



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم
University Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculty of Sciences and Technology
قسم الهندسة المدنية و المعمارية
Civil engineering & architecture département



N° d'ordre : M/GCA/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et ouvrages d'arts (VOA)

Thème

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN 11

Du PK 307+000 Au PK 311+586

SIDI LAKHDER - KHADRA

MOSTAGANEM

Présenté par :

- Mr. GRIBI Henni.
- Mr. ABDELKADER EL hosseyn.

Soutenu le 30 / 06 / 2020 devant le jury composé de :

Président : Mr. BOUHADJEB Kadda

Examineur : Mr. KERAOUTI Rabah

Encadrant : Mr. BOUHALOUFA Ahmed.

Co-Encadrant : Mr. CHERIF Mourad.

Année Universitaire : 2019 / 2020

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions le bon Dieu, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Et nous remercions nos familles pour les sacrifices qu'elles ont faits pour que nous puissions terminer nos études.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance à nos encadreurs Monsieur BOUHALOUFA AHMED, CHERIF Mourad, pour leurs conseils et orientations bénéfiques et indispensables.

Notre gratitude et notre remerciement sont adressés également à Mr. BOUHADJEB Kadda , président du jury ainsi qu'à Mr. KERAOUTI Rabah examinateur au sein du jury pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Ainsi à tous nos amis trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères.

Nous remercions chaleureusement tous les enseignants et le personnel du département de génie civil et d'architecture et à tous les étudiants et étudiantes de génie civil Travaux Publics

Voies et ouvrage d'art

Merci à tous les gens qui ont, de diverses façons, de près ou de loin contribué à l'élaboration de cet ouvrage ; à tous ceux que nous avons côtoyé et, que, hélas, nous n'avons pu citer.

❖ ABDELKADER EL hosseyn.

❖ GRIBI Henni.

Merci

الأهداء

بسم الله والصلاة والسلام على أشرف خلق الله
الحمد لله على ما وفقني إليه من عملي هذا
نحمده ونشكره على كل نعمه

أهدي ثمرة دراستي إلى كل من أمي وأبي و اخوتي و إلى كل عائلة محبليقادر .

✓ إلى زوجتي الغالية.

✓ إلى كل الذين معرفتهم في مشواري الدراسي وإلى كل الأصدقاء.

✓ إلى من وافقني في انجاز هذا العمل صديقي قريبي هني و مبروكي أحمد.

✓ إلى الأستاذ المحترم شريف مراد.

✓ إلى كل من أعاننا في انجاز هذا العمل المتواضع.

✓ إليك أنت أيها القارئ .

عبدالقادر الحسين

الأهداء

بسم الله والصلاة والسلام على أشرف خلق الله
الحمد لله على ما وفقني إليه من عملي هذا
نحمده ونشكره على كل نعمه

أهدي ثمرة دراستي إلى كل من أمي وأبي و اخوتي و إلى كل عائلة قريبي .

✓ إلى كل الذين عرفتهم في مشواري الدراسي وإلى كل الأصدقاء.

✓ إلى كل من أماننا في إنجاز هذا العمل المتواضع.

✓ إلى الأستاذ المحترم شريف مراد.

✓ إلى من وافقني في إنجاز هذا العمل صديقي عبد القادر الحسين.

✓ إليك أنت أيها القارئ .

قريبتي هندي

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	1
PRESENTATION DU PROJET ET OBJECTIF	2
ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE	4
ETUDE DE APS	16
AVANT PROJET	31
CHAPITRE I : ETUDE DU TRAFIC	35
I.1 – Introduction.....	35
I.2 – Analyse des trafics existants.....	35
I.3 – Calcul de la capacité.....	37
I.4 – Application au projet.....	40
CHAPITRE II : TRACE EN PLAN	42
II.1 – Définition	42
II.2 – Règles à respecter dans le tracé en plan	42
II.3 – Les éléments du tracé en plan	42
II.4 – Les conditions de raccordement	47
II.5 – Combinaison des éléments du tracé en plan	49
II.6 – Notion de devers	50
II.7 – La vitesse de référence	51
II.8 – paramètres fondamentaux	52
II.9 – calcul d’axe	52
CHAPITRE III : PROFIL EN LONG	57
III.1 – Définition	57
III.2 – Règles à respecter dans le tracé du profil en long	57
III.3 – Coordination du tracé en plan et profil en long	58
III.4 – Déclivités	58
III.5 – Raccordement en profil en long	59
III.6 – Caractéristiques des rayons en long	61

III.7 – Détermination pratique du profil en long -----	61
III.8 – Application au projet -----	63
CHAPITRE IV : PROFIL EN TRAVERS -----	65
IV.1 – Définition -----	65
IV.2 – Les éléments constitutifs du profil en travers -----	65
IV.3 – Classification de profil en travers -----	66
IV.4 – Application au projet -----	67
CHAPITRE V : ETUDE GEOTECHNIQUE -----	68
V.1 – Introduction -----	68
V.2 – Réglementation algérienne en géotechnique -----	68
V.3 – Les différents essais en laboratoire -----	68
V.4 – Les essais d’identification -----	69
V.5 – Condition d’utilisation des sols en remblais -----	70
V.6 – Les moyens de reconnaissance -----	70
CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE -----	71
VI.1 – Introduction -----	71
VI.2 – La chaussée -----	71
VI.3 – Les principales méthodes de dimensionnement -----	73
CHAPITRE VII : CUBATURES -----	78
VII.1 – Généralités -----	78
VII.2 – Définition -----	78
VII.3 – Méthode utilisée -----	78
VII.4 – Application -----	79
VII.5 – Méthode classique -----	80
CHAPITRE VIII: ASSAINISSEMENT -----	81
VIII.1 – Introduction -----	81
VIII.2 – Drainage des eaux souterraines -----	81
VIII.3 – Définitions -----	82
VIII.4 – Nature et rôle des réseaux d’assainissement routier -----	83

VIII.5 – Données pluviométriques -----	83
VIII.6 – Dimensionnement des fossés-----	83
VIII.7 – Dimensionnement d’un dalot-----	84
CHAPITRE IX: SIGNALISATION ET ECLAIRAGE -----	85
IX. I. – SIGNALISATION-----	85
IX. 1.1 – Introduction -----	85
IX. 1.2 – L’objectif de la signalisation routière -----	85
IX. 1.3 – Types de signalisations -----	85
IX. 1.4 – Autre signalisation-----	87
IX. 1.5 – glissières de sécurité-----	88
IX. 1.6 – les critères de choix de la signalisation -----	88
IX. 1.7 – application au projet -----	89
IX. 2. – ECLAIRAGE -----	92
IX. 2.1 – Introduction -----	92
IX. 2.2 – Paramètres d’implantation des luminaires -----	93
IX. 2.3–Application au projet -----	93
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF -----	94
CONCLUSION GENERALE -----	95
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

LISTE DES FIGURES

PRESENTATION DU PROJET :

Figure 1 : Présentation de la wilaya -----	02
Figure 2 : Localisation du projet -----	03
Figure 3 : Localisation du projet-----	03

CHAPITRE II : TRACE EN PLAN :

Figure 1 : Eléments de la clothoïde -----	47
Figure 2 : Courbe en S -----	49
Figure 3 : Courbe à sommet -----	49
Figure 4 : Courbe en C -----	49
Figure 5 : Courbe en Ove -----	49

CHAPITRE III : PROFIL EN LONG :

Figure 1 : point de rencontre -----	58
Figure 2 : Exemple du calcul du profil en long-----	61

CHAPITRE IV : PROFIL EN TRAVERS

Figure 1 : profil en travers-----	66
Figure 2 : profil en travers type -----	67

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEES

Figure 1 : les différentes catégories de chaussée -----	72
Figure 2 : La démarche du catalogue -----	76

CHAPITRE IX : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE :

Figure 1 : type de marquage-----	87
Figure 2 : schéma de signalisation horizontale -----	89
Figure 3 : schéma de Signalisation verticale-----	90
Figure 4 : exemple de signalisation le long du tracé-----	92
Figure 5: Paramètres de l'implantation des luminaires-----	93

LISTE DES TABLEAUX

PRESENTATION DU PROJET :

ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE :

Tableau 1:Classification de terrain et Dénivelée cumulée-----	5
Tableau 2: Sinuosité-----	6
Tableau 3: Environnement de la route-----	6
Tableau 4:coordonnées des sommets de l'axe de la route existante-----	6
Tableau 5:gisement, distance de la route existante-----	7
Tableau 6:Tangentes aux cercles et rayons "route existante"-----	8
Tableau 7:Vitesse de référence-----	10
Tableau 8 : Dénivelée cumulée « route existante »-----	10

ETUDE DE APS :

Tableau 4 : coordonnées des sommets de la variante 1-----	16
Tableau 2:Calcul des gisements, angles au centre et distances-----	17
Tableau 3:Tangentes aux cercles et rayons "variante 1"-----	18
Tableau 5:calcul des dénivelés variante 1 -----	19
Tableau 6: coordonnées des sommets de la variante 2 -----	23
Tableau 7:Calcul des gisements, angles au centre et distances -----	23
Tableau 7:Tangentes aux cercles et rayons "variante 2"-----	24
Tableau 8:calcul des dénivelés variante 2-----	25
Tableau -9- La comparaison entre les deux variantes-----	29
Tableau -10- les caractéristiques géométriques des variantes-----	30

AVANT PROJET :

Tableau 9:Classification de terrain et Dénivelée cumulée-----	31
Tableau 10: Sinuosité-----	32
Tableau 11: Environnement de la route-----	32
Tableau 4: coordonnées des sommets de l'axe de la V1-----	33
Tableau 5:Vitesse de référence-----	34

CHAPITRE I : ETUDE DE TRAFIC

Tableau N° I.1: coefficient d'équivalence P.L/UVP-----	38
Tableau N° I.2 de valeur de K1-----	39
Tableau N° I.3 de valeur de K2-----	39
Tableau N° I.4 de valeur de la capacité théorique-----	39

CHAPITRE II : TRACE EN PLAN :

Tableau II. 1: rayons du tracé en plan-----	45
Tableau II.2: Paramètres fondamentaux-----	52
Tableau : Tracé en plan: calcul d'axe (Clothoïde) -----	56

CHAPITRE III : PROFIL EN LONG :

Tableau III. 1 : selon B40 -----	58
Tableau des rayons verticaux utilisés dans le profil en long du projet-----	61

CHAPITRE VI : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEES

Tableau VII. 1 : Coefficient d'équivalence-----	74
Tableau VII. 2 : la classe de trafic-----	74
Tableau VII. 3 : indice C.B.R-----	75

CHAPITRE IX : SIGNALISATION ET ECLAIRAGE :

Tableau-XII-1 : type de marquage-----	87
---------------------------------------	----

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF-----	94
--------------------------------------------	-----------

Abstract

The paper at hand sheds light on a topographic and a systematic research. The latter presents the project of the realization of a split of the national road (SIDI LAKHDER- KHADRA) into two separated, bigger, and safer roads; in other words, what is known as “DUPLICATION”.

The study is conducted on a 04 km long part of the national road (from PK311+000 to PK307+586) in order to ease the traffic and the flow of the increased number of vehicles , meet the satisfaction of the drivers and improve their comfort, and most importantly minimize and reduce the high frequent number of accidents. The planned methodology is motivated by many aims and consists of the following:

- Doing an in-depth study of the targeted existing road.
- Doing an in-depth study of the APS of the two variants of the road.
- Doing an in-depth study of the APS of the chosen variant
- Calculating the percentage of that variant
- Attempting to estimate the cost of the project.

Keywords: Traffic, avoidance, geometry, road layout, reference speed, clothoid, pavement, environment.

ملخص

نظرا لتزايد الحركة المرورية و ارتفاع عدد المركبات أدى الى زيادة نسبة حوادث المرور بالطريق الوطني رقم 11 الرابط بين بلديتي سيدي لخضر و خضرة , حيث تعتبر هذه البلديات من المناطق السياحية بولاية مستغانم لذا وجب إيجاد حل مناسب للتقليل من الازدحام والحوادث و يلبي متطلبات الوضع .
تطرقنا الى دراسة جزء من هذه الطريق المحصور بين ن ك 000+307 و ن ك 000+586 على مسافة 4.6 كلم لإنشاء طريق مزدوج حيث تضمنت هذه الدراسة المراحل التالية :

دراسة الطريق الموجود
دراسة أولية ملخصة و اقتراح متغيرين
دراسة المتغير المختار رقم 01 و المتمثلة في الخصائص الهندسية و الحركية
تقييم تكلفة المشروع

INTRODUCTION

La route est sans doute la meilleure voie de communication car elle permet de lier deux points (agglomérations ou autres) quel que soit leurs positions géographiques, elle ne nécessite pas d'ouvrages spéciaux sauf dans des cas particuliers.

La projection de la route se fait par des graphiques propres à la route : le tracé en plan, le profil en long, les profils en travers, les dimensions de la chaussée et les caractéristiques des dépendances et les plans détaillés des points particuliers.

La route est l'outil privilégié d'aménagements des territoires et de lutte contre les disparités entre les régions. Elle reste le facteur du développement par excellence, grâce aux échanges des biens et des personnes qu'elle permet, elle facilite l'exploitation et le développement des richesses.

La route permet aux populations d'accéder plus facilement au travail, à l'éducation, à la santé, à la culture et aux loisirs.

L'objet de notre étude est la conception d'un dédoublement de la RN11 au niveau du tronçon entre SIDI LAKHDER et KHADRA.

Nous veillerons au respect des normes dans notre travail afin d'assurer le confort et la sécurité des usagers.

PROBLEMATIQUE

La route existante ne répond pas au flux croissant des véhicules surtout en été (zone touristique) et en plus un taux d'accidents assez élevés (statistiques de la gendarmerie nationale et protection civile) .

Il fallait donc trouver une solution adéquate « **DEDOUBLEMENT** »

PRESENTATION DU PROJET

Présentation de la wilaya :

Mostaganem est la 27ème wilaya dans l'administration territoriale Algérienne. Elle se trouve au Nord-Ouest de l'Algérie sur la méditerranée (Afrique du Nord), à 350 Kms à l'Ouest d'Alger (La capitale) et à 80 Kms à l'Est d'Oran (2ème ville d'Algérie) et s'étend sur une superficie globale de 226.900 hectares soit 2269 km².

La wilaya de Mostaganem compte plus de 800 000 habitants (statistiques de 2008) et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Daïras.

Les wilayas limitrophes de Mostaganem : A l'Est la Wilaya de Chlef, au Sud-est la Wilaya de Relizane, à l'Ouest la Wilaya d'Oran, au Sud-ouest la Wilaya de Mascara.

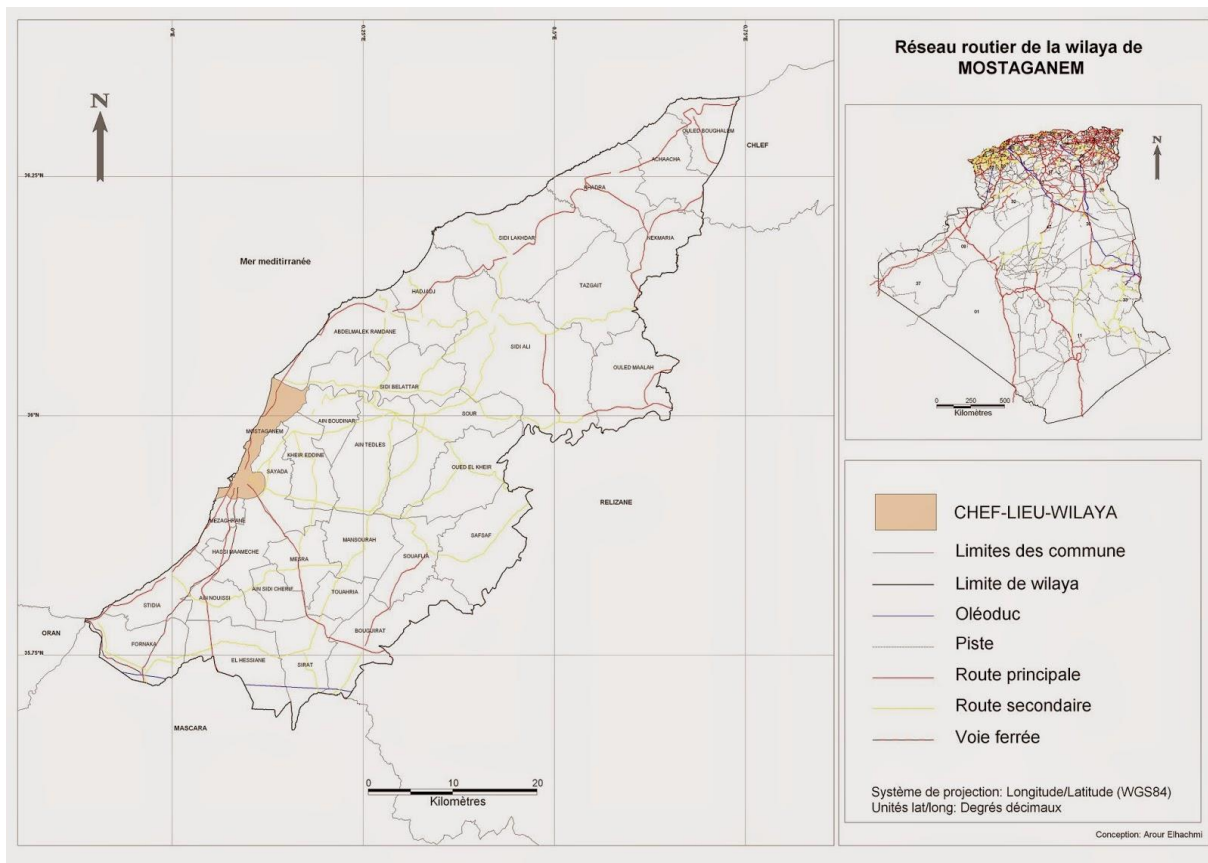


Figure 1 : Présentation de la wilaya

Présentation du projet :

Le présent projet consiste à un dédoublement de la route nationale 11 et en particulier le tronçon entre SIDI LAKHDER et KHADRA sur une longueur de 4,6 Kms à un profil d'une route express 2 x 2 voies de 3,50 m de largeur chacune, séparées par DBA .



Figure 2 : Localisation du projet



Figure 3 : début de projet

Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est la prise en charge des flux actuels et futurs, de fluidifier la circulation et notamment au niveau des carrefours où des congestions sont signalées.

Le travail est structuré à partir de ce plan :

- Présentation et Justification du projet.
- Etude de trafic.
- La géométrie de la route (tracer en plan, profil en long, profil en travers).
- Etude géotechnique et dimensionnement de corps de chaussé.
- Etude d'assainissement.
- Dispositifs de sécurité et de signalisation.
- Devis estimatif et quantitatif.

✓ **La catégorie : Catégorie 2**

✓ **Le trafic :**

- **TMJA** : 7000 V/J
- **Pourcentage de poids lourds** : 25%
- **Le taux d'accroissement** : $\tau = 7\%$
- **Durée d'étude et mise en service** : 3 ans
- **Durée de vie** : 15 ans

✓ **Profil en travers type**

Dédoublement :

- Accotement 2 x 1.80 m.
- Largeur de la route (2 x 3.5m)*2.
- DBA 2m.

L'indice CBR = 9

Etude de la route existante

1. Détermination de l'environnement de la route :

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

- La dénivelée cumulée moyenne D_c
- La sinuosité σ

a. 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)

$$\frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i \ell_i + \sum_{P_i < 0} P_i \ell_i \right|}{L}$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie

Tableau 1: Classification de terrain d'après B40

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$D_c \leq 1.5\%$
2	Terrain Vallonné	$1.5\% < DC \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

b. Sinuosité :

La sinuosité σ 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 200m.

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

$$\sigma = L_s / L$$

Tableau 2: 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 3: Environnement de la route

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

Coordonnées des points de sommet de la route existante :

Tableau 4: coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

n	X (m)	Y (m)
1	270992,772	4007048,387
2	271187,686	4007247,665
3	271529,182	4007522,608
4	271778,225	4007474,563
5	271959,567	4007626,703
6	272293,144	4007724,704
7	272358,464	4009011,806
8	272078,041	4009480,519
9	272219,773	4009724,789
10	272638,485	4010112,910
11	272781,441	4010369,189
12	272904,866	4010450,666

Valeurs des gisements et des distances :

Tableau 5:gisement, distance de la route existante

Valeurs de ΔX et ΔY (m)		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
$\Delta X =$	194.914	A-S1	49.291			278.753
$\Delta Y =$	199.279					
$\Delta X =$	341.496	S1-S2	56.845	$\beta 1 =$	7.554	438.421
$\Delta Y =$	274.943					
$\Delta X =$	249.043	S2-S3	112.132	$\beta 2 =$	55.287	253.653
$\Delta Y =$	-48.045					
$\Delta X =$	181.342	S3-S4	55.562	$\beta 3 =$	56.570	236.709
$\Delta Y =$	152.140					
$\Delta X =$	333.577	S4-S5	81.809	$\beta 4 =$	26.247	347.675
$\Delta Y =$	98.001					
$\Delta X =$	65.320	S5-S6	3.243	$\beta 5 =$	78.566	1288.758
$\Delta Y =$	1287.102					
$\Delta X =$	-280.423	S6-S7	365.690	$\beta 6 =$	37.566	546.195
$\Delta Y =$	468.713					
$\Delta X =$	141.732	S7-S8	33.459	$\beta 7 =$	67.769	282.411
$\Delta Y =$	244.270					
$\Delta X =$	418.712	S8-S9	52.417	$\beta 8 =$	18.958	570.927
$\Delta Y =$	388.121					
$\Delta X =$	142.956	S9-S10	32.401	$\beta 9 =$	20.016	293.454
$\Delta Y =$	256.279					
$\Delta X =$	123.425	S10-B	62.858	$\beta 10 =$	30.457	147.892
$\Delta Y =$	81.477					

II.4. Détermination des rayons en plan :

Le tracé de la route existante est composé de dix (10) virages.

La valeur du rayon est déterminée par la relation suivante:

$$ST = ST' = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \text{ (m)} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{ST}{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}} \cdot \text{(m)}$$

II.4.1. Calculs éléments de quatre raccords :

- Bissectrice

$$\text{Biss} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right) \quad (\text{m})$$

- La développée

$$D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R \beta^{\text{rd}} \quad (\text{m})$$

- La flèche

$$F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right) \quad (\text{m})$$

Tous les calculs de rayon de la route existante sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 6: Tangentes aux cercles et rayons "route existante"

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	tangente (m)	Développée (m)	La flèche (m)	Bissectrice (m)
$\beta_1 = 7.554$	700	41.579	83.175	1.231	1.233
$\beta_2 = 55.287$	200	92.750	173.929	18.561	20.46
$\beta_3 = 56.570$	180	84.860	160.169	17.475	19.355
$\beta_4 = 26.247$	300	62.736	123.857	6.352	6.489
$\beta_5 = 78.566$	200	141.894	247.163	36.882	45.222
$\beta_6 = 37.553$	150	45.570	88.604	6.477	6.769
$\beta_7 = 67.769$	250	147.300	266.495	34.584	40.137
$\beta_8 = 18.958$	400	60.002	119.281	4.425	4.475
$\beta_9 = 20.016$	400	63.405	125.938	4.932	4.994
$\beta_{10} = 30.457$	400	97.551	191.631	11.390	11.724
			$\Sigma = 1580.241$		

II.5. Les longueurs de tracé :

La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$$\Sigma D = L_c = 1580.241 \text{ m}$$

La longueur des alignements droits mesurée : LAD

$$\text{LAD} = \text{AS1} - \text{T1} = \text{AD1}$$

$$\text{Ad1} = 278.753 - 41.570 = \mathbf{237.183 \text{ m}}$$

$$\text{Ad2} = 433.421 - 134.318 = \mathbf{304.103 \text{ m}}$$

$$\text{Ad3} = 253.635 - 178.436 = \mathbf{75.189 \text{ m}}$$

$$\text{Ad3} = 347.675 - 148.422 = \mathbf{199.253 \text{ m}}$$

$$\text{Ad4} = 1288.758 - 204.628 = \mathbf{1084.130 \text{ m}}$$

$$\text{Ad5} = 546.195 - 187.464 = \mathbf{358.731 \text{ m}}$$

$$\text{Ad6} = 282.411 - 192.77 = \mathbf{89.541 \text{ m}}$$

$$\text{Ad7} = 570.927 - 207.302 = \mathbf{363.625 \text{ m}}$$

$$\text{Ad8} = 293.454 - 123.407 = \mathbf{170.037 \text{ m}}$$

$$\text{Ad9} = 147.892 - 97.551 = \mathbf{50.341 \text{ m}}$$

$$\Sigma \text{AD} = \mathbf{3009.537 \text{ m}}$$

La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$\text{LAD} = \text{L}_T - \text{L}_c = \mathbf{4589.778 - 1580.241}$$

$$\text{L}_{\text{AD}} = \mathbf{3009.537 \text{ m}}$$

La longueur totale de tracé mesurée

$$\text{L}_t = \mathbf{4589.778 \text{ m}}$$

Pourcentage d'alignement droit = **64.24%**

Pourcentage courbe = **35.75%**

Condition vérifié v % acceptable

II.6- Vitesse de référence :

La 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 est donc fonction de :

1. La catégorie
2. L'environnement

Le tableau ci-dessous nous donner la vitesse de référence.

