

N° d'ordre : M..... /GCA/2019

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
MASTER ACADAEMIQUE**

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et ouvrages d'arts (VOA)

Thème

**Etude du dédoublement d'un tronçon de la route reliant Mesra –
limite et la wilaya de Relizane du PK 21+100 Au PK 25+200**

Membres du jury :

- **Président** : Mr.KERAOUTI rabeH
- **Examineur** : Mr.BELGUESMIA Nouredine
- **Encadreur** Mr. ZAOUI mohamed
- **Co Encadreur** : Mr. CHERIF Mourad
- **Invité d'honneur** : Mr. MOKHTARI Charef

Présenté par :

- **Mr** : SENOUCI azeddine
- **Mr** : FEDDAG Charef

Promotion juillet 2019

Remerciements

Toute notre parfaite gratitude, grâce et remerciement sont à Allah le plus puissant, clément et Miséricordieux qui nous a donné la force, le courage et la volonté d'élaborer ce travail.

C'est avec une profonde reconnaissance et une considération particulière que nous remercions notre promoteur Mr. Mourad Cherif pour nous avoir encadré et notamment sa disponibilité de tous les instants ainsi que ses conseils avisés qui ont rendu ce travail possible.

Nos remerciements s'adressent également :

A tous nos enseignants durant toutes les étapes de notre parcours scolaire qui nous a enrichi nos connaissances et notre savoir.

Nous n'oublierons pas les membres du jury Mr. BELGUESMIA qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

A tous ceux qui nous ont assistés de près ou de loin dans la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Charef et azeddine

Sommaire

Introduction	01
Chapitre 01: Présentation de projet	
01. Généralité sur la wilaya de mostaganem.....	03
02. Localisation du projet	04
03. Levé topographique.....	04
04. Objectif du projet	05
05. Les données de base	06
Chapitre 02: Etude de la route existante	
01. Introduction.....	07
02. Détermination des coordonnées des sommets.....	07
03. Calcul de gisements et des angles au centre.....	07
04. Détermination des rayons en plan.....	09
05. Les longueurs du tracé.....	10
06. Environnement de la route	10
6.1 Dénivelée cumulée moyenne	10
6.2 Sinuosité	15
07. Vitesse de référence	16
08. Courbes en plan.....	17
09. Etude du trafic.....	19
10. Application au projet.....	23
Chapitre 03: Etude des variantes	
01. Etude de la variante 01.....	24
02. Etude de la variante 02.....	39
03. Le choix de la variante	54
Chapitre 04: Les raccordements progressives	
01. Définition de la Clothoïde.....	55
02. Propriétés de la Clothoïde	55
03. Longueur de raccordements	56
04. Vérification de non chevauchement	57
05. Les dévers aux rayons en plan.....	58
06. Application au projet	59
Chapitre 05: Profil en long	
01. Introduction.....	64
02. Règles à respecter dans le tracé du profil en long.....	64
03. Coordination du tracé en plan et du profil en long.....	65
04. Eléments constituant la ligne rouge	65
05. Application au projet	66

Chapitre 06: Profil en Travers

01. Définition.....	71
02. Différents types du profil en travers	71
03. Profil en travers type de notre projet	73

Chapitre 07: Paramètre cinématique.

01. Distance de freinage.....	74
02. Temps de reaction.....	75
03. Distance d'arrêt.....	75
04. Distance de sécurité entre deux véhicules.....	76
05. Distance de perception.....	78
06. Manœuvre de dépassement.....	79
07. Application au projet	80

Chapitre 08: Dimensionnement du corps de chaussée

01. Introduction.....	81
02. Facteurs a considères dans le dimensionnement.....	81
03. La chaussée.....	81
04. Les principales méthodes de dimensionnement.....	85
05. Les paramètres de dimensionnement.....	86
06. Application au projet.....	86

Chapitre 09: Cubature

01. Application au projet.....	84
--------------------------------	----

Chapitre 10: Implantation

01. Introduction.....	90
02. Plan de piquetage des axes des voies.....	90
03. Implantation planimétrique des sommets des alignements.....	90
04. Implantation de courbes.....	91
05. Méthode d'implantation.....	91
06. Raccordement progressif.....	92

Chapitre 11: Assainissement

01. Introduction.....	93
02. Objectifs de l'assainissement.....	93
03. Assainissement de la chaussée.....	93
04. Définition des termes hydraulique.....	94
05. Choix des ouvrages d'évacuation.....	94
06. Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter	95

Chapitre 12: Signalisation et éclairage

01. Signalisation	100
1.1 Introduction.....	100
1.2. Catégories de signalisation.....	100
1.3. L'objectif de la signalisation routière.....	100
1.4. Règles à respecter pour la signalisation.....	100
1.5 Types de signalisation.....	101
02. Eclairage.....	103
2.1 Paramètre de l'implantation des luminaires	103
2.2 Catégories d'éclairage.....	103
03. Application au projet.....	103

Chapitre 13: Devis Quantitatif et estimatif

01. Application au projet	104
---------------------------------	-----

Conclusion.....	105
------------------------	------------

DEDICACE

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur
Qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime
Et qu'on remercie en exprimant La gratitude
Et la reconnaissance durant toute notre existence.*

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes chers parents, mes familles et mes proches surtout
Toutes les personnes qui m'ont soutenues et crus
En moi lors de mon parcours
Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin,*

Je le dédie aussi à :

*Tahar Benaissa , Yacine , Meriem ozdmir , Kenza ferrag
, wahid , Sanae, , Abednnour, djilali, Fatima, Ali
benslimane, Abdo Mostefa , Ahmed merzoug , Toumi ,
ilyes djilali hammadi ,
Toute ma promotion 2019.*

Charef

DEDICACE

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur
Qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime
Et qu'on remercie en exprimant La gratitude
Et la reconnaissance durant toute notre existence.*

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes chers parents, mes familles et mes proches surtout
Toutes les personnes qui m'ont soutenues et crus
En moi lors de mon parcours
Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin,*

Je le dédie aussi à :

*Sanae, zoubir, Abednnour, djilali, Fatima, Ali
benslimane, Abdo Mostefa , Ahmed merzoug , Toumi ,
ilyes bouziane , djilali hammadi ,
Toute ma promotion 2019.*

Azeddine



Liste de figures

Figure 01 : Shémat de la wilaya Mostaganem	01
Figure 2 : présentation du notre projet	04
Figure 03 : Tracé de notre projet	05
Figure 4 : détermination de l'angle au centre	08
Figure 05 : éléments d'un clothoïde	55
Figure 06 : la propriété de clothoïde	55
Figure 07 : vérification de non chevauchement	57
Figure 08 : Le profil en long de notre projet	64
Figure 09 : raccordement en Profil en long	67
Figure 10 : la tangente	70
Figure 11 : Les éléments constitutifs du profil en travers type	71
Figure 12 : Distance d'arrêt et de freinage	75
Figure 13 : distance de perception	77
Figure 14 : L'espacement entre deux véhicules	79
Figure 15 : Structure de chaussée type.	82
Figure 16 : Chaussé souple	82
Figure 17 : chaussé semi- rigide	83
Figure 18 : Chaussé rigide	83
Figure 19 : les différentes catégories de chaussée.....	84
Figure20 : Implantation partie circulaire.....	91
Figure21 : Méthode d'implantation	92
Figure 22 : Signalisation Verticale	101
Figure 23 : les lignes « continue et discontinue »	102
Figure 24 : Flèches « rabattement et sélection »	102
Figure 25 : Paramètre de l'implantation	103

Liste des tableaux

Tableau 01: coordonnées des sommets de l'axe de la route existante	08
Tableau 2 : gisement, distance de la route existante	09
Tableau 3 : Tangentes aux cercles et rayons "route existante"	10
Tableau 04 : Dénivelée cumulée route existante	15
Tableau 05 : Type de topographie	15
Tableau 06 : Sinuosité	16
Tableau 07 : Environnement de la route existante	16
Tableau 08 : Vitesse de référence	17
Tableau 09 : Dévers	18
Tableau 10 : Valeur du coefficient ft	18
Tableau 11 : Valeur du coefficient "F"	18
Tableau 12 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques	18
Tableau 13 : récapitulatif des rayons en plan	18
Tableau 14 : les rayons en plan selon B40	18
Tableau 15 : valeurs du coefficient P	21
Tableau 16: Valeurs de K1 en fonction de l'environnement	21
Tableau 17 : Valeurs de K2 en fonction de l'environnement	22
Tableau 18: Valeurs de capacité théorique	22
Tableau 19: Données trafic	23
Tableau 20: Résultats de calcul trafic	23
Tableau21: Coordonnées des points de sommet de la variante (01)	24
Tableau 22 : Valeurs des gisements et des distances et des angles au centre	24
Tableau 23 : Valeurs des rayons, tangente, développées, bissectrices, flèche	25
Tableau 24 : Dénivelée cumulée moyenne (variante 01):	33
Tableau25 : les cubatures approchée du variante 01	38

Tableau 26:coordonnées des sommets de l'axe de la route existante	39
Tableau 27 : gisement, distance de la route existante	39
Tableau 28 : Valeurs des rayons, tangente, développées, bissectrices, flèche	40
Tableau 29 : Dénivelée cumulée moyenne (variante 01):	48
Tableau 30 :Tableau les cubatures approchée du variante 02	53
Tableau 31: Comparaison entre les deux variantes	54
Tableau 32: Devers en fonction de l'environnement	58
Tableau 33: les dévers associés aux rayons de la variante choisi	60
Tableau 34: longueur de la Clothoïde« L »	60
Tableau 35:paramètres de Clothoïde	61
Tableau36 : Variation de devers pour le rayon 450 m	62
Tableau37 : Variation de devers pour le rayon 450 m	63
Tableau 38 : Variation de devers pour le rayon 650 m	63
Tableau 39:Valeur de déclivité maximale	66
Tableau 40: Rayon Convexes (angle saillant)	68
Tableau 41: Rayon Concave (angle rentrant)	70
Tableau42: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40	74
Tableau 43:Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse	79
Tableau 44:Paramètres fondamentaux	80
Tableau 45: coefficient d'équivalence des matériaux	85
Tableau 46:épaisseur du corps de chaussée	87
Tableau 47 cubature	88
Tableau 48: Devis Quantitatif et Estimatif	104

INTRODUCTION

Un réseau routier est un ensemble de routes interconnectées qui permettent aux personnes et aux biens de passer en tant que secteur important de l'économie. Participer et contribuer efficacement au processus de création de richesse dans un pays.

En Algérie le transport routier joue un rôle majeur dans la mesure où la route supporte plus de 80% du trafic de marchandises et voyageurs. Afin de fluidifier le trafic l'état a opté pour un programme portant sur la réalisation des tracés routiers neuf et des mises à niveau routes existantes.

Les techniques auxquelles la route moderne fait appel se sont multipliées et ont pris une grande ampleur à l'heure actuelle, par l'utilisation de la technologie moderne tant dans les tracés routiers que dans les moyens utilisés lors de la construction routière.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la réalisation du dédoublement d'un tronçon routier reliant SIRAT-BOUGUIRAT comme il représente aussi une importance stratégique pour le réseau routier national.

Ce projet de dédoublement étant nécessaire, compte tenu de :

- L'importance de la route existante qui doit supporter l'intensité du trafic actuel.*
- Les différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région*
- la demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe.*

❖ Notre projet présente deux sortes d'avantages:

Les avantages directs : *qui concernent principalement tous les usagers de la route : gain de temps et de confort, garantir la sécurité et l'économie de fonctionnement des véhicules. Ces avantages peuvent être mesurés en unités physiques (heures, nombre d'accidents, de morts de blessés, journées d'hospitalisation, ...).*

Les avantages indirects *qui ne concernent pas directement les usagers de la route, mais la politique du transport et plus généralement, le développement économique national ou local et l'aménagement du territoire.*

❖ Catégorie de la route

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

Les routes Algériennes sont classées en cinq (5) catégories fonctionnelles et sont comme suit :

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

Présentation du projet

1. Généralités sur la wilaya de mostaganem:

La wilaya de Mostaganem est située au nord ouest de l'Algérie et s'étend sur une superficie globale de 226.900 hectares soit 2269 km².

La population de la wilaya est estimée (recensement de 2008) à plus de 737.116 habitants.

Administrativement, la wilaya compte 32 communes dont 10 sont des chefs-lieux de daïra.

La wilaya se situe à 360 Kilomètres de la capitale Alger, et à 80 Km à l'Est d'Oran.

Elle est limitée par :

- **A l'est :** par la wilaya chlef.
- **A l'ouest :** par la wilaya de Oran.
- **Au nord :** par la mer méditerranée
- **Au sud :** par la wilaya de relizane.
- **Au sud- ouest :** par la wilaya de Mascara.

Climat :

Mostaganem se caractérise par un climat semi aride à hiver tempéré. La pluviométrie varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm annuellement.

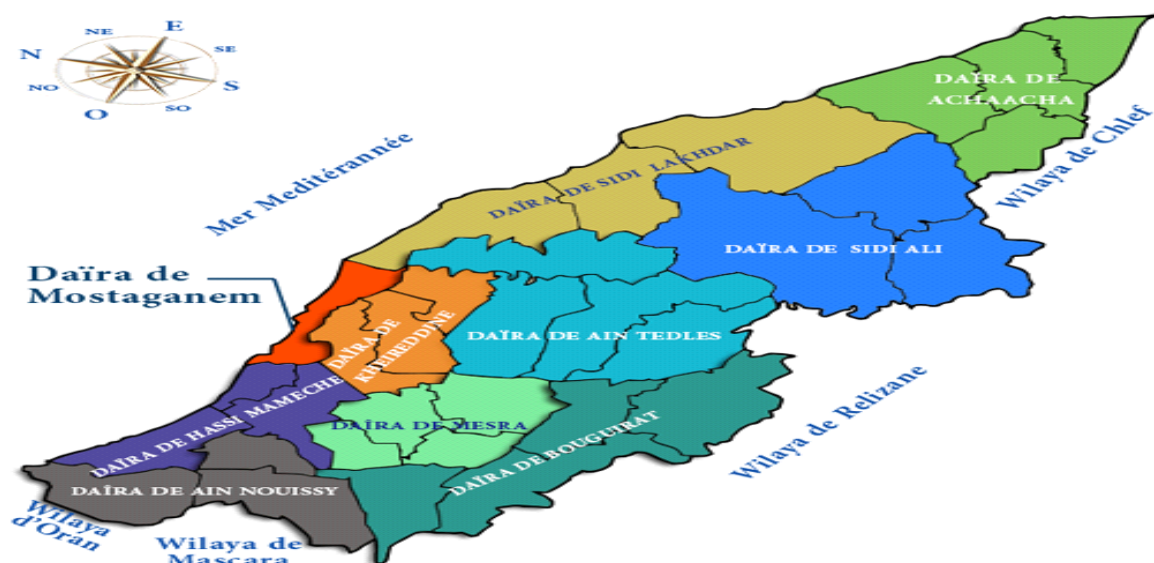


Figure 01 : Shémat du wilaya mostaganem

2. Localisation du projet

Notre projet fait partie du réseau des routes nationales, c'est un tronçon de la **RN 23** situé dans la wilaya de **Mostaganem** reliant la daïra de **bouguirat** à la commune de **Sirat**. Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme national de développement des voies à 2 x 2.

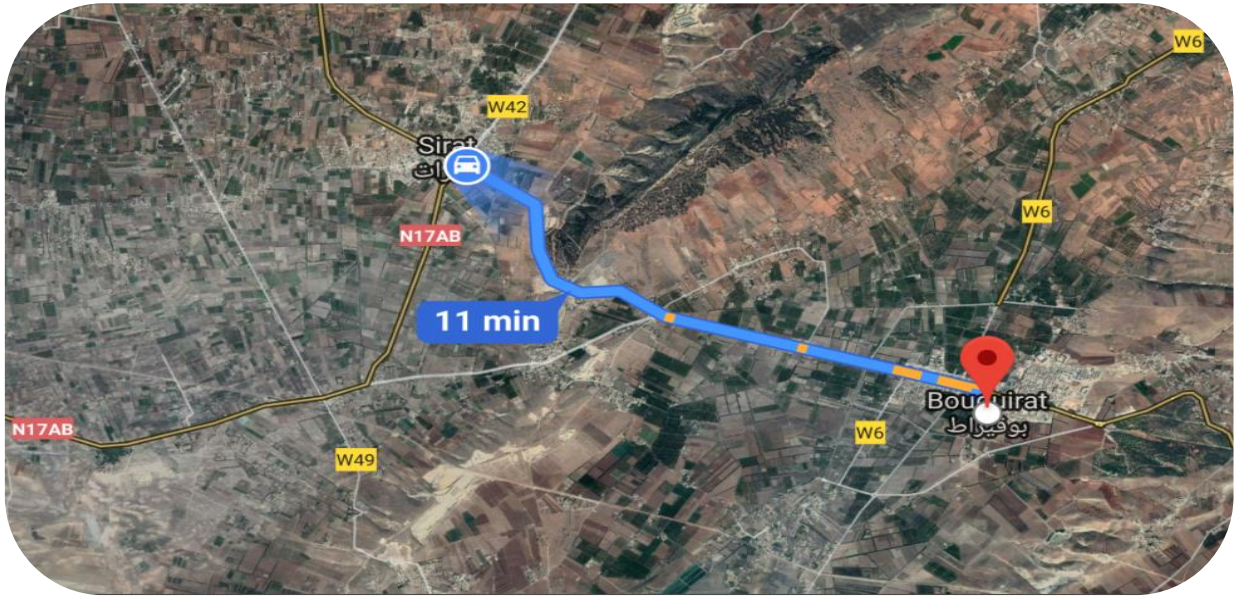


Figure 2 : présentation du notre projet

3. Levé topographique :

Tout projet de route nécessite un document de base, qui est le plan topographique. Pour l'étude de la conception du dédoublement de la **RN23**.

Ce plan doit représenter fidèlement le terrain en question.

- Il représente la forme du sol et des détails qui s'y trouvent, donc il reflète la réalité du projet tel qu'il est avant conception,
- Le nivellement, partie nécessaire du levé, qui permet de donner une côte exacte des points dans chaque profil,
- Il permet d'avoir un devis quantitatif plus exact,

❖ Logiciels utilisés

COVADIS :

Est un logiciel complet, simple et interactif de topographie et de conception VRD, il garanti une approche globale ainsi qu'une maîtrise totale de tous projets d'aménagements.

AUTOCAD :

Auto CAD est un logiciel de dessin et de conception assistés par ordinateur. Le logiciel est édité par la société Auto Desk.

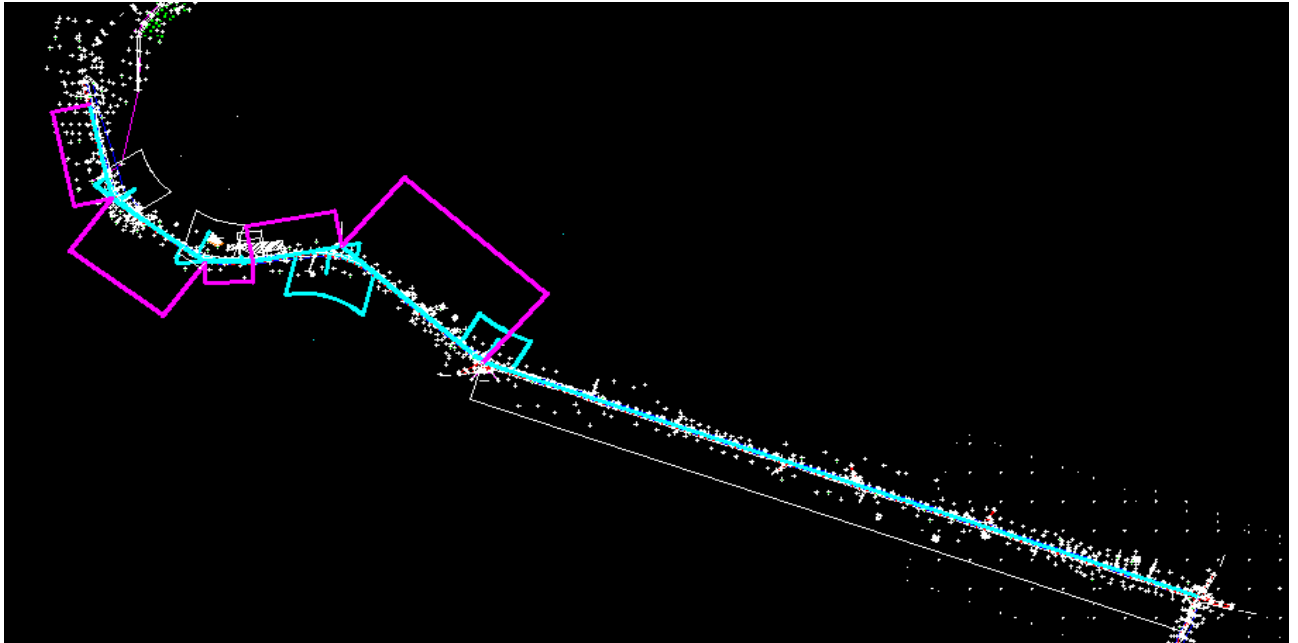


Figure 03 : Tracé de notre projet

4. Objectif du projet :

*Dans le cadre de la réalisation de l'étude du dédoublement de la **RN23** entre **Sirat** et **bougirat**, et afin de préserver l'environnement concerné par ce projet qui répond à une demande de transport qui ne cesse d'augmenter, il permettra aux usagers de l'axe RN23 :*

- *La facilité de la fluidité du trafic venant de la wilaya de **RELIZANE**.*
- *Amélioration de la sécurité.*
- *Limiter les encombrements sur les routes et le cout de l'énergie supportée par les automobilistes.*
- *Réduire la congestion et les temps de déplacement pour le conducteur.*

5. Les données de base :

❖ Le trafic

- ❖ - TMJA : **6000 V/J**
- ❖ - Pourcentage de poids lourds : **35%**
- ❖ - Le taux d'accroissement : $\tau = 7\%$
- ❖ - Année origine = **2015**
- ❖ - Durée d'étude et de mise en service : **3 ans** (année de mise en service : **2017**)
- ❖ - Durée de vie : **15 ans**

❖ Profil en travers type :

- Accotement $2 \times 2 \text{ m}$
- Largeur de la route $2 \times 7 \text{ m}$
- Terre-plein centrale de $0,5 \text{ m}$

❖ La route bidirectionnelle

- Accotement de **2.00 m**
- Largeur de la route $2 \times 3.5 \text{ m}$

❖ L'indice CBR : 9

ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE

1- Introduction

La route existante est composée de cinq virages successifs. Elle est d'une longueur d'environ **4156 m** et d'une largeur de **7.00 m**.

