



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie



N° d'ordre : M...../GCA/2019

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et ouvrage d'art

### *Thème*

**ETUDE D'UN DEUXIEME BOULEVARD PERIPHEIQUE  
DE LA WILAYA DE MOSTAGANEM DU PK 12+020 AU  
PK 15+900**

Présenté par :

1. M<sup>r</sup>: AGBOUBI Khaled
2. M<sup>r</sup>: HAMMADI Djillali

Soutenu le 10/07/ 2019 devant le jury composé de :

**Président** : M<sup>r</sup> BOUHADJEB KADDA  
**Examineur** : M<sup>r</sup> BELGUESMIA NOUREDDINE  
**Encadreur** : M<sup>r</sup> BOUHALOUFA AHMED  
**Co-Encadreur** : M<sup>r</sup> BOUARFA ZOHIR

Année Universitaire : 2018/ 2019

# Remerciement



*Louange à ALLAH (que son Nom soit glorifié) qui nous a guidés, et sans lui nous n'aurions jamais été sur la bonne voie.*

*Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences.*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr BOUHALOUFA AHMED et BOUARFA ZOHIR pour ses appréciations compétentes, ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt : Mr BELGUESMIA NOUREDDINE et Mr BOUHADJEB qu'ils ont porté à notre travail. Et de l'enrichir par leurs propositions*

*Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers tous les Enseignants et le personnel administratif de l'université FST qui ont contribué à notre formation et à l'élaboration de ce présent travail*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*



# *Dédicaces*

*Je dédie le fruit de mon travail  
à mon père et ma chère mère avec autant d'admiration que  
d'amour.*

*Je le dédie à mes Baniada , Caref ,  
et à mes chères sœurs Fatima , Hanane , Chahinaze*

*A ma femme Nabahet .  
A mes tantes et mes oncles.  
A tous mes cousins et cousines.*

*A toute la famille HAMMADI sur tous  
Mr. HAMMADI Djamale et la famille KRAZINI*

*A mes amis les plus intimes ; Mehdi delloule , Hammou  
, Karime, Mokhtar , Ahmed , Chams-edin sans oublier  
bien sur mon binome Khaled .*

*Et a tous mes collègues de la promotion voie et ouvrage  
d'art et aussi génie civil.*

*Djillali*



# *Dédicaces*

*Je dédie le fruit de mon travail  
à mon père (الله يرحمه) et ma chère  
mère avec autant d'admiration que d'amour.*

*Je le dédie à mes frères Hamza, Habib ;  
Amine et à ma chère sœur Fatima*

*A mes nièces Anfal ,saifeddine et ladjel.  
A mes tantes et mes oncles.  
A tous mes cousins et cousines.*

*A toute la famille AGBOUBI et la famille DOUBBI  
BOUNOUA.*

*A mes amis les plus intimes ; larbi, abdennour, kharfi,  
mokhtar , ahmed , habibet sans oublier bien sur mon  
binome djillali.*

*Et a tous mes collègues de la promotion voie et ouvrage  
d'art et aussi génie civil.*

***Khaled***

## SOMMAIRE

Introduction générale .....	01
<b>CHAPITRE I Présentation de projet</b>	
I.1 Présentation de la wilaya de Mostaganem.....	03
I.1.1 Réseau routier.....	03
I.2 Présentation de site.....	04
I.3 Objectifs de l'étude.....	05
I.4. Données de Base.....	06
I.4.1. Levé topographique.....	06
I.4.2. Trafic.....	06
I.4.3. Catégorie de la route.....	07
I.4.4. Catégorie de notre projet.....	07
I.4.5. Environnement de travail.....	07
<b>Phase APS</b>	
1. Introduction.....	09
2. Tracé en plan.....	09
2.1. Règles à respecter dans le tracé en plan.....	09
2.2. Les éléments du tracé en plan.....	09
2. 2.1 Les alignements.....	10
2.2.2 Arcs des cercles.....	10
3. Etude des variantes.....	10
3.1. Les différentes étapes.....	11
3.1.2. Calcul d'axe.....	11
3.1.3. Calcul de gisement de distance et des anges au centre.....	11
3.1.4. Dénivelée cumulée moyenne.....	11
3.1.5. Environnement de la route.....	12
3.1.6. Vitesse de référence.....	13
3.1.7. Courbe en plan.....	13
3.1.8.Le choix des rayons.....	14
3.1.9. Détermination des éléments des raccordements.....	14
3.1.10. Pourcentage alignement droit.....	15
3.1.11. Déclivité-Profil en long.....	15
3.1.12 Calcul des cubatures approchées.....	15
4. Application au projet.....	17

4..1. Etude de la variante 1.....	17
4.2. Etude de la variante 2.....	29
5.Conclusion.....	41

