

Université Mohamed khider-Biskra

محمد خيضر – بسكرةجامعة

Faculté des sciences et de la technologie

كلية العلوم و التكنولوجيا

Département de Génie civil et Hydraulique

قسم الهندسة المدنية و الري

Référence : .....2023

المرجع: .....2023



Mémoire de Master

2<sup>ème</sup> année

Option : Voies et Ouvrages d'Art

THEME :

**ETUDE DE DOUBLEMENT DE LA RN03 SUD (WILAYA  
MEGHAYAR) AVEC AMENAGEMENT D' UN  
GIRATOIRE**

Etudiant :

Encadrant : Pr. REMADNA Mohamed Saddek

HAMMIA Yassine

PROMOTION : JUIN 2023

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail aux deux personnes les plus chères*

*Au monde, ma mère et mon père qui m'ont soutenu et aidé pour*

*Arriver là où j'en suis aujourd'hui.*

*A notre cher professeur, Remadna Mohamed Saddek*

*A tous ceux qui nous ont accompagnés sur ce parcours.*

*Grâce à Allah, qui nous a donné*

*La volonté qui nous a illuminés envers moi*

*Le droit chemin*

# Résumé

La Route Nationale N°3 Sud, relie les wilayas d'ILLIZI au nord du pays au reste du réseau routier de base du pays.

Elle traverse la région pétrolière en passant par les zones agricoles et de fabrication et d'extraction de sable de construction.

Cela en fait l'une des principales artères de l'économie de base du notre pays.

Il faut aussi signaler l'impact, significatif sur les facteurs socio-économiques.

Cette route assure le regroupement local entre les grandes villes de la région.

Cette situation très importante de la RN03 dans le contexte national, a eu pour conséquences un trafic routier considérable avec un ratio des poids lourds qui atteint 45% du TJMA ce qui va certainement évoquer à garantir une circulation très sécurisée et aisée notamment en temps nocturne.

Notre objectif principal est de doubler la capacité et le niveau de service de la route existante par dédoublement (2X2 voies) avec un séparateur (TPC) Notre projet induit étude de l'aménagement de dédoublement RN03 section *STILL et OUM TIOUR*.

PK 417+500 au PK 407+500 avec traitement de section sebkha

La construction d'une route traversant des sols de faible portance et un problème d'ensablement nécessite la maîtrise des nouvelles technologies dans le domaine des travaux publics (Geosynthétique-) à régler ce problématique.

## ملخص

يربط طريق رقم 03 جنوبا ولاية إليزي بشمال الوطن ببقية شبكة الطرق الاساسية في البلاد,

إذ يعبر منطقة النفط زيادتا على مروره بالمناطق الفلاحية و صناعية و استخراج رمل البناء فهذا يجعله واحد من الشرايين الرئيسية للاقتصاد الاساسي لبلدنا وبتالي فإنه يضمن التجميع المحلي بين المدن الرئيسية في المنطقة.

إن وضع الطريق الوطني رقم 03 هام للغاية في سياق الوطني, من ما ادى إلى حركة مرور ضخمة على الطريق مع نسبة من مركبات الثقيلة التي تصل إلى 45% TMJA , و هذا يستوجب بتأكيد ضمان حركة مرور أمنة للغاية و سهولة خاصة في الليل. قد كان هدفنا الرئيسي هو مضاعفة القدرة و مستوى خدمة الطريق الحالي بالإزدواجية (2\*2) مع فاصل بينهما (TPC)

يحث مشروعنا على دراسة و تطوير قسم RN03 سطيل و ام طيور PK417+500 و PK407+500 مع معالجة مقطع السبخة.

تتطلب الطرقات المارة بترربة ذات قدرة منخفضة على تحمل و مشكلة ترربة السبخة إلى إتقان التقنيات الجديدة في مجال الأشغال العمومية (جيوسيسميك) لحل هذا المشكل.

## Summary

National Road No. 3 South connects the wilayas of ILLIZI in the north of the country to the rest of the country's basic road network.

It crosses the oil region passing through agricultural and construction sand manufacturing and extraction areas.

This makes it one of the main arteries of the basic economy of our country.

We must also point out the significant impact on socio-economic factors.

This road ensures local regrouping between the major cities of the region.

This very important situation of the RN03 in the national context, has resulted in considerable road traffic with a ratio of heavy goods vehicles which reaches 45% of the TJMA which will certainly evoke the guarantee of very safe and easy traffic, especially at night.

Our main objective is to double the capacity and level of service of the existing road by duplication (2X2 lanes) with a separator (TPC) Our project involves study of the development of duplication RN03 section STILL and OUM TIOUR.

PK 417+500 to PK 407+500 with sebkha section treatment

The construction of a road crossing low bearing soils and a sand problem requires the mastery of new technologies in the field of public works (Geosynthetics-) to solve this problem.



---

## Sommaire

<b>Chapitre I INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>2</b>
I.1 PRESENTATION : .....	3
I.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA : .....	4
I.3 OBJECTIF DE L'ETUDE .....	4
I.4 DESCRIPTION GENERAL DU NOUVEAU TRACE : .....	4
<b>Chapitre II : ETUDE DE TRAFIC .....</b>	<b>6</b>
II.1 INTRODUCTION : .....	7
II.2 L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS : .....	7
II.2.1 <i>La Mesure Des Trafics</i> : .....	7
II.2.2 <i>Les Comptages</i> : .....	7
II.2.3 <i>Les comptages manuels</i> : .....	7
II.2.4 <i>Les comptages automatiques</i> : .....	8
II.3 DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS : .....	8
II.3.1 trafic normal : .....	8
II.3.2 trafic dévié : .....	8
II.3.3 trafic induit : .....	8
II.3.4 trafic total : .....	8
II.4 CALCUL DE LA CAPACITÉ : .....	8
II.4.1 Définition De La Capacité : .....	8
II.4.2 Projection Future Du Trafic : .....	9
II.4.3 Calcul De Trafic Effectif : .....	9
II.4.4 Débit Horaire Admissible : .....	10
II.4.5 Détermination Nombre Des Voies : .....	10
II.5 APPLICATION AU PROJET : .....	11
II.5.1 Les données de trafic: .....	11
II.5.2 Projection future de trafic : .....	11
II.5.3 Calcul du trafic effectif : .....	11
II.5.4 Le trafic effectif à l'année horizon: .....	12
II.5.5 le nombre de voies : .....	12
II.5.6 l'année de saturation 2*2 : .....	13
II.5.7 débit de pointe horaire à l'année mise en service : .....	13
Conclusion : .....	13

---

## **Chapitre III : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSE ..... 15**

### **DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE..... 16**

III.1 INTRODUCTION :	16
III.2 DEFINITION :	16
III.3 LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :	16
III.3.1 Chaussée souple :	16
III.3.2 Chaussée semi rigide :	17
III.3.3 Les chaussées rigides :	17
III.4 LES DIFFERENTS FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT : .....	18
III.4.1 Environnement :	19
III.4.2 Le Sol Support :	19
III.5 les principales méthodes de dimensionnement :	19
III.5.1 :Method C.B.R (California – Bearing – Ratio): .....	20
III.5.2 :Méthode catalogue de dimensionnement des chaussées neuves(CTTP).....	22
III.5.3 Les principes de méthode :	23
III.5.3.1 Détermination de la classe de trafic.....	24
III.5.3.2 .détermination de la portance de sol-support de chaussée :.....	24
III.5.3.3 Zones climatiques :	25
III.5.3.4 . APPLICATION :	26
III.6 :Vérification en fatigue des structures (la déformation longitudinale et transversale) :.....	28
III.6.1 CALCUL DU TRAFIC CUMULE DE POIDS LOURD (TCI) :.....	28
III.6.2 .CALCUL DU TRAFIC CUMULE EQUIVALENT (TCEI) : .....	29
III.6.3 .CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE AU NIVEAU DU SOL SUPPORT .....	29
III.6.4 .CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE POUR LES MATERIAUX BITUMINEUX :	29
III.6.5 RESULTATS DE CALCUL PAR ALIZE IV.....	31

### **Chapitre IV ETUDE GEOMETRIQUE ..... 33**

IV.1 PROFIL EN LONG.....	34
IV.1.1 Définition :	34
IV.1.2 REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG :	34
IV.1.3 Coordination du tracé en plan et profil en long :	34
IV.1.4 DECLIVITE :	35
IV.1.4.1 Déclivité minimum :	35
IV.1.4.2 Déclivité maximum :	35

---

IV.1.5 RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :	36
IV.1.5.1 Raccordements convexes	36
IV.1.5.2 Condition de confort :	36
IV.1.5.3 Condition de la visibilité :	37
IV.1.5.4 Le confort dynamique:	37
IV.1.5.5 La visibilité nocturne.....	38
IV.1.5.6 Condition esthétique :	38
IV.2 PROFIL EN TRAVERS TYPE.....	40
IV.2.1 DEFINITION :	40
IV.2.2 DIFFERENT TYPE DE PROFILS EN TRAVERS :	40
IV.2.3 LES ELEMENTS DE COMPOSITION DES PROFILS EN TRAVERS:	41
IV.2.4 PROFIL EN TRAVERS DE NOTRE PROJET .....	43
IV.3 TRACE EN PLAN :	44
IV.3.1 Définition :	44
IV.3.2 REGLES A RESPECTER DANS LE TRACER EN PLAN :	44
IV.3.3 LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :	44
IV.3.3.1 Les Alignements:.....	45
IV.3.3.2 Arc de cercle.....	46
IV.3.4 . CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES DU PROJET :	49
IV.3.5 VISIBILITE MASQUEE DANS UNE SINUOSITE :	49
IV.3.6 LES COURBES DE RACCORDEMENT :	50
IV.3.6.1 Rôle et nécessité des courbes de raccordement :	50
IV.3.6.2 Types de courbe de raccordement :	51
IV.3.7 LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT :	53
IV.3.7.1 Condition de confort optique :	53
IV.3.7.2 Condition de confort dynamique.....	53
IV.3.7.3 Condition de gauchissement :	54
IV.3.8 COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN:.....	54
IV.3.9 NOTION DE DEVERS :	56
IV.3.10 La vitesse de référence (de base) :.....	57
IV.3.10.1 Choix de la vitesse de référence :	57
IV.3.10.2 Vitesse de projet :	57
IV.3.10.3 Paramètres fondamentaux :	57
IV.4 CUBATURE .....	58
IV.4.1 INTRODUCTION :	58
IV.4.2 DEFINITION :	58

---

IV.4.3 METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :	58
IV.4.4 Méthode classique :	60
<b>Chapitre V PROGRAMME GEOTECHNIQUE.....</b>	<b>61</b>
V.1 Introduction .....	62
V.2 OBJECTIFS DE LA GEOTECHNIQUES .....	62
V.3 RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE :	62
V.3.1 LES MOYENS DE RECONNAISSANCE :	62
V.3.2 L'ETUDE DES ARCHIVES ET DOCUMENTS EXISTANTS :	62
V.3.3 Les visite sur site et les essais « in-situ » :	63
V.3.4 La reconnaissance « in-situ » :	63
V.3.4.1 Les forages :	63
V.3.4.2 Manuellement :	63
V.3.4.3 la sondeuse :	63
V.3.4.4 la tarière :	63
V.4 LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :	64
V.4.1 LES ESSAIS D'IDENTIFICATION :	64
V.4.1.1 Teneur en eau .....	64
V.4.1.2 La masse volumique des sols fins :	64
V.4.1.3 La masse volumique des particules solides des sols :	64
V.4.1.4 Equivalent de sable :	64
V.4.1.5 Analyse granulométrique :	65
V.4.1.6 Limites d'Atterberg :	65
V.4.1.7 Essai au bleu de méthylène :	65
V.4.2 LES ESSAIS MECANQUES :	65
V.4.2.1 Essai de CBR :	65
V.4.2.2 Essai de Proctor :	66
V.4.3 ETUDE DES MATERIAUX UTILISES D'EMPRUNT POUR LE CORPS DE CHAUSSEE .....	66
V.4.4 PROSPECTION DU SOL SUPPORT .....	66
<b>Chapitre VI TRAITEMENT DE LA SECTION SEBKHA .....</b>	<b>68</b>
VI.1 LES SOLS DE SEBKHA :	69
VI.2 LES SOLS COMPRESSIBLES :	69
VI.3 ÉTUDE GEOTECHNIQUE :	70
VI.4 LES GEOSYNTHETIQUES :	71
VI.4.1 Définition d'un Géosynthétique .....	71

VI.5 TYPES DES GEOSYNTHETIQUES :.....	71
VI.5.1 Les géotextiles :.....	71
VI.5.2 Les Géomembranes :.....	71
VI.5.3 Les Produits Apparentés Aux Géomembranes :.....	71
VI.5.4 Les géogrilles :.....	72
VI.5.5 Les géocomposites :.....	73
VI.6 Solutions proposées :.....	73
VI.6.1 DTB proposées le Solutions souvent :.....	74
VI.7 LA PROCEDURE DE REALISATION EST COMME SUIV :.....	74
VI.7.1 Préparation du support :.....	74
VI.7.2 Pose de la géogrille de renforcement et séparation :.....	74
VI.7.3 Pose et compactage de la couche de forme :.....	74
VI.7.4 . Etapes suivantes de la construction :.....	75
<b>Chapitre VII Signalisation horizontale et verticale .....</b>	<b>76</b>
VII.1 INTRODUCTION :.....	77
VII.2 L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIÈRE :.....	77
VII.3 TYPES DE SIGNALISATION:.....	77
VII.3.1 Signalisation verticale :.....	77
VII.3.2 Signalisation Horizontale :.....	78
VII.3.3 Marquage transversal :.....	79
<b>Chapitre VIII CONCEPYION DE CARREFOURS.....</b>	<b>83</b>
VIII.1 Définition d'un carrefour :.....	84
VIII.2 Les différents types de carrefours :.....	84
VIII.2.1 Carrefour à trois branches ( en T ) :.....	84
VIII.2.2 Carrefour à trois branches (en Y) :.....	84
VIII.2.3 Carrefour à quatre branches (en croix X ) :.....	84
VIII.2.4 Carrefour giratoire :.....	85
VIII.3 Principes généraux d'aménagement d'un carrefour:.....	85
VIII.4 Choix d'aménagement:.....	85
VIII.5 Aménagement de carrefour à sens giratoire:.....	86
VIII.5.1 Volume :.....	86
VIII.5.2 Répartition du trafic :.....	86
VIII.5.3 Trafic d'échange :.....	86
VIII.6 Caractéristiques géométriques des carrefours giratoires :.....	86
VIII.6.1 Forme et dimension de l'ilot central :.....	86

---

VIII.6.2 Chaussée annulaire : .....	87
VIII.6.3 La position des branches : .....	87
VIII.7 SIGNALISATION DU CARREFOUR : .....	89
VIII.8 Application au projet : .....	89
<b>Chapitre IX DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF .....</b>	<b>92</b>

---

## LISTE DES TABLEAUX

### CHAPITRE II

Tableau II.1 : Valeur de $k_1$	10
<b>Tableau II.2 : valeur de <math>K_2</math></b>	10
<b>Tableau II.3 valeur de la capacité théorique</b>	10
Tableau II.4 Las données trafic	11
<b>Tableau II.5 Coefficient d'équivalence « P (pl/uvp) »</b>	12
Tableau II.6 récapitulatif des résultats de notre projet	13

### CHAPITRE III

Tableau .III.1: les valeurs du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé	21
Tableau III.2 classe de portance des sols	37
Tableau III.3 classification climatique	37
Tableau III.4 classe de sols support selon le module E	38
Tableau III.5 classe de sols support selon le module E	38
Tableau III.6: formules de $TPL_i$	38
Tableau III.7 La classe de trafic	38
Tableau III.8 classe de sols support selon le module E	39
Tableau III.9 récapitulatif les résultats de dimensionnement du corps de chaussée	40
Tableau III.10 Températures équivalents $\Theta_{eq}$	40
Tableau III.11 zone climatique de pluviométrie	40
Tableau III.12: Risque adoptés pour réseau RP1	40
Tableau III.13 : Valeurs du coefficient d'agressivité A	41
Tableau III.14 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux	41
Tableau III.15 : Tableau de Modélisation	42

### CHAPITRE IV

Tableau IV.1 Déclivité maximale Selon le B40	36
Tableau IV.2 les rayons de profil en long	39
Tableau IV.3 Divers maximal	47
Tableau IV.4 Coefficient de frottement transversal	48
Tableau IV.5 les rayons de tracé en plan	49

### CHAPITRE V

Tableau V.1 Classification des sols selon la valeur de VBS	65
--	----

### CHAPITRE VI

Tableau VI.1 Propriétés de sol des sebkhas intérieure	71
Tableau VI.2 Types et fonctions des différents géosynthétiques	73

### CHAPITRE VIII

Tableau VIII.1 Géométrie de l'anneau	90
Tableau VIII.2 Géométrie de la branche 'Branche1' (1)	90
Tableau VIII.3 Géométrie de la branche 'Branche2' (4)	90

---

## LISTE DES FIGURES

### CHAPITRE I

Figure I-1 <b>Situation géographique de RN 03 Still - Oum Tiour</b> .....	3
Figure I-2 : Images réelles du projet étudié.....	5

### CHAPITRE II

Figure II-1 du compteur des trafics .....	14
---	----

### CHAPITRE III

Figure III.1:Structure type d'une chaussée rigide .....	17
Figure III.2: Structure type d'une chaussée souple .....	18
Figure III.3:la démarche de catalogue.....	35
Figure III.4:classes TPLi.....	36
Figure III 5 : résultats de la simulation.....	44

### CHAPITRE IV

Figure IV-1raccordement en Profil en long. ....	36
Figure IV-2 distance de visibilité en angle saillant . ....	37
Figure IV-3 visibilité en raccordement concaves.....	38
Figure IV-5 les éléments de tracé en plan .....	45
Figure IV-7Zone de dérasement.....	49
Figure IV-8 Courbe de raccordement parabole cubique .....	51
Figure IV-9 Courbe de raccordement clothoïde.....	52
Figure IV-10 Courbe en S .....	54
Figure IV-11 Courbe à sommet.....	55
Figure IV-12 Courbe en C.....	55
Figure IV-13 Courbe en ovale.....	55
Figure IV-14 Les sections des profils en travers d'un tracé donné .....	59
Figure IV-15 profil en long cas mixte avec profil fictif.....	59

### CHAPITRE V

Figure V-1 .....	65
------------------	----

---

## CHAPITRE VI

Figure VI-1 Vue générale du sole des sebkha.....	69
Figure VI-2 Géosynthétiques de renforcement .....	72
Figure VI-3Géotextile renforcé.....	72
Figure VI-4 Géogrille.....	72
Figure VI-5 Drainage : .....	74

## CHAPITRE VII

Figure VII-1 Flèches « rabattement et sélection » .....	79
---	----

## CHAPITRE VIII

Figure VIII-1 Carrefour réel.....	84
Figure VIII-2 Carrefours en (X).....	85
Figure VIII-3-Le schema ci-dessous donne un exemple de construction des voies d'entree et de sortie. ....	86
Figure VIII-4 carrefour giratoire de projet.....	91

---

## Listes des Acronymes et Symboles

### ❖ Acronymes

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydriques

**RN** : Route Nationale

**E** : Environnement

**C** : Catégorie

**TJMA** : Trafic Journalier Moyen Annuel

**Uvp** : Unité de véhicules particuliers

**IRI** : International Roughness Index

**BI** : BUMP INTERGRATOR

**APL** : Analyseur de Profil en Long

**SETRA** : Service d'Etudes sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements

**BB** : béton bitumineux

**BC** : Béton de ciment

**ES** : Enduit superficiel

**GB** : Grave bitume

**GNT** : Grave non traité

**GL** : Grave laitier

**GC** : Grave ciment

**GT** : Grave traitée

**MTB** : Matériaux traités au bitume

**MTLH** : Matériaux traités aux liants hydrauliques

**MNT** : Matériaux non traités

**SB** : Sable bitume

**TVO** : Tout venant d'oued

**Tuf** : Encrouement calcaire

**RP** : Réseau principal

**TPC** : Terre-plein Central

**BAU** : Bande d'Arrêt d'Urgence

**BDG** : Bande Dérasée de Gauche

**BDD** : Bande Dérasée de Droite

**LCPC** : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

---

## ❖ Symboles

**b** : Sinuosité

**ls** : longueur sinueuse des courbes

**$\tau$**  : Taux d'accroissement annuel

**Z** : le pourcentage de poids lourd

**P** : coefficient d'équivalence

**Q** : débit de pointe horaire

**Qadm** : Débit de pointe horaire admissible

**Cth** : la capacité théorique

**K1** : Coefficient qui dépend de l'environnement

**K2** : Coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route

**N** : Nombre de voie

**Teff** : Trafic effectif

**Tc** : trafic cumulé

**T** : trafic de poids lourd à l'année de mise en service

**n** : durée de vie

**i** : taux d'accroissement annulé de trafic

**ft** : Coefficient de frottement transversal

**R** : Rayon du cercle

**L** : longueur de la branche de Clothoïde

**A** : Paramètre de la Clothoïde

**$\Delta R$**  : Ripage

**VB** : Vitesse de Base

**RHm** : Rayon Horizontal minimal

**RHN** : Rayon Horizontal Normal

**RHd** : Rayon Horizontal au dévers

**RHnd** : Rayon Horizontal non déversé

**dmax** : Dévers maximal

**dmin** : Divers minimal

**$\Delta d$**  : Variation de dévers

**Imax** : Pente maximale

**h0** : Hauteur de l'œil

**h1** : Hauteur de l'obstacle permanent

---

**h<sub>2</sub>** : Hauteur d'obstacle **d<sub>0</sub>** : Distance de freinage  
**d<sub>1</sub>** : Distance d'arrêt  
**γ** : Masse volumique  
**γ<sub>d</sub>** : Masse volumique sèche  
**γ<sub>s</sub>** : Masse volumique du solide  
**γ<sub>W</sub>** : Poids spécifique de l'eau  
**W** : Teneur en eau  
**S<sub>r</sub>** : Degré de saturation  
**VBS** : valeur de bleu de méthylène  
**W<sub>p</sub>** : Limite de plasticité  
**WL** : limite de liquidité  
**I<sub>p</sub>** : L'indice de plasticité  
**CBR**:CaliforniaBearing Ratio  
**OPM**: Optimum Proctor Modifier  
**e** : Epaisseur équivalente  
**I** : Indice CBR  
**TCE** : Trafic Cumulé Equivalent  
**TPL** : Trafic de Poids Lourds  
**r** : risque  
**θ<sub>éq</sub>** : températures équivalentes  
**ε<sub>z.ad</sub>** : Déformation sur le sol support  
**ε<sub>t</sub>** : Déformation sur les matériaux traités au bitume  
**K<sub>ne</sub>** : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée  
**K<sub>θ</sub>** : Facteur lié à la température  
**K<sub>c</sub>** : Facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussées  
**K<sub>r</sub>** : Facteur lié au risque et aux dispersions  
**E (10°C)** : module complexe du matériau bitumineux à 10°  
**δ** : Facteur de dispersion  
**SN** : dispersion sur la loi de fatigue  
**Sh** : dispersion sur les épaisseurs  
**H<sub>max</sub>** : altitude maximale  
**H<sub>min</sub>** : altitude minimale

---

**L<sub>ce</sub>** : longueur du thalweg  
**T<sub>c</sub>** : temps de concentration  
**S** : La superficie du bassin versant  
**t<sub>m</sub>** : temps de montée  
**T** : temps de base de la crue  
**P<sub>t, p%</sub>** : La pluie durant t<sub>c</sub> de fréquence P%  
**P<sub>j, p%</sub>** : La pluie journalière de fréquence P%  
**t** : la durée, heure  
**b** : Le paramètre climatique  
**P<sub>max, j</sub>** : La pluie journalière maximale moyenne  
**C<sub>v</sub>** : Le coefficient de variation de la pluie maximale  
**U<sub>p%</sub>** : la constante de Gauss  
**RP%** : lames ruisselées  
**P%** : Coefficient de ruissellement  
**m** : Coefficient de forme de la crue  
**Q<sub>s</sub>** : Débit d'écoulement au point de saturation  
**Q<sub>a</sub>**: Débit d'apport  
**S<sub>m</sub>**: La surface mouillée  
**R<sub>h</sub>** : le rayon hydraulique  
**P<sub>m</sub>** : Le périmètre mouillé  
**h** : Profondeur normal  
**K**: Coefficient de rugosité

---

# INTRODUCTION

---

## INTRODUCTION GENERALE

Le réseau routier est un ensemble de routes interconnectées qui sont construites pour les véhicules qui transportent des marchandises et des personnes, assurent leur passage en toute sécurité et constituent un élément essentiel pour contribuer efficacement au processus de création de richesse dans un pays.

Les routes sont considérées comme l'une des infrastructures du transport routier. En Algérie, jouent un rôle majeur dans le sens où la route occupe la première place dans la circulation de marchandises et des passagers et c'est pourquoi l'étude est menée en vue de rendre le trafic plus flexible.

L'état a choisi un programme lié à la construction de nouveaux plans routiers et à l'extension des routes pour assurer plus de sécurité, un gain de temps et des vies précieuses.



# Chapitre I

## **PRESENTATION DU PROJET**

## I.1 PRESENTATION :

Notre projet concerne un tronçon de dédoublement de la RN03 dans la wilaya d' **Meghayar** entre la route reliant **still et Oum Tiour**.

Il débute juste après l'intersection du chemin RN46A et C930 menant vers RN03 **PK0.00 (PK407+500 réel)** et conduire à **(PK417+500réal)** Cette section à étudier s'étend de sur une longueur de 10 km et véhicule un trafic journalier moyen important estimé à l'ordre de 6817v/j.

Le tracé consiste à maintenir au maximum la chaussée existante et à procéder à son dédoublement.

- Le pourcentage du poids lourd est 45%, selon un dernier comptage effectué par DTP Meghayar en 2019
- L'itinéraire du projet se situe dans un relief plat, et se caractérise par des moyennes sinuosités (E1), et des moyennes déclivités. Il est classé en catégorie (C1) et la vitesse de base du projet est estimée à 100 Km/h

Le tracé routier RN 03 est d'une importance majeure, puisqu'il relie nord et sud du pays , et notamment des flux venant du Nord et se dirigeant vers Hassi Messaoud



Figure 0-1 Situation géographique de RN 03 Still - Oum Tiour

### I.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA :

La wilaya de Meghayar est localisée au sud-est algérien entre la région zone basse appelée oued Righ, proche du niveau de la mer et s'étend sur une superficie de près de 8835 km<sup>2</sup>. Elle est délimitée :

- **Le nord** : wilaya de Biskra
- **Le sud** : wilaya ouargla touggourt
- **L'est** : wilaya el -oued
- **L'ouest** : wilaya ouled djellal



**Figure 0-2** Wilayas limitrophes à Meghayar

### I.3 OBJECTIF DE L'ETUDE

Notre objectif principal consiste à augmenter le niveau de service de la route existante par dédoublement (2x2voies) avec un séparateur (TPC), et de procéder à son renforcement.