L'étude de cette route est axée sur les différentes étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées des sommets
- Mesure des longueurs des tangentes
- Détermination des rayons des parties circulaires
- Calcul du pourcentage d'alignement droit et courbe
- L'environnement de la route :
 - Dénivelée cumulée
 - Sinuosité
- Vitesse de référence V_r
- Calcul des rayons en plan RH_m , RH_N , RH_d et RH_{nd}
- Etude de trafic
- Conclusion

2- Détermination des coordonnées des sommets

Une fois les coordonnées relevées, on calcule les gisements de tous les directions définissant les alignements droits, on détermine ensuite les angles au centres de chaque raccordements et enfin on procède à la mesure des longueurs des tangentes et ceci dans le but de calculer les rayons planimétrique des virages de la route existante.

3. Calcul de gisements et des angles au centre

α -Gisement

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

Exemple : Calcul du Gisement de la direction S1S2

$$G_{S_1S_2} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_{S_2} - X_{S_1}}{Y_{S_2} - Y_{S_1}}$$

b-Distance

La distance **S1S2** est donnée par la relation :

$$S_1S_2 = \sqrt{(X_{S_2} - X_{S_1})^2 + (Y_{S_2} - Y_{S_1})^2}$$

c-L'angle au centre

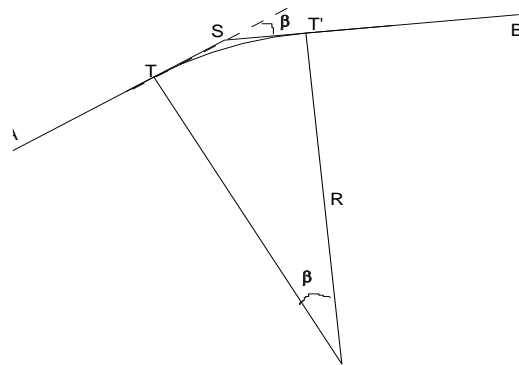


Figure 4 : détermination de l'angle au centre

D'après le cas de figure, l'angle au centre β est donné par : $\beta = G_{SB} - G_{AS}$

❖ **Les résultats :**

Coordonnées des points de sommet de la route existante

N	X (m)	Y (m)
1	250134.558	3960073.147
2	247832.625	3960878.080
3	247374.734	3961277.534
4	247089.899	3961226.418
5	246935.176	3961222.685
6	246634.726	3961444.962
7	246563.766	3961765.846

Tableau 01: coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

Valeurs des gisements et des distances et des angles au centre :

<u>Gisements (gr)</u>		<u>Angle au centre (gr)</u>		<u>Distances (m)</u>
G1-2	321,415	$\beta_1 =$	24,273	2438,608
G2-3	345,668			607,641
G3-4	288,695	$\beta_2 =$	56,993	289,385
G5-6	298,464			154,768
G6-7	340,550	β_3	9,769	373,734
G7-8	386,145			328,636
		$\beta_4 =$	42,086	
		$\beta_5 =$	45,595	

Tableau 2 : gisement, distance de la route existante

.4-Détermination des rayons en plan

Le tracé de la route existante est composé de cinq (5) virages.

Tangente

$$ST = ST' = R \cdot \text{tg} \frac{\beta}{2}$$

Bissectrice

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

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

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

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

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
$\beta_1 = 24,273$	500	96,491	190,478	9,225	9,058
$\beta_2 = 56,933$	300	143,863	268,473	32,711	29,495
$\beta_3 = 9,769$	500	38,438	76,723	1,475	1,470
$\beta_4 = 42,086$	250	85,782	165,267	14,307	13,533
$\beta_5 = 45,595$	250	93,559	179,054	16,933	15,859

Tableau 3 : Tangentes aux cercles et rayons "route existante"

5- Les longueurs de tracé

❖ La longueur totale de tracé mesuré L_t : $L_t = 4156,44 \text{ m}$

❖ La longueur totale des arcs de cercles calculée L_c : $L_c = 879,995 \text{ m}$

❖ La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = L_t - L_c = 4156,44 - 879,934 \quad LAD = 3276,445 \text{ m}$$

❖ Pourcentage d'alignement droit : $\% \text{ alignement Droit} = 79\%$

❖ Pourcentage courbe : $\% \text{ Courbe} = 21\%$

D'après les résultats précédents : **la Condition est vérifiée**

6- Environnement de la route

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

1. La dénivelée cumulée moyenne **DC**
2. La sinuosité σ

6.1 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)**

	Distance (m)	Altitude (m)	DN (m)	Déclivités %
1	0.00	72.91		
2	25.00	72.54	-0.37	-1.47
3	25.00	72.42	-0.12	-0.49
4	25.00	72.43	0.02	0.07
5	25.00	72.40	-0.03	-0.13
6	25.00	72.23	-0.17	-0.68
7	25.00	72.35	0.12	0.47
8	25.00	72.04	-0.31	-1.25
9	25.00	72.16	0.12	0.47
10	25.00	72.46	0.30	1.22
11	25.00	72.46	0.00	0.00
12	25.00	72.08	-0.38	-1.51
13	25.00	71.94	-0.14	-0.55
14	25.00	72.03	0.08	0.33
15	25.00	71.58	-0.44	-1.77
16	25.00	72.16	0.58	2.30
17	25.00	71.97	-0.19	-0.74
18	25.00	71.37	-0.60	-2.42
19	25.00	71.75	0.38	1.53
20	25.00	71.39	-0.36	-1.43
21	25.00	71.84	0.45	1.79
22	25.00	71.81	-0.03	-0.12
23	25.00	71.67	-0.14	-0.55
24	25.00	71.72	0.05	0.20
25	25.00	71.70	-0.02	-0.06
26	25.00	71.60	-0.10	-0.41
27	25.00	71.75	0.15	0.62
28	25.00	71.69	-0.07	-0.26
29	25.00	71.74	0.05	0.19
30	25.00	71.70	-0.04	-0.15
31	25.00	71.61	-0.08	-0.34
32	25.00	71.54	-0.07	-0.29
33	25.00	71.66	0.12	0.48

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

34	25.00	71.66	0.00	0.01
35	25.00	71.14	-0.52	-2.09
36	25.00	71.40	0.26	1.05
37	25.00	71.75	0.35	1.40
38	25.00	71.78	0.03	0.12
39	25.00	71.72	-0.06	-0.26
40	25.00	71.95	0.23	0.92
41	25.00	71.95	0.00	0.00
42	25.00	71.99	0.04	0.16
43	25.00	71.98	-0.01	-0.02
44	25.00	71.97	-0.01	-0.05
45	25.00	71.98	0.01	0.05
46	25.00	71.94	-0.04	-0.17
47	25.00	71.93	-0.01	-0.03
48	25.00	71.68	-0.25	-1.02
49	25.00	71.74	0.06	0.25
50	25.00	71.69	-0.05	-0.21
51	25.00	71.86	0.18	0.71
52	25.00	71.91	0.05	0.18
53	25.00	71.92	0.01	0.04
54	25.00	71.66	-0.26	-1.04
55	25.00	71.79	0.13	0.54
56	25.00	71.92	0.12	0.49
57	25.00	71.89	-0.03	-0.10
58	25.00	71.77	-0.12	-0.49
59	25.00	72.00	0.23	0.92
60	25.00	72.14	0.15	0.58
61	25.00	71.98	-0.16	-0.62
62	25.00	71.99	0.00	0.02
63	25.00	72.31	0.32	1.28
64	25.00	72.37	0.06	0.25
65	25.00	72.43	0.06	0.22
66	25.00	72.40	-0.02	-0.10
67	25.00	72.39	-0.01	-0.06
68	25.00	72.34	-0.05	-0.19
69	25.00	72.86	0.52	2.09
70	25.00	72.96	0.10	0.38
71	25.00	73.10	0.14	0.56
72	25.00	73.15	0.05	0.20
73	25.00	73.34	0.20	0.79
74	25.00	73.42	0.07	0.28
75	25.00	73.46	0.05	0.19
76	25.00	73.57	0.11	0.42
77	25.00	73.61	0.04	0.16

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

78	25.00	73.75	0.14	0.56
79	25.00	73.93	0.18	0.72
80	25.00	74.09	0.16	0.65
81	25.00	73.92	-0.18	-0.70
82	25.00	74.42	0.50	2.00
83	25.00	74.58	0.17	0.67
84	25.00	74.79	0.20	0.81
85	25.00	74.85	0.06	0.25
86	25.00	74.91	0.06	0.26
87	25.00	75.33	0.42	1.68
88	25.00	75.32	-0.02	-0.07
89	25.00	75.70	0.38	1.53
90	25.00	76.09	0.39	1.57
91	25.00	76.30	0.21	0.84
92	25.00	76.52	0.22	0.86
93	25.00	76.76	0.25	0.98
94	25.00	77.02	0.26	1.03
95	17.20	77.22	0.20	1.14
96	7.80	77.16	-0.05	-0.68
97	25.00	77.53	0.36	1.45
98	25.00	77.65	0.12	0.48
99	25.00	78.31	0.67	2.67
100	25.00	78.81	0.49	1.97
101	25.00	79.15	0.34	1.37
102	25.00	79.73	0.58	2.31
103	25.00	79.88	0.15	0.62
104	7.68	79.97	0.09	1.22
105	17.32	80.22	0.24	1.40
106	25.00	80.60	0.39	1.55
107	25.00	80.58	-0.02	-0.08
108	25.00	80.99	0.40	1.61
109	25.00	81.83	0.84	3.36
110	25.00	82.29	0.47	1.87
111	25.00	82.94	0.65	2.59
112	25.00	83.86	0.92	3.67
113	25.00	84.37	0.51	2.05
114	25.00	84.65	0.28	1.12
115	25.00	85.03	0.38	1.50
116	25.00	85.71	0.68	2.72
117	25.00	85.69	-0.01	-0.06
118	25.00	86.67	0.97	3.89
119	24.94	87.16	0.50	2.00
120	0.06	87.17	0.00	5.30
121	25.00	87.63	0.46	1.85

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

122	25.00	88.17	0.54	2.16
123	25.00	88.93	0.76	3.04
124	25.00	89.88	0.95	3.81
125	25.00	90.89	1.01	4.03
126	25.00	92.39	1.50	6.00
127	25.00	93.43	1.04	4.16
128	25.00	94.97	1.53	6.14
129	25.00	96.54	1.57	6.28
130	25.00	96.70	0.16	0.63
131	18.41	96.73	0.04	0.21
132	6.59	96.92	0.19	2.84
133	25.00	97.63	0.71	2.84
134	25.00	98.38	0.75	3.01
135	25.00	98.89	0.51	2.03
136	25.00	99.67	0.78	3.13
137	0.38	99.68	0.01	2.80
138	24.62	100.36	0.68	2.76
139	25.00	101.02	0.66	2.63
140	25.00	101.66	0.64	2.56
141	2.10	101.71	0.05	2.58
142	22.90	102.43	0.72	3.15
143	7.65	102.68	0.25	3.22
144	17.35	103.30	0.62	3.56
145	25.00	103.76	0.46	1.84
146	25.00	104.18	0.42	1.68
147	25.00	105.90	1.72	6.88
148	25.00	108.02	2.12	8.49
149	25.00	103.38	-4.64	-18.57
150	22.92	102.86	-0.51	-2.24
151	2.08	102.82	-0.04	-2.11
152	25.00	101.47	-1.35	-5.38
153	25.00	99.30	-2.18	-8.71
154	25.00	101.44	2.14	8.58
155	25.00	100.98	-0.47	-1.86
156	25.00	99.66	-1.31	-5.25
157	25.00	100.52	0.85	3.41
158	25.00	102.69	2.17	8.69
159	17.31	101.65	-1.04	-6.00
160	7.69	100.41	-1.24	-16.18
161	25.00	101.48	1.07	4.28
162	25.00	98.14	-3.34	-13.35
163	25.00	99.01	0.87	3.47
164	25.00	96.48	-2.52	-10.10
165	25.00	96.64	0.16	0.65

166	25.00	94.37	-2.28	-9.11
167	21.37	93.63	-0.74	-3.45
168	3.63	93.48	-0.15	-4.10
169	25.00	92.72	-0.77	-3.06
170	25.00	92.50	-0.22	-0.87
171	25.00	92.00	-0.50	-2.00
172	25.00	91.28	-0.71	-2.85
173	25.00	90.57	-0.72	-2.87
174	25.00	88.80	-1.77	-7.07
175	25.00	89.06	0.26	1.05
176	25.00	88.36	-0.70	-2.81
177	25.00	87.36	-1.01	-4.02
178	6.44	87.39	0.04	0.59
Σ	4156.44		14.49	
		H/L (%)	0.35	

Tableau 04 : Dénivelée cumulée route existante

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

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

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

$$Dc = 0,35\%$$

Tableau 05 : Type de topographie

$$Dc = 0.35\% < 1.5 \%$$

Donc : Le terrain est : **Plat**

6.2- 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 200 m.

$$\sigma = \frac{L_s}{L}$$

$$\sigma = \frac{0}{4156} = 0$$

Avec :

- L_s : la somme des développées des rayons inférieur ou égale à **200m**
- L : la longueur total de la route
- $L_s = \sum D (R \leq 200 m)$

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

N°	Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.1$
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

Tableau 06 : Sinuosité

Sinuosité : faible

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

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

Tableau 07 : Environnement de la route existante

Dans notre cas nous avons :

Un terrain est: **Plat**

Une Sinuosité : **Sinuosité faible**

L'environnement de la route est : **E1**

7- 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 permet de déterminée la 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

Tableau 08 : Vitesse de référence

Vitesse Vr = **100 km/h**

8- Courbes en plan

- **Le rayon minimal absolu RHm :**

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

$$RHm = \frac{Vr(km/h)^2}{127(d_{max} + ft)}$$

- **Le rayon minimal normal RHN**

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

$$RHN = \frac{(Vr + 20)^2}{127(ft + d)}$$

Avec : $d = d_{max} - 2\%$

- **Le rayon au dévers minimal RHd**

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

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2 \cdot d_{min})}$$

- **Le rayon non déversé RHnd**

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

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

Détermination des dévers d_{max} et d_{min}

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
d_{min}	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
d_{max}	7%	7%	8%	8%	9%

Tableau 09 : Dévers

Détermination du coefficient transversal ft

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

Tableau 10 : Valeur du coefficient ft

Tableau des coefficients F'' en fonction de la catégorie

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
F''	0,06	0,06	0,07	0,075	0,075

Tableau 11 : Valeur du coefficient " F'' "

Tableau récapitulatif

$d_{max} =$	7,00%
$d_{min} =$	2,50%
$ft =$	0,11
$d =$	0,05
$F'' =$	0,06

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

Le calcul des rayons en plan nous donnent les résultats suivants

catégorie	RHM	RHN	RHD	RHND
1	437.45	708.66	1574.80	2249.72

Tableau 13 : récapitulatif des rayons en plan

NB : En comparant les résultats ci dessus avec les valeurs de B40 on aura :

RHM	RHN	RHD	RHND
450	650	1600	2200

Tableau 14 : les rayons en plan selon B40

9- Etude du trafic

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier.

L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des flux transitoires :

- *De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération a nature des flux, pour déterminer les points d'échange*
- *Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les Investissements*
- *Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.*
- *Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.*

a. - Analyse du trafic

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires à savoir:

- **Comptages manuels**
- **Comptages automatiques**

Ces deux types, permettent de mesurer le trafic sur un tronçon. En ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs ont maintenant la capacité de discriminer les véhicules légers et les poids lourds.

Les enquêtes de type cordon : elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.

Les enquêtes qualitatives : elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement...etc.

b. Différents types de trafics

• **Trafic normal**

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

• **Trafic dévié**

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

• **Trafic induit**

Est le nouveau trafic attiré suite à l'amélioration du niveau de service de la route aménagée.

• **Trafics total**

C'est le trafic total sur le nouveau aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie.

c. Modèles de présentation de trafic

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

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

d. Calcul de la capacité

• **Définition de la capacité**

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons.

La capacité dépend:

- *Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins en rase campagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible)*
- *Des conditions météorologiques.*
- *Des caractéristiques géométriques de la route.*

• **Détermination de nombre de voies**

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant, soit par défaut, soit par insuffisance.

Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

- **Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon**

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

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n$$

T_0, τ, n : sont définies précédemment

- **Calcul des trafics effectifs**

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particulières (U.V.P) en fonction du Type de route et de l'environnement (vallonnée, en plaine,...).

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P).

Le trafic effectif est donné par la relation : **Teff = [(1 - Z) + PZ]. Tn**

Avec :

Teff : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2,5	5	10
4 voies et +	2	4	8

Tableau 15 : valeurs du coefficient P

Ce tableau nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « **P** » pour le poids lourd en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

- **Débit de point horaire normal**

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

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{eff}$$

Avec :

$\left(\frac{1}{n}\right)$: Coefficient de pointe prise égale 0.12

Q : est exprimé en UVP/h.

- **Débit horaire admissible**

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

$$Q_{adm} (uvp/h) = K_1.K_2. Cth$$

Avec :

K_1 : coefficient lié à l'environnement.

K_2 : coefficient de réduction de capacité.

Cth : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Valeurs de K_1 :

Coefficient K_1					
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Tableau 16 : Valeurs de K_1 en fonction de l'environnement

Valeurs de K_2 :

Coefficient K_2			
Envir.	E1	E2	E3
K_2	0,75	0,85	0,90 à 0,95

Tableau 17 : Valeurs de K_2 en fonction de l'environnement-

Valeurs de Cth : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

- **Capacité théorique**

Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau 18 : Valeurs de capacité théorique

- **Calcul du nombre de voie**

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare Q à Q_{adm} et on prend le profil permettant d'avoir : $Q_{adm} = Q$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport $S \cdot Q / Q_{adm}$

Avec :

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

Q_{adm} : débit admissible par voie

10. Application au projet

❖ Données :

TMJA	6000 V/J
?	7%
% Poids lourd	35%
Année de comptage	2015
Année de mise en service	2017
Durée de vie	15
Coefficient d'équivalence P	3,00
K_1	1,00
K_2	0,75

Tableau 19: Données trafic

❖ Les résultats :

Trafic de l'année de mise en service "T1"	7350 V/J
Trafic de l'année horizon " T15 "	20279 UVP/J
Trafic effectif " Teff "	34475 UVP/J
Débit horaire prévisible "Q"	4137 UVP/h
Capacité théorique "Cth"	2000 UVP/h
Débit admissible "Qadmi"	1500 UVP/h
Nombre de voie "n"	2

Tableau 20 : Résultats de calcul trafic

ETUDE DU VARIANTES

1. Etude de la variante 1 :

La nouvelle route (variante 01) est composée de trois virages successifs. Elle est d'une longueur d'environ **4149,93 m** et d'une largeur de **23 m**.

❖ Coordonnées des points de sommet de la variante (01)

N	X (m)	Y (m)
1	246558.027	3961765.689
2	246688.840	3961176.934
3	247401.575	3961262.260
4	247859.150	3960862.249
5	250125.377	3960070.551

Tableau 21 : Coordonnées des points de sommet de la variante (01)

❖ Valeurs des gisements et des distances et des angles au centre :

Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
G1-2	186.081	$\beta_1 =$	93.666	603.112
G2-3	92.414			717.824
G3-4	145.733	$\beta_2 =$	53.318	607.769
G5-6	121.396			2400.536
		β_3	24.336	

Tableau 22 : Valeurs des gisements et des distances et des angles au centre

Tous les calculs de rayon de **la variante 01** sont illustrés dans le tableau suivant :

Angles au centre (gr)	Rayons (m)	tangentes (m)	Développées (m)	Bissectrices (m)	Flèches (m)
$\beta_1 = -93.666$	450	407.315	662,090	158.108	116.372
$\beta_2 = 53.318$	450	200.287	376,885	44.505	38.882
$\beta_3 = -24.336$	650	125.772	248,484	13.265	11.836

Tableau 23 : Valeurs des rayons, tangente, développées, bissectrices, flèche

❖ **Les longueurs de tracé**

- La longueur totale de tracé mesuré L_T **$L_t = 4149,93m$**

- La longueur totale des arcs de cercles calculée: L_C **$L_C = 1287,459 m$**

- La longueur totale des alignements droits mesurée : L_{AD}

$$L_{AD} = L_T - L_C = 4149,93 - 1287,459 \qquad \qquad \qquad L_{AD} = 2862,471m$$

- Pourcentage d'alignement droit : **% alignement Droit = 68,9%**

- Pourcentage courbe : **% Courbe = 31,1%**

D'après les résultats précédents : **la Condition est vérifié**

❖ ***Dénivelée cumulée moyenne (variante 01):***

	Distance (m)	Altitude (m)	DN (m)	Déclivités %
1	0.00	86.40	-	-
2	25.00	87.56	1.16	-1.30
3	25.00	88.53	-0.03	-0.43
4	25.00	88.91	0.38	0.10
5	25.00	89.24	0.33	-0.17
6	25.00	90.42	-0.17	-0.75
7	25.00	90.75	0.12	0.47
8	25.00	91.71	-0.31	-1.25
9	20.79	91.66	0.12	0.47
10	4.21	91.72	0.30	1.22
11	25.00	92.53	0.00	0.00
12	25.00	93.92	-0.38	-1.51
13	25.00	96.06	-0.14	-0.55
14	25.00	96.37	0.08	0.33
15	25.00	97.16	-0.44	-1.77
16	25.00	98.05	0.58	2.30
17	25.00	99.84	-0.19	-0.74
18	25.00	101.03	-0.60	-2.42
19	25.00	100.23	0.38	1.53
20	25.00	98.99	-0.36	-1.43
21	25.00	97.30	0.45	1.79
22	25.00	94.76	-0.03	-0.12
23	25.00	95.13	-0.14	-0.55

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

24	25.00	96.98	0.05	0.20
25	25.00	99.51	-0.02	-0.06
26	25.00	101.96	-0.10	-0.41
27	25.00	103.83	0.15	0.62
28	25.00	105.09	-0.07	-0.26
29	25.00	107.13	0.05	0.19
30	25.00	105.58	-0.04	-0.15
31	25.00	104.10	-0.08	-0.34
32	25.00	103.67	-0.07	-0.29
33	25.00	103.05	0.12	0.48
34	25.00	102.27	0.00	0.01
35	25.00	101.55	-0.52	-2.09
36	25.00	100.91	0.26	1.05
37	7.88	100.70	0.35	1.40
38	17.12	100.25	0.03	0.12
39	25.00	99.55	-0.06	-0.26
40	25.00	98.70	0.23	0.92
41	25.00	97.44	0.00	0.00
42	18.10	96.78	0.04	0.16
43	6.90	96.62	-0.01	-0.02
44	25.00	95.96	-0.01	-0.05
45	25.00	95.01	0.01	0.05
46	25.00	93.83	-0.04	-0.17
47	25.00	92.67	-0.01	-0.03