## Phase APD

### Chapitre I Etude de trafic

I.1. Introduction.....	43
I.2. Différent types de trafics.....	43
I.3. Analyse de trafic.....	43
I.4. calcul de la capacité.....	44
I.5. Application au projet.....	47
I.6. Conclusion.....	49

### CHAPITRE II RACCORDEMENT PROGRISIVE

II.1 Propriétés de la clothoïde.....	51
II.2. Longueur de raccordements.....	52
II.2.1. Condition optique.....	52
II.2.2. La condition de confort dynamique.....	52
II.2.3. Condition de gauchissement.....	53
II.3. Vérification de non chevauchement.....	53
II.4. Notion de devers.....	54
II.5. Détermination des dévers aux rayons en plan.....	55
II.6. les rayons de tracé en plan.....	55
II.7. Application au projet.....	56

### CHAPITRE III IMPLANTATION

III. 1. Définition.....	63
III.2. Implantation planimétrique des sommets des alignements.....	63
III.3. Implantation de courbes.....	64
III.4. Implantation en altimétrie.....	65
III.5. Application de projet.....	65

### CHAPITRE IV 2TUDE Cinématique

IV.1. Introduction.....	75
IV.2. Distance de freinage.....	75
IV.3. Temps de perception et de réaction.....	75
IV.4. Distance d'arrêt.....	77
IV .5.Distance de perception.....	77
IV .6. Espacement entre deux véhicules.....	78

<b>IV.7. Distance de visibilité de dépassant et de manœuvre.....</b>	<b>79</b>
<b>IV .8. Application De Projet.....</b>	<b>80</b>

## **CHAPITRE V PROFILE EN LONG**

<b>V.1. Introduction.....</b>	<b>84</b>
<b>V.2. Règles à respecter dans le tracé du profil en long.....</b>	<b>84</b>
<b>V.3. Les éléments de composition du profil en long.....</b>	<b>84</b>
<b>V.3.1 Les types de rayons.....</b>	<b>85</b>
<b>V.4. Coordination du tracé en Plan et Du profil en long.....</b>	<b>85</b>
<b>V.5. Déclivités.....</b>	<b>85</b>
<b>V.5.1. Déclivité minimale.....</b>	<b>85</b>
<b>V.5.2. Déclivité maximale.....</b>	<b>86</b>
<b>V.6. Raccordements en profil en long.....</b>	<b>86</b>
<b>V.6.1. Raccordements convexes (angle saillant).....</b>	<b>86</b>
<b>V.6.2 Raccordements concaves (angle rentrant).....</b>	<b>88</b>
<b>V.7. Détermination pratiques du profil en long.....</b>	<b>89</b>
<b>V.8.Application au projet.....</b>	<b>90</b>

## **CHAPITRE VI DIMENSIONNEMENT**

<b>VI.1. Introduction.....</b>	<b>94</b>
<b>VI.2. La chaussée.....</b>	<b>94</b>
<b>VI.2.1. Les différents types de structures de chaussées.....</b>	<b>94</b>
<b>VI.2.1.1. Chaussée souple.....</b>	<b>94</b>
<b>VI.2.1.2. Chaussée semi –rigide.....</b>	<b>96</b>
<b>VI.2.1.3. Chaussée rigide.....</b>	<b>96</b>
<b>VI.3. Facteurs à considérer dans le dimensionnement de la chaussée.....</b>	<b>96</b>
<b>VI.3.1. Trafic.....</b>	<b>97</b>
<b>VI.3.2. Environnement.....</b>	<b>98</b>
<b>VI.3.3. Le Sol Support.....</b>	<b>98</b>
<b>VI.3.4. Matériaux.....</b>	<b>99</b>
<b>VI. 4. Les principales méthodes de dimensionnement.....</b>	<b>99</b>
<b>VI.4.1. Méthode C.B.R (Californian – Bearing – Ratio).....</b>	<b>99</b>
<b>VI.5. Application De Projet.....</b>	<b>101</b>

## **CHAPITRE VII ASSINISSEMENT**

<b>VII.1. Introduction.....</b>	<b>104</b>
<b>VII.2. Les objectifs de l'étude hydrologique.....</b>	<b>104</b>
<b>VII.3. Définition des termes hydraulique.....</b>	<b>104</b>

VII.3.1. Bassin versant.....	104
VII.3.2. Fossé de pied du talus de déblai.....	104
VII.3.3. Fossé de crête de déblai.....	104
VII.3.4. Fossé de pied de talus de remblai.....	104
VII.3.5. Descentes d'eau.....	105
VII.3.6. Les gargouilles.....	105
VII.3.7. Drain.....	105
VII.3.8. Le regard.....	106
VII.3.9. Collecteur principal (canalisation).....	106
VII.3.10.buses et dalots.....	106
VII.4. Application de projet.....	106

