



Faculty of Sciences and Technology

Civil Engineering Department

N° d'ordre : M2... /GC/2025

كلية العلوم والتكنولوجيا

قسم الهندسة المدنية

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière : Travaux publics**

**Spécialité : Voies et Ouvrages d'art (VOA)**

**Thème**

**Étude et modernisation d'un tronçon routier reliant  
Relizane à Tiaret ( RN23) sur un linéaire de 3.5 KM  
DU PK57+000AU PK62+650**

Présenté par :

- BESSOLTANE AMINE

- KOIBICH LADJEL

Soutenu le 24 / 06/ 2025 devant le jury composé de

- **Président** : Mr. KERAOUTI Rabah (MAA)
- **Examineur** : Mr. SOLTANE Bernalou Kaddour (MAA)
- **Encadrante** : Mm. MOSTEFA Fouzia (MCA)
- **Co-Encadrant** : Mr. CHERIF Mourad (Pr. associe)
- **Invité d'honneur:** Mr. MOKHTARI Cherif(STP)

**Année Universitaire : 2024/ 2025**

## Remerciements

*Mes vifs remerciements aux membres du Jury de nous avoir accordé l'honneur de juger ce travail :*

*À KERAOUTI Rabah pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de la soutenance,*

*Nos vifs remerciements s'adressent aussi à Monsieur SOLTANE Bennalou Kaddour de nous avoir fait l'honneur d'être l' examinateur de ce mémoire. Et par la même occasion je leur exprime ma profonde gratitude.*

*Nos remerciements vivement Mr CHERIF Mourad co-encadrant de ce mémoire pour sa confiance, orientations, conseils d'encouragements.*

*Un grand merci pour Mr MOKHTARI Cherif (STP de Mesra) pour son aide et assistance précieuses,*

*Mes spéciales et sincères remerciements vont à notre encadrante pour Mm MOSTEFA.F pour sa présence et accompagnement durant l'élaboration de ce mémoire.*

*À mes Amies pour leur précieuse aide, amitié et encouragement.*

*Dédicace*

*Je dédie le fruit de mon travail A mes très chers parents, et À  
toute ma famille, sans exception.*

*Et a tous mes collègues de la promotion voie et ouvrage d'art*

*Mr KOIBICH LADJEL*

*Dédicace*

*Je dédie le fruit de mon travail A mes très chers parents,  
A ma femme,  
À mes enfants Israe et iyad , A toute ma famille ,sans exception*

*Et a tous mes collègues de la promotion voie et ouvrage d'art*

*Mr BESSOLTANE AMINE*

## ملخص

هدف تحديث الطريق هو تحسين جودة وأمن شبكة الطرق من أجل تسهيل تنقل المستخدمين، وتقليل أوقات السفر، وتقليل مخاطر الحوادث. كما يهدف إلى دعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية من خلال ضمان تحسين الربط بين المناطق، مع مراعاة التحديات البيئية والحضرية. يتيح هذا التحديث تلبية الطلب المتزايد على حركة المرور، وتكييف البنية التحتية مع المعايير الحالية، وضمان زيادة متانة الطرق، مما يسهم في تحقيق تنقل أكثر أماناً وفعالية واستدامة للجميع. تتضمن هذه الدراسة تحديث مقطع طريقي (الطريق الوطني رقم (23) الذي يمر عبر قرية كناندة على مسافة 3.5 كم من نقطة الكيلومتر 000+PK57 إلى نقطة الكيلومتر (650+PK62)، ويربط بين ولايتي غليزان وتيارت. بدأنا بدراسة الطريق الحالي في الجزء الأول للكشف عن جميع العناصر الهندسية التي لا تتوافق مع معايير B40. اما في الجزء الثاني، كان الهدف هو تزويد هذا المقطع الطريقي بخصائص طريق ولايتي. ويتم تحقيق ذلك من خلال الإجراءات التالية

- ✓ تحسين مستوى الخدمة لهذا الطريق.
- ✓ تقليل عدد الحوادث على الطريق الوطني رقم 23.
- ✓ ضمان راحة وأمان المستخدمين.
- ✓ زيادة قدرة الطريق.
- ✓ تصحيح المنعطفات.

**كلمات مفتاحية** تحديث, الطريق الوطني , B40 , تصحيح المنعطفات , مخطط

## **Résumé**

Le but de la modernisation de route est d'améliorer la qualité et la sécurité du réseau routier afin de faciliter la mobilité des usagers, réduire les temps de trajet, et diminuer les risques d'accidents. Elle vise également à soutenir le développement économique et social en assurant une meilleure connectivité entre les territoires, tout en tenant compte des enjeux environnementaux et urbains. Cette modernisation permet de répondre aux besoins croissants de trafic, d'adapter les infrastructures aux normes actuelles, et de garantir une durabilité accrue des routes, contribuant ainsi à une mobilité plus sûre, efficace et durable pour tous

Cette présente étude consiste à moderniser un tronçon routier (RN 23) passant par le village de KENANDA SUR 3.5 KM (DU PK57+000AU PK62+650) ,et reliant les deux wilaya Relizane et Tiarte

Nous avons commencé a étudié en première partie la route existante afin de déceler tous les éléments géométriques ne respectant pas les normes du B40. Dans la seconde partie, l'objectif est de doter à ce tronçon route des caractéristiques d'une nationale. Cela se concrétise moyennant les actions suivantes :

- ✓ Amélioration du niveau de service de cette route.
- ✓ Réduire le nombre d'accidents au niveau de la RN23
- ✓ Assurer le confort, et la sécurité des usagers.
- ✓ Augmentation de la capacité de la route.
- ✓ Les Rectifications des virages.

**Mots-clés** : Modernisation, Route nationale, B40, Correction des courbes, Plan

## **Abstract**

The purpose of road modernization is to improve the quality and safety of the road network in order to facilitate user mobility, reduce travel times, and decrease the risk of accidents. It also aims to support economic and social development by ensuring better connectivity between regions, while taking into account environmental and urban challenges. This modernization allows for meeting the growing traffic demands, adapting infrastructures to current standards, and ensuring increased durability of the roads, thus contributing to safer, more efficient, and sustainable mobility for all.

This study focuses on modernizing a road section (RN 23) passing through the village of KENANDA over 3.5 km (from PK57+000 to PK62+650), connecting the two wilayas of Relizane and Tiaret.

We began by studying the existing road in the first part to identify all geometric elements that do not comply with B40 standards.

In the second part, the objective is to equip this road section with the characteristics of a wilaya road. This is achieved through the following actions:

- Improving the level of service of this road.
- Reducing the number of accidents on RN23.
- Ensuring user comfort and safety.
- Increasing the road's capacity.
- Correcting curves.

**Keywords:** Modernization, National Road, B40, Correcting Curves, Plan

## *LISTE DES ABREVIATIONS*

RN	Route Nationale
B40	Normes techniques d'aménagement routier Algérien
ft	Coefficient de frottement transversal
fL	Coefficient de frottement longitudinal
Rhm	Rayon minimal absolu
Rhn	Rayon minimal normal
Rhd	Rayon au dévers minimal
Rhnd	Rayon minimal non déversé
$\Delta d$	Variation des dévers
Imax	Déclivité maximum
Imin	Déclivité minimum
Rvmin	Rayon vertical minimal
R	rayon de cercle
L	longueur de la branche de clothoïde
A	paramètre de la clothoïde
T	Distance S-KA
KA	origine de la clothoïde
KE	extrémité de la clothoïde
XKE	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde
YKE	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde
SL	Longueur de la corde KA-KE
$\Delta R$	Ripage
$\alpha$	Angle des alignements droits
$\beta$	Angle au centre (Raccordement circulaire)
$\sigma$	Angle Polaire
$\tau$	angle des tangentes

$\gamma$	Angle au centre Partie circulaire
DT	Développée totale
TK	tangente courte
TL	tangente langue
SL	corde KE – KA
M	centre du cercle d'abscisse XM.
XM	abscisse du centre du cercle de M à partir de KA
YM	ordonnée du centre du cercle M à partir de KA
d0	Distance d'arrêt
df	Distance de freinage
dvdm	Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne
dvdn	Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale
dmd	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement
T.P.C	Terre-plein central
B.A.U	Bande d'arrêt d'urgence
B.D.G	Bande dérasée de gauche
TN	Terrain naturel
PL	Profil en long
TP	Tracé en plan
BB	Béton bitumineux
TVO	Tout venant du oued
GC	Grave concassée
TJMA	Trafic journalier moyen annuel
a	coefficient qui dépend du nombre de voies
TPL	Trafic poids loure
p	pourcentage de poids lourds.
Téq	trafic équivalent par essieu de 13t.
r	Taux d'accroissement annuel
PL	Poids lourd
CBR	California Bearing Ratio

ICBR	Indice CBR
e	épaisseur équivalente
n	désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
P	charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t)
Log	logarithme décimal
PK	Point kilométrique
P.U	Prix unitaire
H.T	Hors taxe
TVA	Taxe à valeur à jouter
T.T.C	Toutes taxes comprises

## *Liste des figures*

### **Chapitre I : Présentation du projet**

Figure I.1	Localisation de la Wilaya de Relizane	24
Figure I.2	Carte de Réseau routier de la wilaya de Relizane	26
Figure I.3	Entrée de la route (gauche), sortie de la route (droite) du ville de KENANDA	27
Figure I.4	Vue aérienne du tronçon par Google Earth	28

### **Chapitre III : Méthodologie pour le calcul des tracés en plan**

Figure III.1	Détermination de l'angle au centre.	39
Figure III.2	les éléments d'un raccordement circulaire	40
Figure III.3	Dénivelée cumulée moyenne	41

### **Chapitre IV : Étude en avant-projet sommaire de la route existante (APS)**

Figure IV.1	Levée du tracé en plan	47
-------------	------------------------	----

### **Chapitre V : Étude en avant-projet détaillé (APD)**

Figure V.1	Levé du tracé en plan modernisé par évitement	61
------------	---	----

### **Chapitre VI : Raccordement progressif**

Figure VI.1	Les éléments de la clothoïde	69
Figure VI.2	schéma de la clothoïde	70
Figure VI.3	Condition de gauchissement.	71

### **Chapitre VII : Étude des profils en long et en travers**

Figure VII.1	Profil en long du projet	81
Figure VII.2	Les éléments d'une route	84
Figure VII.3	Les éléments du profil en travers	86
Figure VII.4	Schémas du profil en travers du tracé .	87

### **Chapitre VIII : Dimensionnement du corps de chaussée**

Figure VIII.1	Coupe type d'une chaussée souple	90
Figure VIII.2	Différentes couches du corps de chaussée	96

**Chapitre IX : Paramètres cinématiques**

Figure IX.1	Distance de freinage	98
Figure IX.2	Distance d'arrêt en alignement droit	99
Figure IX.3	Distance d'arrêt en courbe	99

**Chapitre X : Cubatures**

Figure X.1	Profil en travers mixte.	104
Figure X.2	les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné	104
Figure X.3	Profil en travers schématisant un terrassement type remblai	105
Figure X.4	Profil en travers schématisant un terrassement type déblai	106
Figure X.5	profil en travers schématisant un terrassement mixte ( remblai et déblai)	106

**Chapitre XI : Implantation**

Figure XI.1	Implantation partie circulaire	108
Figure XI.2	Coordonnées polaires	108
Figure XI.3	Méthode d'implantation	109

**Chapitre XII : Assainissement**

Figure XII.1	Dimension du fossé	121
--------------	--------------------	-----

**Chapitre XIII : Signalisation de la route**

Figure XIII.1	Schémas de la ligne continue	123
Figure XIII.2	Schémas ligne discontinue	123
Figure XIII.3	Schémas ligne d'avertissement	124
Figure XIII.4	Schémas de la flèche de rabattement	124
Figure XIII.5	Schémas de la ligne de rive trait	125
Figure XIII.6	Schémas des flèches directionnelles	125
Figure XIII.7	Signalisations verticales	126

**Chapitre I : Présentation du projet**

<b>Tableau I.1</b>	Réseau routier	26
<b>Tableau I.2</b>	données de base du projet existante	29

**Chapitre II : Étude du trafic**

<b>Tableau II.1</b>	Trafic effectifs	33
<b>Tableau II.2</b>	Valeurs de $K_1$	34
<b>Tableau II.3</b>	Valeurs de $K_2$	34
<b>Tableau II.4</b>	Valeurs de $C_{th}$	35
<b>Tableau II.5</b>	Résultats des paramètres calculés du trafic	36

**Chapitre III : méthodologie pour le calcul des tracés en plan**

<b>Tableau III.1</b>	Formules de calcul des éléments des raccordements circulaires	40
<b>Tableau III.2</b>	Cas exceptionnels pour le calcul de gisement	40
<b>Tableau III.3</b>	Classification du terrain dénivelée cumulée	41
<b>Tableau III.4</b>	Sinuosité	42
<b>Tableau III.5</b>	Environnement de la route	42
<b>Tableau III.6</b>	Vitesse de référence	43
<b>Tableau III.7</b>	Devers	45
<b>Tableau III.8</b>	Coefficient transversal ft	45
<b>Tableau III.9</b>	Coefficient $F''$	45

**Chapitre IV : Étude de l'avant-projet sommaire de la route existante(APS)**

<b>Tableau IV.1</b>	les coordonnées des points au sommet de la route existante	48
<b>Tableau IV.2</b>	Récapitulatif des résultats	51
<b>Tableau IV.3</b>	Calcul des déclivité cumulés de la route existante APS	52
<b>Tableau IV.4</b>	Tableau récapitulatif	58
<b>Tableau IV.5</b>	Récapitulatif des rayons en plan	58

**Chapitre V : Étude en avant-projet détaillé (APD)**

<b>Tableau V.1</b>	Les coordonnées des sommets	60
<b>Tableau V.2</b>	Déclivités cumulées de la route	61
<b>Tableau V.3</b>	Récapitulatif des résultats	67
<b>Tableau V.4</b>	récapitulatif des paramètres	67
<b>Tableau V.5</b>	Récapitulatif des rayons en plan	68
<b>Chapitre VI : Raccordement progressif</b>		
<b>Tableau VI.1</b>	Vérification de non chevauchement	72
<b>Tableau VI.2</b>	Formule de calcul des éléments de la clothoïde	73
<b>Tableau VI.3</b>	Données principales	74
<b>Tableau VI.4</b>	Longueur de la clothoïde	75
<b>Tableau VI.5</b>	Valeur des éléments de clothoïde	77
<b>Chapitre VII : Étude des profils en long et en travers</b>		
<b>Tableau VII.1</b>	Valeur de déclivité maximale.	79
<b>Tableau VII.2</b>	Récapitulatif des rayons en angle saillant	82
<b>Tableau VII.3</b>	Rayons concaves (angle rentrant)	83
<b>Chapitre VIII : Dimensionnement du corps de chaussée</b>		
<b>Tableau VIII.1</b>	Classes du sol en fonction de l'indice CBR	92
<b>Tableau VIII.2</b>	Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau	94
<b>Tableau VIII.3</b>	l'épaisseur de chaque couche	96
<b>Chapitre IX : Paramètres cinématiques</b>		
<b>Tableau IX.1</b>	Valeur de $f\ell$	98
<b>Tableau IX.2</b>	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	100
<b>Tableau IX.3</b>	Récapitulatif des résultats	101
<b>Tableau IX.4</b>	Distance de visibilité de manoeuvre de dépassement ( B40)	102
<b>Chapitre XI : Implantation</b>		
<b>Tableau XI.1</b>	Données d'implantation de l'arc de cercle du 1er virage	110
<b>Tableau XI.2</b>	Implantation de la branche de l'arc de cercle « 1er virage » R = 450	110
<b>Tableau XI.3</b>	Listing d'implantation planimétrique et altimétrique des profils	110
<b>Chapitre XII : Assainissement</b>		

<b>Tableau XII.1</b>	coefficient de <b>de ruissellement</b> 'c'	121
	Devis quantitatif et estimatif	127

## Sommaire

ملخص	IV
Résumé	V
Abstract	VI
Liste des abréviations	VII
Liste des figures	X
Liste des tableaux	XII
Introduction générale	21

### Partie I : Étude de la route existante

#### Chapitre I : Présentation de la Wilaya de Relizane

<b>I.1</b>	Situation géographique	2
<b>I.2</b>	Potentialités de la wilaya	25
<b>I.2.1</b>	Caractéristiques naturelles et conditions climatiques	25
<b>I.2.2</b>	Infrastructure de base	25
<b>I.3</b>	Description du projet	27
<b>I.4</b>	Données de base du tronçon routier	27
<b>1.4.1</b>	Levé topographique	27
<b>I.4.2</b>	Catégorie de la route	28

#### Chapitre II : Étude du trafic

<b>II.1</b>	Introduction	30
<b>II.2</b>	Analyse de trafics	30
<b>II.3</b>	Différentes types de trafics_	31
<b>II.4</b>	Modèles de présentation de trafic	32
<b>II.5</b>	Prolongation de l'évolution passée	32
<b>II.6</b>	Calcul de la capacité	32
<b>II.6.1</b>	Définition de la capacité	32
<b>II.6.2</b>	La procédure de détermination de nombre de voies	33
<b>II.6.3</b>	Calcul de TJMA horizon (Tn)	33
<b>II.6.4</b>	Calcule des trafics effectifs	33

<b>II.6.5</b>	Débit de point horaire normal	34
<b>II.6.6</b>	Débit horaire admissible	34
<b>II.6.7</b>	Calcul de nombre de voies	35
<b>II.7</b>	Application au projet	35

**Chapitre III : méthodologie pour le calcul des tracés en plan**

<b>III.1</b>	Introduction	37
<b>III.2</b>	Règles à respecter pour le tracé en plan	37
<b>III.3</b>	Les différentes étapes	38
<b>III.4.</b>	Étude des coordonnées de route	38
<b>III.4.1</b>	Détermination des coordonnées des sommets	38
<b>III.4.2.</b>	Vitesse de référence	42
<b>III.4.3.</b>	Courbure en plan	43
<b>III.4.4.</b>	Le choix des rayons	44
<b>III.4.5.</b>	Devers	44
<b>III.4.6.</b>	Pourcentage en alignement droit et en courbe	45
<b>III.4.7.</b>	Déclivités-profil en long	46

**Chapitre IV : Étude en avant-projet sommaire de la chaussée existante (APS)**

<b>IV.1.</b>	L'axe de la chaussée	47
<b>IV.2.</b>	Calcul des gisements, angles au centre ,distances et des éléments de raccordements circulaires	49
<b>IV.3.</b>	Calcul et vérification du pourcentage des alignements droits dans le tracé	50
<b>IV.4.</b>	Calcul vérification du pourcentage des courbes dans le tracé	51
<b>IV.5.</b>	Identification de l'environnement de la route	52

**Partie II. Modernisation de la route (tracé)**

**Chapitre V : Étude en avant-projet détaillé (APD)**

<b>V.1.</b>	Introduction	60
<b>V.2.</b>	Calcul du nouveau tracé modernisé	61
<b>V.3.</b>	Détermination des paramètres cinématiques	67

V.4.	Calcul des Rayons de courbure en plan	68
------	---------------------------------------	----

### **Chapitre VI : Raccordement progressif**

VI.1.	Introduction	69
VI.2.	Propriétés de la clothoïde	70
VI.2.1.	Longueur de ces raccords	70
VI.2.2.	La condition de confort dynamique :	71
VI.2.3.	La condition confort Optique	71
VI.2.4.	Condition de gauchissement	71
VI.3.	Vérification de non chevauchement :	72
VI.4.	Calcul des raccords progressifs du tracé modernisé	74

### **Chapitre VII : Étude des profils en long et en travers**

VII.1.	Introduction	78
VII.2.	Ligne rouge	78
VII.3.	Déclivité minimale	79
VII.4.	Déclivité maximale	79
VII.4.1.	Raccords en profil en long	79
VII.5.	Définition profil en travers	83
VII.5.1.	Point fictif	83
VII.5.2.	Profil en travers courant	83
VII.5.3.	Profil en travers type	84
VII.6.	Calcul du profil en travers type du projet	85

### **Chapitre VIII : Dimensionnement du corps de chaussée**

VIII.1.	Introduction	88
VIII.2.	Les efforts dus aux véhicules	88
VIII.3.	Résistance des sols de fondation	88
VIII.4.	Définition de la chaussée	89
VIII.4.1	Au sens géométrique	89
VIII.4.2.	Au sens structurel	89

<b>VIII.5.</b>	Les différentes catégories de chaussées	89
<b>VIII.5.1.</b>	Chaussées souples	89
<b>VIII.5.2</b>	Chaussée rigides	91
<b>VIII-5-3</b>	Chaussée semi-rigides	91
<b>VIII.6.</b>	Choix du type de chaussée	91
<b>VIII.7</b>	Dimensionnement du corps de chaussée	92
<b>VIII.7.1.</b>	Méthode de C.B.R	93
<b>VIII.7.2.</b>	Notion d'épaisseur équivalente	93
<b>VIII.8.</b>	Application au projet	94

### **Chapitre IX : Paramètres cinématiques**

<b>IX.1.</b>	Introduction	97
<b>IX.2.</b>	Distance de freinage	97
<b>IX.3.</b>	Distance d'arrêt en alignement droit	98
<b>IX.4.</b>	Distance d'arrêt en courbes (d2)	99
<b>IX.5.</b>	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	100
<b>IX.6.</b>	Distance de sécurité entre véhicules	100
<b>IX.7</b>	Application au projet	100
<b>IX.8</b>	Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre:	101

### **Chapitre X : Calcul des terrassements (cubatures)**

<b>X.1.</b>	Introduction	103
<b>X.2.</b>	Méthode de calcul	103
<b>X.2.1.</b>	Formule de SARRUS	104

### **Chapitre XI : Implantation**

<b>XI.1.</b>	Introduction	107
<b>XI.2.</b>	Implantation planimétrique des sommets des alignements	107
<b>XI.3.</b>	Implantation de courbes	107
<b>XI.4.</b>	Piquetage en altimétrie	109

### **Chapitre XII : Assainissement**

<b>XII.1.</b>	Introduction	118
<b>XII.2.</b>	Objectif de l'assainissement	118
<b>XII.3.</b>	Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier	118
<b>XII.3.1.</b>	Fossé de pied du talus de déblai	119
<b>XII.3.2.</b>	Fossé de crête de déblai	119
<b>XII.3.3.</b>	Fossé de pied de talus remblai	119
<b>XII.3.4.</b>	Drain	119
<b>XII.4.</b>	Drainage de la route	120
<b>XII.5.</b>	Choix des ouvrages d'évacuation	120
<b>XII.6.</b>	Méthodes théorique de calcul pour dimensionner un fossé	120
<b>Chapitre XIII : Signalisation de la route</b>		
<b>XIII.1.</b>	Introduction	122
<b>XIII.2 .</b>	Signalisation	122
<b>XIII.3.</b>	Objectifs de signalisation routière	122
<b>XIII-4.</b>	Types de signalisation	123
<b>XIII.4.1.</b>	La signalisation routière horizontale	123
<b>XIII.4.2.</b>	Signalisation routière verticale	125
	Estimation du cout du projet	127
	Conclusion	129
	Bibliographie	131
	Annexe I	132
	Annexe II	133
	Annexe III	134

## **INTRODUCTION GENERALE**

La modernisation du réseau routier est l'un des principes essentiels pour le développement économique et stratégique des territoires. En améliorant la qualité et la capacité des infrastructures, routières, les infrastructures modernisées favorisent non seulement le désenclavement des zones périphériques, mais améliore également la fluidité de la circulation (Fay et Morrisson, 2007), stimule la croissance socioéconomique locale et facilite la mobilité des populations et des marchandises. Cette dynamique est confirmée par de nombreuses études montrant que l'amélioration des réseaux routiers entraîne des gains de temps, une baisse des coûts logistiques autour des axes modernisés (Mallek et Baouni,2021).

Les techniques auxquelles la route moderne fait appel se sont multipliées et ont pris une grande ampleur à l'heure actuelle, par l'utilisation de la technologie moderne tant dans les tracés routiers que dans les moyens utilisés lors de la construction routière, d'où l'importance de cette étude, qui consiste à moderniser le tronçon routier reliant la wilaya de Relizane à Tiaret , passant par la ville de KENANDA (Wilaya de Relizane) sur une distance 3km 500 m. Il représente une importance stratégique pour le réseau national liant la wilaya de Relizane à Tiaret .

Dans la première partie de l'étude, il sera question de diagnostiquer l'état réel de la chaussée et de son environnement pour identifier les défaillances et besoins de modernisation.

Dans cette optique, l'organisation de ce manuscrit s'organise en deux parties, la première a pour objet l'étude en avant- projet détaillé (APS) de la chaussée existante. Il sera question de faire une analyse détaillée des caractéristiques géométriques existantes de la section de route et proposeront une amélioration en conséquence de toutes les valeurs planimétrique et altimétrique qui ne répondent pas aux normes d'une route nationale.

Pour la deuxième partie, l'étape consiste à définir les solutions techniques adaptées pour moderniser la route en tenant compte des résultats du diagnostic.

Il sera question de prévoir une conception géométrique améliorée : le choix d'un nouveau tracé qui prendra en considération la rectification des défauts géométrique qui

réponde au mieux au projet tout en tenant compte des aspects topographique, physique et fonctionnels de la route favorisant ainsi que la mobilité douce , réduire la congestion, les temps de déplacement, et les accidents.

En terminera avec un chapitre sur la quantification des travaux de terrassement (cubatures), et estimation de la réalisation de la route, suivi d'une conclusion générale.

# Partie I : Étude de la route existante

---

## Chapitre I : Présentation de la Wilaya de Relizane

### I.1. Situation géographique

La wilaya de Relizane occupe une position stratégique dans la région nord-ouest du pays. Elle constitue un carrefour d'échanges socio-économiques très important à l'échelle régionale et nationale. Sa population de la wilaya de Relizane est de 998 518 habitants au 31/12/2021( ref aniref).

Elle s'étend sur une superficie de 4 872,32 km<sup>2</sup> et est située à 60 Km du port de Mostaganem, à 120 Km de l'Aéroport International d'Oran, à 320 km l'Ouest de la Capitale, Alger.

La wilaya est située au Nord-ouest du pays. Elle est limitée par les wilayas suivantes :

- Au nord par la wilaya de Mostaganem et Chlef ;
- Au sud par la wilaya de Mascara et Tiaret ;
- A l'ouest par la wilaya de Mostaganem;
- A l'est par la wilaya de Chlef, et Tissemsilt



**Figure I.1 :** Localisation de la Wilaya de Relizane

## **I.2. Potentialités de la wilaya**

Les potentialités de la wilaya se résument en:

Une position de carrefour d'échanges avec un réseau d'infrastructures important. L'autoroute est – ouest et le réseau routier (RN 4, RN23, RN7, RN90 et RN 90A) reliant la wilaya à de grands centres urbains et industriels tels Oran, Mostaganem, Mascara, Tiaret et Chleff et auxquels s'ajoutent les lignes de chemins de fer Alger.