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

48	25.00	91.39	-0.25	-1.02
49	25.00	89.81	0.06	0.25
50	25.00	88.78	-0.05	-0.21
51	25.00	87.92	0.18	0.71
52	25.00	87.12	0.05	0.18
53	25.00	86.94	0.01	0.04
54	25.00	86.76	-0.26	-1.04
55	25.00	86.91	0.13	0.54
56	25.00	86.26	0.12	0.49
57	25.00	85.62	-0.03	-0.10
58	19.98	85.53	-0.12	-0.49
59	5.02	85.45	0.23	0.92
60	25.00	84.91	0.15	0.58
61	25.00	84.95	-0.16	-0.62
62	25.00	84.46	0.00	0.02
63	25.00	83.20	0.32	1.28
64	25.00	82.52	0.06	0.25
65	25.00	82.59	0.06	0.22
66	25.00	81.18	-0.02	-0.10
67	25.00	80.70	-0.01	-0.06
68	25.00	80.83	-0.05	-0.19
69	25.00	80.54	0.52	2.09
70	25.00	80.06	0.10	0.38
71	1.69	80.04	0.14	0.56

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

72	23.31	79.79	0.05	0.20
73	25.00	79.26	0.20	0.79
74	25.00	78.80	0.07	0.28
75	25.00	78.41	0.05	0.19
76	25.00	77.86	0.11	0.42
77	25.00	77.56	0.04	0.16
78	25.00	77.21	0.14	0.56
79	25.00	77.07	0.18	0.72
80	25.00	76.74	0.16	0.65
81	25.00	76.13	-0.18	-0.70
82	0.17	76.13	0.50	2.00
83	24.83	75.93	0.17	0.67
84	25.00	75.65	0.20	0.81
85	25.00	75.30	0.06	0.25
86	25.00	75.03	0.06	0.26
87	25.00	75.59	0.42	1.68
88	25.00	74.96	-0.02	-0.07
89	25.00	74.84	0.38	1.53
90	25.00	74.76	0.39	1.57
91	25.00	74.65	0.21	0.84
92	25.00	74.16	0.22	0.86
93	25.00	74.09	0.25	0.98
94	25.00	74.17	0.26	1.03
95	25.00	73.97	0.20	1.14

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

96	25.00	73.78	-0.05	-0.68
97	25.00	73.66	0.36	1.45
98	25.00	73.69	0.12	0.48
99	25.00	73.50	0.67	2.67
100	25.00	73.25	0.49	1.97
101	25.00	73.15	0.34	1.37
102	25.00	72.94	0.58	2.31
103	25.00	72.85	0.15	0.62
104	25.00	72.73	0.09	1.22
105	25.00	72.72	0.24	1.40
106	25.00	72.77	0.39	1.55
107	25.00	72.54	-0.02	-0.08
108	25.00	72.24	0.40	1.61
109	25.00	71.90	0.84	3.36
110	25.00	71.67	0.47	1.87
111	25.00	71.71	0.65	2.59
112	25.00	71.81	0.92	3.67
113	25.00	71.78	0.51	2.05
114	25.00	71.76	0.28	1.12
115	25.00	71.70	0.38	1.50
116	25.00	71.70	0.68	2.72
117	25.00	71.86	-0.01	-0.06
118	25.00	71.73	0.97	3.89
119	25.00	71.67	0.50	2.00

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

120	25.00	71.63	0.00	5.30
121	25.00	71.46	0.46	1.85
122	25.00	71.49	0.54	2.16
123	25.00	71.43	0.76	3.04
124	25.00	71.63	0.95	3.81
125	25.00	71.68	1.01	4.03
126	25.00	71.68	1.50	6.00
127	25.00	71.63	1.04	4.16
128	25.00	71.79	1.53	6.14
129	25.00	71.69	1.57	6.28
130	25.00	71.90	0.16	0.63
131	25.00	71.85	0.04	0.21
132	25.00	71.73	0.19	2.84
133	25.00	71.72	0.71	2.84
134	25.00	71.78	0.75	3.01
135	25.00	71.91	0.51	2.03
136	25.00	71.66	0.78	3.13
137	25.00	71.33	0.01	2.80
138	25.00	70.94	0.68	2.76
139	25.00	71.08	0.66	2.63
140	25.00	71.52	0.64	2.56
141	25.00	71.45	0.05	2.58
142	25.00	71.48	0.72	3.15
143	25.00	71.60	0.25	3.22

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

144	25.00	71.60	0.62	3.56
145	25.00	71.56	0.46	1.84
146	25.00	71.39	0.42	1.68
147	25.00	71.37	1.72	6.88
148	25.00	71.34	2.12	8.49
149	25.00	71.38	-4.64	-18.57
150	25.00	71.57	-0.51	-2.24
151	25.00	71.53	-0.04	-2.11
152	25.00	71.60	-1.35	-5.38
153	25.00	71.43	-2.18	-8.71
154	25.00	71.42	2.14	8.58
155	25.00	71.27	-0.47	-1.86
156	25.00	71.59	-1.31	-5.25
157	25.00	71.84	0.85	3.41
158	25.00	71.85	2.17	8.69
159	25.00	71.48	-1.04	-6.00
160	25.00	71.67	-1.24	-16.18
161	25.00	71.68	1.07	4.28
162	25.00	71.88	-3.34	-13.35
163	25.00	71.93	0.87	3.47
164	25.00	72.13	-2.52	-10.10
165	25.00	72.01	0.16	0.65
166	25.00	71.83	-2.28	-9.11
167	25.00	71.97	-0.74	-3.45

168	25.00	71.97	-0.15	-4.10
169	25.00	71.98	-0.77	-3.06
170	25.00	72.14	-0.22	-0.87
171	25.00	72.04	-0.50	-2.00
172	25.00	72.40	-0.71	-2.85
173	24.93	72.68	-0.72	-2.87
Σ	4149.93		14.49	
		H/L (%)	0, 33 %	

Tableau 24 : Dénivelée cumulée moyenne (variante 01)

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

$$D_c = \frac{|-13.72|}{4149.93} = 0.0330 \qquad D_c = 0, 33\%$$

$$D_c = 0.33\% < 1.5\%$$

Donc le terrain est : Plat

❖ **Sinuosité :**

$$\sigma = \frac{L_s}{L} \qquad \sigma = \frac{0}{4149.93} = 0$$

Donc la sinuosité est : faible

Dans notre cas nous avons :

Un terrain est: **Plat**

Et une Sinuosité : Sinuosité faible

L'environnement de la route est : E1

❖ Calcul les cubatures approchée du variante 01 :

N° de profile	Distance	L appliq	Altitude projet	Altitude TN	H	SD (-)	SR (+)	VD	VR
1	0.00	0	86.4	86.40	0.00	0	0.03	0	0
2	25.00	12.5	87.27	87.56	0.29	4.66		58.31	0.00
3	25.00	25	88.13	88.53	0.40	6.59		164.80	0.00
4	25.00	25	89	88.91	0.09		2.04	0.00	51.01
5	25.00	25	89.87	89.24	0.63		15.05	0.00	376.20
6	25.00	25	90.74	90.42	0.32		7.43	0.00	185.86
7	25.00	25	91.61	90.75	0.86		20.82	0.00	520.38
8	25.00	25	92.47	91.71	0.76		18.40	0.00	460.11
9	20.79	22.8966	93.2	91.66	1.54		39.07	0.00	894.66
10	4.21	12.5	93.34	91.72	1.62		41.21	0.00	515.13
11	25.00	14.6034	94.21	92.53	1.68		43.01	0.00	628.03
12	25.00	25	95.08	93.92	1.16		28.70	0.00	717.46
13	25.00	25	95.95	96.06	0.11	1.85		46.17	0.00
14	25.00	25	96.81	96.37	0.44		10.36	0.00	258.98
15	25.00	25	97.68	97.16	0.52		12.45	0.00	311.29
16	25.00	25	98.55	98.05	0.50		11.80	0.00	294.92
17	25.00	25	99.39	99.84	0.45	7.34		183.42	0.00
18	25.00	25	100.17	101.03	0.86	14.42		360.50	0.00
19	25.00	25	100.86	100.23	0.63		15.09	0.00	377.26
20	25.00	25	101.47	98.99	2.48		66.38	0.00	1659.61
21	25.00	25	102.01	97.30	4.71		141.73	0.00	3543.31
22	25.00	25	102.47	94.76	7.71		266.32	0.00	6658.02
23	25.00	25	102.84	95.13	7.71		266.51	0.00	6662.87
24	25.00	25	103.15	96.98	6.17		198.96	0.00	4973.88
25	25.00	25	103.37	99.51	3.86		111.23	0.00	2780.83
26	25.00	25	103.52	101.96	1.56		39.66	0.00	991.51
27	25.00	25	103.58	103.83	0.25	4.11		102.68	0.00
28	25.00	25	103.57	105.09	1.52	26.62		665.57	0.00
29	25.00	25	103.48	107.13	3.65	71.71		1792.65	0.00
30	25.00	25	103.32	105.58	2.26	41.29		1032.25	0.00
31	25.00	25	103.07	104.10	1.03	17.50		437.44	0.00
32	25.00	25	102.75	103.67	0.92	15.65		391.26	0.00
33	25.00	25	102.35	103.05	0.70	11.66		291.42	0.00
34	25.00	25	101.87	102.27	0.40	6.61		165.34	0.00
35	25.00	25	101.31	101.55	0.24	3.96		98.88	0.00
36	25.00	25	100.67	100.91	0.24	3.93		98.35	0.00

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

37	7.88	16.4414	100.46	100.70	0.24	3.96		65.08	0.00
38	17.12	12.5	99.96	100.25	0.29	4.67		58.35	0.00
39	25.00	21.0586	99.17	99.55	0.38	6.16		129.81	0.00
40	25.00	25	98.3	98.70	0.40	6.63		165.64	0.00
41	25.00	25	97.35	97.44	0.09	1.48		36.89	0.00
42	18.10	21.5491	96.65	96.78	0.13	2.02		43.54	0.00
43	6.90	12.5	96.39	96.62	0.23	3.75		46.93	0.00
44	25.00	15.9509	95.44	95.96	0.52	8.56		136.48	0.00
45	25.00	25	94.52	95.01	0.49	8.07		201.79	0.00
46	25.00	25	93.63	93.83	0.20	3.28		81.94	0.00
47	25.00	25	92.76	92.67	0.09		2.14	0.00	53.62
48	25.00	25	91.91	91.39	0.52		12.39	0.00	309.82
49	25.00	25	91.09	89.81	1.28		31.92	0.00	797.98
50	25.00	25	90.3	88.78	1.52		38.37	0.00	959.19
51	25.00	25	89.53	87.92	1.61		40.94	0.00	1023.44
52	25.00	25	88.78	87.12	1.66		42.24	0.00	1056.02
53	25.00	25	88.06	86.94	1.12		27.55	0.00	688.67
54	25.00	25	87.37	86.76	0.61		14.67	0.00	366.81
55	25.00	25	86.7	86.91	0.21	3.40		85.10	0.00
56	25.00	25	86.05	86.26	0.21	3.48		86.99	0.00
57	25.00	25	85.43	85.62	0.19	3.09		77.31	0.00
58	19.98	22.49175	84.95	85.53	0.58	9.65		216.95	0.00
59	5.02	12.5	84.84	85.45	0.61	10.15		126.84	0.00
60	25.00	15.00825	84.27	84.91	0.64	10.71		160.77	0.00
61	25.00	25	83.72	84.95	1.23	21.15		528.67	0.00
62	25.00	25	83.2	84.46	1.26	21.74		543.60	0.00
63	25.00	25	82.71	83.20	0.49	8.09		202.17	0.00
64	25.00	25	82.24	82.52	0.28	4.54		113.38	0.00
65	25.00	25	81.79	82.59	0.80	13.45		336.26	0.00
66	25.00	25	81.37	81.18	0.19		4.49	0.00	112.25
67	25.00	25	80.98	80.70	0.28		6.48	0.00	161.91
68	25.00	25	80.61	80.83	0.22	3.65		91.18	0.00
69	25.00	25	80.25	80.54	0.29	4.78		119.60	0.00
70	25.00	25	79.91	80.06	0.15	2.42		60.48	0.00
71	1.69	13.34285	79.88	80.04	0.16	2.51		33.45	0.00
72	23.31	12.5	79.56	79.79	0.23	3.79		47.32	0.00
73	25.00	24.15715	79.21	79.26	0.05	0.73		17.64	0.00
74	25.00	25	78.86	78.80	0.06		1.46	0.00	36.43
75	25.00	25	78.51	78.41	0.10		2.26	0.00	56.42
76	25.00	25	78.16	77.86	0.30		7.04	0.00	175.93
77	25.00	25	77.82	77.56	0.26		5.97	0.00	149.24
78	25.00	25	77.49	77.21	0.28		6.68	0.00	166.92
79	25.00	25	77.17	77.07	0.10		2.40	0.00	60.09
80	25.00	25	76.87	76.74	0.13		2.98	0.00	74.62
81	25.00	25	76.57	76.13	0.44		10.36	0.00	259.04

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

82	0.17	12.5847	76.57	76.13	0.44		10.45	0.00	131.50
83	24.83	12.5	76.29	75.93	0.36		8.56	0.00	106.98
84	25.00	24.9153	76.03	75.65	0.38		9.04	0.00	225.26
85	25.00	25	75.77	75.30	0.47		11.10	0.00	277.62
86	25.00	25	75.53	75.03	0.50		11.89	0.00	297.37
87	25.00	25	75.3	75.59	0.29	4.72		117.98	0.00
88	25.00	25	75.08	74.96	0.12		2.76	0.00	68.96
89	25.00	25	74.88	74.84	0.04		0.83	0.00	20.81
90	25.00	25	74.69	74.76	0.07	1.07		26.87	0.00
91	25.00	25	74.51	74.65	0.14	2.31		57.79	0.00
92	25.00	25	74.34	74.16	0.18		4.19	0.00	104.77
93	25.00	25	74.18	74.09	0.09		2.01	0.00	50.31
94	25.00	25	74.04	74.17	0.13	2.08		52.06	0.00
95	25.00	25	73.91	73.97	0.06	1.00		25.10	0.00
96	25.00	25	73.78	73.78	0.00			0.00	0.00
97	25.00	25	73.65	73.66	0.01	0.15		3.80	0.00
98	25.00	25	73.52	73.69	0.17	2.69		67.25	0.00
99	25.00	25	73.39	73.50	0.11	1.75		43.65	0.00
100	25.00	25	73.26	73.25	0.01		0.21	0.00	5.29
101	25.00	25	73.13	73.15	0.02	0.29		7.29	0.00
102	25.00	25	73	72.94	0.06		1.37	0.00	34.23
103	25.00	25	72.87	72.85	0.02		0.40	0.00	10.07
104	25.00	25	72.75	72.73	0.02		0.47	0.00	11.63
105	25.00	25	72.63	72.72	0.09	1.44		35.92	0.00
106	25.00	25	72.53	72.77	0.24	3.82		95.50	0.00
107	25.00	25	72.42	72.54	0.12	1.99		49.66	0.00
108	25.00	25	72.33	72.24	0.09		2.12	0.00	53.04
109	25.00	25	72.24	71.90	0.34		7.96	0.00	198.93
110	25.00	25	72.16	71.67	0.49		11.60	0.00	289.90
111	25.00	25	72.08	71.71	0.37		8.61	0.00	215.17
112	25.00	25	72.01	71.81	0.20		4.76	0.00	118.98
113	25.00	25	71.95	71.78	0.17		3.93	0.00	98.13
114	25.00	25	71.89	71.76	0.13		3.09	0.00	77.37
115	25.00	25	71.84	71.70	0.15		3.37	0.00	84.16
116	25.00	25	71.79	71.70	0.09		1.99	0.00	49.84
117	25.00	25	71.75	71.86	0.11	1.75		43.69	0.00
118	25.00	25	71.72	71.73	0.01	0.18		4.56	0.00
119	25.00	25	71.69	71.67	0.02		0.39	0.00	9.73
120	25.00	25	71.67	71.63	0.05		1.04	0.00	25.95
121	25.00	25	71.66	71.46	0.20		4.71	0.00	117.86
122	25.00	25	71.64	71.49	0.15		3.52	0.00	87.97
123	25.00	25	71.63	71.43	0.20		4.61	0.00	115.26
124	25.00	25	71.62	71.63	0.01	0.12		3.00	0.00
125	25.00	25	71.61	71.68	0.07	1.18		29.49	0.00
126	25.00	25	71.6	71.68	0.08	1.27		31.84	0.00

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

127	25.00	25	71.59	71.63	0.04	0.62		15.60	0.00
128	25.00	25	71.58	71.79	0.21	3.42		85.60	0.00
129	25.00	25	71.57	71.69	0.12	1.89		47.22	0.00
130	25.00	25	71.56	71.90	0.34	5.63		140.68	0.00
131	25.00	25	71.55	71.85	0.30	4.91		122.67	0.00
132	25.00	25	71.53	71.73	0.20	3.32		82.97	0.00
133	25.00	25	71.52	71.72	0.20	3.32		82.93	0.00
134	25.00	25	71.51	71.78	0.27	4.37		109.24	0.00
135	25.00	25	71.5	71.91	0.41	6.73		168.20	0.00
136	25.00	25	71.49	71.66	0.17	2.72		68.07	0.00
137	25.00	25	71.48	71.33	0.15		3.55	0.00	88.68
138	25.00	25	71.47	70.94	0.53		12.56	0.00	314.05
139	25.00	25	71.46	71.08	0.38		8.96	0.00	224.04
140	25.00	25	71.45	71.52	0.07	1.05		26.15	0.00
141	25.00	25	71.43	71.45	0.02	0.25		6.21	0.00
142	25.00	25	71.42	71.48	0.06	0.89		22.20	0.00
143	25.00	25	71.41	71.60	0.19	3.12		78.01	0.00
144	25.00	25	71.4	71.60	0.20	3.26		81.62	0.00
145	25.00	25	71.4	71.56	0.16	2.59		64.76	0.00
146	25.00	25	71.39	71.39	0.00	0.05		1.16	0.00
147	25.00	25	71.39	71.37	0.02		0.49	0.00	12.21
148	25.00	25	71.4	71.34	0.06		1.41	0.00	35.27
149	25.00	25	71.41	71.38	0.03		0.68	0.00	17.00
150	25.00	25	71.42	71.57	0.15	2.48		61.99	0.00
151	25.00	25	71.44	71.53	0.09	1.48		37.05	0.00
152	25.00	25	71.46	71.60	0.14	2.22		55.39	0.00
153	25.00	25	71.49	71.43	0.06		1.41	0.00	35.21
154	25.00	25	71.52	71.42	0.10		2.40	0.00	60.03
155	25.00	25	71.55	71.27	0.28		6.54	0.00	163.40
156	25.00	25	71.59	71.59	0.00		0.03	0.00	0.75
157	25.00	25	71.64	71.84	0.20	3.17		79.24	0.00
158	25.00	25	71.68	71.85	0.17	2.78		69.62	0.00
159	25.00	25	71.74	71.48	0.26		5.97	0.00	149.24
160	25.00	25	71.79	71.67	0.12		2.74	0.00	68.49
161	25.00	25	71.85	71.68	0.17		3.88	0.00	96.95
162	25.00	25	71.91	71.88	0.03		0.71	0.00	17.63
163	25.00	25	71.98	71.93	0.05		1.26	0.00	31.51
164	25.00	25	72.05	72.13	0.08	1.33		33.29	0.00
165	25.00	25	72.12	72.01	0.11		2.58	0.00	64.52
166	25.00	25	72.19	71.83	0.36		8.40	0.00	210.05
167	25.00	25	72.26	71.97	0.29		6.72	0.00	167.88
168	25.00	25	72.33	71.97	0.36		8.40	0.00	210.11
169	25.00	25	72.4	71.98	0.42		9.91	0.00	247.63
170	25.00	25	72.47	72.14	0.33		7.77	0.00	194.37
171	25.00	25	72.54	72.04	0.50		11.97	0.00	299.33

172	25.00	25	72.61	72.40	0.21		4.82	0.00	120.45
173	24.93	24.9642	72.68	72.68	0.00		0.08	0.00	1.90
							Total =	11938.52	45087.55

Tableau 25 : les cubatures approchées de la variante 01

*Le volume déblais approchée: **11938.52 m***
*Le volume remblais approchée: **45087.55 m***
*L'excès des remblais : **33149.55 m***

2. Etude de la variante 2 :

*La nouvelle route (variante 02) est composée de **04** virages successifs. Elle est d'une longueur d'environ **4130.953 m** et d'une largeur de **23 m**.*

❖ **Coordonnées des points de sommet de la route existante**

N	X(m)	Y(m)
1	246569.638	3961768.269
2	246700.181	3961178.292
3	247378.493	3961259.496
4	247865.216	3960872.669
5	249172.949	3960417.644
6	250125.377	3960070.551

Tableau 26 : coordonnées des sommets de l'axe de la route existante

❖ **Valeurs des gisements et des distances et des angles au centre :**

<u>Gisements (gr)</u>		<u>Angle au centre (gr)</u>		<u>Distances (m)</u>
G1.2	186,136	β1	93,722	604,247
G2-3	92,414			683,154
G3-4	142,751	β2	50,336	621,719
G5-6	121,317			1384,634
G6-7	122,248	β3	21,434	1013,702
		B4	0,931	

Tableau 27 : gisement, distance de la route existante

Tous les calculs de rayon de **la variante 2** sont illustrés dans le tableau suivant :

Angles au centre (gr)	Rayons (m)	tangentes (m)	Développées (m)	Bissectrices (m)	Flèches (m)
β1 = -93.722	450	407.677	662.483	157.207	116.506
β2 = 50.336	450	187.791	355.808	37.612	34.710
β3 = -21.434	1200	203.943	404.028	17.207	16.963
β4 = 0.931	5000	36.562	73.124	-0.1337	0.1337

