	128.446	128.892	739939.664	3580403.720	230.678g	2.50	-2.50
235	5850.000	128.229	128.731	739961.817	3580392.133	230.678g	2.50	-2.50
236	5875.000	128.094	128.570	739983.970	3580380.547	230.678g	2.50	-2.50
237	5900.000	127.919	128.408	740006.123	3580368.961	230.678g	2.50	-2.50
238	5925.000	127.569	128.247	740028.276	3580357.375	230.678g	2.50	-2.50
239	5950.000	127.289	128.085	740050.429	3580345.788	230.678g	2.50	-2.50
240	5975.000	127.194	127.924	740072.582	3580334.202	230.678g	2.50	-2.50
241	6000.000	127.104	127.763	740094.735	3580322.616	230.678g	2.50	-2.50
242	6025.000	126.957	127.612	740116.888	3580311.029	230.678g	2.50	-2.50
243	6050.000	126.871	127.479	740139.041	3580299.443	230.678g	2.50	-2.50
244	6075.000	126.967	127.364	740161.194	3580287.857	230.678g	2.50	-2.50
245	6100.000	126.996	127.267	740183.347	3580276.271	230.678g	2.50	-2.50
246	6125.000	126.895	127.188	740205.501	3580264.684	230.678g	2.50	-2.50
247	6150.000	126.782	127.126	740227.654	3580253.098	230.678g	2.50	-2.50
248	6175.000	126.644	127.083	740249.807	3580241.512	230.678g	2.50	-2.50
249	6200.000	126.675	127.057	740271.960	3580229.925	230.678g	2.50	-2.50
250	6225.000	126.778	127.049	740294.113	3580218.339	230.678g	2.50	-2.50
251	6250.000	126.828	127.059	740316.266	3580206.753	230.678g	2.50	-2.50
252	6275.000	126.897	127.087	740338.419	3580195.167	230.678g	2.50	-2.50
253	6300.000	126.936	127.133	740360.572	3580183.580	230.678g	2.50	-2.50
254	6325.000	126.755	127.197	740382.725	3580171.994	230.678g	2.50	-2.50
255	6350.000	126.657	127.278	740404.878	3580160.408	230.678g	2.50	-2.50
256	6375.000	126.856	127.377	740427.031	3580148.821	230.678g	2.50	-2.50
257	6400.000	127.024	127.494	740449.184	3580137.235	230.678g	2.50	-2.50
258	6425.000	127.099	127.630	740471.337	3580125.649	230.678g	2.50	-2.50
259	6450.000	127.154	127.782	740493.490	3580114.063	230.678g	2.50	-2.50
260	6475.000	127.077	127.953	740515.643	3580102.476	230.678g	2.50	-2.50
261	6500.000	127.201	128.142	740537.796	3580090.890	230.678g	2.50	-2.50
262	6525.000	127.606	128.348	740559.949	3580079.304	230.678g	2.50	-2.50
263	6550.000	127.937	128.572	740582.103	3580067.717	230.678g	2.50	-2.50
264	6575.000	128.100	128.815	740604.256	3580056.131	230.678g	2.50	-2.50
265	6600.000	128.359	129.075	740626.409	3580044.545	230.678g	2.50	-2.50
266	6625.000	128.816	129.352	740648.562	3580032.959	230.678g	2.50	-2.50
267	6650.000	129.445	129.648	740670.715	3580021.372	230.678g	2.50	-2.50
268	6675.000	130.438	129.962	740692.868	3580009.786	230.678g	2.50	-2.50
269	6700.000	131.334	130.289	740715.023	3579998.204	230.607g	2.50	-2.50

270	6725.000	131.486	130.616	740737.207	3579986.677	230.408g	2.50	-2.50
271	6750.000	131.834	130.934	740759.427	3579975.220	230.209g	2.50	-2.50
272	6775.000	131.898	131.217	740781.683	3579963.832	230.010g	2.50	-2.50
273	6800.000	131.925	131.465	740803.974	3579952.513	229.811g	2.50	-2.50
274	6825.000	131.919	131.679	740826.300	3579941.265	229.612g	2.50	-2.50
275	6850.000	132.100	131.858	740848.662	3579930.086	229.413g	2.50	-2.50
276	6875.000	132.702	132.002	740871.058	3579918.977	229.214g	2.50	-2.50