## CHAPITRE VIII PROFILE EN TRAVAIL

VIII.1. Introduction.....	108
VIII.2 .les éléments constitutifs du profil en travers.....	108
VIII .3.Classification de profil en travers.....	110
VIII.4. Application au Projet.....	111

## CHAPITRE IX AMINAGEMENT DES CARFOUR

IX.1. Introduction.....	113
IX.2. Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour.....	113
IX.3. Choix de l'aménagement.....	113
IX.4. Les type de carrefours.....	113
IX.5. Principes généraux d'aménagements d'un carrefour.....	114
IX.6. Application au projet.....	115

## CHAPITRE X CUBATURE

X.1. Introduction.....	117
X.2. Cubatures des terrassements.....	117
X.3. Méthode utilisée.....	117
X.3.1. Description de la méthode.....	117
X.4. Application de projet.....	118

## CHAPITRE VI SIGNALISATION

XI.1. Introduction.....	123
XI.2. L'objet de la signalisation routière.....	123
XI.3. Règles à respecter pour la signalisation.....	123
XI.4. Types de signalisation.....	123
XI.4.1. Signalisation Verticale.....	123

<b>XI.4.1.1. Signaux de danger</b> .....	<b>123</b>
<b>XI.4.1.2. Signaux comportant une prescription absolue</b> .....	<b>124</b>
<b>XI.4.1.3. Signaux à simple indication</b> .....	<b>124</b>
<b>XI.4.1.4. Signaux de position des dangers</b> .....	<b>124</b>
<b>XI.4.2 Signalisation Horizontale</b> .....	<b>124</b>
<b>4.2.1 Marquage longitudinal</b> .....	<b>124</b>
<b>4.2.2 Marquage transversal</b> .....	<b>125</b>
<b>XI.4.3. Autres signalisation</b> .....	<b>125</b>
<b>XI.5. Application au projet</b> .....	<b>126</b>
<b>CHAPITRE VII Devis estimatif et quantitatif</b>	
<b>Devis estimatif et quantitatif</b> .....	<b>131</b>
<b>Conclusion générale</b>	
<b>Conclusion</b> .....	<b>135</b>

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 01 :</b> Détermination de la nature des terrains.....	12
<b>Tableau 02:</b> Classification de la sinuosité.....	12
<b>Tableau 03:</b> L'environnement de la route.....	13
<b>Tableau 04 :</b> Vitesse de référence.....	13
<b>Tableau 05:</b> Coordonnées définissant l'axe de la « variante 01 ».....	17
<b>Tableau 06 :</b> Valeurs des gisements, distances et des angles au centre « variante01 ».....	17
<b>Tableau 07:</b> dénivelée cumulée "Variante 01".....	18
<b>Tableau 08:</b> Rayon en plan "variante 1".....	23
<b>Tableau 09 :</b> Eléments des raccordements circulaires « variante 01 ».....	23
<b>Tableau 10 :</b> Cubatures approchées « variante 01 ».....	24
<b>Tableau 11:</b> Coordonnées définissant l'axe de 'la variante 02'.....	29
<b>Tableau 12:</b> Valeurs des gisements, d Distances et des angles au centre « variante 02 ».....	29
<b>Tableau 13 :</b> dénivelée cumulée "Variante 02".....	29
<b>Tableau 14:</b> Eléments des raccordements circulaires « variante 2 ».....	34
<b>Tableau 15 :</b> Cubature approchée de la variante 02.....	35
<b>Tableau 16:</b> Comparaison entre les deux variantes.....	40
<b>Tableau 17 :</b> valeurs du coefficient P.....	45
<b>Tableau 18 :</b> Valeurs de $K_1$ coefficient lié à l'environnement.....	45
<b>Tableau 19 :</b> Valeurs de $K_2$ coefficient de réduction de capacité.....	46
<b>Tableau 20 :</b> Valeurs de capacité théorique.....	46
<b>Tableau 21 :</b> les calculs sont représentés dans le tableau suivant.....	49
<b>Tableau 22 :</b> Devers en fonction de l'environnement.....	54
<b>Tableau 23 :</b> les dévers des rayons en plan.....	56
<b>Tableau 24 :</b> les dévers associés aux rayons de la variante choisi.....	57
<b>Tableau 25 :</b> longueur de la Clothoïde« L ».....	57
<b>Tableau 26 :</b> les éléments de la clothoïde de la varaité choisi.....	57
<b>Tableau 27:</b> Variation de devers pour le rayon 1300 m.....	59
<b>Tableau 29:</b> Variation de devers pour le rayon 1700m.....	60
<b>Tableau 30 :</b> Variation de devers pour le rayon 1200m.....	60
<b>Tableau 31:</b> les éléments d'implantation clothoïde.....	67
<b>Tableau 32:</b> les éléments d'implantation cercle.....	68
<b>Tableau 33 :</b> les éléments d'implantation clothoïde.....	69
<b>Tableau 34 :</b> les éléments d'implantation cercle.....	70