Tableau 7:Vitesse de référence

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

Vitesse Vr = 80 Km/h

3. Application au projet :

Tableau 8 : Dénivelée cumulée « route existante »

N°	Distance		Z	Dénivelée	Déclivité
	Cumulée	Partielle			
1	0	0	147,37		
2	25	25	147,4	0,03	0,13
3	50	25	147,22	-0,18	-0,73
4	75	25	146,97	-0,24	-0,97
5	100	25	146,72	-0,25	-1,02
6	125	25	146,17	-0,55	-2,18
7	150	25	145,92	-0,25	-1,02
8	175	25	145,61	-0,31	-1,26
9	200	25	145,65	0,05	0,19
10	225	25	145,34	-0,31	-1,26
11	237,187	12,187	145,27	-0,07	-0,57
12	250	12,813	145,12	-0,15	-1,15
13	275	25	144,84	-0,28	-1,11
14	300	25	144,65	-0,19	-0,78
15	320,222	20,222	144,5	-0,15	-0,72
16	325	4,778	144,46	-0,04	-0,82
17	350	25	144,29	-0,17	-0,68
18	375	25	144,18	-0,11	-0,46
19	400	25	143,95	-0,23	-0,92
20	425	25	143,87	-0,08	-0,32
21	450	25	143,71	-0,16	-0,62
22	475	25	143,59	-0,12	-0,48
23	500	25	143,44	-0,15	-0,60

24	525	25	142,99	-0,45	-1,82
25	550	25	143,07	0,08	0,31
26	575	25	142,92	-0,15	-0,59
27	600	25	142,78	-0,14	-0,57
28	624,331	24,331	142,28	-0,50	-2,03
29	625	0,669	142,26	-0,02	-2,84
30	650	25	142,39	0,13	0,52
31	675	25	141,93	-0,47	-1,86
32	700	25	141,49	-0,43	-1,74
33	725	25	140,48	-1,02	-4,06
34	750	25	140,52	0,04	0,18
35	775	25	140,05	-0,47	-1,89
36	798,016	23,016	139,71	-0,34	-1,46
37	800	1,984	139,63	-0,08	-4,23
38	825	25	139,04	-0,59	-2,36
39	850	25	138,2	-0,83	-3,34
40	873,214	23,214	137,89	-0,31	-1,36
41	875	1,786	137,85	-0,03	-1,96
42	900	25	137,4	-0,45	-1,80
43	925	25	136,63	-0,77	-3,10
44	950	25	136,52	-0,11	-0,42
45	975	25	136,85	0,32	1,29
46	1000	25	137,34	0,50	1,98
47	1025	25	137,86	0,52	2,06
48	1033,167	8,167	137,99	0,14	1,67
49	1050	16,833	138,36	0,37	2,19
50	1075	25	138,78	0,42	1,69
51	1100	25	139,63	0,85	3,39
52	1121,448	21,448	140,35	0,72	3,34
53	1125	3,552	140,32	-0,03	-0,76
54	1150	25	141,2	0,88	3,50
55	1175	25	141,54	0,34	1,36
56	1200	25	142,16	0,63	2,51
57	1225	25	142,66	0,50	1,98
58	1245,14	20,14	143,41	0,76	3,75
59	1250	4,86	143,43	0,02	0,41
60	1275	25	143,69	0,25	1,02
61	1300	25	144,55	0,86	3,46
62	1325	25	144,92	0,37	1,46
63	1350	25	145,18	0,26	1,05
64	1375	25	145,5	0,32	1,28
65	1388,148	13,148	145,74	0,24	1,82
66	1400	11,852	145,94	0,20	1,72
67	1425	25	146,42	0,47	1,89
68	1450	25	146,85	0,43	1,72

69	1475	25	147,78	0,94	3,74
70	1500	25	148,23	0,45	1,79
71	1525	25	149,05	0,82	3,28
72	1550	25	149,22	0,17	0,70
73	1575	25	149,35	0,13	0,52
74	1600	25	149,04	-0,31	-1,24
75	1625	25	148,24	-0,80	-3,20
76	1635,017	10,017	148,1	-0,14	-1,41
77	1650	14,983	147,99	-0,11	-0,73
78	1675	25	147,59	-0,41	-1,62
79	1700	25	147,22	-0,36	-1,46
80	1725	25	146,85	-0,37	-1,47
81	1750	25	146,67	-0,19	-0,76
82	1775	25	146,56	-0,11	-0,43
83	1800	25	146,16	-0,40	-1,61
84	1825	25	146,22	0,06	0,25
85	1850	25	146,2	-0,02	-0,08
86	1875	25	145,99	-0,21	-0,84
87	1900	25	145,93	-0,06	-0,24
88	1925	25	145,9	-0,03	-0,12
89	1950	25	145,65	-0,25	-1,01
90	1975	25	145,48	-0,17	-0,67
91	2000	25	145,37	-0,11	-0,42
92	2025	25	145,2	-0,17	-0,69
93	2050	25	144,91	-0,29	-1,16
94	2075	25	144,5	-0,41	-1,66
95	2100	25	144,47	-0,03	-0,10
96	2125	25	144,15	-0,33	-1,30
97	2150	25	143,94	-0,21	-0,84
98	2175	25	143,84	-0,10	-0,40
99	2200	25	143,46	-0,38	-1,52
100	2225	25	143,42	-0,04	-0,15
101	2250	25	143,19	-0,23	-0,91
102	2275	25	142,88	-0,31	-1,25
103	2300	25	142,71	-0,17	-0,67
104	2325	25	142,55	-0,17	-0,68
105	2350	25	142,41	-0,13	-0,54
106	2375	25	142,23	-0,19	-0,74
107	2400	25	142,09	-0,14	-0,55
108	2425	25	141,97	-0,12	-0,48
109	2450	25	141,82	-0,15	-0,59
110	2475	25	141,59	-0,23	-0,91
111	2500	25	141,02	-0,58	-2,30
112	2525	25	140,75	-0,27	-1,07
113	2550	25	140,54	-0,21	-0,85

114	2575	25	140,16	-0,38	-1,52
115	2600	25	139,8	-0,36	-1,42
116	2625	25	139,15	-0,66	-2,62
117	2650	25	139,05	-0,09	-0,37
118	2675	25	138,66	-0,39	-1,57
119	2700	25	138,3	-0,36	-1,44
120	2725	25	138,15	-0,15	-0,61
121	2736,277	11,277	138,06	-0,09	-0,82
122	2750	13,723	137,52	-0,54	-3,93
123	2775	25	137,41	-0,11	-0,42
124	2800	25	137,37	-0,04	-0,15
125	2824,756	24,756	137,11	-0,27	-1,07
126	2825	0,244	137,11	0,00	-0,82
127	2850	25	136,62	-0,49	-1,94
128	2875	25	136,49	-0,13	-0,51
129	2900	25	136,39	-0,10	-0,41
130	2925	25	135,79	-0,60	-2,38
131	2950	25	135,31	-0,48	-1,92
132	2975	25	135,19	-0,13	-0,51
133	3000	25	135,12	-0,06	-0,25
134	3025	25	134,69	-0,44	-1,76
135	3050	25	134,2	-0,48	-1,93
136	3075	25	133,81	-0,40	-1,59
137	3100	25	133,41	-0,40	-1,60
138	3125	25	132,83	-0,58	-2,31
139	3150	25	132,17	-0,66	-2,62
140	3175	25	131,56	-0,61	-2,44
141	3178,078	3,078	131,49	-0,07	-2,37
142	3200	21,922	130,64	-0,85	-3,86
143	3225	25	129,35	-1,29	-5,16
144	3250	25	128,09	-1,27	-5,06
145	3275	25	126,38	-1,71	-6,83
146	3300	25	125,73	-0,65	-2,60
147	3325	25	124,63	-1,10	-4,38
148	3350	25	123,61	-1,03	-4,12
149	3375	25	122,79	-0,81	-3,26
150	3400	25	122,24	-0,55	-2,20
151	3425	25	121,82	-0,42	-1,67
152	3444,305	19,305	121,51	-0,32	-1,64
153	3450	5,695	121,4	-0,11	-1,84
154	3475	25	121,11	-0,29	-1,16
155	3500	25	120,89	-0,22	-0,87
156	3519,46	19,46	120,71	-0,18	-0,93
157	3525	5,54	120,79	0,08	1,46
158	3550	25	120,73	-0,07	-0,27

159	3575	25	120,73	0,01	0,02
160	3600	25	120,78	0,05	0,19
161	3625	25	120,16	-0,62	-2,49
162	3638,477	13,477	120,1	-0,06	-0,41
163	3650	11,523	120,19	0,09	0,78
164	3675	25	120,54	0,35	1,39
165	3700	25	120,82	0,28	1,11
166	3725	25	120,19	-0,63	-2,51
167	3750	25	120,12	-0,07	-0,28
168	3775	25	120,12	0,00	0,01
169	3800	25	120,02	-0,10	-0,41
170	3825	25	120,12	0,10	0,41
171	3850	25	120,18	0,06	0,25
172	3875	25	120,17	-0,01	-0,06
173	3900	25	120,11	-0,06	-0,24
174	3925	25	120,15	0,04	0,15
175	3950	25	119,9	-0,24	-0,98
176	3975	25	119,77	-0,13	-0,52
177	4000	25	119,83	0,05	0,21
178	4025	25	119,57	-0,25	-1,02
179	4050	25	119,59	0,01	0,05
180	4075	25	118,76	-0,82	-3,29
181	4086,035	11,035	118,51	-0,25	-2,26
182	4100	13,966	118,28	-0,24	-1,70
183	4125	25	118,26	-0,02	-0,08
184	4150	25	118,2	-0,06	-0,25
185	4175	25	118,09	-0,10	-0,42
186	4200	25	118,1	0,01	0,03
187	4211,823	11,823	117,97	-0,13	-1,09
188	4225	13,177	118,17	0,20	1,55
189	4250	25	118,13	-0,05	-0,19
190	4275	25	118,13	0,00	0,01
191	4300	25	118,06	-0,07	-0,28
192	4325	25	117,93	-0,13	-0,51
193	4344,289	19,289	117,76	-0,17	-0,88
194	4350	5,711	117,71	-0,05	-0,96
195	4375	25	117,58	-0,13	-0,51
196	4400	25	117,54	-0,05	-0,18
197	4425	25	117,78	0,24	0,96
198	4450	25	118,15	0,38	1,50
199	4475	25	118,36	0,21	0,83
200	4500	25	118,61	0,25	0,99
201	4525	25	118,93	0,33	1,30
202	4535,691	10,691	119,06	0,13	1,19
203	4550	14,309	118,96	-0,10	-0,73

204	4575	25	119,51	0,55	2,21
205	4586,014	11,014	119,54	0,03	0,27
			$\Sigma\Delta H$	27.83%	

Dénivelée cumulée moyenne :

$$H = \Sigma \Delta H = 27.83 \text{ m}$$

$$L_T = 4586.014 \text{ m}$$

$$\frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i l_i + \sum_{P_i < 0} P_i l_i \right|}{L}$$

$$H / L = 27.83 / 4586.014 = 0.0060$$

$$H/L = 0.60\% \leq 1.5\%$$

Donc : terrain plat

Sinuosité :

$$\sigma = L_s / L$$

$$\sigma = 669.865 / 4586.014 = 0.14$$

$$\sigma = 0.10 < 0.14 \leq 0.30$$

Donc : Sinuosité moyenne

{ terrain plat
Sinuosité moyenne

Alors : Environnement **E2**

APS

AVANT PROJET SOMMAIRE (APS)

INTRODUCTION :

La phase APS consiste à étudier plus profondément les variantes retenues dans l'étude antérieure ou bien quand celle-ci n'est pas prévue, de procéder à l'étude à partir de plan d'état majeure, de carte topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation sociaux-géographique de chaque variante.

BUT DE L'APS :

Le but de l'APS est notamment de déterminer les valeurs des paramètres dimensionnant du projet, de façon à permettre l'estimation du coût du projet. L'APS permet également de fournir aux décideurs une proposition technique quant à la réponse apportée au problème posé, en termes de principes retenus et d'architecture générale.

On devra faire une étude multicritère pour le choix de la variante à retenir :

- Les contraintes remarquées sur le site.
- Le coût du projet.
- Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).
- Comparaison des impacts sur l'environnement.

Finalement après cette analyse multicritère, une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD (avant-projet détaillé).

ETUDE DE VARIANTE 1 :

Les coordonnées planimétriques des sommets:

Tableau 1 : coordonnées des sommets de la variante 1

n	X (m)	Y(m)
1	270990,2701	4007050,834
2	271185,4472	4007250,382
3	271473,8092	4007482,345
4	271799,1822	4007487,577
5	271974,6384	4007634,779
6	272289,7744	4007727,362
7	272355,2338	4009017,205
8	272032,757	4009556,209
9	272654,3922	4010132,427
10	272779,9035	4010342,96
11	272902,9374	4010453,587

Gisements, angles au centre et distance :

Tableau 2: Calcul des gisements, angles au centre et distances

Valeurs de ΔX et ΔY (m)		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
$\Delta X =$	195.177	A-S1	49.29	$\beta_1 =$	7.58	279.13
$\Delta Y =$	199.548					
$\Delta X =$	288.362	S1-S2	56.87	$\beta_2 =$	42.1	370.08
$\Delta Y =$	231.963					
$\Delta X =$	325.373	S2-S3	98.97	$\beta_3 =$	43.41	325.41
$\Delta Y =$	5.232					
$\Delta X =$	175.456	S3-S4	55.56	$\beta_4 =$	26.24	229.02
$\Delta Y =$	147.202					
$\Delta X =$	315.136	S4-S5	81.80	$\beta_5 =$	78.58	328.45
$\Delta Y =$	92.583					
$\Delta X =$	65.459	S5-S6	3.22	$\beta_6 =$	31.1	1291.5
$\Delta Y =$	1289.843					
$\Delta X =$	-322.477	S6-S7	34.32	$\beta_7 =$	18.09	628.10
$\Delta Y =$	539.00					
$\Delta X =$	612.635	S7-S8	52.41	$\beta_8 =$	18.19	847.10
$\Delta Y =$	576.219					
$\Delta X =$	125.511	S8-S9	34.22			
$\Delta Y =$	210.533					
$\Delta X =$	123.034	S9-B	53.37			
$\Delta Y =$	110.627					

Calculs éléments de quatre raccordements

Bissectrice (m)

$$\text{Biss} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$$

La développée (m)

$$D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R \beta^{\text{rd}}$$

La flèche (m)

$$F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$$

Tous les calculs de rayon de la route existante sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 3:Tangentes aux cercles et rayons "variante 1"

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	tangente (m)	Développée (m)	La flèche (m)	Bissectrice (m)
$\beta_1 = 7.58$	800	116.54	95.25	8	8.08
$\beta_2 = 42.1$	450	205.3	295.58	27	28.72
$\beta_3 = 43.41$	250	126.57	170.47	15	15.95
$\beta_4 = 26.24$	450	142.16	185.47	13.5	13.91
$\beta_5 = 78.58$	250	214.16	308.58	47.5	58.64
$\beta_6 = 31.1$	450	160.42	219.83	13.5	13.91
$\beta_7 = 18.09$	350	94.96	99.45	7	7.14
$\beta_8 = 18.19$	650	153.58	185.72	13	13.26

Les longueurs de tracé

La longueur totale de tracé mesurée

$$L_t = 4540.89 \text{ m}$$

La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$$\sum D=L_c= 1560.35 \text{ m}$$

La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = L_T - L_c = 4540.89 - 1560.35$$

$$L_{AD} = 2980.54 \text{ m}$$

Pourcentage d'alignement droit :

$$\text{Alignement Droit} = 65.00\%$$

Pourcentage courbe :

$$\text{Courbe} = 35.00\%$$

Condition vérifié

Dénivelée cumulée :

Tableau 2:calcul des dénivelés variante 1

N°	Tab,	Distance		Z	Dénivelée	Déclivité
		Cumulée	Partielle			
1	P1	0,00	0,00	147,29		
2	P2	25,00	25,00	147,24	-0,05	-0,21
3	P3	50,00	25,00	147,16	-0,08	-0,31
4	P4	75,00	25,00	146,91	-0,25	-1,01
5	P5	100,00	25,00	146,65	-0,26	-1,02
6	P6	125,00	25,00	146,00	-0,65	-2,60
7	P7	150,00	25,00	145,83	-0,17	-0,66
8	P8	175,00	25,00	145,51	-0,33	-1,31
9	P9	200,00	25,00	145,61	0,10	0,41
10	P10	225,00	25,00	145,33	-0,28	-1,12
11	P11	231,46	6,46	145,28	-0,05	-0,79
12	P12	250,00	18,54	145,09	-0,19	-1,03
13	P13	275,00	25,00	144,82	-0,27	-1,07
14	P14	300,00	25,00	144,67	-0,15	-0,61
15	P15	325,00	25,00	144,47	-0,19	-0,78
16	P16	326,35	1,35	144,46	-0,01	-0,83
17	P17	350,00	23,65	143,98	-0,48	-2,05
18	P18	375,00	25,00	144,18	0,20	0,79
19	P19	400,00	25,00	143,99	-0,19	-0,74
20	P20	425,00	25,00	143,82	-0,17	-0,66
21	P21	450,00	25,00	143,65	-0,18	-0,70
22	P22	475,00	25,00	143,57	-0,08	-0,32
23	P23	494,62	19,62	143,44	-0,13	-0,65
24	P24	500,00	5,38	143,41	-0,03	-0,56
25	P25	525,00	25,00	142,76	-0,65	-2,62
26	P26	550,00	25,00	143,07	0,31	1,25
27	P27	575,00	25,00	143,01	-0,06	-0,23
28	P28	600,00	25,00	142,78	-0,23	-0,94
29	P29	625,00	25,00	142,97	0,19	0,78
30	P30	650,00	25,00	143,25	0,28	1,12
31	P31	675,00	25,00	143,17	-0,09	-0,34
32	P32	700,00	25,00	142,65	-0,52	-2,06
33	P33	725,00	25,00	142,19	-0,47	-1,86
34	P34	750,00	25,00	141,44	-0,74	-2,98
35	P35	775,00	25,00	140,89	-0,56	-2,22
36	P36	792,23	17,23	140,35	-0,53	-3,09
37	P37	800,00	7,77	139,86	-0,49	-6,30
38	P38	825,00	25,00	138,76	-1,10	-4,40
39	P39	850,00	25,00	138,26	-0,50	-2,01
40	P40	874,46	24,46	137,65	-0,61	-2,50
41	P41	875,00	0,54	137,64	-0,01	-1,55
42	P42	900,00	25,00	136,78	-0,86	-3,45
43	P43	925,00	25,00	136,53	-0,25	-1,00
44	P44	950,00	25,00	136,55	0,02	0,08
45	P45	975,00	25,00	137,03	0,48	1,92
46	P46	1000,00	25,00	137,71	0,68	2,71
47	P47	1025,00	25,00	138,25	0,54	2,14
48	P48	1044,95	19,95	138,66	0,42	2,10
49	P49	1050,00	5,05	138,77	0,10	2,02
50	P50	1075,00	25,00	140,16	1,39	5,57
51	P51	1091,16	16,16	139,85	-0,31	-1,93
52	P52	1100,00	8,84	140,71	0,86	9,72
53	P53	1125,00	25,00	140,64	-0,07	-0,28
54	P54	1150,00	25,00	141,38	0,74	2,98

55	P55	1175,00	25,00	141,69	0,31	1,23
56	P56	1200,00	25,00	142,53	0,85	3,38
57	P57	1225,00	25,00	143,15	0,61	2,45
58	P58	1250,00	25,00	143,33	0,18	0,73
59	P59	1275,00	25,00	144,36	1,03	4,11
60	P60	1276,70	1,70	144,40	0,04	2,42
61	P61	1300,00	23,30	144,84	0,44	1,87
62	P62	1325,00	25,00	144,90	0,06	0,24
63	P63	1333,63	8,63	145,08	0,18	2,11
64	P64	1350,00	16,37	145,36	0,28	1,70
65	P65	1375,00	25,00	145,63	0,28	1,11
66	P66	1400,00	25,00	146,42	0,78	3,13
67	P67	1425,00	25,00	147,20	0,78	3,12
68	P68	1450,00	25,00	147,64	0,45	1,79
69	P69	1475,00	25,00	148,25	0,60	2,41
70	P70	1500,00	25,00	148,75	0,50	2,01
71	P71	1525,00	25,00	149,12	0,37	1,47
72	P72	1550,00	25,00	148,59	-0,53	-2,12
73	P73	1575,00	25,00	148,58	0,00	-0,01
74	P74	1600,00	25,00	148,03	-0,55	-2,21
75	P75	1625,00	25,00	147,79	-0,24	-0,97
76	P76	1642,22	17,22	147,57	-0,22	-1,26
77	P77	1650,00	7,78	147,47	-0,10	-1,31
78	P78	1675,00	25,00	147,16	-0,31	-1,24
79	P79	1700,00	25,00	146,94	-0,22	-0,87
80	P80	1725,00	25,00	146,73	-0,21	-0,83
81	P81	1750,00	25,00	146,53	-0,20	-0,80
82	P82	1775,00	25,00	146,09	-0,45	-1,78
83	P83	1800,00	25,00	146,22	0,13	0,52
84	P84	1825,00	25,00	145,90	-0,32	-1,27
85	P85	1850,00	25,00	146,10	0,20	0,81
86	P86	1875,00	25,00	145,99	-0,12	-0,46
87	P87	1900,00	25,00	145,81	-0,18	-0,73
88	P88	1925,00	25,00	145,63	-0,17	-0,68
89	P89	1950,00	25,00	145,43	-0,20	-0,81
90	P90	1975,00	25,00	144,86	-0,57	-2,28
91	P91	2000,00	25,00	145,04	0,18	0,71
92	P92	2025,00	25,00	144,85	-0,19	-0,78
93	P93	2050,00	25,00	144,52	-0,33	-1,30
94	P94	2075,00	25,00	144,45	-0,07	-0,29
95	P95	2100,00	25,00	144,15	-0,30	-1,20
96	P96	2125,00	25,00	143,98	-0,16	-0,66
97	P97	2150,00	25,00	143,62	-0,36	-1,45
98	P98	2175,00	25,00	143,47	-0,15	-0,62
99	P99	2200,00	25,00	143,34	-0,13	-0,51
100	P100	2225,00	25,00	143,10	-0,24	-0,95
101	P101	2250,00	25,00	142,70	-0,40	-1,59
102	P102	2275,00	25,00	142,62	-0,08	-0,32
103	P103	2300,00	25,00	142,47	-0,16	-0,62
104	P104	2325,00	25,00	142,21	-0,25	-1,02
105	P105	2350,00	25,00	141,91	-0,31	-1,24
106	P106	2375,00	25,00	142,09	0,19	0,75
107	P107	2400,00	25,00	141,97	-0,13	-0,50
108	P108	2425,00	25,00	141,64	-0,32	-1,30
109	P109	2450,00	25,00	141,27	-0,37	-1,49
110	P110	2475,00	25,00	141,20	-0,07	-0,28
111	P111	2500,00	25,00	140,89	-0,31	-1,24
112	P112	2525,00	25,00	140,59	-0,30	-1,20
113	P113	2550,00	25,00	139,84	-0,75	-3,02

114	P114	2575,00	25,00	139,55	-0,29	-1,15
115	P115	2600,00	25,00	139,17	-0,38	-1,51
116	P116	2619,61	19,61	139,03	-0,14	-0,72
117	P117	2625,00	5,39	138,97	-0,06	-1,12
118	P118	2650,00	25,00	138,49	-0,48	-1,92
119	P119	2675,00	25,00	138,05	-0,45	-1,78
120	P120	2700,00	25,00	137,28	-0,77	-3,08
121	P121	2725,00	25,00	136,95	-0,32	-1,29
122	P122	2750,00	25,00	136,53	-0,43	-1,71
123	P123	2775,00	25,00	136,34	-0,19	-0,75
124	P124	2800,00	25,00	136,26	-0,07	-0,30
125	P125	2825,00	25,00	136,24	-0,02	-0,08
126	P126	2850,00	25,00	136,24	0,00	-0,02
127	P127	2875,00	25,00	136,07	-0,17	-0,66
128	P128	2885,04	10,04	135,85	-0,22	-2,18
129	P129	2900,00	14,96	135,74	-0,11	-0,73
130	P130	2925,00	25,00	135,55	-0,19	-0,77
131	P131	2950,00	25,00	135,21	-0,34	-1,36
132	P132	2975,00	25,00	134,93	-0,29	-1,14
133	P133	3000,00	25,00	134,48	-0,44	-1,77
134	P134	3025,00	25,00	134,11	-0,37	-1,48
135	P135	3050,00	25,00	133,63	-0,48	-1,92
136	P136	3075,00	25,00	133,10	-0,53	-2,13
137	P137	3092,70	17,70	132,70	-0,40	-2,25
138	P138	3100,00	7,30	132,36	-0,34	-4,71
139	P139	3125,00	25,00	131,94	-0,41	-1,66
140	P140	3150,00	25,00	131,04	-0,91	-3,64
141	P141	3175,00	25,00	129,60	-1,43	-5,74
142	P142	3200,00	25,00	127,94	-1,67	-6,66
143	P143	3225,00	25,00	126,63	-1,31	-5,24
144	P144	3250,00	25,00	125,13	-1,50	-5,98
145	P145	3275,00	25,00	123,94	-1,19	-4,76
146	P146	3300,00	25,00	123,22	-0,72	-2,90
147	P147	3325,00	25,00	122,47	-0,74	-2,97
148	P148	3350,00	25,00	122,10	-0,37	-1,49
149	P149	3375,00	25,00	121,88	-0,22	-0,90
150	P150	3400,00	25,00	121,58	-0,30	-1,20
151	P151	3425,00	25,00	120,54	-1,04	-4,14
152	P152	3450,00	25,00	119,18	-1,36	-5,45
153	P153	3475,00	25,00	119,48	0,30	1,18
154	P154	3500,00	25,00	119,68	0,21	0,82
155	P155	3525,00	25,00	120,84	1,16	4,63
156	P156	3550,00	25,00	120,90	0,07	0,26
157	P157	3569,56	19,56	120,81	-0,09	-0,48
158	P158	3575,00	5,44	120,78	-0,03	-0,52
159	P159	3600,00	25,00	120,36	-0,42	-1,69
160	P160	3625,00	25,00	120,35	-0,01	-0,05
161	P161	3650,00	25,00	120,30	-0,04	-0,17
162	P162	3675,00	25,00	120,18	-0,13	-0,50
163	P163	3700,00	25,00	120,10	-0,08	-0,31
164	P164	3725,00	25,00	120,07	-0,04	-0,14
165	P165	3750,00	25,00	119,55	-0,52	-2,08
166	P166	3775,00	25,00	120,11	0,56	2,24
167	P167	3800,00	25,00	120,03	-0,08	-0,31
168	P168	3825,00	25,00	120,04	0,01	0,05
169	P169	3850,00	25,00	120,04	-0,01	-0,02
170	P170	3875,00	25,00	120,01	-0,02	-0,09
171	P171	3900,00	25,00	119,91	-0,10	-0,40
172	P172	3925,00	25,00	119,28	-0,64	-2,54