277	6900.000	132.642	132.112	740893.489	3579907.938	229.015g	2.50	-2.50
278	6925.000	132.264	132.186	740915.954	3579896.969	228.816g	2.50	-2.50
279	6950.000	132.044	132.227	740938.453	3579886.071	228.617g	2.50	-2.50
280	6975.000	131.944	132.232	740960.987	3579875.243	228.418g	2.50	-2.50
281	7000.000	131.752	132.203	740983.554	3579864.485	228.219g	2.50	-2.50
282	7025.000	131.700	132.139	741006.154	3579853.798	228.020g	2.50	-2.50
283	7050.000	131.652	132.040	741028.788	3579843.182	227.821g	2.50	-2.50
284	7075.000	131.618	131.909	741051.455	3579832.636	227.623g	2.50	-2.50
285	7100.000	131.544	131.772	741074.155	3579822.161	227.424g	2.50	-2.50
286	7125.000	131.313	131.635	741096.875	3579811.730	227.401g	2.50	-2.50
287	7150.000	131.103	131.498	741119.595	3579801.299	227.401g	2.50	-2.50
288	7175.000	131.000	131.361	741142.314	3579790.868	227.401g	2.50	-2.50
289	7200.000	130.896	131.224	741165.034	3579780.437	227.401g	2.50	-2.50
290	7225.000	130.660	131.087	741187.754	3579770.006	227.401g	2.50	-2.50
291	7250.000	130.430	130.950	741210.474	3579759.575	227.401g	2.50	-2.50
292	7275.000	130.186	130.813	741233.194	3579749.144	227.401g	2.50	-2.50
293	7300.000	129.944	130.676	741255.914	3579738.713	227.401g	2.50	-2.50
294	7325.000	129.763	130.540	741278.634	3579728.282	227.401g	2.50	-2.50
295	7350.000	129.569	130.402	741301.354	3579717.851	227.401g	2.50	-2.50
296	7375.000	129.494	130.266	741324.074	3579707.420	227.401g	2.50	-2.50
297	7400.000	129.416	130.128	741346.794	3579696.989	227.401g	2.50	-2.50
298	7425.000	129.332	129.992	741369.513	3579686.558	227.401g	2.50	-2.50
299	7450.000	129.295	129.855	741392.233	3579676.127	227.401g	2.50	-2.50
300	7475.000	129.249	129.726	741414.953	3579665.696	227.401g	2.50	-2.50
301	7500.000	129.119	129.613	741437.673	3579655.265	227.401g	2.50	-2.50
302	7525.000	128.933	129.516	741460.393	3579644.834	227.401g	2.50	-2.50
303	7550.000	128.605	129.434	741483.113	3579634.403	227.401g	2.50	-2.50
304	7575.000	128.308	129.368	741505.833	3579623.972	227.401g	2.50	-2.50
305	7600.000	128.347	129.318	741528.553	3579613.541	227.401g	2.50	-2.50
306	7625.000	128.355	129.283	741551.273	3579603.110	227.401g	2.50	-2.50
307	7650.000	128.326	129.264	741573.993	3579592.679	227.401g	2.50	-2.50
308	7675.000	128.577	129.260	741596.712	3579582.248	227.401g	2.50	-2.50
309	7700.000	128.778	129.272	741619.432	3579571.817	227.401g	2.50	-2.50
310	7725.000	128.934	129.300	741642.152	3579561.386	227.401g	2.50	-2.50
311	7750.000	128.966	129.343	741664.872	3579550.955	227.401g	2.50	-2.50
312	7775.000	128.889	129.402	741687.592	3579540.524	227.401g	2.50	-2.50
313	7800.000	128.878	129.477	741710.312	3579530.093	227.401g	2.50	-2.50
314	7825.000	129.084	129.567	741733.032	3579519.662	227.401g	2.50	-2.50
315	7850.000	129.235	129.671	741755.752	3579509.231	227.401g	2.50	-2.50
316	7875.000	129.291	129.779	741778.472	3579498.800	227.401g	2.50	-2.50
317	7900.000	129.246	129.887	741801.192	3579488.368	227.401g	2.50	-2.50
318	7925.000	129.211	129.995	741823.911	3579477.937	227.401g	2.50	-2.50
319	7950.000	129.281	130.103	741846.631	3579467.506	227.401g	2.50	-2.50