Tableau 28 : Valeurs des rayons, tangente, développées, bissectrices, flèche

❖ **Les longueurs de tracé**

- La longueur totale de tracé mesuré LT

$L_t = 4130.953m$

• La longueur totale des arcs de cercles calculée: LC **LC= 1495.445 m**

• La longueur totale des alignements droits mesurée : LAD

$$LAD = L_T - LC = 4130.953 - 1495.445 \qquad L_{AD} = 2635.508 \text{ m}$$

• Pourcentage d'alignement droit : **% alignement Droit = 63.8%**

• Pourcentage courbe : **% Courbe = 36.2%**

D'après les résultats précédents : **la Condition est vérifié**

❖ **Dénivelée cumulée moyenne (variante 02):**

	Distance (m)	Altitude (m)	DN (m)	Déclivités %
1	0.000	87.950		
2	25.000	88.123	0.17	-1.47
3	25.000	89.316	1.19	-0.49
4	25.000	89.167	-1.14	0.07
5	25.000	90.934	1.76	-0.13
6	25.000	90.988	0.05	-0.68
7	25.000	91.639	0.12	0.47
8	25.000	93.507	-0.31	-1.25
9	21.570	93.751	0.12	0.47

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

10	3.430	93.802	0.30	1.22
11	25.000	93.321	0.00	0.00
12	25.000	94.747	-0.38	-1.51
13	25.000	97.204	-0.14	-0.55
14	25.000	98.509	0.08	0.33
15	25.000	99.820	-0.44	-1.77
16	25.000	98.629	0.58	2.30
17	25.000	101.497	-0.19	-0.74
18	25.000	100.595	-0.60	-2.42
19	25.000	101.693	0.38	1.53
20	25.000	100.386	-0.36	-1.43
21	25.000	97.825	0.45	1.79
22	25.000	95.417	-0.03	-0.12
23	25.000	95.405	-0.14	-0.55
24	25.000	97.383	0.05	0.20
25	25.000	100.050	-0.02	-0.06
26	25.000	102.554	-0.10	-0.41
27	25.000	104.062	0.15	0.62
28	25.000	105.220	-0.07	-0.26
29	25.000	106.675	0.05	0.19
30	25.000	104.536	-0.04	-0.15
31	25.000	104.198	-0.08	-0.34
32	25.000	103.324	-0.07	-0.29
33	25.000	102.680	0.12	0.48
34	25.000	101.908	0.00	0.01
35	25.000	101.269	-0.52	-2.09
36	25.000	100.629	0.26	1.05

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

37	9.053	100.389	0.35	1.40
38	15.947	99.959	0.03	0.12
39	25.000	99.215	-0.06	-0.26
40	25.000	98.169	0.23	0.92
41	21.739	97.076	0.00	0.00
42	3.261	96.776	0.04	0.16
43	25.000	96.295	-0.01	-0.02
44	25.000	95.488	-0.01	-0.05
45	25.000	94.321	0.01	0.05
46	25.000	93.082	-0.04	-0.17
47	25.000	91.785	-0.01	-0.03
48	25.000	90.342	-0.25	-1.02
49	25.000	88.986	0.06	0.25
50	25.000	87.883	-0.05	-0.21
51	25.000	87.136	0.18	0.71
52	25.000	86.320	0.05	0.18
53	25.000	85.984	0.01	0.04
54	25.000	86.047	-0.26	-1.04
55	25.000	86.075	0.13	0.54
56	25.000	85.301	0.12	0.49
57	2.547	85.232	-0.03	-0.10
58	22.453	85.462	-0.12	-0.49
59	25.000	84.929	0.23	0.92
60	25.000	84.685	0.15	0.58
61	25.000	84.398	-0.16	-0.62
62	25.000	83.580	0.00	0.02
63	25.000	82.790	0.32	1.28

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

64	25.000	82.758	0.06	0.25
65	25.000	81.926	0.06	0.22
66	25.000	80.747	-0.02	-0.10
67	7.531	80.703	-0.01	-0.06
68	17.469	81.048	-0.05	-0.19
69	25.000	80.938	0.52	2.09
70	25.000	80.441	0.10	0.38
71	25.000	79.948	0.14	0.56
72	25.000	79.505	0.05	0.20
73	25.000	79.334	0.20	0.79
74	25.000	78.711	0.07	0.28
75	25.000	78.094	0.05	0.19
76	25.000	77.643	0.11	0.42
77	25.000	77.418	0.04	0.16
78	25.000	77.023	0.14	0.56
79	25.000	76.734	0.18	0.72
80	25.000	76.272	0.16	0.65
81	25.000	76.311	-0.18	-0.70
82	25.000	75.996	0.50	2.00
83	25.000	75.815	0.17	0.67
84	11.559	75.895	0.20	0.81
85	13.441	75.788	0.06	0.25
86	25.000	75.593	0.06	0.26
87	25.000	74.985	0.42	1.68
88	25.000	74.960	-0.02	-0.07
89	25.000	74.934	0.38	1.53
90	25.000	74.781	0.39	1.57

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

91	25.000	74.596	0.21	0.84
92	25.000	74.111	0.22	0.86
93	25.000	73.872	0.25	0.98
94	25.000	73.969	0.26	1.03
95	25.000	73.788	0.20	1.14
96	25.000	73.631	-0.05	-0.68
97	25.000	73.528	0.36	1.45
98	25.000	73.473	0.12	0.48
99	25.000	73.428	0.67	2.67
100	25.000	73.290	0.49	1.97
101	25.000	73.106	0.34	1.37
102	25.000	73.034	0.58	2.31
103	25.000	72.867	0.15	0.62
104	25.000	72.944	0.09	1.22
105	25.000	72.827	0.24	1.40
106	25.000	72.477	0.39	1.55
107	25.000	72.410	-0.02	-0.08
108	25.000	72.371	0.40	1.61
109	25.000	72.449	0.84	3.36
110	25.000	72.371	0.47	1.87
111	25.000	72.288	0.65	2.59
112	25.000	72.122	0.92	3.67
113	25.000	72.132	0.51	2.05
114	25.000	72.104	0.28	1.12
115	25.000	71.816	0.38	1.50
116	25.000	71.781	0.68	2.72
117	25.000	71.929	-0.01	-0.06

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

118	25.000	71.874	0.97	3.89
119	25.000	71.858	0.50	2.00
120	25.000	71.740	0.00	5.30
121	25.000	71.933	0.46	1.85
122	25.000	71.758	0.54	2.16
123	25.000	71.669	0.76	3.04
124	25.000	71.741	0.95	3.81
125	25.000	71.699	1.01	4.03
126	25.000	71.722	1.50	6.00
127	25.000	71.687	1.04	4.16
128	25.000	71.866	1.53	6.14
129	25.000	71.905	1.57	6.28
130	25.000	71.953	0.16	0.63
131	5.687	71.961	0.04	0.21
132	19.313	71.953	0.19	2.84
133	25.000	71.673	0.71	2.84
134	25.000	71.857	0.75	3.01
135	3.812	71.855	0.51	2.03
136	21.189	71.698	0.78	3.13
137	25.000	71.474	0.01	2.80
138	25.000	71.669	0.68	2.76
139	25.000	71.832	0.66	2.63
140	25.000	71.331	0.64	2.56
141	25.000	71.483	0.05	2.58
142	25.000	71.569	0.72	3.15
143	25.000	71.592	0.25	3.22
144	25.000	71.617	0.62	3.56

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

145	25.000	71.657	0.46	1.84
146	25.000	71.727	0.42	1.68
147	25.000	71.707	1.72	6.88
148	25.000	71.768	2.12	8.49
149	25.000	71.801	-4.64	-18.57
150	25.000	71.726	-0.51	-2.24
151	25.000	71.723	-0.04	-2.11
152	25.000	71.678	-1.35	-5.38
153	25.000	71.731	-2.18	-8.71
154	25.000	71.859	2.14	8.58
155	25.000	71.570	-0.47	-1.86
156	25.000	71.301	-1.31	-5.25
157	25.000	71.852	0.85	3.41
158	25.000	71.731	2.17	8.69
159	25.000	72.071	-1.04	-6.00
160	25.000	71.541	-1.24	-16.18
161	25.000	71.635	1.07	4.28
162	25.000	72.060	-3.34	-13.35
163	25.000	71.979	0.87	3.47
164	25.000	72.030	-2.52	-10.10
165	25.000	72.214	0.16	0.65
166	25.000	72.023	-2.28	-9.11
167	25.000	71.986	-0.74	-3.45
168	25.000	72.221	-0.15	-4.10
169	25.000	72.154	-0.77	-3.06
170	25.000	72.059	-0.22	-0.87
171	25.000	72.217	-0.50	-2.00

172	25.000	72.152	-0.71	-2.85
173	25.000	72.503	-0.72	-2.87
174	25.000	72.511	-1.77	-7.07
175	5.951	72.677	0.26	1.05
Σ	4130.951		14.49	
		H/L (%)	0.37	

Tableau 29 : Dénivelée cumulée moyenne (variante 01):

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

$$D_c = \frac{|-15.273|}{4149.93} = 0.0369 \qquad D_c = 0,37\%$$

$$D_c = 0.37\% < 1.5\%$$

Donc le terrain est : **Plat**

❖ **Sinuosité :**

$$\sigma = \frac{L_s}{L} \qquad \sigma = \frac{0}{4149.93} = 0$$

Donc la sinuosité est : **faible**

Dans notre cas nous avons :

Un terrain est: **Plat**

Et une Sinuosité : **Sinuosité faible**

L'environnement de la route est : E1

❖ Calcul les cubatures approchée du variante 02 :

N° de profile	Distance	L appliq	Altitude projet	Altitude TN	H	SD(-)	SR(+)	vd	vr
1	0.00	0.00	87.95	87.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	25.00	12.50	88.95	88.12	0.83	-	20.05	0.00	250.68
3	25.00	25.00	89.94	89.32	0.62	-	14.94	0.00	373.40
4	25.00	25.00	90.94	89.17	1.77	-	45.49	0.00	1137.14
5	25.00	25.00	91.94	90.93	1.01	-	24.65	0.00	616.34
6	25.00	25.00	92.94	90.99	1.95	-	50.61	0.00	1265.29
7	25.00	25.00	93.93	91.64	2.29	-	60.56	0.00	1514.08
8	25.00	25.00	94.93	93.51	1.42	-	35.76	0.00	894.09
9	21.57	23.28	95.79	93.75	2.04	-	53.12	0.00	1236.93
10	3.43	12.50	95.93	93.80	2.13	-	55.75	0.00	696.85
11	25.00	14.22	96.93	93.32	3.61	-	102.55	0.00	1457.78
12	25.00	25.00	97.92	94.75	3.17	-	88.08	0.00	2201.94
13	25.00	25.00	98.92	97.20	1.72	-	43.89	0.00	1097.19
14	25.00	25.00	99.92	98.51	1.41	-	35.43	0.00	885.78
15	25.00	25.00	100.91	99.82	1.09	-	26.84	0.00	671.11
16	25.00	25.00	101.91	98.63	3.28	-	91.61	0.00	2290.18
17	25.00	25.00	102.91	101.50	1.41	-	35.49	0.00	887.35
18	25.00	25.00	103.86	100.59	3.27	-	91.10	0.00	2277.54
19	25.00	25.00	104.70	101.69	3.01	-	82.73	0.00	2068.26
20	25.00	25.00	105.43	100.39	5.04	-	154.17	0.00	3854.18
21	25.00	25.00	106.07	97.83	8.24	-	291.59	0.00	7289.77
22	25.00	25.00	106.60	95.42	11.18	-	444.79	0.00	11119.67
23	25.00	25.00	107.02	95.40	11.62	-	469.52	0.00	11737.97
24	25.00	25.00	107.34	97.38	9.96	-	377.71	0.00	9442.70
25	25.00	25.00	107.56	100.05	7.51	-	257.35	0.00	6433.82
26	25.00	25.00	107.67	102.55	5.12	-	156.95	0.00	3923.68
27	25.00	25.00	107.68	104.06	3.62	-	102.86	0.00	2571.56
28	25.00	25.00	107.58	105.22	2.36	-	62.64	0.00	1566.09
29	25.00	25.00	107.38	106.67	0.71	-	16.97	0.00	424.20
30	25.00	25.00	107.08	104.54	2.54	-	68.21	0.00	1705.19
31	25.00	25.00	106.67	104.20	2.47	-	66.03	0.00	1650.71
32	25.00	25.00	106.16	103.32	2.84	-	77.30	0.00	1932.47
33	25.00	25.00	105.54	102.68	2.86	-	78.05	0.00	1951.31
34	25.00	25.00	104.82	101.91	2.91	-	79.68	0.00	1992.07
35	25.00	25.00	104.00	101.27	2.73	-	74.00	0.00	1849.94

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

36	25.00	25.00	103.07	100.63	2.44	-	65.08	0.00	1627.02
37	9.05	17.03	102.70	100.39	2.31	-	61.16	0.00	1041.36
38	15.95	12.50	102.03	99.96	2.07	-	54.07	0.00	675.87
39	25.00	20.47	100.90	99.21	1.69	-	43.02	0.00	880.82
40	25.00	25.00	99.68	98.17	1.51	-	38.17	0.00	954.24
41	21.74	23.37	98.61	97.08	1.53	-	38.81	0.00	906.95
42	3.26	12.50	98.46	96.78	1.68	-	42.99	0.00	537.43
43	25.00	14.13	97.23	96.29	0.94	-	22.82	0.00	322.44
44	25.00	25.00	96.01	95.49	0.52	-	12.41	0.00	310.18
45	25.00	25.00	94.83	94.32	0.51	-	12.11	0.00	302.70
46	25.00	25.00	93.69	93.08	0.61	-	14.53	0.00	363.34
47	25.00	25.00	93.59	91.78	1.81	-	46.41	0.00	1160.34
48	25.00	25.00	91.53	90.34	1.19	-	29.45	0.00	736.16
49	25.00	25.00	90.52	88.99	1.53	-	38.81	0.00	970.29
50	25.00	25.00	89.54	87.88	1.66	-	42.24	0.00	1055.88
51	25.00	25.00	88.61	87.14	1.47	-	37.16	0.00	929.03
52	25.00	25.00	87.72	86.32	1.40	-	35.14	0.00	878.50
53	25.00	25.00	86.87	85.98	0.89	-	21.56	0.00	538.95
54	25.00	25.00	86.06	86.05	0.01	-	0.29	0.00	7.31
55	25.00	25.00	85.30	86.08	0.78	13.00	-	325.06	0.00
56	25.00	25.00	84.57	85.30	0.73	12.23	-	305.63	0.00
57	2.55	13.77	84.50	85.23	0.73	12.25	-	168.70	0.00
58	22.45	12.50	83.89	85.46	1.57	27.63	-	345.31	0.00
59	25.00	23.73	83.25	84.93	1.68	29.68	-	704.18	0.00
60	25.00	25.00	82.65	84.68	2.03	36.70	-	917.38	0.00
61	25.00	25.00	82.09	84.40	2.31	42.25	-	1056.22	0.00
62	25.00	25.00	81.57	83.58	2.01	36.21	-	905.15	0.00
63	25.00	25.00	81.10	82.79	1.69	29.89	-	747.21	0.00
64	25.00	25.00	80.67	82.76	2.09	37.77	-	944.14	0.00
65	25.00	25.00	80.28	81.93	1.65	29.04	-	725.89	0.00
66	25.00	25.00	79.93	80.75	0.82	13.73	-	343.27	0.00
67	7.53	16.27	79.83	80.70	0.87	14.74	-	239.68	0.00
68	17.47	12.50	79.62	81.05	1.43	24.88	-	311.04	0.00
69	25.00	21.23	79.35	80.94	1.59	27.93	-	593.11	0.00
70	25.00	25.00	79.13	80.44	1.31	22.69	-	567.14	0.00
71	25.00	25.00	78.94	79.95	1.01	17.14	-	428.51	0.00
72	25.00	25.00	78.75	79.50	0.75	12.65	-	316.21	0.00
73	25.00	25.00	78.57	79.33	0.76	12.81	-	320.28	0.00
74	25.00	25.00	78.39	78.71	0.32	5.23	-	130.77	0.00
75	25.00	25.00	78.20	78.09	0.11	-	2.46	0.00	61.60
76	25.00	25.00	78.02	77.64	0.38	-	8.90	0.00	222.41
77	25.00	25.00	77.83	77.42	0.41	-	9.73	0.00	243.27
78	25.00	25.00	77.65	77.02	0.63	-	15.02	0.00	375.39
79	25.00	25.00	77.46	76.73	0.73	-	17.49	0.00	437.15
80	25.00	25.00	77.28	76.27	1.01	-	24.72	0.00	617.90
81	25.00	25.00	77.10	76.31	0.79	-	19.09	0.00	477.34

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

82	25.00	25.00	76.91	76.00	0.91	-	22.27	0.00	556.75
83	25.00	25.00	76.73	75.82	0.91	-	22.29	0.00	557.33
84	11.56	18.28	76.64	75.90	0.74	-	17.96	0.00	328.25
85	13.44	12.50	76.54	75.79	0.75	-	18.15	0.00	226.90
86	25.00	19.22	76.36	75.59	0.77	-	18.53	0.00	356.18
87	25.00	25.00	76.17	74.98	1.19	-	29.37	0.00	734.23
88	25.00	25.00	75.99	74.96	1.03	-	25.27	0.00	631.77
89	25.00	25.00	75.80	74.93	0.87	-	21.04	0.00	525.95
90	25.00	25.00	75.62	74.78	0.84	-	20.35	0.00	508.76
91	25.00	25.00	75.44	74.60	0.84	-	20.47	0.00	511.76
92	25.00	25.00	75.25	74.11	1.14	-	28.14	0.00	703.44
93	25.00	25.00	75.07	73.87	1.20	-	29.70	0.00	742.47
94	25.00	25.00	74.89	73.97	0.92	-	22.46	0.00	561.45
95	25.00	25.00	74.71	73.79	0.92	-	22.48	0.00	561.90
96	25.00	25.00	74.54	73.63	0.91	-	22.15	0.00	553.79
97	25.00	25.00	74.38	73.53	0.85	-	20.68	0.00	516.93
98	25.00	25.00	74.22	73.47	0.75	-	18.03	0.00	450.70
99	25.00	25.00	74.07	73.43	0.64	-	15.37	0.00	384.36
100	25.00	25.00	73.92	73.29	0.63	-	15.09	0.00	377.26
101	25.00	25.00	73.77	73.11	0.66	-	15.93	0.00	398.33
102	25.00	25.00	73.63	73.03	0.60	-	14.24	0.00	355.96
103	25.00	25.00	73.50	72.87	0.63	-	15.16	0.00	379.06
104	25.00	25.00	73.37	72.94	0.43	-	10.07	0.00	251.82
105	25.00	25.00	73.25	72.83	0.42	-	10.01	0.00	250.18
106	25.00	25.00	73.13	72.48	0.65	-	15.66	0.00	391.59
107	25.00	25.00	73.02	72.41	0.61	-	14.58	0.00	364.52
108	25.00	25.00	72.91	72.37	0.54	-	12.84	0.00	320.94
109	25.00	25.00	72.81	72.45	0.36	-	8.50	0.00	212.40
110	25.00	25.00	72.72	72.37	0.35	-	8.22	0.00	205.48
111	25.00	25.00	72.62	72.29	0.33	-	7.81	0.00	195.33
112	25.00	25.00	72.54	72.12	0.42	-	9.87	0.00	246.66
113	25.00	25.00	72.46	72.13	0.33	-	7.71	0.00	192.81
114	25.00	25.00	72.38	72.10	0.28	-	6.46	0.00	161.56
115	25.00	25.00	72.31	71.82	0.49	-	11.73	0.00	293.20
116	25.00	25.00	72.24	71.78	0.46	-	10.87	0.00	271.64
117	25.00	25.00	72.18	71.93	0.25	-	5.88	0.00	146.93
118	25.00	25.00	72.13	71.87	0.26	-	5.99	0.00	149.72
119	25.00	25.00	72.08	71.86	0.22	-	5.18	0.00	129.62
120	25.00	25.00	72.04	71.74	0.30	-	7.03	0.00	175.76
121	25.00	25.00	72.00	71.93	0.07	-	1.55	0.00	38.81
122	25.00	25.00	71.96	71.76	0.20	-	4.72	0.00	117.98
123	25.00	25.00	71.93	71.67	0.26	-	6.11	0.00	152.69
124	25.00	25.00	71.90	71.74	0.16	-	3.69	0.00	92.26
125	25.00	25.00	71.87	71.70	0.17	-	3.98	0.00	99.48
126	25.00	25.00	71.84	71.72	0.12	-	2.73	0.00	68.14
127	25.00	25.00	71.81	71.69	0.12	-	2.85	0.00	71.18

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

128	25.00	25.00	71.78	71.87	0.09	1.39	-	34.67	0.00
129	25.00	25.00	71.75	71.90	0.15	2.50	-	62.40	0.00
130	25.00	25.00	71.72	71.95	0.23	3.79	-	94.68	0.00
131	5.69	15.34	71.71	71.96	0.25	4.08	-	62.54	0.00
132	19.31	12.50	71.69	71.95	0.26	4.27	-	53.38	0.00
133	25.00	22.16	71.66	71.67	0.01	0.21	-	4.61	0.00
134	25.00	25.00	71.64	71.86	0.22	3.51	-	87.77	0.00
135	3.81	14.41	71.64	71.85	0.21	3.48	-	50.17	0.00
136	21.19	12.50	71.62	71.70	0.08	1.25	-	15.60	0.00
137	25.00	23.09	71.60	71.47	0.13	2.03	-	46.85	0.00
138	25.00	25.00	71.59	71.67	0.08	1.27	-	31.63	0.00
139	25.00	25.00	71.59	71.83	0.24	3.93	-	98.31	0.00
140	25.00	25.00	71.58	71.33	0.25	-	5.83	0.00	145.80
141	25.00	25.00	71.58	71.48	0.10	-	2.25	0.00	56.13
142	25.00	25.00	71.59	71.57	0.02	0.33	0.48	8.33	11.98
143	25.00	25.00	71.60	71.59	0.01	0.13	0.19	3.36	4.83
144	25.00	25.00	71.61	71.62	0.01	0.12	-	2.92	0.00
145	25.00	25.00	71.63	71.66	0.03	0.43	-	10.74	0.00
146	25.00	25.00	71.65	71.73	0.08	1.24	-	31.11	0.00
147	25.00	25.00	71.68	71.71	0.03	0.43	-	10.78	0.00
148	25.00	25.00	71.71	71.77	0.06	0.92	-	23.08	0.00
149	25.00	25.00	71.75	71.80	0.05	0.81	-	20.30	0.00
150	25.00	25.00	71.78	71.73	0.05	-	1.25	0.00	31.33
151	25.00	25.00	71.82	71.72	0.10	-	2.25	0.00	56.19
152	25.00	25.00	71.86	71.68	0.18	-	4.24	0.00	105.95
153	25.00	25.00	71.89	71.73	0.16	-	3.69	0.00	92.26
154	25.00	25.00	71.93	71.86	0.07	-	1.64	0.00	40.90
155	25.00	25.00	71.97	71.57	0.40	-	9.44	0.00	235.94
156	25.00	25.00	72.00	71.30	0.70	-	16.81	0.00	420.25
157	25.00	25.00	72.04	71.85	0.19	-	4.37	0.00	109.31
158	25.00	25.00	72.08	71.73	0.35	-	8.21	0.00	205.30
159	25.00	25.00	72.11	72.07	0.04	-	0.90	0.00	22.42
160	25.00	25.00	72.15	71.54	0.61	-	14.57	0.00	364.33
161	25.00	25.00	72.19	71.63	0.56	-	13.23	0.00	330.74
162	25.00	25.00	72.23	72.06	0.17	-	3.96	0.00	98.89
163	25.00	25.00	72.26	71.98	0.28	-	6.58	0.00	164.60
164	25.00	25.00	72.30	72.03	0.27	-	6.31	0.00	157.81
165	25.00	25.00	72.34	72.21	0.13	-	2.93	0.00	73.16
166	25.00	25.00	72.37	72.02	0.35	-	8.15	0.00	203.86
167	25.00	25.00	72.41	71.99	0.42	-	10.01	0.00	250.36
168	25.00	25.00	72.45	72.22	0.23	-	5.34	0.00	133.40
169	25.00	25.00	72.48	72.15	0.33	-	7.67	0.00	191.68
170	25.00	25.00	72.52	72.06	0.46	-	10.91	0.00	272.80
171	25.00	25.00	72.56	72.22	0.34	-	8.08	0.00	201.88
172	25.00	25.00	72.59	72.15	0.44	-	10.37	0.00	259.23
173	25.00	25.00	72.63	72.50	0.13	-	2.95	0.00	73.69

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

174	25.00	25.00	72.67	72.51	0.16	-	3.70	0.00	92.61
175	5.95	15.48	72.68	72.68	0.00	-	0.08	0.00	1.17
								11148.11	127834.08

Tableau 30 : les cubatures approchée du variante 02

Le volume déblais approchée: 11148.11 m

Le volume remblais approchée: 127834.08 m

L'excès des remblais : 116686.69 m

3. Le choix de la variante :

Pour le choix de la variante, on adresse un tableau comparatif des avantages et inconvénients des deux solutions étudiés.