173	P173	3950,00	25,00	119,72	0,45	1,78
174	P174	3975,00	25,00	119,76	0,03	0,13
175	P175	4000,00	25,00	119,37	-0,38	-1,54
176	P176	4025,00	25,00	118,67	-0,71	-2,83
177	P177	4039,95	14,95	118,40	-0,27	-1,80
178	P178	4050,00	10,05	118,23	-0,17	-1,67
179	P179	4075,00	25,00	117,93	-0,30	-1,18
180	P180	4100,00	25,00	117,99	0,05	0,22
181	P181	4125,00	25,00	118,08	0,09	0,37
182	P182	4150,00	25,00	118,21	0,14	0,54
183	P183	4175,00	25,00	118,20	-0,02	-0,07
184	P184	4200,00	25,00	118,25	0,06	0,22
185	P185	4225,00	25,00	118,34	0,09	0,36
186	P186	4225,65	0,65	118,35	0,01	1,68
187	P187	4250,00	24,35	118,20	-0,15	-0,61
188	P188	4256,01	6,01	118,37	0,16	2,69
189	P189	4275,00	18,99	118,30	-0,07	-0,37
190	P190	4300,00	25,00	118,43	0,14	0,55
191	P191	4325,00	25,00	118,58	0,14	0,57
192	P192	4350,00	25,00	117,58	-0,99	-3,97
193	P193	4375,00	25,00	117,87	0,28	1,14
194	P194	4400,00	25,00	119,40	1,53	6,12
195	P195	4425,00	25,00	118,44	-0,96	-3,83
196	P196	4450,00	25,00	118,70	0,26	1,03
197	P197	4475,00	25,00	118,82	0,12	0,49
198	P198	4496,70	21,70	119,18	0,36	1,65
199	P199	4500,00	3,30	119,19	0,02	0,49
200	P200	4525,00	25,00	119,49	0,29	1,17
201	P201	4540,89	15,89	119,47	-0,02	-0,10
			4540,89		-27,82	-114,44
					H/L	-0,61%

Environnement**Dénivelée cumulée : Dc = 0.61 % Terrain Plat****Sinuosité : $\sigma = 0$ sinuosité faible****Environnement : E1****Vitesse de référence : Vr = 80 km/h**

ETUDE DE LA VARIANTE 2:

Les coordonnées planimétriques des sommets :

Tableau 3: coordonnées des sommets de la variante 2

n	X (m)	Y(m)
1	270990.2701	4007050.8340
2	271521.1084	4007520.6010
3	271779.1984	4007470.8110
4	271969.8340	4007621.2982
5	272298.9565	4007728.6862
6	272361.0983	4009014.2733
7	272081.5144	4009493.4787
8	272217.0090	4009726.9991
9	272629.7203	4010104.0801
10	272754.9406	4010336.8009
11	272902.9374	4010453.5868

Gisements, angles au centre et distance

Valeurs des gisements et des distances :

Tableau 4: Calcul des gisements, angles au centre et distances

Valeurs de ΔX et ΔY (m)		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
$\Delta X =$	530,838	A-S1	53.88			708,851
$\Delta Y =$	469,767			$\beta 1 =$	33.98	262,849
$\Delta X =$	258,090	S1-S2	87.86	$\beta 2 =$	30.41	242,875
$\Delta Y =$	-49,790			$\beta 3 =$	22.47	346,199
$\Delta X =$	190,636	S2-S3	57.45	$\beta 4 =$	76.85	1287,088
$\Delta Y =$	150,487			$\beta 5 =$	30.55	554,802
$\Delta X =$	329,122	S3-S4	79.92	$\beta 6 =$	0.15	269,983
$\Delta Y =$	107,388			$\beta 7 =$	19.4	559,036
$\Delta X =$	62,142	S4-S5	3.07	$\beta 8 =$	21.45	264,271
$\Delta Y =$	1285,587			$\beta 9 =$	26.04	188,526
$\Delta X =$	- 279,584	S5-S6	33.62			
$\Delta Y =$	479,205					
$\Delta X =$	135,495	S6-S7	33.47			
$\Delta Y =$	233,520					
$\Delta X =$	412,711	S7-S8	52.87			
$\Delta Y =$	377,081					
$\Delta X =$	125,220	S8-S9	31.42			
$\Delta Y =$	232,721					
$\Delta X =$	147,997	S9-S10	57.46			
$\Delta Y =$	116,786					

Calculs éléments de quatre raccordements

Bissectrice (m)

$$\text{Biss} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$$

La développée (m)

$$D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R\beta^{\text{rd}}$$

La flèche (m)

$$F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$$

Tous les calculs de rayon de la route existante sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 7: Tangentes aux cercles et rayons "variante 2"

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	tangente (m)	Développée (m)	La flèche (m)	Bissectrice (m)
$\beta_1 = 33.98$	250	120.54	133.43	10	10.25
$\beta_2 = 30.41$	250	205.3	114.03	7.5	75.5
$\beta_3 = 22.47$	650	124.57	219.08	13	13
$\beta_4 = 76.85$	250	146.16	288.187	45	52.5
$\beta_5 = 30.55$	650	222.16	297.86	19.5	19.5
$\beta_6 = 0.15$	250	150.42	0.56	2.5	2.5
$\beta_7 = 19.4$	650	94.96	189.15	13	13
$\beta_8 = 21.45$	650	201.58	209.13	13	13
$\beta_9 = 26.04$	650	127.54	253.89	13	13

Les longueurs de tracé

La longueur totale de tracé mesurée $L_t = 4561.911\text{m}$

La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC

$$\sum D = L_c = 1705.31 \text{ m}$$

La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = L_t - L_c = 4561.911 - 1705.31 = 2856.60 \text{ m}$$

$$LAD = 2856.60 \text{ m}$$

Pourcentage d'alignement droit : alignement Droit = 62.61%

Pourcentage courbe : Courbe = 37.39%

Condition vérifié

Dénivelée cumulée

Tableau 5:calcul des dénivelés variante 2

N°	Distance		Z	Dénivelée	Déclivité
	Cumulée	Partielle			
1	0,00	0,00	147,29		
2	25,00	25,00	147,33	0,04	0,15
3	50,00	25,00	147,22	-0,11	-0,43
4	75,00	25,00	147,01	-0,21	-0,83
5	100,00	25,00	146,79	-0,22	-0,88
6	125,00	25,00	146,45	-0,35	-1,38
7	150,00	25,00	146,09	-0,35	-1,42
8	175,00	25,00	145,89	-0,20	-0,81
9	200,00	25,00	145,75	-0,14	-0,56
10	225,00	25,00	145,72	-0,03	-0,11
11	250,00	25,00	145,30	-0,42	-1,70
12	275,00	25,00	144,96	-0,34	-1,37
13	300,00	25,00	144,59	-0,36	-1,46
14	325,00	25,00	144,46	-0,13	-0,52
15	350,00	25,00	144,22	-0,24	-0,95
16	375,00	25,00	144,10	-0,12	-0,50
17	400,00	25,00	144,10	-0,01	-0,02
18	425,00	25,00	144,01	-0,09	-0,35
19	450,00	25,00	143,63	-0,38	-1,52
20	475,00	25,00	143,82	0,19	0,76
21	500,00	25,00	143,79	-0,03	-0,10
22	525,00	25,00	143,41	-0,38	-1,52

23	550,00	25,00	143,11	-0,31	-1,22
24	575,00	25,00	142,97	-0,14	-0,55
25	585,76	10,76	142,86	-0,11	-1,04
26	600,00	14,24	142,77	-0,09	-0,63
27	625,00	25,00	142,45	-0,32	-1,27
28	650,00	25,00	142,63	0,18	0,74
29	675,00	25,00	141,86	-0,78	-3,11
30	700,00	25,00	141,32	-0,54	-2,15
31	725,00	25,00	140,75	-0,57	-2,27
32	750,00	25,00	140,86	0,10	0,42
33	775,00	25,00	140,13	-0,72	-2,89
34	800,00	25,00	139,28	-0,85	-3,41
35	814,52	14,52	138,96	-0,33	-2,24
36	825,00	10,48	138,79	-0,17	-1,60
37	839,80	14,80	138,44	-0,35	-2,37
38	850,00	10,20	138,19	-0,25	-2,46
39	875,00	25,00	137,80	-0,39	-1,56
40	900,00	25,00	137,27	-0,53	-2,12
41	925,00	25,00	136,52	-0,75	-2,99
42	950,00	25,00	136,57	0,05	0,19
43	975,00	25,00	136,91	0,34	1,36
44	1000,00	25,00	137,53	0,63	2,51
45	1025,00	25,00	138,08	0,55	2,19
46	1050,00	25,00	138,53	0,45	1,78
47	1054,51	4,51	138,68	0,15	3,37
48	1067,03	12,52	139,09	0,41	3,28
49	1075,00	7,97	139,19	0,10	1,26
50	1100,00	25,00	140,38	1,19	4,77
51	1125,00	25,00	141,19	0,81	3,24
52	1150,00	25,00	142,75	1,56	6,22
53	1175,00	25,00	143,50	0,76	3,03
54	1200,00	25,00	143,58	0,08	0,30
55	1225,00	25,00	143,60	0,02	0,08
56	1250,00	25,00	143,88	0,28	1,11
57	1275,00	25,00	144,27	0,40	1,58
58	1296,38	21,38	144,70	0,43	2,02
59	1300,00	3,62	144,76	0,06	1,58
60	1325,00	25,00	144,95	0,19	0,77
61	1350,00	25,00	145,18	0,23	0,92
62	1354,36	4,36	145,11	-0,07	-1,70
63	1375,00	20,64	145,70	0,59	2,84
64	1400,00	25,00	146,06	0,36	1,45
65	1425,00	25,00	146,25	0,19	0,76
66	1450,00	25,00	147,34	1,09	4,37
67	1475,00	25,00	147,86	0,52	2,06
68	1500,00	25,00	148,60	0,74	2,97
69	1525,00	25,00	148,99	0,39	1,55
70	1550,00	25,00	149,04	0,05	0,21
71	1575,00	25,00	148,90	-0,14	-0,56
72	1600,00	25,00	148,76	-0,14	-0,58
73	1625,00	25,00	148,08	-0,68	-2,70
74	1650,00	25,00	147,74	-0,34	-1,38
75	1656,13	6,13	147,62	-0,12	-1,90
76	1675,00	18,87	147,32	-0,30	-1,60
77	1700,00	25,00	146,94	-0,38	-1,51
78	1725,00	25,00	146,82	-0,13	-0,50
79	1750,00	25,00	146,66	-0,16	-0,64
80	1775,00	25,00	146,36	-0,29	-1,17
81	1800,00	25,00	146,16	-0,21	-0,83

82	1825,00	25,00	146,21	0,05	0,22
83	1850,00	25,00	146,14	-0,07	-0,28
84	1875,00	25,00	145,99	-0,15	-0,61
85	1900,00	25,00	145,96	-0,03	-0,13
86	1925,00	25,00	145,67	-0,29	-1,14
87	1950,00	25,00	145,59	-0,08	-0,30
88	1975,00	25,00	145,47	-0,12	-0,49
89	2000,00	25,00	145,27	-0,20	-0,79
90	2025,00	25,00	145,00	-0,27	-1,09
91	2050,00	25,00	144,73	-0,27	-1,07
92	2075,00	25,00	144,49	-0,24	-0,95
93	2100,00	25,00	144,20	-0,29	-1,15
94	2125,00	25,00	143,95	-0,26	-1,03
95	2150,00	25,00	143,90	-0,04	-0,17
96	2175,00	25,00	143,72	-0,18	-0,74
97	2200,00	25,00	143,52	-0,20	-0,80
98	2225,00	25,00	143,32	-0,19	-0,78
99	2250,00	25,00	143,10	-0,22	-0,89
100	2275,00	25,00	142,65	-0,46	-1,82
101	2300,00	25,00	142,66	0,02	0,07
102	2325,00	25,00	142,53	-0,14	-0,55
103	2350,00	25,00	142,18	-0,35	-1,39
104	2375,00	25,00	141,97	-0,21	-0,85
105	2400,00	25,00	141,99	0,03	0,10
106	2425,00	25,00	141,85	-0,14	-0,56
107	2450,00	25,00	141,15	-0,71	-2,83
108	2475,00	25,00	140,61	-0,53	-2,13
109	2500,00	25,00	140,52	-0,09	-0,38
110	2525,00	25,00	140,70	0,18	0,72
111	2550,00	25,00	140,43	-0,27	-1,09
112	2575,00	25,00	139,88	-0,55	-2,20
113	2578,17	3,17	139,90	0,02	0,69
114	2600,00	21,83	139,51	-0,39	-1,77
115	2625,00	25,00	139,17	-0,34	-1,37
116	2650,00	25,00	138,78	-0,39	-1,56
117	2675,00	25,00	138,52	-0,26	-1,03
118	2700,00	25,00	137,83	-0,70	-2,79
119	2725,00	25,00	136,92	-0,91	-3,63
120	2750,00	25,00	136,63	-0,28	-1,14
121	2775,00	25,00	136,23	-0,41	-1,63
122	2800,00	25,00	136,13	-0,09	-0,37
123	2825,00	25,00	136,26	0,13	0,51
124	2850,00	25,00	136,53	0,27	1,09
125	2875,00	25,00	136,44	-0,09	-0,36
126	2900,00	25,00	135,85	-0,59	-2,35
127	2925,00	25,00	135,52	-0,33	-1,33
128	2950,00	25,00	135,41	-0,11	-0,46
129	2952,86	2,86	135,32	-0,09	-3,15
130	2975,00	22,14	135,18	-0,13	-0,60
131	3000,00	25,00	134,77	-0,42	-1,66
132	3025,00	25,00	134,36	-0,41	-1,63
133	3050,00	25,00	133,97	-0,39	-1,58
134	3075,00	25,00	133,51	-0,46	-1,84
135	3100,00	25,00	132,89	-0,62	-2,46
136	3125,00	25,00	132,27	-0,62	-2,50
137	3150,00	25,00	131,57	-0,70	-2,79
138	3169,49	19,49	130,76	-0,81	-4,17
139	3175,00	5,51	130,48	-0,27	-4,98
140	3200,00	25,00	129,19	-1,29	-5,15

141	3225,00	25,00	127,77	-1,43	-5,70
142	3250,00	25,00	126,78	-0,99	-3,95
143	3275,00	25,00	125,65	-1,13	-4,51
144	3300,00	25,00	124,58	-1,08	-4,31
145	3325,00	25,00	123,61	-0,97	-3,88
146	3350,00	25,00	122,83	-0,78	-3,12
147	3375,00	25,00	122,35	-0,48	-1,90
148	3400,00	25,00	121,94	-0,41	-1,66
149	3425,00	25,00	121,48	-0,46	-1,82
150	3432,97	7,97	121,39	-0,09	-1,15
151	3450,00	17,03	121,21	-0,18	-1,05
152	3457,68	7,68	121,13	-0,08	-1,09
153	3475,00	17,32	120,96	-0,17	-0,97
154	3500,00	25,00	120,84	-0,12	-0,47
155	3525,00	25,00	120,75	-0,09	-0,34
156	3550,00	25,00	120,76	0,01	0,03
157	3575,00	25,00	120,81	0,05	0,18
158	3600,00	25,00	120,18	-0,62	-2,50
159	3625,00	25,00	120,11	-0,07	-0,30
160	3650,00	25,00	120,43	0,32	1,28
161	3655,75	5,75	120,30	-0,13	-2,27
162	3675,00	19,25	120,51	0,22	1,12
163	3700,00	25,00	120,17	-0,34	-1,37
164	3725,00	25,00	120,10	-0,07	-0,26
165	3750,00	25,00	120,09	-0,01	-0,04
166	3775,00	25,00	119,65	-0,45	-1,78
167	3800,00	25,00	120,11	0,46	1,86
168	3825,00	25,00	120,08	-0,03	-0,13
169	3850,00	25,00	120,14	0,06	0,24
170	3875,00	25,00	120,09	-0,06	-0,22
171	3900,00	25,00	120,11	0,03	0,11
172	3925,00	25,00	119,91	-0,20	-0,81
173	3950,00	25,00	119,52	-0,40	-1,58
174	3975,00	25,00	119,89	0,38	1,50
175	4000,00	25,00	119,69	-0,20	-0,79
176	4004,46	4,46	119,54	-0,15	-3,44
177	4025,00	20,54	119,60	0,06	0,28
178	4050,00	25,00	118,59	-1,01	-4,04
179	4075,00	25,00	118,14	-0,44	-1,77
180	4100,00	25,00	117,83	-0,32	-1,26
181	4125,00	25,00	117,65	-0,18	-0,73
182	4150,00	25,00	117,62	-0,03	-0,11
183	4175,00	25,00	117,73	0,11	0,45
184	4200,00	25,00	117,86	0,13	0,52
185	4223,41	23,41	117,91	0,05	0,20
186	4225,00	1,59	117,97	0,07	4,11
187	4242,32	17,32	117,36	-0,61	-3,51
188	4250,00	7,68	117,27	-0,10	-1,24
189	4275,00	25,00	117,96	0,69	2,78
190	4300,00	25,00	117,94	-0,02	-0,09
191	4325,00	25,00	117,74	-0,20	-0,79
192	4350,00	25,00	117,55	-0,19	-0,78
193	4375,00	25,00	117,49	-0,06	-0,24
194	4400,00	25,00	117,82	0,33	1,32
195	4425,00	25,00	118,08	0,26	1,03
196	4450,00	25,00	118,31	0,23	0,91
197	4475,00	25,00	118,60	0,29	1,17
198	4500,00	25,00	118,90	0,30	1,22
199	4508,23	8,23	119,05	0,15	1,79

200	4525,00	16,77	119,00	-0,05	-0,30
201	4550,00	25,00	119,44	0,44	1,76
202	4561,91	11,91	119,47	0,03	0,24
		4561,91		-27,82	-122,84
				H/L	-0,610

Environnement :

Dénivelée cumulée: **Dc = 27.82 %** **terrain plat**

Sinuosité : **$\sigma = 0$** **sinuosité faible**

Environnement : E1

Vitesse de référence : **Vr = 80km/h**

COMPARAISON ENTRE LES VARIANTES :

Tableau -9- La comparaison entre les deux variantes.

Variante	Avantages	Inconvénients
V1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pas de contrainte topographique forte. ✓ plus proche de la ville et plus courte (4.540 Km). ✓ Tracé éloigné des habitations. ✓ pas de nuisance. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Traverse des zones agricoles. ✓ Déplacement des poteaux de haute tensions existants.
V2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pas de contrainte topographique forte. ✓ Tracé éloigné des habitations. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ plus loin de la ville et plus long (5.562 Km, donc augmentation du coût). ✓ Déplacement des poteaux de haute tensions existants. ✓ Traverse des zones agricoles. ✓ Construire un pont de forme « courbe ».

LES CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES :

Les caractéristiques géométriques de deux variantes sont résumées comme suit :

Tableau -10- les caractéristiques géométriques des variantes.

Désignation	Variante 1	Variante 2		
Longueur totale (m)	4540	4562	+	-
Rayon minimal utilisé dans le trace en plan (m)	250	250	+	+
Rayon maximal utilisé dans le trace en plan (m)	800	650	+	-
Déclivité maximale (%)	7	7	+	+
Volume des remblais (m3)	320730	350352	+	-
Volume des déblais (m3)	99353	115433	+	-
Nombre d'ouvrages d'art	1	2	+	-
Nombre des virages	10	10	+	+

Principales caractéristique de la variante retenue :

La conception du projet à partir de la variante retenue est basée sur les concepts suivants :

- Choix d'un tracé tendant à s'éloigner au maximum des habitations.
- Pas de dispositions particulières contre le bruit routier.
- Impact minimum sur les grands paysages.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.

CONCLUSION :

L'analyse comparative de deux(02) variantes, nous a permis d'opter pour la variante N°1 qui présente les critères techniques et économiques les plus avantageuses.

AVANT PROJET

1. Détermination de l'environnement de la route :

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

- La dénivelée cumulée moyenne D_c
- La sinuosité σ

a. 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)

$$\frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i \ell_i + \sum_{P_i < 0} P_i \ell_i \right|}{L}$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie

Tableau 1: Classification de terrain et Dénivelée cumulée

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$D_c \leq 1.5\%$
2	Terrain Vallonné	$1.5\% < DC \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

b. Sinuosité :

La sinuosité σ 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 200m.

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

$$\sigma = L_s / L$$

Tableau 2: 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 3: Environnement de la route

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

2. Application au projet :

Dénivelée cumulée moyenne :

$$L_T = 4540.89 \text{ m}$$

$$H = \sum \Delta H = - 27.82 \text{ m}$$

$$H / L = 27.82 / 4540.89 = 0.0061$$

$$H/L = 0.61\% \leq 1.5\%$$

Donc : terrain plat

Sinuosité :

$$\sigma = L_s / L$$

$L_s = 0$ (tous les rayons des courbes de la route sont > 200 m)

$$\sigma = 0 < 0.1$$

Donc : Sinuosité faible

{ terrain plat
Sinuosité faible

Alors : Environnement **E1**

Coordonnées des points de sommet de la route existante :

Tableau 4: coordonnées des sommets de l'axe de la V1

n	x	y
1	270990,2701	4007050,834
2	271185,4472	4007250,382
3	271473,8092	4007482,345
4	271799,1822	4007487,577
5	271974,6384	4007634,779
6	272289,7744	4007727,362
7	272355,2338	4009017,205
8	272032,757	4009556,209
9	272654,3922	4010132,427
10	272779,9035	4010342,96
11	272902,9374	4010453,587

II.4. Détermination des rayons en plan :

Le tracé de la route existante est composé de dix (10) virages.

La valeur du rayon est déterminée par la relation suivante:

$$ST = ST' = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{ST}{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}$$

II.4.1. Calculs éléments de quatre raccords :

- Bissectrice

$$\text{Biss} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$$

- La développée

$$D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R \beta^{\text{rd}}$$

- La flèche

$$F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$$

II.5- Vitesse de référence :

La 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 est donc fonction de :

1. La catégorie
2. L'environnement

Le tableau ci-dessous nous donner la vitesse de référence.

Tableau 5:Vitesse de référence

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

Vitesse Vr = 80 Km/h

CHAPITRE I

Etude de trafic

I.1- Introduction :

Tout projet d'étude d'infrastructures routières doit impérativement contenir une évaluation et une analyse précise du trafic supporté, car le dimensionnement de la chaussée (largeur, épaisseur) est lié étroitement à cette sollicitation, la résolution de ce problème consiste à déterminer la largeur des voies et leur nombre, d'après le trafic prévisible à l'année d'horizon. L'étude de trafic représente une approche essentielle dans la conception des réseaux routiers, l'analyse de trafic est destinée à éclairer des décisions relatives à la politique des transports.

Cette conception est basée sur des prévisions des trafics sur les réseaux routiers nécessaires:

- pour définir les caractéristiques techniques des différentes tranches de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues.
- pour estimer les coûts de fonctionnement des véhicules.
- pour estimer les coûts d'entretien du réseau routier, qui sont fonction du volume de circulation.
- apprécier la valeur économique des projets routiers.

I.2 - L'analyse des trafics existants :

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins, le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause, enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

- Celles qui permettent de quantifier le trafic : les comptages.
- Celles qui en outre permettent d'obtenir des renseignements Qualificatifs : les enquêtes.

I.2.1 - Les comptages

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

- Les comptages automatiques.
- Les comptages manuels.

I.2.1.1 - Les comptages automatiques :

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires, en ce qui concerne les

comptages permanents, sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les troncs des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournants.

I.2.1.2 - Les comptages manuels :

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

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

I.2.2 - La connaissance des flux : les enquêtes :

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverses méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Elle permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange.

I.2.2.1 - Enquêtes papillons ou distributions :

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

I.2.2.2 - Relevé des plaques minéralogiques :

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre à chiffres ou lettres), la comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des Flux.

I.2.2.3 - Interview des conducteurs :

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis. On arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas

dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :

- Origine.
- Motif.
- Fréquence et durée.
- Trajet utilisé.

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement tels que le type de véhicule.

I.2.2.4 - Les enquêtes à domicile – Enquête ménage :

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'un interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

I.3 - Calcul de la capacité :

I.3.1 - Définition de la capacité :

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point où 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 déterminée, la capacité dépend :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Le type d'utilisateurs 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)

I.3.2 - Projection futur du trafic :

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

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

Avec :

TJMA_h: le trafic à l'année horizon.