Sachant que le profil en travers de la route existante se présente comme suit :

- ✚ Une chaussée bidirectionnelle de largeur varie entre 7.5m.
- ✚ Une largeur de 2m d'accotement.

### I.4 DESCRIPTION GENERAL DU NOUVEAU TRACE :

- ✚ Faire un tracé en plan, profil en long et en travers et conserver la géométrie de la route existante.
- ✚ Faire une conception de carrefour à l'intersection de RN46 C930 PK407+500
- ✚ Dimensionnement de corps chaussé de la route neuve
- ✚ Etudier TRAITEMENT DE SECTION SABKHA .

Une image réelle du  
remblayage des  
routes



Une image réelle des travaux du  
Déblai

Une image réelle du  
virage de la route et  
séparateur (TPC)



**Figure 0-3: Images réelles du projet étudié**

# Chapitre II

## **ETUDE DE TRAFIC**

## 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.

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.

### II.1L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS :

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

#### II.1.1 La Mesure Des Trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

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

#### II.1.2 Les Comptages :

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

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

#### II.1.3 Les comptages manuels :

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs.

Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (**T.J.M.A**).

#### II.1.4 Les comptages automatiques :

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée.

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires :

- **Les comptages permanents**
- **Les comptages temporaires**
- **L'inconvénient de cette méthode**

### II.2 DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS :

#### II.2.1 trafic normal :

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

#### II.2.2 trafic dévié :

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

#### II.2.3 trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

#### II.2.4 trafic total :

C'est le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.[07]

### II.3 CALCUL DE LA CAPACITÉ :

#### II.3.1 Définition De La Capacité :

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme

(ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminer.

La capacité dépend :

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

### II.3.2 Projection Future Du Trafic :

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

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

Avec :

**TJMAh** : le trafic à l'année horizon.

**TJMA<sub>0</sub>** : le trafic à l'année de référence.

**N** : nombre d'année.

**T** : taux d'accroissement du trafic (%).

### II.3.3 Calcul De Trafic Effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (**uvp**), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients à d'équivalence pour convertir les PL en (**uvp**).

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

$$T_{eff} = [(1-z) + p.z] TJMAh$$

Avec :

**T<sub>eff</sub>** : trafic effectif à l'année horizon en (**uvp**).

**Z** : pourcentage de poids lourd.

**P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend.

**II.3.4 Débit Horaire Admissible :**

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

$$Q_{adm} = K_1 K_2 C_{th}$$

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

**Tableau 0.1 : Valeur de k<sub>1</sub>**

<b>Environnement</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>E<sub>1</sub></b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>E<sub>2</sub></b>	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
<b>E<sub>3</sub></b>	<b>0.91</b>	0.95	0.97	0.96	0.96

**Tableau 0.2 : valeur de K<sub>2</sub>**

	<b>Capacité théorique (uvp/h)</b>
<b>Route à 2 voies de 3.5m</b>	<b>1500 à 2000</b>
<b>Route à 3 voies de 3.5</b>	<b>2400 à 3200</b>
<b>Route à chaussée séparée</b>	<b>1500 à 1800</b>

**Tableau 0.3 valeur de la capacité théorique**

**II.3.5 Détermination Nombre Des Voies :**

❖ **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :**

on compare **Q** à **Q<sub>adm</sub>** et on opte le profil auquel correspond la valeur de **Q<sub>adm</sub>** la plus proche à **Q**.

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

le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport **S.Q/Q<sub>adm</sub>**.

Avec :

**Q<sub>adm</sub>** : débit admissible par voie

**S** : coefficient de dissymétrie, en général égale à **2/3**

## II.4 APPLICATION AU PROJET :

### II.4.1.1 Les données de trafic:

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par le dossier de l'étude; on a ce qui suit :

Las données	TMJA2019	LP% (z) %CAT4+%CAT5+%CAT6
<b>Int RN 48 vers RN3 PK.D400+000 PK.F412+500</b>	<b>6817</b>	<b>45</b>

**Tableau 0.4 Las données trafic**

- Le trafic à l'année 2019 TJMA2019 = **6817v/j**
- Catégorie des routes : C1.
- Environnement : E1.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 4\%$
- La vitesse de base sur le tracé **VB = 100 km/h**
- Le pourcentage de poids lourds **Z = 45 %**
- L'année de mise en service sera en **2024**
- La durée de vie estimée de **20 ans**

### II.4.2 Projection future de trafic :

- **L'année de mise en service (2024)**  
 $TJMA_h = TJMA_o(1+\tau)^n$
- Avec :
- **TJMA<sub>h</sub> : trafic à l'horizon (année de mise en service 2024)**
- **TJMA<sub>o</sub> : trafic à l'année zéro (origine 2019)**
- $TJMA_{2024} = 6817 \cdot (1 + 0,04)^5 = 8294 \text{ v/j.}$
- **Traffic à l'année (2044) pour une durée de vie de 20Ans**  
 $TJMA_{2044} = 8294 \cdot (1 + 0,04)^{20} = 18173 \text{ v/j.}$

### II.4.3 Calcul du trafic effectif :

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

Avec:

**P**: coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds. Pour une route à bonne caractéristique et un environnement  $E_1$  on a  $P=3$

**Z**: le pourcentage de poids lourds est égal à 45%

Environnement	E1-facile	E2moyen	E3difficiel
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies	2	4	8

Tableau 0.5 Coefficient d'équivalence « P (pl/uvp) »

Coefficient d'équivalence « P (pl/uvp) »

#### II.4.4 Le trafic effectif à l'année horizon:

Calcul

$$T_{\text{eff}2044} = 18173 \times [(1 - 0.45) + 3 \times 0.45]$$

$$T_{\text{eff}2044} = 34528 \text{ (uvp/J)}$$

E)- débit de pointe horaire à l'année horizon:

Calcul

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

$$Q = (1/12) \times 34528$$

$$Q = 4143 \text{ (uvp/j)}$$

#### II.4.5 Le nombre de voies :

Calcul

- Et Calcul le Débit admissible:

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

$K_1$  : Coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour  $E_1$

$K_2$  : Coefficient correcteur pris égal à 1.00 pour environnement ( $E_1$ ) et catégorie ( $C_1$ )

Avec : Capacité théorique  $C_{\text{th}}$  (uvp/h)

Donc on est dans le cas d'une Route à **chaussées séparées**.

La capacité d'une chaussée dans ce cas doit être :  $1500 < C_{\text{th}} < 1800 \text{ uvp/h/sens}$ .

Si on prend  $C_{\text{th}} = 1800$ , le débit horaire admissible sera donc

$$Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1.00 \times 1800 = 1350 \text{ uvp/h/sens}$$

$$n = s \times \frac{Q}{Q_{\text{adm}}} \quad \text{avec : } s = 2/3$$

$$n = \frac{2 \times 4143}{3 \times 1350}$$

$$n = 2.04 \approx 2 \text{ voies}$$

le nombre de voies est **2 voies** par sens.

#### II.4.6 l'année de saturation 2\*2 :

##### Calcul

Dans ce cas nous avons :  $Q_{adm} = Q_{sat}$

$$Q_{sat} = 4 \times Q_{adm}$$

$$Q_{adm} = K_1 K_2 C_{th};$$

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1800 ;$$

$$Q_{adm} = 1350 \times 4 = 5400 \text{ uvp/h.}$$

#### II.4.7 débit de pointe horaire à l'année mise en service :

$$\text{Calcul } TJMA_h = (1 + \tau)^n \times TJMA (2024);$$

$$T_{eff}(2024) = [(1 - 0.45) + 3 \times 0.45] \times 8294$$

$$T_{eff}(2024) = 15758 \text{ (uvp/J)}$$

On peut trouver (n) à partir de la loi suivante

$$Q = (1/n) \times T_{eff}(2024) \text{ avec : } (1/n) = 0.12$$

$$Q = (0.12) \times T_{eff}(2024)$$

$$Q = (0.12) \times 15758$$

$$Q = 1890 \text{ (uvp/h)}$$

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2024}$$

$$5400 = 1890 \times (1 + 0.04)^n$$

$$(1 + 0.04)^n = \frac{5400}{1890} = 2.3$$

$$\text{Alors } n = \ln 2.3 / \ln 1.04 = 21.23$$

$$n = 21$$

Temps de Saturation estimé **2065**

#### Conclusion :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

$TJMA_{2019}$	$TJMA_{2024}$	$TJMA_{2044}$	$(2044)$ (uvp)	Q 2044 (uvp/h)	N (voies)
6817	8294	18173	34528	4143	4

Tableau 0.6 récapitulatif des résultats de notre projet



**Figure 0-1** du compteur des trafics

Chapitre III  
**DIMENSIONNEMENT DU CORPS  
DE CHAUSSE**

## DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE

### INTRODUCTION :

la route est le principal élément vital pour l'économie du pays, ce qui nécessite la construction d'un réseau de route de bonne résistance pouvant résister aux conditions naturelles telles que la chaleur, la neige et la pluie plus, les poids lourds qui ne sont pas, autorisés doivent être pris en considération et cela nous permet de garantir une route a long terme et pour que nous puissions de là nous devons séparer les études mécaniques et les règles énumérées pour moi pour créer des méthodes idéales qui peuvent résister à une durée de vie spécifique selon les études qui nous ferons à l'avance et les matériaux appropriés que nous choisirons selon les normes convenues par l'autorité compétente.

### III.1DEFINITION :

La chaussée se présente comme une structure multicouche mises en œuvre sur un ensemble appelé plate –forme support de chaussée constituée du sol terrassé, dit sol support, le plus souvent surmonté d'une couche de forme.

### III.2LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :

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

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

#### III.2.1 Chaussée souple :

Les chaussées souples sont des couches alignées à faible résistance, et la couche supérieure est constituée de matériaux hydrauliques à grains cohésifs pour donner une résistance importante à la déformation ou des autres couche dont chacune a une fonction spécifique et est moins résistante à la déformation et est soumise selon une disposition spécifique et une épaisseur soigneusement spécifiée.

La chaussée souple se compose généralement de quatre couches différentes :

- ✓ Couche de roulement (surface).
- ✓ Couche de base.

- ✓ Couche de fondation.
- ✓ Couche de forme.

### III.2.2 Chaussée semi rigide :

C'est une couche de surface bitumineuse à base de matériaux traités avec des liants hydrauliques disposés en une couche bien compactée avec une épaisseur spécifique en fonction de la résistance de la couche de base et sa résistance est déterminée par des tests mécaniques et physiques.

### III.2.3 Les chaussées rigides :

Elles sont constituées d'une dalle de béton de ciment, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

#### Les Différents Types De Chaussée

**BB** : béton bitumineux.

**GB** : grave bitume.

**ES** : enduit superficiel.

**M.T.L.H** : matériaux traités aux liants hydrauliques.

**M.N.T.L.H** : matériaux non traités aux liants hydrauliques.

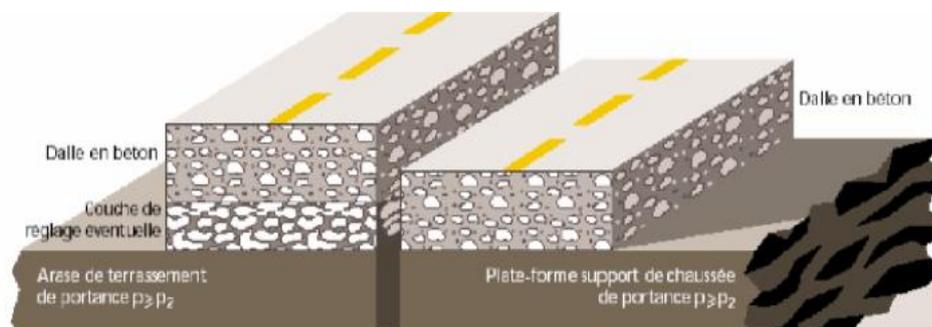
**G.N.T** : grave non trait.

**D.B.C** : dalle en béton de ciment.

**D.B.A.C** : dalle en béton armé continu.

**B.M** : béton maigre.

**P.F.S** : plate forme support.



**Figure III-1: Structure type d'une chaussée rigide**

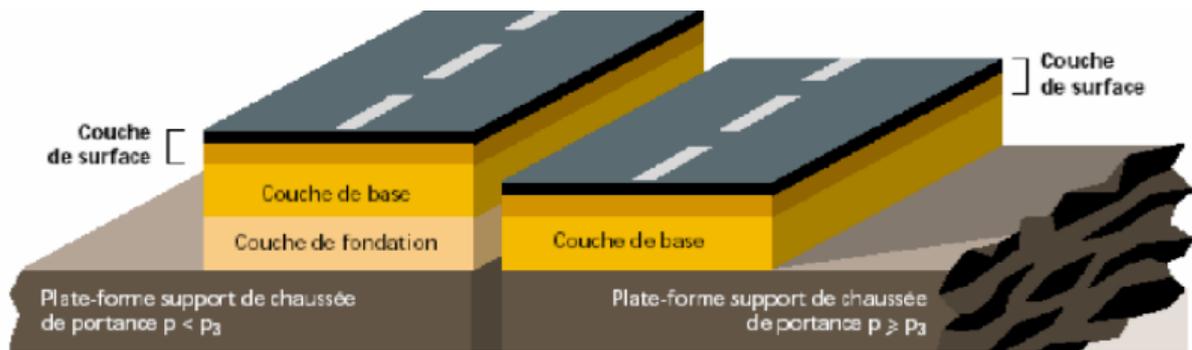


Figure III-2: Structure type d'une chaussée souple

### III.3 LES DIFFERENTS FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT :

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

**I.1.1 Trafic :** La connaissance du trafic et principalement celui des poids lourds, constitue un élément essentiel pour un bon dimensionnement de la chaussée. Ce trafic s'exprime généralement par deux paramètres :

- **Le TMJA :** à la mise en service qui permet de choisir les matériaux nécessaires pour la construction de la chaussée
- Le nombre cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit.

Le trafic des poids lourds comprend tous les véhicules dont la charge utile est supérieure ou égale à **PL/15 tonnes**.

- ❖ **Trafic à la mise en service :** Ce trafic compté sur la base du TJMA est estimé à partir du trafic PL par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service de la route. On définit, en général, des classes de trafic en fonction du nombre moyen journalier annuel de  $PL \geq 5t$ .
- ❖ **Trafic cumulé équivalent (NE) :** Le trafic utilisé pour le dimensionnement est le nombre équivalent d'essieux de référence correspondant au trafic PL cumulé sur la durée de service retenue, il est donné par la relation suivante :

L'essieu de référence en vigueur en Algérie est l'essieu de 13 Tonnes.

N : est le nombre cumulé de PL pour la période de calcul de P années,

$$NE = N \times CAM.$$

$$N = 365 \times MJA \times C.$$

**C** : étant le facteur de cumul sur la période de calcul, tel que :

$$C = [(1 + \tau)^p - 1] / \tau$$

**P** : durée de vie.

$\tau$  : Taux de croissance de trafic.

**CAM** : est le coefficient d'agressivité moyenne de PL par rapport à l'essieu de référence.

### III.3.1 Environnement :

Le climat et l'environnement 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 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 des matériaux bitumineux et conditionne.

### III.3.2 Le Sol Support :

Les structures de chaussée reposent sur un ensemble dénommé «plate-forme support de chaussée» constitué 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 ;

### Matériaux :

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

### III.4 LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

Les méthodes appartenant à la famille sont essentiellement :

Méthode A.A.S.H.O    Méthode L.C.P.C

Méthode de L'ASPHALTE IN –SITUE

\* Méthode C.B.R

\* Méthode du CATALOGUE (CTTP)

## III.4.1:Method C.B.R (California – Bearing – Ratio):

### Méthode de C.B.R :( Californie-Bearing-Ratio) :

C'est une méthode **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.

$$e = \frac{100 + (\sqrt{p})(75 + 50 \log \frac{N}{10})}{ICBR + 5}$$

### :la relation de L'épaisseur équivalente

**e**: épaisseur équivalente

**I**: indice CBR (sol support)

**N**: désigne le nombre journalier de camion de plus  $N (PL\%) = TJMAN * Z$

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

**Log**: logarithme décimal

**Remarque** : **TMJA n** : trafics prévus pour une durée de vie de **20** ans et **n** année de prévision.

### Détermination des épaisseurs des couches :

\* L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

**$e_1 \times a_1$  : couche de roulement.**

**$e_2 \times a_2$  : couche de base.**

**$e_3 \times a_3$  : couche de fondation**

## DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE

Les valeurs du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence ( $a$ )
Béton bitumineux B.B	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
G.C ou G.N.T	1.00
Tuf	0.7 à 0.8
Grave roulée – grave sableuse (T.V.O)	0.75
Sable	0.50
Grave bitumineux	1.20 à 1.70

**Tableau III.1:** les valeurs du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé

\* APPLICATION :

PL=45% TJMA2019= 6817 (V/J)

$\tau$ =4% Année de mise en service : 2024

Durée de vie : 20 ans C.B.R = 05 (retenue des formations de DTP de **Meghayar**)

TJMA2019= (1 + 0.04)<sup>7</sup> × 6817

TJMA2024=8294 (V/J)

PL2024=8294 × 0.45=3732(PL/J/sens)

PL2044=3732×0.5x (1 + 0.04)<sup>20</sup>= 4089 (PL/J/sens)

**Calcul de l'épaisseur équivalente :**

ICBR : Indice CBR=05

P : charge par roue ; P= 6.5 t

P : charge par essieu ; P= 13 t

N : désigne le nombre moyen de camion de plus de 1500 Kg à vide=4089(PL/J/sens)

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{4089}{10})}{5 + 5}$$

**E=62.4 ≈ 62 cm**

Donc : l'épaisseur équivalente = 62 cm

Après avoir obtenu l'épaisseur de chaque couche doit être déterminée de la manière suivante

## DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE

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

les matériaux suivants de chaque couche:

**Couche de roulement (Béton Bitumineux)**  $a_1 = 2$

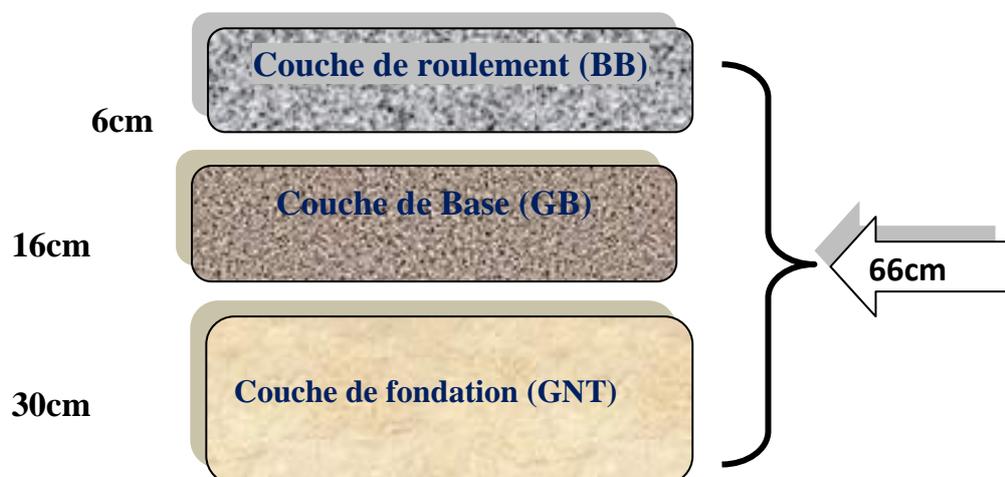
**Couche de fondation (GNT)**  $a_3 = 1$

Calcul :

$$e = BB (6 \times 2) + GB (16 \times 1.5) + GNT (30 \times 1) = 66 \text{ cm} > 62 \text{ cm}$$

Donc : le Épaisseur réelles

$$(BB)6 + (GB)16 + (GNT)30 = 66 \text{ cm}$$



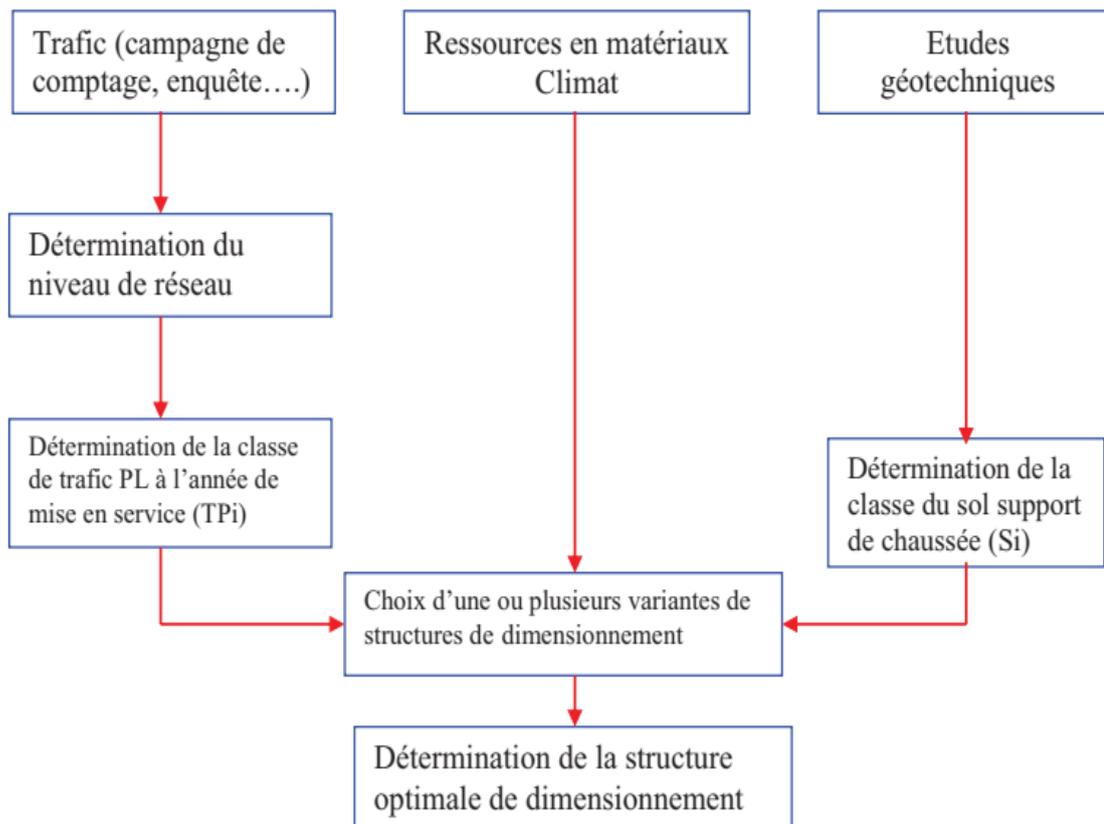
### III.4.2 :Méthode catalogue de dimensionnement des chaussées neuves(CTTP)

L'utilisation du catalogue de dimensionnement (CTTP) fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement (TMJA ; CBR ; E )

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

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est **une méthode rationnelle**

## DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE



**Figure III.3:la démarche de catalogue**

❖ Il présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données

- ❖ Trafic cumulé de poids lourds aux 15 ans  $T_j$ .
- ❖ Les caractéristiques de sol.

Cette méthode se base essentiellement sur quatre paramètres :

- ❖ Le trafic.
- ❖ La portance du sol support de la chaussée.
- ❖ Zone climatique.
- ❖ Les matériaux.<sup>7</sup>

### III.4.3 Les principes de méthode :

Détermination du type de réseau : Réseau principal noté RP :

Il se compose de route reliant :

- Le chef lieux de wilaya.
- Les ports, les aérodromes et les postes frontaliers.

## DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE

- Les principales importantes zones industrielles agglomérations.

Ce réseau principal se décompose en deux niveaux :

- RP1 ( $T > 1500$  V/J) : RN, autoroute, CW.
- RP2 ( $T < 1500$  V/J) : RN, CW.

Le linéaire total de réseau principal RP est d'ordre de 18.400 Km.

Le réseau secondaire RS :

Il se compose du reste des routes qui ne sont pas en RP, son linéaire total de 7.900Km.

### III.4.3.1 Détermination de la classe de trafic

on adopte les valeurs suivantes :

- ❖ Chaussée unidirectionnelles à **2 voies** : **90%** du trafic **PL** sur la voie lent de droite.
- ❖ Chaussée unidirectionnelles à **3 voies** : **80%** du trafic **PL** sur la voie lente de droite.
- ❖ Chaussée bidirectionnelles à **2 voies** : **50%** du trafic **PL**.
- ❖ Chaussée bidirectionnelles à **3 voies** : **50%** du trafic **PL**.

La classe de trafic (TPLi) est donnée en nombre de poids lourds par jour et par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Les classes de trafic (TPLi) adoptée dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de PL par jour et par sens à l'année de mis en service.

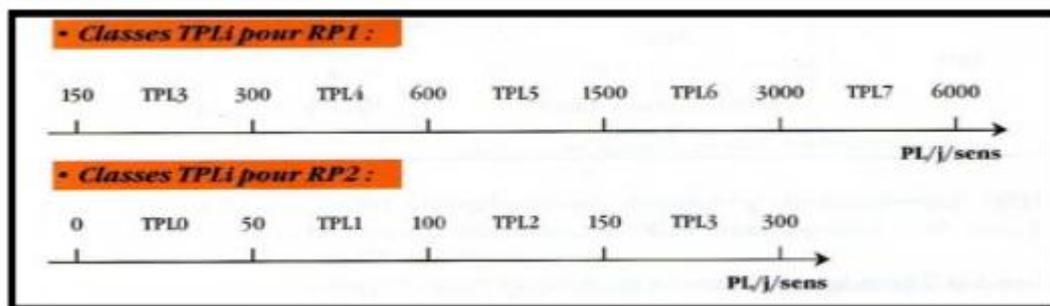


Figure III.4:classes TPLi

### III.4.3.2.détermination de la portance de sol-support de chaussée :

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

## DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE

Portance ( $S_i$ )	CBR
<b>S4</b>	5>
<b>S3</b>	5 – 10
<b>S2</b>	10 – 25
<b>S1</b>	25 – 40
<b>S0</b>	> 40

**Tableau III.2** classe de portance des sols

### III.4.3.3 Zones climatiques :

Les différentes zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant :

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Teq (°)	Région
<b>I</b>	> 600	Très humide	20	Nord
<b>II</b>	350 - 600	Humide	20	Nord, haut plateaux
<b>III</b>	100 - 350	Semi-aride	25	Haut plateaux
<b>IV</b>	<100	Aride	30	Sud

**Tableau III.3:**classification climatique

#### a) Cas des sols sensible à l'eau :

L'essai CBR à prendre en compte sera fonction de la zone climatique considérée :

- CBR imbibé à 4 jour pour les zones climatiques I et II.
- CBR immédiat pour les zones climatiques III et IV.