### **I.2.1. Caractéristiques naturelles et conditions climatiques**

#### **➤ Relief**

La wilaya de Relizane est entourée de chaînes de montagnes divisées en trois régions principales :

- Les montagnes du Dahra au Nord
- Les montagnes d' Ouarsenis au Sud –Est
- Les montagnes de Béni Chougrane au Sus-Ouest

Ces montagnes surplombent des étendues de plaines représentant 32 % de la surface de la wilaya ( ANIREF) tel que :

- Les plaines de Mina et du Bas Chlef occupent la partie centrale de la wilaya, elles s'étendent d'Est en Ouest et leur altitude varie entre 40 et 200 m . Cet ensemble est traversé par deux principaux cours d'eau : Oued Chellif et Oued Mina. La plaine est caractérisée par l'existence d'une dépression (la sebkha de Benziane).

#### **➤ Climat**

La wilaya est divisée en deux étages : aride et semi-aride. On y distingue trois sous- étages :

- Semi-aride "doux" au Nord ;
- Aride "doux" dans les régions de la plaine et les piémonts
- Semi-aride "chaud" à l'est de l'Ouarsenis.

### **I.2.2. Infrastructure de base**

#### **➤ Réseau routier**

La commune est traversée par quatre routes nationales, RN6, RN7, RN04 et RN17A de sept directions différentes.

Tableau I.1 : Réseau routier

Autoroutes (km)	Routes Nationales (km)	Chemins de wilaya (km)	Chemins communaux (km)
87	315	496	2187

➤ Réseau ferroviaire

La wilaya est traversée par une voie ferrée de l'est à partir des limites de la wilaya de Chlef, à l'ouest à la limite de la wilaya de Mascara( Mohammadia) , s'étend sur une distance de 93 km comprenant cinq (05) gares principales, Relizane, Oued Rhiau ,Djidiouia,Oued Djemaa et Yellel.

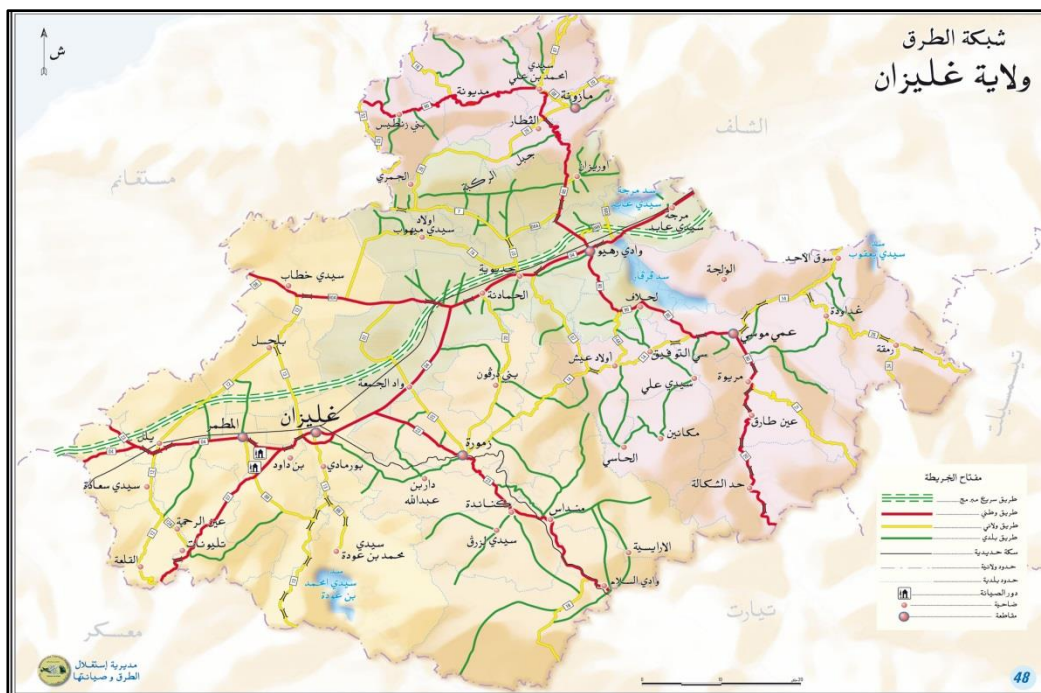


Figure I.2 : Carte de Réseau routier de la wilaya de Relizane

### **I.3.Description du projet**

L'objectif de cette étude est tronçon routier concerne un passant par la commune de KNANDA (Wilaya de Relizane) sur une distance 3km 500 m

Le projet dans sa globalité porte sur l'étude de modernisation d'un tronçon routier RN 23 passant par la commune de KENANDA; et reliant la wilaya de Relizane à la wilaya de Tiaret. Le tronçon du projet est d'une longueur de 3,5 km, il prend son origine PK 57+000 pour prendre fin PK 62+650.

La géométrie est constituée de plusieurs virages à faibles rayons. Les données de base du projet nous ont été fournies par la direction des travaux publics de la wilaya de Relizane ; alors que les valeurs des coefficients ont été déduites des normes B40.



**Figure I.3 :** Entrée de la route (gauche), sortie de la route (droite) du ville de KENANDA

### **I.4. Données de base du tronçon routier**

#### **1.4.1. Levé topographique**

Toute étude et conçue sur un fond topographique définissant l'état du relief. Pour notre étude on dispose d'un levé topographique établi à l'échelle 1/1000 comportant les détails planimétriques et altimétriques du terrain naturel (figure I.4).



**Figure I.4 :** Vue aérienne du tronçon ( source Google Earth).

#### **I.4.2. Catégorie de la route**

La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio-économiques et administrative situées sur les localités desservie par la route ( B40) .

Les routes Algérienne sont classées cinq catégorie fonctionnelles et sont comme suit :

- **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économique et les centres industriels lourdes considérés deux a deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.
- **Catégorie 2** : Liaison des pôles d'industries de transformation entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légers diversifiées avec le réseau précédent.
- **Catégorie 3** : Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2.
- **Catégorie 4** : Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1-2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- **Catégorie 5** : routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

**Tableau I.2** : données de base du projet existante

<b>Désignation</b>	<b>Valeurs</b>
<b>Trafic TJMA</b>	2919 V/J
<b>Pourcentage de poids lourds (Z)</b>	30%
<b>Année de comptage (année d'origine)</b>	2022
<b>Coefficient d'équivalence P</b>	6
<b>taux d'accroissement <math>\tau</math> annuel du trafic</b>	4%
<b>Durée de vie</b>	20 ans
<b>L'indice CBR</b>	7

## Chapitre II : Étude du trafic

### II.1.Introduction

En Algérie, les principes de calcul des routes reposent principalement sur l'évaluation du trafic futur et la détermination des caractéristiques techniques adaptées au réseau routier national. Le calcul commence par la projection du trafic journalier moyen annuel à l'année horizon, en tenant compte d'un taux d'accroissement annuel du trafic. Ce trafic est ensuite converti en trafic effectif exprimé en unités de véhicules particuliers, en intégrant un coefficient d'équivalence pour les poids lourds, qui ont un impact plus important sur la chaussée. Aussi, le calcul du débit du trafic permet de dimensionner le nombre de voies nécessaires. Cette approche garantit que la route pourra supporter le trafic attendu tout en assurant sa sécurité et fluidité.

### II.2.Analyse de trafics

L'analyse vise à caractériser les conditions de circulation (volume, composition, saturation, origine et destination des usagers). Elle débute par la collecte de données précises. La mesure du trafic s'appuie sur deux méthodes complémentaires

A) **Les comptages** : qui peuvent être manuels ou automatiques.

- **Comptages manuels** : réalisés par des agents, ils permettent d'identifier la composition du trafic, notamment la part des poids lourds et des transports en commun.
- **Comptages automatiques** : effectués par des enregistreurs comportant une détection pneumatique via un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. Ils peuvent être permanents , installés sur des routes les plus importantes(réseau autoroutier, routier national et chemins de wilaya), ou temporaires (sur d'autres routes, pendant un mois par an ou le trafic est le plus intense). L'inconvénient de ces derniers dispositifs est qu'ils ne différencient pas toujours entre les véhicules légers et poids lourds.

#### B) Enquêtes

Les enquêtes complètent les comptages en fournissant des informations sur la nature du trafic et l'orientation des flux :

- Enquêtes origine-destination: permettent de connaître les flux inter-zones, souvent réalisées via des enquêtes cordon.

- Enquêtes papillons ou distributions : distribution d'autocollants aux véhicules pour identifier les points d'entrée et de sortie d'un secteur. Rapide mais ne donne pas l'origine et destination exactes.
- Relevé des plaques minéralogiques: enregistrement des numéros des véhicules à différents points pour estimer les flux, sans gêner la circulation, mais avec un risque d'erreur.
- Relevé des plaques minéralogiques : enregistrement des numéros des véhicules à différents points pour estimer les flux, sans gêner la circulation, mais avec un risque d'erreur.
- Interviews des conducteurs : interrogations directes sur l'origine, le motif, la fréquence et le trajet, méthode précise mais coûteuse et lourde.
- Enquêtes ménages à domicile : interviews détaillées des ménages sur leurs déplacements, utilisées pour des études globales de mobilité dans une agglomération.

### **II.3. Différentes types de trafics\_**

- **Trafic normal :**

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement indépendamment du nouveau projet.

- **Trafic dévié (dérivé)**

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point.

- **Trafic induit :**

correspond aux nouveaux déplacements rendus possibles par l'amélioration des infrastructures routières, qui facilitent les trajets auparavant difficiles et stimulent la production et les ventes grâce à la réduction des coûts.

- **Trafic total :**

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

## II.4. Modèles de présentation de trafic

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

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

## II.5. Prolongation de l'évolution passée

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé.

On établit en général un modèle De croissance du type exponentiel.

Le trafic  $T_n$  à l'année  $n$  sera : 
$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n \quad (II.1)$$

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

$\tau$  : est le taux de croissance.

## II.6. Calcul de la capacité

### II.6.1. 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.6.2. La procédure de détermination de nombre de voies

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

## II.6.3. Calcul de TJMA horizon (T<sub>n</sub>)

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

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n \quad (II.2)$$

T<sub>0</sub> : **TMJA<sub>0</sub> service** : trafic journalier moyen à l'année de mise en service

n : : nombre d'année à partir de l'année de mise en service.

τ : taux d'accroissement annuel du trafic (%).

## II.6.4 .Calcule des trafics effectifs

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (UVP) en fonction de type de routes et de l'environnement (en plaine, vallonné ou montagneux).

Pour cela, on utilise des coefficients d'équivalence (P) pour convertir les PL en uvp (tableau ci-dessous). Le trafic effectif est donné par la relation :

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ]. T_n \quad (II.3)$$

T<sub>eff</sub> : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route.

**Tableau II.1 : Trafic effectifs.**

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

### II.6.5.Débit de point horaire normal

Le débit de point horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

$$Q = (1/n) T_{\text{eff}} \quad (\text{II.4})$$

Q : Débit de pointe horaire ; [uvp/h]

n : Nombre d'heure, (en général n=8 heures) d'après le B40 on prend (1/n)=0.12 ; T<sub>eff</sub> : Trafic effectif.

### II.6.6.Débit horaire admissible

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

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

K<sub>1</sub> : coefficient lié à l'environnement.

K<sub>2</sub> : coefficient de réduction de capacité.

C<sub>th</sub> : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable (UVP/h)

Avec :

#### a) Valeurs de K<sub>1</sub>

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

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

#### b) Valeur de K<sub>2</sub>

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

environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E <sub>1</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E <sub>2</sub>	0.99	<u>0.99</u>	0.99	0.98	0.98
E <sub>3</sub>	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

c) Valeur de  $C_{th}$  : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

**Tableau II.4 :** Valeurs de  $C_{th}$

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	<u>1500</u> à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

### II.6.7. Calcule de nombre de voies

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

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

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

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

$$N = \frac{S*Q}{Q_{adm}} \quad (II.6)$$

Avec :  $S$  : coefficient dissymétrie en général = 2/3

$Q_{adm}$  : débit admissible par voie

### II.7. Application au projet

#### 1- Calcul de TJMA de mise en service :

- $T_1 = T_0 (1 + \tau)^n = 2919(1 + 0.04)^3 = 3283 \text{ UPV / J}$

#### 2- Calcul de TJMA horizon à la 20ème année :

- $T_{20} = T_0 (1 + \tau)^n = 3238 (1+0.04)^{20} = 7193 \text{ VPL/J}$

**3- Calcul de trafic effectif :**

- $T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + P.Z] \times T20 = [(1 - 0.30) + 6 \times 0.30] \times 7193 = 17983 \text{ V/J}$

**4- Débit de point horaire normal :**

- $Q = (1/n) \cdot T_{\text{eff}} = 0.12 \cdot 17983 = 2158 \text{ UVP/h}$

- Pour une catégorie de route 2 et Environnement 2  $K_1 = 0.85$  ,  $K_2 = 0.99$

- Pour la chaussée bidirectionnelle  $C_{\text{th}} = 1500 \text{ UVP/h}$

**D'après B40 :**

- $Q_{\text{adm}} = K_1 K_2 \cdot C_{\text{th}} = 0.85 \times 0.99 \times 1500 = 1262 \text{ UVP/J}$

**5- Nombre de voie :**

$N = (2/3) \times (Q/Q_{\text{adm}}) = (2/3) \times (2158/1262) = 1.14 \approx 1 \text{ voie / sens}$

Le tableau suivant résume les résultats calculé du trafic

**Tableau II.5 : Résultats des paramètres calculés du trafic**

Paramètres	Valeur
Trafic a l'année de mise en service (2025)	3283 V/J
Trafic moyen journalier (TJMA) horizon (2045)	7193 V/J
Trafic effectif	17983 V/J
Débit du point horaire normal	2158 UVP/J
Débit admissible	1262 UVP/J
Nombre de voies	1 voie/sens
La largeur de la chaussée	2 x 3,50 = 7m

## Chapitre III : Méthodologie pour le calcul des tracés en plan

### III.1. Introduction

Le tracé en plan, élément clé de la modernisation des routes, diffère selon qu'il s'agisse d'un site vierge ou d'une réhabilitation. L'objectif est d'utiliser des rayons de courbure supérieurs ou égaux au rayon minimal recommandé (RHnd) pour améliorer le confort et la visibilité, sans engendrer de surcoût important. Les règles de dimensionnement visent à garantir un confort homogène et une sécurité optimale, notamment par un bon enchaînement des éléments du tracé et une visibilité adaptée.

### III.2. Règles à respecter pour le tracé en plan

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui, on va citer certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes.

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40 % et 60 % de la longueur total de tracé.

#### ➤ Pour l'aménagement des routes existantes

Sous certaines conditions, il est possible d'adopter des valeurs inférieures aux valeurs minimales recommandées. Les recommandations 1 et 2 sont généralement non applicables, tandis que les recommandations 3, 4 et 5, qui concernent directement la sécurité, doivent être impérativement prises en compte. Leur application doit être évaluée en fonction des résultats du diagnostic de sécurité, notamment l'analyse des accidents.

### **III.3. Les différentes étapes**

L'étude de chaque variante sera axée sur les étapes suivantes :

- Détermination, des coordonnées définissant l'axe de la route.
- L'environnement de la route.
  - Dénivelée cumulée.
  - Sinuosité.
- Vitesse de référence  $V_r$ .
- Les rayons en plan  $R_{Hm}$ ,  $R_{HN}$ ,  $R_{hd}$  et  $R_{Hnd}$ .
- Choix des rayons.
- Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- Détermination des déclivités (Profil en long).
- Cubatures approchées.

### **III.4. Étude des coordonnées de route**

#### **III.4.1. Détermination des coordonnées des sommets**

Il s'agit de relever à partir du tracé en plan, les coordonnées planimétriques définissant l'axe la route. Une fois les coordonnées relevées, il faut calculer les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits, puis déterminer ensuite les angles au centre de chaque raccordement et enfin , procéder à la mesure des longueurs des tangentes.

#### **a)- Calcul de gisements et des angles au centre**

Dans cette partie on a relevé à partir du tracé en plan, les coordonnées planimétriques définissant l'axe la route. Une fois les coordonnées relevées, on calcule les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits, on détermine ensuite les angles au centre de chaque raccordement et enfin on procède à la mesure des longueurs des tangentes.

- **Gisement :**

Le gisement d'une direction est l'angle dans le sens topographique (des aiguilles d'une montre) compris entre l'axe des Y et la direction.

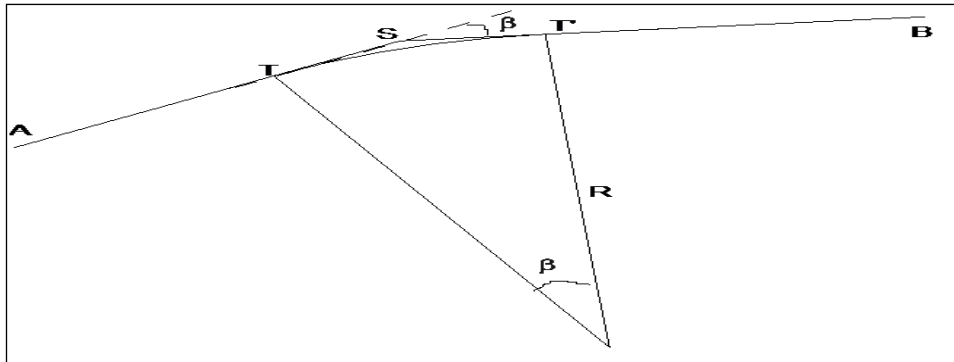


Figure III.1 : Détermination de l'angle au centre.

$$G_{SB} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_B - X_S}{Y_B - Y_S} \quad (\text{III.1})$$

- **Distance**

La distance SB est donnée par la relation :

$$SB = \sqrt{(X_B - X_S)^2 + (Y_B - Y_S)^2} \quad (\text{III.2})$$

- **l'angle au centre**

D'après le cas de figure, l'angle au centre  $\beta$  est donnée par :

$$\beta = G_{SB} - G_{AS} \quad (\text{III.3})$$

- **Alignement droit LAD**

$$ADi = Di - (D_{I-} (T_{i-1} - T_i)) \quad (\text{III.4})$$

$$LAD = \Sigma ADi = \Sigma (Di - (D_{I-} (T_{i-1} - T_i))) \quad (\text{III.5})$$

**b) Détermination des éléments des Raccordements**

Les éléments à calculer concernent les : Bissectrice , développée , flèche et la tangente , dont les formules de base sont présentées au tableau

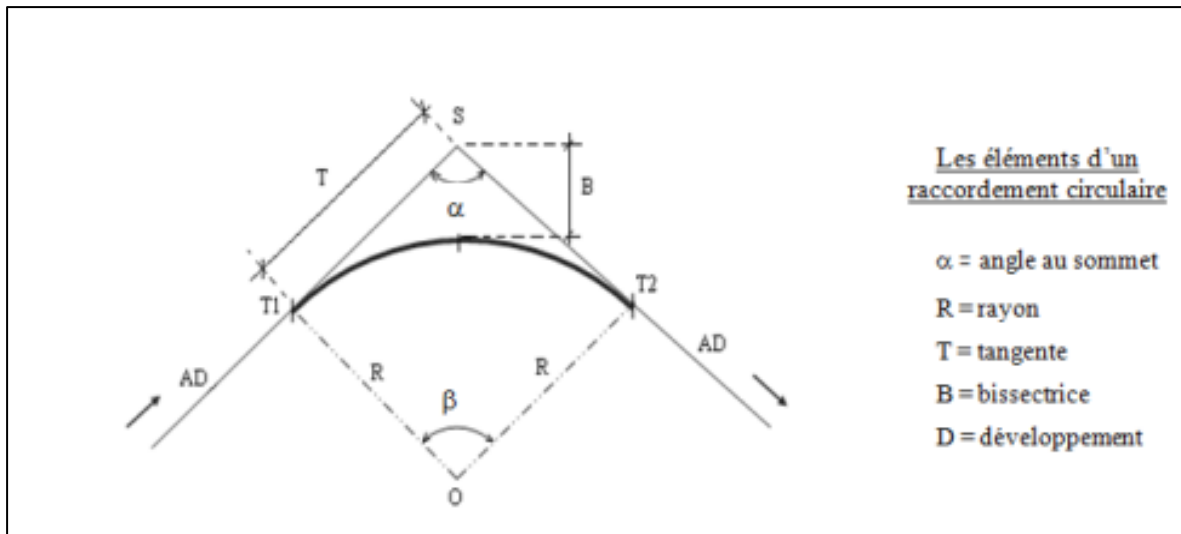


Figure III.2 : Les éléments d'un raccordement circulaire

Tableau III.1: Formules de calcul des éléments des raccordements circulaires

Désignation	Formule
Tangente	$S_T = S_{T'} = R \cdot \text{tg} \left( \frac{\beta}{2} \right)$
Bissectrice	I. $\text{Biss} = R \cdot \left( \frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$
Développée	II. $D = \frac{\pi \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \beta^{\text{grad}} \cdot R}{200} = R \cdot \beta^{\text{rd}}$
Flèche	III. $F = R \left( 1 - \cos \left( \frac{\beta}{2} \right) \right)$

Tableau III.2 :Cas exceptionnels pour le calcul de gisement

Gisement	formule	Condition si
GIS	gis	$(\Delta X > 0 \text{ et } Y > 0)$ (avec gis > 0)
	200 - gis	$(\Delta X > 0 \text{ et } Y < 0)$ (avec gis < 0)
	200 + gis	$(\Delta X < 0 \text{ et } Y < 0)$ (avec gis > 0)
	400 - gis	$(\Delta X < 0 \text{ et } Y > 0)$ (avec gis < 0)

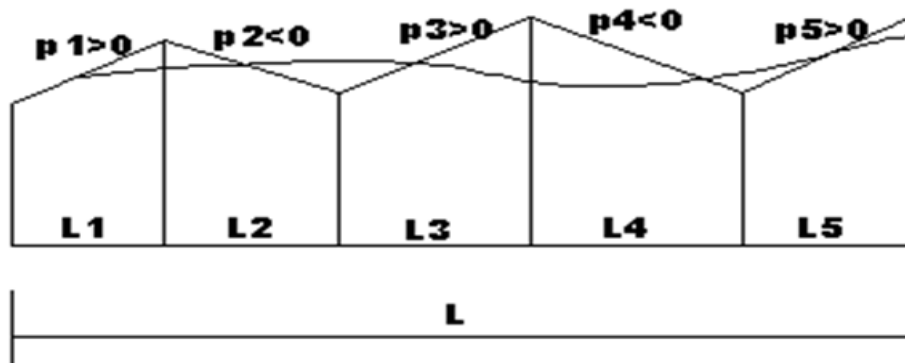
**c) Environnement de la route**

Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne : DC
- La sinuosité "σ"

✓ **Dénivelée cumulée moyenne**

La somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportée à la longueur de cet itinéraire, permet de mesurer la variation longitudinale du relief. (B40).



**Figure III.3 : Dénivelée cumulée moyenne**

$$DC = \frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i \ell_i + \sum_{P_i < 0} P_i \ell_i \right|}{L} \tag{III.6}$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie au sein desquels les couts d'aménagements d'itinéraires aux caractéristiques comparables sont relativement stables.

**Tableau III.3 : Classification du terrain dénivelée cumulée**

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	<b>DC ≤ 1.5%</b>
2	Terrain Vallonné	1.5% < DC ≤ 4%
3	Terrain montagneux	DC > 4%

✓ **Sinuosité**

La sinuosité  $\sigma$  d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse  $L_s$  sur la longueur totale de l'itinéraire.

La longueur sinueuse  $L_s$  est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.

$$\text{Soit } L_s = \Delta D \text{ (R} \leq 200 \text{ m)} \tag{III.7}$$

$$\sigma = \frac{L_s}{L_T} \tag{III.8}$$

**Tableau III.4 : Sinuosité**

N°	Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.10$
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

**Tableau III.5 : Environnement de la route**

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

**III.4.2. Vitesse de référence**

vitesse de référence est la vitesse de circulation des véhicules sur une route à circulation normale et au-dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement en dehors des pointes. Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de route et par les conditions géographiques.

La vitesse set donc fonction de :

- La catégorie.
- L'environnement.

**Tableau III.6 : Vitesse de référence**

<b>Environnement Catégorie</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<b>Cat 1</b>	120-100-80	100-80-60	80-60-40
<b>Cat 2</b>	120-100-80	100-80-60	80-60-40
<b>Cat 3</b>	120-100-80	100-80-60	80-60-40
<b>Cat 4</b>	100-80-60	80-60-40	60-40
<b>Cat 5</b>	80-60-40	60-40	40

### III.4.3. Courbure en plan

#### a) Le rayon minimal absolu RHm

C'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et parcourue par la vitesse de référence.

$$RHm = \frac{Vr^2}{127(d+ft)} \quad (III.9)$$

#### b) Le rayon minima normal RHN

RHN est le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure. Il lui est associé un dévers égal à  $d_{max} = -2\%$  pour les Catégories 1-2-3 et 4. Ce dévers est réduit à  $6\%$  ( $d_{max} = -3\%$ ) pour la catégorie 5.

$$RHn = \frac{(Vr+20)^2}{127(d+ft)} \quad (III.10)$$

#### c) Le rayon de devers minimal RHd

RHd est le rayon au deçà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'effet centrifuge résiduel soit équivalent à celui subi par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit (devers : - d min %).

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2 * dmin)} \quad (III.11)$$

#### d) Le rayon non déversé RHnd

C'est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle que peut parcourir un véhicule roulant à la vitesse  $V = Vr$  et présente un dévers vers l'extérieur.

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(f'' - dmin)} \quad (III.12)$$

### III.4.4. Le choix des rayons

Pour une route de catégorie donnée, aucun rayon ne doit être inférieur au rayon minimum absolu RHm. On doit utiliser, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

### III.4.5. Devers

#### a) Devers en alignement

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée.

L'épaisseur du film d'eau est conditionnée par deux types de paramètres :

- Paramètres indépendant de la route : intensité et durée de la pluie.
- Paramètres liés à la route : nature et état du revêtement de surface.

#### b) Devers vers l'intérieur des courbes

En courbe, le devers 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.

Le devers minimal nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

Le devers maximal admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologique exceptionnelles.