Critères	unités	Variante N°1	Variante N°2	L'évolution	
				V1	V2
<i>Longueur total de l'itinéraire</i>	<i>m</i>	4149,93	4130,953	-	+
<i>pourcentage alignements droits</i>	<i>%</i>	68,9	63,8	+	-
<i>pourcentage courbes</i>	<i>%</i>	31,15	36,2	+	-
<i>Nombre de virage en plan</i>	<i>/</i>	3	4	+	-
<i>Déclivité</i>	<i>%</i>	<i>P_{min} = - 3.86%</i> <i>P_{max} = 3.47 %</i>	<i>P_{min} = -5.46 %</i> <i>P_{max} = 5.38 %</i>	+	-
<i>Q déblai</i>	<i>m³</i>	11938,52	11136,41	+	-
<i>Q remblai</i>	<i>m³</i>	45087,55	127834,08	+	-
<i>déblai -remblai</i>	<i>m³</i>	33149,55	116697,67	+	-
Tableau 31 : Comparaison entre les deux variantes				7	2

On remarque après la comparaison entre les critères des deux variantes que la **variante°01** est la plus avantageuse

Le raccordement progressif

1. Définition de la Clothoïde :

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

La courbure de la Clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

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

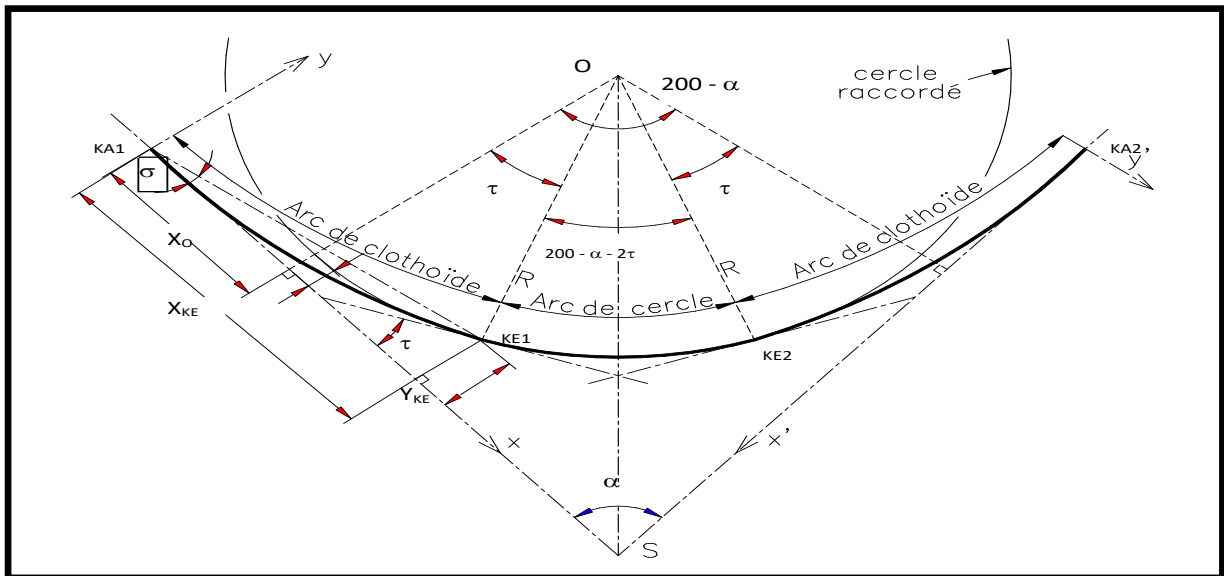


Figure 05: éléments d'un clothoïde

2. Propriétés de la Clothoïde :

Le rayon de courbure d'une Clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie r, en un point donné P de la courbe.

Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

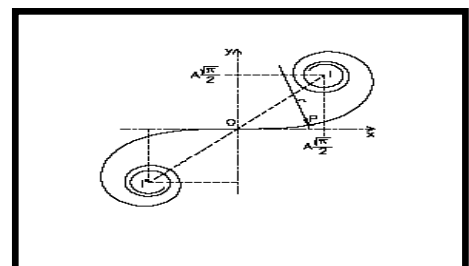


Figure 06 : la propriété de clothoïd

L'équation caractéristique est donnée par : $A^2 = R.L$

3. Longueur de raccordements :

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

✓ **Condition optique :**

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

D'après les règles générales de B (40) :

✓ Pour $R \leq 1500 \text{ m}$ $R = 1 \text{ m}$

$$L_1 \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

✓ si $1500 < R \leq 5000 \text{ m}$

$$L_1 \geq R/9$$

✓ si $R > 5000 \text{ m}$

$$L_1 \geq 7.75 \sqrt{R}$$

✓ **La condition de confort dynamique :**

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

$$L_2 \geq \frac{Vr^2}{18} \cdot \left(\frac{Vr^2}{127 R} - \Delta d \right)$$

Avec :

- ✓ **Vr:** vitesse de référence en (km/h).
- ✓ **R:** rayon en (m).
- ✓ **Δd:** variation de dévers.

✓ **Condition de gauchissement :**

Cette condition à pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers. Elle s'explique dans le rapport à son axe.

$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr$$

Avec :

- ✓ L : longueur de raccordement.
- ✓ l : largeur de la chaussée.
- ✓ Δd : variation de dévers.

4. **Vérification de non chevauchement :**

Les cas	le schéma	Clothoïde
$\tau = \frac{\beta}{2}$		Clothoïde sans arc de cercle.
$\tau < \frac{\beta}{2}$		Clothoïde avec arc de cercle.
$\tau > \frac{\beta}{2}$		Clothoïde impossible

Figure 07 : vérification de non chevauchement

✓ **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**.

✓ **Devers en alignement :**

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

$d_{min} = 2.5\%$

Il est pris égal à :

✓ **Devers en courbe :**

En courbe, le devers permet de :

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

❖ Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Devers \ Environnement	Facile	moyen	Difficile
Devers Minimal			
Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%
Cat 3-4-5	3%	3%	3%
Devers Maximal	7%	7%	7%
Cat 1-2	8%	8%	7%
Cat 3-4-5	9%	9%	9%

Tableau 32 : Devers en fonction de l'environnement

5. Les dévers aux rayons en plan

• **1^{er} cas :**

Le rayon choisi : $R \geq RHNd$ → Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit

• **2^{ème} cas :**

Le rayon choisi : $RHd \leq R \leq RHNd$ → Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

- **3ème cas :**

Le rayon choisi : $RHN \leq R \leq RHd$ → le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

$$\frac{d(R) - d(RHd)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}} = \frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}}$$

- **4ème cas :**

Le rayon choisi : $RHm < R < RHN$ → la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

$$\frac{d(R) - d(RHN)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHN}} = \frac{d(RHm) - d(RHN)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}}$$

6. Application au projet :

- **1er rayon :**

$R = 450 \text{ m} \Rightarrow RHN \leq R \leq RHd \Rightarrow$ Interpolation entre devers RHN et celui de RHd.

- **2ème rayon :**

$R = 450 \text{ m} \Rightarrow RHN \leq R \leq RHd \Rightarrow$ Interpolation entre devers RHN et celui de RHd.

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

- **3ème rayon :**

$R = 650 \text{ m} \Rightarrow RHd \leq R \leq RHnd \Rightarrow$ Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

R	d (R)	$\Delta d = d (R) - d_{min}$
450m	7%	7.5%
450m	7%	7.5%
650m	7%	9.5%

Tableau 33 : les dévers associés aux rayons de la variante choisi

1. Calcul de la longueur de Clothoïde et la vérification de non chevauchement :

N° Virages	R	Conditions				Lmax (m)	L choisie (m)	$\beta_i/2$ (gr)	
		Gauchi- ssement	confort dynamique	Optique	Chevau- chement				
		L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	$\tau =$ (gr)				
1	450	103.923	45.821	152.000	10.75	152.000	152.000	46.833	pas de chevauchement
2	450	103.923	45.821	152.000	10.75	152.000	152.000	26.659	pas de chevauchement
3	650	124.900	25.632	120.000	6.072	124.900	125.000	12.168	pas de chevauchement

Tableau 34: longueur de la Clothoïde« L »

2. Les paramètres Du clothoïde

	<i>Eléments de le la clothoïde</i>	<i>Virage 1</i>	<i>Virage 2</i>	<i>Virage 3</i>
<i>Rayon</i>	R	450	450	650
<i>Longueur de la clothoïde</i>	L	152.000	152.000	124.900
<i>Paramètre de la clothoïde (m)</i>	$A = \sqrt{R \cdot L}$	262.000	262.000	285.0438
<i>Angle des alignements droits</i>	β	93.666	53.318	24.336
<i>Angle au centre (Raccordement circulaire)</i>	$\alpha = 200 - \beta$	106.334	146.682	175.664
<i>Angle des tangentes</i>	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	72.162	31.814	24.5282

Angle Polaire	$\tau = \frac{L}{2R}$	10.75	10.75	6.116
Angle au centre Partie circulaire	$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	3.5830	3.5830	2.04
Longueur de la partie circulaire	$D = \frac{\pi R \gamma}{200}$	510.080	224.88	123.58
Abscisse de l'extrémité de la clothoïde	$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$	151.57	151.57	124.78
Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$	8.54	8.54	4
Longueur de la corde KA-KE	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	151.81	151.81	124.84
Abscisse du centre	$X_O = X_{KE} - R \sin \tau$	75.93	75.93	62.43
Ordonnées du centre	$Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$	452.14	452.14	651
Distance KAO	$KOA = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2}$	458.47	458.47	653.99
Ripage	$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	2	2	1
Développée totale	$DT = 2L + D_{\text{cercle}}$	814.08	528.88	373.38
Distance S-KA	$T = X_O + (R + \Delta R) \cotg(\frac{\sigma}{2})$	485.06	277.11	188.40
Tangente longue	TL= X...	142.91	142.91	120.76
Tangente courte	TK : $TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	50.81	50.81	41.70
Petite tangente	t	409.13	201.18	125.97
Bissectrice	B	159.66	44.75	13.08

Tableau 35: paramètres de clothoïde

3. Variation du dévers dans la clothoïde :

Cette méthode consiste à déterminer la distance (X) entre le début de la clothoïde et le profil en travers et déterminer son dévers.

Bord extérieur :

$$d_{ext} = \left(\frac{\Delta d}{L} \cdot x_i \right) - d_{min}$$

Bord intérieur :

$$d_{int} = \begin{cases} d_{min} & \text{si } x_i < \frac{6L}{\Delta d} \\ d_{ext} & \text{si } x_i > \frac{6L}{\Delta d} \end{cases}$$

Les calculs des devers extérieurs et intérieurs de chaque profil tous les 10 m se récapitule dans les tableaux suivants :

❖ **Clothoïde 01 :**

$$R = 450 \text{ m} \quad L = 152 \text{ m} \quad d(R) = 7\% \quad d_{min} = 2.50\% \quad \Delta d = 9.50\%$$

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 152}{9.5} = 96 \text{ m}$$

L = 152 m		X = 96 m	
N° Profil	xi	Dext	Dint
KA	0	-2,50 %	-2,50%
P1	15	-1,56 %	-2,50%
P2	30	-0,625%	-2,50%
P3	45	0,31%	-2,50%
P4	60	1,25%	-2,50%
P5	75	2,18%	-2,50%
P6	90	3,125%	-2,50%
P7	105	4,06%	4,06%
P8	120	5%	5%
P9	135	5,93%	5,93%
P10	150	6,87%	6,87%
KE	152	7%	7%

Tableau 36 :Variation de devers pour le rayon 450 m

❖ **Clothoïde 02 :**

$$R = 450 \text{ m} \quad L = 152 \text{ m} \quad d(R) = 7\% \quad d_{\min} = 2.50\% \quad \Delta d = 9.50\%$$

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 152}{9.5} = 96 \text{ m}$$

L = 152 m		X = 96 m	
N° Profil	xi	Dext	Dint
KA	0	-2,50 %	-2,50%
P1	15	-1,56 %	-2,50%
P2	30	-0,625%	-2,50%
P3	45	0,31%	-2,50%
P4	60	1,25%	-2,50%
P5	75	2,18%	-2,50%
P6	90	3,125%	-2,50%
P7	105	4,06%	4,06%
P8	120	5%	5%
P9	135	5,93%	5,93%
P10	150	6,87%	6,87%
KE	152	7%	7%

Tableau 37: Variation de devers pour le rayon 450 m

❖ **Clothoïde 03:**

$$R = 650 \text{ m} \quad L = 124.9 \text{ m} \quad d(R) = 5\% \quad d_{\min} = 2.50\% \quad \Delta d = 7.5\%$$

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 124.9}{7.5} = 99.92 \text{ m}$$

L = 124,90 m		X = 99,92m	
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-2,50 %	-2,50%
P1	15	-1,60 %	-2,50%
P2	30	-0,7 %	-2,50%
P3	45	0,2 %	-2,50%
P4	60	1,1%	-2,50%
P5	75	2%	-2,50%
P6	90	2,9%	-2,50%
P7	105	3,8%	3,8%
P8	120	4,7%	4,7%
KE	124.9	5%	5%

Tableau 38 : Variation de devers pour le rayon 650 m

profil en long

1. Introduction :

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé, il est toujours composé d'éléments de lignes droites inclinées (rampes et pentes) et arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

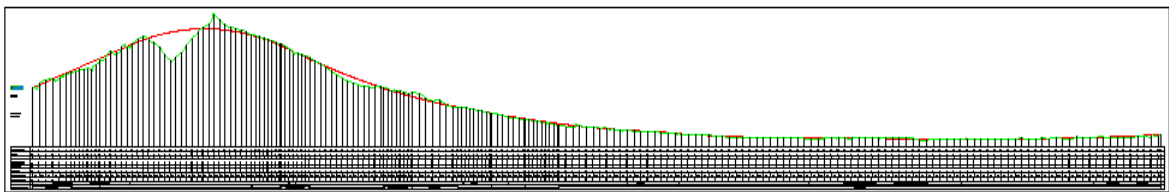


Figure 08 : Le profil en long de notre projet

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

- *Equilibrer les surfaces remblais et déblais et d'éviter les grands terrassements.*
- *Assurer une bonne visibilité.*
- *Assurer un confort dynamique pour l'usager.*
- *Eviter les hauteurs excessives des remblais.*
- *Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.*
- *Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.*
- *Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.*
- **Coordination du tracé en plan et du profil en long :**
- *Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long (en tenant compte également de l'implantation des points d'échange) afin:*
- *D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.*
- *D'envisager de loin l'évolution du tracé.*

- *De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultant 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.*

3. Eléments constituant la ligne rouge :

*Sur le profil en long terrain naturel qui est constitué par des fichiers de commande du logiciel **COVADIS** en utilisant la coordonnée z comme étant la cote projet de la route, on a conçu la ligne rouge de notre dédoublement qui est lui-même constituée de :*

A- Les alignements :

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

B- Déclivité :

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

B-1 -Déclivité minimale :

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuer longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5% et de préférence 1%.

B-2 -Déclivité maximale :

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

- *La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).*
- *l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).*
- *Condition d'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules.*
- *Vitesse minimale du poids lourd.*

Et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base

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

Tableau 39 : Valeur de déclivité maximale

Remarque :

L'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

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

4. Application au projet :

La vitesse de base qu'on a retenue dans notre projet est **100 Km/h**, donc la déclivité maximale est de **5%**.

Raccordement en profil en long :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre doit être adouci par l'aménagement de raccordement parabolique où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc **deux** types de raccordement :

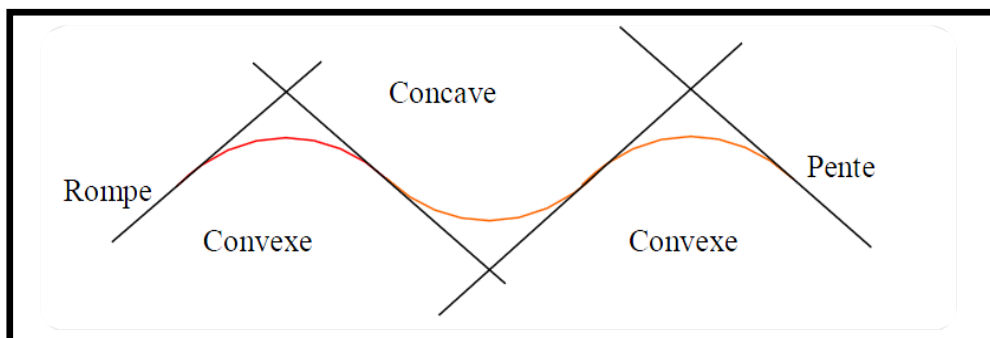


Figure 09 : raccordement en Profil en long

Raccordement convexe (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable. Elle consiste à limiter l'accélération verticale est représenté par la formule suivante :

$$\frac{Vr^2}{Rv} \leq \frac{g}{40} \quad \text{D'où : } Rv \geq 0,30 V2 \text{ (catégorie 1-2).}$$

$$Rv \geq 0,23 V2 \text{ (catégorie 3-4-5).}$$

Avec:

- ✓ **g:** (accélération de la pesanteur) = 10 m /s².
- ✓ **Rv :** c'est le rayon vertical (m).
- ✓ **Vr :** vitesse de référence (km /h).

Condition de visibilité :

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

Avec :

D₁ : la distance d'arrêt

h₀ : hauteur de l'œil

h₁ : hauteur de l'obstacle

Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 1.10m de hauteur, la visibilité derrière l'angle saillant de l'obstacle éventuel de 0.15m cat 1-2 ou 0.20 m cat 3-4-5 à la distance d'arrêt $d_{(VR)}$.

$$R_{vm} = a \cdot d^2$$

$a = 0.24$ pour les catégories 1 et 2.

$a = 0.22$ pour les catégories 3, 4 et 5.

d : la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 80 Km/h.

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B₄₀) sont récapitulées dans le tableau suivant :

		Vr (km/h)				
Rayons		40	60	80	100	120
CAT 1-2	Rv' m	300	1000	2500	6000	12000
	Rv' N	1000	2500	6000	12000	18000

Tableau 40 : Rayon Convexes (angle saillant)

Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

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

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

Soit : $\frac{g}{40}$ pour la CAT 1-2

Rayon minimal absolu :

$$\frac{V_r^2}{R_{VM'}} = \frac{g}{40} \Rightarrow R_{VM'} = 0.30V_r^2.$$

$$R_{vm} = \frac{d_1^2}{0.035d_1 + 1.5}$$

$$R_{vm(vr)} = 0.3Vr^2 = 0.3 \times 100^2 = \mathbf{3000\ m}$$

Rayon minimal normal :

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

$$RVN' = RVM'(vr + 20).$$

$$Rvn = Rvm_{(vr+20)}$$

$$Rvn = 0.3 \times 120^2 = \mathbf{4320\ m}$$

Et :

$$\frac{g}{30} \text{ Pour la CAT 3-4-5 :}$$

Rayon minimal absolu :

$$\Rightarrow \frac{Vr^2}{RVM'} = \frac{g}{30} \Rightarrow RVM' = 0.23Vr^2.$$

Rayon minimal normal :

$$\Rightarrow RVN' = RVM'(vr + 20).$$

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B40 sont récapitulée dans le tableau suivant :

	V_r rayon	40	60	80	100	120
CAT 1 - 2	R'_{vm}	500	1200	1400	3000	4200
	R'_{vn}	1200	2400	3000	4200	6000
CAT 3 - 4 - 5	R'_{vm}	500	1100	1600	2400	3500
	R'_{vn}	1100	1600	2400	3500	4500

Tableau 41 : Rayon Concave (angle rentrant)

Calcul du raccordement parabolique:

La tangente :

L'équation de la parabole est:

D'ou $\alpha_1, \alpha_2 = 0 = p \cdot \cos \alpha_1$

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$$

$\operatorname{tg} \alpha_1 \quad \alpha_1 = p_1, \quad \operatorname{tg} \alpha_2 \quad \alpha_2 = p_2$

$$T = R \cdot \left(\frac{p_1 + p_2}{2} \right)$$

finalement : $T = R \cdot \left| \frac{\Delta p}{2} \right|$

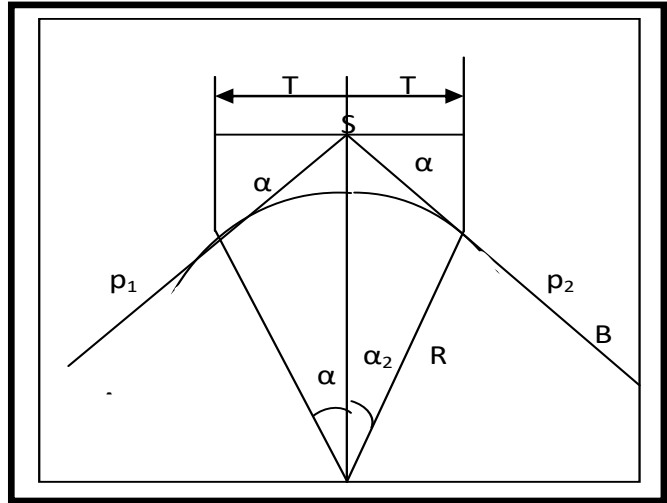


Figure 10 : la tangente

la flèche : $F = T^2 / 2R$

déclivités	Rayons(m)	Tangentes (m)	Flèches (m)
3.47 % -3.86 %	8000	15.6	0.016
-3.86 % -1.40 %	25000	657	8.63
-1.40 % -0.52 %	50000	480	2.30
-0.52 % -0.04 %	100000	280	0.39
-0.04 % 0.28 %	150000	180	0.11

Tableau 42 : Les rayons, tangentes, flèches du profil en long

profil en travers

1. Définition :

Le profil en travers d'une route est la coupe transversale de cette chaussée suivant un plan vertical de cette dernière suivant un plan vertical perpendiculaire à son axe.