Pour les sols insensibles à l'eau (sables et graves propres, sils grossiers) la portance est déterminée à partir des essais de chargement à la plaque (module EV2).

#### b) Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :

$S_3, S_2, S_1, S_0$ . Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

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

## DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE

Classes de sols supports	S3	S2	S1	S0
Module (MPa)	25 - 50	50 - 125	125 - 200	>200

**Tableau 0.4** classe de sols support selon le module E

Classede portance du sol Si	Epaisseur de couche de forme (cm)	Nouvelle classe de portance du sol Sj
<S4	50	S3
S4	35	S3
S4	60	S2
S3	40	S2
S3	70	S1
S2	40	S1

**Tableau III.5:**classe de sols support selon le module E

### III.4.3.4 . APPLICATION :

**a) Détermination de type de réseau principal :**

$$TMJA_{2019}=6817(v/j)$$

Le trafic de la mise en service  $TMJA_{2024}=8294(v/j)$

$$TMJA_{2024}=8294v/j>1500$$

DONC le réseau principal de niveau 1 **(RP1)**

**b) Détermination de la classe de trafic :TPLi**

Type de chaussée	Trafic PL la voie lente
2 voies ou 3 voies	$(TMJA *z)*(0.5)$
<b>2x2</b>	$(TMJA *z)*0.5*0.90$
2x3	$(TMJA *z)*0.5*0.80$

**TableauIII.6 : formules de TPLi**

$$TPLi =8294x0.45x0.5x0.9=1679 \text{ pl/j/sens.}$$

DONC la classe de trafic est **TPL6**

$$1500 < 1679 < 3000$$

TPLi	TPL3	TPL4	TPL5	<b>TPL6</b>	TPL7
PL/j/sens	150-300	300-600	600-1500	<b>1500-3000</b>	3000-6000

**Tableau III.7 La classe de trafic**

## DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE

### c) Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :

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

S<sub>3</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>0</sub>. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

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

$$E(\text{MPa}) = 5 * 5 = 25(\text{MPa})$$

Donc la classe de sols supports **S<sub>3</sub>**



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

**Tableau III.8** classe de sols support selon le module E

D'après le rapport géotechnique, notre sol est de faible portance. On doit prévoir une couche de forme en matériau non traité de 70 cm, pour améliorer la portance de sol support.

**Epaisseur de couche de forme 70 cm.**

### d) 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).

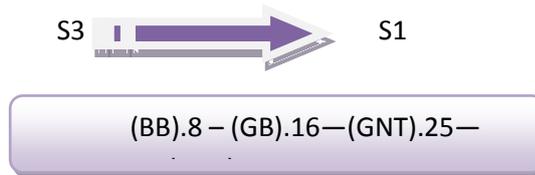
### e) Choix le corps de la chaussée :

- x. Réseau principal niveau RP1
- x. Zone climatique IV
- x. Duré de vie 20 ans et le taux d'accroissement 4%
- x. TPL6
- x. S<sub>3</sub>

(le fascicule 3 de catalogue de dimensionnement)

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves, et la zone climatique.

# DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE



Couches	Catalogue neuve	CBR	CBR	S(i)	TPL en2024 (PL/J/Sens)
CR+CB+CF	8 BB+16 GB+35GNT+70	6 BB+16 GB+30GNT	05	S3—S1	TPL6=1679

**Tableau III.9 récapitulatif les résultats de dimensionnement du corps de chaussée**

## III.5 :Vérification en fatigue des structures (la déformation longitudinale et transversale) :

Il faudra vérifier que  $\epsilon_t$  et  $\epsilon_z$  calculées à l'aide d'**Alize-Lcpc**, sont inférieurs aux valeurs admissibles calculées  $\epsilon_{t, adm}$  et  $\epsilon_{z, adm}$ .

La zone climatique IV  $\Rightarrow$  Températures équivalents  $\Theta_{eq} = 30^\circ$

Températures équivalents $\Theta_{eq}$	Zone Climatique		
	I et II	III	IV
	20	25	30

**Tableau III.10** Températures équivalents  $\Theta_{eq}$

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	climat	$TT_{eq}(\circ)$	région
IV	<100	aride	30 °	Sud

**Tableau III.11** zone climatique de pluviométrie

Déterminer la valeur de Risque adoptés pour réseau RP1 dans tableau suivant

Classe de trafic TPLi (PL/J/Sens)	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (%.)	20	15	10	5	2

**Tableau III.12:**Risque adoptés pour réseau RP1

**Risque = 5 %**

### III.5.1 CALCUL DU TRAFIC CUMULE DE POIDS LOURD (TCI) :

$$TCE_i = (TPL_i \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i})$$

## DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE

$$TCE_i = TC_i \times A$$

### III.5.2.CALCUL DU TRAFIC CUMULE EQUIVALENT (TCEI) :

$$TCE_i = (1679 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04}) \times 0,6 = 10949429 \text{ PL/J/Sens}$$

Niveau de réseaux principale « RPi »	Type des matériaux et structure	Valeurs de A
<b>RP1</b>	Chaussées à matériaux traité au bitume : GB/GC, GB/TUF, GB/GC	0.60
	Chaussées à matériaux traité au liant hydraulique : GL/GL, BCg/GC	1

**Tableau III.13 : Valeurs du coefficient d'agressivité A**

### III.5.3 .CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE AU NIVEAU DU SOL SUPPORT :

$$\epsilon_z \text{ adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCE)^{-0.235}$$

$\epsilon_z \text{ adm} = 487.71 \times 10^{-6}$

$$\epsilon_z \text{ adm} = 22 \times 10^{-3} \times (10949429)^{-0.235}$$

$$\epsilon_z \text{ adm} = 487.71 \times 10^{-6}$$

### III.5.4 .CALCUL DE LA DEFORMATION ADMISSIBLE POUR LES MATERIAUX BITUMINEUX :

$$\epsilon_t \text{ adm} = \epsilon_6(10^\circ \text{ C}, 30\text{Hz}) \times K_{ne} \times K_{\theta} \times K_r \times K_c$$

$$* K_{ne} = (TCE_i / 10^6)^b$$

$$-1/b = 6.84 \Rightarrow b = -1/6.84 \Rightarrow b = -0.146$$

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

**Tableau III.14 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux**

$$K_{ne} = 0.709$$

# DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE

$$K_{\theta} = \sqrt{E(10^{\circ}\text{C}, 10\text{Hz}) / E(\theta \text{ eq}, 10\text{Hz})}$$

$$K_{\theta} = \sqrt{\frac{12500}{3500}} = 1.889$$

$$K_r = 10^{-t \cdot b \cdot \delta}$$

$$K_r = 10^{-t \cdot b \cdot \delta}, \text{ avec } r = 5\%, \text{ d'où } t = -1.645$$

$$\delta = \sqrt{(SN_2 + (bc \times Sh)^2)}$$

$$\delta = \sqrt{0.45 * 2 + \left(\left(\frac{0.02}{-0.146}\right) \times 3\right)^2} = 0.61$$

$$K_r = 10^{-1.645 \times 0.146 \times 0.61} = 0.713$$

$$K_c = 1.3$$

$$\text{D'où : } \sigma_{t.ad} = 100 \cdot 10^{-6} \times 0.687 \times 1.889 \times 0.714 \times 1.3 = 120,45 \cdot 10^{-6}$$

$$\sigma_{t.ad} = 120,45 \cdot 10^{-6}$$

Niveau de la couche	Modules des MNT (MPa)	Valeurs de k	$\nu$
Base* (15 ≤ h ≤ 20cm)	GNT - 500	2,5	0,25
	TUF 1 - 500	2	0,25
	TUF 2 - 300	2	0,25
	SG 1 - 700	2	0,25
	SG 2 - 300	2	0,25
	AG - 300	2	0,25
Fondation (en sous couches de 25 cm)	$E_{MNT}(\text{sous couche } 1) = k E_{\text{sol support}}$ $E_{MNT}(\text{sous couche } i) = k E_{MNT}(\text{sous couche } i-1)$ avec $E_{MNT}$ borné à $E_{MNT}$ couche de base		
Fondation MNT sous GB et SB (GB/MNT, )	$E_{MNT}(\text{sous couche } 1) = k E_{\text{sol support}}$ (avec k idem ci-dessus) $E_{MNT}(\text{sous couche } i) = k E_{MNT}(\text{sous couche } i-1)$ avec $E_{MNT}$ borné à 350 MPa		

**Tableau III.15 : Tableau de Modélisation**

## III.5.5 RESULTATS DE CALCUL PAR ALIZE IV

Alizé-Lcpc - Définition d'une Structure (Fichier/nouveau)

Fichier Calculer Valeurs admissibles Bibliothèques Configurer Alizé Fenêtre ?

Titre :

Structure de base

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,08	2500	0,35	autre
collé	0,16	3500	0,35	autre
collé	0,10	350	0,25	autre
collé	0,25	312,5	0,25	autre
	infini	125	0,35	autre

Modifier la structure

nb de couches : 5

Ajouter 1 couche

Supprimer 1 couche

Série de calculs

nb de calculs : 1

Voir/gérer les variantes

Supprimer les variantes

Niveaux de calcul

Modifier les niveaux

Aide

Nature des interfaces

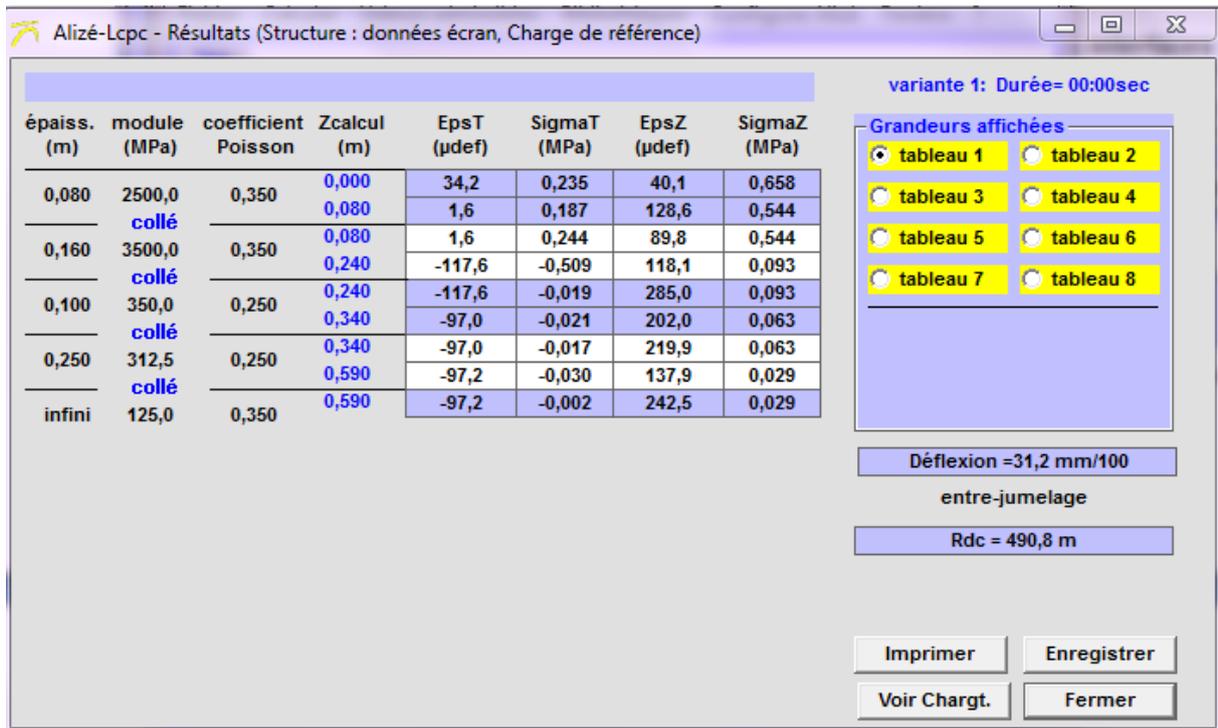
Epaisseurs mini-maxi

Calcul direct (charge réf.)

Quitter Alizé

Pour lancer le calcul Alizé avec Structure à l'écran + Charge de référence

# DIMENSIONNEMENT DUCORPS DE CHAUSSEE



**Figure 0-5** : résultats de la simulation

$\varepsilon_z = 242,5 < \varepsilon_{z adm} = 487,71$  (Condition vérifiée).

$\varepsilon_t = 117,6 < \varepsilon_{t adm} = 120,45$  (Condition vérifiée).

**Dimensionnement**  
**CTTP**

**8 (BB) + 16 (GB) +35 (GNT) +70 TVO**

**Conclusion :**

Donc après les calculs et la vérification des déformations par **ALIZE** on prend la structure qui est donnée par la méthode de catalogue Algérien.

# Chapitre IV

## **ETUDE GEOMETRIQUE**

## IV.1 PROFIL EN LONG

### IV.1.1 Définition :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle. C'est en général une succession d'alignement droit (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires.

### IV.1.2 REGLES A RESPECTER DANS LE TRACÉ DU PROFIL EN LONG :

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

- ✦ Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- ✦ Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- ✦ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- ✦ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- ✦ Recherche un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- ✦ Eviter une hauteur excessive en remblai.
- ✦ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison

des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à 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.

### IV.1.3 Coordination du tracé en plan et profil en long :

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

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.

- D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre:
- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- D'amorcer la courbe en plan avant un point haut. Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6fois au moins le rayon en plan).

### IV.1.4 DECLIVITE :

La déclivité d'une ligne rouge est la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom rampe pour les montée.

#### IV.1.4.1 Déclivité minimum :

Dans un terrain plat on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement au long de la route au bord de la chaussée.

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- Au moins 0,5% et de préférences 1 %, si possible.
- $i_{min}=0,5$  % dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.
- $i_{min}= 0,5$  % dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau

#### IV.1.4.2 Déclivité maximum :

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

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

Donc, La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence.

# ETUDE GEOMETRIQUE

- Vitesse minimum de PL.
- Condition économique.

$V_R$ km/h	40	60	80	100	120	140
$I_{max}$ %	8	7	6	5	4	4

**Tableau 0.1**Déclivité maximale Selon le B40.

Pour notre cas la vitesse  $V_r=100$  Km/h donc la pente maximale  $I_{max}=5\%$ .

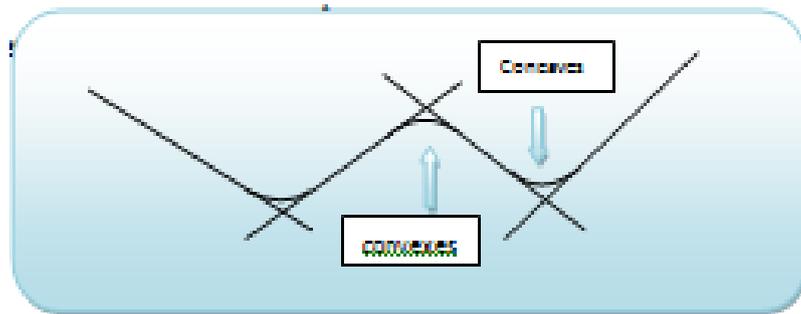
## IV.1.5 RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe.

Le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

### IV.1.5.1 Raccordements convexes

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



**Figure 0-1**raccordement en Profil en long.

### IV.1.5.2 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 :

$$\frac{Vr^2}{Rv} < \frac{g}{40} \text{ Pour Cat (1 -2).} \quad \text{pour cat } R_{v \min} = 0,3. Vr^2$$

$$\text{avec } g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$\frac{Vr^2}{Rv} < \frac{g}{30} \text{ Pour Cat(3-4-5).} \quad \text{pour cat } R_{v \min} = 0,23. Vr^2$$

$R_v$  : c'est le rayon vertical (m).

$V_r$  : vitesse de référence (km /h).

Dans notre cas  $R_{vmin} = 0.3V_r^2$   $R_{vmin} = 0.3(100)^2 = 3000$  m

### IV.1.5.3 Condition de la visibilité :

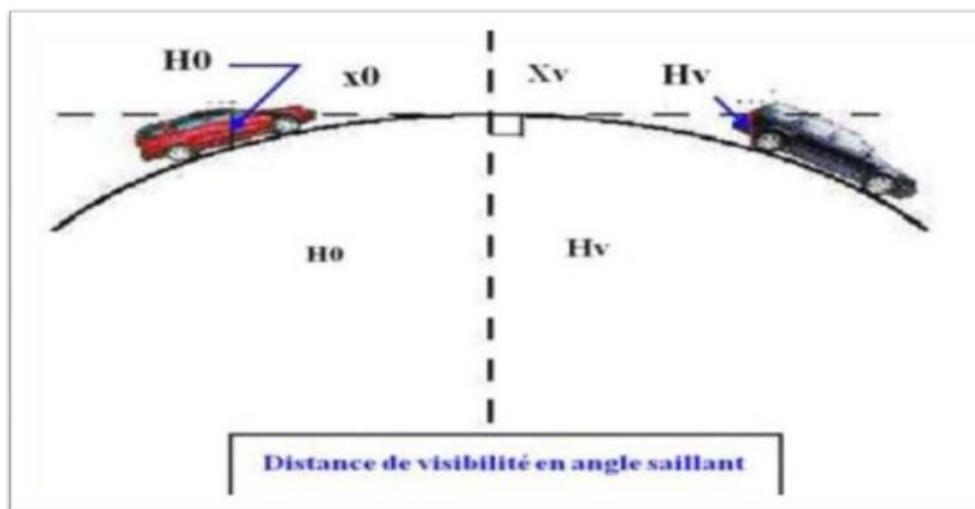
La visibilité est assurée lorsque l'oeil d'un conducteur aperçoit la partie supérieure de la voiture qui vient à sa rencontre ou s'arrêter. Le rayon devrait assurer la visibilité d'un obstacle éventuel à une distance de manoeuvre de dépassement **D0** déterminée par la relation :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2(h \times h_1 + 2(\sqrt{h_0 \times h_1}))} \approx 0.27d^2$$

$d$  : distance d'arrêt (m).

$h_0$  : hauteur de l'œil (m).

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



**Figure 0-2 distance de visibilité en angle saillant .**

### IV.1.5.4 Le confort dynamique:

En angle rentrant, le problème de visibilité ne se pose pas, mais il y a apparition d'une accélération importante (accélération centrifuge) qui influence sur le confort des véhicules.

On distingue deux types de rayon verticaux :

- ✓ RVm: Rayon minimal absolu calculé pour une vitesse  $V_r$ .
- ✓ RVN: Rayon minimal normal calculé pour une vitesse  $V_r+20$ .



## ETUDE GEOMETRIQUE

$$R_{vmin}=100 \times \frac{50}{\Delta d(\%)}$$

Pour le cas de Notre projet, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge, et sont donnés par le tableau suivants (*selon le B40*):

Categories		C1
Environment		E1
Vitesse de référence (Km/h)		100
Rayon en angle <b>saillant RV</b>	Route unidirectionnelle :(2x2 voies)	6000
	RVm1 (minimal absolu) en m	12000
	RVn1 (minimal normal) en m	
Rayon en angle <b>rentrant RV</b>	Route unidirectionnelle :(2x2 voies)	3000
	R'Vm (minimal absolu) en m	4200
	R'Vn (minimal normal) en m	

**Tableau 0.2** les rayons de profil en long

# ETUDE GEOMETRIQUE

## IV.2 PROFIL EN TRAVERS TYPE

### IV.2.1 DEFINITION :

La profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

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.).

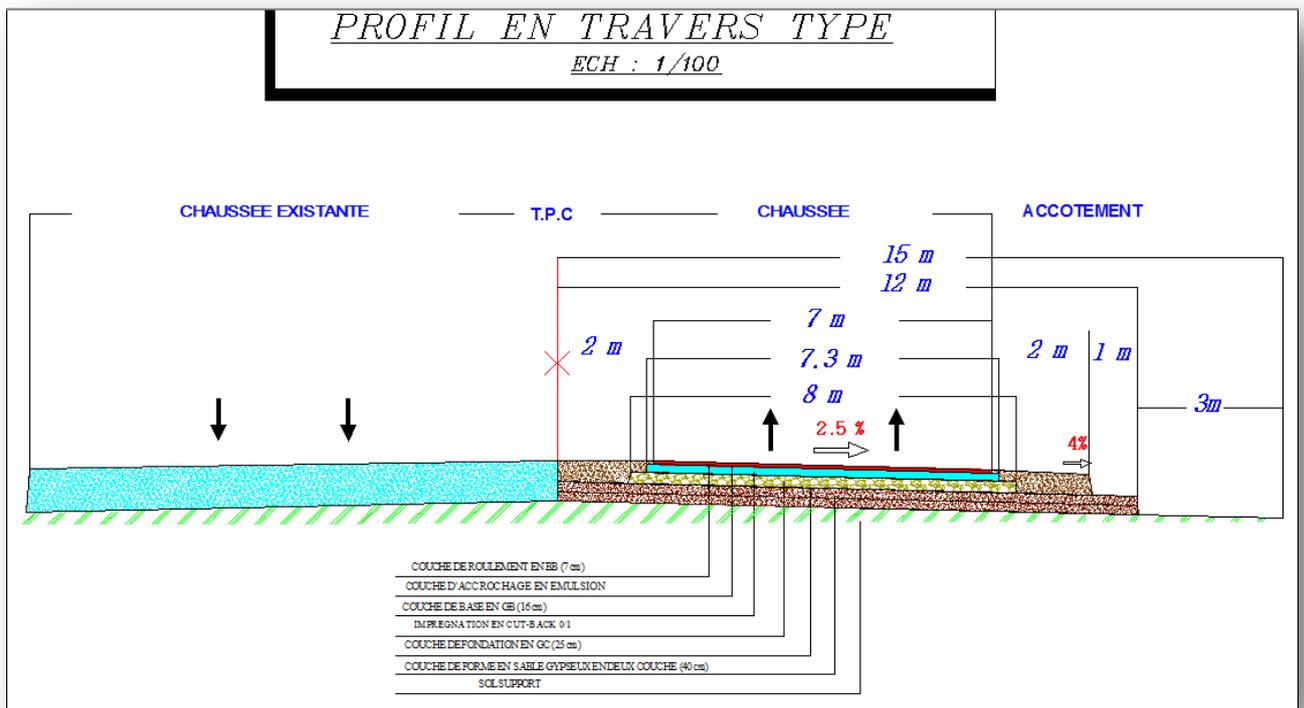


Figure 0-4 Profil En Travers Type

### IV.2.2 DIFFERENT TYPE DE PROFILS EN TRAVERS :

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers :

#### Profil en travers type:

Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

#### B. Profils en travers courants:

Ce sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel  
**(accidenté ou plat)**

### IV.2.3 LES ELEMENTS DE COMPOSITION DES PROFILS EN TRAVERS:

- A. La chaussée :** C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules.
- La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.
- B. La largeur rouable:** Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.
- C. La plate-forme:** C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.
- D. Assiette:** Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.
- E. L'emprise:** C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc), elle coïncidant généralement avec le domaine public.
- F. Les accotements:** Les accotements sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.
- G. Le terre-plein central:** Le T.P.C assure la séparation des deux sens de circulation, 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.
- H. Berme :** Partie latérale non rouable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.
- I. B.D.G :** Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

## ETUDE GEOMETRIQUE

---

- J. B.A.U :** Partie de l'accotement, contiguë à la chaussée, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée, elle inclut la Sur largeur structurelle de la chaussée.
- K. Sur largeur S :** Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive
- L. 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.
- M. Le talus:** Le talus est l'inclinaison de terrain qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue. Cette inclinaison exprimé par une fraction (A/B) telle que :
- A : la distance sur la base du talus.
- B : la hauteur du talus.
- En terre de moyenne cohésion, l'inclinaison de talus est de (3/2) pour les remblais et (1/1) pour les déblais.
- N. La largeur de la chaussée :** La largeur de la chaussée dépend surtout de l'importance de la circulation à écouler. La largeur du gabarit des véhicules étant de 2.50 m, cette même largeur constitue un minimum pour la largeur d'une voie Sur les routes à circulation intense et rapide, une largeur de voie de 2.50m est insuffisante, il faut au moins 3 m et mieux encore 3.50 m pour que les véhicules de tous gabarits qui puissent se croiser et se dépasser en toute sécurité.
- La largeur de voie peut être réduite à 3m(exceptionnellement 2.50 m) sur les routes peu fréquentées.
- O. Pente transversale :** La pente transversale permet de favoriser l'évacuation des eaux de surface de la chaussée, en alignement droit le profil en travers de la chaussée est caractérisé par une pente transversal varie de 2% à 5% vers l'extérieur.
- En courbe, la pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de 1/R, cette variation de la pente transversale s'appelle : « le dévers »
- Les dévers doivent rester constants tout au long de la partie circulaire des virages car 1/R est constant.
- P. Point de rotation des dévers :** Le choix du point de rotation des dévers dépend essentiellement de la disposition des lieux.
- Lorsque le T.P.C est revêtu, le point de rotation des dévers se situe habituellement sur

# ETUDE GEOMETRIQUE

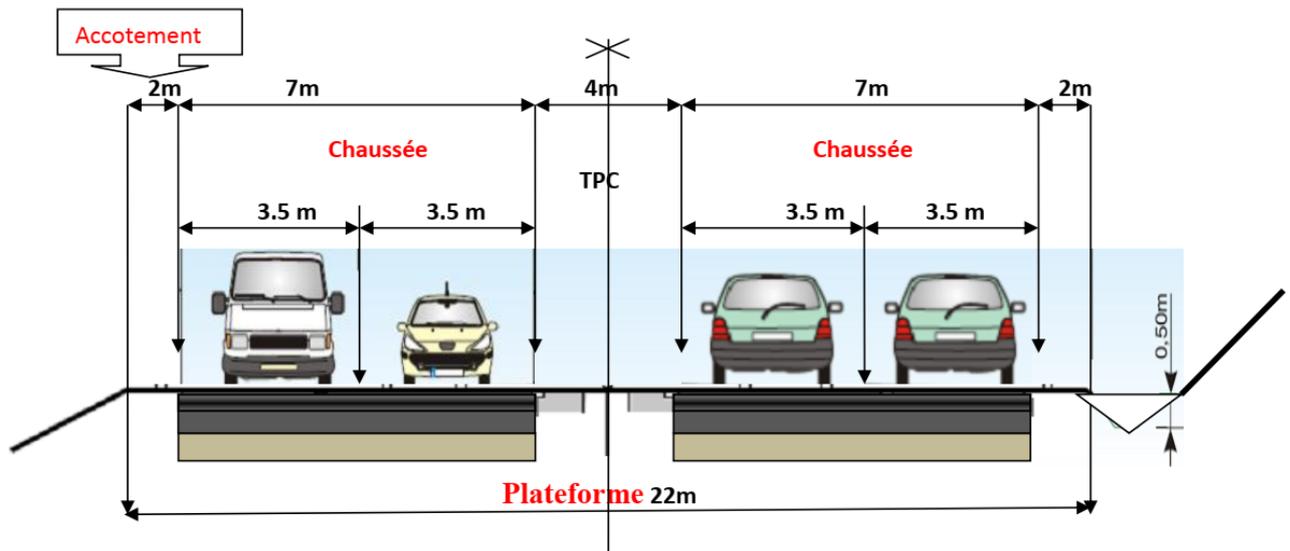
l'axe de la plateforme, sinon le point de rotation des dévers de chaque chaussée se situe sur le bord de la chaussée.