TJMA₀: le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année

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

I.3.3 - Calcul de trafic effectif :

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

Pour cela on utilise des coefficients à d'équivalence pour convertir les PL en (uvp).

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

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

Avec :

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

PL : pourcentage de poids lourd.

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

Tableau N° I.1: coefficient d'équivalence P.L/UVP

routes	E ₁	E ₂	E ₃
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

I.3.4 - Débit de pointe horaire normal :

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule suivante :

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

Q : débit de pointe horaire

n: nombre d'heure, (en général n=8heures)

T_{eff} : trafic effectif

I.3.5 - Débit horaire admissible :

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

$$Q_{adm} = K1 \cdot K2 \cdot Cth$$

Avec :

Tableau N° I.2 de valeur de **K1**

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau N° I.3 de valeur de **K2**

Environnement	C1	C2	C3	C4	C5
E ₁	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E ₂	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E ₃	0.91	0.95	0.97	0.98	0.98

Tableau N° I.4 de valeur de **la capacité théorique**

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

I.3.6 - Détermination nombre des voies :

➤ Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

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

➤ Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

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

$$S \cdot Q / Q_{adm}$$

Avec : **Q_{adm}** : débit admissible par voie

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

I.4 – Application au projet:

I.4.1 - Les données de trafic:

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par notre promoteur qui sont les suivants :

- Le trafic à l'année 2019 $TJMA_{2019} = 7\ 000$ v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 7\%$
- La vitesse de référence sur le tracé $V_R = 80$ km/h
- Le pourcentage de poids lourds $PL = 25\%$
- L'année de mise en service sera en **2022**
- La durée de vie estimée de **15 ans**
- La durée de réalisation estimée de **3 ans**

I.4.2 - Projection futur de trafic :

L'année de mise en service (2022)

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

Avec :

$TJMA_h$: trafic à l'horizon

$TJMA_0$: trafic à l'année zéro (origine 2019)

Trafic pour une durée de vie de 15 Ans + 3 ans de durée de réalisation

$$TJMA_{2037} = 7000 \cdot (1 + 0,07)^{18} = 23659 \text{ v /j.}$$

$$TJMA_{2037} = 23659 \text{ v/j}$$

I.4.3 - Calcul du trafic effectif :

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

Avec:

P: coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds. Pour une route à 2×2 voies et un environnement E_1 on a : **P = 3**

PL: le pourcentage de poids lourds est égal à : **25%**

$$T_{\text{eff}} = 23659 \times [(1 - 0.25) + 3 \times 0.25]$$

$$T_{\text{eff}} = 35488 \text{ uvp/h}$$

I.4.4 - Débit de pointe horaire normale:

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

Avec:

$1/n$: coefficient de pointe horaire pris est égal à : **0.12**

$$Q = 0.12 \times 35488 = 4258 \text{ uvp/h}$$

$$Q = 4258 \text{ uvp/h}$$

I.4.5 - Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée

$$Q_{adm} = K1. K2. Cth$$

K1: coefficient correcteur pris égal à : **0.75** pour (E1)

K2: coefficient correcteur pris égal à : **1.00** pour environnement (E1) et catégorie(C2)

Cth: capacité théorique d'après le tableau 1.4

$$Cth = 2000 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{adm} = 0,75 \times 1 \times 2000$$

$$Q_{adm} = 1500 \text{ uvp/j}$$

I.4.6 - Le nombre des voies

$$N = S \times (Q/Q_{adm})$$

Avec: $S=2/3$

$$N = (2/3) \times (4258/1500) = 1.87 \approx 2$$

Donc : **N=2 voies/sens**

I.4.7 - Calcul de l'année de saturation de 2x2 :

$$TJMA_{2022} = 7000. (1 + 0,07)^3 = 8575 \text{ v /j.}$$

$$T_{eff} (2022) = [(1 - 0.25) + 3 \times 0.25] \times 8575$$

$$T_{eff} (2022) = 12862 \text{ uvp/j.}$$

$$Q_{2019} = 0,12 \times 12862 = 1543 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{2019} = 1543 \text{ uvp/h}$$

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

$$Q_{saturation} = 4 \times 1500 = 6000 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{saturation} = (1 + \tau)^n \times Q_{2019} \Rightarrow n = \frac{\ln(Q_{saturation}/Q_{2019})}{\ln(1 + \tau)}$$

$$n = \frac{\ln(6000/1543)}{\ln(1 + 0.07)} = 20.07$$

$$n = 20.07 \approx 20 \text{ ans.}$$

$$n = 20 \text{ ans}$$

CHAPITRE:II

tracé en plan

II.1-Définition :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain.

Le tracé en plan représente la reproduction à échelle réduite d'une projection de la route sur un plan horizontal. Il est constitué en général par une succession d'alignements droits et d'arcs de cercle reliés entre eux par des courbes de raccordement progressives.

Le tracé est caractérisé par une vitesse de référence ou vitesse de base partir de laquelle on pourra déterminer ou définir toutes les caractéristiques géométriques de la route, le tracé en plan doit être étudiée en fonction des données économiques qu'on peut recueillir.

II. 2- Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour faire un bon tracé dans les normes avec un minimum de coût, on doit respecter certaines conditions à savoir :

- L'adaptation du tracé au terrain naturel afin d'éviter les grands mouvements de terre (les terrassements importants).
- Se raccorder au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et zones forestières.
- Chercher le meilleur tracé possible évitant 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, si le franchissement est obligatoire éviter les ouvrages biais.
- Eviter les sites qui sont sujet à des problèmes géologiques (présence de failles ou des matériaux pressentant des caractéristiques très médiocres).
- Respecter les normes B40 si possible.

II. 3- Les éléments du tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

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

II. 3.1 - Les alignements :

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

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

- De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement se justifie:

- ✓ En plaine où, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- ✓ Dans des vallées étroites.
- ✓ Le long de constructions existantes.
- ✓ Pour donner la possibilité de dépassement.

Donc la longueur des alignements dépend de:

1. La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
2. Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
3. Du rayon de courbure de ces sinuosités

Règles concernant la longueur des alignements

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

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en **c** ou en **ove**

$$L_{min} = 5 \times (V_B / 3.6)$$

V_B : vitesse de base en km/h

➤ Une longueur maximale L_{max} est prise égale à la distance parcourue pendant soixante (60) secondes

$$L_{max} = 60 \times (V_B / 3.6)$$

II.3. 2 - Arcs de cercle:

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulants à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Pour cela on essaie de choisir des plus grands rayons possibles pour éviter de descendre en dessous du rayon minimum préconisé

A. Stabilité en courbe :

Dans un virage R un véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite dévers exprimée par sa tangente.

A. 1. Rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

Il est défini comme étant le rayon au dévers maximal.

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

f_t : coefficient de frottement transversal

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

A. 2. Rayon minimal normal (RHN) :

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

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

A. 3. Rayon au dévers minimal (RHd) :

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

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

$d_{min} = 3\%$ en catégorie 3 -- 4

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

A. 4) Rayon minimal non déversé (RHnd):

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

$$\text{Cat : 1, 2} \quad RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035}$$

$$\text{Cat : 3, 4,5} \quad RHnd = \frac{V_r^2}{127 (f'' - 0.03)}$$

Pour notre projet (dédoublément de la RN11) situé dans un environnement (E1), et classé en catégorie 2 (C2) avec une vitesse de référence de 100km/h (80Km/h), donc à partir du règlement B40 on peut avoir le tableau suivant:

Tableau II. 1: rayons du tracé en plan

Paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V	100 – 80
Rayon horizontal minimal(m)	RHm (7%)	450 - 250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	650 - 450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1600 - 1000
Rayon horizontal non déversé(m)	RHnd (-2.5%)	2200 - 1400

B. Sur largeur:

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

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

$$S = L^2 / 2R$$

L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10$ m)

R : rayon de l'axe de la route

II.3.3. Les courbes de raccordement

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du dévers et la condition du confort et de sécurité.

La courbe de raccordement la plus utilisée est la clothoïde grâce à ses particularités, c'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du dévers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de devers et de la courbure de façon à respecter les conditions de stabilité et de

confort dynamique qui sont limitées par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

Rôle et nécessité des courbes de raccordement :

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

- Stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Types de courbe de raccordement:

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

- Parabole cubique
- Lemniscate
- Clothoïde

a) Parabole cubique :

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

b) Lemniscate :

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

c) Clothoïde :

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

La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation Δa 'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

Expression mathématique de la Clothoïde:

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L .

$$K = C \times L = 1/R$$

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

$$A = \sqrt{L \times R}$$

Règle générale (B40) :

- $R \leq 1500\text{m}$ $\Delta R = 1\text{m}$ $L = \sqrt{24R\Delta R}$
- $1500 < R \leq 5000\text{m}$ $L \geq R/9$
- $R > 5000\text{m}$ $\Delta R = 2.5\text{ m}$ $L = 7.75 \sqrt{R}$

b)- Condition de confort dynamique :

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

$$L = \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127 \times R} - \Delta d \right)$$

V_r : vitesse de référence (km/h)

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

c)- Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de dévers, elle s'applique par rapport à son axe.

$$L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_r$$

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

Note: La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut refaire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demie -chaussée extérieure au virage.

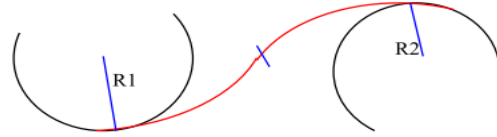
Cette variation est limitée à 2%.

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

II.5- Combinaison des éléments du tracé en plan :

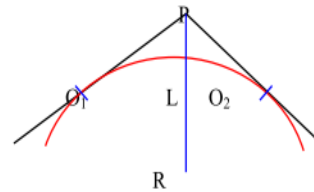
La combinaison des éléments du tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite :

a)- Courbe en S : Une courbe constituée de deux arcs de **Clothoïde**, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.



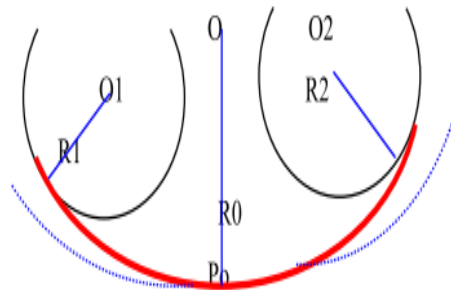
b)- Courbe à sommet :

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



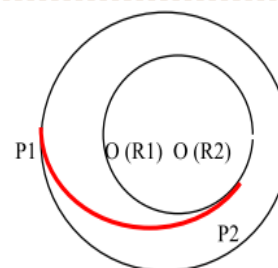
c)- Courbe en C :

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



d)- Courbe en Ove:

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



II. 6- Notion de devers :

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe.

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.

a)-Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à : $d_{\min} = 2.5\%$

b)-Devers en courbe :

En courbe permet de :

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

c)-Rayon de courbure :

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

d)-Calcul des devers :

Dans les alignements droits et dans les courbes de $R \geq R_{Hnd}$ le devers est égal à **2.5%** et pour les courbes de rayon $R < R_{Hnd}$ un calcul de devers peut être fait par l'interpolation en « $1/R$ ».

$$R_{Hm} \leq R \leq R_{Hn} \text{ on a: } \frac{d(R) - d(R_{Hn})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hn}}} = \frac{d(R_{Hm}) - d(R_{Hn})}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{Hn}}}$$

$$R_{Hn} \leq R \leq R_{Hd} \text{ on a: } \frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{Hn}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{Hn}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

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

Raccordement de devers :

En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (**2.5%**), en courbes ont des valeurs supérieures (**de 3 à 7%**).

Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des Clothoïdes :

- Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la Clothoïde jusqu'au début de l'arc de cercle.
- Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé général à une distance **D_{min}**

$D_{min}=l.V_r.\Delta D$ Appelée longueur de gauchissement.

- Pour les courbes en S, il est souhaitable de prendre le devers nul au point d'inflexion.
- Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens le devers peut unique peut être conservé.

II. 7 – La vitesse de référence (projet):

La vitesse de référence (**V_r**) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration de la trace d'une route.

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traversée d'une ville, modification du relief, etc.....).

a) - Choix de la vitesse de référence(projet):

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

b) -Vitesse de base:

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

On entend par conditions normales:

- Route propre sèche ou légèrement humide, sans neige ou glace;
- Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible;
- Véhicule en bon état de marche et conducteur en bonne conditions normales.

II. 8 – Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes algériennes **B40**, pour un environnement **E1** et une catégorie **C2**, avec une vitesse de référence de **80 km/h**, on définit les paramètres suivants :

Tableau II.2: Paramètres fondamentaux

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	Lmin	111.11
Longueur maximale (m)	Lmax	1333.33
Devers minimal (%)	Dmin	2.5
Devers maximal (%)	Dmax	7
Temps de perception réaction (s)	t₁	2
Frottement longitudinal	f_L	0.39
Frottement transversal	f_t	0.13
Distance de freinage (m)	d₀	65
Distance d'arrêt (m)	d₁	109
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	dvd_m	325
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	dvd_n	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dmd	200

II. 9- Calcul d'axe :

L'opération de calcul d'axe n'aura lieu, qu'après avoir déterminé le couloir par le quel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe dont on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes:

- Calcul de gisements
- Calcul de l'angle γ entre alignements
- Calcul de la tangente **T**
- Calcul de la corde **SL**
- Calcul de l'angle polaire σ
- Vérification de non chevauchement
- Calcul de l'arc de cercle
- Calcul des coordonnées des points singuliers
- Calcul de kilométrage des points particuliers

II.9.1- Exemple De Calcul D'axe Manuellement :

$V_R=80\text{Km/h}$	X(m)	Y(m)	R(m)
1	270990,2701	4007050,834	800
2	271185,4472	4007250,382	
3	271473,8092	4007482,345	

II.9.1.1- Caractéristiques De La Courbe De Raccordement :**a)-Calcul du paramètre A :**

On sait que : $A^2 = L \times R$

b)-Détermination de L :**b.1)-Condition de confort optique :**

$$R/3 \leq A_{\min} \leq R \quad \text{D'où } 266.66 \leq A_{\min} \leq 800$$

$$R = 800\text{m} < 1500\text{m} \Rightarrow L \geq \sqrt{24 R \Delta R \Delta R} = 1$$

$$L \geq \sqrt{24 \times 800 \times 1} = 138.56 \text{ m} \quad \text{Donc } L \geq 138.56 \text{ m} \dots (1)$$

b.2)- Condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$V_R = 80 \text{ Km/h} \Rightarrow R = 800 \text{ m} \text{ et } d = 4.7\% \quad \Delta d = d - (-2.5)$$

$$\Rightarrow \Delta d = 4.7 + 2.5 = 7.2\%$$

$$L = \frac{80^2}{18} \left(\frac{80^2}{127 \times 800} - 0.072 \right)$$

$$L \geq 3.20 \text{ m} \quad \text{Donc } L \geq 3.20 \text{ m} \dots (2)$$

b.3)- Condition de gauchissement : $L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_r$

$$l = 7 \text{ m}$$

$$L \geq 7 \cdot 0,072 \cdot 80$$

$$L \geq 40.32 \text{ m}$$

De (1), (2) et (3) on a : $L \geq 138.56 \text{ m}$

$$L = A^2 / R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 332.9$$

On prend: $A = 333 \text{ m}$

c)-Calcul des Gisements :

$$\begin{cases} S_0S_1 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X| = |X_{S1} - X_{S0}| = 195.177 \\ |\Delta Y| = |Y_{S1} - Y_{S0}| = 199.548 \end{array} \right. \\ S_1S_2 \left\{ \begin{array}{l} |\Delta X_1| = |X_{S2} - X_{S1}| = 288.362 \\ |\Delta Y_1| = |Y_{S2} - Y_{S1}| = 231.963 \end{array} \right. \end{cases}$$

$$\text{d'où : } G_{s0}^{s1} = \text{arc tg} \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 49.295 \text{ grade}$$

$$G_{s1}^{s2} = \text{arc tg} \frac{|\Delta X_1|}{|\Delta Y_1|} = 56.873 \text{ grade}$$

d)-Calcul de l'angle γ :

$$\gamma = |G_{s0}^{s1} - G_{s1}^{s2}| = 7.578 \text{ grade Donc } \gamma = 7.578 \text{ grades}$$

e)-Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{\pi} = \frac{138.56}{2 \times 800} \cdot \frac{200}{\pi} \text{ Donc } \tau = 5.51 \text{ grade}$$

f)-Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 5.51 \text{ grades}$$

$$\gamma/2 = 7.578 / 2 = 3.789 \text{ grades D'où : } \tau > \gamma/2 \Rightarrow \text{Chevauchement.}$$

g)-Calcul des distances:

$$\overline{s_{1S0}} = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} = 297.129 \text{ m}$$

$$\overline{s_{2S1}} = \sqrt{(\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2)} = 370.080 \text{ m}$$

h)-Calcul de la tangente T :

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

$$X_m = L/2 \Rightarrow X_m = 69.28 \text{ m}$$

$$\Delta R = L^2/24R \quad \Rightarrow \Delta R = 0.99 \text{ m}$$

$$X = L \quad \Rightarrow X = 138.56 \text{ m}$$

$$Y = L^2/6R \quad \Rightarrow Y = 3.99 \text{ m}$$

$$T = 69.28 + (800 + 0.99) \text{ tg}(3.789) = 117.009 \text{ m donc : } \mathbf{T = 117.009 \text{ m}}$$

i)-Calcul des Coordonnées SL :

$$S_L = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad S_L = \sqrt{(138.56)^2 + (3.99)^2} = 138.617 \text{ m}$$

$$\text{donc : } \mathbf{SL = 138.617 \text{ m}}$$

j)-Calcul de σ :

$$\sigma = \arctg \frac{Y}{X} = \frac{3.99}{138.56} = 1.83 \text{ grade donc : } \sigma = 1.83 \text{ grades}$$

k)-Calcul de l'arc:

$$b = K_{E1} K_{E2} = \frac{[\pi \cdot R(\gamma - 2\tau)]}{200}$$

$$= \frac{[\pi \cdot 800(7.578 - 2 \times 5.51)]}{200} = 43.25 \text{ m} \quad \text{donc: } K_{E1} K_{E2} = 43.25 \text{ m}$$

l)-Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{A1} X_{KA1} = X_{S0} + (s_0 s_1 - T) \cdot \sin G_{S0}^{S1} \\ Y_{KA1} = Y_{S0} + (s_0 s_1 - T) \cdot \cos G_{S0}^{S1} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{A1} X_{KA1} = 270990.270 + (279.129 - 117.009) \cdot \sin(49.295) = 271103.629 \text{ m} \\ Y_{KA1} = 4007050.834 + (279.129 - 117.009) \cdot \cos(49.295) = 4007166.733 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{E1} X_{KE1} = X_{KA1} + S_L \cdot \sin(G_{S0}^{S1} - \sigma) \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + S_L \cdot \cos(G_{S0}^{S1} - \sigma) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{E1} X_{KE1} = 271103.629 + 138.617 \cdot \sin(49.295 - 1.83) = 271177.563 \text{ m} \\ Y_{KE1} = 4007166.733 + 138.617 \cdot \cos(49.295 - 1.83) = 4007268.581 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{A2} X_{KA2} = X_{S1} + T \cdot \sin G_{S1}^{S2} \\ Y_{KA2} = Y_{S1} + T \cdot \cos G_{S1}^{S2} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{A2} X_{KA2} = 271187.685 + 117.009 \sin(56.873) = 271278.857 \text{ m} \\ Y_{KA2} = 4007247.665 + 117.009 \cos(56.873) = 4007321.716 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{E2} X_{KE2} = X_{KA2} - S_L \cdot \sin(G_{S1}^{S2} + \sigma) \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - S_L \cdot \cos(G_{S1}^{S2} + \sigma) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{E2} X_{KE2} = 271278.857 - 138.617 \sin(56.873 + 1.83) = 271168.031 \text{ m} \\ Y_{KE2} = 4007321.716 - 138.617 \cos(56.873 + 1.83) = 4007320.716 \text{ m} \end{array} \right.$$

Tracé en plan: calcul d'axe

Vr	largeur	X	Y	ΔX	ΔY	gisement
80	7	270990.2701	4007050,834	195.177	199.548	49.29
80	7	271185.4472	4007250,382	288.362	231.963	56.87
80	7	271473.8092	4007482,345	325.373	5.232	98.97
80	7	271799.1822	4007487,577	175.456	147.202	55.56
80	7	271974.6384	4007634,779	315.136	92.583	81.80
80	7	272289.7744	4007727,362	65.459	1289.843	3.22
80	7	2723552338	4009017,205	-322.477	539.00	34.32
80	7	272032.757	4009556,209	612.635	576.219	52.41
80	7	272654.3922	4010132,427	125.511	210.533	34.22
80	7	272779.9035	4010342,96	123.034	110.627	53.37

R(m)	ΔR	L1	Ad /100	L2	L3	Lmax	A	gisement
800	1	138.56	0.072	3.20	40.32	138.56	333	49.29
450	1	103.92	0.092	30.92	51.52	103.92	216.24	56.87
250	1	77.45	0.092	38.95	51.52	77.45	139.15	98.97
450	1	103.92	0.092	30.92	51.52	103.92	216.24	55.56
250	1	77.45	0.092	38.95	51.52	77.45	139.15	81.80
450	1	103.92	0.092	30.92	51.52	103.92	216.24	3.22
350	1	91.65	0.082	22.03	45.92	91.65	179.10	34.32
650	1	124.89	0.072	18.67	40.32	124.89	284.9	52.41

gamay	τ	dist	Xm	dR	X	Y	$\tan y/2$	T	SL
7.58	5.51	279.13	69.28	0.99	138.56	3.99	0.059	116.54	138.617
42.1	7.32	370.08	51.96	0.99	103.92	3.99	0.34	205.3	103.99
43.41	9.80	325.41	38.72	0.99	77.45	3.99	0.35	126.57	77.55
26.24	7.32	229.02	51.96	0.99	103.92	3.99	0.20	142.16	103.99
78.58	9.80	328.45	38.72	0.99	77.45	3.99	0.70	214.42	77.55
31.1	7.32	1291.5	51.96	0.99	103.92	3.99	0.24	160.2	103.99
18.09	8.27	628.10	45.82	0.99	91.65	3.99	0.14	94.96	91.73
18.19	6.11	847.6	62.44	0.99	124.89	3.99	0.14	153.58	124.95

σ	X KA1	YKA1	XKE1	YKE1	XKA2	YKA2	XKE2	YKE2
1.83	271103.450	4007166.733	271177.47	4007268.581	271278.488	4007320.716	271168.031	4007320.716
2.45	271312.327	4007352.546	271390.890	4007420.676	271631.890	4007560.908	271548.418	4007498.889
3.28	271670.660	4007485.526	271665.414	4007490.773	271673.877	4007489.602	271596.376	4007492.342
2.45	271865.182	4007543.169	271942.217	4007613.022	272082.68	4007578.559	272006.501	4007514.836
3.28	272082.966	4007666.707	272156.144	4007692.38	272493.473	4007787.4	272418.043	4007769.391
2.45	272349.013	4008754.766	272350.271	4008858.748	272298.585	4009175.803	272195.007	4009072.225
2.77	272627.135	4009470.374	272670.757	4009551.068	272081.186	4009636.925	272004.589	4009560.328
2.03	272539.391	4010021.202	272628.270	4010109.026	272766.505	4010235.326	272672.210	4010153.344

CHAPITRE:III

profil en long

III. 1. Définition:

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

C'est en général une succession d'alignements droits (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

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

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

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur :

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

III. 3. Coordination du tracé en plan et profil en long :

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

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

III. 4. Déclivités :

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

III. 4.1 - Déclivité minimum :

Dans les zones où le terrain est plat, la pente d'une route ne doit être au-dessus de 0,5% et de préférences 1% si possible afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux des pluies le long de la route au bord de la chaussée.

III. 4.2 - Déclivité maximum :

La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL
- Condition économique

Elle doit être inférieure à une valeur maximale associée au nouveau de service « selon le **B40**,

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

environnement **E1**, catégorie **C2**, Vr = 80 km/h déclivité maximale: **I_{max} = 6 %**.

Selon le B40

III. 5 - 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 :

III.5.1 - Raccordements convexes (angle saillant) :

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

a. Condition de confort

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle le véhicule sera soumis lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe.

Limitation de l'accélération verticale :

g/40 pour **cat.1-2**

$$Vr^2/Rv < g/40$$

Pour $g=10m/s$

$$Rv \text{ min} = \begin{array}{l} 0.30 Vr^2 \text{ pour 1-2} \\ 0.23 Vr^2 \text{ pour 3-4-5} \end{array}$$

Dans notre cas **$Rv \text{ min} = 0.3 Vr^2$**

Avec :

Rv : rayon vertical (m)

Vr : vitesse référence (Km/h).

b. Condition de visibilité

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort.

Il faut que deux véhicules circulent en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum. Le rayon de raccordement est donné par

l'expression :

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

Avec :

D₁ : distance d'arrêt (m)

h₀ : hauteur de l'œil (m)

h₁ : hauteur de l'obstacle (m)

III. 5 2 - 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. Cette condition s'exprime par la relation :

$$R_{v'} = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

Avec :

Rv' : rayon minimum du cercle de raccordement.

d₁ : distance d'arrêt.

Condition esthétique

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et ($b > 50$) pour des dévers $d < 10\%$ (spécial échangeur).

$$R_{v \min} = 100 \times \frac{50}{\Delta d\%}$$

Avec :

d : changement des dévers.

Rv min : rayon vertical minimal.