320	7975.000	129.482	130.211	741869.351	3579457.075	227.401g	2.50	-2.50
321	8000.000	129.716	130.318	741892.071	3579446.644	227.401g	2.50	-2.50
322	8025.000	130.055	130.426	741914.791	3579436.213	227.401g	2.50	-2.50
323	8050.000	130.296	130.534	741937.511	3579425.782	227.401g	2.50	-2.50
324	8075.000	130.351	130.642	741960.231	3579415.351	227.401g	2.50	-2.50
325	8100.000	130.391	130.750	741982.951	3579404.920	227.401g	2.50	-2.50

326	8125.000	130.499	130.858	742005.671	3579394.489	227.401g	2.50	-2.50
327	8150.000	130.605	130.959	742028.386	3579384.048	227.467g	2.50	-2.50
328	8175.000	130.752	131.046	742051.088	3579373.579	227.547g	2.50	-2.50
329	8200.000	130.836	131.119	742073.778	3579363.082	227.626g	2.50	-2.50
330	8225.000	130.773	131.178	742096.454	3579352.556	227.706g	2.50	-2.50
331	8250.000	130.710	131.224	742119.117	3579342.002	227.786g	2.50	-2.50
332	8275.000	130.624	131.256	742141.767	3579331.420	227.865g	2.50	-2.50
333	8300.000	130.577	131.273	742164.403	3579320.809	227.945g	2.50	-2.50
334	8325.000	130.558	131.277	742187.026	3579310.170	228.024g	2.50	-2.50
335	8350.000	130.623	131.267	742209.636	3579299.503	228.104g	2.50	-2.50
336	8375.000	130.754	131.243	742232.233	3579288.807	228.184g	2.50	-2.50
337	8400.000	130.844	131.205	742254.816	3579278.083	228.263g	2.50	-2.50
338	8425.000	130.799	131.153	742277.386	3579267.331	228.343g	2.50	-2.50
339	8450.000	130.722	131.088	742299.942	3579256.551	228.422g	2.50	-2.50
340	8475.000	130.609	131.008	742322.485	3579245.743	228.502g	2.50	-2.50
341	8500.000	130.476	130.915	742345.014	3579234.906	228.581g	2.50	-2.50
342	8525.000	130.317	130.807	742367.530	3579224.042	228.661g	2.50	-2.50
343	8550.000	130.164	130.687	742390.032	3579213.149	228.741g	2.50	-2.50
344	8575.000	130.031	130.561	742412.521	3579202.228	228.820g	2.50	-2.50
345	8600.000	129.902	130.435	742434.996	3579191.279	228.900g	2.50	-2.50
346	8625.000	129.687	130.310	742457.457	3579180.302	228.979g	2.50	-2.50
347	8650.000	129.518	130.184	742479.904	3579169.296	229.059g	2.50	-2.50
348	8675.000	129.411	130.059	742502.338	3579158.263	229.138g	2.50	-2.50
349	8700.000	129.339	129.933	742524.758	3579147.202	229.218g	2.50	-2.50
350	8725.000	129.357	129.809	742547.164	3579136.113	229.298g	2.50	-2.50
351	8750.000	129.291	129.710	742569.556	3579124.995	229.377g	2.50	-2.50
352	8775.000	129.095	129.645	742591.934	3579113.850	229.457g	2.50	-2.50
353	8800.000	128.917	129.616	742614.298	3579102.677	229.536g	2.50	-2.50
354	8825.000	128.917	129.621	742636.648	3579091.476	229.616g	2.50	-2.50
355	8850.000	128.925	129.661	742658.984	3579080.246	229.695g	2.50	-2.50
356	8875.000	129.117	129.735	742681.307	3579068.989	229.775g	2.50	-2.50
357	8900.000	129.306	129.845	742703.615	3579057.705	229.855g	2.50	-2.50
358	8925.000	129.558	129.989	742725.909	3579046.392	229.934g	2.50	-2.50
359	8950.000	129.818	130.167	742748.188	3579035.051	230.014g	2.50	-2.50
360	8975.000	129.988	130.374	742770.454	3579023.683	230.093g	2.50	-2.50
361	9000.000	130.084	130.572	742792.705	3579012.286	230.173g	2.50	-2.50
362	9025.000	130.189	130.729	742814.943	3579000.862	230.253g	2.50	-2.50