## IV.2.4 PROFIL EN TRAVERS DE NOTRE PROJET

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour notre projet sera composé d'une chaussée dédoublée.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Deux chaussées de deux voies de 7m chacune :  $2 \times (3.5 \times 2) = 14.00$  m  
Avec surlargeur de 0,50 m côté TPC et de 0,25 m côté accotement
- Un terre-plein central de (TPC) =  $2.00 \times 2$ m.
- Un accotement de 2m à chaque côté droit de la chaussée.



## IV.3 TRACE EN PLAN :

### IV.3.1 Définition :

Le tracé en plan d'une route est constitué d'une succession de courbes et d'alignements droits séparés ou pas par des raccordements progressifs. Tout en assurant l'intégration autant que possible avec tous les points topographiques et la topographie du site et cette courbure horizontale est déterminée en fonction de la vitesse spécifique. Cela garantit le confort et la sécurité de l'utilisateur et la sécurité de la route contre dégradation.

### IV.3.2 \_REGLES A RESPECTER DANS LE TRACER EN PLAN :

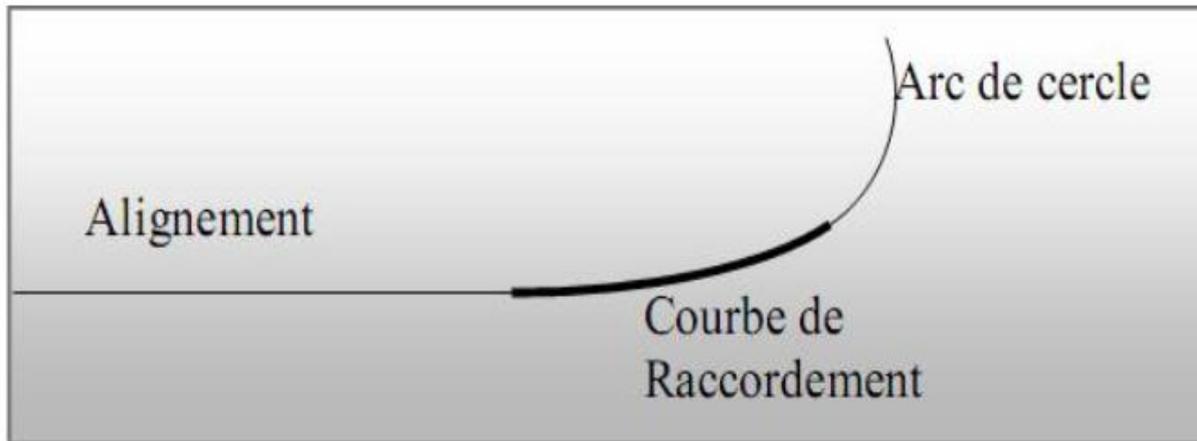
Appliquer les normes du B40 si possible.

- Eviter de passer sur les terrains agricoles, si possible.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- Adapter au maximum le terrain naturel.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- S'inscrire dans le couloir choisi.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Il est recommandé que les alignements représentent 60% au plus de la longueur totale du trajet.
- En présence des lignes électriques aérienne prévoir une hauteur minimale de 10 m

### IV.3.3 LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles d'autre part, elle se fait à l'aide des Clothoïdes qui assurent un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.



**Figure 0-5** les éléments de tracé en plan

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

### **IV.3.3.1 Les Alignements:**

On entend aussi par alignement droit les courbes de grands rayons

En alignement droit, la stabilité du véhicule est assurée car, il n'y a que des efforts verticaux, mais les limites en alignement droit viennent surtout des considérations de sécurité

- Construction facile.
- Ligne la plus courte.
- Absence de forces centrifuges.
- Bonnes conditions de visibilité.
- Dépassement aisé.
- Bonne adaptation aux constructions et aux ouvrages.

#### **► Inconvénients :**

- ❖ De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- ❖ Difficulté de conduite et monotonie qui peuvent engendrer des accidents ou malaises chez le conducteur.
- ❖ Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- ❖ Mauvaise adaptation de la route au paysage. Il n'y a pas d'harmonie avec l'aspect des reliefs.

## ETUDE GEOMETRIQUE

---

Donc la longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de référence  $V_R$ , plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure et de ses sinuosités.

➤ **Règles concernant la longueur des alignements :**

- Une longueur minimale d'alignement  $L_{min}$  devra séparer deux courbes circulaires de Même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à La vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercle.
- Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, la solution à retenir sur un Raccordement de deux cercles par une courbe en C ou en Ove.

$$L_{min} = 5 \frac{V_B}{3,6}$$

$V_B$  : vitesse de base en (km/h).

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

$$L_{max} = 60 \frac{V_B}{3,6}$$

**Remarque** Selon B40, entre deux courbes de même sens il faut avoir une longueur minimale de  $L_{min} = 5v$ , et entre deux courbes de sens contraire on a :  $L_{min} = 3v$ . On peut même annuler l'alignement droit entre deux courbes de sens différent (courbe en « S »).

### IV.3.3.2 Arc de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

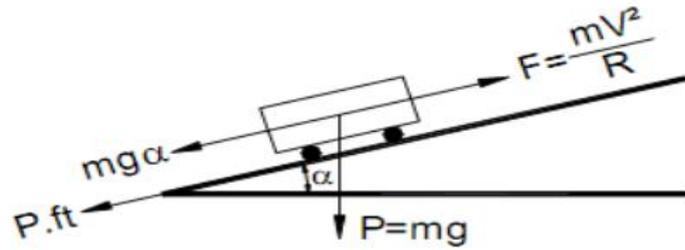
- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- la visibilité dans les tranchées en courbe
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

➤ **Stabilité En Courbe :**

Dans un virage de rayon  $R$  un véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée

## ETUDE GEOMETRIQUE

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



**Figure 0-6** Force centrifuge

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

$$R \geq \frac{Vr^2}{g(ft + d)}$$

Avec !

- ✓ VR: vitesse de référence (m/s)
- ✓ g : gravitation (m/s<sup>2</sup>).
- ✓ ft : coefficient de frottement transversal.
- ✓ d : dévers.

➤ **Rayon minimal absolu (RHm) :**

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal.

$$R_{hm} = \frac{Vr^2}{127(ft+d)}$$

Avec !

ft: coefficient de frottement transversal.

Dmax :le dévers maximal.

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

Au divers maximum (dmax) correspond le rayon minimum absolu RHm.

Avec !

$$D_{max} = 7\% \text{ catégorie 1-2}$$

Catégories	Dmax (%)
Cat 1-2	7
Cat 3-4	8
Cat 5	9

**Tableau 0.3 Divers maximal**

## ETUDE GEOMETRIQUE

Avec !

$f_t$ : coefficient de frottement transversal.= 0.11

V (km/h)	40	60	80	100	120	140
Cat 1-2	0.20	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09
Cat 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	

**Tableau 0.4 Coefficient de frottement transversal**

Alors

$$RHm = \frac{100^2}{127(0.11 + 0.07)} = 437.4 \text{ m}$$

➤ **Rayon minimal normal (RHn)**

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

$d = 5\% = V > 80\text{Km/h}$

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

$$HRn = \frac{(100+20)^2}{127(0.11+0.05)} = 708.66 \text{ m}$$

➤ **Rayon au dévers minimal (RHd)**

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

Pour les catégorie 1 – 2

$$HRn = \frac{(100+20)^2}{127(2 \times 0.025)} = 1600\text{m}$$

$$HRn = \frac{(Vr+20)^2}{127(2 \times dmin)}$$

➤ **Rayon minimal non déversé (RHnd):**

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la vitesse  $V_R$  une courbe de devers égal à  $dmin$  vers l'extérieur reste inférieure à valeur limitée.

Pour les catégories 1 et 2

$$RHnd = 2249.71 \text{ m}$$

$$RHnd = \frac{V_{R2}}{127 \times 0.035}$$

## IV.3.4. CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES DU PROJET :

Norme de tracé utilisée : B40 – Normes Techniques D'aménagement Des Routes

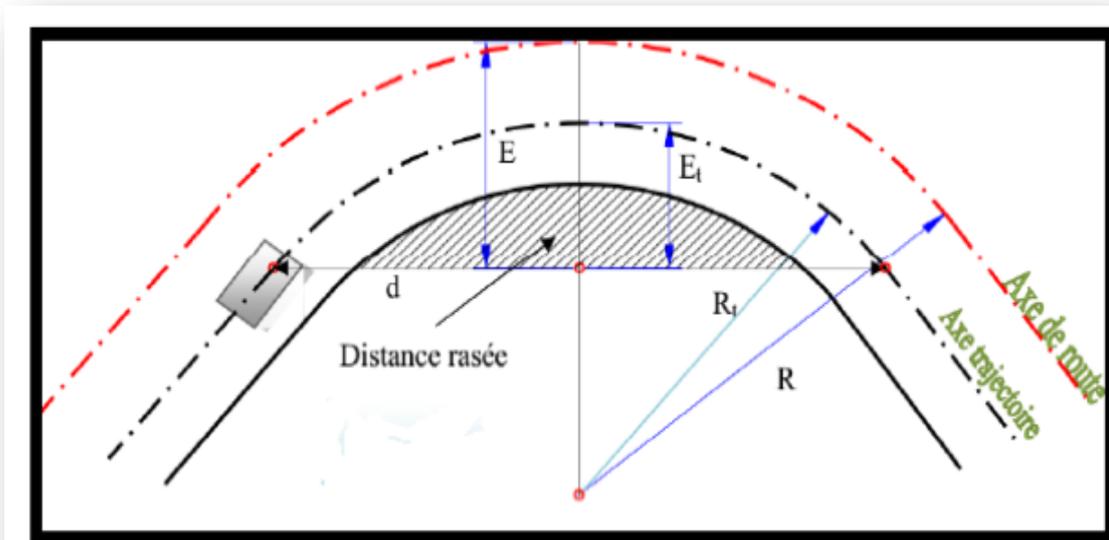
- Vitesse de référence  $V=100$  Km/H
- Catégorie 1
- Environnement E1

Rayon	Symbole	Valeur (m)	D %
Minimal absolu	RHm	437.4	7,00%
Minimal normal	RHN	708.66	5,00%
Minimal déversé	RHd	1600	2,50%
Rayon non déversé	RHnd	2249,71	-2,50%

**Tableau 0.5 les rayons de tracé en plan**

## IV.3.5 VISIBILITE MASQUEE DANS UNE SINUOSITE :

Un virage d'une route peut être masqué du côté intérieur de la courbe par le talus du déblai si la route est en tranchée, par une construction ou une forêt, pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule. Il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer.



**Figure 0-7 Zone de dérasement**

Avec: **E** : largeur de dérasement.

d: longueur de visibilité =  $Md$  (chaussée bidirectionnel) et

$$R_t = R - 2,50 \text{ m}$$

$d = d_l$  (chaussée unidirectionnel) et  $E = E_t + 2,50\text{m}$

La longueur de dérasement est définie par l'équation suivante

$$E = \frac{d^2}{2 \times R}$$

### Sur largeur:

Un long véhicule à deux (2) essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande De chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre Gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à La voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en Alignement.

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

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

R : rayon de l'axe de la route.

### IV.3.6 LES COURBES DE RACCORDEMENT :

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et de sécurité. La courbe de raccordement la plus utilisée est la Clothoïde grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de devers et de la courbure de façon à respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique qui sont limitées par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

#### IV.3.6.1 Rôle et nécessité des courbes de raccordement :

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes:

- ✓ Stabilité transversale du véhicule.
- ✓ Confort des passagers du véhicule.
- ✓ Transition de la forme de la chaussée.

- ✓ Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

## IV.3.6.2 Types de courbe de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- ✓ Parabole cubique
- ✓ Lemniscate
- ✓ Clothoïde

### A. PARABOLE CUBIQUE

Equation générale :  $Y = \text{constant} \cdot X^3$

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

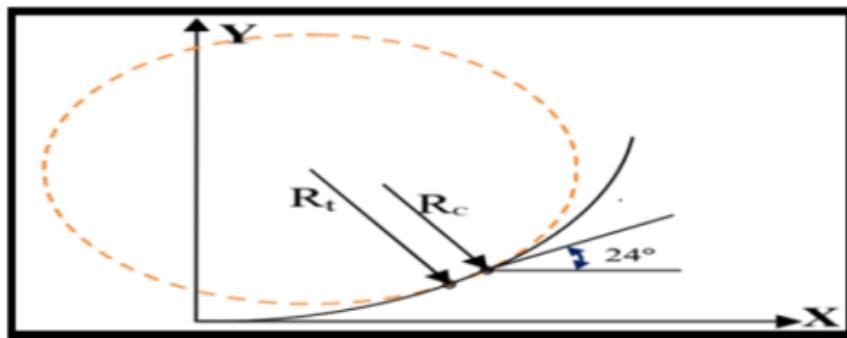


Figure 0-8 Courbe de raccordement parabole cubique

### B. LEMNISCATE :

Cette courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.

### C. CLOTHOÏDE :

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul. La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

#### ❖ Expression mathématique de la Clothoïde:

Courbure  $K$  linéairement proportionnelle à la longueur curviligne.

$$K = C \cdot L \rightarrow k = \frac{1}{R}$$

## ETUDE GEOMETRIQUE

$$L.R = \frac{1}{c} \dots \text{on pose} \dots \frac{1}{c} = A^2$$

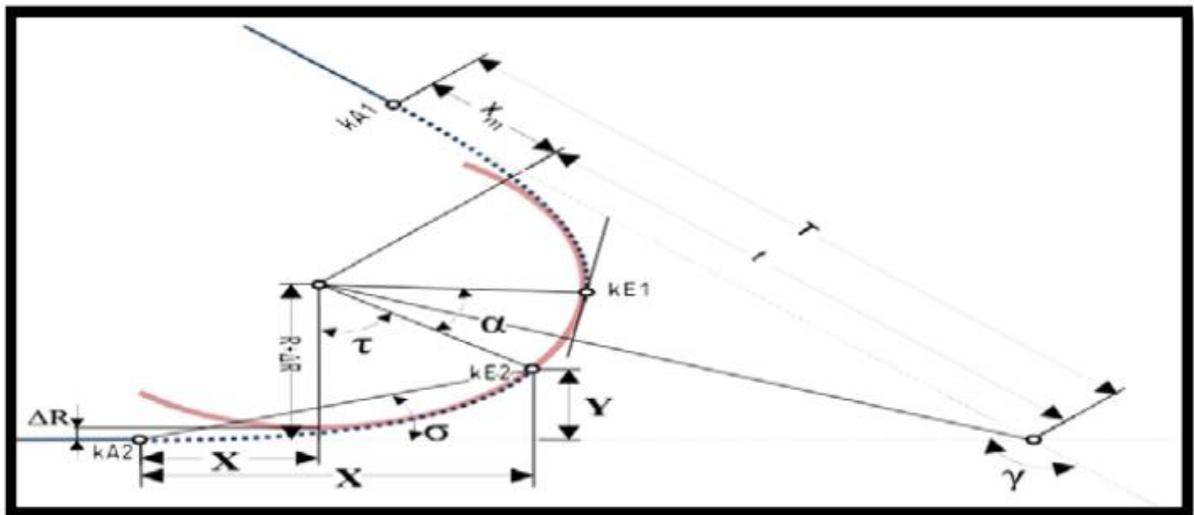
**Equation fondamentale :**

$$L.R = A^2$$

L : longueur de clothoïde.

R: Rayon de la courbe de raccordement.

A : Paramètre de clothoïde.



**Figure 0-9** Courbe de raccordement clothoïde

<p>R : Ray on du cercle. A:Paramètre de la Clothoïde.                  KE :Extrémité de la Clothoïde.                  Tc: Tangente courte.                  S: Angle polaire.                  X : Abscisse de KE.                  M : Centre du cercle d'abscisse YM.</p>	<p>L : Longueur de la branche de Clothoïde.                  KA : Origine de la Clothoïde.                  tau : Angle des tangentes.                  TK : Tangente longue.                  SL : Corde. KAKE.                  Y : Ordonnée de KE.</p>
--	---

A : Paramètre de la clothoïde

- M : Centre de cercle
- R : Rayon de cercle
- KA : Origine de la clothoïde
- KE : Extrémité de la clothoïde
- L : longueur de la branche de la clothoïde
- ΔR: Mesure de décalage entre l'élément droit et de l'arc du cercle (le ripage)

- $X_m$  : Abscisse du centre du cercle
- $\tau$  : Angle des tangentes
- $X$  : Abscisse de  $K_E$
- $Y$  : Origine de  $K_E$
- $T_K$  : tangente courte
- $T_L$  : tangente longue
- $S_L$  : Corde ( $K_A - K_E$ )
- $\sigma$  : Angle polaire (angle de corde avec la tangente)

## IV.3.7 LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT :

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

### IV.3.7.1 Condition de confort optique :

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

L'orientation de la tangente doit être supérieure à  $3^\circ$  pour être perceptible à l'œil

$$\tau \geq 3^\circ \text{ . soit } \tau \geq 1/18 \text{ rads}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rads} \rightarrow L > R/9 \text{ soit } A > R/3$$

$$R/3 \leq A \leq R$$

**Règle générale (B40) :**

❖ $R \leq 1500m$	$\Delta R = 1m$ (éventuellement 0.5m)	$L_{r1} = \sqrt{24R\Delta R}$
❖ $R > 5000m$	$\Delta R = 2.5m$	$L_{r1} = 7,25\sqrt{R}$
❖ $1500 < R \leq 5000m$		$L_{r1} = R/9$

### IV.3.7.2 Condition de confort dynamique

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours  $\Delta t$  du raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

$$L = \frac{VB^2e}{18} \left( \frac{V^2}{127XR} - \Delta d \right)$$

$L$  : longueur de clothoïde.

$VB$  : Vitesse de base (km/h).

$R$  : Rayon de virage.

$\Delta d$  : La variation de dévers.

$(\Delta d = d - d_{\text{initial}}) \% \text{ final}$

### IV.3.7.3 Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle est donnée par :

$$Lr_3 \geq (l \cdot \Delta d \cdot V_r) / 50$$

$Lr_3$  : longueur de raccordement.

$l$  : longueur de chaussée.

$\Delta d$  : variation de dévers en %.

$V_r$  : vitesse de référence (**km/h**).

$$L \geq \frac{5 \times \Delta d \times V_R}{36}$$

### IV.3.8 COMBINAISON DES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN:

La combinaison des éléments du tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite:

#### ❖ COURBE EN S:

Une courbe constituée de deux arcs de Clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.

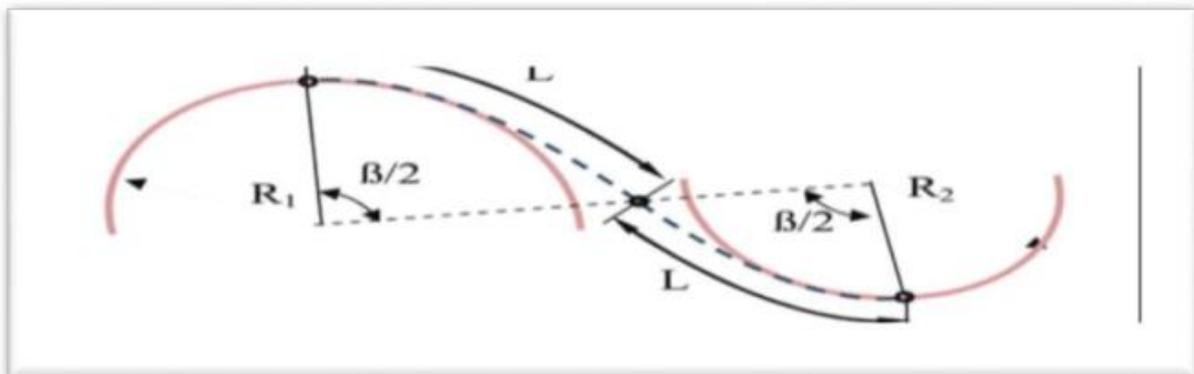


Figure 0-10 Courbe en S

#### ❖ COURBE A SOMMET :

Une courbe constituée de deux arcs de Clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements.

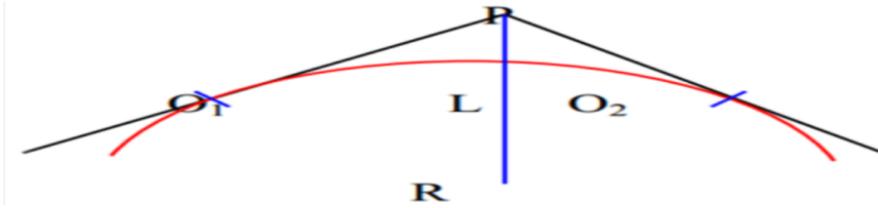


Figure 0-11 Courbe à sommet

### Courbe en C :

Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre.

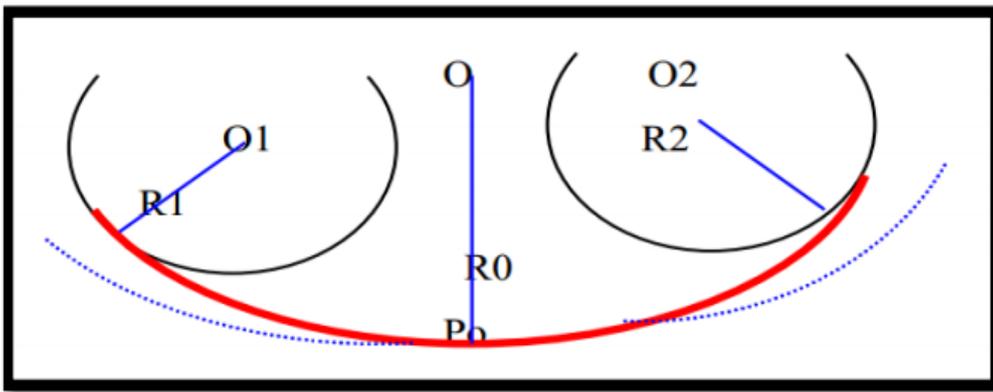


Figure 0-12 Courbe en C

**Courbe en ove :** Un arc de **Clothoïde** raccordant deux arcs de cercles dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique.

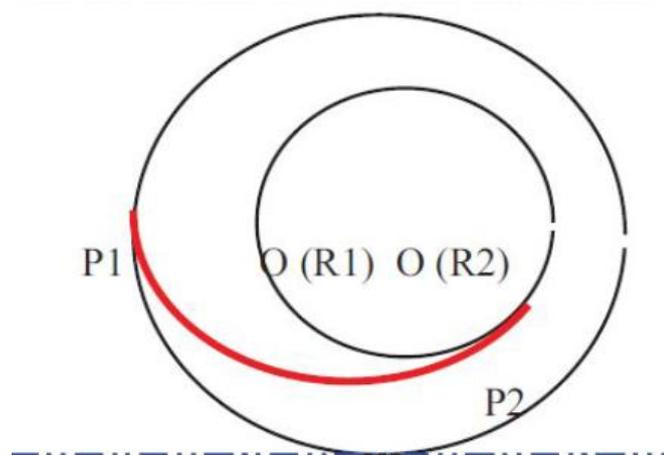


Figure 0-13 Courbe en ovale

## IV.3.9 NOTION DE DEVERS :

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe. La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

**a. Devers en alignement :** En alignement le devers est destiné à assurer

l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à:

$$d \text{ min } 2,5 \% \cdot 1 - 2 = cat$$

**b. Devers en courbe :**

En courbe permet de :

- ✓ Assurer un bon écoulement des eaux superficielles.
- ✓ Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules.
- ✓ Améliorer le guidage optique.

**c. Rayon de courbure :** Pour assurer une stabilité du véhicule et réduire l'effet de la force centrifuge, on est obligé d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur d'une pente dite devers, exprimée par sa tangente; d'où le rayon de courbure.

**d. Calcul des dévers :** Dans les alignements droits et dans les courbes de  $R \geq RHnd$  le devers est égal à **2.5%** et pour les courbes de rayon  $R < RHnd$  un calcul de devers peut être fait par l'interpolation en «**1/R**».

$$RHm < R < RHn \text{ on a: } \frac{d(R) - d(RHm)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHm}} = \frac{d(RHm) - d(RHn)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHn}}$$

$$RHn < R < RHd \text{ on a: } \frac{d(R) - d(RHd)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}} = \frac{d(RHn) - d(RHd)}{\frac{1}{RHn} - \frac{1}{RHd}}$$

Les rayons compris entre **RHd** et **RHnd** sont au devers minimal mais des rayons supérieurs à **RHnd** peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

## IV.3.10 La vitesse de référence (de base) :

La vitesse de référence (VR) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométrique et autre intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

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 (traversée d'une ville, modification du relief, ...etc.).

### IV.3.10.1 Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ✓ Type de la route.
- ✓ Importance et genre de trafic.
- ✓ Topographie.
- ✓ Conditions économiques d'exécutions et d'exploitation.

### IV.3.10.2 Vitesse de projet :

La vitesse de projet **VP** est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en un 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 bonnes conditions normales.