III. 6 -Caractéristiques des rayons en long :

Pour le cas de la RN11, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivants (selon le B40) :

Tableau III-1

Catégorie	C2	
environnement Vitesses de base	E ₁ (Km/h)	80
Rayon en angle saillant RV	Route unidirectionnelle : (2x2 voies)	
	RVm1 (minimal absolu) en m	6000
	RVn1 (minimal normal) en m	12000
Rayon en angle rentrant R'V	Route unidirectionnelle :(2x2 voies)	
	R'Vm1 (minimal absolu) en m	3000
	R'Vn1 (minimal normal) en m	4200
Déclivité maximale	I _{MAX} (%)	5

-Tableau des rayons verticaux utilisés dans le profil en long du projet

Rayon convexe (m) (angle saillant)	Longueur Total (m)	Rayon concave (m) (angle rentrant)	Longueur Total (m)
9000	74.562	20000	439.736
9000	45.428	20000	471.41

III.7- Détermination pratiques du profil en long :

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :

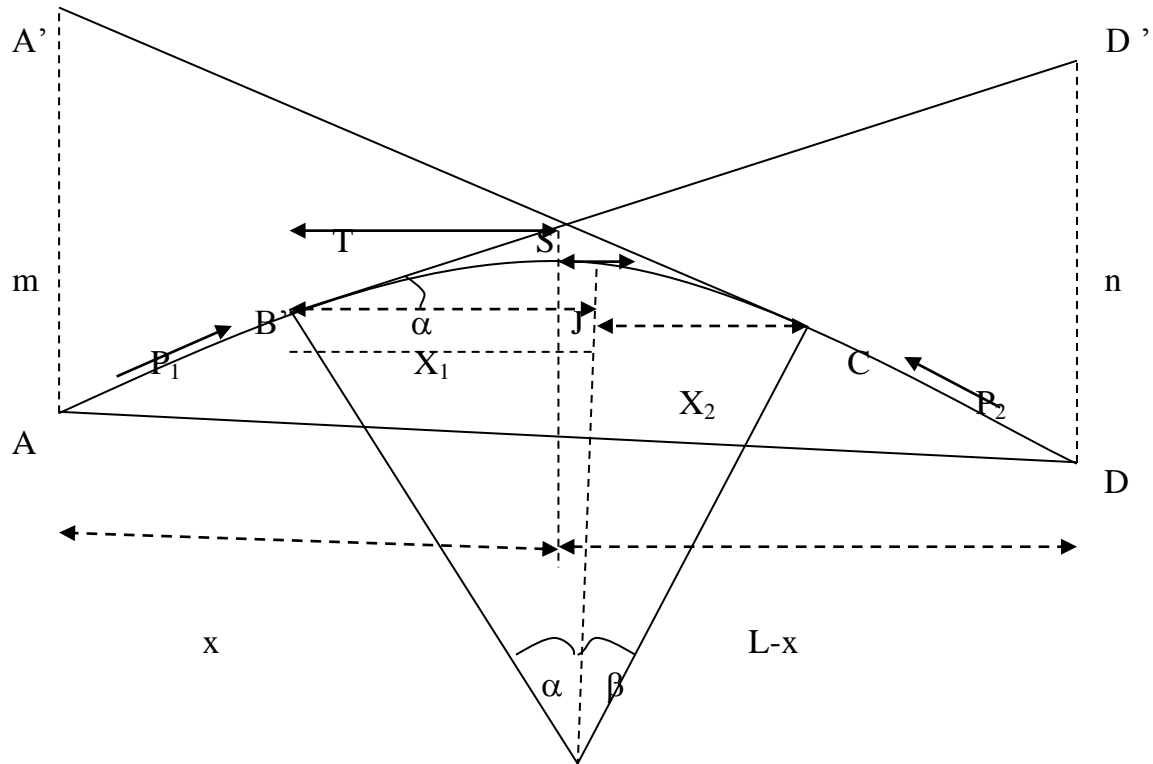
$$X^2 + Y^2 - 2 R Y = 0$$

À l'équation de parabole $X^2 - 2 R Y = 0 \Rightarrow Y = \frac{x^2}{2R}$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante :

Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.

- Donnée La pente P1 de la droite (AS)
- Donnée la pente P2 de la droite (DS)
- Donnée le rayon R



a. Détermination de la position du point de rencontre (s) :

On a:

$$Z_A = Z_{D'} + L p_2 \quad , \quad m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_D = Z_{A'} + L p_1 \quad , \quad n = Z_D - Z_{D'}$$

Les deux triangles A'SA et SDD' sont semblables donc :

$$m/n = x/(L-x) \Rightarrow x = m \cdot L / (n + m)$$

$$S \begin{cases} X_S = X + X_A \\ Z_S = P_1 X + Z_A \end{cases}$$

b. Calcul de la tangente :

$$T = R/2 (p_1 \pm p_2)$$

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires, on prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens.

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes B et C.

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T \\ Z_B = Z_S - T p_1 \end{cases} \quad C \begin{cases} X_C = X_S + T \\ Z_C = Z_S - T p_2 \end{cases}$$

c. Projection horizontale de la longueur de raccordement :

$$L R = 2 T$$

d. Calcul de la flèche :

$$H = T^2 / 2R$$

e. Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe :

$$M \begin{cases} H_X = x^2/2R \\ Z_M = Z_B + X p_1 - X^2/2R \end{cases}$$

f. Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (T) :

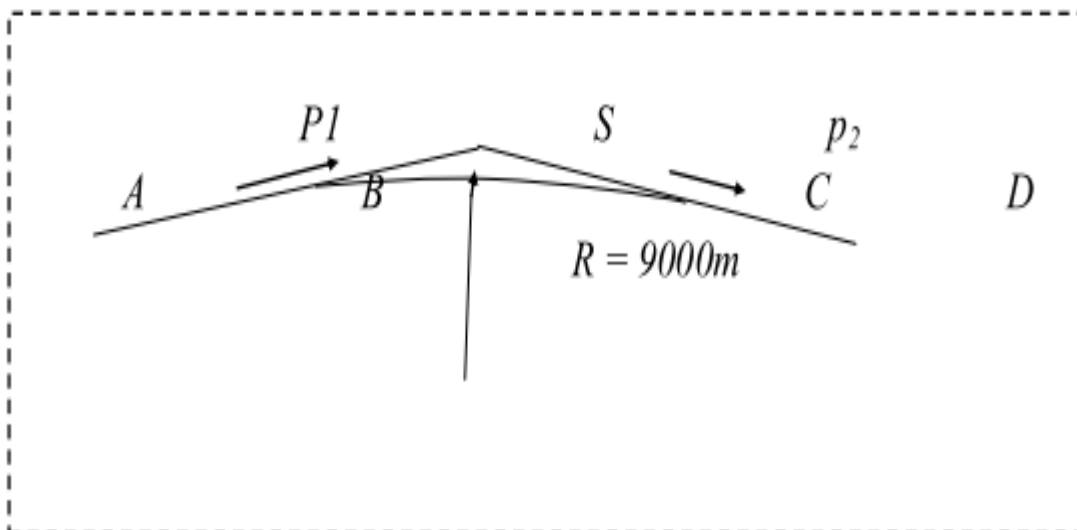
Le point **J** correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$\begin{matrix} X_1 = R p_1 \\ X_2 = R p_2 \end{matrix} \quad J \begin{cases} X_J = X_S + R \cdot p_1 \\ Z_J = Z_S - X_1 \cdot p_1 + X_1^2 / 2R \end{cases}$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt par contre dans le cas des pentes de sens contraire, la connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage des eaux de ruissellement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens **J (A)** et **J (D)**.

III. 8 – Application au projet :

❖ Exemple du calcul du profil en long



$$A \begin{cases} X_A = 0 \\ Z_A = 147.28 \end{cases} \quad S \begin{cases} X_S = 689.87 \\ Z_S = 139.45 \end{cases} \quad D \begin{cases} X_D = 1205.08 \\ Z_D = 142.45 \end{cases}$$

III. 8. 1 -Calcul des pentes :

$$P_1 = \Delta Z_1 / \Delta S_1 = 0.01135$$

$$P_1 = 1.135 \%$$

$$P_2 = \Delta Z_2 / \Delta S_2 = 0.0058$$

$$P_2 = 0.58 \%$$

III. 8. 2 -calcul des tangentes :

$$T = R/2 (| p_1 | + | p_2 |) = 6.86 \text{ m}$$

III. 8. 3 -Calcul des flèches :

$$H = T^2 / 2R = 0.029 \text{ m}$$

III. 8. 4 -Calcul des coordonnées des points de tangentes :

$$\mathbf{B} \begin{cases} X_B = X_S - T = 683.01 \\ Z_B = Z_S - T.P_1 = 131.66 \end{cases}$$

$$\mathbf{C} \begin{cases} X_C = X_S + T = 696.73 \\ Z_C = Z_S - T.P_2 = 139.416 \end{cases}$$

III. 8. 5 -Calcul de la longueur de la courbe :

$$L = 2 \times T = 2 \times 6.86 = 13.72 \text{ (m)}.$$

CHAPITRE:IV

profil en travers

IV. 1 – Définition

Le profil en travers d'une chaussée coupe perpendiculaire l'axe de la route sur un plan vertical.

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

IV. 2 - Les éléments constitutifs du profil en travers:

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants:

La chaussée :

C'est la partie affectée à la circulation des véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

La largeur rouable :

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

La plateforme :

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

L'assiette :

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

L'emprise :

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

Les accotements :

Les accotements sont les zones qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés. Ils comportent généralement les éléments suivants :

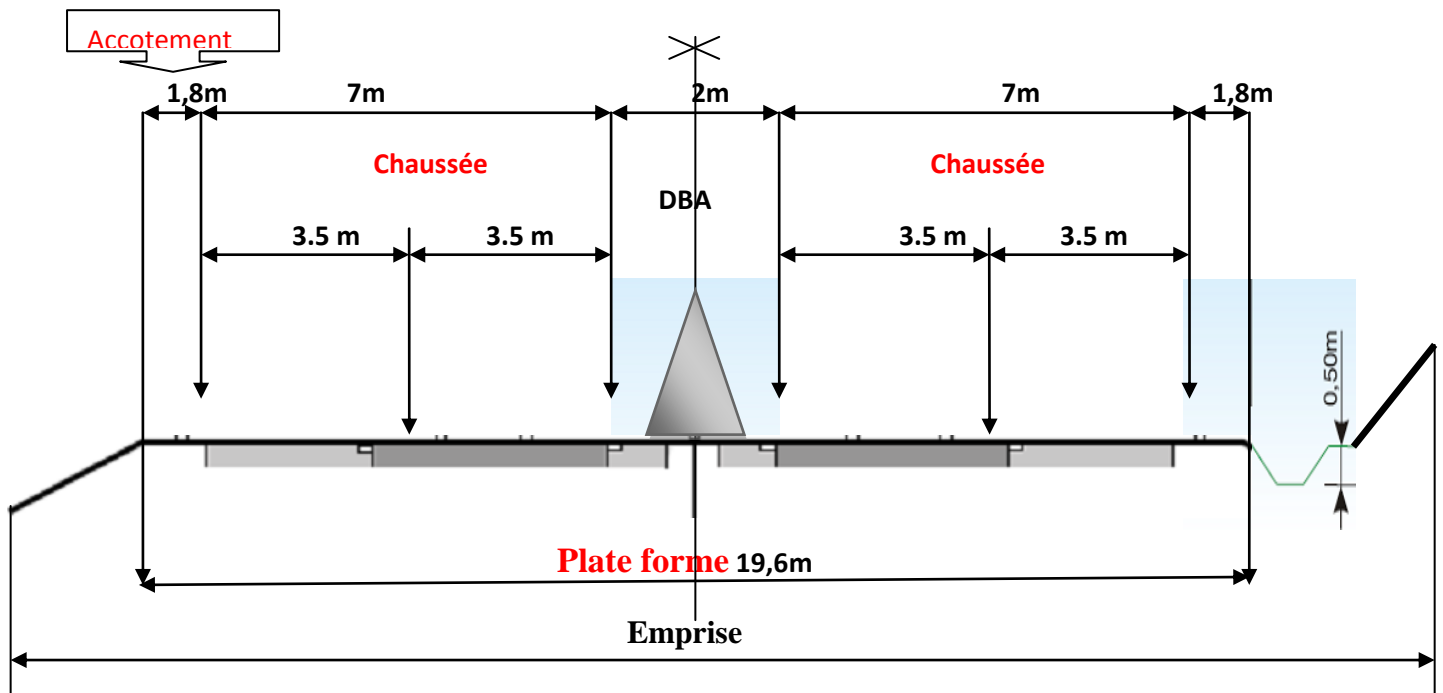
- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berne extérieure

Séparateur double DBA en béton adhérent :

C'est un muret continu en béton hydraulique dont le profil est symétrique (hauteur nominale 80 cm , largeur au sol 60 cm) et qui est faiblement armé dans sa partie supérieure par deux fers filants . Ce dispositif est coulé en place et sa masse est d'environ 700 kg /ml .

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.

**IV. 3 - Classification de profil en travers :**

On distingue deux types de profils :

- Profil en travers courant.
- Profil en travers type.

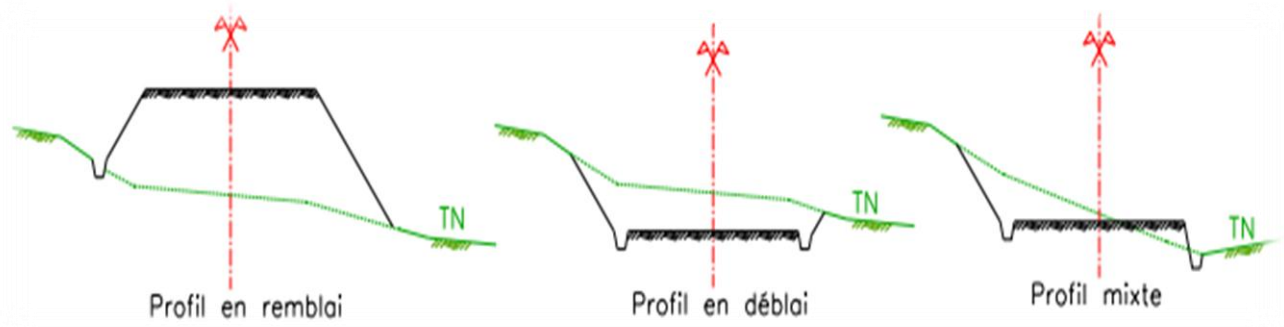
Le profil en travers courant :

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

Le profil en travers type :

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

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



IV. 4 - Application au projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la RN11 sera composé d'une chaussée unidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée : $(3.5 \times 2) \times 2 = 14.00$ m
- Accotement : $2 \times 1,80\text{m} = 3,60\text{m}$
- DBA : 2 m
- Plateforme : 19,60m

CHAPITRE:VI

ETUDE GEOTECHNIQUE

VI.1- Introduction

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée.

Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner leurs renseignements et leurs caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

Pour cela on a des essais qui se font au laboratoire et qui permettent de déterminer les caractéristiques en place.

VI. 2 - Réglementation algérienne en géotechnique :

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

Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sol couramment réalisés en laboratoire dans le cadre des Études géotechnique, par exemple :

-les essais en place (essais pressiométrique, pénétromètre statique ou dynamique...etc.)

-les essais de laboratoire : essais d'identification et de classification.

VI. 3 - Les différents essais en laboratoire :

- Analyse granulométrique.
- Equivalent de sable.
- Limites d'Atterberg.
- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Assai Micro Deval.

Le calcul de l'épaisseur des chaussées souples nécessitera des prélèvements destinés à des essais CBR en laboratoire.

Les essais seront fait à différentes teneurs en eau énergies de compactage, afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés d'essai PROCTOR.

La classification des sols rencontrés sera utile et nécessitera la détermination des limites d'Atterberg.

VI. 4 - Les essais d'identification:

1 - Analyses granulométriques :

C'est un essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

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

2 - Equivalent de sable :

C'est un essai qui nous permet de mesurer la propreté du sable c'est-à dire déterminer la quantité d'impureté soit des éléments argileux ultra fins ou des limons.

3 - limites d'Atterberg:

Limite de plasticité (**Wp**) et limite de liquidité (**WL**), ces limites conventionnelles séparent les trois états de consistance du sol :

WP sépare l'état solide de l'état plastique et **WL** sépare l'état plastique de l'état liquide ; les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité (**IP = WL – WP**), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

4 - Essai PROCTOR :

L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol prévu pour l'étude, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

5 - Essai C.B.R (California Bearing Ratio):

C'est un essai qui a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements.

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR modifié) avec trois (3) énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours.

6 - Essai Los Angeles :

Cet essai a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier, et leur résistance par frottements réciproques dans la machine dite « Los Angles ».

7 - Essai Micro Deval :

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau.

VI. 5 - Condition d'utilisation des sols en remblais :

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

Les matériaux de remblais seront exempts de :

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

On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront étalés par couche de 30 cm d'épaisseur en moyenne avant leurs compactages. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage

VI. 6 - Les Moyens De Reconnaissance :

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

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

Note: A défaut de ne pas avoir eu le rapport géotechnique nous n'avons pas pu traiter la partie géotechnique à l'application de notre projet, et ceci parce qu'il n'a pas encore été réalisé.

CHAPITRE:VII

dimensionnement du corps de chaussée

VII. 1. Introduction

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

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

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

Enfin, on examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet.

VII. 2. La chaussée :

VII. 2.1. Définition :

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

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

a) Couche de surface :

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

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et le confort (bruit et uni.)
- Assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

b) Couche de base :

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

c) Couche de fondation :

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

d) Couche de forme :

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

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

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

VII. 2.2 Les différentes catégories de chaussée :

Il existe deux catégories de chaussées:

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

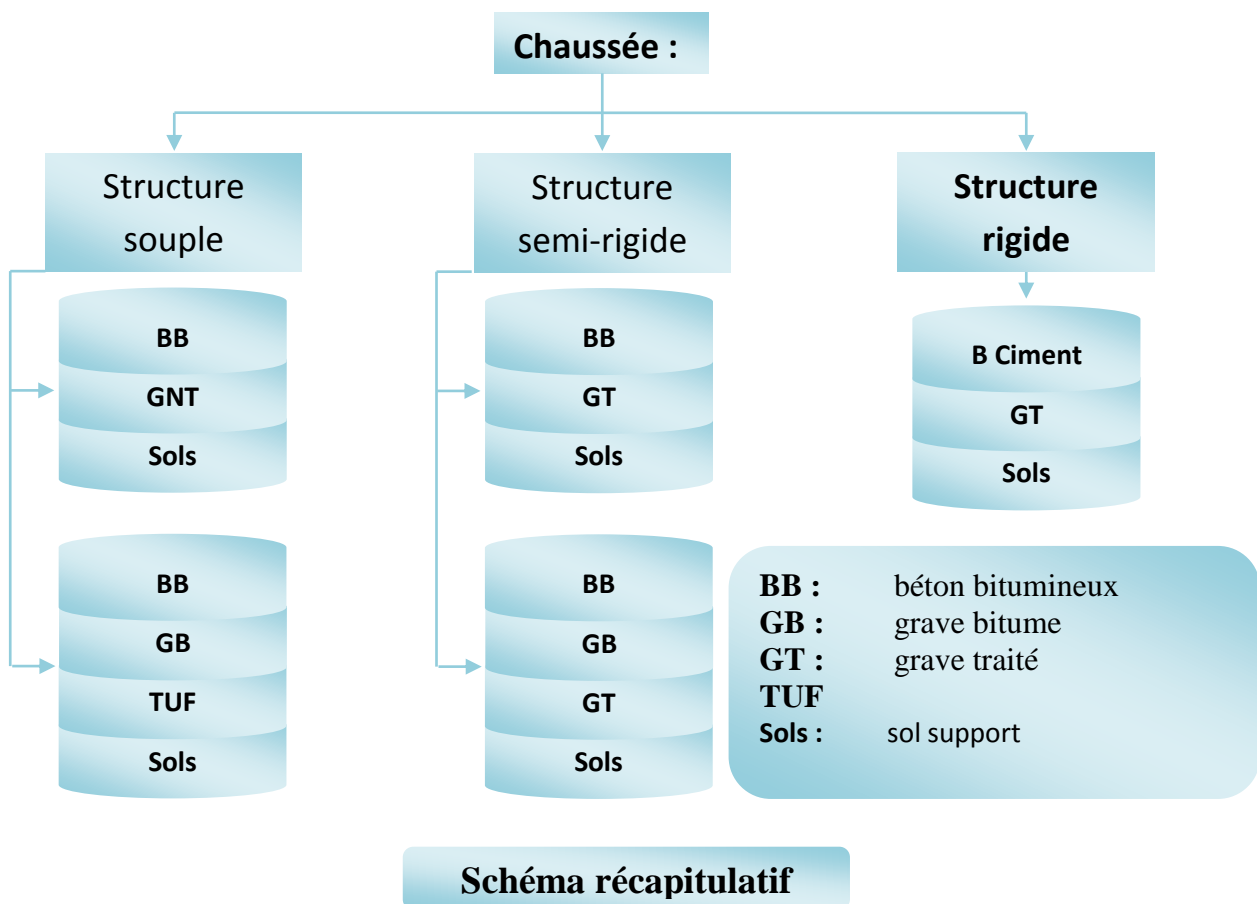


Figure VII. 1- les différentes catégories de chaussée

VII.3. - Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux types de méthode :

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

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

VII.3.1 - Method C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

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

Avec:

e : épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

$a_1 \times e_1$: couche de roulement

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

Où: a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Coefficient d'équivalence :

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

Tableau VII. 1 : coefficient d'équivalence

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

VII. 3. 2 - Méthode du catalogue des structures :

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par «SETRA » Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB).

Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 Véh/J.

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.

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

- Trafic cumulé de poids lourds à la 15^{ème} année Tj.
- Les caractéristiques de sol (Sj).

VII. 3. 2. 1 - Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant:

Tableau VII. 2 : la classe de trafic

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

Le trafic cumulé est donné par la formule:

$$T_e = T_{PL} [1 + ((1+\tau)^{n+1} - 1 / \tau)] \cdot 365$$

T_{PL} : trafic poids lourds à l'année de mise en service.

τ : Taux d'accroissement annuel.

VII. 3. 2. 2 - Détermination de la classe du sol :

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

Tableau VII. 3 : indice C.B.R

Classe de sol	Indice C.B.R
S0	> 40
S1	25 - 40
S2	10 - 25
S3	5 - 10
S4	< 5

VII. 3. 3 - La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) :

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

$$Teq = [TJMA \cdot a [(1+\tau)^n - 1] \cdot 0.75 \cdot P \cdot 365] / [(1+\tau) - 1] .$$

Teq :trafic équivalent par essieu de 13t.

TJMA : trafic à la mise en service de la route.

a : coefficient qui dépend du nombre de voies.

τ :Taux d'accroissement annuel.

n : durée de vie de la route.

p : pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente **e** (en fonction de Teq , I_{CBR}) à partir de l'abaque L.C.P.C.

L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

VII. 3. 3.1 - Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

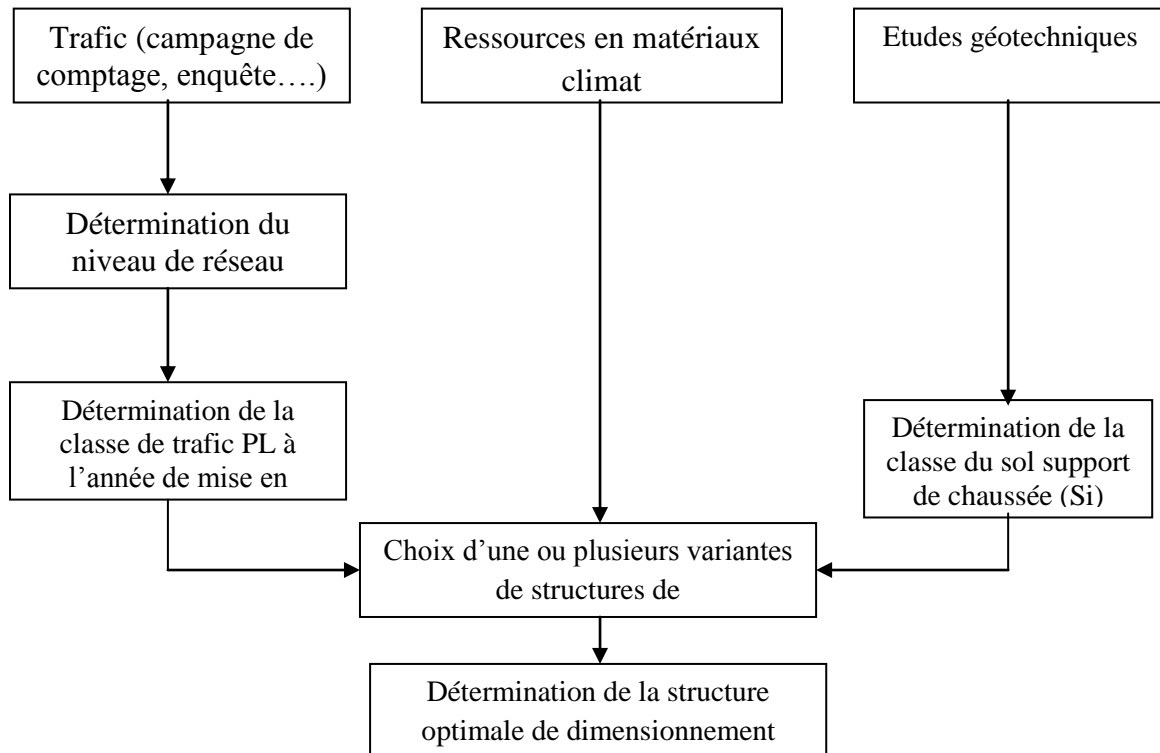
L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

La démarche du catalogue :



VII.4 – Application au projet :

Pour le dimensionnement du corps de chaussée dans notre projet on va utiliser la méthode CBR.