**c) Devers dmin et dmax**

**Tableau III.7 : Devers**

	<b>Cat1</b>	<b>Cat2</b>	<b>Cat3</b>	<b>Cat4</b>	<b>Cat5</b>
<b>dmin</b>	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
<b>dmax</b>	7%	7%	8%	8%	9%

**d) Coefficient transversal ft**

**Tableau III.8 : Coefficient transversal ft**

<b>Vr</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>CAT 1-2</b>	0,22	0,16	0,13	0,11	0,1	0,1
<b>CAT 3-4-5</b>	0,22	0,18	0,15	0,125	0,11	/

**e) Coefficient F'' en fonction de la catégorie**

**Tableau III.9 : coefficient F''**

<b>Catégorie</b>	<b>Cat1</b>	<b>Cat2</b>	<b>Cat3</b>	<b>Cat4</b>	<b>Cat5</b>
<b>F''</b>	0,06	0,06	0,07	0,075	0,075

**III.4.6.Pourcentage en alignement droit et en courbe**

Pendant longtemps le tracé rectiligne a été considéré comme le meilleur parce qu'il est le plus court, mais ce tracé représente des inconvénients dans les grands alignements, éblouissement, torpeur du conducteur, vitesse excessive, esthétique difficile.

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grands rayons. Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droits d'une section de route. Il est recommandé de limité ce pourcentage de 40 à 60 %.

### **III.4.7.Déclivités-profil en long**

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant un plan vertical passant par l'axe du tracé.

Pratiquement le profil en long d'une route est composé d'éléments de ligne droite, raccordées par des courbes (cercle, parabole).

**On appelle rampe** : La progression croissante de l'inclinaison dans le sens du Kilométrage.

**On appelle pente** : La progression décroissante de l'inclinaison dans le sens du Kilométrage.

## Chapitre IV : Étude en avant-projet sommaire de la chaussée existante (APS)

### IV.1. L'axe de la chaussée

La figure (IV.1) présente le tracé en plan du tronçon à étudier, qui s'étale du point PK57+000AU PK62+650 sur une longueur de 3,5 km composé des alignements droit de BS1 à S16C raccordés par des arcs de cercle de rayons notés R1 à R16 (figure IV.1). Les coordonnées planimétrique des sommets sont énumérés dans le tableau (IV.1)



**Figure IV.1 : Levée du tracé en plan du tracé existant.**

**Tableau IV.1:** les coordonnées des points au sommet de la route existante

N	X	Y
1	304422.9470	3947351.9620
2	304197.3156	3947479.8746
3	303942.3110	3947474.2769
4	303799.2768	3947438.7113
5	303662.7209	3947647.8003
6	303202.7925	3947878.7500
7	302815.9047	3948038.7923
8	302636.6222	3947946.4051
9	302511.8486	3948011.3379
10	302522.2546	3948114.3995
11	302556.9508	3948205.8875
12	302556.9641	3948392.0697
13	302374.0026	3948520.2284
14	302210.5285	3948536.3330
15	302097.7991	3948511.6956
16	301876.7485	3948526.5972
17	301914.1893	3948665.9433
18	301954.9698	3948871.1968

## IV.2.Calcul des gisements,angles au centre ,distances et des éléments de raccordements circulaires

En se référant au tableau III.1(chapitre III), relatif aux formules de calcul , les résultats du calcul sont présentés à l'annexe I : Étude de l'APS de la route existante ) .

### Méthodologie suivi pour calcul

- Distance ; Gisements et angles au centre

$$\Delta X_1 = 304197.316 - 304422.947 = -225.6314 \text{ m}$$

$$\Delta Y_1 = 3947479.875 - 3947351.962 = 127.9126 \text{ m}$$

$$\Delta X_2 = 303942.311 - 304197.316 = -255.0046 \text{ m}$$

$$\Delta Y_2 = 3947474.277 - 3947479.875 = -5.5977 \text{ m}$$

### Distance

$$AS = \sqrt{(XA - XS)^2 + (YA - YS)^2} = \sqrt{(-225.6314)^2 + (127.9126)^2} = 259.3668 \text{ m}$$

$$AS2 = \sqrt{(-255.0046)^2 + (-5.5977)^2} = 255.0660 \text{ m}$$

### Gisements

$$G_{BS1} = \arctg \left| \frac{-225,6314}{127,9126} \right| = 67,1674 \text{ (grad)}$$

Avec ( $\Delta X < 0$  et  $\Delta Y > 0$ ) (avec gis  $< 0$ )

$$G_{BS1} = 400 - 67.1674 = \mathbf{332.8326 \text{ (grad)}}$$

$$G_{S2} = \arctg \left| \frac{\Delta X}{\Delta Y} \right| = \arctg \left| \frac{-255,0046}{-5,5977} \right| = 98,6028 \text{ (grad)}$$

Avec ( $\Delta X < 0$  et  $Y < 0$ ) (avec gis  $> 0$ )

$$G_2 = 200 + 98.6028 = \mathbf{298,6028 \text{ (grad)}}$$

### Angle au centre

$$\beta = G_2 - G_{AS} = \mathbf{34,2298 \text{ (grad)}}$$

- Paramètres des raccordements circulaires :

### Tangente

$$S_T = S_{T'} = R \cdot \text{tg} \left( \frac{\beta}{2} \right) = 250 * \text{tg} \left( \frac{\beta}{2} \right) = 68,8775$$

### Bissectrice

$$\text{Biss} = R \cdot \left( \frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right) = 250 \cdot (1 / \cos (\beta/2) - 1) = 9,3147$$

### La flèche

$$F = R \left( 1 - \cos \left( \frac{\beta}{2} \right) \right) = 250 (1 - \cos (\beta/2)) = 8,9801$$

### Développée :

$$D_v = \frac{\pi \beta^{\text{grad}} \cdot R}{200} = 3.14 * 34.2298 * 250 / 200 = 134,4202$$

- Alignement droit L<sub>AD</sub>

$$AD_1 = 259.3668 - 68.8775 = 190.4893 \text{ m}$$

$$AD_2 = 255.0660 - 68.8775 - 55.6685 = 130.520 \text{ m}$$

$$AD_{17} = 209.2656 - 19.9154 = 189.3501 \text{ m}$$

$$L_{AD} = \sum AD_i = 1755,9055 \text{ m}$$

### **IV.3. Calcul et vérification du pourcentage des alignements droits dans le tracé**

Le tracé rectiligne est considéré comme le tracé le plus court d'une route, mais il présente des inconvénients dans les grandes alignements droits parce qu'il cause la fatigue au conducteur (monotone dans la conduite), en même temps ils sont gênants en nuit du fait de l'éblouissement causé par les phares, et encore, ils permettent la conduite avec une vitesse excessive qui peut être la cause des graves accidents.

Donc il est préférable de remplacer les lignes droites par des alignements droits et des courbes, en respectant le pourcentage d'alignement droit qui a compris entre 20% et 60%

$$20\% \leq \frac{L_{AD}}{L_T} \leq 60\%$$

$$20\% \leq \frac{1755,9055}{3539,333} = 49.61 \leq 60\% \quad \text{Condition vérifiée}$$

#### IV.4.Calcul vérification du pourcentage des courbes dans le tracé

Le pourcentage des courbes dans une section de route doit être compris entre 40% et 80%

$$40 \% \leq \frac{L_C}{L_T} \leq 80 \%$$

$$40 \% \leq \frac{1783,427}{3539,333} = 50.39 \% \leq 80 \% \quad \text{Condition vérifiée}$$

**Tableau IV.2** : Récapitulatif des résultats

Paramètre	Symbole	Valeur
longueur totale des alignements droits mesurée	$L_{AD}$ ( m )	1755,9055
longueur totale des arcs de cercles calculées	$L_C$ ( m )	1783,427
longueur totale de tracé mesurée	$L_t = \Sigma L_{AD} - \Sigma L_C$ ( m )	3539, 333
Pourcentage Des Alignements (%)	$L_{AD}/L_t$ (%)	49,61
Pourcentage des courbes (%)	$L_C/L_t$ (%)	50,39
Conclusion	Condition vérifié	

**IV.5. Identification de l'environnement de la route**

**Tableau IV.3 : Calcul des déclivité cumulés de la route existante APS**

ville de KENANEDA AXE EXISTANT B-C						
N°	Abscisse	Axe Plan	Z Tn	X	Y	DN
P01	0	Droite 1	495.6	304422.947	3947351.962	-1.848
P02	25	Droite 1	497.448	304401.199	3947364.291	-1.321
P03	50	Droite 1	498.769	304379.45	3947376.621	-1.368
P04	75	Droite 1	500.137	304357.702	3947388.95	-1.409
P05	100	Droite 1	501.546	304335.954	3947401.279	-1.216
P06	125	Droite 1	502.762	304314.206	3947413.609	-1.062
P07	150	Droite 1	503.824	304292.457	3947425.938	-1.051
P08	175	Droite 1	504.875	304270.709	3947438.267	-0.573
P09	190.489	Arc 1	505.448	304257.235	3947445.906	-0.291
P10	200	Arc 1	505.739	304248.873	3947450.438	-0.778
P11	225	Arc 1	506.517	304226.135	3947460.803	-0.892
P12	250	Arc 1	507.409	304202.475	3947468.846	-1.204
P13	275	Arc 1	508.613	304178.13	3947474.487	-1.226
P14	300	Arc 1	509.839	304153.344	3947477.669	-0.904
P15	324.909	Arc 1	510.743	304128.456	3947478.363	-0.002
P16	325	Droite 2	510.745	304128.364	3947478.361	-1.177
P17	350	Droite 2	511.922	304103.37	3947477.812	-1.514
P18	375	Droite 2	513.436	304078.376	3947477.264	-1.954
P19	400	Droite 2	515.39	304053.382	3947476.715	-1.146
P20	425	Droite 2	516.536	304028.388	3947476.166	-1.191
P21	450	Droite 2	517.727	304003.394	3947475.618	-0.257
P22	455.428	Arc 2	517.984	303997.967	3947475.499	-1.286
P23	475	Arc 2	519.27	303978.414	3947474.686	-1.467
P24	500	Arc 2	520.737	303953.509	3947472.537	-1.225
P25	525	Arc 2	521.962	303928.743	3947469.145	-0.971
P26	550	Arc 2	522.933	303904.177	3947464.521	-1.223
P27	566.311	Arc 2	524.156	303888.286	3947460.843	-0.412
P28	575	Droite 3	524.568	303879.854	3947458.747	-1.345
P29	600	Droite 3	525.913	303855.593	3947452.714	-0.651
P30	611.825	Arc 3	526.564	303844.117	3947449.861	-0.753
P31	625	Arc 3	527.317	303831.098	3947447.995	-1.446
P32	650	Arc 3	528.763	303806.536	3947451.739	-1.378
P33	675	Arc 3	530.141	303785.173	3947464.426	-0.764
P34	692.162	Arc 3	530.905	303774.011	3947477.397	-0.46

N°	Abscisse	Axe Plan	Z Tn	X	Y	DN
P35	700	Droite 4	531.365	303769.725	3947483.959	-1.269
P36	725	Droite 4	532.634	303756.055	3947504.891	-0.903
P37	747.347	Arc 4	533.537	303743.835	3947523.601	-0.3
P38	750	Arc 4	533.837	303742.379	3947525.819	-0.962
P39	775	Arc 4	534.799	303728.139	3947546.364	-1.478
P40	800	Arc 4	536.277	303712.979	3947566.241	-1.559
P41	825	Arc 4	537.836	303696.932	3947585.408	-1.177
P42	850	Arc 4	539.013	303680.031	3947603.827	-1.169
P43	875	Arc 4	540.182	303662.311	3947621.458	-1.271
P44	900	Arc 4	541.453	303643.807	3947638.266	-1.32
P45	925	Arc 4	542.773	303624.559	3947654.216	-0.912
P46	950	Arc 4	543.685	303604.606	3947669.275	-1.716
P47	975	Arc 4	545.401	303583.989	3947683.412	-0.938
P48	1000	Arc 4	546.339	303562.752	3947696.597	-0.703
P49	1025	Arc 4	547.042	303540.937	3947708.804	-0.28
P50	1037.134	Arc 4	547.322	303530.154	3947714.368	-0.736
P51	1050	Droite 5	548.058	303518.656	3947720.141	-0.017
P52	1075	Droite 5	548.075	303496.315	3947731.36	0.039
P53	1100	Droite 5	548.036	303473.973	3947742.579	0.049
P54	1125	Droite 5	547.987	303451.632	3947753.797	0.288
P55	1150	Droite 5	547.699	303429.29	3947765.016	-0.125
P56	1175	Droite 5	547.824	303406.949	3947776.235	-0.132
P57	1200	Droite 5	547.956	303384.607	3947787.453	-0.068
P58	1225	Droite 5	548.024	303362.266	3947798.672	-0.03
P59	1250	Droite 5	548.054	303339.924	3947809.89	-0.04
P60	1275	Droite 5	548.094	303317.583	3947821.109	-0.392
P61	1300	Droite 5	548.486	303295.241	3947832.328	-0.334
P62	1325	Droite 5	548.82	303272.9	3947843.546	-0.642
P63	1350	Droite 5	549.462	303250.558	3947854.765	-0.297
P64	1375	Droite 5	549.759	303228.217	3947865.983	0.002
P65	1381.497	Arc 5	549.757	303222.411	3947868.899	-0.195
P66	1400	Arc 5	549.952	303205.75	3947876.946	-0.095
P67	1425	Arc 5	550.047	303182.86	3947886.995	0.002
P68	1425.373	Arc 5	550.045	303182.515	3947887.138	0.437
P69	1450	Droite 6	549.608	303159.759	3947896.551	0.662
P70	1475	Droite 6	548.946	303136.657	3947906.108	0.418

**Étude et modernisation d'un tronçon routier reliant Relizane à Tiaret ( RN23) sur un linéaire de 3.5 km**

°	Abscisse	Axe Plan	Z Tn	X	Y	DN
P71	1500	Droite 6	548.528	303113.556	3947915.664	0.347
P72	1525	Droite 6	548.181	303090.454	3947925.22	0.518
P73	1550	Droite 6	547.663	303067.353	3947934.776	0.271
P74	1575	Droite 6	547.392	303044.252	3947944.333	0.481
P75	1600	Droite 6	546.911	303021.15	3947953.889	0.288
P76	1625	Droite 6	546.623	302998.049	3947963.445	0.635
P77	1650	Droite 6	545.988	302974.947	3947973.002	0.333
P78	1675	Droite 6	545.655	302951.846	3947982.558	0.464
P79	1700	Droite 6	545.191	302928.744	3947992.114	0.33
P80	1720.142	Arc 6	544.861	302910.132	3947999.814	0.057
P81	1725	Arc 6	544.804	302905.623	3948001.621	0.53
P82	1750	Arc 6	544.274	302881.853	3948009.322	0.856
P83	1775	Arc 6	543.418	302857.363	3948014.279	0.956
P84	1800	Arc 6	542.462	302832.469	3948016.427	0.796
P85	1825	Arc 6	541.666	302807.492	3948015.738	0.863
P86	1850	Arc 6	540.803	302782.754	3948012.221	0.801
P87	1875	Arc 6	540.002	302758.574	3948005.922	0.763
P88	1900	Arc 6	539.239	302735.265	3947996.922	0.144
P89	1911.114	Arc 6	539.095	302725.261	3947992.082	0.591
P90	1925	Droite 7	538.504	302712.918	3947985.721	0.631
P91	1950	Droite 7	537.873	302690.695	3947974.27	0.452
P92	1971.991	Arc 7	537.421	302671.147	3947964.196	0.048
P93	1975	Arc 7	537.373	302668.445	3947962.872	0.677
P94	2000	Arc 7	536.696	302644.456	3947956.258	-0.254
P95	2025	Arc 7	536.95	302619.623	3947957.856	-0.577
P96	2043.665	Arc 7	537.527	302602.169	3947964.335	0.016
P97	2050	Droite 8	537.511	302596.55	3947967.259	-0.642
P98	2075	Droite 8	538.153	302574.373	3947978.8	-0.498
P99	2098.025	Arc 8	538.651	302553.948	3947989.429	-0.25
P100	2100	Arc 8	538.901	302552.209	3947990.365	-0.391
P101	2125	Arc 8	539.292	302532.977	3948006.129	-0.758
P102	2150	Arc 8	540.05	302520.469	3948027.622	-1.163
P103	2175	Arc 8	541.213	302516.265	3948052.131	-0.022
P104	2181.437	Arc 8	541.235	302516.616	3948058.556	0.121
P105	2200	Droite 9	541.114	302518.481	3948077.025	0.4
P106	2224.395	Arc 9	540.714	302520.932	3948101.298	0.006

N°	Abscisse	Axe Plan	Z Tn	X	Y	DN
P107	2225	Arc 9	540.708	302520.994	3948101.899	0.2
P108	2250	Arc 9	540.508	302526.72	3948126.168	0.003
P109	2250.581	Arc 9	540.505	302526.924	3948126.712	0.046
P110	2275	Droite 10	540.459	302535.583	3948149.544	0.048
P111	2280.295	Arc 10	540.411	302537.46	3948154.494	0.198
P112	2300	Arc 10	540.213	302543.838	3948173.135	0.445
P113	2325	Arc 10	539.768	302550.145	3948197.319	0.406
P114	2350	Arc 10	539.362	302554.418	3948221.944	0.568
P115	2375	Arc 10	538.794	302556.626	3948246.839	0.542
P116	2389.019	Arc 10	538.252	302556.955	3948260.852	0.686
P117	2400	Droite 11	537.566	302556.956	3948271.834	0.926
P118	2425	Droite 11	536.64	302556.957	3948296.834	0.098
P119	2429.148	Arc 11	536.542	302556.958	3948300.982	0.577
P120	2450	Arc 11	535.965	302555.718	3948321.785	1.602
P121	2475	Arc 11	534.363	302550.988	3948346.311	0.267
P122	2500	Arc 11	534.096	302542.814	3948369.915	1.069
P123	2525	Arc 11	533.027	302531.363	3948392.114	0.916
P124	2550	Arc 11	532.111	302516.868	3948412.457	0.645
P125	2575	Arc 11	531.466	302499.625	3948430.529	1.116
P126	2597.118	Arc 11	530.35	302482.359	3948444.328	-0.023
P127	2600	Droite 12	530.373	302479.998	3948445.982	1.155
P128	2625	Droite 12	529.218	302459.521	3948460.325	1.106
P129	2650	Droite 12	528.112	302439.045	3948474.668	0.028
P130	2650.754	Arc 12	528.084	302438.428	3948475.1	0.821
P131	2675	Arc 12	527.263	302418.029	3948488.194	0.719
P132	2700	Arc 12	526.544	302395.96	3948499.924	0.293
P133	2725	Arc 12	526.251	302372.991	3948509.777	0.594
P134	2750	Arc 12	525.657	302349.282	3948517.683	0.605
P135	2775	Arc 12	525.052	302324.997	3948523.589	0.196
P136	2800	Arc 12	524.856	302300.305	3948527.453	0.641
P137	2804.607	Arc 12	524.215	302295.724	3948527.94	1.058
P138	2825	Droite 13	523.157	302275.429	3948529.939	1.011
P139	2850	Droite 13	522.146	302250.549	3948532.39	0.941
P140	2858.618	Arc 13	521.205	302241.972	3948533.235	0.354
P141	2875	Arc 13	520.851	302225.622	3948534.172	1.471
P142	2900	Arc 13	519.38	302200.665	3948533.018	1.609

**Étude et modernisation d'un tronçon routier reliant Relizane à Tiaret ( RN23) sur un linéaire de 3.5 km**

N°	Abscisse	Axe Plan	Z Tn	X	Y	DN
P143	2921.292	Arc 13	517.771	302179.661	3948529.586	0.241
P144	2925	Droite 14	517.53	302176.039	3948528.795	1.414
P145	2948.211	Arc 14	516.116	302153.363	3948523.839	0.236
P146	2950	Arc 14	515.88	302151.615	3948523.461	1.598
P147	2975	Arc 14	514.282	302127.02	3948518.999	1.245
P148	3000	Arc 14	513.037	302102.195	3948516.083	1.42
P149	3025	Arc 14	511.617	302077.236	3948514.723	1.7
P150	3050	Arc 14	509.917	302052.241	3948514.924	0.736
P151	3061.204	Arc 14	509.181	302041.053	3948515.521	0.285
P152	3075	Droite 15	508.896	302027.288	3948516.449	1.019
P153	3100	Droite 15	507.877	302002.345	3948518.13	0.466
P154	3125	Droite 15	507.411	301977.402	3948519.812	-0.744
P155	3150	Droite 15	508.155	301952.458	3948521.493	0.046
P156	3152.859	Arc 15	508.109	301949.606	3948521.686	1.509
P157	3175	Arc 15	506.6	301928.284	3948527.171	0.576
P158	3200	Arc 15	506.024	301908.446	3948542.086	-0.372
P159	3225	Arc 15	506.396	301896.342	3948563.754	-0.007
P160	3250	Arc 15	506.403	301894.042	3948588.467	0.16
P161	3258.817	Arc 15	506.243	301895.697	3948597.119	0.002
P162	3275	Droite 16	506.241	301899.896	3948612.747	-0.602
P163	3300	Droite 16	506.843	301906.383	3948636.891	0.053
P164	3310.167	Arc 16	506.79	301909.022	3948646.71	0.102
P165	3325	Arc 16	506.688	301912.693	3948661.081	-0.544
P166	3349.983	Arc 16	507.232	301918.07	3948685.477	0.001
P167	3350	Droite 17	507.231	301918.074	3948685.493	0.834
P168	3375	Droite 17	506.397	301922.945	3948710.014	0.094
P169	3400	Droite 17	506.303	301927.817	3948734.535	0.444
P170	3425	Droite 17	505.859	301932.689	3948759.055	0.288
P171	3450	Droite 17	505.571	301937.561	3948783.576	0.67
P172	3475	Droite 17	504.901	301942.433	3948808.097	0.465
P173	3500	Droite 17	504.436	301947.305	3948832.617	0.286
P174	3525	Droite 17	504.15	301952.177	3948857.138	0.13
P175	3539.333	Droite 17	504.02	301954.97	3948871.196	
Calcul des Déclivité cumulés de la route existante					<b>∑ DN</b>	<b>-8.4200</b>
					<b>H/L= Dc</b>	<b>0.238%</b>

$$DN_{(P01,P02)} = 495,6 - 497,448 = -1,848$$

$$\Sigma DN = -8.420 \text{ m}$$

### 1) Dénivelée moyenne

$$DC = \frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i \ell_i + \sum_{P_i < 0} P_i \ell_i \right|}{L} = Dc = \left| \frac{-8.4200}{3539.333} \right| = 0,238 \% < 1,5 \%$$

$$\Sigma \text{Dist} = LT = 3539.333 \text{ m}$$

On peut-on conclure toute en se référant au tableau N° 01 de la page 10 que : **Terrain est plat.**

### 2) Sinuosité

$$L_s = \Sigma D (R \leq 200 \text{ m}) \text{ (voir Annexe I).}$$

$$L_s = 80.3370 + 71.6748 + 83.4110 + 26.1858 + 167.9448 + 62.6736 + 105.9585 = 598.1855 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{L_s}{L_T} = \frac{598,1855}{3539,333} = 0.1690 \quad \text{Sinuosité moyenne.}$$

On peut-on conclure toute en se référant au tableau N° 02 de la page 10 que

### 3) Environnement

Nous avons un terrain Plat et une Sinuosité moyenne cela correspond à un Environnement **E2**.

### 4) La catégorie de route de notre projet

D'après la norme B40 on a la catégorie : **CAT 2**

### 5) Vitesse de référence

La vitesse est donc en fonction de :

- La catégorie.
- L'environnement.

D'après le tableau de vitesse de référence

$$V_r = 80 \text{ km/h.}$$

## 6) Courbure en plan

### 6.1 Devers :

**Tableau IV.4:** Tableau récapitulatif

<b>dmax =</b>	<b>dmin =</b>	<b>ft =</b>	<b>F''=</b>
7,00%	-2,50%	0,13	0,06

Les valeurs des rayons en plan calculé à partir des formules sont comme suit :

#### Rayon horizontal minimal absolu RHm

$$RHm = \frac{80^2}{127(0.07 + 0.13)} = 251,97 \text{ m}$$

#### Rayon minimal normal RHn

$$RHn = \frac{(80 + 20)^2}{127(d + Ft)} = 393,70 \text{ m}$$

#### Rayon du divers minimal RHd

$$RHd = \frac{80^2}{127(2x 0,025)} = 1007,87 \text{ m}$$

#### Rayon minimal non déversé

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(0,06 - 0,025)} = 1439,82 \text{ m}$$

**Tableau IV.5 :** Récapitulatif des rayons en plan

<b>Rayon en plan</b>	<b>calculés</b>	<b>Norme B40</b>
RHm	251,97	250
RHn	393,70	450
RHd	1007,87	1000
RHnd	1439,82	1400

## 7) Le choix des rayons

Pour une route de catégorie donnée, Il y a 08 rayons inférieurs au rayon minimum absolu RHm

## Partie II. Modernisation de la route (tracé)

---

## Chapitre V : Étude en avant-projet détaillé (APD)

### V.1. Introduction

La modernisation consiste à l'amélioration du tracé en augmentant les rayons des virages, tout en respectant les conditions d'alignement droit, ce qui garantira d'avoir une vitesse de référence de 80km/h conformément au B40 et catégorie de route déterminées au préalable. Après différentes propositions de tracé et en fonction de la topographie du terrain, nous avons pu choisir les nouvelles coordonnées présentées au tableau (V.1).