### IV.3.10.3 Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes algériennes **B40**, pour un environnement **E1** et une catégorie **C1**, avec une vitesse de référence de **80km/h**, on définit les paramètres suivants :

## IV.4 CUBATURE

### INTRODUCTION :

La réalisation d'un ouvrage nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté ; pour les voies de circulations ceci est très visible sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai ; soit par excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge : déblai. Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre qui se trouve entre le tracé du projet et celui du terrain naturel.

Ce calcul s'appelle (les cubatures des terrassements).

Deux types de notions distinctes seront donc utiles pour satisfaire à ces impératifs :

**La notion du calcul de cubatures**

**La notion des mouvements des terres**

### IV.4.1 DEFINITION :

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

### IV.4.2 METHODE DE CALCUL DES CUBATURES :

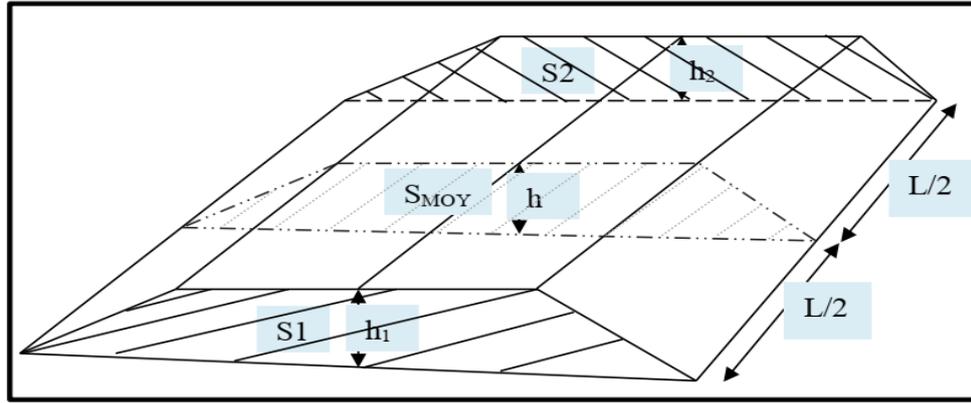
Le calcul des cubatures est généralement difficile et compliqué mais il existe plusieurs méthodes qui le simplifie ; La méthode SARRAUS est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs Le travail consiste a calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.

#### ➤ **Formule de Mr SARRAUS :**

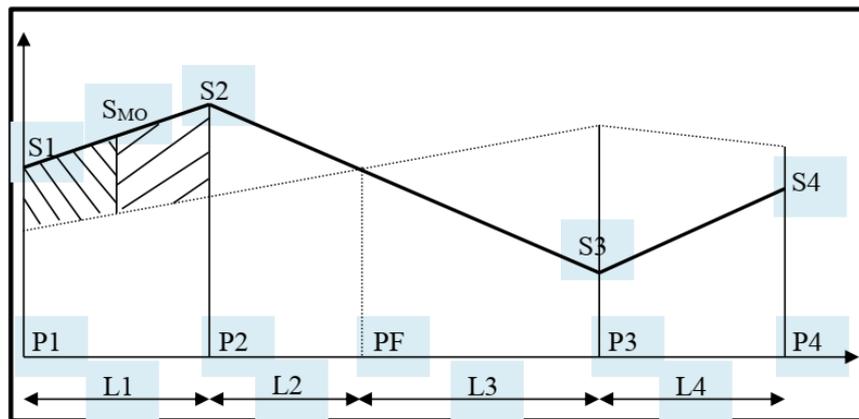
Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste a calculé le volume déblai ou remblai des tronçons compris entre deux profils en travers

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

## ETUDE GEOMETRIQUE



**Figure 0-14** Les sections des profils en travers d'un tracé donné



**Figure 0-15** profil en long cas mixte avec profil fictif

- ✓ PF: profil fictive, surface nulle
- ✓ Si: surface de profil en travers Pi
- ✓ Li : distance entre ces deux profils
- ✓ SMOY : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance Li)
- ✓ Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1 et S2 sera égale

$$V_1 = \frac{L_1}{6} (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

- Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant très voisines :

$$S_{moy} = \left( \frac{S_1 + S_2}{2} \right)$$

$$V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_{i+1})$$

- Donc les volumes seront :

**Entre P1 et P2 :**  $V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

**Entre P2 et PF :**  $V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0)$

**Entre PF et P3 :**  $V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3)$

**Entre PF et P4 :**  $V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4)$

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

$$V_1 = \frac{L_1}{2} S_1 + \left(\frac{L_1+L_2}{2}\right) S_2 + \left(\frac{L_2+L_3}{2}\right) 0 + \left(\frac{L_3+L_4}{2}\right) S_3 + \frac{L_4}{2} S_4$$

### IV.4.3 Méthode classique :

Dans cette méthode on distingue deux différentes sous méthodes de calcul dont la première est celle dite de GULDEN où les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil.

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

#### **Conclusion :**

Les cubatures est calculée la quantité des déblais et remblai pour estimer le cout nécessaire total pour préparer le corps de chaussée.

- Volume de déblais est
- Volume de remblais est
- Volume de remblais au niveau des oueds est :

**Chapitre V**  
**PROGRAMME GEOTECHNIQUE**

## PROGRAMME GEOTECHNIQUE

### V.1 Introduction

L'étude géotechnique sommaire a pour objet de s'informer de la situation géologique et propriétés physiques avec mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée. climatique de la région de l'étude du projet de dédoublement de la RN 3 entre PK 383 (Commune de Still - limite de wilaya d'El Oued et wilaya de Biskra) au PK 510 ainsi que sur la nature et le comportement des matériaux qui vont constituer la structure de la route et également sur le terrain qui va la supporter.

### V.2 OBJECTIFS DE LA GEOTECHNIQUES

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- De définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée.
- Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le Corps de chaussée.
- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.

La sécurité en indiquant la Stabilité des talus et des remblais Reconnaissance De Site

### V.3 RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE :

#### V.3.1 LES MOYENS DE RECONNAISSANCE :

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

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

#### V.3.2 L'ETUDE DES ARCHIVES ET DOCUMENTS EXISTANTS :

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés.

Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques des formations existantes.

### V.3.3 Les visites sur site et les essais « in-situ » :

Les visites sur site permettent de vérifier et de préciser les informations déjà recueillies sur les documents précédemment cités. Cependant, la connaissance précise des caractéristiques des sols en présence nécessite des investigations « in-situ » permettant :

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

### V.3.4 La reconnaissance « in-situ » :

La première reconnaissance visuelle, permet d'arrêter un premier programme de reconnaissance.

« In-situ » en fonction des sols rencontrés et des problèmes géotechniques pressentis.

Le programme peut comprendre une gamme assez variée d'investigation que l'on présentera succinctement dans ce qui suit :

#### V.3.4.1 Les forages :

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

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

#### V.3.4.2 Manuellement :

Ce sont des puits creusés à la main ou à la pelle mécanique, la profondeur ne dépasse pas 3 à 4m. Ils permettent la reconnaissance visuelle directe des parois du puits et le prélèvement d'échantillons intacts et/ou remaniés.

#### V.3.4.3 la sondeuse :

On peut atteindre plusieurs dizaines de mètres de profondeur en utilisant des tubes carottiers et couronnes diamantées.

Les couches de sols sont identifiées visuellement, des échantillons intacts ou remaniés sont prélevés pour les essais de laboratoire.

#### V.3.4.4 la tarière :

La tarière est un outil hélicoïdal que l'on enfonce dans le sol et permettent de remonter en surface les terrains traversés à l'état remanié.

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

### V.4 LES DIFFERENTS ESSAIS EN LABORATOIRE :

(1) Des essais d'identification :

(2) Des essais mécaniques :

#### V.4.1 LES ESSAIS D'IDENTIFICATION :

##### V.4.1.1 Teneur en eau

- **Définition :** La teneur en eau pondérale d'un sol ( $w$ ) est le rapport de la masse de l'eau interstitielle ( $m_w$ ) par la masse des grains solides ( $m_d$ )

##### V.4.1.2 La masse volumique des sols fins :

- **Définition :**

La masse volumique des sols est un paramètre d'état c'est-à-dire qu'elle définit l'état des sols. Combinée avec la teneur en eau, elle permet de déterminer l'indice des vides, la porosité, le degré de saturation ainsi que la masse volumique du sol sec.

La masse volumique d'un sol ( $\rho$ ) est le rapport de la masse ( $m$ ) du sol par son volume total ( $V_t$ ) occupé.

##### V.4.1.3 La masse volumique des particules solides des sols :

- **Définition :** La masse volumique des particules solides du sol  $\rho_s$  est le rapport de la masse de ces particules solides  $m_s$  par leur volume  $V_s$

##### V.4.1.4 Equivalent de sable :

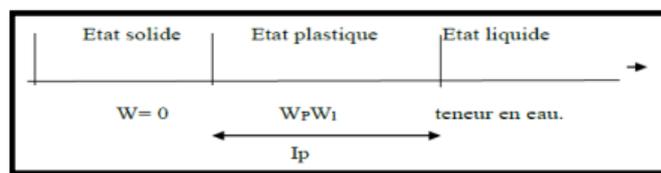
- **Définition :** L'essai d'équivalent de sable permet de mesurer la propreté d'un sable, il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments fins, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments sableux qui sédimentent et les éléments fins qui flocculent. Cet essai s'applique aux sols sableux contenant très peu de particules fines. Il est donc surtout utilisé pour les granulats routiers et les sables pour béton.

**V.4.1.5 Analyse granulométrique :**

- **Définition :** Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique cette analyse se fait en générale par un tamisage

**V.4.1.6 Limites d'Atterberg :**

- **Définition :** Les limites d'Atterberg sont des teneurs en eau pondérales, caractéristiques du sol. Elles correspondent à des comportements particuliers de celui-ci sous l'action des variations de la teneur en eau. Ces limites sont déterminées sur la fraction de sol passant au travers du tamis 400µm. On note :



**Figure 0-1**

**V.4.1.7 Essai au bleu de méthylène :**

- **Définition :** La valeur de bleu de méthylène d'un sol (**VBS**) constitue un paramètre d'identification qui mesure globalement la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans un sol ou un matériau rocheux.

VBS	Type de sol
VBS < 0,2	sols sableux
0,2 < VBS < 2,5	sols limoneux
2,5 < VBS < 6	sols limono argileux
6 < VBS < 8	sols argileux
VBS > 8	sols très argileux

**Tableau 0.1** Classification des sols selon la valeur de VBS.

**V.4.2 LES ESSAIS MECANIQUES :**

1. L'essai CBR
2. L'essai Proctor modifié

**V.4.2.1 Essai de CBR :**

- **But de l'essai :** L'essai CBR est un essai de portance (aptitude des matériaux à supporter les charges) des remblais et des couches de formes compactées des ouvrages routiers. Il s'agit de déterminer expérimentalement des indices portants (IPI, CBR) qui permettent :

- D'établir une classification des sols (GTR)
- D'évaluer la traficabilité des engins de terrassement (IPI)
- Déterminer l'épaisseur des chaussées (CBR augmente  $\Rightarrow$  épaisseur diminue)

### V.4.2.2 Essai de Proctor :

- **But de l'essai :** L'essai Proctor a pour but de déterminer, pour un compactage d'intensité donnée, la teneur en eau à laquelle doit être compacté un sol pour obtenir la densité sèche maximum. La teneur en eau ainsi déterminée est appelée « teneur en eau optimum Proctor ».

### V.4.3 ETUDE DES MATERIAUX UTILISES D'EMPRUNT POUR LE CORPS DE CHAUSSEE

Dans notre recherche des emprunts matériaux susceptibles d'être utilisés en corps de chaussée (couche de forme), les études géotechniques se sont limitées aux carrières et aux gîtes à matériaux qui se trouvaient dans le voisinage du projet à savoir :

Une zone des carrières (en cours d'exploitation) à de Still sur le côté gauche de la RN 3 vers Oum Thiour au PK417.

Les recherches ainsi effectuées, ont fini par prise de prélèvement des échantillons des gisements explorés sur le tracé de la RN 3 (Still – Oum Thiour) et la RN 48 (PK6), afin de les faire subir à des essais d'identification et comportement (mécaniques) au laboratoire.

Zone des carrières aux alentours du village agricole à Still (en cours d'exploitation).

**Still (Géo référence de l'échantillon Zone 31 X = 766181, Y = 3795567)**

### V.4.4 PROSPECTION DU SOL SUPPORT

Notre projet traversait dans une grande partie la vallée d'Oued Righ, ce terrain est caractérisé par un sol varié, à savoir :

Une zone basse (Zone inondable chotteuse ou Sabkha) constituée du sable à sable graveleux avec ses graves gypseuses ou gypso-argileuses relativement saturé à partir à Sidi Amrane avec présence du sable des dunes dans le territoire Les essais CBR effectués sur des différents échantillons prélevés du sol support, avaient abouti à un indice de portance de 10.

- **Mesure préventive**

Vu que la ligne rouge (cote projet) de la double voie sera confondue en général avec celle de la RN 3 actuelle, les sections de la double voie situées dans la zone Sabkha dont la différence de niveau (Cote de la ligne rouge – cote sabkha) inférieure à 1,20 m, une couche anti- contaminant en sable des dunes est à prévoir pour ces sections.

### **CONCLUSION :**

Notre projet traverse une zone connue de part ces bonnes caractéristiques physicomécaniques du point de vue géologique et hydrologique aucun incident notable N'est à signalé. Notre assiette du projet suit le niveau du terrain naturel qui est en majorité Plat, les matériaux pour remblai et couche de forme seront issues des carrières, abondantes dans la région et limitrophes au projet, constituées par du sable gypseux.

La classification du sol support dans le calcul de dimensionnement du corps de chaussée est de classe de portance S1 pour un indice C.B.R imbibé moy=5 et de classe de portance S3 dans une région climatique de zone IV.

# Chapitre VI

## **TRAITEMENT DE LA SECTION SEBKHA**

### VI.1 LES SOLS DE SEBKHA :

Elles s'inscrivent dans la zone où s'affrontent la plate forme saharienne et le système plissé de l'Atlas. Les sebkhas représentent les cuvettes actuelles de décantation d'une superficie de 3375 Km<sup>2</sup> pour la sebkha de Mérouane et 5515 Km<sup>2</sup> et pour la sebkha Mélghir La nappe phréatique est très proche de la surface, souvent affleurant, ce qui favorise la formation de sol sodique excessivement salin. Les sebkhas sont le résultat de l'érosion hydro-éolienne et d'un déblaiement éolien. Ces cuvettes sont alimentées en eau de manière discontinue soit par l'écoulement des oueds en saison des pluies, soit par les eaux des nappes souterraines, qui remontent vers la surface, lors des saisons chaudes, en suivant des failles. À la surface les cristaux de sels sont soumis à l'action du vent, et à son processus de creusement.



**Figure 0-1** Vue générale du sole des sebkha

### VI.2 LES SOLS COMPRESSIBLES :

Les sols compressibles sont généralement de formation récente, inaptes à supporter un ouvrage d'art, mais pouvant, moyennant certaines précautions, servir de fondation à un remblai. Les remblais routiers, tout au moins ceux qui ont une hauteur importante, sont souvent édifiés sur des sols très compressibles. Ils sont en effet, le plus souvent, construits dans des zones de dépression comportant de grandes épaisseurs de tels sols, soit que le remblai serve lui-même à la traversée de la vallée, soit qu'il s'agisse du remblai d'accès à un ouvrage franchissant une rivière. Une forte compressibilité se traduisant, même sous faible charge, par des amplitudes de tassement notables, la vitesse de tassement décroissant avec le temps, mais ne s'annulant pas en quelques années.

## TRAITEMENT DE LA SECTION SEBKHA

Ces sols, généralement de formation récents (quelques milliers d'années) contiennent presque toujours, en plus ou moins grande proportion, des matières organiques, on peut les diviser en trois catégories :

- \* Les vases et argiles molles
- \* Les tourbes
  
- \* Les sols de sebkha formés de vase argileuse ou de vase sableuse

### VI.3ÉTUDE GEOTECHNIQUE :

Notre projet traversait dans une grande partie la vallée d'Oued Righ, ce terrain est caractérisé par un sol varié, à savoir :

- Du sable graveleux avec des graves gypseuses ou gypso-argileuses peu compactes à compactes entre Still et Oum Thiour.
  
- Une zone basse (Zone inondable chotteuse ou Sabkha) constituée du sable à sable graveleux avec ses graves gypseuses ou gypso-argileuses relativement saturé à partir d'Oum Thiour à Sidi Amrane avec présence du sable des dunes dans le territoire de Sidi Amrane.
  
- Les essais CBR effectués sur des différents échantillons prélevés du sol support, avaient abouti à un indice de portance variait de 5 à 25.

<b>Propriétés</b>	<b>Sebkha intérieure</b>
Pourcentage des grains fins	5 . 25
Teneur en sel (%)	2 . 15
Teneur en eau (%)	4 . 40
Densité in situ	1.3 . 1.85
Frottement interne (°)	20 . 35
Pourcentage de Ca CO <sub>3</sub> (%)	> 30
Indice de plasticité	Non plastique
Cohésion (KN/m <sup>2</sup> )	0
Indice de compression	0

Valeurs S.P.T (coups)	2 . 10
Résistance statique de cône (MPa)	1 . 6
Capacité portante (KN/m <sup>2</sup> )	30 . 60

**Tableau 0.1** Propriétés de sol des sebkhas intérieure

## VI.4 LES GEOSYNTHETIQUES :

### VI.4.1 Définition d'un Géosynthétique

Un Géosynthétique est le terme générique désignant un produit, dont au moins l'un de ces constituants est à base de polymère synthétique ou naturel, se présentant sous forme de nappe, de bande ou de structure tridimensionnelle, utilisé en contact avec le sol ou avec d'autres matériaux dans les domaines de la géotechnique et du génie civil.

## VI.5 TYPES DES GEOSYNTHETIQUES :

### VI.5.1 Les géotextiles :

Les géotextiles sont des produits issus de l'industrie textile, d'origines naturelles (fibres de coton et de jute) ou synthétiques (polyester, polyéthylène, polypropylène, le polyamide).

### VI.5.2 Les Géomembranes :

Les Géomembranes sont des nappes continues imperméables qui sont le plus souvent à base de polymère ou de bitume.

### VI.5.3 Les Produits Apparentés Aux Géomembranes :

Les produits apparentés aux Géomembranes sont principalement les Géosynthétiques bentonitiques

Polymères de synthèse, pour l'usage dans les applications géotechniques

Matière textile en polymère (naturel ou synthétique), **plan, perméable**, pouvant être **non-tissé, tricoté** ou **tissé**, utilisé en contact avec un sol et/ou d'autres matériaux pour les applications géotechniques et de génie civil.

Les polymères les plus couramment utilisés sont le polypropylène, le polyéthylène et le polyester.



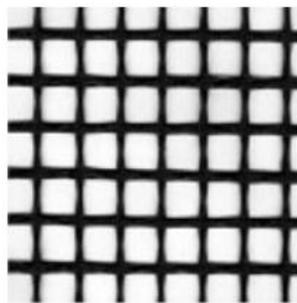
**Figure 0-2** Géosynthétiques de renforcement



**Figure 0-3** Géotextile renforcé

### VI.5.4 Les géogrilles :

Structure plane à base de polymère, constituée par un réseau ouvert et régulier d'éléments résistants à la traction et pouvant être assemblés par extrusion, par collage ou par entrelacement, dont les ouvertures ont des dimensions supérieures à celles des constituants



**Figure 0-4** Géogrille

### VI.5.5 Les géocomposites :

Résultant quand deux matériaux ou plus sont combinés dans le processus de fabrication des géosynthétiques. Ils peuvent être des composés des géotextiles-géonets, des géotextiles-géogrilles, des géotextiles-géomembranes, des géomembranes-géonets, des noyaux géotextiles-polymères, et des mêmes structures polymères à trois dimensions de cellules. Il n'y a presque aucune limite à la variété de géocomposites qui sont possibles et utiles. Ils peuvent être utilisés, soit en géotechnique (fonctions de séparation et renforcement), soit pour les couches de roulement (fonction de renforcement, particulièrement en réfection).

- Assemblage manufacturé de matériaux dont au moins l'un des composants est un produit Géosynthétique

#### \* Les types et les fonctions des différents géosynthétiques

	Géotextile Non tissé	Géotextile tissé	Gmb	Gsb	Géogrille	Géocomposite
Étanchéité			●	●		●
Protection	●					●
Filtration	●					●
Drainage						●
Séparation	●	●				●
Renforcement		●			●	

**Tableau 0.2** Types et fonctions des différents géosynthétiques

### VI.6 Solutions proposées :

Vu que la ligne rouge (cote projet) de la double voie sera confondue en général avec celle de la RN 3 actuelle, la section de la double voie situées dans la zone Sebkhah, seront traitées par une couche anti-contaminant en sable des dunes. Les variantes proposées peuvent être résumées en deux. La première consiste à substituer le sol en surface sur une profondeur de 0,80 m par une couche anti-contaminant en sable des dunes sur 80 cm d'épaisseur sous le corps de chaussée. En sections remblais dont la hauteur est supérieure à 1.20 m,

Il est impérativement que le remblai soit en sables des dunes, dans ce cas le sable va jouer le rôle de la couche anti-contaminant.

Cette solution a été rejetée et jugée inadéquate à cause de l'état inondé de la surface du sol presque durant toute l'année et aussi l'Etat actuelle de l'ancienne chaussée

### VI.6.1DTB proposées le Solutions souvent :

Une solution très économique basée sur le renforcement et la séparation.l'amélioration de la couche de forme par Géocompositecomposé d'une géogrille et d'un géotextile non-tissé. Cette solution, retenue par la DTP. L'amélioration de portance indiquée par les mesures de tous le pénétromètre statique était rassurant particulièrement pour le tassement et stabilité à long terme.

### VI.7LA PROCEDURE DE REALISATION EST COMME SUIT :

#### VI.7.1Préparation du support :

On commence par préparer le fond de forme en procédant aux travaux d'excavation requis. Décaper une couche de 20 cm et la substituer, Il faut combler les creux et retirer les éventuels obstacles

#### VI.7.2Pose de la géogrille de renforcement et séparation :

Les géogrilles HUESKER peuvent être posées directement sur le support préparé. Pour les surfaces d'une certaine taille, il est parfois préférable de poser les couches de géogrilles transversalement par rapport à l'axe principal. Les géogrilles doivent reposer sur la couche support en faisant le moins de plis possible. Il n'est pas nécessaire d'appliquer unepréttention. Il faut éviter que des engins de chantier ne roulent directement sur les géogrilles.



**Figure 0-5 Drainage :**

#### VI.7.3Pose et compactage de la couche de forme :

La couverture de la géogrille doit se faire par poussée vers l'avant afin que la géogrille ne soit pas abîmée par les engins de chantier. En cas de sols très mous (sols plastiques saturés en eau), on renoncera à un compactage dynamique, surtout pour la couche de forme . L'épaisseur autorisée pour la couche forme de et 0.20m le procédé de compactage utilisé doivent être fixés en fonction du

matériau à compacter et du degré de compactage requis. Toujours veiller à ce que la profondeur de pénétration de l'énergie de vibration soit inférieure à l'épaisseur actuelle de la couche de forme. On respectera de manière générale la dernière version des règlements s'appliquant à la réalisation de couches de forme renforcées. On respectera de manière générale la dernière version des règlements s'appliquant à la réalisation de couches de forme renforcées.

### VI.7.4. Etapes suivantes de la construction :

Après avoir laissé reposer la couche de forme complète (matériau de remblai / système de renforcement) durant un délai adéquat de 2 à 3 jours au moins, la couche devrait présenter la capacité portante requise. Une fois la couche de forme achevée, on peut passer aux étapes suivantes de construction de la chaussée.

### CONCLUSIONS :

Nous savons que la mise œuvre de cette proposition de intérieurs des sol coute très cher ,mais l'objectif visé dans ce projet est de faire cette étude tout en respectant les normes routières en général Les sols de sebkha sont des dépôts intérieurs salins en zones climatiques arides Les géosynthétiques constituent une solution largement éprouvée quand il s'agit de stabiliser la couche de forme.

# Chapitre VII

## **Signalisation horizontale et verticale**

## SIGNALISATION

### VII.1 INTRODUCTION :

Plus les caractéristique géométrique de la route s'améliorent plus la vitesse de base augmente et le risque d'accident devient inévitable, d'où s'impose a l'ingénieur routier de prévoir des signalisations qui doivent être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

### VII.2 L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIÈRE :

La signalisation routière a pour rôles :

- De rendre plus sûr et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaine prescription du code de la route.
- De donner des informations relatives a l'utilisateur de la route

### VII.3 TYPES DE SIGNALISATION:

On distingue deux types de signalisation :

- ▶ Signalisation verticale
- ▶ Signalisation horizontale

#### VII.3.1 Signalisation verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

**\* Signalisation avancée :**

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

Le signal B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

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

**\* 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°.

- Elles peuvent être classées dans quatre classes:

### ► **Signaux de danger :**

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée)

### ► **Signaux comportant une prescription absolue :**

L'interdiction.

- L'obligation.

- La fin de prescription.

### **Signaux à simple indication :**

la signalisation d'indication est de porter à la connaissance des usagers de la route des informations utiles à la conduite des véhicules. Les signaux sont des panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche.

- Signaux d'indication.

- Signaux de direction.

- Signaux de localisation.

- Signaux divers.

### **VII.3.2 Signalisation Horizontale :**

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

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

► **Lignes discontinue :** les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leur intervalles.

- lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalles.

- ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

- ▶ **Les lignes axiales** : ou lignes de délimitation de voies pour les quelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
- ▶ **Les lignes de rive** : les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- ▶ **Les lignes d'avertissement** :  
de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles

### VII.3.3 Marquage transversal :

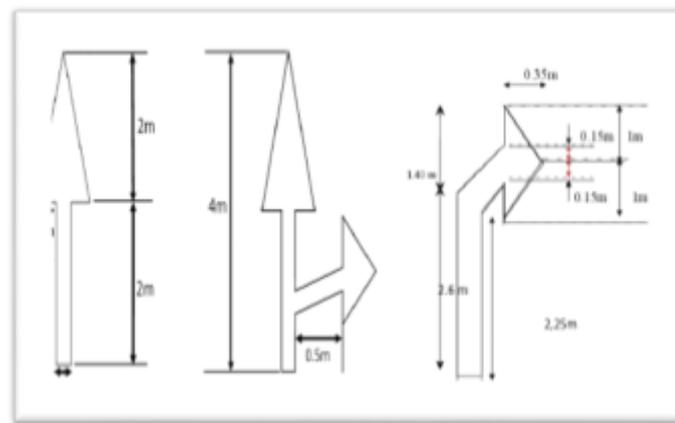
Lignes transversales continue : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

Lignes transversales discontinue : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

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

- ▶  $U = 7.5\text{cm}$  sur autoroutes et voies rapides urbaines.
- ▶  $U = 6\text{ cm}$  sur les routes et voies urbaines.
- ▶  $U = 5\text{ cm}$  sur les autres routes.