Méthode CBR :

On a: PL = 25% ; τ = 7% ; I_{CBR} = 9

TJMA₂₀₃₇ = 23659 v/j

N = (TJMA₂₀₃₇ x % PL) / 2

N = (23659 x 0.25) / 2 = 2957 pl/j/sens.

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

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{2957}{10})}{9 + 5} \quad e = 43.29 \text{ cm}$$

Donc : e ≈ 44 cm

On a:

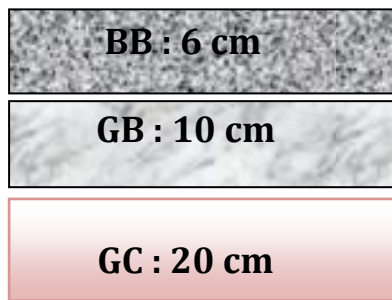
$$e = (a_1 \times e_1) + (a_2 \times e_2) + (a_3 \times e_3)$$

On propose les matériaux suivants pour chaque couche

- Couche de roulement $a_1 = 2$: béton bitumineux
- Couche de base $a_2 = 1.2$: grave bitume
- Couche de fondation $a_3 = 1$: grave concassées

$$e = 2 \times 6 + 1.2 \times 10 + 1 \times 20 = 44 \text{ cm}$$

Donc épaisseur réelle est de : **6 (BB) + 10(GB) + 20 (GC)= 36 cm**



Note: les épaisseurs sont indiquées en centimètres

CHAPITRE:V

CUBATURES

V. 1 - Généralités :

La réalisation d'un ouvrage de génie civil nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté.

Pour les voies de circulations ceci est très visible sur les profils en longs et les profils en travers courants.

Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support remblai.

Soit par excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre se trouvant entre le tracé du projet et celui du naturel.

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

V. 2 - Définition :

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

V. 3 – Méthode utilisée :

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

V. 3-1 Description de la méthode :

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

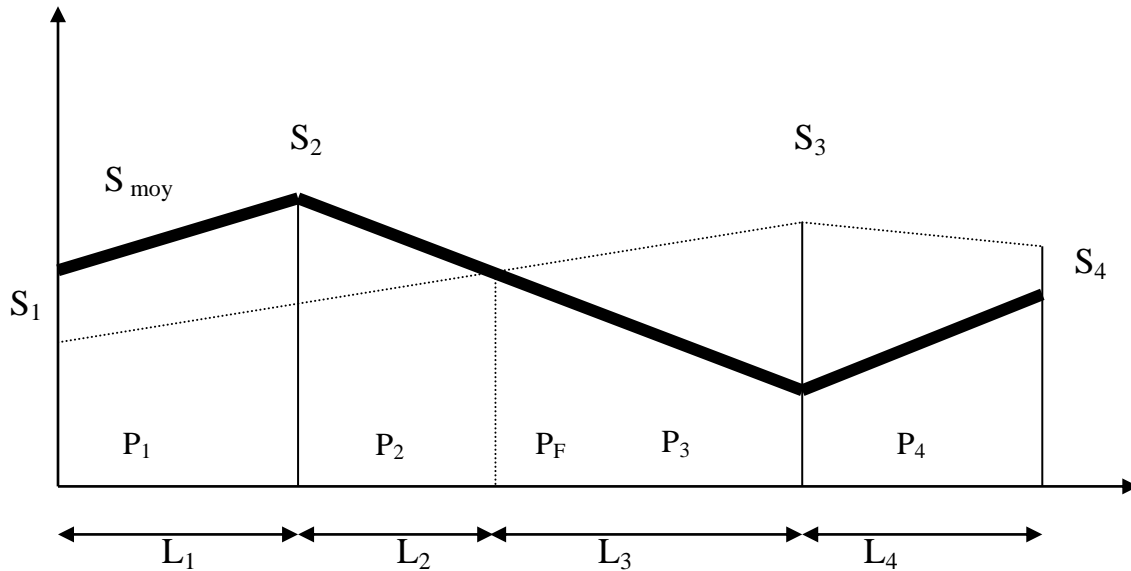
$$V = \frac{h}{6} \cdot (S_1 + S_2 + 4S_0)$$

Où **h**, **S1**, **S2** et **S0** désignant respectivement :

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

V. 4 - Application :

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



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

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

Pour un calcul plus simple on à considérer que : $S_{moy} = \frac{(S_1 + S_2)}{2}$

Ceci donne : $V_1 = L_1 \cdot \frac{(S_1 + S_2)}{2}$

Donc les volumes seront :

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

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

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

Le volume total **V**:

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

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

V. 5 – METHODE CLASSIQUE:

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

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel Piste 5.05 nous avons utilisé la méthode de GULDEN et les résultats obtenus sont en annexe mais ici (ci – dessous) nous donnons les résultats final du volume de remblais et déblais.

Le volume de déblais est de: VD = 99 353.15 m3

Le volume de remblais est de: VR = 320 730.54 m3

Les résultats de calcul des cubatures sont joints en annexe.

CHAPITRE:VIII

assainissement

VIII. 1 - Introduction :

L'assainissement routier comprend l'ensemble des moyens utilisés pour résoudre les problèmes de collecte et d'évacuation des eaux superficielles et internes dans l'emprise de la route et par extension, ceux des rétablissements des petits écoulements naturels.

L'assainissement routier comporte en fait trois volets :

a. La collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route :

Toute accumulation d'eau sur la chaussée favorise en particulier l'aquaplanage, augmente les projections d'eau par les véhicules et tend ainsi à diminuer la sécurité des usagers. De plus l'eau qui stagne en surface, finit toujours par s'infiltrer.

b. La collecte et l'évacuation des eaux internes (le drainage) :

L'eau infiltrée provoque, avec le temps, des désordres dans les couches de chaussée ou entraîne une perte de portance du support.

c. Le rétablissement des petits écoulements naturels :

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

VIII. 2 - Drainage des eaux souterraines:

VIII. 2. 1 – Nécessité du drainage des eaux souterraines :

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc veiller à éviter :

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

VIII. 2. 2 - Protection contre la nappe phréatique:

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface, la teneur en eau du sol tend vers un état d'équilibre dont dépend la portance finale.

Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

- soit dimensionner la chaussée en conséquence.
- soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces trois solutions dépend :

- des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- de l'importance des problèmes de gel.
- de leurs coûts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

VIII. 3 - Définitions :

a. Bassin versant :

C'est la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

Elle est définie par la topographie et délimitée soit par une crête soit artificiellement par une canalisation.

b. Collecteur (canalisation):

Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites Collecteurs secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards avec un diamètre et une pente constante

c. Cheminée (chambre de visite):

Ouvrage placé sur les canalisations pour contrôler, nettoyer et pour faciliter l'entretien des canalisations.

Pour cette dernière raison, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 100 m.

d. Sacs :

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

e. Ovoïde :

Lorsque les débits sont importants et entraînent de gros diamètres, la canalisation est remplacée par un ovoïde.

f. 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.

VIII. 4 - Nature et rôle des réseaux d'assainissement routier :

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

Son rôle est de collecter les eaux superficielles ou internes et 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.

VIII. 5 - Données pluviométriques :

La région d'Alger est régie par un climat méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison sèche avec une saison froide, humide et pluvieuse.

Les pluies sont importantes en automne et en hiver, elles tombent d'octobre à Mai avec un maximum en Novembre et un autre en Février.

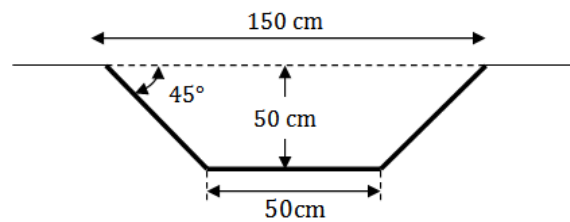
D'après les observations effectuées à la station météorologiques on a :

- Pluie moyenne journalière **P_j**
- L'exposant climatique **b**
- Le coefficient de variation climatique **C_v**

VIII.6- Dimensionnement des fossés :

Les fossés sont placés à l'extérieur de la plate-forme, dans les sections en déblais, ils recueillent et écoulent les eaux de ruissellement.

La hauteur des talus de déblais est supérieure à 3.00 m alors on prévoit des fossés de forme trapézoïdal à parois en béton

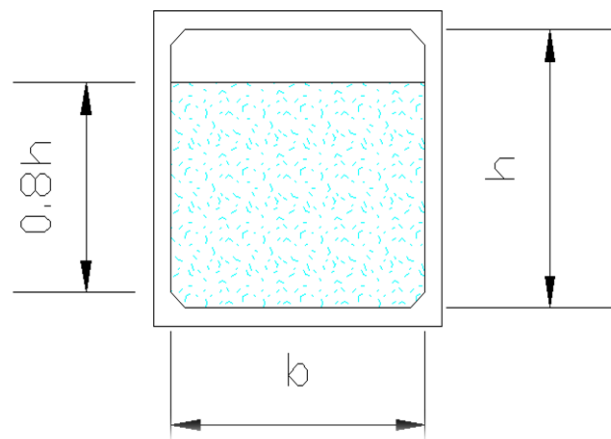


La pente du talus à ($p=1/n =1/1.5$) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur h .

IV.8.3. Dimensionnement d'un dalot :

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au pied droit sur lesquelles repose une dalle. Les pieds droits sont posés sur une fondation ou radier.

La section transversale des dalots peut avoir de diverses formes, les plus utilisées en Algérie sont de forme rectangulaire.



CHAPITRE:IX

signalisation et eclairage

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 dérogations municipales.

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.

Objectifs de signalisation routière :

La signalisation routière a pour rôle :

- De rendre plus sûr et plus facile la circulation routière.
- De rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- De donner des informations relatives à l'utilisateur de la route.

Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

IX - 3.1-Signalisation verticale :

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

IX - 3.1.1--signalisation avancée :

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

Le signal B3 accompagné dans les cas d'un panneau additionnel

(Model G5) est implanté sur la route prioritaire.

IX - 3.1.2-signalisation de position :

Le signal de type B2 "arrêt obligatoire" est placé sur la route ou les usagers doivent marquer l'arrêt.

IX - 3.1.3-signalisation de direction :

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

IX - 3.2-signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussée qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche.

La signalisation horizontale se divise en trois types:

IX - 3.2.1-marques longitudinales:**IX - 3.2.1.1-lignes continues:**

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

IX - 3.2.1.2-Lignes discontinues:

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est à dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles.

On distingue :

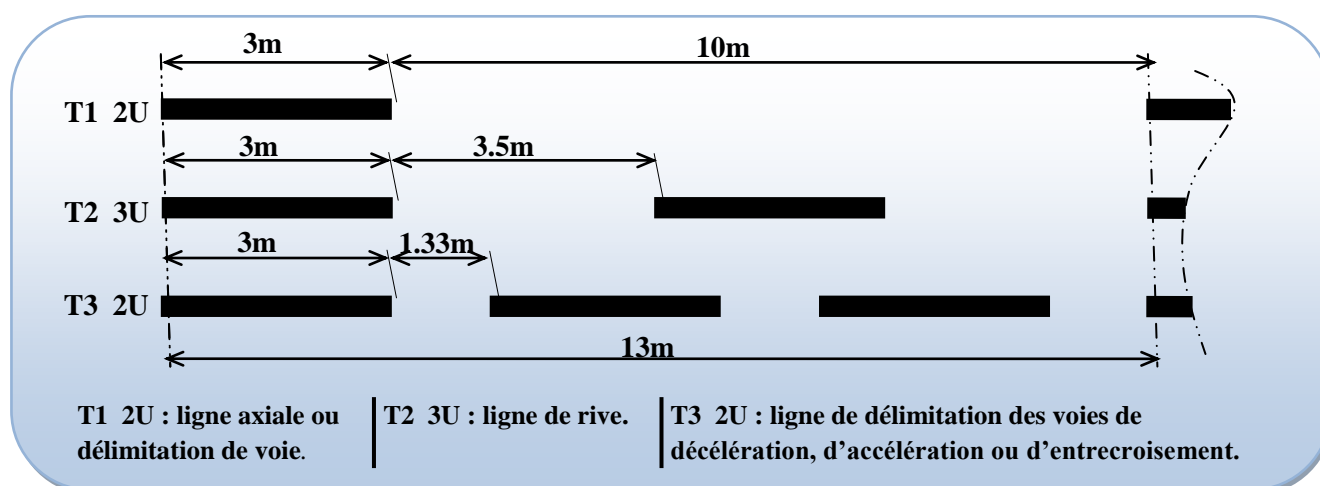
- Les lignes axiales ou lignes de délimitation des voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits dans ces cas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

Les modulations des lignes discontinues sont recapitalisées dans le tableau ci-dessous :

Type de marquage	Type de modulation	Largeur de trait (en cm)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)	Rapports pleins vides
Axial longitudinal	T ₁	3	10	1/3
	T' ₁	1,5	5	1/3
rive	T ₃	3	1,33	3
	T ₂	3	3,5	1
	T' ₃	20	6	3
Transversal	T' ₂	0,5	0,5	1

Tableau-XII-1 :type de marquage

Les lignes de délimitation de voies sont de type T1 de largeur 2U.



(Figure-XII-1)

IX - 3.2.2-Marques transversales :

IX - 3.2.2.1-Ligne stop:

C'est une ligne continue qui oblige les usages à marquer un arrêt.

Autre signalisation :

IX - 4.1-Les flèches de rabattement :

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

IX - 4.2-Les flèches de sélection:

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

IX - 4.3-Largeur des lignes :

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

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

U=6 cm sur les routes et les voies urbaines

U =5 cm sur les autres routes

Glissières de sécurité :

Elles sont classées en trois niveaux, suivant leurs performances de retenue.

IX - 5.1-Les glissières de niveau 1 :

Sont particulièrement adoptées pour les routes principales.

IX - 5.2-Les glissières de niveau 2 :

Sont envisageable lorsque les vitesses pratiquées, à leurs endroits, sont faibles (de l'ordre de 60 km/h).

Concernent les autres types de routes, des glissières doivent être prévues dans les cas suivants:

IX - 5.3-Sur le TPC :

Éventuel pour les cas des routes à deux chaussées de type R.

IX - 5.4-Sur accotement :

- En présence d'obstacles durs ou autres configurations agressives.
- Lorsque la hauteur des remblais dépasser 4 mètres, ou en présence d'une dénivellation brutale de plus de 1m (cas des ouvrages d'arts par exemple).Pour les autres cas, des glissières peuvent être implanté en cas de problèmes spécifique.
Il est à noter cependant.
- Que les glissières doivent être implantées à distance des voies de façon à respecter les dégagements de sécurité nécessaires.
- Qu'il faut vérifier qu'elles n'entrent pas visibilité.

Les critères de choix de la signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).Cohérence avec la règle de circulation. Choix
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.

- Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur.
- Eviter la publicité irrégulière.

Application au projet :

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

Signalisation horizontale :

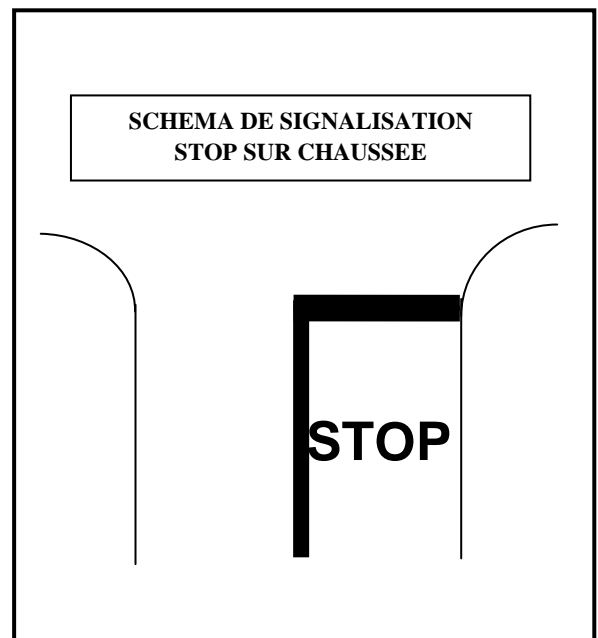
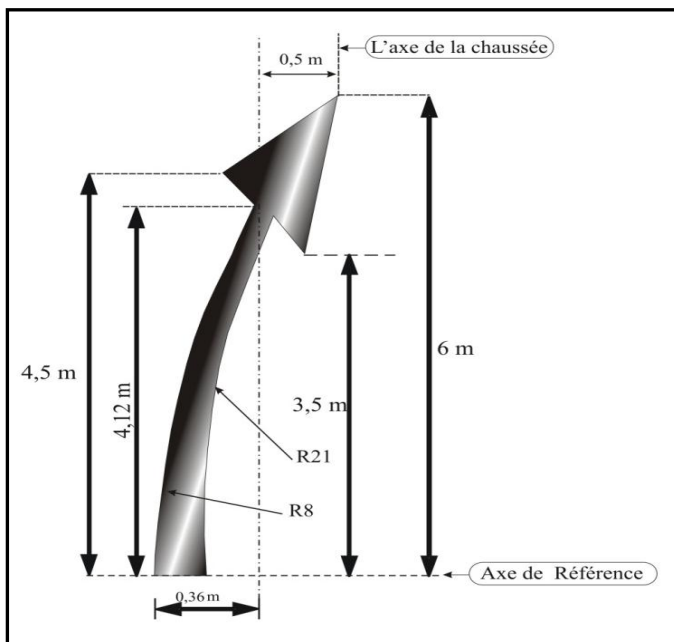
- marquage de la chaussée en ligne continue.
- Lignes continue de largeur de 15 cm.
- marquage de la chaussée en ligne discontinue.
- Lignes discontinues 3/9/0,15.

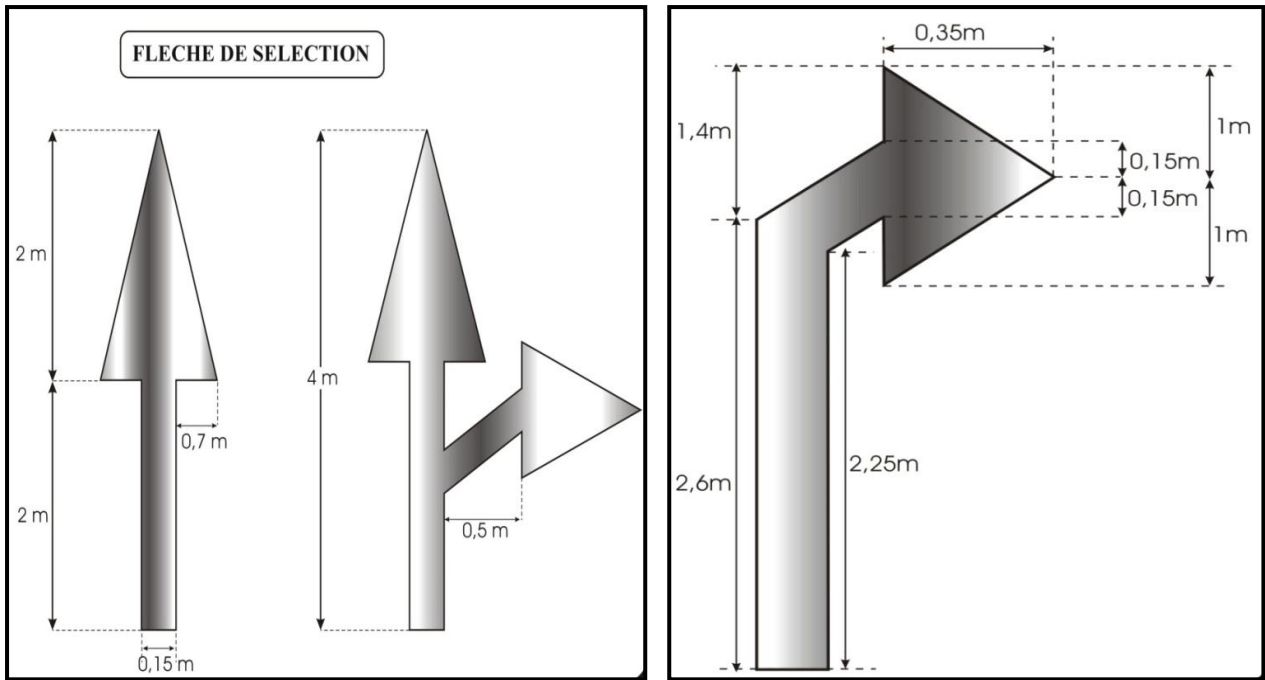
Signalisation verticale:

- signalisation d'interdiction ou de restriction type C.
- panneau de signalisation.
- portique de signalisation.
- Panneau d'interdiction (3×1,70) m²

- **Exemple :**

- **Signalisation horizontale :**



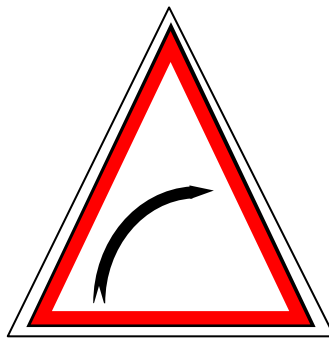


➤ **Signalisation verticale :**

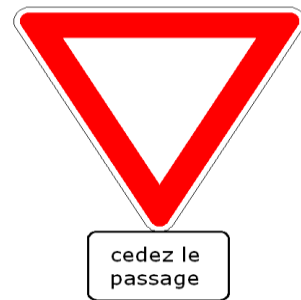
➤ **Type A**



A1a



A1b

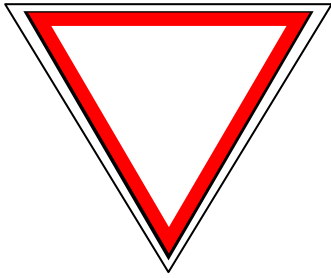


A23



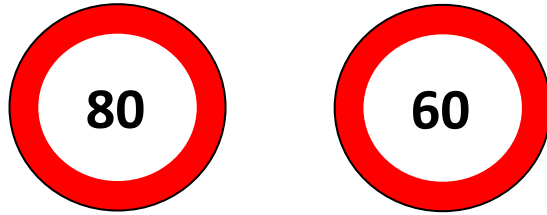
A25

TYPE B



B1

TYPE C



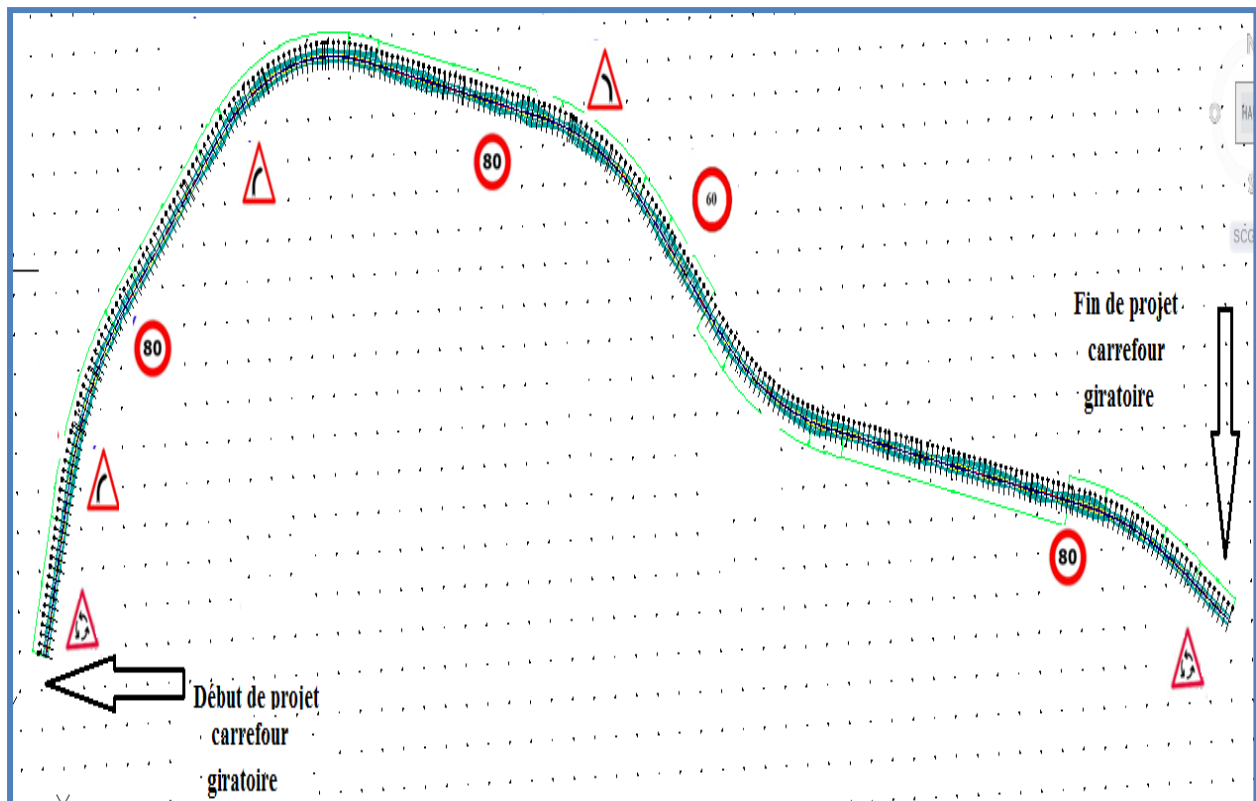
VITESSES LIMITEES C11-a

TYPE D



Type E :



exemple de signalisation le long du tracé:**Eclairage**

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels.