**Tableau V.1 :** Les coordonnées des sommets.

X	Y	R
304422.9482	3947351.9641	
304160.6227	3947501.8835	450
303799.2783	3947438.7135	250
303662.7224	3947647.8025	300
303394.7861	3947782.1269	450
303125.3766	3948437.7594	450
302321.8072	3948526.7508	1200
301845.3428	3948527.0225	200
301954.9703	3948871.1995	

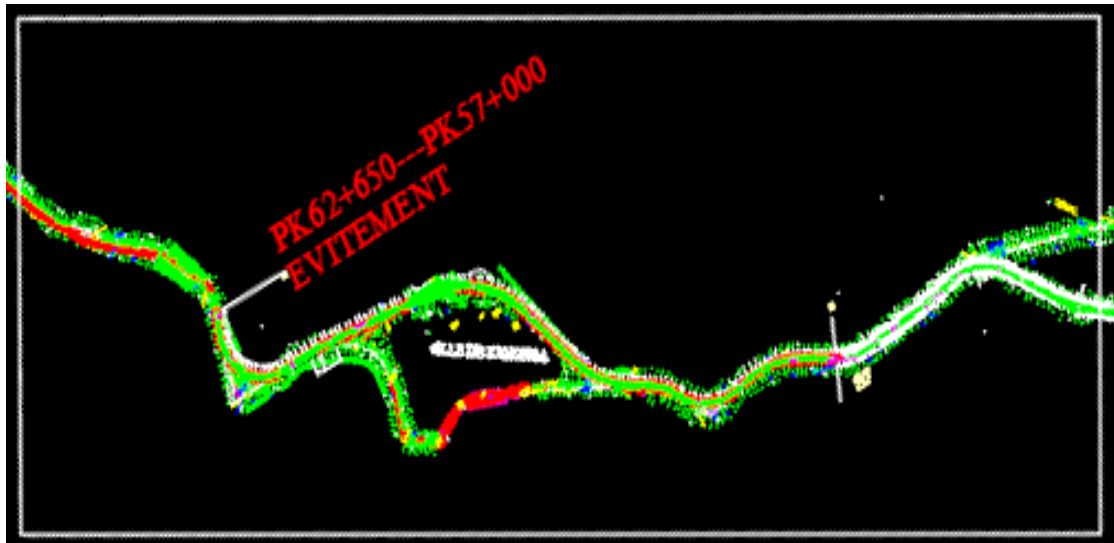


Figure V.1 : Levé du tracé en plan modernisé par évitement

## V.2. Calcul du nouveau tracé modernisé

Tableau V.2 : Déclivités cumulées de la route

Profil	Abscisse	Élément d'axe	Z TN Axe	X Axe	Y Axe	DN
P01	0.0000	Ligne	495.6000	304422.947	3947351.961	0.0000
P02	25.0000	Ligne	497.4443	304401.242	3947364.366	1.8444
P03	50.0000	Ligne	498.7647	304379.537	3947376.771	1.3203
P04	75.0000	Ligne	500.1281	304357.831	3947389.175	1.3634
P05	100.0000	Ligne	501.5580	304336.126	3947401.580	1.4299
P06	125.0000	Ligne	502.7649	304314.420	3947413.985	1.2068
P07	139.8482	Ligne	503.2782	304301.529	3947421.352	0.5133
P08	150.0000	Arc	503.8210	304292.659	3947426.290	0.5428
P09	175.0000	Arc	504.8818	304270.360	3947437.585	1.0608
P10	200.0000	Arc	505.7121	304247.468	3947447.625	0.8303
P11	225.0000	Arc	506.3729	304224.054	3947456.378	0.6608
P12	250.0000	Arc	507.2948	304200.190	3947463.817	0.9219
P13	275.0000	Arc	508.4991	304175.949	3947469.920	1.2043

**Étude et modernisation d'un tronçon routier reliant Relizane à Tiaret ( RN23) sur un linéaire de 3.5 km**

P14	300.0000	Arc	509.8717	304151.407	3947474.668	1.3726
P15	325.0000	Arc	510.7850	304126.640	3947478.045	0.9133
P16	350.0000	Arc	511.9068	304101.723	3947480.042	1.1218
P17	375.0000	Arc	513.3837	304076.734	3947480.653	1.4769
P18	400.0000	Arc	515.3143	304051.749	3947479.874	1.9306
P19	425.0000	Arc	516.5807	304026.846	3947477.710	1.2664
P20	450.0000	Arc	517.8211	304002.102	3947474.166	1.2404
P21	451.3703	Arc	517.8894	304000.752	3947473.932	0.0682
P22	475.0000	Ligne	519.8411	303977.475	3947469.863	1.9518
P23	491.1565	Ligne	520.7106	303961.560	3947467.081	0.8695
P24	500.0000	Arc	521.0560	303952.823	3947465.712	0.3453
P25	525.0000	Arc	521.8215	303927.930	3947463.524	0.7655
P26	550.0000	Arc	523.0473	303902.942	3947463.831	1.2259
P27	575.0000	Arc	523.6068	303878.110	3947466.632	0.5594
P28	600.0000	Arc	523.5927	303853.681	3947471.897	-0.0141
P29	625.0000	Arc	525.1247	303829.900	3947479.575	1.5320
P30	650.0000	Arc	526.7790	303807.005	3947489.589	1.6543
P31	675.0000	Arc	528.7959	303785.224	3947501.839	2.0169
P32	700.0000	Arc	531.2380	303764.774	3947516.202	2.4421
P33	725.0000	Arc	533.5747	303745.860	3947532.534	2.3367
P34	750.0000	Arc	534.6592	303728.672	3947550.674	1.0846
P35	775.0000	Arc	536.4783	303713.380	3947570.438	1.8191
P36	782.4853	Arc	536.8706	303709.194	3947576.643	0.3923
P37	786.4554	Ligne	537.0817	303707.023	3947579.967	0.2111
P38	800.0000	Arc	537.6889	303699.363	3947591.137	0.6072
P39	825.0000	Arc	538.4836	303683.934	3947610.798	0.7947
P40	850.0000	Arc	539.3520	303666.922	3947629.107	0.8685
P41	875.0000	Arc	540.5563	303648.445	3947645.937	1.2042
P42	900.0000	Arc	542.2473	303628.631	3947661.170	1.6910
P43	925.0000	Arc	543.2925	303607.618	3947674.701	1.0453
P44	944.7158	Arc	545.1688	303590.296	3947684.109	1.8763

**Étude et modernisation d'un tronçon routier reliant Relizane à Tiaret ( RN23) sur un linéaire de 3.5 km**

P45	950.0000	Ligne	545.4494	303585.572	3947686.477	0.2806
P46	975.0000	Ligne	546.3591	303563.223	3947697.681	0.9097
P47	995.0121	Ligne	546.8615	303545.333	3947706.650	0.5024
P48	1000.0000	Arc	547.0374	303540.887	3947708.910	0.1759
P49	1025.0000	Arc	547.9687	303518.993	3947720.973	0.9312
P50	1050.0000	Arc	548.0456	303497.803	3947734.232	0.0769
P51	1075.0000	Arc	548.0144	303477.381	3947748.648	-0.0312
P52	1100.0000	Arc	548.1362	303457.792	3947764.175	0.1218
P53	1125.0000	Arc	546.9849	303439.095	3947780.766	-1.1513
P54	1150.0000	Arc	545.1644	303421.348	3947798.370	-1.8205
P55	1175.0000	Arc	543.6640	303404.606	3947816.932	-1.5003
P56	1200.0000	Arc	541.6124	303388.921	3947836.395	-2.0516
P57	1225.0000	Arc	541.8535	303374.340	3947856.699	0.2411
P58	1250.0000	Arc	541.0650	303360.910	3947877.781	-0.7885
P59	1275.0000	Arc	541.2510	303348.671	3947899.576	0.1860
P60	1300.0000	Arc	541.4609	303337.660	3947922.018	0.2099
P61	1317.3044	Arc	541.2134	303330.777	3947937.893	-0.2475
P62	1325.0000	Ligne	540.8500	303327.852	3947945.011	-0.3633
P63	1350.0000	Ligne	540.4254	303318.351	3947968.135	-0.4247
P64	1375.0000	Ligne	539.7758	303308.849	3947991.259	-0.6496
P65	1400.0000	Ligne	539.4328	303299.347	3948014.383	-0.3430
P66	1425.0000	Ligne	539.1966	303289.845	3948037.507	-0.2362
P67	1450.0000	Ligne	538.5288	303280.343	3948060.631	-0.6678
P68	1475.0000	Ligne	537.7500	303270.841	3948083.754	-0.7787
P69	1500.0000	Ligne	537.2570	303261.339	3948106.878	-0.4930
P70	1525.0000	Ligne	536.7875	303251.837	3948130.002	-0.4695
P71	1550.0000	Ligne	537.0004	303242.335	3948153.126	0.2129
P72	1575.0000	Ligne	537.3334	303232.833	3948176.250	0.3330
P73	1590.8416	Ligne	537.5529	303226.812	3948190.903	0.2195
P74	1600.0000	Arc	537.7377	303223.245	3948199.338	0.1848
P75	1625.0000	Arc	538.3688	303212.643	3948221.975	0.6311

**Étude et modernisation d'un tronçon routier reliant Relizane à Tiaret ( RN23) sur un linéaire de 3.5 km**

P76	1650.0000	Arc	538.8990	303200.800	3948243.988	0.5303
P77	1675.0000	Arc	539.2535	303187.753	3948265.310	0.3545
P78	1700.0000	Arc	539.3599	303173.543	3948285.874	0.1063
P79	1725.0000	Arc	539.0608	303158.212	3948305.618	-0.2991
P80	1750.0000	Arc	538.3516	303141.809	3948324.480	-0.7092
P81	1775.0000	Arc	536.8491	303124.384	3948342.402	-1.5025
P82	1800.0000	Arc	534.8520	303105.990	3948359.329	-1.9970
P83	1825.0000	Arc	532.4387	303086.685	3948375.208	-2.4134
P84	1850.0000	Arc	529.6372	303066.528	3948389.991	-2.8015
P85	1875.0000	Arc	526.6616	303045.582	3948403.632	-2.9756
P86	1900.0000	Arc	523.2929	303023.910	3948416.089	-3.3687
P87	1925.0000	Arc	520.0488	303001.580	3948427.323	-3.2441
P88	1950.0000	Arc	517.4280	302978.660	3948437.300	-2.6208
P89	1975.0000	Arc	514.1259	302955.222	3948445.989	-3.3021
P90	2000.0000	Arc	509.0363	302931.338	3948453.363	-5.0896
P91	2025.0000	Arc	505.3985	302907.081	3948459.399	-3.6378
P92	2050.0000	Arc	504.2266	302882.526	3948464.079	-1.1719
P93	2072.6206	Arc	502.5799	302860.115	3948467.133	-1.6467
P94	2075.0000	Ligne	502.0894	302857.750	3948467.395	-0.4905
P95	2100.0000	Ligne	504.0900	302832.902	3948470.147	2.0006
P96	2125.0000	Ligne	507.2429	302808.054	3948472.899	3.1529
P97	2150.0000	Ligne	509.9565	302783.206	3948475.650	2.7136
P98	2175.0000	Ligne	514.6135	302758.358	3948478.402	4.6570
P99	2200.0000	Ligne	518.1814	302733.510	3948481.154	3.5679
P100	2225.0000	Ligne	520.9821	302708.661	3948483.906	2.8008
P101	2250.0000	Ligne	522.8048	302683.813	3948486.658	1.8227
P102	2275.0000	Ligne	524.6849	302658.965	3948489.409	1.8801
P103	2300.0000	Ligne	525.8929	302634.117	3948492.161	1.2080
P104	2325.0000	Ligne	526.1543	302609.269	3948494.913	0.2614
P105	2350.0000	Ligne	525.4082	302584.421	3948497.665	-0.7461
P106	2375.0000	Ligne	524.4480	302559.573	3948500.417	-0.9601

**Étude et modernisation d'un tronçon routier reliant Relizane à Tiaret ( RN23) sur un linéaire de 3.5 km**

P107	2400.0000	Ligne	523.5309	302534.725	3948503.168	-0.9171
P108	2425.0000	Ligne	522.8553	302509.877	3948505.920	-0.6756
P109	2450.0000	Ligne	522.7816	302485.029	3948508.672	-0.0737
P110	2475.0000	Ligne	522.6337	302460.181	3948511.424	-0.1479
P111	2500.0000	Ligne	522.7759	302435.332	3948514.176	0.1422
P112	2525.0000	Ligne	523.3458	302410.484	3948516.928	0.5699
P113	2548.3202	Ligne	523.6446	302387.306	3948519.494	0.2988
P114	2550.0000	Arc	523.6410	302385.636	3948519.678	-0.0036
P115	2575.0000	Arc	524.5595	302360.758	3948522.136	0.9185
P116	2600.0000	Arc	525.0547	302335.833	3948524.075	0.4951
P117	2625.0000	Arc	524.6763	302310.874	3948525.495	-0.3783
P118	2650.0000	Arc	523.8182	302285.891	3948526.394	-0.8581
P119	2675.0000	Arc	522.7379	302260.894	3948526.773	-1.0803
P120	2679.3763	Arc	522.5695	302256.518	3948526.785	-0.1683
P121	2700.0000	Ligne	521.1550	302235.894	3948526.797	-1.4145
P122	2725.0000	Ligne	520.0199	302210.894	3948526.811	-1.1351
P123	2750.0000	Ligne	518.1388	302185.894	3948526.826	-1.8811
P124	2775.0000	Ligne	516.2554	302160.894	3948526.840	-1.8834
P125	2800.0000	Ligne	514.3535	302135.894	3948526.854	-1.9019
P126	2817.1114	Ligne	512.7423	302118.783	3948526.864	-1.6112
P127	2825.0000	Arc	511.9221	302110.896	3948527.024	-0.8203
P128	2850.0000	Arc	510.9884	302086.044	3948529.581	-0.9337
P129	2875.0000	Arc	509.9056	302061.704	3948535.216	-1.0827
P130	2900.0000	Arc	508.4351	302038.257	3948543.842	-1.4705
P131	2925.0000	Arc	506.9078	302016.067	3948555.324	-1.5273
P132	2950.0000	Arc	503.6165	301995.483	3948569.482	-3.2913
P133	2975.0000	Arc	500.7293	301976.824	3948586.097	-2.8872
P134	3000.0000	Arc	499.5652	301960.383	3948604.908	-1.1641
P135	3025.0000	Arc	499.9551	301946.415	3948625.622	0.3899
P136	3050.0000	Arc	502.3489	301935.138	3948647.916	2.3938
P137	3075.0000	Arc	505.3938	301926.729	3948671.442	3.0449

P138	3100.0000	Arc	506.6212	301921.319	3948695.833	1.2274
P139	3125.0000	Arc	506.1732	301918.992	3948720.708	-0.4480
P140	3150.0000	Arc	506.4587	301919.784	3948745.679	0.2855
P141	3175.0000	Arc	506.2756	301923.683	3948770.357	-0.1830
P142	3192.8287	Arc	506.4772	301928.330	3948787.563	0.2015
P143	3200.0000	Ligne	505.6364	301930.507	3948794.396	-0.8408
P144	3225.0000	Ligne	505.1844	301938.094	3948818.217	-0.4519
P145	3250.0000	Ligne	504.2983	301945.682	3948842.038	-0.8862
P146	3275.0000	Ligne	504.0964	301953.269	3948865.859	-0.2018
P147	3280.6024	Ligne	504.0200	301954.969	3948871.197	-0.0764
<b>Σ DN</b>						8.4200
<b>Dc</b>						0,257
<b>Ls=ΣD (R≤200 m)</b>						200

- **Calcul de la declivité moyenne**

$$Dc = \left| \frac{8.4200}{3280.6024} \right| = 0,257 \% < 1,5 \%$$

**Terrain est plat**

*Avec*  $\Sigma Dist = LT = 3280.6024$  m

$L_s = \Sigma D (R \leq 200 \text{ m})$  (voir Annexe III).

$$L_s = 375.7173 \text{ m}$$

- **Calcul de la sinuosité**

$$\sigma = \frac{L_s}{L_T} = \frac{375.7173}{3280.6024} = 0.1145 \implies \text{Sinuosité moyenne.}$$

**Observation :** Pour le calcul des  $L_{AD}$  et  $L_C$  (voir l'annexe II).

**Tableau V.3 : Récapitulatif des résultats**

<b>Paramètre</b>	<b>Symbole</b>	<b>Valeur</b>
longueur totale des alignements droits mesurée	$L_{AD}$ ( m)	1208,0318
longueur totale des arcs de cercles calculées	$L_C$ ( m)	2072,5705
longueur totale de tracé mesurée	$L_t = \Sigma L_{AD} - \Sigma L_C$ ( m)	3280,6024
Pourcentage Des Alignements (%)	$L_{AD}/L_t$ (%)	36,82
Pourcentage des courbes (%)	$L_C/L_t$ (%)	63,18
Conclusion	Condition vérifié	
<b>Sinuosité moyenne 6 (%)</b>	$0.10 < 0,1145 \leq 0.30$	
<b>Dénivelée Dc (%) terrain plat</b>	$0,256 \leq 1.5$	
<b>Environnement</b>	E2	

### V.3. Détermination des paramètres cinématiques

**Tableau V.4 : récapitulatif des paramètres**

<b>Environnement</b>	E2
<b>Divers</b>	Cat 2
<b>Vitesse de reference</b>	80 km/h
<b>dmin</b>	-2.5%
<b>dmax</b>	7.0%
<b>Ft</b>	0.13
<b>F''</b>	0.06

#### V.4. Calcul des Rayons de courbure en plan

Tableau V.5 : Récapitulatif des rayons en plan

Rayon en plan	calculés	Norme B40
RHm	251,97	250
RHn	<b>393,70</b>	450
RHd	1007,87	1000
RHnd	1439,82	1400

#### Le choix des rayons

On constate que pour une route de catégorie donnée, Il y a 01 rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm

## Chapitre VI : Raccordement progressif

### VI.I. Introduction

Le fait que le tracé soit constitué d'alignement et d'arc ne suffit pas, il faut donc prévoir des raccordements à courbure progressif, qui permettent d'éviter la variation brusque de la courbe lors du passage d'un alignement à un cercle ou entre deux courbes circulaires. . En effet, lorsqu'un véhicule passe d'une trajectoire rectiligne (rayon infini) à une courbe de rayon constant, il subit brusquement une force centrifuge importante, nécessitant une manœuvre instantanée difficile, limitée uniquement par la largeur de la chaussée. Ce passage est nécessaire pour assurer

- Stabilité transversale des véhicules.
- Confort des passages en véhicules.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Tracé élégant, souple fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

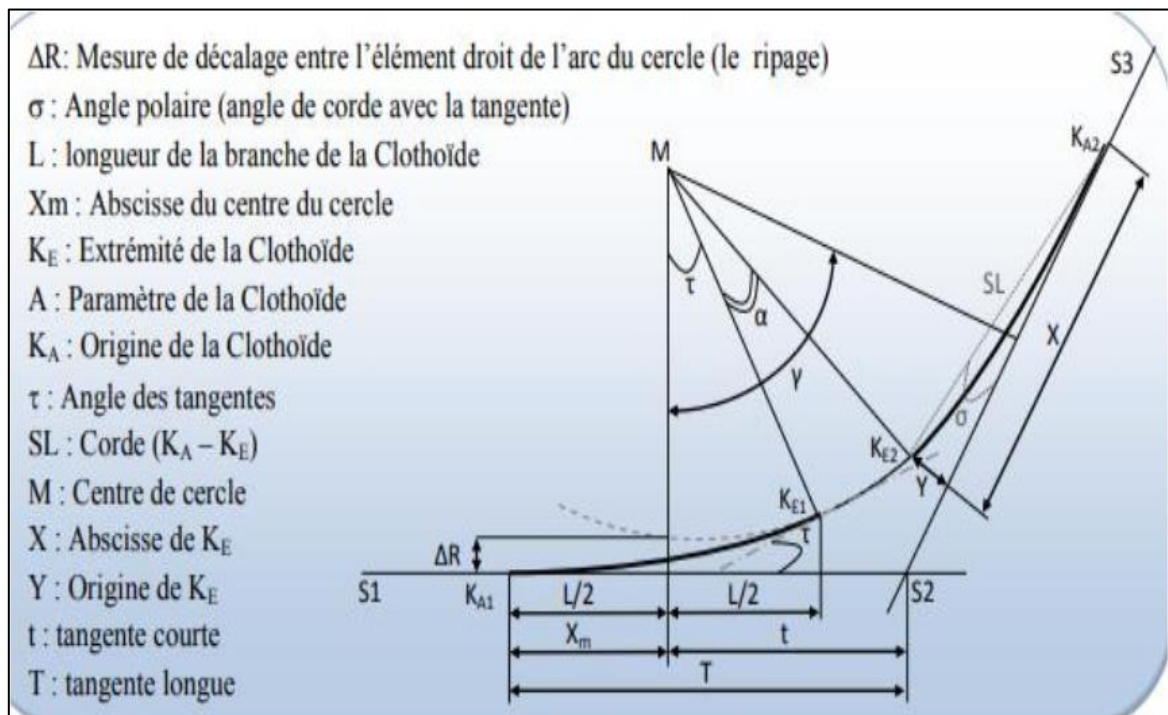


Figure VI.1 : Les éléments de la clothoïde

## VI.2. Propriétés de la clothoïde

La clothoïde est une Spirale dont le rayon de courbure diminue continuellement de l'infini à point asymptotique nul, avec une courbure linéaire par rapport à la longueur d'arc. À vitesse constante, elle assure une variation régulière de l'accélération transversale, améliorant grandement le confort des usagers.

### Expressions de la clothoïde

La courbe  $K$  est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc) ( figure ..)

$$K = C.L = 1/R \quad \text{On pose: } 1/C = A^2 \Rightarrow L.R = A^2$$

$$A = \sqrt{RL} \quad (\text{V.I.1})$$

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

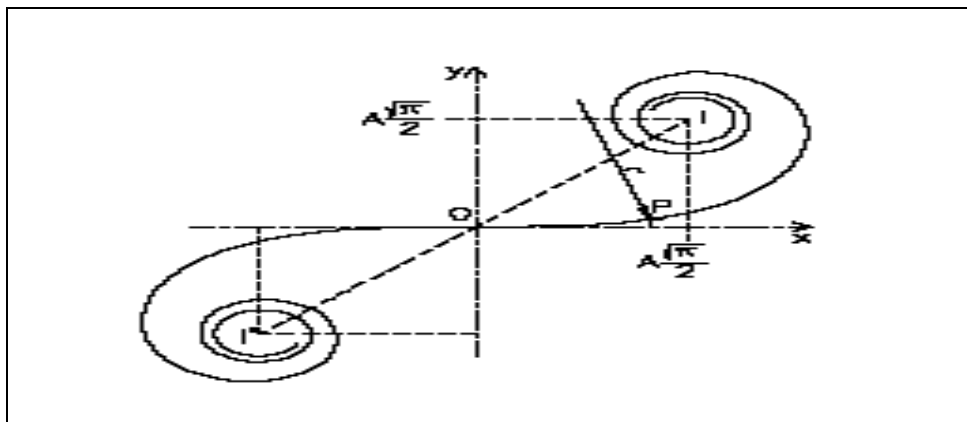


Figure VI.2 : schéma de la clothoïde

Le calcul des caractéristiques de ces raccordements courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usages. Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules. Dans la pratique, ceci revient à fixer une limite à la variation d'accélération tolérée par seconde.

### VI.2.1. Longueur de ces raccordements

La longueur des raccordements progressifs est une combinaison de plusieurs conditions de natures différentes, parmi ces conditions les trois principales sont

### VI.2.2. La condition de confort dynamique :

Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon en particulier à respecter les conditions de stabilité et de « confort dynamique », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale des véhicules.

$$L_1 \geq \frac{Vr^2}{18} \cdot \left( \frac{Vr^2}{127 R} - \Delta d \right) \quad (VI.2)$$

### VI.2.3. La condition confort Optique

Cette condition a pour objet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels, et en particulier de rendre perceptible suffisamment à l'avance la courbure du tracé, de façon à obtenir la sécurité de conduite la plus grande possible.

$$L_2 \geq \sqrt{24 \times R \cdot \Delta R} \quad (VI.3)$$

### VI.2.4. Condition de gauchissement

Cette condition a pour objet d'assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle se traduit par la limitation de pente relative du profil en long du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe.

$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr \quad (VI.4)$$

L : longueur de raccordement.

✓ l : largeur de la chaussée

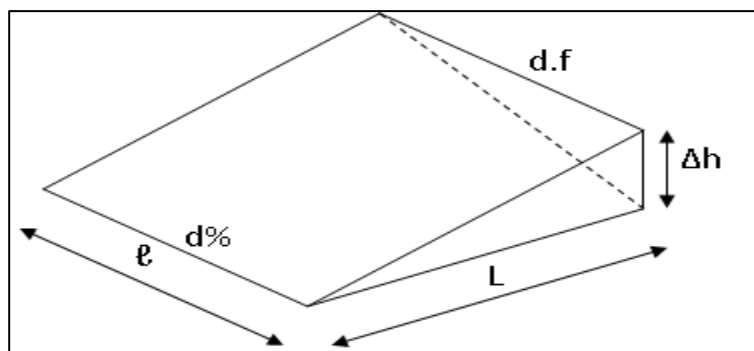
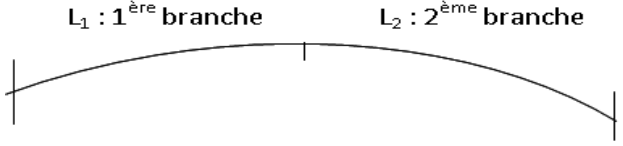
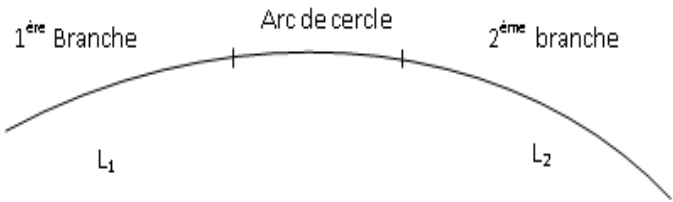
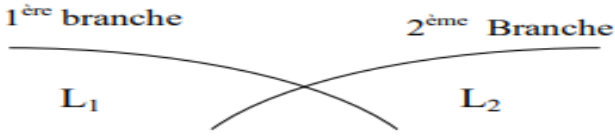


Figure VI.3 : Condition de gauchissement.