Flèche de rabattement : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.



**Figure 0-1** Flèches « rabattement et sélection »

✚ **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'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de pré signalisation (type G1).
- Panneaux de signalisation type (E3 E4).
- Panneaux donnant les indications utiles pour les conduites de véhicules (Type E14, E15).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

### ❖ Signalisation Verticale :

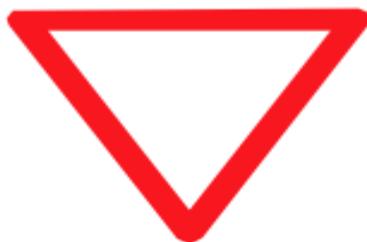


(B2)

*Marquer arrêt*

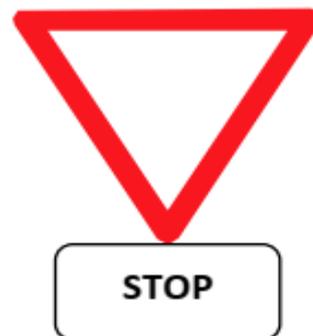


A1a

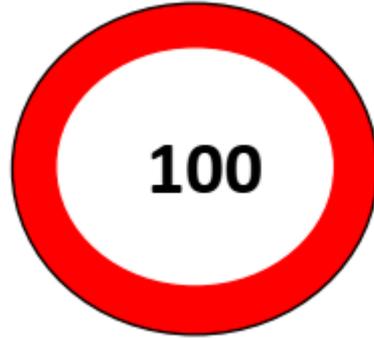


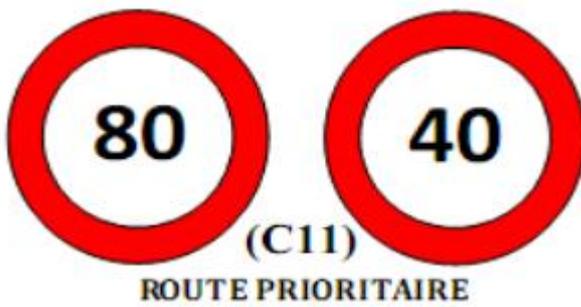
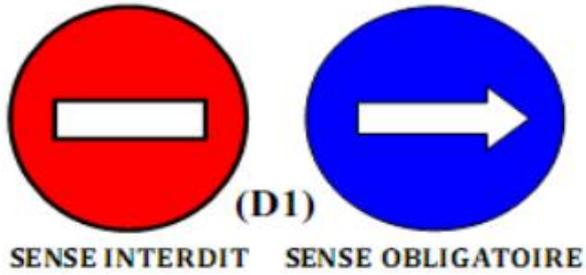
(B1)

*Céder passage*



STOP





# Chapitre VIII

## **CONCEPYIONDE CARREFOURS**

### VIII.1 Définition d'un carrefour :

Un carrefour est le croisement de deux ou plusieurs routes où se rencontrent des courants de circulation faisant entre eux un angle sensible, cette intersection peut être une source d'insécurité

- Le terme carrefour désigne les carrefours à niveau.
- Le terme carrefour dénivelé est relatif à l'intersection des routes à statut ordinaire à passage sur deux ou plusieurs niveaux.
- Le terme diffuseur correspond à l'intersection d'une route avec une autoroute ou une voie express.
- Un échangeur est l'intersection d'autoroutes et/ou voies express.



**Figure 0-1** Carrefour réel

### VIII.2 Les différents types de carrefours :

#### VIII.2.1 Carrefour à trois branches ( en T ) :

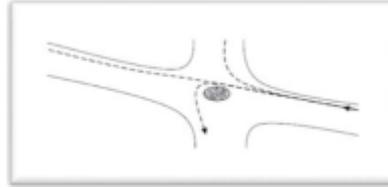
c' est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires le courant rectiligne domine , mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

#### VIII.2.2 Carrefour à trois branches ( en Y ) :

c' est un carrefour plan ordinaire à trois branches comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique.

#### VIII.2.3 Carrefour à quatre branches ( en croix X ) :

c' est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).



**Figure 0-2** Carrefours en (X)

### VIII.2.4 Carrefour giratoire :

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

### VIII.3 Principes généraux d'aménagement d'un carrefour:

- Comme le croisement de plusieurs voies routières peut être une source d'insécurité, l'aménagement des carrefours a pour rôle de réduire cette insécurité, tout en permettant l'écoulement des flux de circulation dans des conditions normales de capacité et de sécurité.
- Assurer la sécurité en réalisant pour chaque conducteur les conditions de visibilité et de vitesses nécessaires.
- Être d'une compréhension facile pour le conducteur.
- Tous les mouvements tournants nécessaires doivent pouvoir avoir lieu en toute sécurité.
- Le rendement est également essentiel afin d'éviter aux usagers de trop longues périodes d'attente.
- Les données essentielles à considérer en vue de l'aménagement d'un carrefour sont :
  - L'intensité et la composition des différents courants de circulations.
  - La fonction et la nature du trafic
  - Les vitesses d'approche des véhicules affluents
  - Les informations concernant le nombre, le type, l'emplacement et les causes des accidents qui se sont produits au niveau du carrefour considéré.
  - Les conditions topographiques et également l'incidence sur la visibilité en place et en profil en long.

### VIII.4 Choix d'aménagement:

L'aménagement doit s'inspirer des principes suivants :

- \* Visibilité
- \* Capacité
- \* Rentabilité
- \* Vitesse
- \* Sécurité
- \* Coût d'aménagement

### VIII.5 Aménagement de carrefour à sens giratoire:

Il doit répondre aux conditions de trafic suivantes :

#### VIII.5.1 Volume :

Le recours au carrefour giratoire est très avantageux lorsque le carrefour classique ne peut plus répondre à toutes les exigences de sécurité et de capacité.

#### VIII.5.2 Répartition du trafic :

Cet aménagement est bien adapté lorsque les trafics sur les différents axes sont du même ordre de grandeur si l'un des itinéraires directs ou presque possède un trafic dominant.

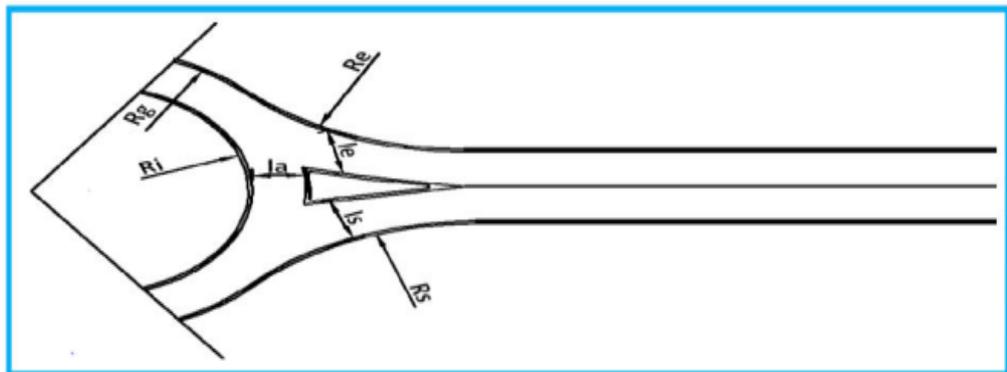
#### VIII.5.3 Trafic d'échange :

Dans le cas où les trafics d'échanges sont importants, le carrefour giratoire est une solution intéressante qui s'oppose au carrefour classique.

### VIII.6 Caractéristiques géométriques des carrefours giratoires :

#### VIII.6.1 Forme et dimension de l'îlot central :

Il est recommandé de donner à l'îlot central une forme circulaire (la sécurité étant meilleure sur les girations circulaires). En milieu interurbain, une valeur de 15 à 30 m est en général suffisante. Pour notre cas, j'ai pris des rayons de 30m.



**Figure 0-3-**Le schéma ci-dessous donne un exemple de construction des voies d'entrée et de sortie.

### VIII.6.2 Chaussée annulaire :

- **Fonctionnement** : La chaussée annulaire ne doit pas être considérée comme une chaussée unidirectionnelle à 2 ou 3 voies séparées par un marquage, mais comme une voie unique assez large pour permettre notamment la giration aisée des poids lourds.
  
- **Largeur de l'anneau** : La largeur de l'anneau dépend du rayon, de la largeur et du nombre de voies de l'entrée la plus large.  
Cette largeur doit être uniforme (elle doit être constante). Elle est supérieure de 20% à la voie d'entrée la plus large, avec un minimum de 6m à 7m qui constitue la largeur normale.  
Une valeur de 8m se justifie pour les giratoires plus petits fréquentés par des véhicules de type semi-remorques. Dans le cas d'entrées à 2 voies, la largeur de l'anneau ne doit pas dépasser 9m et la valeur courante pour ce cas est généralement de 8,5m.

#### **Le choix du nombre de voies sur la chaussée annulaire est lié principalement :**

- A la giration des véhicules.
- Au trafic.
- Au nombre de voies sur les routes raccordées.

### VIII.6.3 La position des branches :

La réalisation d'une entrée et/ou d'une sortie trop rapprochée est déconseillée. Une répartition régulière des entrées autour de l'anneau est donc préférable.

Toutefois, attention ! Après un long alignement droit, il ne faudrait pas implanter une courbe de faible rayon sous prétexte de bien répartir les branches autour de l'anneau qui surprendrait l'utilisateur et diminuerait la perception du carrefour giratoire.

Mais il est clair en milieu urbain dense, que lors d'un réaménagement du carrefour giratoire existant, de telles dispositions ne pourront pas toujours être respectées sans remettre en cause pour cela la réalisation du carrefour à sens giratoire.

En effet dans ce cas, les contraintes imposées par le site (emprise limitée, répartition des branches...), l'attention assez soutenue des automobilistes vis-à-vis des autres modes de transport et les vitesses pratiquées en général peu élevées, autorisent une certaine souplesse dans le choix des caractéristiques géométriques du carrefour. Il est cependant important pour des raisons de sécurité et de confort que ces caractéristiques :

- Prennent en compte les piétons et les deux roues.
- Incitent les automobilistes à respecter le régime de priorité et à circuler lentement dans le carrefour.

### A. Répartition des branches :

Une répartition régulière des branches autour de l'anneau est préférable car une bonne distribution est susceptible d'améliorer sensiblement la lisibilité de l'aménagement.

### B. Disposition des branches :

La position de l'îlot central est optimale lorsque tous les axes des branches passent par son centre. Comme il n'est toujours pas possible d'obtenir cette configuration, on centre en priorité l'îlot sur l'axe principal, puis autant que possible sur l'axe des voies secondaires. S'il est toujours souhaitable que les axes des voies secondaires passent par le centre de l'îlot, on peut admettre une légère excentration à gauche. Mais, il faut toujours éviter que la direction de la voie secondaire induise une entrée trop tangentielle.

### C. Dimension générales :

Projeter un aménagement très grand est rarement utile. L'expérience montre que les grands giratoires ne présentent pas un meilleur niveau de sécurité que les plus petits (pour un gain de capacité souvent faible et un coût beaucoup plus élevé). D'une façon générale, les dimensions d'un carrefour giratoire sont à adapter :

- Au profil en travers de la route principale.
- Au site.
- Au niveau du trafic global.
- Aux emprises disponibles (ou facilement libérables) ou au relief.
- Au nombre de branches.

Par ailleurs, les caractéristiques des îlots d'entrées, la largeur et le rayon des entrées et sorties doivent être en cohérence avec le rayon de l'îlot central, de façon à ne pas permettre des trajectoires d'entrée et de traversée trop directes, et à assurer les possibilités de girations des véhicules.

#### ➤ **Sur une route à une seule chaussée :**

Un rayon extérieur d'anneau  $R_g$  compris entre 15 et 25 m est généralement conseillé, cependant un rayon  $R_g$  supérieur ou égal à 15m offre des conditions de giration suffisantes aux poids lourds, même aux plus contraignants à cet égard (tracteur routier avec semi-remorque), à l'exception de certains transports exceptionnels.

#### ➤ **Sur une route à deux chaussées :**

Un rayon  $R_g$  de 25 m est généralement à conseiller. Dans tous les cas, la largeur de la chaussée annulaire ne peut être inférieure à 6 m.

### D. Les entrées :

L'aménagement d'une entrée doit, d'une part inciter les usagers à réduire leur vitesse à l'approche du carrefour, et d'autre part permettre d'écouler le trafic avec une bonne fluidité, ce dernier objectif n'étant toujours pas compatible avec le premier.

Les dispositions permettant de donner à l'utilisateur une bonne perception du carrefour et donc l'inciter à réduire sa vitesse sont, en ce qui concerne la géométrie :

- Le passage de l'axe des branches de préférences au centre.
- L'implantation d'un îlot directionnel ou séparateur (marque l'approche d'un carrefour).
- Une très bonne perception/visibilité du carrefour.
- Un traitement paysager des abords de la route
- Des rayons d'entrées de 15 à 20 m.

### E. Sortie :

L'aménagement d'une voie de sortie doit permettre aux usagers une sortie aisée du carrefour sans aucune gêne ni hésitation, sans pour autant les inciter à augmenter leur vitesse. Elles sont toujours aménagées à une seule voie, sauf dans certains cas.

La largeur conseillée de la voie de circulation au niveau du rayon de sortie (sortie sur une voie) est de 5m. Il est inutile de maintenir cette largeur sur l'intégralité du couloir de sortie.

## VIII.7 SIGNALISATION DU CARREFOUR :

- **La signalisation de priorité** : On trouve le panneau de route prioritaire Sur la route principale. La signalisation de direction. Le marquage au sol et les plots.
- **Les panneaux de prescription** : On trouve les panneaux de priorité de passage, Céder passage et Stop sur la route secondaire.

## VIII.8 Application au projet :

### 1) Une giratoire de 4 branches :

C'est le carrefour giratoire de **l'intersection de la RN03 et notre projet. Il sera aménagé**

avec un îlot central circulaire de rayon  **$R_g = 30$  m.**

Le listing du Carrefour est donné par logiciel (covadis10.1), les résultats sont joints en **annexe**

## CONCEPTION DE CARREFOURS

Géométrie de l'anneau		
Coordonnées du centre	X	10444.181 m
	=	
	Y	50.888 m
	=	
Rayon extérieur		30.000 m
Rayon intérieur		19.500 m
Largeur d'anneau		10.500 m
Sur largeur franchissable		0.000 m
Distance marquage extérieur		0.500 m
Distance marquage intérieur		0.500 m

**Tableau 0.1** Géométrie de l'anneau

Triangle de construction		Ilot central	
Hauteur	30.000 m	Rayon de raccord	0.600 m
Base	7.500 m	Distance de l'anneau	1.000 m
Déport	0.550 m	Distance de marquage	0.500 m
Caractéristiques des voies		Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m	22.000 m
Largeur voie sur anneau		8.400 m	10.500 m
Largeur voie courante		7.000 m	7.000 m
Rayon de raccord sur voie courante		120.000 m	120.000 m
Terre-plein		0.500 m	0.500 m
Distance départ passage piéton		4.000 m	4.000 m
Largeur passage piéton		4.000 m	4.000 m

**Tableau 0.2** Géométrie de la branche 'Branche1' (1)

Triangle de construction		Ilot central	
Hauteur	30.000 m	Rayon de raccord	0.600 m
Base	7.500 m	Distance de l'anneau	1.000 m
Déport	0.550 m	Distance de marquage	0.500 m
Caractéristiques des voies		Entrée	Sortie
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m	22.000 m
Largeur voie sur anneau		8.400 m	10.500 m
Largeur voie courante		3.500 m	3.500 m
Rayon de raccord sur voie courante		120.000 m	120.000 m
Terre-plein		0.000 m	0.000 m
Distance départ passage piéton		4.000 m	4.000 m
Largeur passage piéton		4.000 m	4.000 m

**Tableau 0.3** Géométrie de la branche 'Branche2' (4)

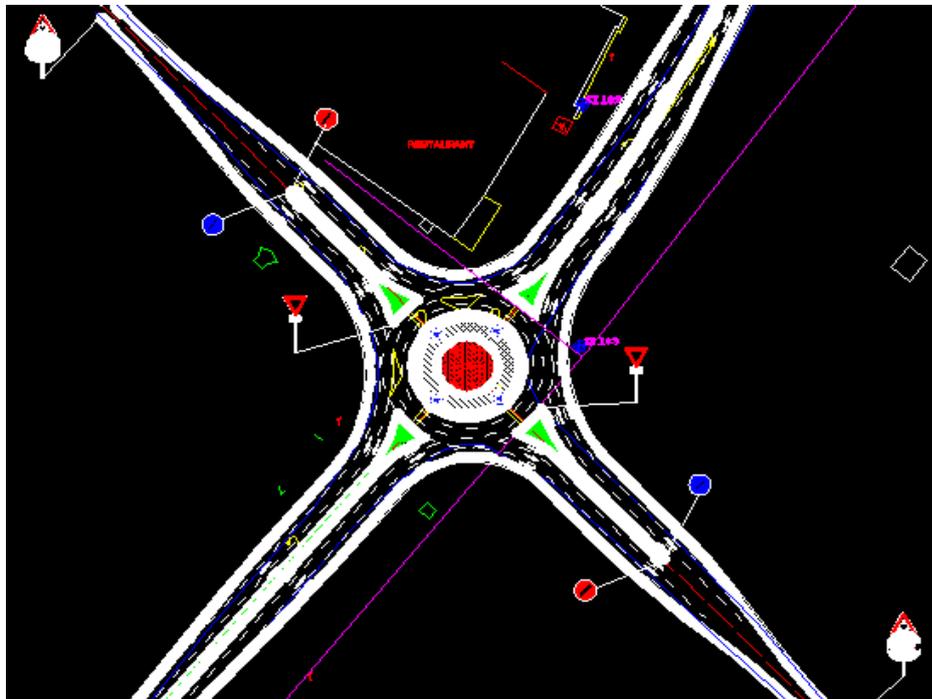
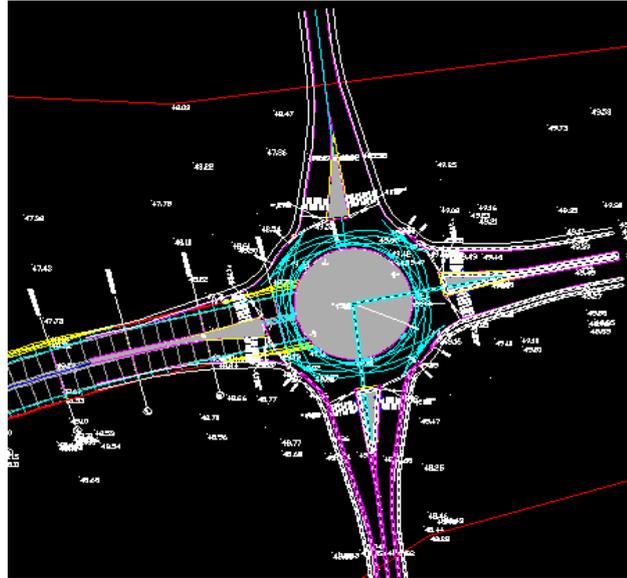


Figure 0-4 carrefour giratoire de projet

# Chapitre IX DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

**DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

N°	DESIGNATION	U	QTT	P U (DA)	MONTANT
	<b>installation de chantier</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>500000,00</b>	<b>500000,00</b>
<b>TERRASSEMENTS</b>					
1	<b>Décapage de terre végétale sur d'épaisseur 20cm Y/C compactage et arrosage</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>46899</b>	<b>400,00</b>	<b>18759600.00</b>
2	<b>Déblais mise en dépôt</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>213161</b>	<b>350,00</b>	<b>74606350.00</b>
3	<b>Remblais en matériaux sélectionnés</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>18509</b>	<b>600,00</b>	<b>11105400.00</b>
					<b>TOTAL 1 : 104471350</b>
<b>CORPS DES CHAUSSEES</b>					
1	<b>Couche de forme GNT0/80 E=0.70m</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>151060</b>	<b>600,00</b>	<b>90636000</b>
2	<b>Couche de fondation GNT / 0.315 E=0.35m</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>42819</b>	<b>2000,00</b>	<b>85638000</b>
3	<b>couche de base GB (2.2t/m3) E=0.16m</b>	<b>T</b>	<b>57376</b>	<b>4500,00</b>	<b>258192000</b>
4	<b>couche de revêtement BB(2.4t/m3) E=0.08m</b>	<b>T</b>	<b>30366</b>	<b>5500,00</b>	<b>167013000</b>
5	<b>Accotement en TVO</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>17224</b>	<b>800</b>	<b>13779200</b>
6	<b>couche d'imprégnation en Cut-back 0/1</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>160000</b>	<b>120,00</b>	<b>19200000</b>
					<b>TOTAL 2: 634458200</b>
<b>Signalisation Horizontale</b>					
1	<b>Marquage par hachures</b>	<b>M2</b>	<b>750</b>	<b>500 ,00</b>	<b>375000</b>
2	<b>Marquage en ligne continues</b>	<b>ML</b>	<b>20000</b>	<b>50 ,00</b>	<b>1000000</b>
3	<b>Marquage en ligne discontinues ( axe 0,15 )</b>	<b>ML</b>	<b>40000</b>	<b>50 ,00</b>	<b>2000000</b>
4	<b>Flèches de direction</b>	<b>U</b>	<b>40</b>	<b>1500,00</b>	<b>60000</b>
5	<b>Fleche de rabattement</b>	<b>U</b>	<b>26</b>	<b>1500,00</b>	<b>39000</b>
					<b>TOTAL3: 104471350</b>
<b>Signalisation Verticale</b>					
1	<b>Type A - Panneaux de danger</b>	<b>U</b>	<b>24</b>	<b>8000,00</b>	<b>192000</b>

**DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

2	Type AB - Panneaux d'intersection et de priorité	U	18	8000,00	144000
3	Type B - Panneaux de prescription	U	18	8000,00	144000
4	Type C - Panneaux d'interdiction et de restriction	U	5	8000,00	40000

5	Type C - Panneaux d'interdiction et de restriction	U	18	8000,00	144000
6	Borne kilométrique	U	11	2000 ,00	22000
					<b>TOTALE 4 : 686000</b>

**Eclairage public (Carrefour)**

1	F/P des candélabres H = 8 m	U	16	50000,00	800000
					<b>TOTALE 5 : 800000</b>

<b>Total HT 1+2+3+4+5</b>	<b>884 886 900</b>
<b>TVA 19 %</b>	<b>168 528 511</b>
<b>TOTAL TTC</b>	<b>1 005 415 411</b>
<b>TOTAL TTC Arrondis</b>	<b>1 006 000 000</b>

**Arrêté le présent devis à la somme de : un milliard six millions de Dinars Algériens**

# CONCLUSION GENERALE

## CONCLUSION

Dans notre projet de dédoublement nous avons suivi le tracé de la route existante et récupéré la chaussée en la renforçant (cette route présente d'ailleurs de bonnes caractéristiques géométriques). Nous avons introduit le long du tracé des courbes de raccordement en respectant les normes imposées par le B40 pour assurer la sécurité et le confort de l'utilisateur, d'autre part nous avons évité au maximum les contraintes y existantes à savoir la fibre optique, les arbres, les surfaces bâties... tout ceci en tenant compte de l'aspect économique du projet. Cette étude d'APD nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour cerner les problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers.

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels autocad et covadis.

# BIBLIOGRAPHIE

### Bibliographie

#### Règlement :

- ▶ **B40** : Normes techniques d'aménagement des routes.
- ▶ **ARP** : Aménagement de routes principales 1994

#### Documents :

- ▶ Catalogue des structures types de chaussées neuves CTTTP 1970
- ▶ Les cours des routes ; **PROF. Remadna Mohamed Saddek** et Dr. **Khelifa Tarek**
- ▶ Cours de Fonctions des géosynthétiques ; **Prof. Benmebarek S.**
- ▶ Guide des techniques de lutte contre l'ensablement au Sahara Algérien(CRSTRA)
  
- ▶ Normes techniques d'aménagement des routes et de trafic et capacité des routes 1972
- ▶ Les Signaux Routiers (SETRA)
- ▶ Aménagement des carrefours (SETRA).