363	9050.000	130.359	130.844	742837.171	3578989.421	230.262g	2.50	-2.50
364	9075.000	130.473	130.917	742859.399	3578977.980	230.262g	2.50	-2.50
365	9100.000	130.504	130.949	742881.627	3578966.538	230.262g	2.50	-2.50
366	9125.000	130.535	130.940	742903.856	3578955.097	230.262g	2.50	-2.50
367	9150.000	130.496	130.913	742926.084	3578943.655	230.262g	2.50	-2.50
368	9175.000	130.456	130.886	742948.312	3578932.214	230.262g	2.50	-2.50
369	9200.000	130.389	130.859	742970.540	3578920.773	230.262g	2.50	-2.50
370	9225.000	130.316	130.833	742992.769	3578909.331	230.262g	2.50	-2.50
371	9250.000	130.318	130.806	743014.997	3578897.890	230.262g	2.50	-2.50
372	9275.000	130.294	130.779	743037.225	3578886.448	230.262g	2.50	-2.50
373	9300.000	130.316	130.752	743059.453	3578875.007	230.262g	2.50	-2.50
374	9325.000	130.415	130.725	743081.682	3578863.566	230.262g	2.50	-2.50
375	9350.000	130.477	130.699	743103.910	3578852.124	230.262g	2.50	-2.50
376	9375.000	130.428	130.672	743126.138	3578840.683	230.262g	2.50	-2.50
377	9400.000	130.381	130.645	743148.366	3578829.242	230.262g	2.50	-2.50
378	9425.000	130.231	130.618	743170.595	3578817.800	230.262g	2.50	-2.50
379	9450.000	130.114	130.592	743192.823	3578806.359	230.262g	2.50	-2.50
380	9475.000	129.942	130.565	743215.051	3578794.917	230.262g	2.50	-2.50
381	9500.000	129.886	130.538	743237.279	3578783.476	230.262g	2.50	-2.50

382	9525.000	130.155	130.511	743259.507	3578772.035	230.262g	2.50	-2.50
383	9550.000	130.323	130.484	743281.736	3578760.593	230.262g	2.50	-2.50
384	9575.000	130.267	130.458	743303.964	3578749.152	230.262g	2.50	-2.50
385	9600.000	130.185	130.431	743326.192	3578737.710	230.262g	2.50	-2.50
386	9625.000	130.063	130.404	743348.420	3578726.269	230.262g	2.50	-2.50
387	9650.000	129.947	130.377	743370.649	3578714.828	230.262g	2.50	-2.50
388	9675.000	129.845	130.351	743392.877	3578703.386	230.262g	2.50	-2.50
389	9700.000	129.774	130.324	743415.105	3578691.945	230.262g	2.50	-2.50
390	9725.000	129.789	130.297	743437.333	3578680.504	230.262g	2.50	-2.50
391	9750.000	129.792	130.270	743459.562	3578669.062	230.262g	2.50	-2.50
392	9775.000	129.752	130.243	743481.790	3578657.621	230.262g	2.50	-2.50
393	9800.000	129.688	130.217	743504.018	3578646.179	230.262g	2.50	-2.50
394	9825.000	129.570	130.190	743526.246	3578634.738	230.262g	2.50	-2.50
395	9850.000	129.513	130.163	743548.475	3578623.297	230.262g	2.50	-2.50
396	9875.000	129.594	130.136	743570.703	3578611.855	230.262g	2.50	-2.50
397	9900.000	129.650	130.110	743592.931	3578600.414	230.262g	2.50	-2.50
398	9925.000	129.626	130.083	743615.159	3578588.972	230.262g	2.50	-2.50
399	9950.000	129.607	130.056	743637.388	3578577.531	230.262g	2.50	-2.50
400	9975.000	129.595	130.040	743659.616	3578566.090	230.262g	2.50	-2.50
401	10000.000	129.596	130.056	743681.844	3578554.648	230.262g	2.50	-2.50
402	10025.000	129.649	130.102	743704.072	3578543.207	230.262g	2.50	-2.50
403	10050.000	129.709	130.180	743726.301	3578531.766	230.262g	2.50	-2.50
404	10075.000	129.788	130.289	743748.529	3578520.324	230.262g	2.50	-2.50
405	10100.000	129.871	130.429	743770.757	3578508.883	230.262g	2.50	-2.50