VI.3. Vérification de non chevauchement :

Tableau VI.1: Vérification de non chevauchement

Cas de l'angle	Schémas représentative	Nature de la Clothoïde
1 er cas $\tau = \beta/2$		sans arc de cercle
2ème cas : $\tau < \beta/2$		avec arc de cercle.
3ème cas : $\tau > \beta/2$		impossible

**Tableau VI.2:** Formule de calcul des éléments de la clothoïde

Longueur de la clothoïde	<b>L</b>
Paramètre de la clothoïde (m)	$A = \sqrt{R \cdot L}$
Angle des alignements droits	$\alpha = 200 - \beta$
Angle au centre (Raccordement circulaire)	$\beta$
Angle des tangentes	$\tau = \frac{L}{2R}$
Angle Polaire	$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$
Angle au centre Partie circulaire	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$
Longueur de la partie circulaire	$D = \frac{\pi R \gamma}{200}$
Abscisse de l'extrémité de la clothoïde	$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40 R^4}$
Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	$Y_{KE} = L^2 / 6 R$
Longueur de la corde KA-KE	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$
Abscisse du centre	$X_O = X_{KE} - R \sin \tau$
Ordonnées du centre	$Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$
Distance KAO	$KAO = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2}$
Ripage	$\Delta R = L^2 / 24R$
Développée totale	$DT = 2L + D_{cercle}$
Tangente longue	$T_L = X_{KE} - (Y_{KE} / \cos \tau)$
Tangente courte	$T_K = Y_{KE} / \sin \tau$

**VI.4.Calcul des raccordements progressifs du tracé modernisé**

**Tableau VI.3 : Données principales**

Vitesse de référence Vr	dmax	dmin	Δ R	l	β
80 Km/h	7 %	-2.50 %	1m	7 m	44.0714

**1) Calcul de la longueur la clothoïde : Virage N°1 pour le R : 450 m**

a. Condition d'optique exemple pour un rayon :

$$L_1 \geq \sqrt{24 \cdot R \cdot \Delta R} \quad L_1 \geq \sqrt{24 \cdot 450 \cdot 1} \quad L_2 \geq 103.923 \text{ m}$$

b. Condition dynamique : .

$$L_2 \geq \frac{v^2}{18} \left( \frac{v^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right) \quad ; \quad L_2 \geq \frac{80}{18} \left( \frac{80}{127 \cdot 450} - 0.09 \right) ; \quad L_2 \geq 6,039 \text{ m}$$

Avec :  $\Delta d = d_{\max} - d_{\min} \quad \Delta d = 7 - (-2,5) = 9.5 \%$

c. Condition de gauchissement

$$L_3 \geq L \cdot \Delta d \cdot Vr = 7 \times 0.095 \times 80 = 53.2 \text{ m} \quad ; \quad L_3 \geq 53.2 \text{ m}$$

d. Longueur de clothoïde

$$L = \text{Max} (L_1, L_2, L_3) = 103.923 \text{ m.}$$

e. Vérification du gauchissement

$$\tau = \frac{L}{2R} = \frac{103.923}{2 \times 450} = 7,351 \text{ gr} < \beta/2 \quad \Rightarrow \text{existence de clothoïde}$$

Le tableau( VI.4) suivant résume les longueurs calculées des clothoïdes

**Tableau VI.4 : Longueur de la clothoïdes**

N° Virages	Conditions				Lmax (m)	Lchoisé. (m)	βi/2(gr)	Résultat
	Optique L1 (m)	Confort dynamique L2(m)	Gauchissement L3(m)	Chevauchement τ (gr)				
01	103.923	6.039	53.200	7.351	103.923	104	22.0357	<b>Pas de chevauchement</b>
02	77.460	37.893	53.200	9.863	77.460	78	37.0932	<b>Pas de chevauchement</b>
03	84.853	25.948	53.200	9.002	84.853	85	16.7920	<b>Pas de chevauchement</b>
04	103.923	6.039	53.200	7.351	103.923	104	22.7975	<b>Pas de chevauchement</b>
05	103.923	6.039	53.200	7.351	103.923	104	34.0789	<b>Pas de chevauchement</b>
06	169.706	-18.846	53.200	4.502	169.706	170	3.4477	<b>chevauchement</b>
07	69.282	55.811	53.200	11.027	69.282	70	59.7973	<b>Pas de chevauchement</b>

2) Calcul des éléments de la clothoïdes

Paramètres A :

$$A^2 = R \times L \Rightarrow A = \sqrt{R \times L} = \sqrt{450 * 140} = 216,333 \text{ m}$$

$$R / 3 < A < R / 2 \Rightarrow 150 \text{ m} < 216,333 \text{ m} < 225\text{m} \quad \text{condition vérifiée.}$$

**Calcul de l'Angle au centre «  $\alpha$  »**

$$\alpha = 200 - \beta = 200 - 44,0714 = \mathbf{155,9266 \text{ gr}}$$

**Calcul de l'angle au centre partie circulaire**

$$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau = 200 - 155,9266 - 2 \times 7,351 = \mathbf{29,3694 \text{ gr}}$$

**Calcul des coordonnées de "  $K_E$  " :**

$$X_{KE} = L - (L^3 / 40 R^2)$$

$$X_{KE} = 104 - (104,00^3 / 40 \times 450,00^4) = \mathbf{103,9999 \text{ m}}$$

**Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde**

$$Y_{KE} = L^2 / 6 R \Rightarrow Y_{KE} = 104^2 / 6 \times 450,00 = \mathbf{4,01 \text{ m}}$$

**Angle polaire "  $\sigma$  " :**

$$\sigma = \text{arc t g } Y_{KE} / X_{KE} = \text{arc t g } (4,01 / 103,9999) = \mathbf{2,4534 \text{ gr}}$$

**Calcul de l'arc de cercle "  $D_C$  " :**

$$D_C = \frac{\pi R \gamma}{200} = \frac{3,14 \times 3694 \times 450 \times 29}{200} = \mathbf{207,6001 \text{ m}}$$

**Calcul de la corde "  $S_L$  " :**

$$S_L = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2} \Rightarrow S_L = \sqrt{104^2 + 4,01^2} = \mathbf{104,07 \text{ m}}$$

**Calcul les coordonnées du centre**

$$X_0 = X_{KE} - R \sin \tau = 104 - 450 \times \sin 7,351 = \mathbf{52,15 \text{ m}}$$

$$Y_0 = Y_{KE} + R \cos \tau = 4,01 + 450 \times \cos 7,351 = \mathbf{450,86 \text{ m}}$$

**Distance KAO**

$$KAO = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2} = \sqrt{52,15^2 + 450,86^2} = \mathbf{453,87 \text{ m}}$$

**Ripage de cercle :**

$$\Delta R = L^2 / 24R \Rightarrow \Delta R = 104^2 / 24 \times 450 = \mathbf{1 \text{ m}}$$

**Calcul de la développée totale "  $D_T$  " :**

$$D_T = D_C + 2L \Rightarrow D_T = 207,6001 + (2 \times 104) = \mathbf{15,60 \text{ m}}$$

**Calcul les tangentes "  $T_L$  " et "  $T_K$  " :**

$$T_L = X_{KE} - (Y_{KE} / \cos \tau) = 104 - (4,01 / \cos 7,351) = \mathbf{99,96 \text{ m}}$$

$$T_K = Y_{KE} / \sin \tau = 4,01 / \sin 7,351 = \mathbf{34,81 \text{ m}}$$

**Tableau VI.5 : Valeur des éléments de clothoïdes**

Paramètre de la clothoïde		Virage 1	Virage 2	Virage 3	Virage 4	Virage 5	Virage 7
R	Rayon (m)	450	250	300	450	450	200
L	Longueur de la clothoïde (m)	104	78	85	104	104	70
A	Paramètre de la clothoïde (m)	216.333	139.642	159.687	216.333	216.333	118.322
$\beta$	angle au sommet (gr)	44.0714	74.1863	33.5839	45.5950	68.1578	119.5945
$\alpha$	angle au centre (gr)	155.9286	125.8173	166.4161	154.045	131.852 2	80.4055
$\tau$	angle des tangentes (gr)	7.351	9.863	9.002	7.351	7.351	11.027
$\gamma$	angle au centre Partie circulaire (gr)	29.3694	54.4567	15.5799	31.253	53.4458	97.5405
XKE	abscisse de l'extrémité de la clothoïde(m)	104	78	85	104	104	70
YKE	ordonnée de l'extrémité de la clothoïde(m)	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01
$\sigma$	angle Polaire	2,4534	3.2700	3.001	2.4534	2.4534	3.6429
$L_{\text{cercle}}$	Long, de la partie circulaire (m)	207.6001	225.6319	73.4185	220.9144	377.786 1	169.5687
SL	longueur de la corde KA-KE (m)	104.07	78.10	85.09	104.07	104.07	70.11
Xo	abscisse du centre (m)	52.15	39.42	42.72	52.15	52.15	35.53
Yo	ordonnées du centre (m)	450.86	251.02	301.02	450.86	450.86	201.02
KA-O	distance Ka-centre (m)	453.87	254.10	301.04	453.87	453.87	204.14
$\Delta R$	Ripage (m)	1	1.01	1	1	1	1.02
DT	Développée totale (m)	415.60	381.63	243.42	428.91	585.79	309.57
TK	tangente courte (m)	34.81	25.99	28.45	34.81	34.81	23.27
TL	tangente Longue (m)	99.96	73.94	80.95	99.96	99.96	65.93

## Chapitre VII : Étude des profils en long et en travers

### VII.1.Introduction

La route à l'état actuel comporte des déclivités moyennes localisées dans le major parti du tracé. La modernisation du profil en long comportera, donc à adopter des déclivités régulières et à éliminer des éventuels sommets de cotes

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et Représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de L'axe de la route de l'ensemble des points constituant.

Il consiste à représenter graphiquement tous les points caractéristiques par leurs distances et altitudes respectivement mesurées et interpolées à partir du plan topographique.

C'est la projection de l'axe de la route projetée sur un plan vertical, il indique la valeur des pentes et des rampes, ainsi que des rayons des sommets des côtes et des points bas.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

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

### VII-2 : Ligne rouge :

C'est la ligne du projet qui doit tenir compte des critères suivants :

- Passages aux points obligés.
- Équilibré entre remblais et déblais.
- Respecter les normes techniques relatives aux rayons de raccordement.
- Assurer un bon écoulement des eaux usées et pluviales.

#### a) Les alignements

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

#### b) Déclivité

On appelle d'une route, la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal, elle prend le nom de pente pour des descentes et rampe pour les montées.

### VII.3. Déclivité minimale

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement les eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuent longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0,5% et de préférence 1%.

### VII.4. Déclivité maximale

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500 m.

Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tous les véhicules, et aussi de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd.

L'effort de freinage des lourds est très qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max). Et selon (B40,1972) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

**Tableau VII.1 : Valeur de déclivité maximale.**

Vitesse (km/h)	40	60	<b><u>80</u></b>	100	120	140
Déclivité max(%)	8	7	<b><u>6</u></b>	5	4	4

#### Remarque :

L'augmentation excessive des rampes provoque ce que suit :

- Effort de traction est considérable.
- Consommation excessive de carburant.
- Faible vitesses.
- Gène des véhicules.

#### Application au projet :

La vitesse de base qu'on retenue dans notre projet est 80 km/h, donc la déclivité maximale et de 6 %.

#### VII.4.1. Raccordements en profil en long

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long ; ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort, on distingue deux types raccordements.

**a) Raccordements Convexes (Angle Saillant)**

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

● **Condition de confort**

$$Rv = \frac{D_i^2}{2(h_0+h_1+2\times\sqrt{h_0\times h_1})} \quad (\text{VII.1})$$

Avec :

- **D<sub>i</sub>** : distance d'arrêt (m)
- **h<sub>0</sub>** : hauteur de l'œil (m)
- **h<sub>1</sub>** : hauteur de l'obstacle (m)

● **Rayon minimal absolu**

Pour les chaussées bidirectionnelles, les valeurs retenues pour le **rayon minimal** absolu assurent pour un œil placé à 1.10m de hauteur, la visibilité d'un véhicule de 1.20m de hauteur à la distance de visibilité de manœuvre de dépassement dmd (v)

$$R_{V_m} = b.dmd \quad (\text{VII.2})$$

- **b = 0.11** pour les catégories 1 et 2
- **b = 0.09** pour les catégories 3, 4 et 5
- **dmd** : la distance de visibilité de manœuvre de dépassement correspond à une vitesse de 80km/h

$$R_{V_m} = 0.11 \times 200^2 = \mathbf{4400m}$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenus par application de même relations pour la

$$\text{vitesse } \mathbf{V = Vr + 20 = 100 km/h} \quad (\text{VII.3})$$

$$R_{V_m} = 0.11 \times 300^2 = \mathbf{9900m}$$

● **Rayon minimal normal**

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus ( B40 ,1972) sont récapitulées dans le tableau suivant :

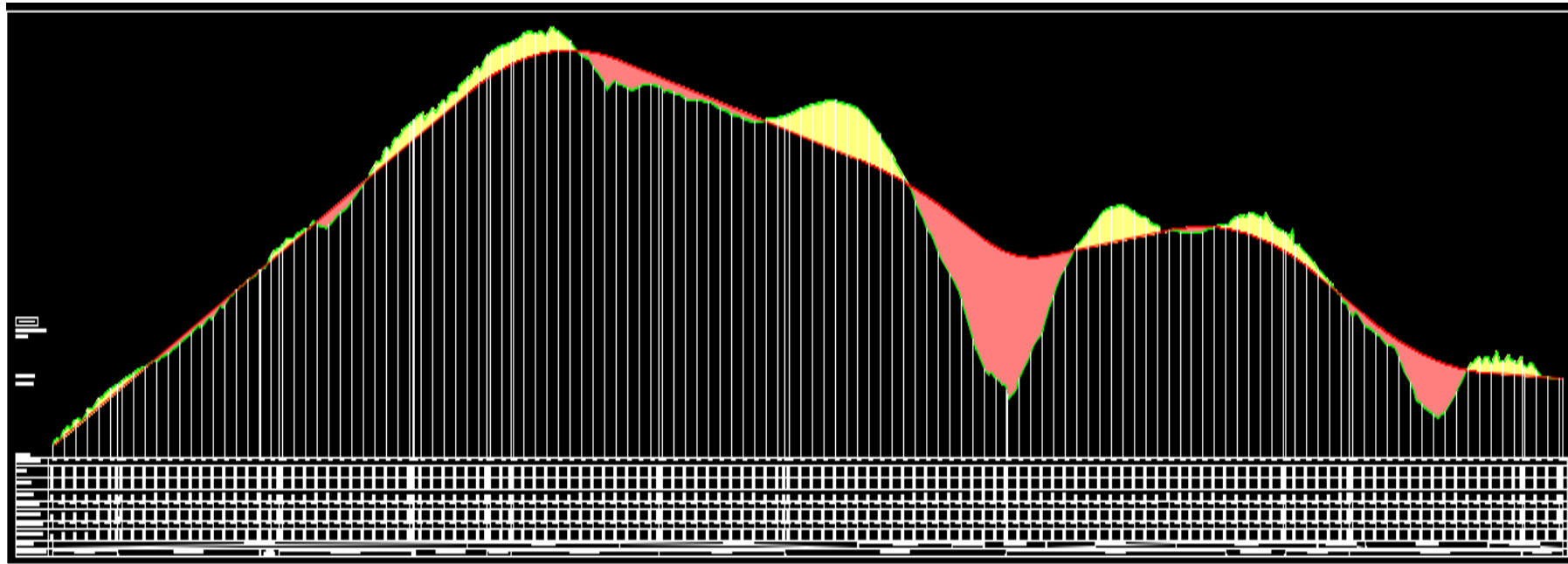


Figure VII.1 : Profil en long du projet.

**Tableau VII.2 : Récapitulatif des rayons en angle saillant**

Rayon RV	V <sub>v1</sub> Symbole	120	100	80	60	40
<b>CAT 1-2 unidirectionnel</b>						
min absolu	RV <sub>m1</sub>	12000	6000	2500	1000	300
min normal	RV <sub>n2</sub>	18000	12000	6000	2500	1000
<b>Bidirectionnel</b>						
min absolu	RV <sub>m1</sub>	20000	10000	<b>4500</b>	1500	500
min normal	RV <sub>n2</sub>	20000	20000	<b>10000</b>	4500	1500
dépassement	RVD	30000	20000	<b>20000</b>	6000	2500

**b) Raccordements Concaves (Angle Rentrant) :**

Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminantes, lorsque la route n'est pas éclairée la visibilité de nuit doit par contre être prise en compte.

Les rayons minimaux des raccordements paraboliques en angle rentrant doivent satisfaire la condition de confort suivant :

Le véhicule abordant un angle rentrant doit avoir une limitation de l'accélération aux sets suivants :

• **Rayon minimal absolu**

$$R_{v_{\min}} = 0.3 V_r^2 \text{ pour cat 1-2} \quad (\text{VII.4})$$

Avec :

- R<sub>v<sub>m</sub></sub>: rayon vertical (m)
- V<sub>r</sub> : vitesse référence (Km/h)

$$R_{v_m} = 0.3 V_r^2 = 0.30 \times 80^2 = \mathbf{1920m}$$

• **Rayon minimal normal**

Les rayons verticaux minimaux normaux en angle rentrant sont obtenus par application de la formule suivante :

$$R_{v_n} = 0.3 (V_r^2 + 20) \text{ pour cat 1-2} \quad (\text{VII.5})$$

$$R_{v_n} = 0.3 (80^2 + 20) = \mathbf{3000m}$$

Les valeurs retenues pour les rayons absolus sont récapitulées dans le tableau suivant :

**Tableau VII.3 : Rayons concaves (angle rentrant)**

Rayon RV	V <sub>v1</sub> Symbole	120	100	<b><u>80</u></b>	60	40
CAT 1-2						
min	RV <sub>m</sub>	4200	3000	<b><u>2400</u></b>	1200	500
absolu	RV <sub>n</sub>	6000	4200	<b><u>3000</u></b>	2400	1200
min						
normal						

Les rayons choisies

**RV<sub>m</sub> = 2400m**

**RV<sub>n</sub> = 3000m**

### VII.5. Définition profil en travers

C'est une coupe transversale suivant le plan vertical et perpendiculaire à l'axe de la route.

Les profils en travers ont une importance particulière ils permettent :

- Le calcul des surfaces remblais et déblais.
- La représentation du corps de chaussée.
- La représentation des relèvements des virages.

#### VII.5.1. Point fictif

C'est le profil situé au point d'intersection entre la ligne du terrain naturel et la ligne projet.

#### VII.5.2. Profil en travers courant

C'est la coupe perpendiculaire à l'axe de la route. Il se rapport aux points bien particuliers tels que :

- Altitude de forme de terrain.
- Altitude de l'axe du dévers.
- Points de changement de pentes.
- Points où sont prévus les ouvrages de protection.
- Largeur des talus.

### VII.5.3. Profil en travers type

C'est une coupe transversale donnant les caractéristiques géométriques (largeur de la chaussée, pente du trottoir....) et structurales (couche de fondation, couche de base....) de la voie.

#### Les éléments constituant un profil en travers type

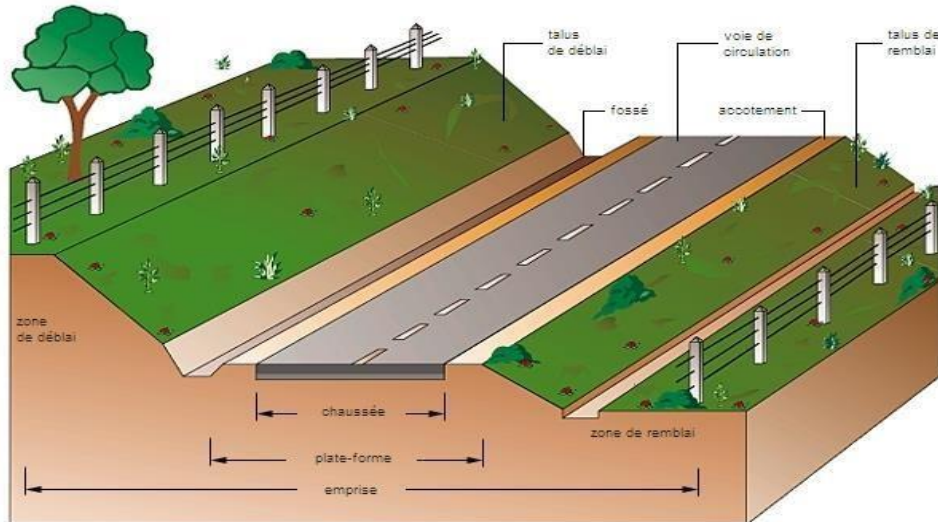


Figure VII.2 : Les éléments d'une route

L'application du profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet lue sur le profil en long, permet l'avant mètre des terrassements

On a pris 06 profil en travers l'épaisseur du corps de chaussée.

**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 coïncide généralement avec le domaine public.

- **Assiette :** Surface de terrain réellement occupée par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.
- **Plate-forme :** elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement le terre-plein central et bande d'arrêt.
- **Chaussée :** c'est la partie de route affecté à la circulation des véhicules

- **A-Bande dérasée de gauche (B.D.G)** : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est Dégagée de tout obstacle, revêtu et se raccorde à la chaussée.
- **B-Bande médiane** : elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation,..., etc), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.
- **Accotement** : Les accotements sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.  
Ils comportent généralement les éléments suivants :
  - Une bande de guidage.
  - Une bande d'arrêt.
  - Une berme extérieure.
- **B-La berme** :Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de Sécurité, signalisations..). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au Fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.
- **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.

#### **VII.6.Calcul du profil en travers type du projet**

Le tronçon comportera un profil en travers type, qui contient les éléments suivants :

- Deux chaussées de deux voies de 3.50 m chacune : $l = (2 \times 3.5) = 7 \text{ m}$ .
- Un accotement de 2 m pour de part et d'autre : $(2 \times 2) = 4 .00 \text{ m}$
- Plate-forme =**11.00 m**
- Dévers minimum 2.5%
- Dévers maximum 7%
- Pente de talus en remblai 3/2
- Pente de talus en déblai 1/1

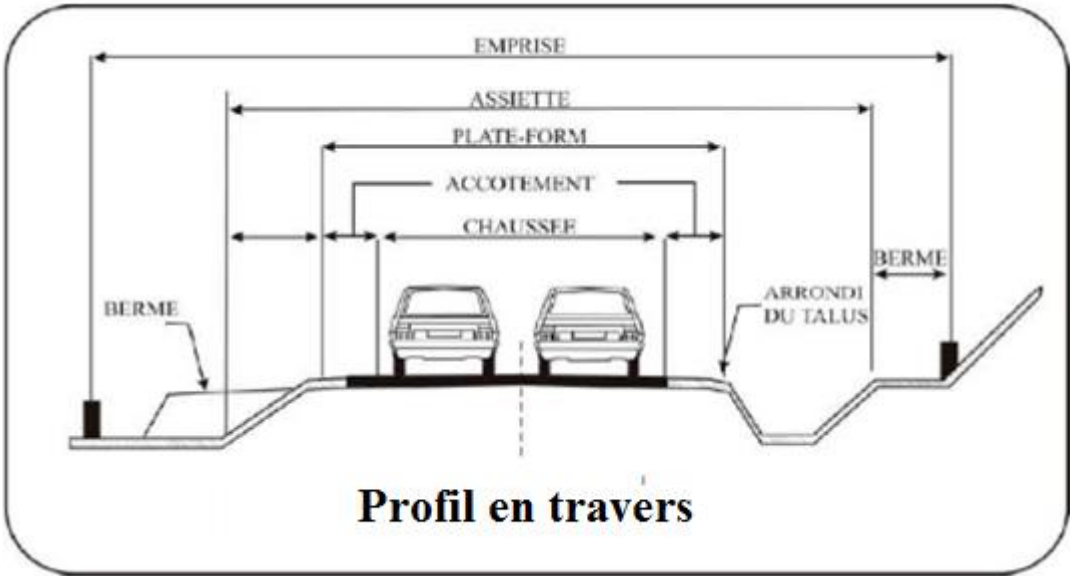


Figure VII.3: Les éléments du profil en travers

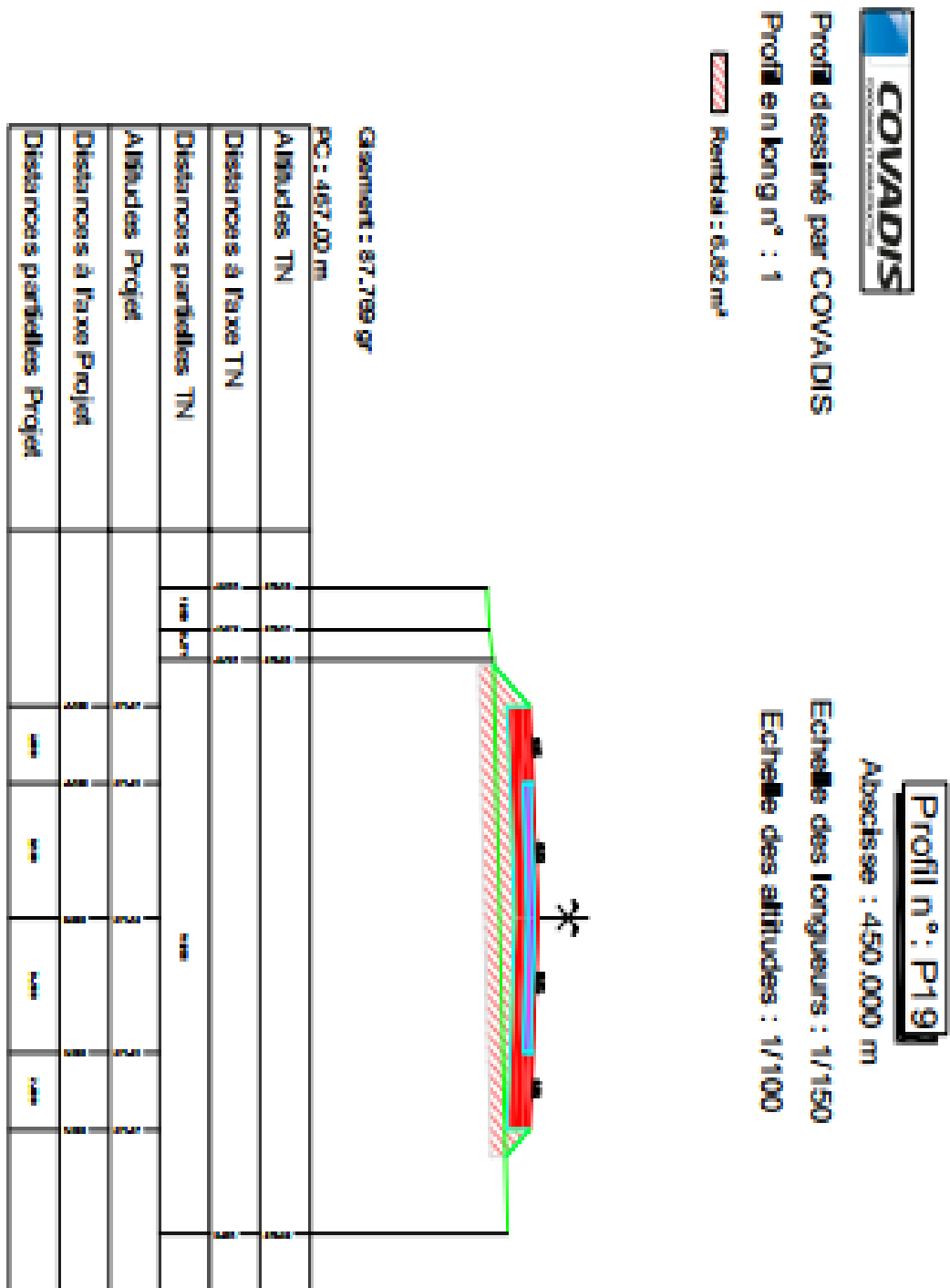


Figure VII.4 : Schémas du profil en travers du tracé .