#### Les données de DTP A/T :

- ▶ Rapport technique (étude du dédoublement) Avant- Projet Détaillé « APD ».
- ▶ Rapport géotechnique du sol devant recevoir le projet du dédoublement

**Site internet** [www.SETRA.com](http://www.SETRA.com) , Aides mémoires Routes, Wikipédia.

# ANNEXE

## Profil En Long Projet

Els Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -0.51 %	65.826	0.000	49.423
Parabole 1	Pente -0.51 %	68.349	65.826	49.089
	Rayon -20000.000 m			
	Sommet Absc. -35.540 m			
	Sommet Alt. 49.346 m			
	Pente -0.85 %			
Pente 2	Pente -0.85 %	49.221	134.174	48.626
Parabole 2	Pente -0.85 %	233.213	183.395	48.208
	Rayon 30000.000 m			
	Sommet Absc. 437.966 m			
	Sommet Alt. 47.128 m			
	Pente -0.07 %			
Pente 3	Pente -0.07 %	188.422	416.608	47.136
Parabole 3	Pente -0.07 %	39.943	605.030	47.002
	Rayon -100000.000 m			
	Sommet Absc. 533.836 m			
	Sommet Alt. 47.027 m			
	Pente -0.11 %			
Pente 4	Pente -0.11 %	347.001	644.972	46.965
Parabole 4	Pente -0.11 %	66.052	991.974	46.579
	Rayon -40000.000 m			
	Sommet Absc. 947.519 m			
	Sommet Alt. 46.604 m			
	Pente -0.28 %			
Pente 5	Pente -0.28 %	46.855	1058.026	46.452
Parabole 5	Pente -0.28 %	190.200	1104.882	46.322
	Rayon 40000.000 m			
	Sommet Absc. 1215.389 m			
	Sommet Alt. 46.169 m			
	Pente 0.20 %			
Pente 6	Pente 0.20 %	139.613	1295.081	46.249
Parabole 6	Pente 0.20 %	130.612	1434.694	46.527
	Rayon -20000.000 m			
	Sommet Absc. 1474.540 m			
	Sommet Alt. 46.567 m			
	Pente -0.45 %			
Pente 7	Pente -0.45 %	72.353	1565.306	46.361
Parabole 7	Pente -0.45 %	274.695	1637.659	46.032
	Rayon 50000.000 m			
	Sommet Absc. 1864.573 m			
	Sommet Alt. 45.517 m			
	Pente 0.10 %			
Pente 8	Pente 0.10 %	84.098	1912.354	45.540
Parabole 8	Pente 0.10 %	257.096	1996.452	45.621
	Rayon -60000.000 m			
	Sommet Absc. 2053.790 m			
	Sommet Alt. 45.648 m			
	Pente -0.33 %			
Pente 9	Pente -0.33 %	1099.880	2253.548	45.316
Parabole 9	Pente -0.33 %	43.145	3353.427	41.654
	Rayon -1000000.000 m			
	Sommet Absc. 24.123 m			
	Sommet Alt. 47.196 m			
	Pente -0.34 %			
Pente 10	Pente -0.34 %	320.914	3396.573	41.509

Elt's Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 10	Pente -0.34 % Rayon 100000.000 m Sommet Absc. 4054.732 m Sommet Alt. 39.858 m Pente -0.27 %	64.996	3717.487	40.427
Pente 11	Pente -0.27 %	124.086	3782.483	40.229
Parabole 11	Pente -0.27 % Rayon -100000.000 m Sommet Absc. 3634.320 m Sommet Alt. 40.262 m Pente -0.51 %	236.862	3906.569	39.891
Pente 12	Pente -0.51 %	160.716	4143.431	38.966
Parabole 12	Pente -0.51 % Rayon 150000.000 m Sommet Absc. 5067.814 m Sommet Alt. 36.203 m Pente -0.48 %	41.706	4304.147	38.147
Pente 13	Pente -0.48 %	222.002	4345.853	37.941
Parabole 13	Pente -0.48 % Rayon 30000.000 m Sommet Absc. 4712.247 m Sommet Alt. 36.525 m Pente 0.07 %	164.291	4567.855	36.872
Pente 14	Pente 0.07 %	496.390	4732.146	36.531
Parabole 14	Pente 0.07 % Rayon -30000.000 m Sommet Absc. 5248.435 m Sommet Alt. 36.867 m Pente -0.41 %	142.928	5228.536	36.861
Pente 15	Pente -0.41 %	138.439	5371.464	36.615
Parabole 15	Pente -0.41 % Rayon -100000.000 m Sommet Absc. 5099.805 m Sommet Alt. 36.888 m Pente -0.44 %	30.194	5509.903	36.047
Pente 16	Pente -0.44 %	280.798	5540.098	35.919
Parabole 16	Pente -0.44 % Rayon -15000.000 m Sommet Absc. 5754.851 m Sommet Alt. 34.828 m Pente -0.68 %	36.120	5820.895	34.683
Pente 17	Pente -0.68 %	113.607	5857.015	34.480
Parabole 17	Pente -0.68 % Rayon -20000.000 m Sommet Absc. 5834.404 m Sommet Alt. 34.170 m Pente -0.97 %	58.755	5970.622	33.706
Pente 18	Pente -0.97 %	122.195	6029.378	33.220
Parabole 18	Pente -0.97 % Rayon -100000.000 m Sommet Absc. 5176.706 m Sommet Alt. 36.780 m Pente -1.12 %	146.855	6151.573	32.029
Pente 19	Pente -1.12 %	167.503	6298.427	30.489

Els Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 19	Pente -1.12 % Rayon 30000.000 m Sommet Absc. 6802.447 m Sommet Alt. 26.723 m Pente -0.56 %	168.139	6465.931	28.610
Pente 20	Pente -0.56 %	262.565	6634.069	27.195
Parabole 20	Pente -0.56 % Rayon 21000.000 m Sommet Absc. 7014.499 m Sommet Alt. 25.391 m Pente 0.66 %	256.674	6896.634	25.722
Pente 21	Pente 0.66 %	35.164	7153.308	25.850
Parabole 21	Pente 0.66 % Rayon 20000.000 m Sommet Absc. 7056.273 m Sommet Alt. 25.645 m Pente 1.28 %	123.080	7188.472	26.082
Pente 22	Pente 1.28 %	114.164	7311.552	27.274
Parabole 22	Pente 1.28 % Rayon 50000.000 m Sommet Absc. 6787.518 m Sommet Alt. 24.659 m Pente 1.37 %	48.568	7425.716	28.732
Pente 23	Pente 1.37 %	49.203	7474.284	29.375
Parabole 23	Pente 1.37 % Rayon -7680.000 m Sommet Absc. 7628.974 m Sommet Alt. 30.775 m Pente -1.93 %	253.599	7523.487	30.051
Pente 24	Pente -1.93 %	37.679	7777.086	29.347
Parabole 24	Pente -1.93 % Rayon 15000.000 m Sommet Absc. 8104.046 m Sommet Alt. 25.831 m Pente -0.26 %	250.358	7814.765	28.620
Pente 25	Pente -0.26 %	168.957	8065.123	25.881
Parabole 25	Pente -0.26 % Rayon -20000.000 m Sommet Absc. 8182.183 m Sommet Alt. 25.510 m Pente -0.67 %	81.840	8234.081	25.443
Pente 26	Pente -0.67 %	252.675	8315.920	25.063
Parabole 26	Pente -0.67 % Rayon -8799.000 m Sommet Absc. 8509.757 m Sommet Alt. 23.570 m Pente -1.38 %	62.809	8568.595	23.374
Pente 27	Pente -1.38 %	190.012	8631.404	22.729
Parabole 27	Pente -1.38 % Rayon 9300.000 m Sommet Absc. 8949.989 m Sommet Alt. 19.214 m Pente -0.23 %	107.168	8821.416	20.103
Pente 28	Pente -0.23 %	54.582	8928.584	19.238

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 28	Pente -0.23 % Rayon 8996.000 m Sommet Absc. 9003.871 m Sommet Alt. 19.089 m Pente 0.15 %	33.876	8983.166	19.113
Pente 29	Pente 0.15 %	403.453	9017.042	19.099
Parabole 29	Pente 0.15 % Rayon -9434.000 m Sommet Absc. 9434.307 m Sommet Alt. 19.699 m Pente -0.48 %	59.011	9420.494	19.689
Pente 30	Pente -0.48 %	9.695	9479.506	19.591
Parabole 30	Pente -0.48 % Rayon -9557.000 m Sommet Absc. 9443.413 m Sommet Alt. 19.654 m Pente -0.71 %	21.593	9489.201	19.545
Pente 31	Pente -0.71 %	178.290	9510.794	19.417
Parabole 31	Pente -0.71 % Rayon 9758.000 m Sommet Absc. 9757.882 m Sommet Alt. 17.917 m Pente -0.17 %	52.579	9689.084	18.160
Pente 32	Pente -0.17 %	162.067	9741.663	17.931
Parabole 32	Pente -0.17 % Rayon 9930.000 m Sommet Absc. 9920.235 m Sommet Alt. 17.648 m Pente 0.90 %	105.779	9903.730	17.661
Pente 33	Pente 0.90 %	2.531	10009.508	18.049
Parabole 33	Pente 0.90 % Rayon 20000.000 m Sommet Absc. 9832.233 m Sommet Alt. 17.263 m Pente 0.97 %	14.638	10012.039	18.072
Pente 34	Pente 0.97 %	72.624	10026.678	18.209
			10099.301	18.915
Longueur totale de l'axe 10099.301 mètre(s)				

## Axe En Plan

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	285.3835 g	62.544	0.000	10444.175	50.893
Arc 1	Rayon	500.000 m	105.066	62.544	10383.272	36.659
	Centre X	10497.064 m				
	Centre Y	-450.220 m				
Droite 2	Gisement	272.0060 g	1808.595	167.611	10284.217	2.213
Arc 2	Rayon	-440.000 m	216.419	1976.206	8647.679	-767.695
	Centre X	8460.373 m				
	Centre Y	-369.553 m				
Droite 3	Gisement	303.3189 g	932.472	2192.625	8437.446	-808.955
Arc 3	Rayon	-850.000 m	231.535	3125.097	7506.240	-760.365
	Centre X	7550.533 m				
	Centre Y	88.480 m				
Droite 4	Gisement	320.6600 g	1678.948	3356.631	7279.502	-717.152
Arc 4	Rayon	450.000 m	195.874	5035.579	5688.192	-181.803
	Centre X	5544.705 m				
	Centre Y	-608.314 m				
Droite 5	Gisement	292.9495 g	1972.518	5231.453	5494.970	-161.071
Arc 5	Rayon	-800.000 m	161.897	7203.971	3534.536	-379.080
	Centre X	3446.118 m				
	Centre Y	416.019 m				
Droite 6	Gisement	305.8328 g	837.400	7365.868	3372.923	-380.626
Arc 6	Rayon	-980.000 m	159.601	8203.269	2539.035	-304.009
	Centre X	2628.699 m				
	Centre Y	671.880 m				
Droite 7	Gisement	316.2007 g	1736.432	8362.870	2381.991	-276.558
				10099.301	701.483	160.575
<b>Longueur totale de l'axe 10099.301 mètre(s)</b>						

## Cubatures Décapage (compensé)

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
1	0.000	12.50	0.20	0.20	4.81	60.088	60.088	300.44	300.44
2	25.000	25.00	0.20	0.20	4.77	119.309	179.396	596.54	896.98
3	50.000	25.00	0.20	0.20	4.12	102.931	282.327	514.65	1411.64
4	75.000	25.00	0.20	0.20	4.04	100.998	383.325	504.99	1916.62
5	100.000	25.00	0.20	0.20	4.47	111.902	495.227	559.51	2476.13
6	125.000	25.00	0.20	0.20	4.51	112.964	608.191	564.82	3040.95
7	150.000	25.00	0.20	0.20	4.80	120.141	728.331	600.70	3641.66
8	175.000	25.00	0.20	0.20	4.88	121.947	850.279	609.74	4251.39
9	200.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.393	962.672	561.97	4813.36
10	225.000	25.00	0.20	0.20	4.57	114.220	1076.892	571.10	5384.46
11	250.000	25.00	0.20	0.20	4.84	121.121	1198.013	605.60	5990.06
12	275.000	25.00	0.20	0.20	4.87	121.871	1319.883	609.35	6599.42
13	300.000	25.00	0.20	0.20	4.48	112.071	1431.955	560.36	7159.77
14	325.000	25.00	0.20	0.20	4.44	110.944	1542.899	554.72	7714.50
15	350.000	25.00	0.20	0.20	4.82	120.408	1663.307	602.04	8316.53
16	375.000	25.00	0.20	0.20	4.79	119.680	1782.986	598.40	8914.93
17	400.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.606	1895.592	563.03	9477.96
18	425.000	25.00	0.20	0.20	4.49	112.200	2007.792	561.00	10038.96
19	450.000	25.00	0.20	0.20	4.10	102.381	2110.173	511.90	10550.87
20	475.000	25.00	0.20	0.20	4.61	115.206	2225.379	576.03	11126.90
21	500.000	25.00	0.20	0.20	4.43	110.727	2336.107	553.64	11680.53
22	525.000	25.00	0.20	0.20	4.48	111.899	2448.006	559.50	12240.03
23	550.000	25.00	0.20	0.20	4.51	112.652	2560.658	563.26	12803.29
24	575.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.537	2673.195	562.69	13365.98
25	600.000	25.00	0.20	0.20	4.40	110.040	2783.236	550.20	13916.18
26	625.000	25.00	0.20	0.20	4.40	109.899	2893.135	549.49	14465.67
27	650.000	25.00	0.20	0.20	4.41	110.261	3003.396	551.31	15016.98
28	675.000	25.00	0.20	0.20	4.42	110.616	3114.012	553.08	15570.06
29	700.000	25.00	0.20	0.20	4.40	109.876	3223.888	549.38	16119.44
30	725.000	25.00	0.20	0.20	4.35	108.799	3332.687	544.00	16663.44
31	750.000	25.00	0.20	0.20	4.68	117.020	3449.707	585.10	17248.53
32	775.000	25.00	0.20	0.20	4.87	121.747	3571.454	608.74	17857.27
33	800.000	25.00	0.20	0.20	4.36	108.977	3680.431	544.89	18402.15
34	825.000	25.00	0.20	0.20	4.37	109.332	3789.763	546.66	18948.81
35	850.000	25.00	0.20	0.20	4.41	110.322	3900.084	551.61	19500.42
36	875.000	25.00	0.20	0.20	4.82	120.451	4020.535	602.26	20102.68
37	900.000	25.00	0.20	0.20	4.63	115.726	4136.262	578.63	20681.31
38	925.000	25.00	0.20	0.20	4.44	111.094	4247.355	555.47	21236.78
39	950.000	25.00	0.20	0.20	4.27	106.765	4354.120	533.82	21770.60
40	975.000	25.00	0.20	0.20	4.29	107.222	4461.342	536.11	22306.71
41	1000.000	25.00	0.20	0.20	4.34	108.447	4569.789	542.24	22848.95
42	1025.000	25.00	0.20	0.20	4.29	107.181	4676.970	535.90	23384.85
43	1050.000	25.00	0.20	0.20	4.51	112.746	4789.716	563.73	23948.58
44	1075.000	25.00	0.20	0.20	4.45	111.189	4900.905	555.94	24504.52
45	1100.000	25.00	0.20	0.20	4.48	111.961	5012.866	559.81	25064.33
46	1125.000	25.00	0.20	0.20	4.51	112.659	5125.525	563.29	25627.63
47	1150.000	25.00	0.20	0.20	4.78	119.586	5245.111	597.93	26225.56
48	1175.000	25.00	0.20	0.20	4.68	117.125	5362.236	585.62	26811.18
49	1200.000	25.00	0.20	0.20	4.44	111.030	5473.266	555.15	27366.33
50	1225.000	25.00	0.20	0.20	4.36	108.888	5582.154	544.44	27910.77
51	1250.000	25.00	0.20	0.20	4.28	106.924	5689.077	534.62	28445.39
52	1275.000	25.00	0.20	0.20	4.54	113.466	5802.543	567.33	29012.71
53	1300.000	25.00	0.20	0.20	4.21	105.127	5907.670	525.63	29538.35
54	1325.000	25.00	0.20	0.20	4.20	104.952	6012.622	524.76	30063.11
55	1350.000	25.00	0.20	0.20	4.20	104.999	6117.621	525.00	30588.11
56	1375.000	25.00	0.20	0.20	4.17	104.170	6221.791	520.85	31108.95
57	1400.000	25.00	0.20	0.20	4.13	103.348	6325.139	516.74	31625.70
58	1425.000	25.00	0.20	0.20	4.10	102.527	6427.666	512.64	32138.33
59	1450.000	25.00	0.20	0.20	4.09	102.250	6529.916	511.25	32649.58

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
60	1475.000	25.00	0.20	0.20	4.16	104.109	6634.025	520.55	33170.13
61	1500.000	25.00	0.20	0.20	4.22	105.463	6739.488	527.31	33697.44
62	1525.000	25.00	0.20	0.20	4.25	106.223	6845.712	531.12	34228.56
63	1550.000	25.00	0.20	0.20	4.19	104.737	6950.449	523.69	34752.24
64	1575.000	25.00	0.20	0.20	4.07	101.674	7052.123	508.37	35260.61
65	1600.000	25.00	0.20	0.20	4.38	109.619	7161.742	548.09	35808.71
66	1625.000	25.00	0.20	0.20	4.30	107.414	7269.156	537.07	36345.78
67	1650.000	25.00	0.20	0.20	4.27	106.827	7375.983	534.14	36879.92
68	1675.000	25.00	0.20	0.20	4.26	106.403	7482.386	532.01	37411.93
69	1700.000	25.00	0.20	0.20	4.26	106.411	7588.797	532.06	37943.98
70	1725.000	25.00	0.20	0.20	4.23	105.863	7694.660	529.31	38473.30
71	1750.000	25.00	0.20	0.20	4.22	105.503	7800.163	527.52	39000.81
72	1775.000	25.00	0.20	0.20	4.21	105.219	7905.382	526.10	39526.91
73	1800.000	25.00	0.20	0.20	4.47	111.818	8017.200	559.09	40086.00
74	1825.000	25.00	0.20	0.20	4.49	112.262	8129.462	561.31	40647.31
75	1850.000	25.00	0.20	0.20	4.52	112.911	8242.373	564.55	41211.86
76	1875.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.764	8356.137	568.82	41780.68
77	1900.000	25.00	0.20	0.20	4.56	114.065	8470.202	570.33	42351.01
78	1925.000	25.00	0.20	0.20	4.62	115.417	8585.619	577.08	42928.10
79	1950.000	25.00	0.20	0.20	4.70	117.459	8703.078	587.29	43515.39
80	1975.000	25.00	0.20	0.20	4.83	120.783	8823.861	603.91	44119.30
81	2000.000	25.00	0.20	0.20	4.89	122.168	8946.029	610.84	44730.14
82	2025.000	25.00	0.20	0.20	4.87	121.655	9067.684	608.27	45338.42
83	2050.000	25.00	0.20	0.20	4.72	118.016	9185.699	590.08	45928.50
84	2075.000	25.00	0.20	0.20	4.60	115.114	9300.813	575.57	46504.06
85	2100.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.690	9415.503	573.45	47077.51
86	2125.000	25.00	0.20	0.20	4.60	115.105	9530.608	575.52	47653.04
87	2150.000	25.00	0.20	0.20	4.59	114.993	9645.601	574.97	48228.00
88	2175.000	25.00	0.20	0.20	4.60	115.103	9760.703	575.51	48803.52
89	2200.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.453	9873.156	562.26	49365.78
90	2225.000	25.00	0.20	0.20	4.26	106.542	9979.698	532.71	49898.49
91	2250.000	25.00	0.20	0.20	4.29	107.261	10086.959	536.30	50434.79
92	2275.000	25.00	0.20	0.20	4.33	108.332	10195.290	541.66	50976.45
93	2300.000	25.00	0.20	0.20	4.38	109.376	10304.667	546.88	51523.33
94	2325.000	25.00	0.20	0.20	4.35	108.699	10413.366	543.50	52066.83
95	2350.000	25.00	0.20	0.20	4.29	107.374	10520.740	536.87	52603.70
96	2375.000	25.00	0.20	0.20	4.21	105.136	10625.876	525.68	53129.38
97	2400.000	25.00	0.20	0.20	4.19	104.671	10730.547	523.35	53652.73
98	2425.000	25.00	0.20	0.20	4.17	104.157	10834.703	520.78	54173.52
99	2450.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.193	10947.896	565.97	54739.48
100	2475.000	25.00	0.20	0.20	4.23	105.854	11053.750	529.27	55268.75
101	2500.000	25.00	0.20	0.20	4.25	106.322	11160.072	531.61	55800.36
102	2525.000	25.00	0.20	0.20	4.29	107.318	11267.390	536.59	56336.95
103	2550.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.765	11381.155	568.83	56905.78
104	2575.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.844	11494.999	569.22	57475.00
105	2600.000	25.00	0.20	0.20	4.25	106.321	11601.320	531.60	58006.60
106	2625.000	25.00	0.20	0.20	4.30	107.553	11708.873	537.76	58544.36
107	2650.000	25.00	0.20	0.20	4.31	107.742	11816.615	538.71	59083.07
108	2675.000	25.00	0.20	0.20	4.33	108.201	11924.815	541.00	59624.08
109	2700.000	25.00	0.20	0.20	4.36	109.076	12033.892	545.38	60169.46
110	2725.000	25.00	0.20	0.20	4.39	109.672	12143.564	548.36	60717.82
111	2750.000	25.00	0.20	0.20	4.29	107.252	12250.816	536.26	61254.08
112	2775.000	25.00	0.20	0.20	4.24	106.081	12356.897	530.41	61784.49
113	2800.000	25.00	0.20	0.20	4.56	113.958	12470.856	569.79	62354.28
114	2825.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.638	12584.494	568.19	62922.47
115	2850.000	25.00	0.20	0.20	4.56	113.960	12698.454	569.80	63492.27
116	2875.000	25.00	0.20	0.20	4.22	105.519	12803.973	527.60	64019.87
117	2900.000	25.00	0.20	0.20	4.28	107.010	12910.983	535.05	64554.91
118	2925.000	25.00	0.20	0.20	4.34	108.408	13019.391	542.04	65096.95
119	2950.000	25.00	0.20	0.20	4.37	109.243	13128.634	546.21	65643.17
120	2975.000	25.00	0.20	0.20	4.70	117.413	13246.047	587.07	66230.23
121	3000.000	25.00	0.20	0.20	4.39	109.743	13355.789	548.71	66778.95
122	3025.000	25.00	0.20	0.20	4.40	110.001	13465.790	550.01	67328.95

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
123	3050.000	25.00	0.20	0.20	4.42	110.521	13576.312	552.61	67881.56
124	3075.000	25.00	0.20	0.20	4.49	112.371	13688.683	561.86	68443.41
125	3100.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.530	13803.213	572.65	69016.06
126	3125.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.363	13915.576	561.81	69577.88
127	3150.000	25.00	0.20	0.20	4.44	110.965	14026.540	554.82	70132.70
128	3175.000	25.00	0.20	0.20	4.54	113.508	14140.048	567.54	70700.24
129	3200.000	25.00	0.20	0.20	4.44	110.816	14250.865	554.08	71254.32
130	3225.000	25.00	0.20	0.20	4.82	120.470	14371.335	602.35	71856.67
131	3250.000	25.00	0.20	0.20	4.85	121.305	14492.640	606.53	72463.20
132	3275.000	25.00	0.20	0.20	4.80	119.862	14612.502	599.31	73062.51
133	3300.000	25.00	0.20	0.20	4.47	111.638	14724.140	558.19	73620.70
134	3325.000	25.00	0.20	0.20	4.57	114.069	14838.208	570.34	74191.04
135	3350.000	25.00	0.20	0.20	4.56	113.949	14952.158	569.75	74760.79
136	3375.000	25.00	0.20	0.20	4.57	114.306	15066.464	571.53	75332.32
137	3400.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.412	15180.876	572.06	75904.38
138	3425.000	25.00	0.20	0.20	4.61	115.284	15296.160	576.42	76480.80
139	3450.000	25.00	0.20	0.20	4.60	114.997	15411.157	574.98	77055.78
140	3475.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.624	15523.781	563.12	77618.91
141	3500.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.503	15636.284	562.51	78181.42
142	3525.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.735	15750.019	568.68	78750.10
143	3550.000	25.00	0.20	0.20	4.52	113.045	15863.065	565.23	79315.32
144	3575.000	25.00	0.20	0.20	4.44	110.928	15973.992	554.64	79869.96
145	3600.000	25.00	0.20	0.20	4.44	110.956	16084.948	554.78	80424.74
146	3625.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.490	16197.438	562.45	80987.19
147	3650.000	25.00	0.20	0.20	4.46	111.536	16308.974	557.68	81544.87
148	3675.000	25.00	0.20	0.20	4.45	111.344	16420.318	556.72	82101.59
149	3700.000	25.00	0.20	0.20	4.56	114.079	16534.396	570.39	82671.98
150	3725.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.754	16648.150	568.77	83240.75
151	3750.000	25.00	0.20	0.20	4.54	113.404	16761.555	567.02	83807.77
152	3775.000	25.00	0.20	0.20	4.15	103.696	16865.250	518.48	84326.25
153	3800.000	25.00	0.20	0.20	4.14	103.583	16968.833	517.91	84844.16
154	3825.000	25.00	0.20	0.20	4.51	112.687	17081.520	563.43	85407.60
155	3850.000	25.00	0.20	0.20	4.52	113.010	17194.530	565.05	85972.65
156	3875.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.239	17307.769	566.19	86538.84
157	3900.000	25.00	0.20	0.20	4.54	113.453	17421.222	567.27	87106.11
158	3925.000	25.00	0.20	0.20	4.54	113.450	17534.671	567.25	87673.36
159	3950.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.276	17647.947	566.38	88239.74
160	3975.000	25.00	0.20	0.20	4.54	113.614	17761.561	568.07	88807.81
161	4000.000	25.00	0.20	0.20	4.21	105.366	17866.928	526.83	89334.64
162	4025.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.387	17981.315	571.94	89906.58
163	4050.000	25.00	0.20	0.20	4.56	113.999	18095.314	569.99	90476.57
164	4075.000	25.00	0.20	0.20	4.56	113.964	18209.278	569.82	91046.39
165	4100.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.728	18323.005	568.64	91615.03
166	4125.000	25.00	0.20	0.20	4.52	112.942	18435.947	564.71	92179.74
167	4150.000	25.00	0.20	0.20	4.48	112.014	18547.962	560.07	92739.81
168	4175.000	25.00	0.20	0.20	4.57	114.372	18662.333	571.86	93311.67
169	4200.000	25.00	0.20	0.20	4.61	115.374	18777.707	576.87	93888.53
170	4225.000	25.00	0.20	0.20	4.62	115.401	18893.108	577.00	94465.54
171	4250.000	25.00	0.20	0.20	4.63	115.806	19008.914	579.03	95044.57
172	4275.000	25.00	0.20	0.20	4.65	116.212	19125.126	581.06	95625.63
173	4300.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.431	19239.557	572.16	96197.79
174	4325.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.717	19353.274	568.58	96766.37
175	4350.000	25.00	0.20	0.20	4.52	113.058	19466.332	565.29	97331.66
176	4375.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.371	19579.703	566.85	97898.51
177	4400.000	25.00	0.20	0.20	4.56	113.884	19693.587	569.42	98467.93
178	4425.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.444	19808.030	572.22	99040.15
179	4450.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.463	19922.493	572.31	99612.46
180	4475.000	25.00	0.20	0.20	4.52	112.884	20035.376	564.42	100176.88
181	4500.000	25.00	0.20	0.20	4.51	112.720	20148.096	563.60	100740.48
182	4525.000	25.00	0.20	0.20	4.54	113.622	20261.718	568.11	101308.59
183	4550.000	25.00	0.20	0.20	4.49	112.216	20373.934	561.08	101869.67
184	4575.000	25.00	0.20	0.20	4.46	111.544	20485.479	557.72	102427.39
185	4600.000	25.00	0.20	0.20	4.57	114.236	20599.715	571.18	102998.57