406	10125.000	129.957	130.579	743792.985	3578497.441	230.262g	2.50	-2.50
407	10150.000	130.069	130.730	743815.214	3578486.000	230.262g	2.50	-2.50
408	10175.000	130.278	130.880	743837.442	3578474.559	230.262g	2.50	-2.50
409	10200.000	130.488	131.031	743859.670	3578463.117	230.262g	2.50	-2.50
410	10225.000	130.766	131.181	743881.898	3578451.676	230.262g	2.50	-2.50
411	10250.000	131.048	131.331	743904.127	3578440.235	230.262g	2.50	-2.50
412	10275.000	131.335	131.482	743926.355	3578428.793	230.262g	2.50	-2.50
413	10300.000	131.623	131.632	743948.583	3578417.352	230.262g	2.50	-2.50
414	10325.000	131.805	131.783	743970.811	3578405.910	230.262g	2.50	-2.50
415	10350.000	131.964	131.933	743993.039	3578394.469	230.262g	2.50	-2.50
416	10375.000	132.080	132.084	744015.268	3578383.028	230.262g	2.50	-2.50
417	10400.000	132.122	132.234	744037.496	3578371.586	230.262g	2.50	-2.50
418	10425.000	132.047	132.384	744059.724	3578360.145	230.262g	2.50	-2.50
419	10450.000	132.006	132.535	744081.952	3578348.703	230.262g	2.50	-2.50
420	10475.000	131.962	132.685	744104.181	3578337.262	230.262g	2.50	-2.50
421	10500.000	131.956	132.836	744126.409	3578325.821	230.262g	2.50	-2.50
422	10525.000	131.981	132.986	744148.637	3578314.379	230.262g	2.50	-2.50
423	10550.000	132.011	133.137	744170.865	3578302.938	230.262g	2.50	-2.50
424	10575.000	132.050	133.287	744193.094	3578291.497	230.262g	2.50	-2.50
425	10600.000	132.130	133.437	744215.322	3578280.055	230.262g	2.50	-2.50
426	10625.000	132.300	133.588	744237.550	3578268.614	230.262g	2.50	-2.50
427	10650.000	132.567	133.738	744259.778	3578257.172	230.262g	2.50	-2.50
428	10675.000	133.030	133.889	744282.007	3578245.731	230.262g	2.50	-2.50
429	10700.000	133.467	134.039	744304.235	3578234.290	230.262g	2.50	-2.50
430	10725.000	133.866	134.179	744326.463	3578222.848	230.262g	2.50	-2.50
431	10750.000	134.208	134.288	744348.691	3578211.407	230.262g	2.50	-2.50
432	10775.000	134.430	134.366	744370.920	3578199.965	230.262g	2.50	-2.50
433	10800.000	134.655	134.412	744393.148	3578188.524	230.262g	2.50	-2.50
434	10825.000	134.848	134.427	744415.375	3578177.081	230.280g	2.50	-2.50
435	10850.000	134.971	134.411	744437.597	3578165.628	230.311g	2.50	-2.50
436	10875.000	134.943	134.364	744459.814	3578154.164	230.343g	2.50	-2.50
437	10900.000	134.829	134.286	744482.025	3578142.689	230.375g	2.50	-2.50

438	10925.000	134.503	134.176	744504.230	3578131.202	230.407g	2.50	-2.50
439	10950.000	134.213	134.035	744526.429	3578119.705	230.439g	2.50	-2.50
440	10975.000	133.821	133.863	744548.623	3578108.196	230.471g	2.50	-2.50
441	11000.000	133.452	133.659	744570.810	3578096.677	230.502g	2.50	-2.50
442	11025.000	133.114	133.425	744592.992	3578085.146	230.534g	2.50	-2.50
443	11050.000	132.771	133.159	744615.169	3578073.604	230.566g	2.50	-2.50
444	11075.000	132.443	132.861	744637.339	3578062.051	230.598g	2.50	-2.50
445	11100.000	132.086	132.533	744659.504	3578050.487	230.630g	2.50	-2.50
446	11125.000	131.635	132.186	744681.663	3578038.912	230.662g	2.50	-2.50
447	11150.000	131.190	131.839	744703.816	3578027.326	230.693g	2.50	-2.50