## **Chapitre VIII : Dimensionnement du corps de chaussée**

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

La chaussée d'une route est destinée à supporter les différentes actions mécaniques des véhicules et à les transmettre au sol de fondation, sans qu'il ne se produise de déformations permanentes dans le corps de chaussée ou dans le sol.

On voit tout de suite, que nous aurons deux facteurs bien différents à étudier pour déterminer la résistance de la chaussée donc son épaisseur. Il faudra tenir compte :

- Des efforts dus aux véhicules.
- De l'aptitude du terrain de fondation à résister aux efforts.

### **VIII.2.Les efforts dus aux véhicules**

Des études complexes ont montré qu'un véhicule transmettait à la chaussée :

- Des forces verticales dues au poids du véhicule entraînant un poinçonnement en cas de stationnement prolongé.
- Des efforts tangentiels dus à l'effort du moteur pour faire avancer le véhicule, à l'effort inverse en cas de freinage et à la résistance aux efforts transversaux (force centrifuge).
- Des forces dynamiques dues aux vibrations des véhicules (mouvement relatif entre les roues et le châssis par l'intermédiaire des amortisseurs).
- Il existe enfin une cause importante de l'usure des chaussées qui est la répétition de passage des charges. La route se fatigue au fur et à mesure d'une façon irréversible.

Il est intéressant de signaler que les actions des agents atmosphérique collaborant à l'usure de la structure de la chaussée provoquée par l'infiltration d'eau et la variation journalière et saisonnière de la température.

### **VIII.3. Résistance des sols de fondation**

La connaissance du sol de fondation est indispensable pour déterminer la résistance d'une chaussée. En effet suivant la résistance propre du sol on sera amené à diminuer ou à augmenter l'épaisseur de la chaussée.

Il faut noter que la présence de l'eau dans le sol rend difficiles tous calculs théoriques car cette eau peut provoquer des modifications importantes de certains sols et causer des désordres très graves en cas de gel.

Enfin, le compactage du sol de fondation peut améliorer sa résistance.

#### **VIII.4. Définition de la chaussée**

##### **VIII.4.1. Au sens géométrique**

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

##### **VIII.4.2. Au sens structurel :**

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

#### **VIII.5. Les différentes catégories de chaussées**

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

##### **VIII.5.1. Chaussées souples**

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

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

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

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 04 couches suivantes :

##### **a) Couche de roulement (surface)**

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

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

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides. L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm.

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

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

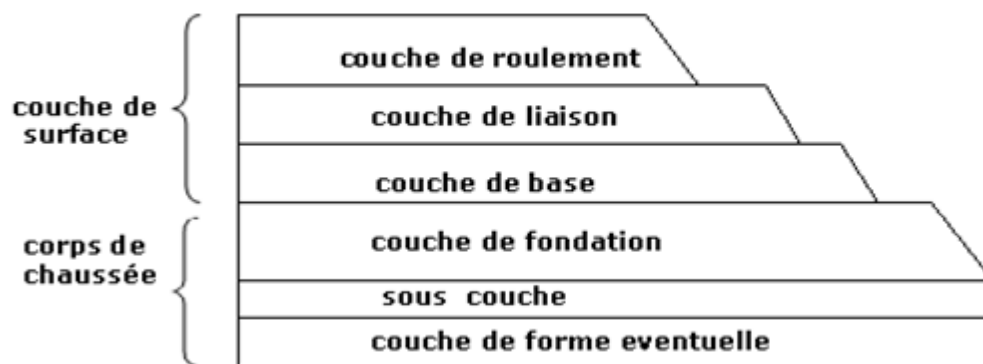
L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

### **c) Couche de fondation**

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

### **d) Couche de forme**

la couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristique aléatoires et dispersées des matériaux de remblais ou de terrain naturel aux caractéristique mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée. Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme. L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm.



**Figure VIII.1: Coupe type d'une chaussée souple.**

### **VIII.5.2. Chaussée rigides**

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la Couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, un grave traité aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches 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.

### **VIII-5-3. Chaussée semi-rigides**

On distingue :

Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulats,...).

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm.

Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable Gypseux.

### **VIII.6.Choix du type de chaussée**

La recherche de l'économie implique donc l'utilisation des matériaux à limite de leur résistance mécanique sans qu'il y ait déformation.

On retiendra dans notre projet le type de chaussées souple :

- Elles sont économiques.
- Elles sont les plus employées dans la voirie urbaine car les charges et le trafic, ne sont pas importantes.
- Elles permettent l'utilisation des matériaux locaux.
- Elles sont antidérapantes même mouillé.
- Leur mise en place et leur entretien est facile.
- Elles représentent une surface agréable au roulement

### VIII.7. Dimensionnement du corps de chaussée

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

- Support : Qualités mécaniques du sol de fondation caractérisée par l'indice CBR ( tableau (VIII.1)
- Sensibilité à l'eau du sol de fondation.
- Qualités mécaniques des couches de chaussées dans leur aptitude à supporter les charges et à les répartir.
- Environnement : Le climat et l'environnement impactent la performance des chaussées en influençant leur résistance aux contraintes et déformations. Les variations de température déterminent le choix du liant bitumineux, tandis que l'humidité du sol, liée aux précipitations et au drainage, affecte ses propriétés.
- Trafic et la durée du service: le passage des poids lourds (véhicules de plus de 6,5 tonnes) impacte sur le choix de l'épaisseur

**Tableau VIII.1 : Classes du sol en fonction de l'indice CBR**

Portance (Si)	S4	<b><u>S3</u></b>	S2	S1	S0
CBR (I)	<5	<b><u>5 ~10</u></b>	10 ~ 25	25~ 40	>40

En générale, on distingue 3 groupes de méthodes , les plus répondues :

- ✓ Méthodes théoriques : sont des méthodes utilisées pour une recherche théorique.
- ✓ Méthodes empiriques : elles se bornent à une classification des sols et des types de chaussées (expérimentalement).
- ✓ Méthodes semi-empirique : elles combinent entre les résultats théoriques et les essais de laboratoires.

### VIII.7.1. Méthode de C.B.R

Elle est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol de la plate – forme sur la quelle doit être construite la chaussée étudiée.

Cette méthode tient compte de la résistance au poinçonnement suivant l'essai C.B.R du sol de fondation et d'autre part sur l'hypothèse de « BOUSSINESQUE ».

Pour la répartition en profondeur ; des pressions verticales d'un massif homogène semi – infini, cette pression qui s'exerce sur le sol de fondation doit être inférieure à la résistance de poinçonnement « I » du sol donné par l'essai C.B.R.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$E = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{CBR} + 5} \quad (\text{VIII.1})$$

#### Remarque :

On constate que cette formule ne tient pas compte de l'importance du trafic ; des abaques anglais font entrer dans leurs formules des diverses intensités du trafic ; ce qui permet de donner un 2ème résultat qui s'exprime par la formule.

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

#### Avec :

e : Epaisseur équivalente de la chaussée (cm)

P : Charge de la roue maximale (tonnes).

$I_{CBR}$  : Indice de CBR.

N : Nombre moyen journalier de camion de plus de 3500 kg vide qui circulé sur la chaussée.

### VIII.7.2. Notion d'épaisseur équivalente

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

$$e = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 \quad (\text{VIII.3})$$

- $a_1 \times e_1$ : couche de roulement.
- $a_2 \times e_2$  : couche de base.
- $a_3 \times e_3$ : couche de fondation.

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

**Tableau VIII.2 : Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau**

Matériaux utilisées	Coefficient d'équivalence
<b>Béton bitumineux-enrobé dense</b>	2,00
<b>Grave bitume</b>	1,70
<b>Grave ciment-grave laitier</b>	1,50
<b>Sable ciment</b>	1,00 à 1,20
<b>Grave concassée ou gravier</b>	1,00
<b>Grave roulée-grave sableuse-T.V. O</b>	0,75
<b>Sable</b>	0,50
<b>Grave bitume</b>	1,60 à 1,70
<b>Tuf</b>	0,60

### VIII.8. Application au projet

#### ➤ Matériaux

En fonction de l'étude géotechnique faite par la DTP de Relizane , les matériaux proposé pour la section standard sont

- Couche de roulement en BB
- Couche de base en GC
- Couche de fondation en TVO.

➤ **Données de l'étude pour le trafic**

Chaussée bidirectionnelle à une (01) voie,

- ✚ Le trafic à l'année d'origine 2022 :  $TJMA_{2022} = 2919$  (uvp/j).
- ✚ Année de mise en service 2025 ;  $TJMA_{2025} = 3283$  (uvp/j)
- ✚ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 4\%$
- ✚ Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 30\%$
- ✚ La durée de vie estimée de 20 ans
- ✚ ICBR = 8 (la moyenne obtenue d'après l'étude géotechnique), sol appartient à la classe (S3))

- **Répartition de trafic :**

- Calcul du trafic du VPL a l'année de comptage :

$$N_0 = TMJA_{2022} * \% PL$$

$$N_0 = 2919 \times 0,30 = 875,70 \text{ (uvp)/j}$$

- **Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :**

$$N_1 = N_0 \times (1 + \tau)^3 = 875,70 \times (1 + 0.04)^3 = 985,043 \text{ (uvp/j)}$$

- **Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :**

$$N_{20} = N_0 \times (1 + \tau)^{20} = 875,70 \times (1 + 0.04)^{20} = 2158,34,0 \text{ uvp/j}$$

- **Calcul d'épaisseur:**

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{2158,34}{10})}{78 + 5}$$

$$e = 45,29 \approx 46 \text{ cm}$$

- **Épaisseur équivalente :**

$$e_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

- $e_1$ : épaisseur réelle de la couche de surface.
- $e_2$ : épaisseur réelle de la couche de base.
- $e_3$ : épaisseur réelle de la couche de fondation

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche

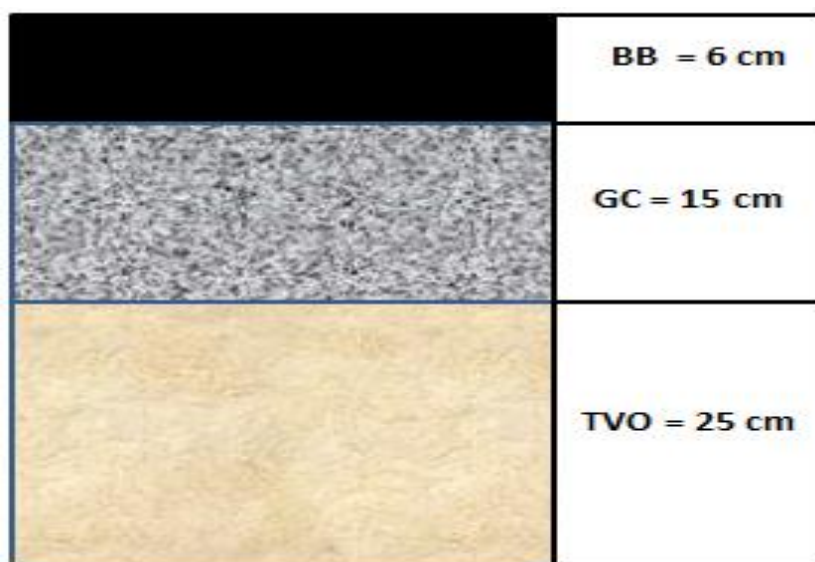
- ✓ Couche de roulement en béton bitumineux à module élevé (BB) :  $a_1 \times e_1 = 2 \times 6 = 12 \text{ cm}$
- ✓ Couche de base en Grave concassé (GC) :  $a_2 \times e_2 = 1 \times 15 = 15 \text{ cm}$
- ✓ Couche de fondation en TUF :  $a_3 \times e_3 = 25 \times 0.75 = 18,75 \text{ cm}$

Après la vérification, la structure proposée est comme suit :

**Tableau VIII.3 : l'épaisseur de chaque couche**

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
<b>couche de roulement</b>	BB	<b>6</b>	12
<b>couche de base</b>	GC	15	15
<b>couche de fondation</b>	TVO	25	18,75
	<b>Somme</b>	45,29	45,75
	<b>E</b>	46	

Notre structure comporte : **6 BB + 15 GC +25 TVO**



**Figure VIII.2:** Différentes couches du corps de chaussée

## Chapitre IX : Paramètres cinématiques

### IX.1. Introduction

On doit donner à un conducteur en cas de freinage d'urgence une distance de visibilité suffisante qui lui permettra de freiner sans qu'il ait un risque de danger.

Le frottement du pneumatique sur la chaussée dépendant de la route se caractérise par 3 états

- État de la chaussée ;
- État atmosphérique ;
- État des pneus du véhicule.

Pour l'importance du coefficient de frottement «  $fL$  » des chaussées, on pourrait admettre les valeurs suivantes :

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules.

### IX.2. Distance de freinage :

La distance de freinage est la longueur parcourue par le véhicule pendant l'action du freinage pour annuler sa vitesse.

$$d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(fL \pm i)} \quad (\text{IX.1})$$

Avec :  $V_r$  : vitesse de référence  $V_r = 80 \text{ Km/h}$

$g$  : accélération de la pesanteur =  $10 \text{ m/s}^2$

$fL$ : coefficient de frottement

$i$  : rampe ou pente.

$$\text{Palier} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g.fL} \quad (\text{IX.2})$$

$$\text{Pente} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(fL - i)} \quad (\text{IX.3})$$

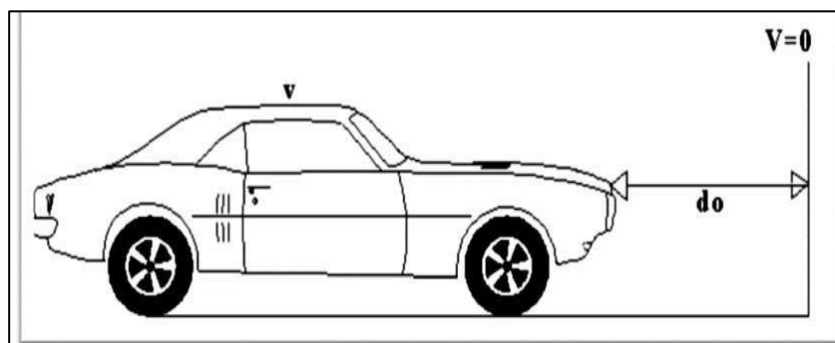
$$\text{Rampe} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(fL + i)} \quad (\text{IX.4})$$

Le tableau suivant donne la valeur de ( $f\ell$ ) retenues pour l'Algérie d'après B40.

**Tableau IX.1 : Valeur de  $f\ell$**

$V_r$ (Km/h)	40	60	80	100	120	140
CAT						
CAT 1-2	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30
CAT 3-4-5	0,49	0,46	0,43	0,40	0,036	/

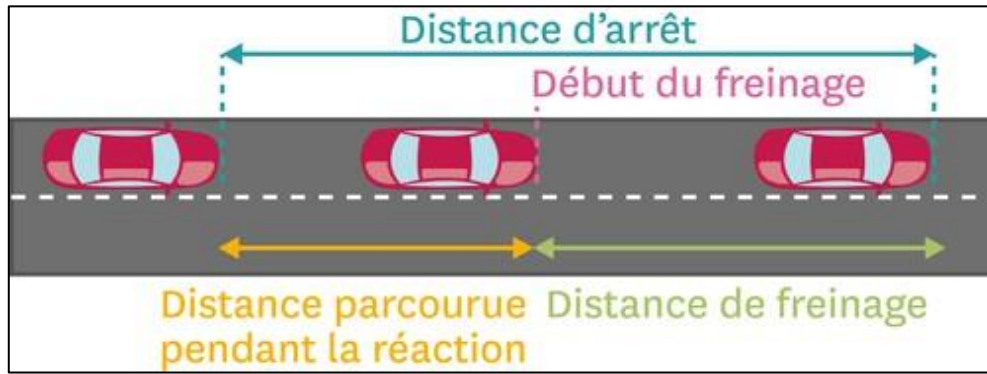
Catégorie 2                       $V_r = 80$  Km/h                       $\implies f\ell = 0,39$



**Figure IX.1: Distance de freinage**

### IX.3. Distance d'arrêt en alignement droit ( $d_1$ )

C'est la distance minimum parcourue par un véhicule entre le moment où l'obstacle devient visible et celui où le véhicule s'arrête. Elle est obtenue en ajoutant à la distance de freinage «  $d_0$  » l'espace parcouru durant le temps de perception-réaction «  $t$  ».



**Figure IX.3:** Distance d'arrêt en alignement droit

$$V_r > 80 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 1.8 \text{ s} \rightarrow d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)} \quad (\text{IX.6})$$

$$V_r \leq 80 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 2 \text{ s} \rightarrow d_1 = d_0 + 0.56 V_r \text{ (km/h)} \quad (\text{IX.7})$$

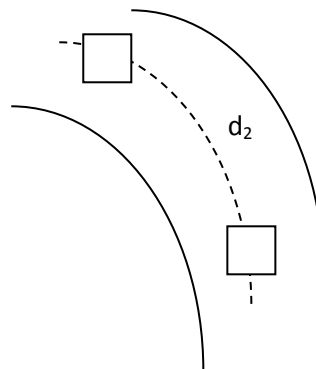
$$\text{Pour } V_r = 80 \text{ km/h} \rightarrow t = 1.8 \text{ s} \rightarrow \mathbf{d_1 = d_0 + 0.50 V_r}$$

#### IX.4. Distance d'arrêt en courbes (d<sub>2</sub>)

$$V_r > 60 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 1.8 \text{ s} \rightarrow d_1 = 1.25 \times d_0 + 0.50 V_r \quad (\text{IX.8})$$

$$V_r \leq 60 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 2 \text{ s} \rightarrow d_1 = 1.25 \times d_0 + 0.56 V_r \quad (\text{IX.9})$$

$$\mathbf{d_2 = 1,25 d_0 + 0,56 V_r}$$



**Figure IX.4:** Distance d'arrêt en courbe

### IX.5. Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

C'est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule dépassant d'abandonner en freinant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement amorcée dans l'hypothèse où le véhicule adverse freine.

Valeurs retenues (voir tableau ci-après)

Tableau IX.2 : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement.

Toutes catégories	Vr (km/h)	40	60	<b>80</b>	100	120
	Distance de visibilité et de dépassement					
▪ Minimale d <sub>m</sub> (m)		150	250	<b>325</b>	425	550
▪ Normale d <sub>N</sub> (m)		250	350	<b>500</b>	625	800
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement d <sub>md</sub>		70	120	<b>200</b>	300	425

### IX.6. Distance de sécurité entre véhicules

C'est la distance de sécurité, nécessaire entre deux véhicules qui se suivent pour éviter toute collision. Il suffit que l'intervalle soit supérieur à la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction.

### IX .7 Application au projet :

#### 1- Distance de freinage :

**En Rampe:** P<sub>1</sub> =4,96 %

$$\rightarrow d_0 = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell + i)} = 0.04 \frac{80^2}{10(0,39+0,0496)} = 58,23 \text{ m}$$

**En pente :** P<sub>2</sub> = -2,42 %

$$d_0 = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell - i)} \rightarrow 0.04 \frac{80^2}{10(0,39-0,0496)} = 69,98 \text{ m}$$

#### 2- Distance d'arrêt en alignement droit (d1) :

Pour d<sub>0</sub> = 58,23 m → d<sub>1</sub> = 0,50 (80) + 58,23 = **98,23 m**

Pour  $d_0 = 69,98 \text{ m} \rightarrow d_1 = 0,50 (80) + 69,98 = \mathbf{109,98 \text{ m}}$

**3- Distance d'arrêt en courbes (d2) :**

Pour  $d_0 = 58,23 \text{ m} \rightarrow d_2 = 1,25 \times 58,23 + 0,50 (80) = \mathbf{117,59 \text{ m}}$

Pour  $d_0 = 69,98 \text{ m} \rightarrow d_2 = 1,25 \times 69,98 + 0,50 (80) = \mathbf{132,28 \text{ m}}$

**IX.8. Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre:**

Cette dernière représente la distance nécessaire telle que si un véhicule rapide apparaît en sens inverse du véhicule effectuant le dépassement à l'instant où celui-ci amorce sa manœuvre il ne croise le véhicule inverse qu'après l'exécution de la manœuvre. Valeurs retenues (voir tableau ci-après)

**Tableau IX.3 :** Récapitulatif des résultats

	Déclivité		d0 (m) <u>freinage</u>	d1 (m) (d'arrêt)	d2 (m)
				en alignement droit	d'arrêt en courbe
<b>1</b>	Rampe	4,96 %	58,232	98,23	117,59
<b>2</b>	Pente	-2,42 %	69,98	109,98	132,28
<b>3</b>	Pente	-4,48 %	74,16	114,16	137,50
<b>4</b>	Rampe	1,20 %	63,68	103,68	124,50
<b>5</b>	Pente	-4,97 %	75,22	115,22	138,83
<b>6</b>	Pente	-0,49 %	66,48	106,48	127,90

**Tableau IX.4 :** Distance de visibilité de manœuvre de dépassement ( B40)

Vr(Km/h)	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
Distance de visibilité et de dépassement Minimale (m)	4v	4v	4v	4.2v	4.6v	5v
	160	240	<b><u>320</u></b>	420	550	700
Distance de visibilité et de dépassement Normale(m)	6v	6v	6v	6.2v	6.6v	7v
	240	360	<b><u>480</u></b>	620	790	980
Distance de visibilité de Manœuvre de dépassement (m)	70	120	<b><u>200</u></b>	300	425	

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de  $d_{vdm}$ ,  $d_{vdn}$  et  $d_{md}$  en fonction de la vitesse.

Vr	<b><math>d_{vdm}</math></b>	<b><math>d_{vdn}</math></b>	<b><math>d_{md}</math></b>
80 Km/h	320	480	200 m

## Chapitre X : Calcul des terrassements (cubatures)

### X.1. Introduction

Les cubatures de déblai et de remblai se calculent différemment selon le type de terrassement à réaliser. Il est relativement simple lorsqu'il s'agit d'exécuter des travaux de décapage ou des tranchées. Il devient plus complexe pour les fouilles en pleine masse ou pour la réalisation des voies.

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

- Des profils en long.
- Des profils en travers.
- Des distances entre ces profils.

### X.2. Méthode de calcul

Les cubatures sont calculées pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais :

- Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul.
- Le travail consiste a calculé les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section pour notre projet.
  - TN : Terrain Naturelle.
  - SD : Surface Déblai.
  - SR : Surface Remblai.

Pour cette étude, on utilisera la méthode SARRUS, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs.

### X.2.1. Formule de SARRUS

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

$$S_{moy} = \frac{(S_1 + S_2)}{2} \quad (X.1)$$

$$V = \frac{L_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4 \times S_{moy}) \quad (X.2)$$

- ✓ PF : profil fictif, surface nulle
- ✓ Si : surface de profil en travers Pi
- ✓ Li : distance entre ces deux profils
- ✓  $S_{moy}$  : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance  $L_i$  )

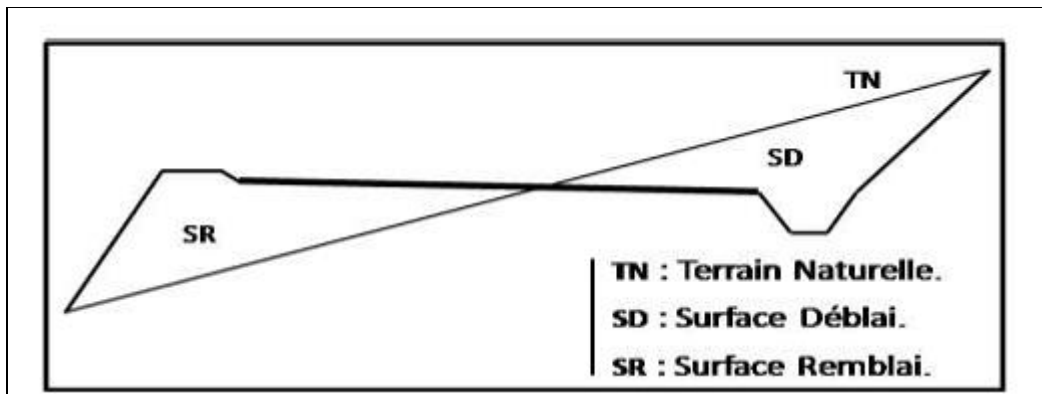


Figure X.1 : Profil en travers mixte.