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
186	4625.000	25.00	0.20	0.20	4.61	115.334	20715.049	576.67	103575.24
187	4650.000	25.00	0.20	0.20	4.66	116.514	20831.563	582.57	104157.81
188	4675.000	25.00	0.20	0.20	4.71	117.749	20949.312	588.74	104746.56
189	4700.000	25.00	0.20	0.20	4.76	119.040	21068.352	595.20	105341.76
190	4725.000	25.00	0.20	0.20	4.73	118.152	21186.504	590.76	105932.52
191	4750.000	25.00	0.20	0.20	4.62	115.590	21302.094	577.95	106510.47
192	4775.000	25.00	0.20	0.20	4.62	115.605	21417.699	578.02	107088.49
193	4800.000	25.00	0.20	0.20	4.71	117.684	21535.383	588.42	107676.92
194	4825.000	25.00	0.20	0.20	4.91	122.794	21658.178	613.97	108290.89
195	4850.000	25.00	0.20	0.20	5.12	127.904	21786.081	639.52	108930.41
196	4875.000	25.00	0.20	0.20	5.20	130.039	21916.120	650.19	109580.60
197	4900.000	25.00	0.20	0.20	5.03	125.640	22041.760	628.20	110208.80
198	4925.000	25.00	0.20	0.20	4.86	121.472	22163.232	607.36	110816.16
199	4950.000	25.00	0.20	0.20	4.76	118.993	22282.225	594.97	111411.12
200	4975.000	25.00	0.20	0.20	4.81	120.328	22402.553	601.64	112012.76
201	5000.000	25.00	0.20	0.20	4.81	120.215	22522.767	601.07	112613.84
202	5025.000	25.00	0.20	0.20	4.52	113.114	22635.881	565.57	113179.40
203	5050.000	25.00	0.20	0.20	4.73	118.195	22754.076	590.98	113770.38
204	5075.000	25.00	0.20	0.20	4.96	124.054	22878.130	620.27	114390.65
205	5100.000	25.00	0.20	0.20	4.98	124.544	23002.674	622.72	115013.37
206	5125.000	25.00	0.20	0.20	4.96	124.020	23126.694	620.10	115633.47
207	5150.000	25.00	0.20	0.20	4.92	123.073	23249.767	615.36	116248.83
208	5175.000	25.00	0.20	0.20	4.89	122.391	23372.158	611.96	116860.79
209	5200.000	25.00	0.20	0.20	4.89	122.307	23494.465	611.54	117472.32
210	5225.000	25.00	0.20	0.20	4.59	114.818	23609.283	574.09	118046.41
211	5250.000	25.00	0.20	0.20	4.61	115.286	23724.568	576.43	118622.84
212	5275.000	25.00	0.20	0.20	4.64	116.077	23840.645	580.39	119203.23
213	5300.000	25.00	0.20	0.20	4.64	116.075	23956.721	580.38	119783.60
214	5325.000	25.00	0.20	0.20	4.64	115.950	24072.670	579.75	120363.35
215	5350.000	25.00	0.20	0.20	4.72	117.975	24190.645	589.88	120953.23
216	5375.000	25.00	0.20	0.20	4.81	120.163	24310.808	600.81	121554.04
217	5400.000	25.00	0.20	0.20	4.71	117.703	24428.511	588.52	122142.56
218	5425.000	25.00	0.20	0.20	4.59	114.659	24543.171	573.30	122715.85
219	5450.000	25.00	0.20	0.20	4.46	111.406	24654.577	557.03	123272.88
220	5475.000	25.00	0.20	0.20	4.48	111.991	24766.567	559.95	123832.84
221	5500.000	25.00	0.20	0.20	4.51	112.763	24879.331	563.82	124396.65
222	5525.000	25.00	0.20	0.20	4.42	110.608	24989.939	553.04	124949.69
223	5550.000	25.00	0.20	0.20	4.78	119.491	25109.430	597.45	125547.15
224	5575.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.242	25222.672	566.21	126113.36
225	5600.000	25.00	0.20	0.20	4.64	115.988	25338.660	579.94	126693.30
226	5625.000	25.00	0.20	0.20	4.71	117.841	25456.502	589.21	127282.51
227	5650.000	25.00	0.20	0.20	4.68	117.118	25573.619	585.59	127868.10
228	5675.000	25.00	0.20	0.20	4.64	116.120	25689.739	580.60	128448.70
229	5700.000	25.00	0.20	0.20	4.29	107.284	25797.023	536.42	128985.11
230	5725.000	25.00	0.20	0.20	4.75	118.721	25915.744	593.61	129578.72
231	5750.000	25.00	0.20	0.20	4.85	121.213	26036.958	606.07	130184.79
232	5775.000	25.00	0.20	0.20	4.85	121.255	26158.213	606.28	130791.06
233	5800.000	25.00	0.20	0.20	4.69	117.135	26275.348	585.67	131376.74
234	5825.000	25.00	0.20	0.20	4.62	115.440	26390.787	577.20	131953.94
235	5850.000	25.00	0.20	0.20	4.57	114.243	26505.030	571.21	132525.15
236	5875.000	25.00	0.20	0.20	4.70	117.476	26622.506	587.38	133112.53
237	5900.000	25.00	0.20	0.20	4.71	117.817	26740.323	589.08	133701.61
238	5925.000	25.00	0.20	0.20	4.69	117.311	26857.634	586.55	134288.17
239	5950.000	25.00	0.20	0.20	4.66	116.444	26974.078	582.22	134870.39
240	5975.000	25.00	0.20	0.20	4.57	114.212	27088.290	571.06	135441.45
241	6000.000	25.00	0.20	0.20	4.49	112.209	27200.499	561.05	136002.50
242	6025.000	25.00	0.20	0.20	4.48	111.992	27312.492	559.96	136562.46
243	6050.000	25.00	0.20	0.20	4.47	111.710	27424.201	558.55	137121.01
244	6075.000	25.00	0.20	0.20	4.44	110.941	27535.142	554.70	137675.71
245	6100.000	25.00	0.20	0.20	4.43	110.726	27645.868	553.63	138229.34
246	6125.000	25.00	0.20	0.20	4.42	110.588	27756.456	552.94	138782.28
247	6150.000	25.00	0.20	0.20	4.42	110.486	27866.942	552.43	139334.71
248	6175.000	25.00	0.20	0.20	4.45	111.139	27978.081	555.69	139890.40

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
249	6200.000	25.00	0.20	0.20	4.43	110.625	28088.706	553.13	140443.53
250	6225.000	25.00	0.20	0.20	4.79	119.675	28208.380	598.37	141041.90
251	6250.000	25.00	0.20	0.20	4.42	110.402	28318.782	552.01	141593.91
252	6275.000	25.00	0.20	0.20	4.09	102.224	28421.006	511.12	142105.03
253	6300.000	25.00	0.20	0.20	4.12	102.994	28524.000	514.97	142620.00
254	6325.000	25.00	0.20	0.20	4.52	113.100	28637.099	565.50	143185.50
255	6350.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.346	28750.445	566.73	143752.23
256	6375.000	25.00	0.20	0.20	4.54	113.608	28864.053	568.04	144320.26
257	6400.000	25.00	0.20	0.20	4.63	115.804	28979.857	579.02	144899.29
258	6425.000	25.00	0.20	0.20	4.72	118.001	29097.858	590.00	145489.29
259	6450.000	25.00	0.20	0.20	4.77	119.224	29217.082	596.12	146085.41
260	6475.000	25.00	0.20	0.20	4.76	119.056	29336.138	595.28	146680.69
261	6500.000	25.00	0.20	0.20	4.75	118.704	29454.843	593.52	147274.21
262	6525.000	25.00	0.20	0.20	4.74	118.413	29573.256	592.07	147866.28
263	6550.000	25.00	0.20	0.20	4.74	118.563	29691.818	592.81	148459.09
264	6575.000	25.00	0.20	0.20	4.75	118.779	29810.597	593.89	149052.98
265	6600.000	25.00	0.20	0.20	4.76	119.071	29929.668	595.36	149648.34
266	6625.000	25.00	0.20	0.20	4.76	118.905	30048.573	594.53	150242.87
267	6650.000	25.00	0.20	0.20	4.66	116.571	30165.144	582.85	150825.72
268	6675.000	25.00	0.20	0.20	4.23	105.829	30270.973	529.15	151354.87
269	6700.000	25.00	0.20	0.20	4.18	104.450	30375.423	522.25	151877.12
270	6725.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.260	30488.684	566.30	152443.42
271	6750.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.168	30601.852	565.84	153009.26
272	6775.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.147	30714.999	565.74	153574.99
273	6800.000	25.00	0.20	0.20	4.65	116.217	30831.216	581.09	154156.08
274	6825.000	25.00	0.20	0.20	4.75	118.869	30950.085	594.35	154750.43
275	6850.000	25.00	0.20	0.20	4.76	119.058	31069.144	595.29	155345.72
276	6875.000	25.00	0.20	0.20	4.68	117.021	31186.165	585.11	155930.82
277	6900.000	25.00	0.20	0.20	4.64	116.124	31302.289	580.62	156511.45
278	6925.000	25.00	0.20	0.20	4.97	124.303	31426.592	621.52	157132.96
279	6950.000	25.00	0.20	0.20	4.94	123.436	31550.028	617.18	157750.14
280	6975.000	25.00	0.20	0.20	4.69	117.131	31667.159	585.65	158335.80
281	7000.000	25.00	0.20	0.20	4.37	109.283	31776.442	546.41	158882.21
282	7025.000	25.00	0.20	0.20	4.29	107.370	31883.812	536.85	159419.06
283	7050.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.806	31997.618	569.03	159988.09
284	7075.000	25.00	0.20	0.20	4.86	121.593	32119.212	607.97	160596.06
285	7100.000	25.00	0.20	0.20	5.01	125.354	32244.566	626.77	161222.83
286	7125.000	25.00	0.20	0.20	5.18	129.471	32374.037	647.36	161870.19
287	7150.000	25.00	0.20	0.20	5.18	129.582	32503.619	647.91	162518.09
288	7175.000	25.00	0.20	0.20	5.09	127.262	32630.880	636.31	163154.40
289	7200.000	25.00	0.20	0.20	4.98	124.588	32755.468	622.94	163777.34
290	7225.000	25.00	0.20	0.20	4.51	112.742	32868.210	563.71	164341.05
291	7250.000	25.00	0.20	0.20	4.71	117.712	32985.922	588.56	164929.61
292	7275.000	25.00	0.20	0.20	4.52	112.837	33098.760	564.19	165493.80
293	7300.000	25.00	0.20	0.20	4.61	115.040	33213.800	575.20	166069.00
294	7325.000	25.00	0.20	0.20	5.02	125.549	33339.349	627.74	166696.74
295	7350.000	25.00	0.20	0.20	4.82	120.374	33459.723	601.87	167298.61
296	7375.000	25.00	0.20	0.20	4.63	115.686	33575.409	578.43	167877.04
297	7400.000	25.00	0.20	0.20	4.83	120.813	33696.222	604.07	168481.11
298	7425.000	25.00	0.20	0.20	5.01	125.327	33821.549	626.64	169107.75
299	7450.000	25.00	0.20	0.20	5.03	125.660	33947.209	628.30	169736.04
300	7475.000	25.00	0.20	0.20	5.32	133.109	34080.318	665.55	170401.59
301	7500.000	25.00	0.20	0.20	5.52	138.104	34218.423	690.52	171092.11
302	7525.000	25.00	0.20	0.20	5.67	141.752	34360.175	708.76	171800.87
303	7550.000	25.00	0.20	0.20	5.72	143.017	34503.192	715.09	172515.96
304	7575.000	25.00	0.20	0.20	6.08	151.973	34655.164	759.86	173275.82
305	7600.000	25.00	0.20	0.20	5.99	149.642	34804.807	748.21	174024.03
306	7625.000	25.00	0.20	0.20	6.15	153.840	34958.647	769.20	174793.23
307	7650.000	25.00	0.20	0.20	6.73	168.181	35126.828	840.90	175634.14
308	7675.000	25.00	0.20	0.20	7.40	185.062	35311.890	925.31	176559.45
309	7700.000	25.00	0.20	0.20	5.70	142.583	35454.473	712.91	177272.36
310	7725.000	25.00	0.20	0.20	5.33	133.161	35587.634	665.80	177938.17
311	7750.000	25.00	0.20	0.20	6.16	154.091	35741.725	770.45	178708.62

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
312	7775.000	25.00	0.20	0.20	6.17	154.364	35896.088	771.82	179480.44
313	7800.000	25.00	0.20	0.20	6.11	152.830	36048.918	764.15	180244.59
314	7825.000	25.00	0.20	0.20	5.17	129.207	36178.124	646.03	180890.62
315	7850.000	25.00	0.20	0.20	5.83	145.751	36323.875	728.76	181619.38
316	7875.000	25.00	0.20	0.20	5.87	146.716	36470.591	733.58	182352.96
317	7900.000	25.00	0.20	0.20	5.88	146.985	36617.576	734.92	183087.88
318	7925.000	25.00	0.20	0.20	5.42	135.420	36752.996	677.10	183764.98
319	7950.000	25.00	0.20	0.20	5.09	127.318	36880.314	636.59	184401.57
320	7975.000	25.00	0.20	0.20	4.97	124.231	37004.545	621.16	185022.72
321	8000.000	25.00	0.20	0.20	4.88	122.077	37126.621	610.38	185633.11
322	8025.000	25.00	0.20	0.20	4.77	119.203	37245.824	596.01	186229.12
323	8050.000	25.00	0.20	0.20	4.71	117.736	37363.560	588.68	186817.80
324	8075.000	25.00	0.20	0.20	4.80	120.083	37483.643	600.42	187418.22
325	8100.000	25.00	0.20	0.20	4.87	121.739	37605.383	608.70	188026.91
326	8125.000	25.00	0.20	0.20	4.89	122.225	37727.608	611.12	188638.04
327	8150.000	25.00	0.20	0.20	4.88	122.068	37849.675	610.34	189248.38
328	8175.000	25.00	0.20	0.20	4.81	120.152	37969.827	600.76	189849.14
329	8200.000	25.00	0.20	0.20	4.70	117.562	38087.390	587.81	190436.95
330	8225.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.517	38201.906	572.58	191009.53
331	8250.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.260	38314.166	561.30	191570.83
332	8275.000	25.00	0.20	0.20	4.84	120.945	38435.111	604.72	192175.55
333	8300.000	25.00	0.20	0.20	4.41	110.149	38545.259	550.74	192726.30
334	8325.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.412	38659.671	572.06	193298.36
335	8350.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.463	38774.134	572.32	193870.67
336	8375.000	25.00	0.20	0.20	4.51	112.722	38886.856	563.61	194434.28
337	8400.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.570	38999.426	562.85	194997.13
338	8425.000	25.00	0.20	0.20	4.52	112.906	39112.332	564.53	195561.66
339	8450.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.507	39224.840	562.54	196124.20
340	8475.000	25.00	0.20	0.20	4.47	111.865	39336.705	559.33	196683.53
341	8500.000	25.00	0.20	0.20	4.47	111.774	39448.479	558.87	197242.40
342	8525.000	25.00	0.20	0.20	4.44	111.026	39559.505	555.13	197797.53
343	8550.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.291	39672.796	566.45	198363.98
344	8575.000	25.00	0.20	0.20	4.50	112.607	39785.404	563.04	198927.02
345	8600.000	25.00	0.20	0.20	4.47	111.738	39897.142	558.69	199485.71
346	8625.000	25.00	0.20	0.20	4.81	120.232	40017.374	601.16	200086.87
347	8650.000	25.00	0.20	0.20	4.90	122.488	40139.862	612.44	200699.31
348	8675.000	25.00	0.20	0.20	4.93	123.136	40262.998	615.68	201314.99
349	8700.000	25.00	0.20	0.20	5.00	125.003	40388.001	625.01	201940.00
350	8725.000	25.00	0.20	0.20	4.99	124.690	40512.690	623.45	202563.45
351	8750.000	25.00	0.20	0.20	4.99	124.654	40637.345	623.27	203186.72
352	8775.000	25.00	0.20	0.20	4.94	123.496	40760.840	617.48	203804.20
353	8800.000	25.00	0.20	0.20	4.61	115.171	40876.012	575.86	204380.06
354	8825.000	25.00	0.20	0.20	4.69	117.320	40993.331	586.60	204966.66
355	8850.000	25.00	0.20	0.20	4.72	118.023	41111.355	590.12	205556.77
356	8875.000	25.00	0.20	0.20	4.72	117.974	41229.328	589.87	206146.64
357	8900.000	25.00	0.20	0.20	4.75	118.649	41347.978	593.25	206739.89
358	8925.000	25.00	0.20	0.20	4.81	120.230	41468.208	601.15	207341.04
359	8950.000	25.00	0.20	0.20	4.85	121.157	41589.364	605.78	207946.82
360	8975.000	25.00	0.20	0.20	4.84	121.096	41710.460	605.48	208552.30
361	9000.000	25.00	0.20	0.20	4.88	121.979	41832.440	609.90	209162.20
362	9025.000	25.00	0.20	0.20	4.98	124.540	41956.980	622.70	209784.90
363	9050.000	25.00	0.20	0.20	5.06	126.469	42083.449	632.34	210417.24
364	9075.000	25.00	0.20	0.20	5.03	125.828	42209.277	629.14	211046.38
365	9100.000	25.00	0.20	0.20	4.96	124.031	42333.308	620.15	211666.54
366	9125.000	25.00	0.20	0.20	4.84	121.122	42454.430	605.61	212272.15
367	9150.000	25.00	0.20	0.20	4.80	119.896	42574.326	599.48	212871.63
368	9175.000	25.00	0.20	0.20	4.75	118.630	42692.956	593.15	213464.78
369	9200.000	25.00	0.20	0.20	4.70	117.465	42810.421	587.32	214052.10
370	9225.000	25.00	0.20	0.20	4.67	116.719	42927.139	583.59	214635.70
371	9250.000	25.00	0.20	0.20	4.70	117.556	43044.695	587.78	215223.48
372	9275.000	25.00	0.20	0.20	4.73	118.258	43162.953	591.29	215814.76
373	9300.000	25.00	0.20	0.20	4.63	115.868	43278.821	579.34	216394.10
374	9325.000	25.00	0.20	0.20	4.56	114.119	43392.939	570.59	216964.70

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
375	9350.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.637	43506.576	568.18	217532.88
376	9375.000	25.00	0.20	0.20	4.53	113.191	43619.767	565.95	218098.83
377	9400.000	25.00	0.20	0.20	4.46	111.533	43731.300	557.66	218656.50
378	9425.000	25.00	0.20	0.20	4.42	110.391	43841.691	551.96	219208.45
379	9450.000	25.00	0.20	0.20	4.42	110.531	43952.222	552.65	219761.11
380	9475.000	25.00	0.20	0.20	4.78	119.516	44071.737	597.58	220358.69
381	9500.000	25.00	0.20	0.20	4.77	119.353	44191.091	596.77	220955.45
382	9525.000	25.00	0.20	0.20	4.44	111.073	44302.164	555.37	221510.82
383	9550.000	25.00	0.20	0.20	4.48	112.119	44414.283	560.59	222071.41
384	9575.000	25.00	0.20	0.20	4.57	114.284	44528.567	571.42	222642.84
385	9600.000	25.00	0.20	0.20	4.67	116.720	44645.287	583.60	223226.44
386	9625.000	25.00	0.20	0.20	4.68	116.880	44762.167	584.40	223810.84
387	9650.000	25.00	0.20	0.20	4.65	116.256	44878.423	581.28	224392.12
388	9675.000	25.00	0.20	0.20	4.66	116.381	44994.804	581.90	224974.02
389	9700.000	25.00	0.20	0.20	4.68	117.028	45111.831	585.14	225559.16
390	9725.000	25.00	0.20	0.20	4.67	116.687	45228.518	583.43	226142.59
391	9750.000	25.00	0.20	0.20	4.68	116.986	45345.503	584.93	226727.52
392	9775.000	25.00	0.20	0.20	4.70	117.490	45462.993	587.45	227314.96
393	9800.000	25.00	0.20	0.20	4.63	115.858	45578.851	579.29	227894.25
394	9825.000	25.00	0.20	0.20	4.56	113.891	45692.742	569.46	228463.71
395	9850.000	25.00	0.20	0.20	4.55	113.641	45806.383	568.21	229031.91
396	9875.000	25.00	0.20	0.20	4.56	114.084	45920.467	570.42	229602.33
397	9900.000	25.00	0.20	0.20	4.59	114.743	46035.209	573.71	230176.05
398	9925.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.490	46149.699	572.45	230748.50
399	9950.000	25.00	0.20	0.20	4.58	114.436	46264.135	572.18	231320.68
400	9975.000	25.00	0.20	0.20	4.47	111.842	46375.977	559.21	231879.88
401	10000.00 0	25.00	0.20	0.20	4.51	112.858	46488.835	564.29	232444.17
402	10025.00 0	25.00	0.20	0.20	4.56	113.880	46602.715	569.40	233013.57
403	10050.00 0	25.00	0.20	0.20	4.72	117.913	46720.628	589.56	233603.14
404	10075.00 0	24.65	0.20	0.20	4.85	119.446	46840.073	597.23	234200.37
405	10099.30 1	12.15	0.20	0.20	4.89	59.368	46899.441	296.84	234497.20

## **Récapitulatif des Cubatures des Matériaux (compensé)**

Matériau	Volume Cumulé
BETON BITUMINEUX	12652.33
GNT 0/31.5	42818.77
GNT 0/80 0.45	151059.07
GRAVE-BITUME	26079.81
S.TPC (2)	711.91
S.TPC (3)	780.57
S.TPC (4)	81.74
TVO ACCOT	17223.71

**CARREFOUR GIRATOIRE**

Nom du fichier traité : C:\Users\PcINFO\Desktop\LOT N 03\Drawing3.dwg

Listing effectué le : 12/06/2022 à 04:43:45

Carrefour giratoire : Giratoire BAAJE

Attention : Les valeurs indiquées en italique ne respectent pas les normes du SETRA.

Géométrie de l'anneau	
Coordonnées du centre	X= 10444.181 m
	Y= 50.888 m
Rayon extérieur	30.000 m
Rayon intérieur	19.500 m
Largeur d'anneau	10.500 m
Surlargeur franchissable	0.000 m
Distance marquage extérieur	0.500 m
Distance marquage intérieur	0.500 m

Géométrie de la branche 'Branche1' (1)					
Point de référence	X	10444.181 m	Angle	87.904 gr	
	=				
	Y	50.888 m			
	=				
Triangle de construction		Ilot central			
Hauteur	30.000 m	Rayon de raccord	0.600 m		
Base	7.500 m	Distance de l'anneau	1.000 m		
Déport	0.550 m	Distance de marquage	0.500 m		
Caractéristiques des voies		Entrée	Sortie		
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m	22.000 m		
Largeur voie sur anneau		<i>8.400 m</i>	<i>10.500 m</i>		
Largeur voie courante		7.000 m	7.000 m		
Rayon de raccord sur voie courante		120.000 m	120.000 m		
Terre-plein		<i>0.500 m</i>	<i>0.500 m</i>		
Distance départ passage piéton		4.000 m	4.000 m		
Largeur passage piéton		4.000 m	4.000 m		
Branche(s) en conflit					
Pas de conflit					
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche4		38.833 m	10484.023 m	104.402 m	
Branche3		53.204 m	10450.681 m	18.837 m	
Branche2		28.388 m	10450.496 m	46.158 m	
Branche1		24.926 m	10448.543 m	51.635 m	

Géométrie de la branche 'Branche4' (2)					
Point de référence	X	10444.181 m	Angle		392.385 gr
	=				
	Y	50.888 m			
	=				
Triangle de construction		Ilot central			
Hauteur		30.000 m	Rayon de raccord		0.600 m
Base		7.500 m	Distance de l'anneau		1.000 m
Déport		0.550 m	Distance de marquage		0.500 m
Caractéristiques des voies		Entrée		Sortie	
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m		22.000 m	
Largeur voie sur anneau		8.400 m		10.500 m	
Largeur voie courante		3.500 m		3.500 m	
Rayon de raccord sur voie courante		120.000 m		120.000 m	
Terre-plein		0.000 m		0.000 m	
Distance départ passage piéton		4.000 m		4.000 m	
Largeur passage piéton		4.000 m		4.000 m	
Branche(s) en conflit					
Pas de conflit					
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche3		54.501 m	10377.932 m	98.241 m	
Branche2		55.053 m	10478.508 m	54.831 m	
Branche1		27.852 m	10448.622 m	56.753 m	
Branche4		24.918 m	10443.724 m	55.281 m	

Géométrie de la branche 'Branche3' (3)					
Point de référence	X	10444.181 m	Angle		285.395 gr
	=				
	Y	50.888 m			
	=				
Triangle de construction		Ilot central			
Hauteur		30.000 m	Rayon de raccord		0.600 m
Base		7.500 m	Distance de l'anneau		1.000 m
Déport		0.550 m	Distance de marquage		0.500 m
Caractéristiques des voies		Entrée		Sortie	
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m		22.000 m	
Largeur voie sur anneau		8.400 m		10.500 m	
Largeur voie courante		7.000 m		7.000 m	
Rayon de raccord sur voie courante		120.000 m		120.000 m	
Terre-plein		0.500 m		0.500 m	
Distance départ passage piéton		4.000 m		4.000 m	
Largeur passage piéton		4.000 m		4.000 m	
Branche(s) en conflit					
Pas de conflit					
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche2		35.755 m	10406.984 m	-0.952 m	
Branche1		58.500 m	10436.604 m	88.125 m	
Branche4		28.560 m	10437.633 m	55.590 m	
Branche3		24.926 m	10439.852 m	49.970 m	

Géométrie de la branche 'Branche2' (4)					
Point de référence	X	10444.181 m	Angle		192.429 gr
	=				
	Y	50.888 m			
	=				
Triangle de construction		Ilot central			
Hauteur		30.000 m	Rayon de raccord		0.600 m
Base		7.500 m	Distance de l'anneau		1.000 m
Déport		0.550 m	Distance de marquage		0.500 m
Caractéristiques des voies		Entrée		Sortie	
Rayon de raccord sur anneau		15.000 m		22.000 m	
Largeur voie sur anneau		8.400 m		10.500 m	
Largeur voie courante		3.500 m		3.500 m	
Rayon de raccord sur voie courante		120.000 m		120.000 m	
Terre-plein		0.000 m		0.000 m	
Distance départ passage piéton		4.000 m		4.000 m	
Largeur passage piéton		4.000 m		4.000 m	
Branche(s) en conflit					
Pas de conflit					
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche1		50.381 m	10506.317 m	4.488 m	
Branche4		54.964 m	10409.943 m	46.955 m	
Branche3		27.641 m	10439.981 m	45.113 m	
Branche2		24.917 m	10444.635 m	46.494 m	