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

Paramètres de l'implantation des luminaires

- L'espace (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- La porte à faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

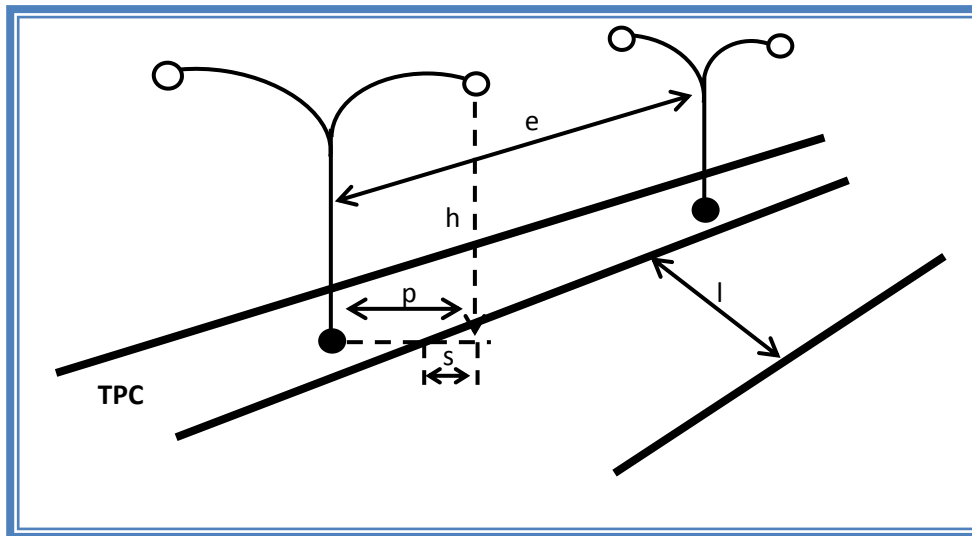


Figure -5- Paramètres de l'implantation des luminaires.

Application au projet :

Eclairage de la voie (le long de la RN11)

Les lampadaires sont implantés dans le centre de plein central avec deux foyers portés par le même support de 12m de hauteur, éclairant chacun une demi chaussée, espacés de 20m.

Devis quantitatif et estimatif

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF :

DESIGNATION	U	QTE	P.U (DA)	MONTANT
SECTION 1 : TERRASSEMENT				
Décapage de terre végétale (e = 20 cm à 30 cm)	m ³	16 000	200	3 200 000,00
Déblais en terrain meubles mis en remblais	m ³	99 353	50	4 967 657,50
Remblais en matériaux sélectionnés	m ³	221 377	100	22 137 739,00
				30 305 396,50
SECTION 2 : CHAUSSEE				
Couche de fondation en GC	m ³	14 967	1000	14 966 760,00
Couche d'imprégnation en Cut buck 0.1kg/m2	m ²	72000	40	2 880 000,00
Couche de base en grave bitume GB	T	7279,05	5000	36 395 250,00
Couche d'accrochage 0,3 kg/m2	T	20	20000	400 000,00
Couche de revêtement en béton bitumineux	T	4302,05	6000	25 812 300,00
rechargement d'accotement en TUF	T	5664,32	100	566 432,00
				136 273 000,00
SECTION 3 : ASSAINISSEMENT				
Buses en B.A entre (1000 et 2000)Ø	ml	f	2 000 000	2 000 000,00
Fossé en béton armé	ml	500	3 000,00	1 500 000,00
				3 500 000,00
SECTION 4 : DBA				
Double béton adhérent	ml	4500	5 000	22 500 000,00
				22 500 000,00
SECTION 5 : SIGNALISATION				
Signalisation horizontale	m ²	f	380	1 138 000,00
Signalisation verticale	u	f	100	322 600,00
Montant en hors taxe				190 538 996,50
T V A19 %				36 202 409,34
Total en TTC				226 741 405,84
ADDITIF (laboratoire + ANEP)				5 000 000,00
Total Général				231 741 405,84

Deux cent trente et un millions sept cent quarante et un mille quatre cent cinq Dinars Algérien et Quatre-vingt-quatre Centimes

CONCLUSION

Conclusion générale:

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter tous les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement. Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation afin de pouvoir diminuer la congestion que subit la RN11. Cette étude d'APD nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier dans les agglomérations comme la wilaya de Mostaganem où nous a été confié un tronçon routier.

Il était pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

Sur le base du tronçon déjà réalisé (Mostaganem – Ben abdelmalek ramdane) , on ce pu constaté les avantages de dédoublement dont on peut cite :

- Stabiliser le flux des véhicules même en été (période de pic) .
- Diminution de taux d'accidents par rapport aux années précédentes (statistiques cellule de communication de la protection civile -50%) .
- L'usager de ce dédoublement vu l'apport de confort ressenti.

BEBLIOGRAPHIE

Bibliographie

Bibliographie

- Cours de routes de 3^{ème} année et 1^{er} année master .
- B40 (Normes techniques d'aménagement des routes).
- B60 et B61 (Catalogue des structures, types des chaussées neuves).
- La signalisation routière.
- Assainissement (Recommandation).
- Les anciens mémoires.
- Livre EYROLLES (topographie)

Annexes

Annexes

Cubature v 01

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	12,50	1,42	6,72	8,15	101,85	101,85	0,09	0,02	0,11	1,41	1,41
P2	25,00	25,00	2,92	11,72	14,64	366,01	467,86	0,02	0,02	0,05	1,13	2,54
P3	50,00	25,00	4,30	11,63	15,93	398,27	866,13	0,03	0,02	0,05	1,15	3,70
P4	75,00	25,00	6,04	12,34	18,37	459,35	1325,48	0,02	0,02	0,04	0,99	4,68
P5	100,00	25,00	5,82	13,15	18,97	474,14	1799,62	0,02	0,02	0,04	0,99	5,67
P6	125,00	25,00	2,36	10,94	13,29	332,30	2131,92	0,02	0,02	0,04	0,98	6,65
P7	150,00	25,00	4,65	10,14	14,79	369,63	2501,55	0,02	0,02	0,04	1,00	7,65
P8	175,00	25,00	4,52	10,01	14,52	363,05	2864,60	0,02	0,02	0,04	1,01	8,66
P9	200,00	25,00	7,12	13,31	20,43	510,81	3375,41	0,02	0,02	0,04	1,07	9,74
P10	225,00	15,73	9,56	13,36	22,93	360,58	3735,99	0,02	0,02	0,04	0,62	10,36
P11	231,46	12,50	10,64	13,51	24,15	301,85	4037,84	0,02	0,03	0,05	0,57	10,93
P12	250,00	21,77	10,75	14,22	24,98	543,75	4581,59	0,02	0,02	0,04	0,85	11,79
P13	275,00	25,00	8,93	14,15	23,08	577,11	5158,70	0,02	0,02	0,04	0,98	12,77
P14	300,00	25,00	9,24	14,56	23,80	595,05	5753,75	0,02	0,02	0,04	1,01	13,78
P15	325,00	13,18	8,63	15,93	24,56	323,60	6077,35	0,02	0,02	0,04	0,51	14,29
P16	326,35	12,50	8,54	16,06	24,60	307,47	6384,82	0,02	0,02	0,04	0,49	14,78
P17	350,00	24,32	9,22	17,42	26,64	647,88	7032,70	0,02	0,02	0,04	0,92	15,70
P18	375,00	25,00	18,91	20,05	38,97	974,19	8006,89	0,02	0,02	0,04	0,95	16,65
P19	400,00	25,00	21,63	21,68	43,30	1082,59	9089,49	0,02	0,02	0,04	1,01	17,65
P20	425,00	25,00	20,16	25,15	45,31	1132,76	10222,24	0,02	0,02	0,04	0,98	18,63
P21	450,00	25,00	16,49	25,62	42,11	1052,70	11274,94	0,02	0,02	0,04	1,00	19,63
P22	475,00	22,31	21,35	30,24	51,58	1150,88	12425,82	0,02	0,02	0,04	0,87	20,50
P23	494,62	12,50	22,50	35,23	57,73	721,62	13147,44	0,02	0,02	0,04	0,49	20,99
P24	500,00	15,19	23,86	34,87	58,73	892,12	14039,55	0,02	0,02	0,04	0,61	21,60
P25	525,00	25,00	15,10	34,12	49,22	1230,45	15270,01	0,02	0,02	0,04	1,01	22,60
P26	550,00	25,00	27,01	35,50	62,50	1562,56	16832,56	0,02	0,02	0,04	0,98	23,58
P27	575,00	25,00	33,40	40,96	74,36	1859,08	18691,64	0,02	0,02	0,04	0,97	24,56
P28	600,00	25,00	35,49	43,57	79,05	1976,36	20668,00	0,02	0,02	0,04	0,97	25,52
P29	625,00	25,00	40,28	49,41	89,69	2242,22	22910,22	0,02	0,02	0,04	0,99	26,51
P30	650,00	25,00	49,59	57,97	107,56	2689,07	25599,29	0,02	0,02	0,04	1,01	27,52
P31	675,00	25,00	48,86	61,42	110,29	2757,15	28356,44	0,02	0,02	0,04	0,98	28,50
P32	700,00	25,00	47,77	59,72	107,49	2687,37	31043,81	0,02	0,02	0,04	1,00	29,50
P33	725,00	25,00	44,29	54,25	98,53	2463,33	33507,14	0,02	0,02	0,04	1,00	30,50
P34	750,00	25,00	38,42	42,51	80,93	2023,17	35530,30	0,02	0,02	0,04	0,97	31,47
P35	775,00	21,11	31,23	35,87	67,11	1416,91	36947,21	0,02	0,02	0,04	0,81	32,28
P36	792,23	12,50	21,19	31,18	52,37	654,60	37601,81	0,02	0,02	0,04	0,51	32,80
P37	800,00	16,39	15,96	23,91	39,88	653,39	38255,20	0,02	0,02	0,04	0,68	33,48
P38	825,00	25,00	5,63	9,31	14,94	373,59	38628,79	0,02	0,02	0,04	0,99	34,47
P39	850,00	24,73	0,62	1,34	1,96	48,47	38677,26	0,68	0,34	1,02	25,28	59,75
P40	874,46	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	38677,26	8,18	4,87	13,05	163,18	222,93
P41	875,00	12,77	0,00	0,00	0,00	0,00	38677,26	8,31	4,96	13,27	169,50	392,43
P42	900,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38677,26	16,46	14,62	31,08	777,04	1169,47
P43	925,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38677,26	46,54	52,80	99,35	2483,67	3653,14
P44	950,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38677,26	58,24	16,90	75,14	1878,50	5531,65
P45	975,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38677,26	27,63	12,97	40,61	1015,19	6546,83
P46	1000,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38677,26	21,44	10,13	31,57	789,13	7335,96
P47	1025,00	22,48	0,00	0,00	0,00	0,00	38677,26	13,79	6,31	20,10	451,75	7787,71
P48	1044,95	12,50	0,00	0,62	0,62	7,74	38685,00	9,56	5,62	15,18	189,73	7977,44
P49	1050,00	15,02	0,00	0,82	0,82	12,34	38697,34	9,33	4,46	13,79	207,21	8184,65
P50	1075,00	20,58	0,35	12,81	13,16	270,93	38968,27	2,50	0,02	2,52	51,92	8236,57
P51	1091,16	12,50	0,23	12,10	12,33	154,11	39122,38	1427,10	0,27	1427,37	17842,11	26078,68
P52	1100,00	16,92	2,03	16,38	18,41	311,43	39433,82	0,17	0,02	0,19	3,29	26081,97
P53	1125,00	25,00	2,99	15,90	18,90	472,46	39906,28	0,06	0,03	0,10	2,38	26084,35

P54	1150,00	25,00	6,08	21,74	27,82	695,49	40601,77	0,02	0,02	0,04	1,04	26085,38
P55	1175,00	25,00	0,20	23,10	23,29	582,37	41184,15	0,83	0,02	0,85	21,35	26106,73
P56	1200,00	25,00	9,37	16,14	25,51	637,64	41821,79	0,02	0,02	0,04	1,01	26107,74
P57	1225,00	25,00	6,59	10,57	17,16	429,00	42250,79	0,02	0,02	0,04	1,01	26108,75
P58	1250,00	25,00	0,00	8,49	8,49	212,15	42462,95	2,41	0,02	2,43	60,78	26169,53
P59	1275,00	13,35	2,13	9,27	11,41	152,25	42615,19	1303,35	0,02	1303,37	17398,19	43567,73
P60	1276,70	12,50	2,25	9,32	11,57	144,57	42759,77	1303,30	0,02	1303,32	16291,48	59859,21
P61	1300,00	24,15	0,83	7,50	8,33	201,26	42961,03	2,66	0,02	2,68	64,77	59923,97
P62	1325,00	16,82	0,00	3,53	3,53	59,35	43020,38	1303,29	0,07	1303,35	21918,63	81842,60
P63	1333,63	12,50	0,00	3,33	3,33	41,59	43061,97	17,57	0,04	17,61	220,14	82062,74
P64	1350,00	20,68	0,00	0,55	0,55	11,38	43073,35	3,48	0,36	3,83	79,31	82142,05
P65	1375,00	25,00	1,36	1,77	3,13	78,28	43151,63	1,79	0,42	2,21	55,29	82197,34
P66	1400,00	25,00	8,15	2,59	10,74	268,52	43420,15	0,02	0,02	0,04	1,03	82198,37
P67	1425,00	25,00	12,95	6,70	19,64	491,10	43911,25	0,02	0,02	0,04	1,06	82199,43
P68	1450,00	25,00	14,52	10,08	24,60	614,95	44526,20	0,02	0,02	0,04	1,03	82200,46
P69	1475,00	25,00	16,13	16,17	32,30	807,46	45333,66	0,02	0,02	0,04	1,00	82201,47
P70	1500,00	25,00	16,24	20,93	37,18	929,39	46263,05	0,02	0,02	0,04	1,02	82202,49
P71	1525,00	25,00	15,66	21,19	36,86	921,43	47184,48	0,02	0,02	0,04	1,00	82203,49
P72	1550,00	25,00	11,74	17,55	29,28	732,10	47916,58	0,02	0,02	0,04	1,00	82204,49
P73	1575,00	25,00	9,11	14,99	24,10	602,42	48519,00	0,02	0,02	0,04	0,98	82205,47
P74	1600,00	25,00	0,68	3,72	4,40	110,01	48629,01	0,38	0,02	0,40	9,99	82215,46
P75	1625,00	21,11	0,00	0,91	0,91	19,23	48648,23	4,48	1033,22	1037,70	21905,65	104121,11
P76	1642,22	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	7,41	3,30	10,70	133,80	104254,91
P77	1650,00	16,39	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	8,75	4,88	13,63	223,37	104478,28
P78	1675,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	10,73	8,52	19,25	481,28	104959,56
P79	1700,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	13,69	9,92	23,61	590,22	105549,78
P80	1725,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	16,75	10,39	27,15	678,67	106228,45
P81	1750,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	17,25	10,85	28,10	702,49	106930,94
P82	1775,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	17,42	12,83	30,26	756,47	107687,41
P83	1800,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	13,58	9,65	23,23	580,65	108268,06
P84	1825,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	13,15	7,69	20,84	520,94	108789,00
P85	1850,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	9,63	4,47	14,10	352,58	109141,57
P86	1875,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	8,92	2,94	11,86	296,59	109438,16
P87	1900,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48648,23	8,15	2,19	10,34	258,47	109696,63
P88	1925,00	25,00	0,00	0,37	0,37	9,25	48657,48	7,88	1,00	8,88	222,06	109918,70
P89	1950,00	25,00	0,00	1,05	1,05	26,32	48683,80	5,56	0,41	5,97	149,33	110068,02
P90	1975,00	25,00	0,00	2,32	2,32	57,91	48741,71	6,89	0,96	7,85	196,26	110264,29
P91	2000,00	25,00	0,00	2,44	2,44	60,91	48802,62	4,24	0,02	4,26	106,62	110370,91
P92	2025,00	25,00	0,06	2,59	2,66	66,38	48869,00	3,47	0,02	3,49	87,21	110458,12
P93	2050,00	25,00	0,00	2,83	2,83	70,74	48939,74	2,76	0,02	2,78	69,38	110527,50
P94	2075,00	25,00	1,60	4,10	5,70	142,43	49082,16	0,02	0,02	0,04	1,09	110528,59
P95	2100,00	25,00	0,39	3,73	4,11	102,76	49184,92	1,81	0,02	1,83	45,70	110574,29
P96	2125,00	25,00	0,59	4,53	5,12	127,97	49312,89	2,30	0,02	2,32	58,00	110632,29
P97	2150,00	25,00	2,08	6,61	8,69	217,29	49530,18	0,02	0,02	0,04	0,99	110633,28
P98	2175,00	25,00	3,44	5,24	8,68	217,11	49747,29	0,02	0,02	0,04	0,98	110634,27
P99	2200,00	25,00	2,08	8,60	10,68	266,95	50014,24	0,18	0,02	0,20	5,06	110639,33
P100	2225,00	25,00	1,56	9,73	11,29	282,21	50296,45	391,45	0,02	391,47	9786,78	120426,10
P101	2250,00	25,00	1,23	8,37	9,60	239,93	50536,38	0,53	0,02	0,55	13,67	120439,77
P102	2275,00	25,00	4,20	10,88	15,08	376,94	50913,32	0,04	0,02	0,06	1,39	120441,17
P103	2300,00	25,00	6,02	12,05	18,07	451,75	51365,06	0,02	0,02	0,04	0,98	120442,15
P104	2325,00	25,00	7,50	13,04	20,54	513,53	51878,59	0,02	0,02	0,04	0,98	120443,13
P105	2350,00	25,00	8,76	12,62	21,38	534,42	52413,01	0,02	0,02	0,04	1,00	120444,13
P106	2375,00	25,00	13,77	15,70	29,46	736,55	53149,56	0,02	0,02	0,04	0,98	120445,11
P107	2400,00	25,00	17,62	17,56	35,18	879,46	54029,02	0,02	0,02	0,04	0,97	120446,08
P108	2425,00	25,00	16,38	15,19	31,57	789,18	54818,19	0,02	0,02	0,04	1,02	120447,10
P109	2450,00	25,00	17,82	15,00	32,82	820,54	55638,73	0,02	0,02	0,04	0,97	120448,08
P110	2475,00	25,00	17,50	18,41	35,91	897,84	56536,57	0,02	0,02	0,04	0,99	120449,06
P111	2500,00	25,00	16,32	17,28	33,60	839,91	57376,48	0,02	0,02	0,04	0,93	120449,99
P112	2525,00	25,00	13,51	16,70	30,21	755,15	58131,63	0,02	0,02	0,04	0,99	120450,98

P113	2550,00	25,00	11,25	12,43	23,68	591,96	58723,59	0,02	0,02	0,04	0,98	120451,97
P114	2575,00	25,00	9,51	12,62	22,13	553,30	59276,89	0,02	0,02	0,04	0,98	120452,95
P115	2600,00	22,30	10,07	9,29	19,36	431,83	59708,73	0,02	0,02	0,04	0,86	120453,81
P116	2619,61	12,50	8,47	7,98	16,46	205,72	59914,44	0,02	0,02	0,04	0,50	120454,30
P117	2625,00	15,20	8,17	7,46	15,63	237,57	60152,02	0,02	0,02	0,04	0,61	120454,91
P118	2650,00	25,00	5,89	9,86	15,75	393,66	60545,67	0,02	0,02	0,04	0,94	120455,85
P119	2675,00	25,00	2,73	8,56	11,29	282,13	60827,80	0,02	0,02	0,04	0,95	120456,80
P120	2700,00	25,00	0,45	7,46	7,90	197,59	61025,39	1,23	0,33	1,56	39,09	120495,89
P121	2725,00	25,00	0,00	4,28	4,28	107,12	61132,51	5,30	0,35	5,65	141,25	120637,14
P122	2750,00	25,00	0,00	3,72	3,72	92,94	61225,45	7,15	0,97	8,12	203,00	120840,14
P123	2775,00	25,00	0,00	4,98	4,98	124,44	61349,89	6,62	0,58	7,20	179,93	121020,08
P124	2800,00	25,00	0,00	8,04	8,04	200,98	61550,87	2,05	0,20	2,26	56,41	121076,49
P125	2825,00	25,00	0,20	7,38	7,58	189,48	61740,35	0,83	0,02	0,84	21,12	121097,61
P126	2850,00	25,00	2,63	8,58	11,21	280,22	62020,57	0,10	0,02	0,12	2,91	121100,52
P127	2875,00	17,52	4,88	6,61	11,50	201,42	62221,99	0,03	0,02	0,05	0,94	121101,46
P128	2885,04	12,50	4,48	5,97	10,44	130,53	62352,52	0,02	0,02	0,04	0,49	121101,95
P129	2900,00	19,98	5,32	6,37	11,69	233,64	62586,16	0,02	0,02	0,04	0,78	121102,73
P130	2925,00	25,00	3,95	7,72	11,66	291,60	62877,76	0,13	0,02	0,15	3,63	121106,36
P131	2950,00	25,00	8,91	8,75	17,66	441,51	63319,27	0,02	0,02	0,04	1,05	121107,40
P132	2975,00	25,00	11,14	9,56	20,70	517,43	63836,71	0,02	0,02	0,04	1,02	121108,42
P133	3000,00	25,00	9,88	10,20	20,08	502,08	64338,78	0,02	0,02	0,04	1,00	121109,42
P134	3025,00	25,00	10,25	12,84	23,09	577,19	64915,97	0,02	0,02	0,04	1,01	121110,44
P135	3050,00	25,00	11,03	12,42	23,44	586,07	65502,04	0,02	0,02	0,04	1,02	121111,45
P136	3075,00	21,35	10,11	12,46	22,58	482,01	65984,05	0,02	0,02	0,04	0,84	121112,29
P137	3092,70	12,50	7,59	13,30	20,89	261,13	66245,17	0,02	0,02	0,04	0,50	121112,80
P138	3100,00	16,15	6,46	13,78	20,24	326,82	66571,99	0,02	0,02	0,04	0,65	121113,44
P139	3125,00	25,00	9,57	13,80	23,36	584,11	67156,10	0,02	0,02	0,04	0,99	121114,43
P140	3150,00	25,00	15,06	11,56	26,62	665,47	67821,57	0,02	0,02	0,04	0,97	121115,40
P141	3175,00	25,00	8,90	11,20	20,10	502,54	68324,11	0,02	0,02	0,04	0,97	121116,38
P142	3200,00	25,00	2,05	7,35	9,40	234,96	68559,07	2,04	1,75	3,79	94,73	121211,11
P143	3225,00	25,00	0,37	0,00	0,37	9,33	68568,40	5,68	9,73	15,42	385,43	121596,54
P144	3250,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68568,40	11,48	20,74	32,22	805,45	122401,99
P145	3275,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68568,40	12,30	19,56	31,87	796,64	123198,63
P146	3300,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68568,40	11,14	16,64	27,78	694,46	123893,09
P147	3325,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68568,40	9,36	14,69	24,05	601,27	124494,36
P148	3350,00	25,00	0,65	0,00	0,65	16,22	68584,62	4,53	9,67	14,21	355,13	124849,49
P149	3375,00	25,00	0,30	0,00	0,30	7,59	68592,20	847,94	3,90	851,84	21296,02	146145,51
P150	3400,00	25,00	0,32	2,46	2,78	69,45	68661,65	4,65	0,02	4,67	116,75	146262,26
P151	3425,00	25,00	0,00	6,54	6,54	163,55	68825,20	11,60	0,14	11,75	293,66	146555,92
P152	3450,00	25,00	0,00	10,15	10,15	253,78	69078,98	9,44	0,15	9,59	239,72	146795,63
P153	3475,00	25,00	0,00	13,26	13,26	331,56	69410,54	2,95	0,16	3,11	77,75	146873,38
P154	3500,00	25,00	0,51	20,73	21,23	530,87	69941,40	2,43	0,02	2,45	61,17	146934,56
P155	3525,00	25,00	9,74	27,56	37,29	932,34	70873,75	0,40	0,02	0,42	10,55	146945,10
P156	3550,00	22,28	20,28	32,66	52,93	1179,29	72053,03	0,02	0,02	0,04	0,91	146946,01
P157	3569,56	12,50	15,18	36,62	51,80	647,50	72700,54	0,02	0,02	0,04	0,52	146946,53
P158	3575,00	15,22	18,26	37,17	55,43	843,75	73544,29	0,02	0,02	0,04	0,63	146947,16
P159	3600,00	25,00	18,23	38,24	56,47	1411,76	74956,06	0,02	0,02	0,04	0,97	146948,13
P160	3625,00	25,00	16,58	44,88	61,46	1536,47	76492,53	0,02	0,02	0,04	1,07	146949,19
P161	3650,00	25,00	22,09	47,32	69,41	1735,33	78227,85	0,02	0,02	0,04	0,96	146950,15
P162	3675,00	25,00	16,33	37,59	53,91	1347,86	79575,71	0,02	0,03	0,05	1,13	146951,28
P163	3700,00	25,00	20,09	34,33	54,42	1360,57	80936,28	0,02	0,02	0,04	0,97	146952,25
P164	3725,00	25,00	14,21	32,44	46,65	1166,26	82102,54	0,02	0,02	0,04	1,04	146953,29
P165	3750,00	25,00	13,31	29,61	42,93	1073,21	83175,75	0,02	0,02	0,04	1,01	146954,30
P166	3775,00	25,00	20,46	37,74	58,19	1454,81	84630,56	0,02	0,02	0,04	0,98	146955,28
P167	3800,00	25,00	17,61	36,53	54,14	1353,56	85984,12	0,02	0,02	0,03	0,85	146956,13
P168	3825,00	25,00	19,96	31,05	51,01	1275,37	87259,49	0,02	0,02	0,04	1,04	146957,17
P169	3850,00	25,00	17,22	29,92	47,13	1178,34	88437,83	0,02	0,02	0,04	1,00	146958,17
P170	3875,00	25,00	16,58	27,23	43,81	1095,15	89532,98	0,02	0,02	0,04	1,01	146959,18
P171	3900,00	25,00	9,35	26,30	35,65	891,31	90424,29	1203,90	0,02	1203,92	30098,08	177057,26