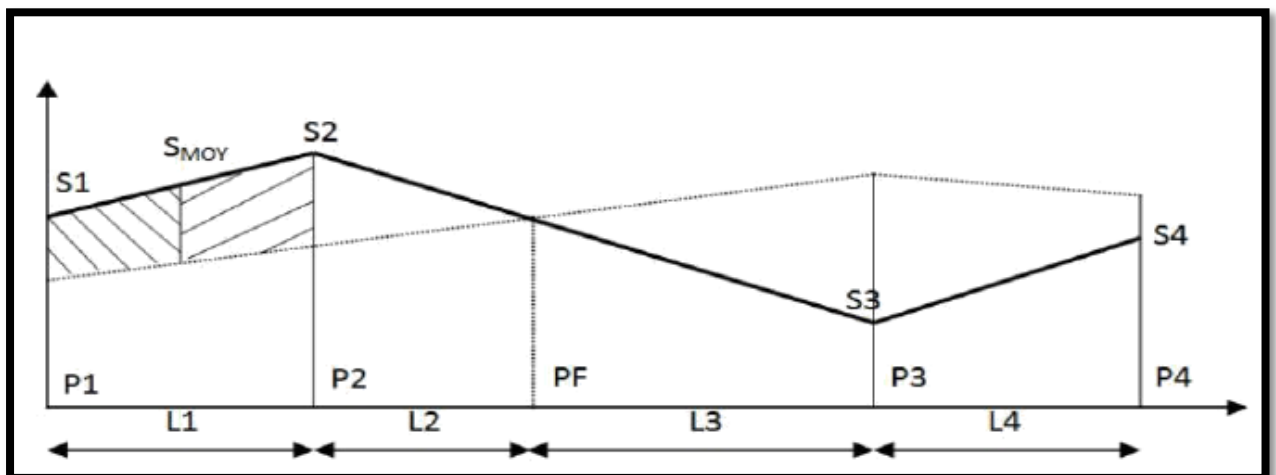


Figure X.2 : les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

► Pour un calcul plus simple on a considéré que :

• Entre P1 et P2 →  $V_1 = L_1 \cdot \frac{(S_1+S_2)}{2}$  ( X.3)

• Entre P2 et PF →  $V_2 = L_2 \cdot \frac{(S_1+0)}{2}$  ( X.4)

• Entre PF et P3 →  $V_3 = L_3 \cdot \frac{(0+S_3)}{2}$  ( X.5)

► Le volume total V :

$$V = \left(\frac{L_1}{2}\right) \cdot S_1 + \left(\frac{L_1+L_2}{2}\right) \cdot S_2 + \left(\frac{L_2+L_3}{2}\right) \cdot 0 + \left(\frac{L_3+L_4}{2}\right) \cdot S_3 + \left(\frac{L_4}{2}\right) \cdot S_4 \quad ( X.1)$$

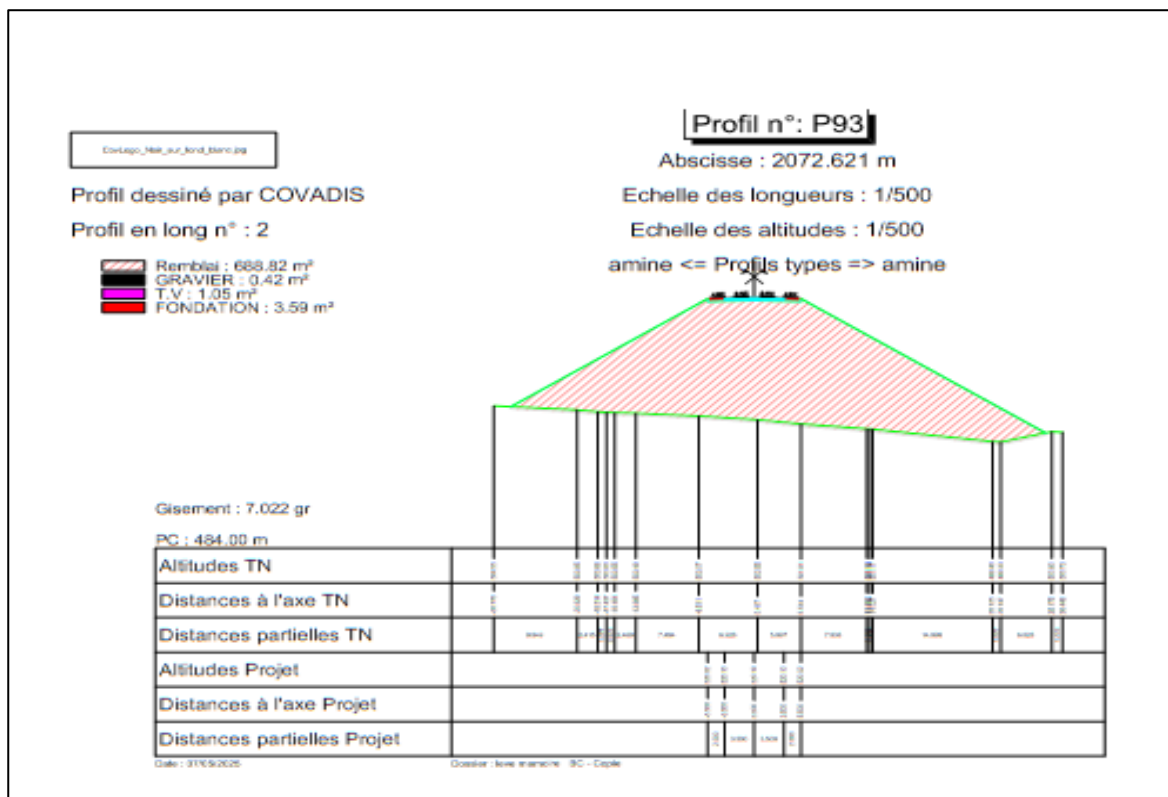
Pour le calcul des cubatures, on a utilisé le logiciel COVADIS. Ils sont illustrés dans l'annexe (III) , qui fait ressortir ce qui suit :

-Longueur Totale du Tracé : 3280.6024 m

-Déblai Total du tracé: 44.610,257 m<sup>3</sup>

-Remblai Total du tracé: 54.509,852 m<sup>3</sup>

-Excès de remblai = 9899.595 m<sup>3</sup>



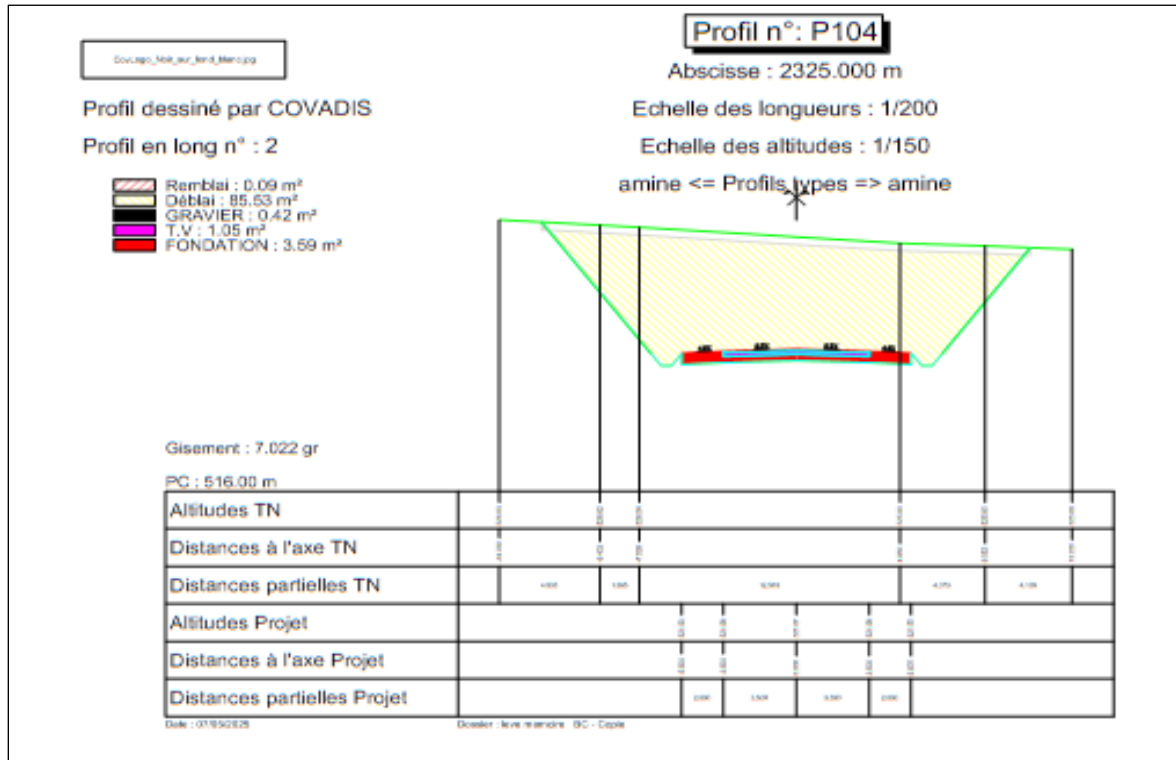


Figure X.4 : profil en travers schématisant un terrassement type déblai

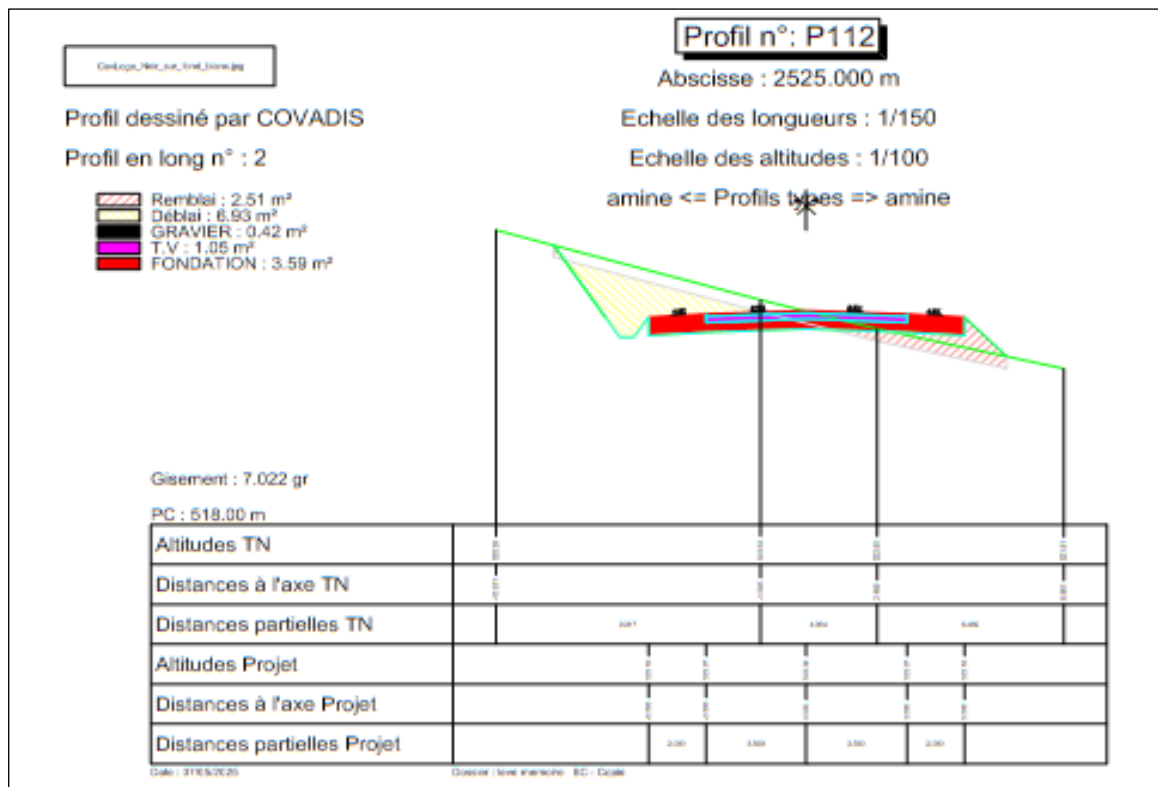


Figure X.5: profil en travers schématisant un terrassement mixte ( remblai et déblai)

## Chapitre XI : Implantation

### XI .1. Introduction

L'implantation est une application directe des connaissances de topographie du projet ; elle consiste à placer sur terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet.

Les implantations sont calculées au préalable à partir éléments graphiques (mesures sur le plan), définies par les plan de piquetage des axes des voies où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction. Le piquetage « l'implantation » est donc le report du projet étudié sur le terrain naturel.

### XI.2. Implantation planimétrique des sommets des alignements

#### ➤ Par rayonnement

On stationne un point connu avec un théodolite et après avoir fait une orientation sur un point pris comme référence ( affichage du gisement), on affiche le gisement du point à implanter et on reporte ensuite sur cette direction la distance correspondante jusqu'à matérialiser le point.

#### ➤ Par intersection

Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

#### ➤ Par coordonnées polaires

Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

### XI.3. Implantation de courbes

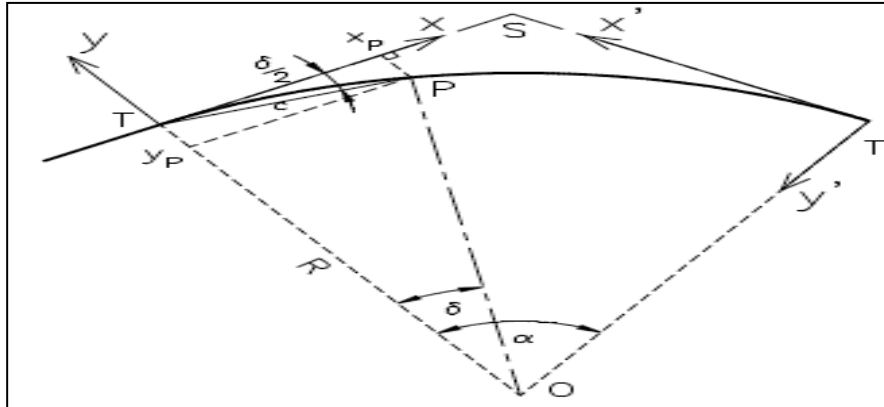
#### ➤ Raccordement circulaire

Pour implanter un raccordement circulaire, il faut implanter au préalable les alignements droits adjacent et leur intersection.

La valeur du rayon R est une donnée, l'angle au centre  $\beta$  est calculé.

Après l'implantation des alignements, on implante les points de tangences T, T' et le sommet M de la courbe à partir du sommet S.

Plusieurs méthodes d'implantation peuvent être utilisées pour l'implantation de la partie circulaire.



**Figure XI.1 :** Implantation partie circulaire.

**- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente**

$$X_i = R \cdot \sin(i \cdot \delta) \tag{XI.1}$$

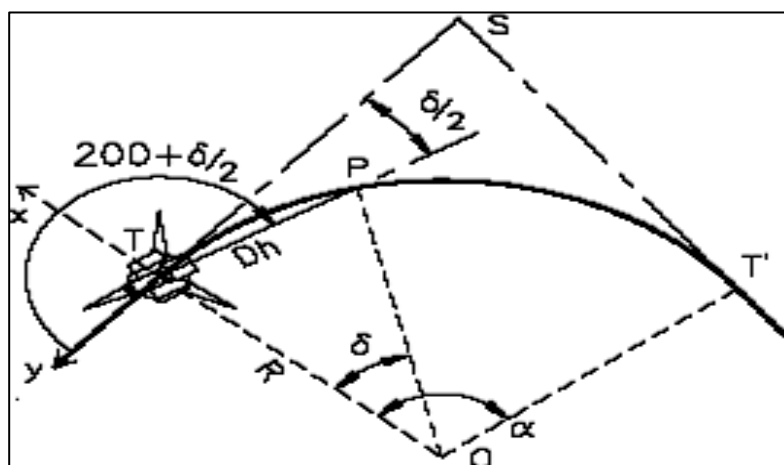
$$Y_i = R \cdot (1 - \cos(i \cdot \delta)) \tag{XI.2}$$

**-Par abscisses et ordonnées sur la corde**

Origine : point de tangence

Origine : milieu de la corde

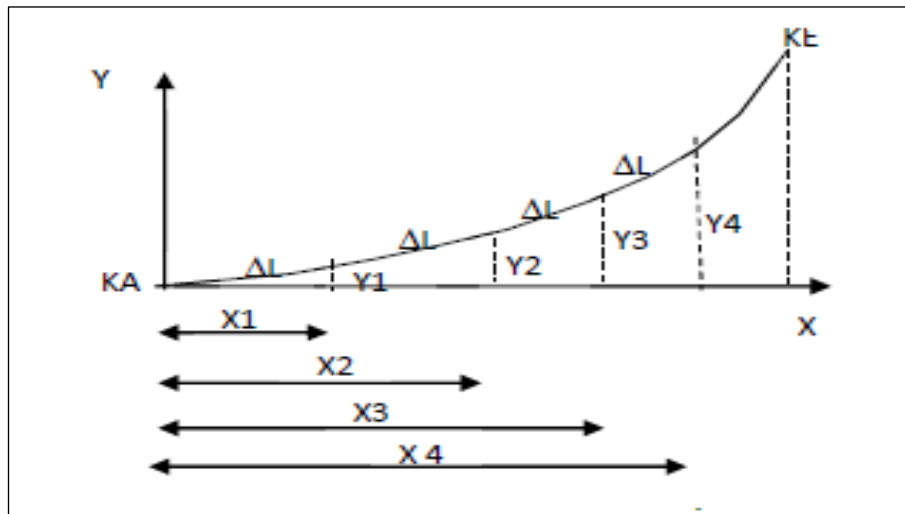
-Méthode : coordonnées polaires :



**Figure XI.2 :** Coordonnées polaires.

➤ **Raccordement progressif**

Le piquetage peut être réalisé soit par coordonnées rectangulaires à partir des tangentes, soit par la méthode des cordes et angles. Ce sont surtout les appareils de mesure dont on dispose qui fixeront le choix du procédé. Tandis que le piquetage par les coordonnées rectangulaires peut se faire à l'aide d'un jalon, d'un ruban métrique et d'une équerre optique, un théodolite est nécessaire pour appliquer la méthode des cordes et angles.



**Figure XI.3** : Méthode d'implantation.

Piquetage par coordonnées rectangulaires :

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \quad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6} \quad (\text{XI.3})$$

Implantation par coordonnées Polaires :

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \quad W_{\text{radians}} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6} \quad (\text{XI.4})$$

**XI.4. Piquetage en altimétrie**

Il est souvent nécessaire d'implanter sur le chantier un réseau de repères de nivellement. Ces repères sont reliés entre eux par cheminement de nivellement encadré par deux (02) ou plusieurs repères du nivellement général de l'Algérie (NGA).

Ces repères peuvent être des points naturels bien définis exemple avaloirs ou des rivets scellés dans un socle de béton.

**Application au projet :**

L'absence de canevas topographique (pièce non jointe avec le levé topographique) ne nous a pas permis de traiter la partie implantation des alignements droits. On se contentera au piquetage des parties courbes (clothoïde et cercle).

- **Implantation des parties courbes**

**Tableau XI.1** : Données d'implantation de l'arc de cercle du 1<sup>er</sup> virage

<b>R</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b><math>\beta / 2</math></b>	<b>n</b>	<b><math>\delta</math></b>
450 m	44.0714 gr	22.0360	10 pts	2.2036 gr

Avec

**n** : nombre d'implantation

**$\delta$**  : angle

**Tableau XI.2** : Implantation de la branche de l'arc de cercle « 1er virage » R = 450

<b>N°</b>	<b><math>i\delta</math></b>	<b><math>X = R. \sin i\delta</math></b>	<b><math>Y = R. (1 - \cos i\delta)</math></b>
<b>T</b>	0.0000	0.0000	0.0000
<b>01</b>	2.2036	15.5732	0.2700
<b>02</b>	4.4072	31.1278	1.0779
<b>03</b>	6.6108	46.6451	2.4240
<b>04</b>	8.8144	62.1064	4.3064
<b>05</b>	11.0180	77.4934	6.7227
<b>06</b>	13.2216	92.7876	9.6700
<b>07</b>	15.4252	107.9706	13.1449
<b>08</b>	17.6288	123.0242	17.1432
<b>09</b>	19.8324	137.9305	21.6600
<b>M</b>	22.0360	152.6715	26.6842

**Tableau XI.3** : Listing d'implantation planimétrique et altimétrique des profils

Profil n°	Abscisse	Altitude		Point d'axe	
		TN	Projet	X	Y
P01	Pr =0.00m	495.600	495.600	304422.947	3947351.961
P02	Pr =25.00m	497.444	496.840	304401.242	3947364.366
P03	Pr =50.00m	498.765	498.081	304379.537	3947376.771
P04	Pr =75.00m	500.128	499.321	304357.831	3947389.175
P05	Pr =100.00m	501.558	500.562	304336.126	3947401.580
P06	Pr =125.00m	502.765	501.802	304314.420	3947413.985
P07	Pr =139.85m	503.278	502.539	304301.529	3947421.352
P08	Pr =150.00m	503.821	503.043	304292.659	3947426.290
P09	Pr =175.00m	504.882	504.283	304270.360	3947437.585
P10	Pr =200.00m	505.712	505.523	304247.468	3947447.625
P11	Pr =225.00m	506.373	506.764	304224.054	3947456.378
P12	Pr =250.00m	507.295	508.004	304200.190	3947463.817
P13	Pr =275.00m	508.499	509.245	304175.949	3947469.920
P14	Pr =300.00m	509.872	510.485	304151.407	3947474.668
P15	Pr =325.00m	510.785	511.726	304126.640	3947478.045
P16	Pr =350.00m	511.907	512.966	304101.723	3947480.042
P17	Pr =375.00m	513.384	514.206	304076.734	3947480.653
P18	Pr =400.00m	515.314	515.447	304051.749	3947479.874
P19	Pr =425.00m	516.581	516.687	304026.846	3947477.710
P20	Pr =450.00m	517.821	517.928	304002.102	3947474.166

P21	Pr =451.37m	517.889	517.996	304000.752	3947473.932
P22	Pr =475.00m	519.841	519.168	303977.475	3947469.863
P23	Pr =491.16m	520.711	519.970	303961.560	3947467.081
P24	Pr =500.00m	521.056	520.409	303952.823	3947465.712
P25	Pr =525.00m	521.821	521.649	303927.930	3947463.524
P26	Pr =550.00m	523.047	522.889	303902.942	3947463.831
P27	Pr =575.00m	523.607	524.130	303878.110	3947466.632
P28	Pr =600.00m	523.593	525.370	303853.681	3947471.897
P29	Pr =625.00m	525.125	526.611	303829.900	3947479.575
P30	Pr =650.00m	526.779	527.851	303807.005	3947489.589
P31	Pr =675.00m	528.796	529.092	303785.224	3947501.839
P32	Pr =700.00m	531.238	530.332	303764.774	3947516.202
P33	Pr =725.00m	533.575	531.572	303745.860	3947532.534
P34	Pr =750.00m	534.659	532.813	303728.672	3947550.674
P35	Pr =775.00m	536.478	534.053	303713.380	3947570.438
P36	Pr =782.49m	536.871	534.425	303709.194	3947576.643
P37	Pr =786.46m	537.082	534.622	303707.023	3947579.967
P38	Pr =800.00m	537.689	535.294	303699.363	3947591.137
P39	Pr =825.00m	538.484	536.534	303683.934	3947610.798
P40	Pr =850.00m	539.352	537.775	303666.922	3947629.107
P41	Pr =875.00m	540.556	539.015	303648.445	3947645.937
P42	Pr =900.00m	542.247	540.255	303628.631	3947661.170
P43	Pr =925.00m	543.293	541.431	303607.618	3947674.701

P44	Pr =944.72m	545.169	542.261	303590.296	3947684.109
P45	Pr =950.00m	545.449	542.468	303585.572	3947686.477
P46	Pr =975.00m	546.359	543.366	303563.223	3947697.681
P47	Pr =995.01m	546.862	543.984	303545.333	3947706.650
P48	Pr =1000.00m	547.037	544.124	303540.887	3947708.910
P49	Pr =1025.00m	547.969	544.744	303518.993	3947720.973
P50	Pr =1050.00m	548.046	545.224	303497.803	3947734.232
P51	Pr =1075.00m	548.014	545.566	303477.381	3947748.648
P52	Pr =1100.00m	548.136	545.769	303457.792	3947764.175
P53	Pr =1125.00m	546.985	545.832	303439.095	3947780.766
P54	Pr =1150.00m	545.164	545.757	303421.348	3947798.370
P55	Pr =1175.00m	543.664	545.543	303404.606	3947816.932
P56	Pr =1200.00m	541.612	545.190	303388.921	3947836.395
P57	Pr =1225.00m	541.854	544.698	303374.340	3947856.699
P58	Pr =1250.00m	541.065	544.100	303360.910	3947877.781
P59	Pr =1275.00m	541.251	543.496	303348.671	3947899.576
P60	Pr =1300.00m	541.461	542.892	303337.660	3947922.018
P61	Pr =1317.30m	541.213	542.473	303330.777	3947937.893
P62	Pr =1325.00m	540.850	542.287	303327.852	3947945.011
P63	Pr =1350.00m	540.425	541.683	303318.351	3947968.135
P64	Pr =1375.00m	539.776	541.079	303308.849	3947991.259
P65	Pr =1400.00m	539.433	540.474	303299.347	3948014.383
P66	Pr =1425.00m	539.197	539.870	303289.845	3948037.507

P67	Pr =1450.00m	538.529	539.265	303280.343	3948060.631
P68	Pr =1475.00m	537.750	538.661	303270.841	3948083.754
P69	Pr =1500.00m	537.257	538.057	303261.339	3948106.878
P70	Pr =1525.00m	536.787	537.452	303251.837	3948130.002
P71	Pr =1550.00m	537.000	536.848	303242.335	3948153.126
P72	Pr =1575.00m	537.333	536.244	303232.833	3948176.250
P73	Pr =1590.84m	537.553	535.861	303226.812	3948190.903
P74	Pr =1600.00m	537.738	535.639	303223.245	3948199.338
P75	Pr =1625.00m	538.369	535.035	303212.643	3948221.975
P76	Pr =1650.00m	538.899	534.431	303200.800	3948243.988
P77	Pr =1675.00m	539.254	533.826	303187.753	3948265.310
P78	Pr =1700.00m	539.360	533.222	303173.543	3948285.874
P79	Pr =1725.00m	539.061	532.618	303158.212	3948305.618
P80	Pr =1750.00m	538.352	532.013	303141.809	3948324.480
P81	Pr =1775.00m	536.849	531.375	303124.384	3948342.402
P82	Pr =1800.00m	534.852	530.675	303105.990	3948359.329
P83	Pr =1825.00m	532.439	529.912	303086.685	3948375.208
P84	Pr =1850.00m	529.637	529.087	303066.528	3948389.991
P85	Pr =1875.00m	526.662	528.199	303045.582	3948403.632
P86	Pr =1900.00m	523.293	527.248	303023.910	3948416.089
P87	Pr =1925.00m	520.049	526.235	303001.580	3948427.323
P88	Pr =1950.00m	517.428	525.159	302978.660	3948437.300
P89	Pr =1975.00m	514.126	524.041	302955.222	3948445.989

P90	Pr =2000.00m	509.036	522.922	302931.338	3948453.363
P91	Pr =2025.00m	505.398	521.804	302907.081	3948459.399
P92	Pr =2050.00m	504.227	520.838	302882.526	3948464.079
P93	Pr =2072.62m	502.580	520.189	302860.115	3948467.133
P94	Pr =2075.00m	502.089	520.133	302857.750	3948467.395
P95	Pr =2100.00m	504.090	519.688	302832.902	3948470.147
P96	Pr =2125.00m	507.243	519.505	302808.054	3948472.899
P97	Pr =2150.00m	509.957	519.581	302783.206	3948475.650
P98	Pr =2175.00m	514.614	519.865	302758.358	3948478.402
P99	Pr =2200.00m	518.181	520.166	302733.510	3948481.154
P100	Pr =2225.00m	520.982	520.468	302708.661	3948483.906
P101	Pr =2250.00m	522.805	520.769	302683.813	3948486.658
P102	Pr =2275.00m	524.685	521.070	302658.965	3948489.409
P103	Pr =2300.00m	525.893	521.371	302634.117	3948492.161
P104	Pr =2325.00m	526.154	521.672	302609.269	3948494.913
P105	Pr =2350.00m	525.408	521.974	302584.421	3948497.665
P106	Pr =2375.00m	524.448	522.275	302559.573	3948500.417
P107	Pr =2400.00m	523.531	522.576	302534.725	3948503.168
P108	Pr =2425.00m	522.855	522.877	302509.877	3948505.920
P109	Pr =2450.00m	522.782	523.169	302485.029	3948508.672
P110	Pr =2475.00m	522.634	523.358	302460.181	3948511.424
P111	Pr =2500.00m	522.776	523.423	302435.332	3948514.176
P112	Pr =2525.00m	523.346	523.362	302410.484	3948516.928

P113	Pr =2548.32m	523.645	523.193	302387.306	3948519.494
P114	Pr =2550.00m	523.641	523.177	302385.636	3948519.678
P115	Pr =2575.00m	524.560	522.867	302360.758	3948522.136
P116	Pr =2600.00m	525.055	522.431	302335.833	3948524.075
P117	Pr =2625.00m	524.676	521.870	302310.874	3948525.495
P118	Pr =2650.00m	523.818	521.185	302285.891	3948526.394
P119	Pr =2675.00m	522.738	520.374	302260.894	3948526.773
P120	Pr =2679.38m	522.570	520.219	302256.518	3948526.785
P121	Pr =2700.00m	521.155	519.438	302235.894	3948526.797
P122	Pr =2725.00m	520.020	518.376	302210.894	3948526.811
P123	Pr =2750.00m	518.139	517.190	302185.894	3948526.826
P124	Pr =2775.00m	516.255	515.948	302160.894	3948526.840
P125	Pr =2800.00m	514.354	514.705	302135.894	3948526.854
P126	Pr =2817.11m	512.742	513.855	302118.783	3948526.864
P127	Pr =2825.00m	511.922	513.463	302110.896	3948527.024
P128	Pr =2850.00m	510.988	512.221	302086.044	3948529.581
P129	Pr =2875.00m	509.906	511.023	302061.704	3948535.216
P130	Pr =2900.00m	508.435	509.929	302038.257	3948543.842
P131	Pr =2925.00m	506.908	508.940	302016.067	3948555.324
P132	Pr =2950.00m	503.617	508.055	301995.483	3948569.482
P133	Pr =2975.00m	500.729	507.274	301976.824	3948586.097
P134	Pr =3000.00m	499.565	506.597	301960.383	3948604.908
P135	Pr =3025.00m	499.955	506.025	301946.415	3948625.622

P136	Pr =3050.00m	502.349	505.557	301935.138	3948647.916
P137	Pr =3075.00m	505.394	505.194	301926.729	3948671.442
P138	Pr =3100.00m	506.621	504.934	301921.319	3948695.833
P139	Pr =3125.00m	506.173	504.777	301918.992	3948720.708
P140	Pr =3150.00m	506.459	504.656	301919.784	3948745.679
P141	Pr =3175.00m	506.276	504.534	301923.683	3948770.357
P142	Pr =3192.83m	506.477	504.447	301928.330	3948787.563
P143	Pr =3200.00m	505.636	504.412	301930.507	3948794.396
P144	Pr =3225.00m	505.184	504.291	301938.094	3948818.217
P145	Pr =3250.00m	504.298	504.169	301945.682	3948842.038
P146	Pr =3275.00m	504.096	504.047	301953.269	3948865.859
P147	Pr =3280.60m	504.020	504.020	301954.969	3948871.197

## **Chapitre XII : Assainissement**

### **XII.1.Introduction**

L'assainissement routier comme les chaussées et les ouvrages d'art est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

Et pour qu'un corps de chaussée ait une longue durée de vie et pour qu'il réponde à sa fonction, il faut assurer une bonne évacuation de l'eau de ruissellement en surface et celle qui s'infiltré dans les couches de la chaussée.