2. Différent type de profil en travers :

- ✓ profil en travers type.
- ✓ Profil en travers courants.

2.1 Profil en travers type :

2.1.1 Définition : C'est une pièce dessinée de base des projets de route nouvelle, il représente une section transversale dans le corps de la chaussée. Étant composé en trois couches (couche de roulement, i couche de base, couche de fondation).

On a pris 6 profils en travers avec l'épaisseur du corps de chaussé :

- Un profil en alignement droit en déblai.
- Un profil en alignement droit en remblai.
- Un profil en alignement droit mixte.
- Un profil déversé en remblai.
- Un profil déversé en déblai.
- Un profil mixte déversé.

2.1.2 Les éléments constituant un profil en travers type :

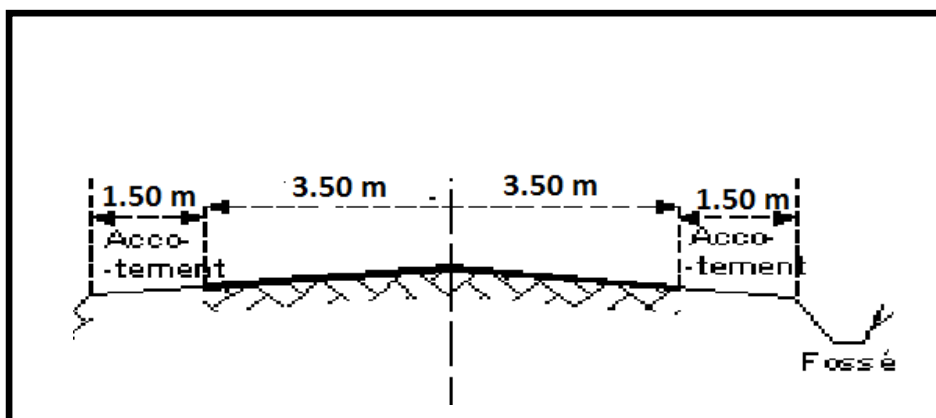


Figure 11 : 1Les éléments constitutifs du profil en travers type

- **La Chaussée :**

Surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation.

- **L'emprise :**

Partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.

- **L'assiette :**

Surface du terrain réellement occupée par la route.

- **Plate-forme :**

Surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.

- **Les Accotements :**

Zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée.

L'accotement est constitué de la bande d'arrêt d'urgence et de la berme :

- a) **Bande d'arrêt d'urgence :**

Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

- b) **La berme :**

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

- **Terre-plein central (T.P.C) :**

Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

- **Les trottoirs :**

Dans les agglomérations les accotements sont spécialement aménagés pour la circulation des piétons, ils prennent le nom de trottoir.

- **Banquette :**

Lorsque le bord de l'accotement d'une route en remblai est plus de 1,00m au dessus du sol naturel, on réduit les risques d'accident en établissant une levée de terre appelée banquette. De nos jours les banquettes sont remplacées par des glissières de sécurité.

- **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.

- **Le talus:**

Le talus est l'inclinaison de terrain qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue. Cette inclinaison exprimé par une fraction (A/B) telle que :

A : la distance sur la base du talus.

B : la hauteur du talus

En terre de moyenne cohésion, l'inclinaison de talus est de (3/2) pour les remblais et (1/1) pour les déblais.

2.2.1. Le profil en travers courant :

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

3. Profil en travers type de notre projet :

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

- *une chaussées bidirectionnelle de 7m de largeur (3.50 x 2 =7.00m)*
- *un accotement de 1.5m de part et d'autre de la chaussée : 2x 1.5 = 3.00 m.*

Paramètre cinématique

1. Distance de freinage

La distance de freinage d_0 est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans la condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)}$$

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h.

e : déclivité.

f_{rl} : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse V_r .

V_r (Km/h)		40	60	80	100	120	140
f_{rl}	Catégorie 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	Catégorie 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/

Tableau 42 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

Pour notre projet on a $f_{rl} = 0.36$

❖ Application :

En alignement droit : $e = 0$ (cas purement théorique)

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{0.36} = 111.111m$$

En rampe : $e = 0.034$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 + 0.034)} = 101.52m$$

En pente : $e = -0.038$

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)} = \frac{4}{1000} \times \frac{100^2}{(0.36 - 0.038)} = 124.455m$$

2. Temps de réaction

Souvent l'obstacle est imprévisible et le conducteur a besoin d'un temps pour réaliser la nature de l'obstacle ou du danger qui lui apparaît. Ce temps est en général appelé **temps de perception** du conducteur, il diffère d'une personne à une autre et varie en fonction de l'état psychique et physiologique.

De nombreuses études faites sur le comportement des conducteurs, ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne :

Dans une attention concentrée

$t = 1.2 \text{ s}$ pour un obstacle imprévisible

$t = 0.6 \text{ s}$ pour un obstacle prévisible

En moyenne on peut prendre 0.9 s , mais en pratique on prend toujours :

$t = 2 \text{ s}$ pour des vitesses $< 100 \text{ Km/h}$

$t = 1.8 \text{ s}$ pour des vitesses $\geq 100 \text{ Km/h}$

Donc la distance parcourue pendant le temps de réaction et de perception est :

$$d_1 = v \times t \quad \text{Avec :} \quad v : \text{m/s} \quad t : \text{s}$$

3. Distance d'arrêt

La distance parcourue par le conducteur entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est désigné sous le nom de **distance d'arrêt (d)** :

$$d = d_1 + d_0$$

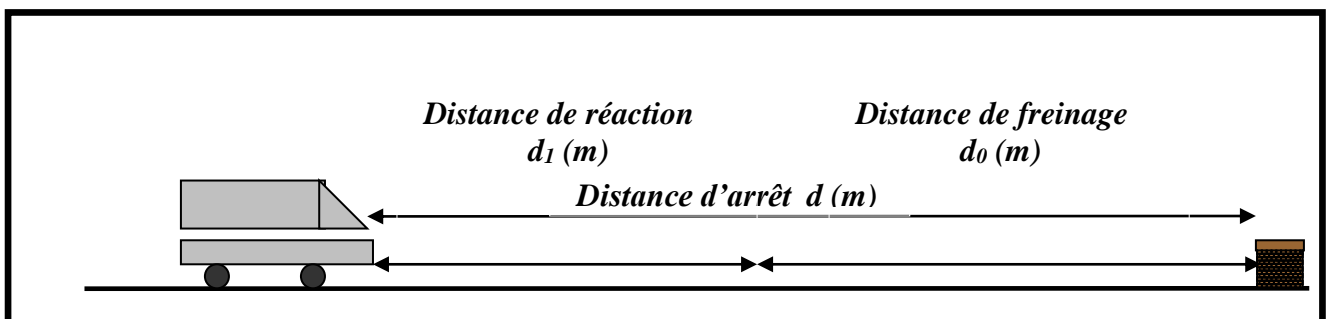


Figure 12: Distance d'arrêt et de freinage

❖ **Application :**

En alignement droit

Pour $V_r < 100$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d = d_0 + 0.55 \times V_r$

Pour $V_r \geq 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = d_0 + 0.50 \times V_r$

$V_r = 100$ Km/h $t = 1.8$ s $\Rightarrow d = d_0 + 0.50V_r$

En palier : $d = 111.11 + 0.5 \times 100 = 161,11$ m

En rampe : $d = 101.52 + 0.5 \times 100 = 151,52$ m

En pente : $d = 124.455 + 0.5 \times 100 = 174,45$ m

En courbe

On doit majorer la distance de freinage de 25% car le freinage est moins énergique afin de ne pas perdre le contrôle du véhicule.

Pour $V_r \leq 100$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$

Pour $V_r > 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$

$V_r = 100$ Km/h $t = 2$ s $\Rightarrow d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$

En palier : $d = 1.25 \times 111.11 + 0.55 \times 100 = 193.88$ m

En rampe : $d = 1.25 \times 101.52 + 0.55 \times 100 = 181.90$ m

En pente : $d = 1.25 \times 174,455 + 0.55 \times 100 = 273.068$ m

4. Distance de perception

Le temps nécessaire pour effectuer une manœuvre d'arrêt, une manœuvre de changement de file ou une manœuvre d'insertion est de 6 s.

On appelle distance de perception d_p , la somme de la distance d'arrêt d et la distance parcourue en 6s.

$$dp = d + \frac{6}{3.6} Vr \quad Vr \text{ est en Km/h}$$

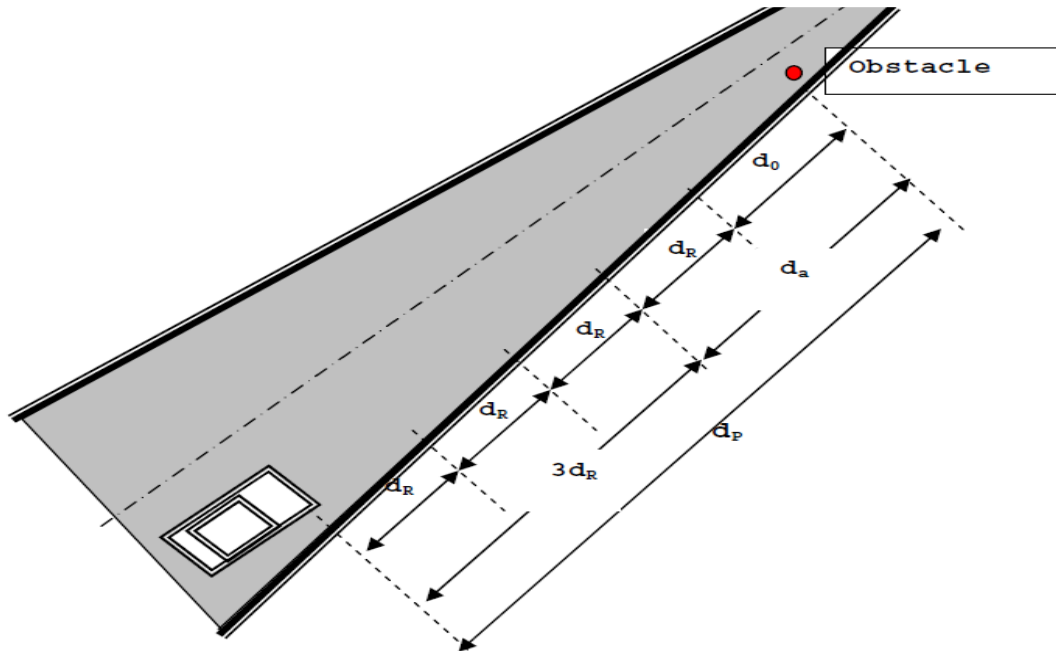


Figure 13 : distance de perception-

❖ **Application :**

En alignement droit :

En palier : $dp = 161.11 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 327.77m$

En rampe : $dp = 151,52 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 318.18m$

En pente : $dp = 124.455 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 291.12m$

En courbe :

En palier : $dp = 193.88 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 360.54m$

En rampe : $dp = 181.90 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 348.56m$

En pente : $dp = 273.068 + \frac{6}{3.6} \times 100 = 439.734m$

5. Distance de sécurité entre deux véhicules

Supposons que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse. Et nous recherchons l'espacement entre les deux véhicules de telle façon que si le premier véhicule est obligé d'amorcer un freinage au maximum pour éviter un obstacle quelconque, cet espacement doit permettre au second véhicule de s'arrêter sans risque de collision.

La distance de freinage ne change pas et reste d_0 , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de second véhicule augmente d'une durée $(t + t')$, avec t' temps de perception et de réaction de second véhicule aux feux arrières de stop de premier véhicule.

L'espacement sera donc théoriquement : $d'_2 = d_2 + v \times t' + l$

d_2 : distance parcourue pendant temps de perception et de réaction du premier véhicule

l : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend $t' = 0.75$ s

En pratique, on prend $t = 3$ s

Distance de sécurité sera donc : $d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l$ (*t en s et v en m/s*)

Soit E l'espacement supplémentaire de sécurité : $E = v \times t' + l$

Sachons que $V = \frac{v \text{ (km/h)}}{3.6}$ *et* $t' = 0.75$ s \Rightarrow $E_s = \frac{V}{5} + l$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

Pour plus de sécurité on est souvent amené à augmenter la distance « Es », en prenant un créneau temps de sécurité entre deux véhicules T_s égale à 1,2 secondes.

$E_s = 1,2.v$ ou $E_s = \frac{V}{3}$

Exemple : si deux véhicules se suivent à une vitesse de $V = 100 \text{ Km/h}$.La distance de sécurité sera

1er Cas :

$$E_s = \frac{V}{5} + 5 = \frac{100}{5} + 5 = 25 \text{ m}$$

2ème Cas :

$$E_s = \frac{V}{3} = \frac{100}{3} = 33.33 \text{ m}$$

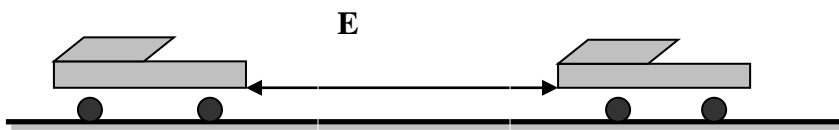


Figure 14 : L'espace entre deux véhicules-

6. Manœuvre de dépassement :

dvdm : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

dvdN : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

dmd : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement

$V_r(\text{Km/h})$	40	60	80	100	120	140
Distance						
dvdm	$4v$	$4v$	$4v$	$4.2 v$	$4.6v$	$5v$
	160	240	320	420	550	700
dvdN	$6v$	$6v$	$6v$	$6.2 v$	$6.6v$	$7v$
	240	360	480	620	790	980
Dmd	70	120	200	300	425	/

Tableau 43 :Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de dvdm, dvdn et dmd en fonction de la vitesse.

7. Application :

$$V_r = 100 \text{ Km/h}$$

$$dvd_m = 420 \text{ m}$$

$$dvd_N = 620 \text{ m}$$

$$dmd = 300 \text{ m}$$

Tableau récapitulatif des paramètres fondamentaux

<i>Paramètres</i>	Symbole	Valeur
<i>Longueur minimale (m)</i>	L_{min}	139
<i>Longueur maximale (m)</i>	L_{max}	6000
<i>Devers minimal (%)</i>	d_{min}	2.5
<i>Devers maximal (%)</i>	d_{max}	7
<i>Temps de perception réaction (s)</i>	t₁	2
<i>Frottement longitudinal</i>	f_L	0.36
<i>Frottement transversal</i>	f_t	0.11
<i>Distance de freinage en alignement droit (m)</i>	d₀	111.111
<i>Distance d'arrêt (m)</i>	d₁	161.11
<i>RHm (m) (dévers associe %)</i>	RHm	450 (7%)
<i>RHN (m) (dévers associe %)</i>	RHN	650 (5%)
<i>RHd (m) (dévers associe %)</i>	RHd	1600 (2, 5%)
<i>RHnd (m) (dévers associe %)</i>	RHnd	2200 (-2, 5%)

Tableau 44 : Paramètres fondamentaux

Dimensionnement du corps de chaussée

1. Introduction:

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

2. Facteurs à considérer dans le dimensionnement :

Les principaux facteurs à prendre en considération sont les suivants :

- *Portance de sol (naturel ou plate-forme).*
- *Trafic (son influence se traduit par l'usure, le fluage, rupture par fatigue).*
- *Climat et environnement : influence de la température de l'eau et Vieillessement de bitume.*

3. La chaussée :

- **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.*

3.1. Les différentes couches de chaussée :

- **Couche de surface :**

Cette couche est en contact direct avec le pneumatique des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqués par circulation.

- **Couche de base :**

La couche de base a pour rôle essentiel de reprendre les efforts verticaux de répartir les contraintes normales qui résultent sur les couches sous-jacentes.

- **Couche de fondation :**

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

- **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.*

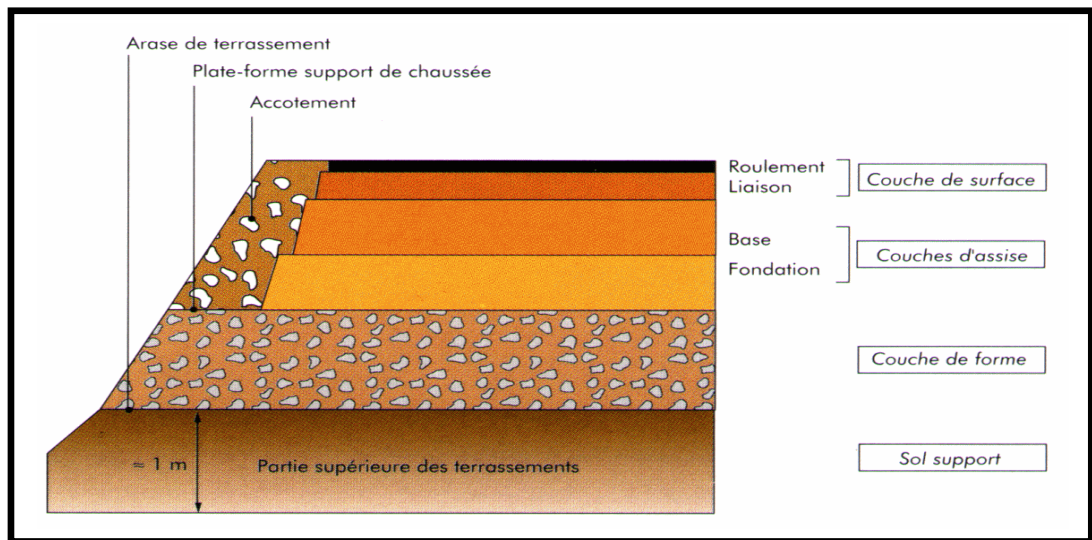


Figure 15 : Structure de chaussée type.

3.2. Les différents types de chaussée:

- **Chaussée souple :**

La chaussée souple est constituée par un empilage des matériaux granulaires recouverts d'un revêtement plus ou moins épais à base de bitume généralement elle est caractérisée par une grande flexibilité et une diffusion localisée des charges. Elle constitue la majorité des routes actuelles.

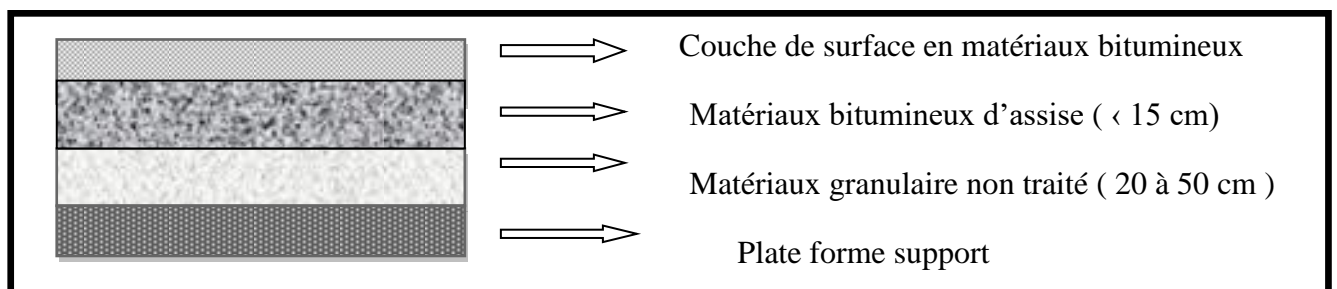


Figure 16 : Chaussée souple

- **chaussée semi-rigide :**

Elle comporte une couche de surface bitumineuse repose sur une assise en matériaux traités aux liants hydraulique (ciment, granulat,...) disposés en une couche (base) ou deux couches (base et fondation).

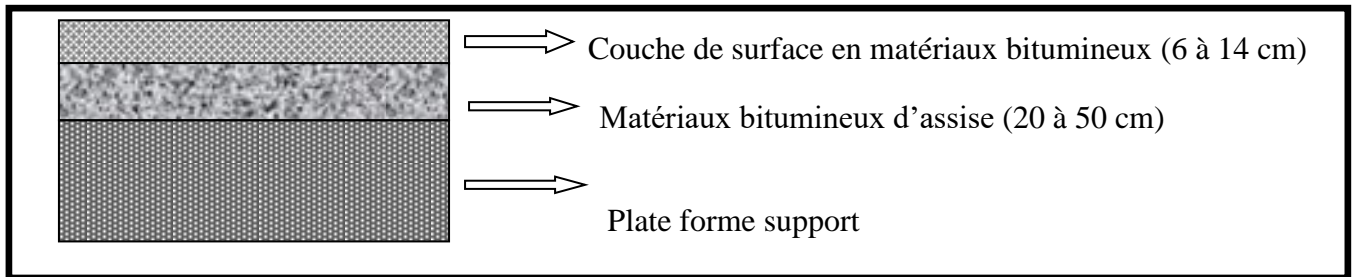


Figure 17 : chaussé semi- rigide

- **Chaussée rigide :**

Elles sont composées principalement de dalles en béton qui réfléchissent élastiquement, transmettent et répartissent sur les grandes surfaces les charges. Ceci entraîne que les contraintes dans le sol de fondation sont très faibles mais la fatigue de la dalle est très grande. La fatigue des chaussées rigides se caractérise par des fissures et s'ensuit des détériorations rapides. Elles sont recommandées pour les routes à trafic lourd et sont à éviter sur des sols souples.