P172	3925,00	25,00	5,89	23,46	29,35	733,74	91158,03	1362,81	0,02	1362,84	34070,95	211128,21
P173	3950,00	25,00	9,63	24,52	34,15	853,67	92011,70	1388,42	0,02	1388,44	34711,00	245839,21
P174	3975,00	25,00	9,70	27,02	36,72	917,94	92929,64	1398,67	0,03	1398,69	34967,34	280806,55
P175	4000,00	25,00	2,72	27,64	30,36	759,09	93688,73	2,82	0,02	2,85	71,18	280877,73
P176	4025,00	19,97	0,35	9,57	9,92	198,05	93886,79	7,02	0,03	7,05	140,81	281018,54
P177	4039,95	12,50	0,00	10,69	10,69	133,64	94020,42	9,31	0,08	9,40	117,44	281135,98
P178	4050,00	17,53	0,00	2,03	2,03	35,55	94055,97	9,42	1,00	10,42	182,58	281318,56
P179	4075,00	25,00	0,00	2,81	2,81	70,28	94126,25	18,88	2,15	21,03	525,82	281844,38
P180	4100,00	25,00	0,00	2,47	2,47	61,67	94187,92	12,72	1,94	14,67	366,67	282211,05
P181	4125,00	25,00	0,00	3,04	3,04	75,88	94263,80	12,70	1,83	14,53	363,22	282574,27
P182	4150,00	25,00	0,00	1,59	1,59	39,86	94303,66	9,33	2,03	11,36	283,88	282858,15
P183	4175,00	25,00	0,00	2,69	2,69	67,16	94370,82	6,66	1,95	8,61	215,30	283073,45
P184	4200,00	25,00	0,00	3,13	3,13	78,27	94449,10	6,66	1,78	8,44	210,93	283284,37
P185	4225,00	12,83	0,00	5,49	5,49	70,47	94519,56	8,69	1,32	10,00	128,27	283412,65
P186	4225,65	12,50	0,00	5,48	5,48	68,52	94588,08	8,76	1,22	9,98	124,81	283537,46
P187	4250,00	15,18	0,00	9,91	9,91	150,46	94738,55	6,92	1,36	8,28	125,61	283663,07
P188	4256,01	12,50	0,00	12,52	12,52	156,44	94894,99	6,44	0,83	7,27	90,93	283754,00
P189	4275,00	21,99	0,00	14,39	14,39	316,40	95211,39	6,81	1,44	8,25	181,40	283935,40
P190	4300,00	25,00	0,00	9,54	9,54	238,60	95449,99	9,97	0,88	10,85	271,24	284206,64
P191	4325,00	25,00	0,00	10,15	10,15	253,82	95703,81	11,47	1,38	12,85	321,24	284527,87
P192	4350,00	25,00	0,00	7,69	7,69	192,31	95896,12	15,74	4,52	20,26	506,56	285034,44
P193	4375,00	25,00	0,00	14,89	14,89	372,27	96268,39	12,48	2,94	15,42	385,53	285419,97
P194	4400,00	25,00	0,20	28,37	28,56	714,11	96982,50	6,82	0,02	6,84	170,98	285590,95
P195	4425,00	25,00	0,00	28,93	28,93	723,13	97705,64	8,12	1,17	9,29	232,28	285823,23
P196	4450,00	25,00	0,00	28,39	28,39	709,75	98415,38	5,01	1,23	6,24	156,04	285979,28
P197	4475,00	23,35	0,20	20,16	20,36	475,29	98890,67	707,81	0,32	708,13	16533,04	302512,32
P198	4496,70	12,50	0,25	8,97	9,21	115,18	99005,85	659,09	0,08	659,17	8239,57	310751,89
P199	4500,00	14,15	0,19	8,82	9,01	127,47	99133,32	670,83	0,08	670,91	9495,01	320246,89
P200	4525,00	20,45	0,65	7,88	8,54	174,54	99307,86	17,40	0,02	17,42	356,09	320602,98
P201	4540,89	7,95	0,12	5,58	5,70	45,28	99353,15	16,03	0,02	16,05	127,56	320730,54

Cubature v 02

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	12,50	1,47	6,38	7,85	98,10	98,10	0,08	0,02	0,10	1,21	1,21
P2	25,00	25,00	4,46	13,39	17,85	446,32	544,42	0,02	0,01	0,03	0,85	2,05
P3	50,00	25,00	8,09	13,76	21,84	546,04	1090,46	0,02	0,02	0,04	0,98	3,03
P4	75,00	25,00	10,45	15,06	25,51	637,68	1728,14	0,02	0,02	0,04	1,00	4,03
P5	100,00	25,00	11,90	17,83	29,73	743,27	2471,42	0,02	0,02	0,04	0,97	5,00
P6	125,00	25,00	9,82	16,34	26,16	654,02	3125,43	0,02	0,02	0,04	0,98	5,98
P7	150,00	25,00	11,64	15,66	27,30	682,46	3807,89	0,02	0,02	0,04	0,99	6,97
P8	175,00	25,00	12,41	16,50	28,91	722,73	4530,62	0,02	0,02	0,04	0,99	7,96
P9	200,00	25,00	16,72	17,41	34,13	853,27	5383,89	0,02	0,02	0,04	0,99	8,96
P10	225,00	25,00	18,01	20,66	38,67	966,63	6350,52	0,02	0,02	0,04	1,00	9,95
P11	250,00	25,00	19,07	20,02	39,09	977,28	7327,80	0,02	0,02	0,04	0,99	10,95
P12	275,00	25,00	19,25	19,44	38,69	967,22	8295,02	0,02	0,02	0,04	1,00	11,94
P13	300,00	25,00	19,72	18,87	38,59	964,64	9259,66	0,02	0,02	0,04	1,00	12,95
P14	325,00	25,00	21,51	20,86	42,38	1059,40	10319,06	0,02	0,02	0,04	1,00	13,95
P15	350,00	25,00	23,66	23,09	46,74	1168,61	11487,67	0,02	0,02	0,04	0,94	14,88
P16	375,00	25,00	26,63	27,08	53,71	1342,72	12830,39	0,02	0,02	0,04	1,01	15,89
P17	400,00	25,00	28,81	34,20	63,00	1575,09	14405,49	0,02	0,02	0,04	1,02	16,92
P18	425,00	25,00	32,30	35,86	68,15	1703,87	16109,35	0,02	0,02	0,04	1,00	17,92
P19	450,00	25,00	33,40	37,75	71,14	1778,62	17887,98	0,02	0,02	0,04	0,95	18,87

P20	475,00	25,00	37,66	45,00	82,67	2066,64	19954,61	0,02	0,02	0,04	1,01	19,88
P21	500,00	25,00	40,35	51,88	92,23	2305,74	22260,35	0,02	0,02	0,04	1,00	20,88
P22	525,00	25,00	33,87	51,44	85,31	2132,76	24393,11	0,02	0,02	0,04	0,97	21,85
P23	550,00	25,00	40,28	49,58	89,86	2246,53	26639,63	0,02	0,02	0,04	1,00	22,86
P24	575,00	17,88	43,17	50,79	93,96	1680,28	28319,91	0,02	0,02	0,04	0,70	23,56
P25	585,76	12,50	42,60	50,08	92,67	1158,40	29478,32	0,02	0,02	0,04	0,49	24,05
P26	600,00	19,62	37,59	51,47	89,06	1747,17	31225,49	0,02	0,02	0,04	0,75	24,80
P27	625,00	25,00	41,62	55,29	96,92	2422,93	33648,41	0,02	0,02	0,04	0,99	25,79
P28	650,00	25,00	53,49	62,50	115,99	2899,67	36548,08	0,02	0,02	0,04	0,97	26,76
P29	675,00	25,00	50,97	60,71	111,67	2791,83	39339,91	0,02	0,02	0,04	1,01	27,77
P30	700,00	25,00	47,28	57,54	104,82	2620,52	41960,43	0,02	0,02	0,04	1,01	28,78
P31	725,00	25,00	34,80	53,29	88,09	2202,33	44162,76	0,02	0,02	0,04	0,97	29,75
P32	750,00	25,00	35,50	50,36	85,86	2146,48	46309,24	0,02	0,02	0,04	0,91	30,66
P33	775,00	25,00	21,29	42,15	63,44	1585,96	47895,20	0,02	0,02	0,04	0,97	31,64
P34	800,00	19,76	24,37	31,96	56,33	1113,08	49008,28	0,02	0,02	0,04	0,76	32,39
P35	814,52	12,50	18,37	23,23	41,60	520,02	49528,30	0,02	0,02	0,04	0,46	32,85
P36	825,00	12,64	15,43	18,55	33,98	429,60	49957,90	0,02	0,02	0,04	0,48	33,33
P37	839,80	12,50	7,46	13,84	21,30	266,26	50224,16	0,02	0,02	0,04	0,50	33,83
P38	850,00	17,60	6,91	10,22	17,13	301,44	50525,60	0,01	0,02	0,03	0,61	34,44
P39	875,00	25,00	0,00	3,39	3,39	84,77	50610,37	1,83	0,04	1,86	46,51	80,95
P40	900,00	25,00	0,00	0,30	0,30	7,61	50617,99	7,73	4,03	11,76	294,05	375,01
P41	925,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50617,99	17,68	14,46	32,14	803,57	1178,58
P42	950,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50617,99	34,49	13,28	47,77	1194,20	2372,78
P43	975,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50617,99	23,13	9,92	33,04	826,12	3198,90
P44	1000,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50617,99	19,98	8,60	28,58	714,52	3913,42
P45	1025,00	25,00	0,00	0,86	0,86	21,56	50639,55	10,93	5,90	16,83	420,76	4334,18
P46	1050,00	14,75	0,00	1,44	1,44	21,29	50660,84	7,58	4,05	11,63	171,60	4505,78
P47	1054,51	8,51	0,00	2,01	2,01	17,15	50677,98	7,20	3,11	10,31	87,75	4593,53
P48	1067,03	10,25	0,00	4,24	4,24	43,42	50721,41	6,29	1,10	7,39	75,76	4669,29
P49	1075,00	16,49	0,00	8,92	8,92	147,06	50868,47	3,83	0,79	4,61	76,03	4745,31
P50	1100,00	25,00	1,17	22,60	23,77	594,23	51462,70	0,42	0,02	0,44	10,96	4756,27
P51	1125,00	25,00	4,81	26,54	31,35	783,71	52246,41	0,02	0,02	0,04	1,05	4757,32
P52	1150,00	25,00	12,60	35,03	47,62	1190,56	53436,97	0,02	0,02	0,04	1,08	4758,39
P53	1175,00	25,00	9,37	43,77	53,14	1328,39	54765,37	0,11	0,02	0,14	3,41	4761,80
P54	1200,00	25,00	8,18	35,58	43,76	1094,06	55859,43	0,02	0,02	0,04	1,11	4762,91
P55	1225,00	25,00	6,09	21,75	27,83	695,81	56555,24	0,02	0,02	0,04	1,07	4763,98
P56	1250,00	25,00	2,16	14,86	17,02	425,56	56980,79	0,10	0,02	0,12	3,06	4767,04
P57	1275,00	23,19	1,90	8,63	10,53	244,07	57224,86	0,02	0,02	0,05	1,06	4768,10
P58	1296,38	12,50	0,16	8,56	8,72	108,97	57333,84	1340,81	0,12	1340,93	16761,61	21529,71
P59	1300,00	14,31	0,00	5,63	5,63	80,59	57414,42	1,09	0,33	1,43	20,44	21550,15
P60	1325,00	25,00	0,00	2,16	2,16	54,11	57468,53	8,24	2,90	11,14	278,49	21828,63
P61	1350,00	14,68	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	12,62	15,66	28,28	415,06	22243,69
P62	1354,36	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	12,53	15,44	27,97	349,63	22593,32
P63	1375,00	22,82	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	14,46	13,68	28,14	642,27	23235,60
P64	1400,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	14,65	15,00	29,65	741,32	23976,92
P65	1425,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	11,78	14,49	26,27	656,70	24633,61
P66	1450,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	10,59	12,85	23,45	586,15	25219,77
P67	1475,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	9,32	7,37	16,69	417,20	25636,97
P68	1500,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	7,16	6,27	13,43	335,77	25972,74
P69	1525,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	7,60	4,31	11,92	297,92	26270,65
P70	1550,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	9,41	5,87	15,28	381,96	26652,62
P71	1575,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	16,39	8,75	25,13	628,27	27280,88
P72	1600,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	19,33	17,57	36,90	922,58	28203,47
P73	1625,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	27,62	29,30	56,92	1423,06	29626,53
P74	1650,00	15,57	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	32,87	38,94	71,80	1117,61	30744,15
P75	1656,13	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	34,35	40,18	74,53	931,67	31675,81
P76	1675,00	21,93	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	37,91	42,99	80,90	1774,50	33450,31
P77	1700,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	41,78	47,31	89,09	2227,28	35677,59
P78	1725,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	45,06	47,18	92,24	2306,08	37983,67

P79	1750,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	45,79	44,70	90,49	2262,26	40245,93
P80	1775,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	45,99	46,34	92,34	2308,43	42554,35
P81	1800,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	45,94	42,90	88,84	2221,12	44775,47
P82	1825,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	40,54	40,74	81,27	2031,85	46807,33
P83	1850,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	38,20	42,92	81,12	2027,96	48835,29
P84	1875,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	35,23	33,54	68,77	1719,25	50554,54
P85	1900,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	32,14	32,68	64,82	1620,46	52175,00
P86	1925,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	31,66	29,66	61,33	1533,13	53708,12
P87	1950,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	29,42	27,86	57,28	1432,07	55140,20
P88	1975,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	26,90	25,97	52,87	1321,66	56461,86
P89	2000,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	28,58	23,81	52,39	1309,83	57771,69
P90	2025,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	26,71	25,96	52,67	1316,71	59088,39
P91	2050,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	24,91	24,01	48,92	1222,89	60311,29
P92	2075,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	22,81	23,83	46,64	1165,88	61477,17
P93	2100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	21,97	23,21	45,18	1129,52	62606,69
P94	2125,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	22,71	23,09	45,80	1144,88	63751,57
P95	2150,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	19,21	20,51	39,72	993,12	64744,69
P96	2175,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	19,34	18,06	37,40	934,99	65679,68
P97	2200,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	17,27	17,79	35,06	876,58	66556,26
P98	2225,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	17,62	15,74	33,36	833,97	67390,23
P99	2250,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	16,75	14,17	30,92	773,06	68163,28
P100	2275,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	20,31	15,19	35,50	887,59	69050,87
P101	2300,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	14,37	11,97	26,35	658,64	69709,51
P102	2325,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	12,24	11,60	23,84	596,03	70305,54
P103	2350,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	13,38	10,56	23,95	598,64	70904,18
P104	2375,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	12,59	9,67	22,26	556,44	71460,62
P105	2400,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	5,96	11,54	17,50	437,57	71898,18
P106	2425,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	4,89	7,90	12,79	319,82	72218,00
P107	2450,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	7,37	12,06	19,43	485,78	72703,78
P108	2475,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	7,56	16,43	23,99	599,87	73303,65
P109	2500,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	6,93	12,20	19,13	478,22	73781,87
P110	2525,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	7,52	10,88	18,40	460,11	74241,98
P111	2550,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	5,71	9,08	14,79	369,66	74611,65
P112	2575,00	14,08	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	9,93	9,28	19,21	270,51	74882,16
P113	2578,17	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	10,35	9,45	19,79	247,42	75129,58
P114	2600,00	23,42	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	10,74	12,70	23,44	548,91	75678,48
P115	2625,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	10,41	13,28	23,69	592,31	76270,79
P116	2650,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	11,58	14,18	25,76	644,01	76914,81
P117	2675,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	14,79	10,38	25,17	629,31	77544,12
P118	2700,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	17,84	12,12	29,97	749,22	78293,34
P119	2725,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	23,54	16,40	39,93	998,32	79291,66
P120	2750,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	29,67	18,48	48,15	1203,77	80495,44
P121	2775,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	31,57	19,51	51,07	1276,87	81772,30
P122	2800,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	27,99	15,95	43,95	1098,66	82870,96
P123	2825,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	21,71	13,09	34,80	869,98	83740,94
P124	2850,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	19,00	9,69	28,69	717,20	84458,14
P125	2875,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	12,29	10,00	22,29	557,34	85015,48
P126	2900,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	10,13	10,97	21,10	527,45	85542,92
P127	2925,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	9,37	9,26	18,62	465,60	86008,53
P128	2950,00	13,93	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	5,78	6,53	12,31	171,46	86179,98
P129	2952,86	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	57468,53	6,01	6,33	12,33	154,15	86334,13
P130	2975,00	23,57	0,37	0,00	0,37	8,82	57477,35	1,80	4,45	6,25	147,29	86481,43
P131	3000,00	25,00	0,99	0,93	1,92	48,09	57525,44	0,57	0,63	1,20	30,06	86511,48
P132	3025,00	25,00	1,58	3,70	5,28	132,00	57657,44	0,02	0,02	0,04	1,01	86512,49
P133	3050,00	25,00	4,92	7,50	12,42	310,45	57967,89	0,02	0,02	0,04	1,01	86513,49
P134	3075,00	25,00	8,24	9,35	17,59	439,85	58407,74	0,02	0,02	0,04	0,96	86514,46
P135	3100,00	25,00	10,22	9,61	19,83	495,86	58903,60	0,02	0,02	0,04	0,96	86515,41
P136	3125,00	25,00	11,21	13,74	24,95	623,72	59527,33	0,02	0,02	0,04	0,98	86516,39
P137	3150,00	22,25	14,64	12,08	26,72	594,42	60121,74	0,02	0,02	0,04	0,83	86517,23

P138	3169,49	12,50	15,46	11,46	26,92	336,55	60458,29	0,02	0,02	0,04	0,51	86517,73
P139	3175,00	15,25	14,46	11,01	25,47	388,53	60846,82	0,02	0,02	0,04	0,62	86518,35
P140	3200,00	25,00	9,79	13,23	23,02	575,54	61422,36	0,02	0,02	0,04	0,98	86519,33
P141	3225,00	25,00	2,77	0,95	3,71	92,80	61515,16	256,16	3,84	260,00	6499,91	93019,24
P142	3250,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61515,16	6,69	8,52	15,21	380,14	93399,38
P143	3275,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61515,16	5,29	11,58	16,87	421,75	93821,13
P144	3300,00	25,00	0,42	0,00	0,42	10,60	61525,75	473,65	10,65	484,30	12107,59	105928,71
P145	3325,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61525,75	3,39	8,38	11,78	294,39	106223,11
P146	3350,00	25,00	2,99	0,00	2,99	74,83	61600,58	0,76	6,07	6,83	170,63	106393,74
P147	3375,00	25,00	3,46	0,29	3,75	93,72	61694,30	0,02	1223,16	1223,19	30579,67	136973,41
P148	3400,00	25,00	2,15	2,52	4,66	116,53	61810,83	0,22	0,02	0,24	6,04	136979,45
P149	3425,00	16,48	1,88	6,95	8,83	145,54	61956,38	4,38	0,02	4,40	72,55	137051,99
P150	3432,97	12,50	1,96	7,89	9,85	123,16	62079,54	3,93	0,02	3,95	49,36	137101,35
P151	3450,00	12,36	1,23	9,30	10,53	130,13	62209,67	5,13	0,02	5,15	63,63	137164,98
P152	3457,68	12,50	1,42	10,12	11,54	144,28	62353,95	4,24	0,02	4,26	53,25	137218,24
P153	3475,00	21,16	2,68	11,87	14,55	307,92	62661,86	2,02	0,02	2,04	43,16	137261,39
P154	3500,00	25,00	4,02	14,37	18,39	459,85	63121,71	1,52	0,02	1,54	38,45	137299,84
P155	3525,00	25,00	7,32	14,71	22,03	550,73	63672,45	0,08	0,02	0,10	2,47	137302,31
P156	3550,00	25,00	15,60	15,72	31,32	783,10	64455,55	236,06	0,02	236,08	5901,99	143204,30
P157	3575,00	25,00	14,04	17,88	31,92	797,95	65253,50	0,02	0,02	0,04	1,03	143205,33
P158	3600,00	25,00	5,46	16,79	22,26	556,38	65809,88	0,20	0,02	0,22	5,60	143210,94
P159	3625,00	25,00	3,68	15,70	19,38	484,52	66294,39	0,17	0,02	0,19	4,81	143215,75
P160	3650,00	15,38	5,73	25,52	31,25	480,60	66774,99	0,17	0,03	0,20	3,13	143218,88
P161	3655,75	12,50	5,47	20,79	26,26	328,23	67103,22	0,21	0,03	0,24	2,98	143221,86
P162	3675,00	22,12	7,03	25,53	32,56	720,30	67823,52	326,28	0,03	326,31	7218,94	150440,80
P163	3700,00	25,00	2,38	16,01	18,39	459,73	68283,25	2,27	0,03	2,29	57,32	150498,12
P164	3725,00	25,00	3,16	13,05	16,21	405,23	68688,49	0,58	0,02	0,60	14,97	150513,10
P165	3750,00	25,00	3,37	12,51	15,88	396,99	69085,47	1,35	0,02	1,37	34,33	150547,43
P166	3775,00	25,00	1,57	11,01	12,59	314,63	69400,10	1,12	0,02	1,14	28,44	150575,87
P167	3800,00	25,00	3,73	18,42	22,16	553,91	69954,01	697,38	0,02	697,40	17435,03	168010,90
P168	3825,00	25,00	4,89	19,11	24,00	599,97	70553,98	809,54	0,02	809,56	20239,01	188249,91
P169	3850,00	25,00	6,07	15,75	21,81	545,37	71099,35	938,33	0,02	938,35	23458,73	211708,64
P170	3875,00	25,00	5,73	15,17	20,89	522,34	71621,69	1094,46	0,02	1094,48	27361,96	239070,60
P171	3900,00	25,00	3,43	15,48	18,92	472,91	72094,60	3,07	0,02	3,09	77,28	239147,89
P172	3925,00	25,00	3,09	13,28	16,37	409,31	72503,92	2,74	0,02	2,77	69,15	239217,04
P173	3950,00	25,00	0,92	13,52	14,44	360,99	72864,91	1,50	0,02	1,52	38,07	239255,12
P174	3975,00	25,00	4,93	12,50	17,43	435,64	73300,55	1422,44	0,03	1422,47	35561,67	274816,78
P175	4000,00	14,73	4,15	14,00	18,15	267,28	73567,83	1432,55	0,03	1432,58	21101,19	295917,97
P176	4004,46	12,50	3,32	10,83	14,16	176,95	73744,78	0,32	0,03	0,34	4,31	295922,28
P177	4025,00	22,77	0,63	18,13	18,76	427,17	74171,95	4,77	0,02	4,79	109,12	296031,41
P178	4050,00	25,00	0,00	9,32	9,32	233,04	74404,99	12,81	1,73	14,55	363,65	296395,06
P179	4075,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	19,19	7,77	26,97	674,20	297069,25
P180	4100,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	33,22	8,63	41,85	1046,15	298115,40
P181	4125,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	34,96	10,14	45,10	1127,59	299242,99
P182	4150,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	29,27	11,47	40,75	1018,65	300261,64
P183	4175,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	25,24	10,94	36,18	904,60	301166,23
P184	4200,00	24,20	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	20,19	10,23	30,42	736,36	301902,59
P185	4223,41	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	21,91	10,65	32,56	406,96	302309,55
P186	4225,00	9,45	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	22,11	10,57	32,68	308,97	302618,52
P187	4242,32	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	28,81	14,10	42,91	536,42	303154,94
P188	4250,00	16,34	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	30,99	13,29	44,29	723,72	303878,66
P189	4275,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	23,94	11,11	35,06	876,38	304755,04
P190	4300,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	26,99	11,94	38,93	973,31	305728,35
P191	4325,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	26,56	15,11	41,67	1041,79	306770,14
P192	4350,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	20,11	16,45	36,55	913,84	307683,98
P193	4375,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	18,53	18,82	37,35	933,66	308617,64
P194	4400,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74404,99	15,93	13,59	29,52	738,11	309355,75
P195	4425,00	25,00	0,00	4,34	4,34	108,60	74513,59	11,11	7,51	18,62	465,40	309821,15
P196	4450,00	25,00	0,00	2,90	2,90	72,43	74586,02	9,08	8,33	17,40	435,10	310256,26

P197	4475,00	25,00	0,00	8,98	8,98	224,52	114876,53	6,73	2,91	9,64	240,95	349497,21
P198	4500,00	16,61	0,00	9,63	9,63	160,04	114974,57	4,22	1,92	6,14	101,93	349599,14
P199	4508,23	12,50	0,00	12,16	12,16	152,01	115009,59	3,05	0,91	3,95	49,39	349648,52
P200	4525,00	20,89	0,00	7,23	7,23	150,91	115210,50	11,92	1,03	12,95	270,50	349919,03
P201	4550,00	18,46	0,26	6,61	6,87	126,75	1154210,25	10,04	0,02	10,06	185,64	350104,67
P202	4561,91	5,96	0,13	5,49	5,62	33,45	115433,10	17,19	0,02	17,21	102,50	350352,21