### **XII.2.Objectif de l'assainissement**

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du cout d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosion.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).

### **XII.3.Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier**

Un réseau est constitué d'un assemblage d'ouvrages élémentaires, linéaires ou ponctuels, superficiels ou enterrés.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

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

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

### **XII.3.1.Fossé de pied du talus de déblai**

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale .ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3 %.

### **XII.3.2.Fossé de crête de déblai**

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penchée vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate -forme.

### **XII.3.3.Fossé de pied de talus remblai**

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement).ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate- forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

### **XII.3.4.Drain**

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainante longeant la route. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant dans son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements. Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

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

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

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

**Décence d'eau :** Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

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

#### **XII.4. Drainage de la route**

Pour qu'un corps de chaussées puisse acquérir une longue durée de vie, et pour qu'il puisse répondre à sa fonction, il faut que l'eau de ruissellement en surface et celle qui s'infiltré dans les couches inférieures de la chaussée soit évacuée avec soin.

De ce fait, il est donc justifié de considérer le rétablissement des écoulements et le drainage comme une partie essentielle dans une conception économique de la route, pouvant et devant même influencer le choix du tracé.

#### **XII.5. Choix des ouvrages d'évacuation**

Les ouvrages de drainage projetés dans le cadre de ce projet sont repartis en deux types :

- Les ouvrages de franchissement des écoulements permanent ou transitoires. (dalot et buses).
- Les ouvrages de drainage sur la plate-forme routière et aux abords pour collecter les eaux de ruissellement et les évacuer en dehors de l'emprise, on distingue :
- Les fossés trapézoïdaux implantés au droit des déblais.

#### **XII.6. Méthodes théorique de calcul pour dimensionner un fossé**

Le débit d'apport est évalué à l'aide de la formule rationnelle suivante :

$$Q_a = K.C.I.A \quad (XII.1)$$

Avec :

- K : coefficient de conversion des unités (les mm/h en l/s)  $K = 0.2778$ .
- C : coefficient de ruissellement.
- I : l'intensité de l'averse exprimée en mm/h
- A : superficie du bassin versant.

#### **-Coefficient de ruissellement 'c'**

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : la couverture végétale, la forme, la pente et la nature du

- ✓ La couverture végétale
- ✓ La forme
- ✓ La pente et la nature du terrain.

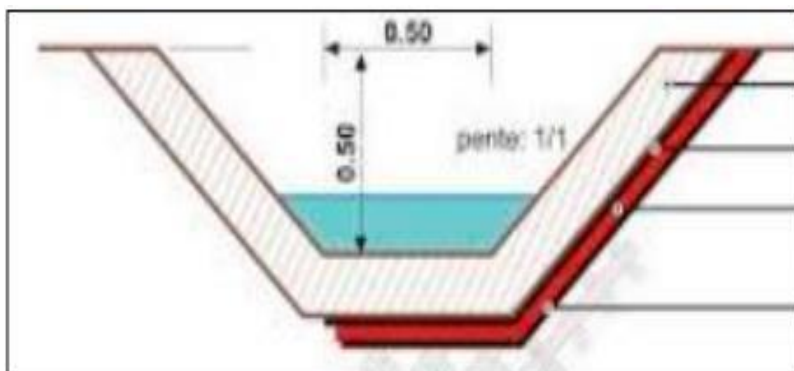
**Tableau XII.1** : coefficient de ruissellement 'c'

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

### Remarques

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

Fossés bétonnés sur toute la longueur. La figure suivante montre le fossé avec les dimensions



**Figure XII.1** : Dimensions du fossé.

## **Chapitre XIII : Signalisation de la route**

### **XIII.1.Introduction**

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route tout au long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce, en lui évitant hésitations et fausses manœuvres.

Elle doit donc lui permettre d'anticiper toute manœuvre ou tout changement de direction et lui permettre de s'y préparer. En plus de lui servir de guide en lui indiquant la route à suivre ainsi que les dangers qui la parsèment (courbe en pente prononcée, accotement mou, chaussée glissante, etc.), elle lui rappelle les diverses prescriptions du code de la sécurité routière et des règlements municipaux.

Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Il est, par conséquent, en constante évolution et fait l'objet de recherches continues afin d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation.

### **XIII.2 .Signalisation**

La signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la Circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité), il est néanmoins rappelé que :

- Les supports des panneaux de signalisation ne doivent pas empiéter sur les Bandes Dérasées de droites et de gauche, ils sont placés le plus loin possible des surfaces accessibles aux véhicules.
- Les supports de portiques, potence etc. doivent être généralement isolés par des glissières de sécurité.

### **XIII.3. Objectifs de signalisation routière**

La signalisation routière a pour rôle :

- 1) De rendre plus surs et plus facile la circulation routière.
- 2) De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- 3) D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- 4) De donner les informations relatives à l'usage de la route.

### XIII-4.Types de signalisation

#### XIII.4.1.La signalisation routière horizontale

La signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route et qui indiquent aux usagers quel comportement adopter à ces endroits.

On distingue plusieurs types de marquage :

##### a) Ligne continue

Infranchissable, dépassement et changement de voie interdit. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).

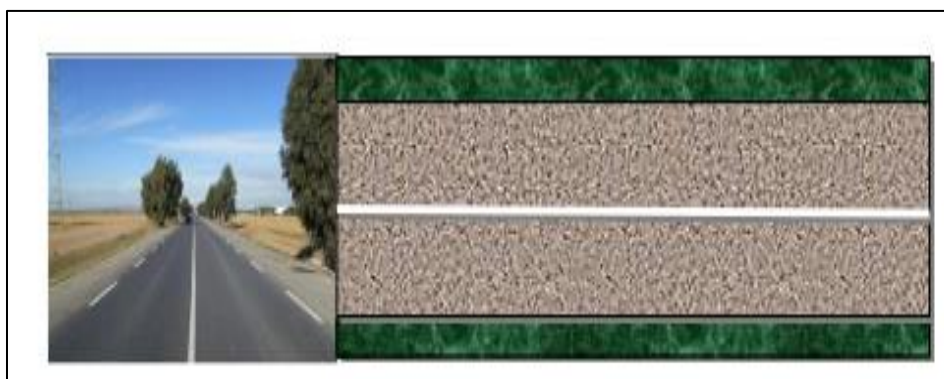


Figure XIII.1 : schémas de la ligne continue

##### b) Ligne discontinue

Dépassement et changement de voie autoriser

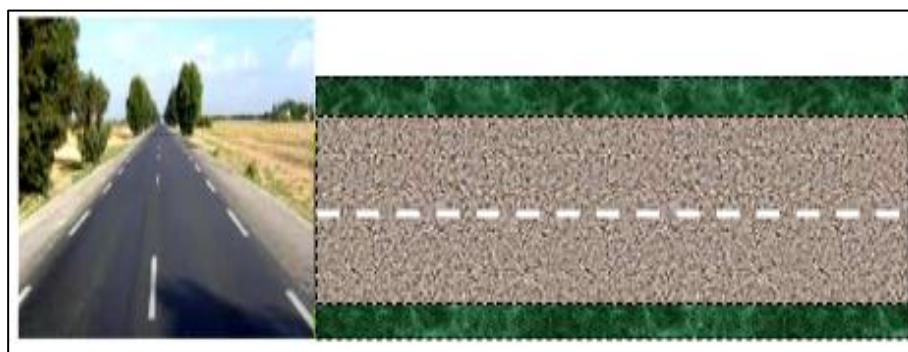
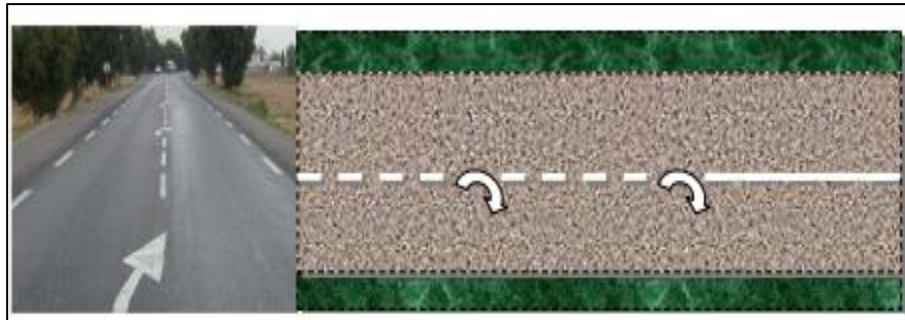


Figure XIII.2 : schémas de la ligne discontinue

**c) Ligne d'avertissement**

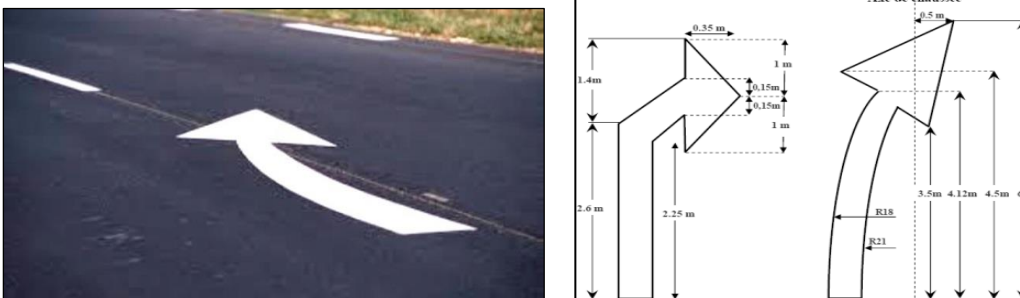
Annonce une ligne continue, des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.



**Figure XIII.3 :** schémas de la ligne d'avertissement

**d) Flèches de rabattement**

Indiquer la voie dans laquelle il faut se rabattre.



**Figure XIII.4:** schémas de la flèche de rabattement

**e) Ligne de rive trait**

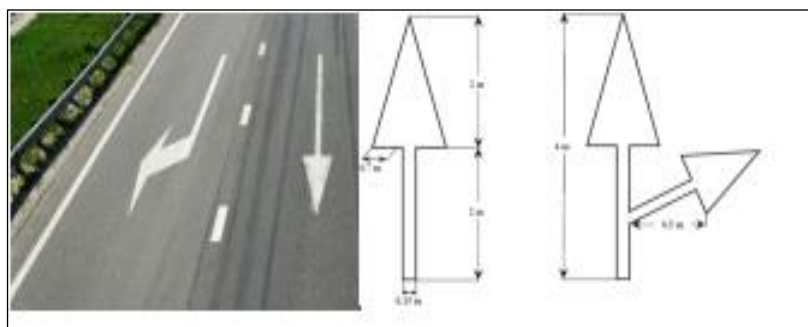
Sépare la chaussée et l'accotement, peut être franchi pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.



**Figure XIII.5** : schémas de la ligne de rive trait

**f) Flèche directionnelles**

Elles imposent aux automobilistes se suivre la ou l'une des directions indiquer.



**Figure XIII.6** : schémas de la flèche directionnelle

**XIII.4.2. Signalisation routière verticale**

La signalisation verticale est divisée en deux grandes catégories :

- Signalisation de danger, de prescription et d'indication.
- Signalisation de direction.

Désignation	Symbole
Indication du caractère prioritaire du dédoublement	
Arrêt à l'intersection, Signal de position	
Arrêt à l'intersection. Signal avancé	 
Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépassé la vitesse indiquée.	
Virage à droite	
Virage à gauche	
Indication des directions des ville.	

Figure XIII.6 : Signalisations verticales.

## ESTIMATION DU COUT DU PROJET

Selon les prix mis à notre disposition le calcul du devis estimatif du projet portera essentiellement sur :

- Décapage de la plate-forme.
- Déblai et Remblai.
- Corps de chaussée.
- Séparateurs.

**Tableau N° 37 : Devis quantitatif et estimatif du projet.**

N°	Désignation des taches	U	QUANTITE	P.U	MONTANT
1	Travaux de décapage de la terre végétale y compris élagage, débroussaillage élargissement de la plateforme avec arrosage compactage avec scarification de la route existante et toutes sujétions de mise en œuvre.	M3	10 825.98	150.00	1 623 897.00
2	Remblais d'emprunt pour couche fe forme sur 30cm d'épaisseur couche par couche , y compris transport, arrosage, compactage et toutes sujétions de mise en œuvre.	M3	135 371.58	300.00	40 611 474.00
3	exécution des travaux de déblais mise en dépôt et toutes sujétions de mise en œuvre.	M4	68 920.46	200.00	13 784 092.00
4	Exécution d'une couche de fondation en tuf ép:25cm y compris arrosage ,compactage, essai de compacité et toute sujétions de mise en œuvre .	m3	9 021.65	1 000.00	9 021 650.00
5	Exécution de la couche de base en grave concassé 0/40 sur une ép: 15cm y compris arrosage ,compactage essai de compacité et toute sujétions de mise en œuvre .	M3	5 412.99	1 500.00	8 119 485.00
6	Exécution d'un revêtement en Béton Bitumineux sur 06cm d'épaisseur et 05ml de large, y compris imprégnation en Cut-Back 0/1 et toutes sujétions de mise en œuvre	T	3 169.06	8 500.00	26 937 006.60
7	Rechargement des accotements en grave concassé 0/40 y compris arrosage, compactage et toutes sujétions de mise en œuvre.	M3	787.34	1 500.00	1 181 016.00
8	Exécution des travaux de Peinture pour la signalisation horizontale	ML	9 841.80	150.00	1 476 270.00

<b>9</b>	fourniture et pose des panneaux de signalisation y compris et toutes sujétions de mise en œuvre.	U	20.00	5 000.00	100 000.00
<b>10</b>	Réalisation d'un dalot en béton armé dosé a 350 kg/m3 ,de dimension( 3x3m) y compris et toutes sujétions de mise en œuvre.	U	2.00	500 000.00	1 000 000.00
<b>11</b>	Réalisation d'un fossé en béton dosé à 250 kg/m3 provenant d'une centrale à béton légèrement armé avec treillie soudé y compris fouille en tranchée et toutes sujétions de mise en œuvre	U	2 500.00	2 500.00	6 250 000.00
<b>MONTANT EN H.T</b>					<b>110 104 890.60</b>
<b>T.V.A 19%</b>					<b>20 919 929.21</b>
<b>MONTANT EN T.T.C</b>					<b>131 024 819.81</b>
<b>ARRONDI A</b>					<b>131 100 000.00</b>

## **CONCLUSION GENERALE**

La modernisation par évitement s'impose comme la solution la plus adaptée pour répondre aux contraintes liées à l'urbanisation croissante du village traversé, en évitant les nuisances et les risques liés au trafic routier dans une zone densément peuplée. Cette approche permet de préserver la qualité de vie des habitants en réduisant le bruit, la pollution et les risques d'accidents, tout en assurant une meilleure fluidité et sécurité du trafic pour les usagers. Par ailleurs, l'évitement facilite la conception d'un tracé conforme aux normes géométriques et techniques modernes, sans les contraintes imposées par l'existant, ce qui optimise la capacité et la durabilité de la route.

Ainsi, la modernisation par évitement constitue une réponse équilibrée entre les exigences techniques, la sécurité routière, le confort des usagers et la protection de l'environnement local, justifiant pleinement son choix dans le cadre de cette étude.

En effet, cette solution répond à plusieurs critères essentiels identifiés :

Elle permet de préserver la qualité de vie des habitants du village en évitant les nuisances sonores, la pollution et les risques d'accidents liés à un trafic accru, tout en tenant compte de l'urbanisation rapide et de l'extension du village.

- L'évitement garantit une meilleure sécurité et fluidité du trafic sur cet axe stratégique, en évitant les contraintes imposées par le passage dans une zone densément peuplée, ce qui est crucial pour un corridor économique reliant deux grandes wilayas.
- Cette option facilite la conception d'une infrastructure conforme aux normes modernes, avec une capacité adaptée aux besoins actuels et futurs.
- Enfin, la déviation favorise un développement urbain harmonieux en permettant au village de se développer sans être entravé par le trafic routier, tout en assurant la continuité et la performance de l'axe économique régional.

Pour cette étude, on a trouvé que la réduction de la vitesse due à la traversée de l'agglomération impose une limitation de vitesse, ce qui ralentit la circulation. Le flux des voitures et spécialement les poids lourds causent une pollution atmosphérique et nuisance sonores, sans oublier le conflit d'usage et congestion. La route nationale en milieu urbain doit souvent partager l'espace avec des usages locaux (stationnement, commerces, transports en commun), ce qui peut provoquer des conflits d'usage et ralentir le trafic.

En prenant en compte toutes ces causes et inconvénients ; nous avons pour cette étude de choix le plus approprié était dans l'étude d'un nouveau tracé passant par le côté nord de la ville, ce choix nous a permis de réduire un nombre important de rayons au nombre de seize (16) avec quelques rayons de faible courbure et de les remplacer par d'autres plus élargies au nombre de huit (08) assurant ainsi une fluidité du trafic tout en diminuant la longueur du tracé.

Dans ce nouveau tracé, nous avons trouvé très utile de réaliser des dalots au niveau de la partie du tronçon qui exige un remblaiement important, avec des évacuations des eaux (fossés) et ce pour garantir la stabilité des terrains. Comme il est très indiqué de prévoir un petit carrefour à l'entrée et sortie de la ville KENANDA

En effet, les petits carrefours à l'entrée des villages dans le cadre d'un évitement sont réalisés pour sécuriser la transition entre route rapide et zone villageoise, faciliter les manœuvres de véhicules, et encourager une conduite adaptée au nouvel environnement.

## Bibliographie

- MALLEK.M et BAOUNI. (2021) « Le développement du transport pour promouvoir l'attractivité territoriale de la ville nouvelle de BOUGHEZOUL » Les Cahiers du Cread -Vol. 37 - n° 03 – 2021 43.
- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité Des routes 1972).
- Fay, M., Morrison, M.(2007). Infrastructure in Latin America and the Caribbean: Recent Developments and Key Challenges. Washington, DC: World Bank.
- Guide des renforcements (facicule1) des routes 1992 (CTTP) Algérien
- MHAMED.N, BELBACHIR. A ( 2023) « Étude de modernisation d'un tronçon de la route nationale RN 07 reliant la wilaya de Relizane à la Wilaya de Mascara du PK 0+000 au PK 3+815 » mémoire de master 2023- université de Mostaganem.
- Conseil national économique et social (CNES) (2004) : Rapport Le développement de l'infrastructure routière : Nécessité de choix économiques et de meilleure sécurité des transports. 25eme session plénière Décembre 2004.
- Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière (ANIREF) (2022): Monographie wilaya de Relizane -(Ministère de l'Industrie).

**Annexe I : Tableau : Étude en APS de la route existante**

	X (m)	Y (m)	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	distance	Gisement grad )	Angle $\beta$ ( grad)	Rayon (m)	Tangente (m)	Alignement (m)	Développée(m)	Bissectrice (m)	Flèche(m)
B	304422.947	3947351.962	-225.6314	127.9126	259.3668	332.8326							
1	304197.316	3947479.875	-255.0046	-5.5977	255.0660	298.6028	34.2298	250.000	68.8775	190.4893	134.4202	9.3147	8.9801
2	303942.311	3947474.277	-143.0342	-35.5656	147.3896	284.4850	14.1177	500.000	55.6685	130.5200	110.8804	3.0894	3.0705
3	303799.277	3947438.711	-136.5559	209.0890	249.7313	363.1683	78.6833	65.000	46.2059	45.5152	80.3370	14.7495	12.0216
4	303662.721	3947647.800	-459.9284	230.9497	514.6571	329.6258	33.5425	550.000	148.3411	55.1844	289.7868	19.6535	18.9754
5	303202.793	3947878.750	-386.8878	160.0423	418.6833	324.9702	4.6555	600.000	21.9484	344.3676	43.8773	0.4013	0.4010
6	302815.905	3948038.792	-179.2825	-92.3872	201.6869	269.7080	55.2622	220.000	101.9713	294.7636	190.9725	22.4833	20.3986
7	302636.622	3947946.405	-124.7736	64.9328	140.6582	330.5474	60.8394	75.000	38.8394	60.8763	71.6748	9.4600	8.4004
8	302511.849	3948011.338	10.4060	103.0616	103.5856	6.4062	75.8587	70.000	47.4515	54.3673	83.4014	14.5674	12.0580
9	302522.255	3948114.400	34.6962	91.4880	97.8462	23.0765	16.6704	100.000	13.1682	42.9659	26.1858	0.8633	0.8559
10	302556.951	3948205.888	0.0133	186.1822	186.1822	0.0045	23.0720	300.000	54.9650	29.7129	108.7242	4.9937	4.9119
11	302556.964	3948392.070	-182.9615	128.1587	223.3821	338.9000	61.1045	175.000	91.0718	40.1454	167.9448	22.2792	19.7631
12	302374.003	3948520.228	-163.4741	16.1046	164.2655	306.2515	32.6486	300.000	78.6579	53.6524	153.8527	10.1404	9.8088
13	302210.529	3948536.333	-112.7894	-24.6374	115.4489	286.3089	19.9426	200.000	31.5844	54.0231	62.6514	2.4786	2.4482
14	302097.739	3948511.696	-220.9906	14.9016	221.4924	304.2863	17.9774	400.000	56.8560	27.0085	112.9553	4.0205	3.9805
15	301876.749	3948526.597	37.4408	139.3461	144.2884	16.7106	112.4243	60.000	73.0230	91.6134	105.9585	34.5112	21.9093

16	301914.189	3948665.943	40.7805	205.2535	209.2655	12.4860	4.2246	600.000	19.9154	51.3500	39.8162	0.3304	0.3302
C	301954.970	3948871.197								189.3501			
										LAD $\Sigma = 1755.9055$	LC $\Sigma = 1783.439$		
									Lt = LAD +LC		3539.333		

ANNEXE II

Tableau : Étude de l'APD de la route modernisée

	X (m)	Y (m)	$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	distance	Gisement grad )	Angle $\beta$ ( grad)	Rayon (m)	Tangente(m)	Alignement (m)	Développée(m)	Bissectrice (m)	Flèche(m)
B	304422.9482	3947351.9641	-262.3255	149.9194	302.1432	333.0534							
1	304160.6227	3947501.8835	-361.3444	-63.1700	366.8245	288.9820	44.0714	450.000	162.2950	139.8482	311.5221	28.3719	26.6892
2	303799.2783	3947438.7135	-136.5559	209.0890	249.7313	363.1683	74.1863	250.000	164.7435	39.7861	291.3289	49.4001	41.2492
3	303662.7224	3947647.8025	-267.9363	134.3244	299.7214	329.5844	33.5839	300.000	81.0179	3.9700	158.2604	10.7473	10.3756
4	303394.7861	3947782.1269	-269.4095	655.6325	708.8268	375.1794	45.5950	450.000	168.4071	50.2964	322.2922	30.4799	28.5464
5	303125.3766	3948437.7594	-803.5694	88.9914	808.4821	307.0216	68.1578	450.000	266.8825	273.5372	481.7790	73.1886	62.9503
6	302321.8072	3948526.7508	-476.4644	0.2717	476.4645	300.0363	6.9853	1200.000	65.9014	475.6982	131.6705	1.8082	1.8055
7	301845.3428	3948527.0225	109.6275	344.1770	361.2146	19.6308	119.5945	200.000	273.4410	137.1221	375.7173	138.7771	81.9283
C	301954.9703	3948871.1995								87.7737			
										LAD $\Sigma = 1208,0318$	LC $\Sigma = 2072,5705$		
									Lt = LAD +LC	3280,6024			