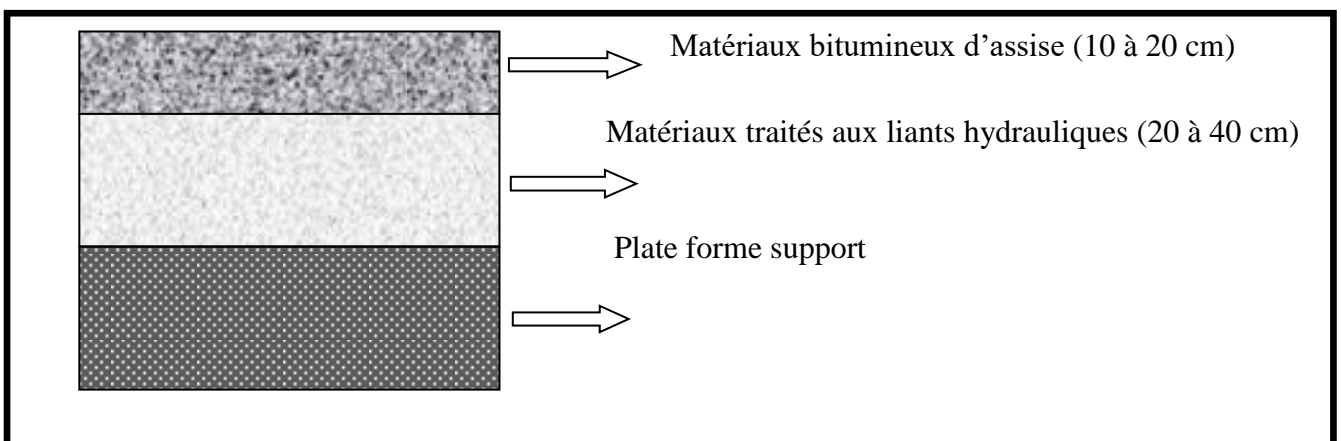


Figure 18 : Chaussé rigide

3.3. Structures de chaussée :

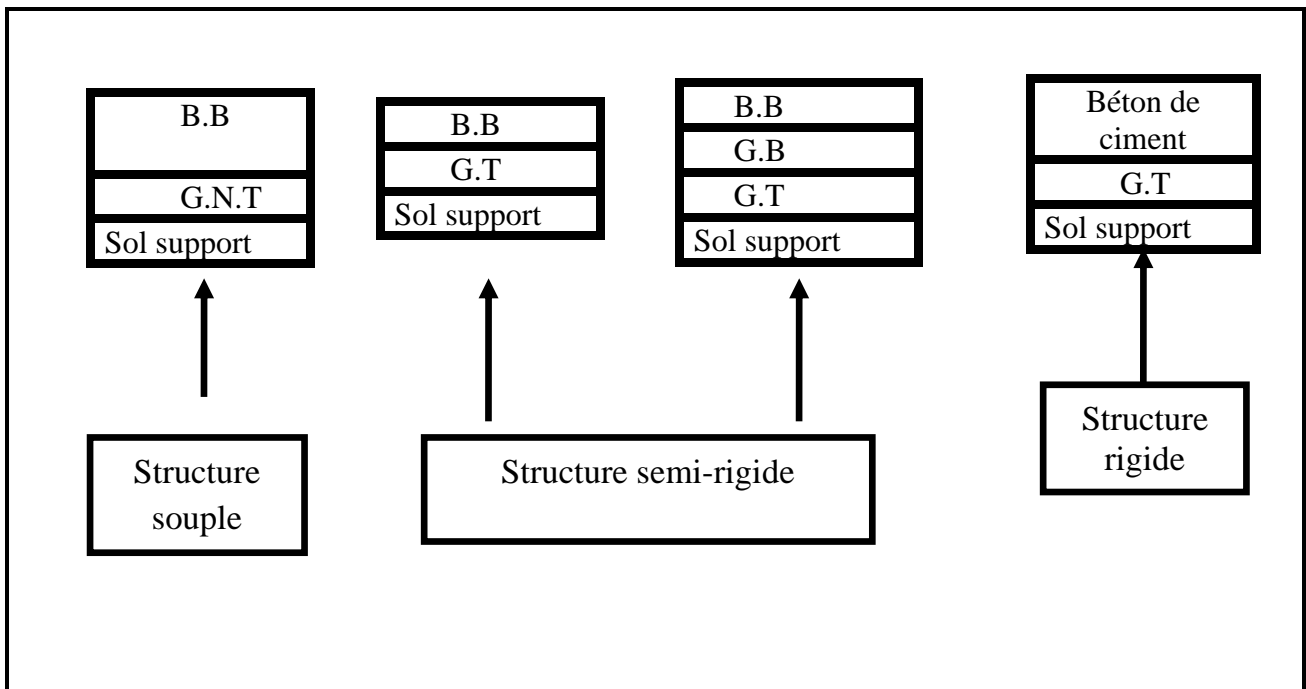


Figure 19 : les différentes catégories de chaussée

Avec :

- **BB:** béton bitumineux
- **GB:** grave bitume
- **GT:** grave traité
- **G.N.T:** grave non trait.

4. Les principales méthodes de dimensionnement :

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont :

- La méthode de C.B.R (Californie -Baring - Ratio):
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- Méthode du catalogue des structures.

NB: la méthode C.B.R donne le corps de chaussée le plus économique et tout en sachant que cette méthode est la plus utilisée en Algérie donc on utilise dans notre projet la méthode C.B.R.

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

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

La détermination de l'épaisseur totale 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: $e = a1*e1 + a2*e2 + a3*e3$*

- **a1*e1 :** couche de roulement
- **a2*e2 :** couche de base
- **a3*e3 :** couche de fondation
- OÙ: **a1, a2, a3 :** coefficients d'équivalence.
- **e1, e2, e3 :** épaisseurs réelles des couches.

4.2. Coefficient d'équivalence :

Matériaux Utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux BB	2,00
Grave Bitume GB	1,70
Grave Ciment GC	1,50
Sable Ciment SC	1,20
Grave concassé GCC	1,00
TVO	0,75
Tuf	0,50 à 0,75

Tableau 45 1: coefficient d'équivalence des matériaux

5. Les paramètres de dimensionnement :

Bien que performant, les logiciels utilisés pour le dimensionnement nécessitent la maîtrise des paramètres caractérisant :

5.1. Trafic :

Le trafic à prendre en compte dans le dimensionnement des chaussées est le trafic cumulé poids lourds N (en nombre d'essieux standard).

5.2. Environnement :

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, la température a une influence marquée sur les propriétés des matériaux bitumineux et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants hydrauliques.

5.3. Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois.

5.4. Les sols de plate-forme :

La plate-forme supporte les charges transmises par les autres couches de la chaussée sans subir de dommages.

6. Application au projet

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on a utilisé: la méthode **CBR**.

$$TJMA_{2015} = 6000 \text{ v/j} \quad \text{avec un poids lourd} = 35\%$$

$$T_0 = (TJMA_{2015} \times \% \text{ pl})$$

$$T_0 = (6000 \times 0.35) = 2100 \text{ pl/j/sens.}$$

$$T_1 = (1 + \tau)^2 \times T_0$$

$$T_1 = (1 + 0.07)^2 \times 2100 = 2404 \text{ pl/j/sens}$$

$$T_n = (1 + \tau)^n \times T_1$$

$$T_n = (1 + 0.07)^{15} \times 2404 = 6633 \text{ pl/j/sens}$$

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

$$E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log \frac{6633}{10})}{9 + 5} \approx 46.49 \text{ cm}$$

$E_{eq} = 47.00 \text{ cm}$

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

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	06	02	12
GC	17	1	17
TUF	24	0.75	18
TOTAL	47		47

Tableau 46 : épaisseur du corps de chaussée

Notre structure comporte : 6BB + 17GC + 24TUF

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

Profil n°	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	12.50	14.77	0.07	14.84	185.48	185.48	0.05	11.75	11.80	147.44	147.44
P2	25.00	9.73	0.43	10.16	254.09	439.57	0.05	12.97	13.02	325.45	472.89
P3	25.00	12.92	0.84	13.76	344.11	783.68	0.05	8.48	8.53	213.27	686.16
P4	25.00	1.44	0.10	1.54	38.43	822.11	0.32	12.63	12.94	323.59	1009.75
P5	25.00	6.66	0.00	6.66	166.52	988.63	0.74	17.47	18.21	455.15	1464.90
P6	21.47	5.49	0.00	5.49	117.96	1106.59	0.12	12.71	12.83	275.54	1740.44
P7	16.47	4.24	0.00	4.24	69.80	1176.39	0.72	21.47	22.18	365.34	2105.78
P8	15.00	3.39	0.00	3.39	50.85	1227.23	1.50	28.98	30.49	457.29	2563.07
P9	15.00	8.17	0.00	8.17	122.57	1349.81	0.76	33.71	34.47	517.07	3080.14
P10	15.00	4.41	0.00	4.41	66.12	1415.93	3.12	34.39	37.51	562.65	3642.79
P11	15.00	3.12	0.00	3.12	46.81	1462.74	4.49	38.97	43.45	651.82	4294.61
P12	15.00	0.05	0.00	0.05	0.71	1463.45	10.99	38.55	49.53	742.99	5037.60
P13	14.47	0.00	0.00	0.00	0.00	1463.45	10.31	33.46	43.77	633.46	5671.06
P14	16.97	0.23	0.00	0.23	3.88	1467.33	0.75	25.33	26.08	442.74	6113.80
P15	20.00	9.69	0.00	9.69	193.75	1661.08	1.01	24.64	25.66	513.12	6626.92
P16	20.00	18.72	1.48	20.20	404.02	2065.10	0.05	11.40	11.45	229.07	6855.99
P17	20.00	12.42	0.00	12.42	248.45	2313.55	1.38	10.69	12.08	241.59	7097.58
P18	20.00	25.88	0.77	26.66	533.11	2846.66	0.05	6.62	6.67	133.45	7231.03
P19	20.00	22.54	0.03	22.57	451.33	3297.99	1.27	3.47	4.74	94.81	7325.84
P20	20.00	17.05	0.59	17.64	352.71	3650.69	0.05	8.92	8.97	179.39	7505.23
P21	20.00	28.09	2.97	31.06	621.24	4271.93	0.06	2.84	2.90	57.92	7563.15
P22	20.00	15.60	4.79	20.39	407.71	4679.64	0.06	3.94	4.00	80.01	7643.16
P23	20.00	12.64	0.00	12.64	252.86	4932.50	0.43	19.95	20.38	407.66	8050.82
P24	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4932.50	10.32	62.28	72.60	1451.92	9502.74
P25	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4932.50	21.98	98.50	120.48	2409.68	11912.41
P26	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4932.50	60.33	143.74	204.07	4081.33	15993.74
P27	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4932.50	88.70	154.82	243.52	4870.35	20864.10
P28	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4932.50	88.41	122.69	211.10	4222.09	25086.19
P29	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4932.50	82.39	92.55	174.94	3498.84	28585.03
P30	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4932.50	60.65	61.83	122.48	2449.53	31034.57
P31	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4932.50	31.28	32.88	64.16	1283.19	32317.76
P32	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4932.50	7.00	8.49	15.49	309.75	32627.51
P33	20.00	4.88	5.26	10.15	202.91	5135.41	0.07	0.05	0.12	2.34	32629.85
P34	20.00	9.33	14.51	23.84	476.77	5612.17	0.04	0.04	0.09	1.74	32631.59
P35	20.00	69.97	43.69	113.66	2273.26	7885.43	0.05	0.04	0.09	1.74	32633.34
P36	20.00	52.55	31.75	84.29	1685.83	9571.26	0.05	0.04	0.09	1.82	32635.15
P37	20.00	30.52	21.03	51.56	1031.12	10602.38	0.05	0.04	0.09	1.82	32636.98
P38	20.00	31.84	12.22	44.06	881.11	11483.49	0.05	0.04	0.09	1.74	32638.71
P39	20.00	27.12	8.36	35.49	709.71	12193.20	0.05	0.13	0.18	3.62	32642.33
P40	20.00	20.99	7.48	28.47	569.43	12762.63	0.05	0.04	0.09	1.73	32644.06
P41	19.07	15.95	3.42	19.37	369.40	13132.03	0.06	2.06	2.12	40.46	32684.52
P42	16.57	11.69	1.63	13.33	220.83	13352.86	0.05	7.71	7.77	128.70	32813.22
P43	15.00	7.76	1.08	8.84	132.66	13485.52	0.06	10.15	10.21	153.08	32966.30
P44	15.00	6.47	1.02	7.49	112.37	13597.89	0.06	9.50	9.56	143.39	33109.68
P45	15.00	5.65	1.13	6.77	101.61	13699.51	0.05	8.14	8.19	122.90	33232.59
P46	15.00	6.44	1.17	7.61	114.13	13813.63	0.05	8.09	8.14	122.10	33354.69
P47	15.00	6.21	1.11	7.32	109.80	13923.44	0.06	8.59	8.66	129.85	33484.54
P48	14.47	6.36	1.11	7.47	108.06	14031.50	0.06	8.56	8.63	124.86	33609.40
P49	9.46	8.03	0.95	8.97	84.86	14116.36	0.06	7.97	8.03	75.96	33685.36
P50	9.98	9.75	0.79	10.54	105.21	14221.57	0.05	7.53	7.58	75.66	33761.02
P51	15.00	13.13	0.36	13.49	202.35	14423.92	0.05	4.46	4.50	67.57	33828.59
P52	15.00	11.45	0.09	11.53	172.99	14596.91	0.05	8.63	8.67	130.11	33958.70
P53	15.00	10.95	0.00	10.95	164.31	14761.22	0.14	23.28	23.42	351.29	34310.00
P54	15.00	12.58	0.30	12.88	193.19	14954.41	0.05	7.73	7.78	116.64	34426.64
P55	15.00	13.82	1.04	14.85	222.76	15177.17	0.05	3.57	3.62	54.32	34480.95

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

P56	14.47	15.61	1.93	17.54	253.85	15431.02	0.05	0.71	0.76	11.00	34491.96
P57	16.97	8.11	2.15	10.26	174.09	15605.11	0.07	0.22	0.29	4.97	34496.93
P58	20.00	8.70	0.75	9.44	188.88	15793.99	0.05	0.84	0.89	17.80	34514.73
P59	20.00	4.39	0.04	4.43	88.65	15882.65	0.05	2.41	2.46	49.18	34563.91
P60	20.00	1.74	0.00	1.74	34.86	15917.50	0.24	5.87	6.11	122.15	34686.06
P61	20.00	0.04	0.00	0.04	0.84	15918.34	3.05	9.47	12.52	250.32	34936.38
P62	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15918.34	10.07	16.94	27.01	540.22	35476.60
P63	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15918.34	13.17	20.00	33.17	663.37	36139.97
P64	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15918.34	16.17	22.72	38.89	777.71	36917.68
P65	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15918.34	15.83	21.62	37.45	748.99	37666.67
P66	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15918.34	15.94	21.99	37.93	758.51	38425.18
P67	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15918.34	9.76	20.85	30.60	612.06	39037.24
P68	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15918.34	5.38	15.13	20.51	410.11	39447.36
P69	20.00	0.12	0.00	0.12	2.41	15920.75	1.85	6.69	8.54	170.86	39618.22
P70	16.47	2.70	0.93	3.63	59.83	15980.59	0.18	0.82	1.00	16.44	39634.66
P71	13.97	0.91	1.48	2.40	33.48	16014.07	1.41	0.22	1.63	22.79	39657.45
P72	15.00	1.99	0.84	2.83	42.45	16056.52	0.12	0.39	0.51	7.68	39665.13
P73	15.00	4.06	0.46	4.52	67.74	16124.26	0.04	0.88	0.92	13.84	39678.96
P74	15.00	5.56	7.20	12.76	191.33	16315.59	0.04	0.04	0.09	1.30	39680.26
P75	15.00	7.48	7.12	14.60	219.00	16534.59	0.04	0.04	0.09	1.33	39681.60
P76	15.00	10.74	7.81	18.55	278.23	16812.82	0.05	0.04	0.09	1.35	39682.95
P77	14.47	18.12	8.70	26.82	388.16	17200.98	0.05	0.04	0.09	1.35	39684.30
P78	19.47	22.02	12.00	34.02	662.43	17863.41	0.05	0.04	0.09	1.74	39686.04
P79	25.00	21.83	12.44	34.27	856.73	18720.15	0.05	0.04	0.09	2.25	39688.29
P80	25.00	15.01	8.05	23.05	576.33	19296.48	0.03	0.04	0.07	1.79	39690.08
P81	25.00	13.99	5.45	19.44	486.05	19782.53	0.05	0.04	0.09	2.32	39692.40
P82	25.00	17.90	7.73	25.63	640.63	20423.15	0.04	0.04	0.09	2.15	39694.55
P83	25.00	6.90	0.20	7.10	177.57	20600.72	0.21	0.11	0.33	8.17	39702.73
P84	20.84	5.08	0.02	5.10	106.22	20706.94	0.50	0.51	1.01	21.13	39723.86
P85	15.84	7.22	0.91	8.13	128.69	20835.62	0.05	0.08	0.13	2.00	39725.86
P86	15.00	9.87	2.63	12.51	187.60	21023.22	0.04	0.01	0.05	0.82	39726.68
P87	15.00	9.54	3.49	13.03	195.40	21218.62	0.05	0.05	0.10	1.45	39728.13
P88	15.00	7.22	2.59	9.81	147.21	21365.82	0.05	0.07	0.11	1.66	39729.80
P89	15.00	5.96	1.94	7.89	118.40	21484.22	0.05	0.00	0.05	0.75	39730.54
P90	15.00	5.20	2.38	7.58	113.65	21597.87	0.05	0.09	0.13	1.99	39732.54
P91	15.00	4.18	3.17	7.34	110.15	21708.02	0.05	0.06	0.11	1.62	39734.16
P92	15.00	4.19	1.59	5.78	86.75	21794.77	0.05	0.07	0.12	1.79	39735.94
P93	9.96	4.98	0.46	5.44	54.21	21848.98	0.05	0.71	0.76	7.53	39743.47
P94	12.46	4.98	0.35	5.33	66.39	21915.37	0.05	0.47	0.51	6.39	39749.87
P95	20.00	3.00	0.21	3.21	64.20	21979.57	0.05	0.35	0.40	7.97	39757.84
P96	20.00	1.25	0.62	1.87	37.46	22017.03	0.11	0.61	0.72	14.48	39772.32
P97	20.00	0.13	0.00	0.13	2.70	22019.73	0.66	2.83	3.49	69.79	39842.11
P98	20.00	0.15	0.00	0.15	2.95	22022.68	0.72	3.60	4.32	86.39	39928.50
P99	20.00	1.23	0.00	1.23	24.51	22047.19	0.22	3.66	3.88	77.61	40006.11
P100	11.78	1.38	0.00	1.38	16.29	22063.47	0.19	1.97	2.16	25.45	40031.56
P101	9.28	1.58	0.00	1.58	14.62	22078.10	0.10	1.39	1.49	13.82	40045.38
P102	15.00	2.46	0.02	2.48	37.22	22115.32	0.05	1.39	1.45	21.70	40067.07
P103	15.00	2.04	0.01	2.05	30.80	22146.11	0.06	1.77	1.84	27.55	40094.62
P104	15.00	2.19	0.00	2.19	32.82	22178.93	0.09	2.73	2.82	42.25	40136.87
P105	15.00	2.38	0.00	2.38	35.77	22214.70	0.32	3.81	4.13	61.93	40198.81
P106	15.00	2.13	0.00	2.13	31.90	22246.60	0.85	4.99	5.83	87.51	40286.32
P107	15.00	2.91	0.00	2.91	43.59	22290.19	0.16	5.12	5.28	79.19	40365.51
P108	15.00	3.24	0.00	3.24	48.57	22338.76	0.28	4.21	4.48	67.24	40432.75
P109	9.96	3.54	0.00	3.54	35.24	22374.00	0.48	3.32	3.81	37.91	40470.65
P110	14.96	3.62	0.00	3.62	54.17	22428.17	0.57	3.05	3.61	54.06	40524.72
P111	25.00	2.73	0.01	2.75	68.65	22496.81	0.85	0.79	1.64	41.08	40565.79
P112	25.00	2.00	3.53	5.53	138.31	22635.12	1.45	0.08	1.53	38.28	40604.07
P113	25.00	3.14	4.44	7.58	189.55	22824.67	0.05	0.04	0.09	2.33	40606.40

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

P114	25.00	2.01	1.53	3.54	88.47	22913.14	0.05	0.07	0.12	3.01	40609.41
P115	25.00	4.01	3.08	7.08	177.07	23090.21	0.04	0.05	0.10	2.43	40611.84
P116	25.00	4.17	2.30	6.47	161.76	23251.97	0.05	0.06	0.10	2.53	40614.37
P117	25.00	4.18	6.47	10.66	266.43	23518.40	0.05	0.04	0.09	2.31	40616.68
P118	25.00	3.19	3.48	6.67	166.81	23685.20	0.05	0.05	0.09	2.36	40619.04
P119	25.00	1.55	2.30	3.85	96.29	23781.49	0.04	0.07	0.11	2.74	40621.78
P120	25.00	3.96	2.92	6.88	171.91	23953.40	0.04	0.06	0.11	2.65	40624.43
P121	25.00	3.39	1.91	5.31	132.63	24086.03	0.04	0.09	0.14	3.43	40627.86
P122	25.00	2.86	0.76	3.62	90.58	24176.61	0.05	0.05	0.10	2.46	40630.33
P123	25.00	2.72	2.27	4.99	124.70	24301.31	0.19	0.10	0.29	7.17	40637.50
P124	25.00	3.77	2.73	6.50	162.56	24463.87	0.04	0.10	0.15	3.63	40641.12
P125	25.00	3.94	2.20	6.14	153.56	24617.43	0.04	0.02	0.06	1.49	40642.61
P126	25.00	5.02	2.41	7.43	185.78	24803.21	0.04	0.08	0.13	3.21	40645.82
P127	25.00	4.91	0.90	5.81	145.36	24948.57	0.04	0.03	0.08	1.95	40647.77
P128	25.00	4.86	0.17	5.03	125.75	25074.32	0.04	0.99	1.04	25.94	40673.72
P129	25.00	5.29	0.24	5.52	138.05	25212.37	0.04	0.72	0.77	19.13	40692.85
P130	25.00	5.13	0.28	5.41	135.29	25347.66	0.04	0.30	0.34	8.61	40701.46
P131	25.00	5.40	2.27	7.67	191.66	25539.32	0.04	0.04	0.08	2.10	40703.56
P132	25.00	3.85	3.72	7.57	189.26	25728.58	0.05	0.05	0.10	2.46	40706.02
P133	25.00	2.73	2.28	5.01	125.25	25853.83	0.06	0.08	0.13	3.28	40709.29
P134	25.00	3.53	0.68	4.21	105.23	25959.07	0.27	0.02	0.29	7.29	40716.58
P135	25.00	4.68	0.00	4.68	117.01	26076.08	0.36	2.30	2.66	66.57	40783.15
P136	25.00	4.75	0.00	4.75	118.66	26194.74	0.32	2.72	3.04	76.01	40859.16
P137	25.00	4.76	0.00	4.77	119.15	26313.89	0.21	0.86	1.07	26.85	40886.02
P138	25.00	3.15	0.10	3.25	81.29	26395.18	0.05	0.20	0.26	6.38	40892.40
P139	25.00	3.97	0.36	4.33	108.37	26503.54	0.04	0.03	0.08	1.97	40894.38
P140	25.00	4.80	0.58	5.38	134.57	26638.11	0.05	0.02	0.08	1.92	40896.29
P141	25.00	4.33	0.73	5.05	126.29	26764.41	0.11	0.01	0.12	2.89	40899.18
P142	25.00	3.64	3.40	7.04	176.00	26940.40	0.05	0.05	0.09	2.26	40901.45
P143	25.00	4.77	3.75	8.52	213.06	27153.46	0.04	0.04	0.09	2.24	40903.68
P144	25.00	5.25	2.62	7.87	196.83	27350.30	0.04	0.05	0.09	2.32	40906.00
P145	25.00	4.07	2.64	6.71	167.70	27518.00	0.05	0.06	0.10	2.62	40908.62
P146	25.00	3.86	1.03	4.89	122.17	27640.17	0.04	0.09	0.13	3.26	40911.88
P147	25.00	5.57	1.19	6.76	168.97	27809.14	0.05	0.08	0.12	3.01	40914.89
P148	25.00	5.02	0.43	5.45	136.32	27945.45	0.04	0.11	0.15	3.84	40918.73
P149	25.00	4.68	2.43	7.11	177.81	28123.26	0.04	0.06	0.10	2.47	40921.20
P150	25.00	4.08	3.17	7.25	181.35	28304.61	0.05	0.05	0.09	2.33	40923.53
P151	25.00	4.12	3.35	7.46	186.58	28491.19	0.05	0.05	0.09	2.32	40925.85
P152	25.00	4.05	2.26	6.31	157.75	28648.95	0.05	0.07	0.12	2.96	40928.81
P153	25.00	6.54	4.74	11.28	281.97	28930.92	0.04	0.04	0.08	2.12	40930.93
P154	25.00	6.62	2.58	9.19	229.85	29160.77	0.04	0.07	0.12	2.94	40933.86
P155	25.00	7.58	1.83	9.41	235.13	29395.90	0.04	0.02	0.06	1.57	40935.44
P156	25.00	7.99	3.25	11.24	281.05	29676.94	0.04	0.04	0.08	2.05	40937.49
P157	25.00	8.29	5.71	14.00	350.04	30026.99	0.05	0.04	0.09	2.24	40939.73
P158	25.00	7.21	3.20	10.42	260.41	30287.40	0.05	0.05	0.10	2.47	40942.20
P159	25.00	7.65	3.34	10.99	274.77	30562.17	0.04	0.06	0.10	2.58	40944.78
P160	25.00	7.62	6.21	13.82	345.58	30907.75	0.04	0.04	0.09	2.20	40946.98
P161	25.00	5.19	7.49	12.68	316.89	31224.64	0.04	0.04	0.09	2.20	40949.18
P162	25.00	6.02	3.43	9.46	236.48	31461.13	0.04	0.05	0.09	2.35	40951.53
P163	25.00	5.73	0.07	5.80	144.97	31606.09	0.12	0.92	1.04	25.90	40977.44
P164	25.00	1.38	0.01	1.39	34.67	31640.77	1.53	1.77	3.30	82.48	41059.92
P165	25.00	0.29	0.12	0.42	10.40	31651.17	0.44	0.58	1.03	25.63	41085.54
P166	25.00	4.98	1.82	6.80	170.11	31821.28	0.04	0.07	0.12	2.89	41088.44
P167	25.00	5.25	3.10	8.36	208.94	32030.22	0.04	0.05	0.10	2.43	41090.87
P168	25.00	4.77	4.29	9.06	226.61	32256.83	0.05	0.04	0.09	2.24	41093.11
P169	25.00	5.80	4.45	10.24	256.06	32512.89	0.04	0.04	0.09	2.24	41095.35
P170	25.00	6.56	3.38	9.94	248.53	32761.42	0.04	0.06	0.10	2.51	41097.86
P171	25.00	6.50	2.52	9.02	225.44	32986.86	0.05	0.06	0.10	2.60	41100.46

ETUDE DU DEDOUBLEMENT DE LA RN23 ENTRE MESRA ET LA LIMITE DE LA WILAYA DE RELIZANE

P172	25.00	6.35	1.73	8.08	201.95	33188.81	0.04	0.08	0.12	2.99	41103.45
P173	25.00	6.54	1.06	7.60	189.90	33378.71	0.04	0.00	0.05	1.16	41104.61
P174	25.00	5.58	2.27	7.85	196.33	33575.04	0.04	0.06	0.11	2.72	41107.33
P175	25.00	6.27	3.49	9.76	243.90	33818.94	0.04	0.05	0.09	2.33	41109.66
P176	25.00	5.53	2.67	8.20	204.95	34023.90	0.04	0.07	0.11	2.78	41112.45
P177	25.00	5.62	2.54	8.17	204.13	34228.02	0.04	0.06	0.10	2.57	41115.02
P178	25.00	6.77	2.30	9.07	226.76	34454.78	0.04	0.06	0.10	2.62	41117.64
P179	25.00	5.22	0.22	5.43	135.84	34590.62	0.05	0.34	0.39	9.69	41127.33
P180	25.00	1.17	0.00	1.17	29.27	34619.88	0.16	0.73	0.89	22.17	41149.50
P181	25.00	7.80	1.79	9.59	239.72	34859.61	0.04	0.02	0.06	1.51	41151.01
P182	25.00	2.01	0.00	2.01	50.37	34909.98	0.11	0.95	1.06	26.53	41177.54
P183	25.00	7.14	1.02	8.16	203.96	35113.93	0.04	0.04	0.09	2.13	41179.67
P184	25.00	5.16	0.42	5.59	139.65	35253.59	0.05	0.13	0.17	4.35	41184.02
P185	25.00	1.42	0.02	1.44	36.12	35289.71	0.18	0.56	0.73	18.36	41202.38
P186	25.00	7.36	0.66	8.03	200.65	35490.36	0.04	0.29	0.33	8.33	41210.71
P187	25.00	4.74	0.19	4.93	123.27	35613.64	0.05	0.16	0.20	5.07	41215.79
P188	25.00	5.31	0.62	5.93	148.25	35761.89	0.04	0.07	0.12	2.91	41218.70
P189	25.00	6.73	0.60	7.33	183.37	35945.26	0.04	0.14	0.18	4.43	41223.13
P190	25.00	5.26	0.01	5.26	131.56	36076.82	0.04	1.14	1.18	29.59	41252.72
P191	25.00	3.51	0.00	3.51	87.68	36164.50	0.09	2.27	2.36	58.97	41311.69
P192	25.00	2.26	0.00	2.26	56.62	36221.12	0.66	4.23	4.89	122.37	41434.06
P193	25.00	2.79	0.00	2.79	69.80	36290.92	0.14	4.21	4.35	108.83	41542.89
P194	25.00	2.60	0.00	2.60	64.88	36355.79	0.36	4.61	4.98	124.47	41667.36
P195	25.00	1.48	0.00	1.48	36.98	36392.77	0.17	3.45	3.63	90.71	41758.07
P196	25.00	1.83	0.00	1.83	45.76	36438.53	0.68	5.46	6.14	153.49	41911.56
P197	25.00	2.18	0.00	2.18	54.42	36492.95	0.22	3.92	4.14	103.42	42014.98
P198	18.56	1.48	0.01	1.49	27.71	36520.67	0.21	0.93	1.14	21.15	42036.13
P199	6.06	3.43	2.50	5.92	35.90	36556.57	0.05	0.05	0.10	0.61	42036.73

Volume cumulé déblais (m³)

36556.57

Volume cumulé remblais (m³)

42036.73

Implantation

1. introduction

On sait que le trace d'une route comme toute les autres voies de communication se composent d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires ou progressives en tenant compte des points de passage obligés de relief du terrain des obstacles rencontrés pour implanter un alignement droit, deux points principaux suffisent entre lequel il est facile de mettre en place des points intermédiaires, par contre implanter une courbes on a besoin d'un certain nombre de points et il existe plusieurs méthodes d'implantation :

- ✓ *Implantation par abscisses et ordonnées sur la tangente.*
- ✓ *Implantation par abscisses et ordonnées sur la corde.*
- ✓ *Implantation par rayonnement classique.*
- ✓ *Implantation par coordonnées polaires.*

2. Plan de piquetage des axes des voies :

C'est le plan où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

3. Implantation planimétrique des sommets des alignements

3.1. Par rayonnement :

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

3.2. Par intersection :

On stationne simultanément en deux points connus et de chacun et après orientation on affiche les angles et on matérialise l'intersection.

C-Par coordonnées polaires :

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

4. Implantation de courbes

4.1. Raccordement circulaire :

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

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

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

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

5. Méthode d'implantation :

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

Origine : point de tangence

Origine : milieu de la corde

- Par coordonnées polaires.

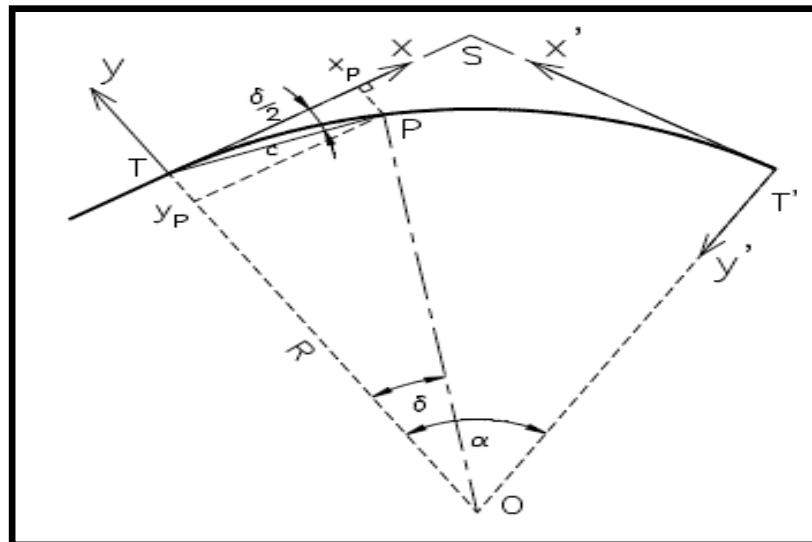


Figure20: Implantation partie circulaire

6. Raccordement progressif :

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

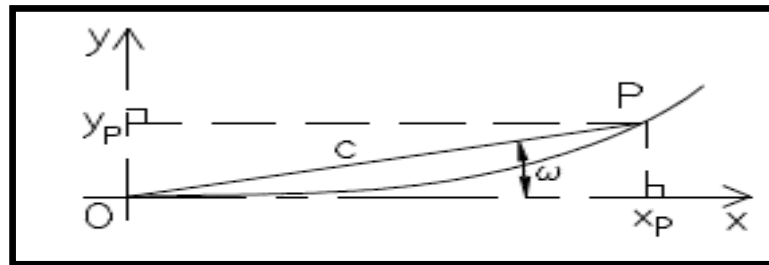


Figure21 : Méthode d'implantation

- Piquetage par coordonnées rectangulaires

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

- Piquetage par coordonnées Polaires

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

Assainissement

1. Introduction :

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et réaliser pour récolter et évacuer rapidement toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines, c'est à dire :

L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, curettes, rigoles, gondoles, etc....

Les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).

Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...).

2. Objectifs de l'assainissement:

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée.
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme.

3. Assainissement de la chaussée :

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations.

Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

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

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

✓ Fossé de pied du talus de déblai :

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

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

✓ **Fossé de crête de déblai :**

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

✓ **Fossé de pied de talus de remblai :**

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

✓ **Drain :**

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant la route. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150mm de diamètre.

Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

4. Définition des termes hydraulique:

✓ **Bassin versant :**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

✓ **Collecteur principal (canalisation) :**

C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

✓ **Chambre de visite (cheminée) :**

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent. Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

✓ **Sacs :**

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

✓ **Fossés de crêtes :**

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

✓ **Décence d'eau :**

Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes

✓ **Les regards :**

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

5. Choix des ouvrages d'évacuation:

Le choix des ouvrages d'évacuation des eaux superficielles doit appuyer sur les deux principes de base suivante:

- L'utilisation d'ouvrages superficiels dont les coûts d'investissement et d'entretien est plus faible que ceux des ouvrages enterrés.
- Rejeter les eaux hors de la plate-forme chaque fois que cela est possible, afin de diminuer les déblais de transit.

6. Dimensionnement de réseau d'assainissement à projeter :

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par un exutoire, on peut employer la méthode appelée La méthode Rationnelle dont nous rappelons très sommairement le principe : $Q_a = Q_s$

Q_a : débit d'apport en provenance du bassin versant (m³/s).

Q_s : débit d'écoulement au point de saturation (m³/s).

Le débit d'apport est calculé en appliquons la méthode Rationnelle :

$$Q_a = K \times C \times I_t \times A$$

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en 1/s).

I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

C : coefficient de ruissellement . A : aire du bassin versant (m²)

a) Détermination de l'intensité :

Pour la détermination de l'intensité on utilise la courbe « Intensité Durée fréquence », qui donne l'intensité en fonction de la période de retour et la durée (temps de concentration).

• La période de retour :

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

• Le temps de concentration :

La durée t de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé ; Le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi, comme suit :

1) Lorsque $A < 5 \text{ km}^2$: $T_c = 0.127 \cdot \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{P}}$

2) Lorsque $5 \text{ km}^2 < A < 25 \text{ km}^2$:

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

3) Lorsque $25 \text{ km}^2 < A < 200 \text{ km}^2$:

$$t_c = \frac{4 \sqrt{A} + 1.5 L}{0.8 \sqrt{H}}$$

T_c : Temps de concentration (heure).

A : Superficie du bassin versant (km²).

L : Longueur de bassin versant (km).

P : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).

H : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

L'intensité horaire :

Où : i : Intensité de la pluie (mm/h).

T_c : Temps de concentration (heure).

$P(t)$: Hauteur de la pluie de durée t_c (mm).

$$i = \frac{P(t)}{t_c}$$

b) Calcul de débit de saturation :

✓ S : section mouillée.

✓ R : rayon hydraulique (m).

✓ J : la pente moyenne de l'ouvrage.

✓ K_{st} : coefficient de STRICKLER qui dépend de la nature de parois de l'ouvrage

✓ St : section total de l'ouvrage

$$Q_s = K_{st} \cdot S \cdot J^{1/2} \cdot R_h^{2/3}$$

Signalisation et éclairage

1. Signalisation :

1.1 Introduction :

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

1.2 L'objectif de la signalisation routière :

- *De rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.*
- *De rappeler certaine prescription du code de la route.*
- *De donner des informations relatives à l'usage de la route.*

1.3. Catégories de signalisation :

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

1.4. Règles à respecter pour la signalisation :

- *Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).*
- *Cohérence avec les règles de circulation.*
- *Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.*
- *Eviter la publicité irrégulière.*
- *Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.*

1.5. Types de signalisation

1.5.1 Signalisation Verticale :

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

- ✓ Signalisation avancée
- ✓ Signalisation de position.
- ✓ Signalisation de direction.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

- **Signaux de danger :**

L'objet de la signalisation routière de danger est d'attirer de façon toute spéciale l'attention des usagers de la route aux endroits où leur vigilance doit redoubler en raison de la présence d'obstacles ou de points dangereux.

- **Signaux comportant une prescription absolue :**

- ✓ Signaux d'interdiction.
- ✓ Signaux d'obligation.
- ✓ Signaux de fin d'interdiction.
- ✓ Signaux de fin d'obligation.

- **Signaux à simple indication :**

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

- ✓ Signaux d'indication.
- ✓ Signaux de direction.
- ✓ Signaux de localisation.
- ✓ Signaux divers.

- **Signaux de position des dangers :**



Figure 22 : Signalisation Verticale

1.5.2 Signalisation Horizontale:

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation.

1.5.3 Marquage longitudinal :

- ✓ **Lignes continue** : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.
- ✓ **Lignes discontinue** : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

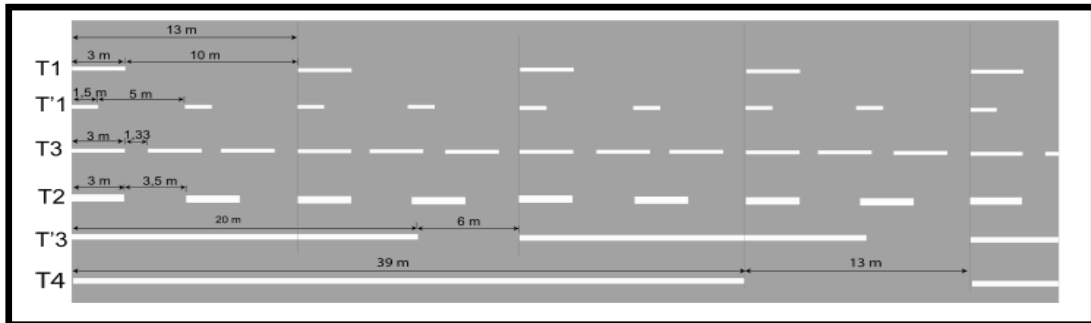


Figure 23 : les lignes « continue et discontinue »

1.5.4. Marquage transversal :

- ✓ **Lignes transversales continues** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient marquer un temps d'arrêt.
- ✓ **Lignes transversales discontinues** : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

1.5.5 Autre marquage :

- ✓ **Flèche de rabattement** : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.
- ✓ **Flèches de sélection** : flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.



Figure 24 : Flèches « rabattement et sélection »

2. Eclairage :

2.1. Catégories d'éclairage :

Catégorie A : éclairage général d'une route ou autoroute.

Catégorie B : éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).

Catégorie C : éclairage des voies dessertes.

Catégorie D : éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

2.2. Paramètre de l'implantation des luminaires :

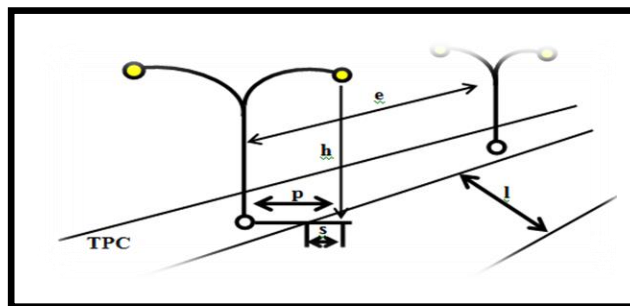


Figure 25 : Paramètre de l'implantation

e : l'espacement entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.

h : la hauteur du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et parfois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.

l : la largeur (*l*) de la chaussée.

p : la porte à faux (*p*) du foyer par rapport au support.

s : l'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (*s*) par rapport au bord de la chaussée.

3. Application au projet :

La signalisation de notre projet est basée sur le point suivant:

- **Signalisation horizontale :**
 - ✓ Lignes continues.
 - ✓ Lignes discontinues.
- **Signalisation verticale :**
 - ✓ Panneaux de signalisation.
 - ✓ Glissière en bétons.
 - ✓ Séparation en bétons.

Devis Quantitatif et Estimatif					
N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Prix.U	Quantité	Prix
01	décapage de la terre végétale	m3	40,00	99826,642	3993065,68
02	Déblais mise en dépôt	m3	250,00	46504,36	11626090,00
03	Remblai mis-en d'emprunt	m3	950,00	58694,12	55759414,00
04	Couche de fondation en tuf 27 cm, y/c le transport la manutention l'épilage le compactage, l'arrosage essais de compacité et toutes sujétions comprises	m3	1 000,00	22157,78	2215778,00
05	Couche de base en grave concassée 14 cm,y/c le transport la manutention l'épilage le compactage, l'arrosage essai de compacité et toutes sujétions comprises	m3	1 500,00	9191,37	13787066,50
06	Couche d'imprégnation en cut back 0,1	m2	90,00	57446,11	5170149,94
07	Couche de roulement en béton bitumineux 6cm	T	5 000,00	3939,16	46088193,72
08	Rechargement des accotements sur une épaisseur de 47 cm y compris compactage et arrosage et toutes sujétions comprises	m3	1 000,00	7714,19	7714190,00
09	Ouverture de fossé bétonné	ml	3 000,00	4500,00	13500000,00
				PRIX HT	154266047,8
				TVA 19%	29310549,082
				PRIX TTC	183576597,00

Tableau 48 : Devis Quantitatif et Estimatif

Arreté a :

Cent quatre-vingt-trois millions cinq-cent-soixante-seize milles cinq-cents quatre-vingt-dix-sept dinars.

Conclusion

Dans notre étude nous avons essayé de respecter toute 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,

Cette étude nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises pour cerner les problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers.ET une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels auto CAD et covadis.

On était limité par le temps, le manque de salles de calculs et d'autre contraintes mais cela ne nous a pas empêché pour venir à bout de ce travail grâce aux orientations de nos professeurs.

Nous espérons acquérir plus dans notre vie professionnelle et toucher les grands projets et surtout voir tout cela de près.

BIBLIOGRAPHIE

- *Les normes B40*
- *Aménagement des routes principales (setra)*
- *Ictaal 1985- 1990 -2000*
- *ICTAAL - Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison Circulation*
- *Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines ICTAVRU (certu)*
- *Projet et construction des routes (setra)*
- *Amélioration de la sécurité des virages des routes principales en rase campagne (setra)*
- *Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes (setra)*
- *conception géométrique de route (setra)*
- *l'équipement des routes interurbaines volume1 (setra)*
- *Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaine (Cetur)*
- *Mémoires ENTP promotion 2011 -2012*