<b>Tableau 35</b> : les éléments d'implantation clothoïde.....	72
<b>Tableau 36</b> : les éléments d'implantation cercle.....	73
<b>Tableau 37</b> : coefficient de frottement longitudinal fl en fonction de la vitesse (B40).....	75
<b>Tableau 38</b> : les différentes distances selon les normes B40.....	79
<b>Tableau 39</b> : distance de freinage.....	80
<b>Tableau 40</b> : distance d'arrêt.....	81
<b>Tableau 41</b> : Valeur de la déclivité maximale.....	86
<b>Tableau 42</b> : Rayon convexes (angle saillant).....	87
<b>Tableau 43</b> Rayon convexes (angle rentrant).....	89
<b>Tableau 44</b> : rayons en profil en long selon les données.....	90
<b>Tableau 45</b> : les résultats des calculs des tangentes et les flèches du projet.....	92
<b>Tableau 46</b> : valeur du coefficient d'agressivité CAM.....	98
<b>Tableau 47</b> : La portance de sol en fonction de l'indice de CBR.....	98
<b>Tableau 48</b> : détermination de classe du sol.....	99
<b>Tableau 49</b> : coefficients d'équivalence des matériaux.....	100
<b>Tableau 50</b> : épaisseur de chaque couche.....	102
<b>Tableau 51</b> : cubature.....	119
<b>Tableau 52</b> : Modulation de la ligne continue.....	125

## Liste des figures

<b>Figure01</b> : réseau routier de Mostaganem .....	03
<b>Figure02</b> : début et fin de projet.....	04
<b>Figure03</b> : début de projet.....	05
<b>Figure04</b> : fin de projet.....	05
<b>Figure05</b> : levé topographique de projet.....	06
<b>Figure 06</b> : l'angle au centre.....	11
<b>Figure 07</b> : Dénivelée cumulée.....	12
<b>Figure 08</b> : Calcul de cubature.....	15
<b>Figure 09</b> : Cubature approchée "cas de remblai" .....	16
<b>Figure 10</b> : Cubature approchée "cas de déblai".....	16
<b>Figure 11</b> : élément de la clothoïde.....	51
<b>Figure 12</b> : la propriété de clothoïde.....	51
<b>Figure 13</b> : Condition de gauchissement.....	53
<b>Figure 14</b> :vérification de non chevauchement.....	53
<b>Figure 15</b> : Implantation partie circulaire .....	64
<b>Figure 16</b> : Méthode d'implantation .....	65
<b>Figure 17</b> : Distance de freinage.....	75
<b>Figure 18</b> : Temps de perception-réaction.....	77
<b>Figure 19</b> : l'espacement entre deux véhicules.....	78
<b>Figure 20</b> : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement « dmd .....	79
<b>Figure 21</b> : Élément géométriques du profil en long.....	85
<b>Figure 22</b> : Schéma de la courbe du profil en long.....	90
<b>Figure 23</b> : schéma théorique de la structure du corps de chaussée.....	96
<b>Figure 24</b> : Les différents types de structures de chaussées .....	96
<b>Figure 25</b> : schéma d'une décente d'eau.....	105
<b>Figure 26</b> : schéma des gargouilles.....	105
<b>Figure 27</b> : schéma de collecteur principal.....	106
<b>Figure 28</b> : Profil en travers type.....	108
<b>Figure 29</b> : profile en long d'un tracé .....	118
<b>Figure 30</b> : Type de modulation .....	125



## **Introduction générale**

L'histoire de la route est intimement liée au niveau de développement technologique et de la croissance économique des nations et des civilisations.

L'évolution démographique et la forte urbanisation en Algérie ont engendré plusieurs mutations, ainsi des recherches et des études des tracés linéaires des routes et d'autoroutes ont été menées à travers le pays afin d'améliorer les infrastructures de transport.

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale.

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études de dédoublement.

L'objectif de ces mesures est d'assurer la sécurité, le confort des usagers avec les moindres coûts possibles, d'où, ce présent projet de fin d'études qui consiste à la création d'une rocade qui se situe dans la wilaya de Mostaganem (liaison entre les sablettes, mazagran et le carrefour giratoire urgence sur 26km).

D'où l'importance de notre étude s'inscrit dans le cadre de la politique de la wilaya de Mostaganem et d'amélioration du réseau routier existant et l'ouverture de nouvelle route de désenclavement vue de les adopter aux besoins du développement économique et social de la wilaya de Mostaganem

## I.1 Présentation de la wilaya de Mostaganem :

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

La wilaya de Mostaganem compte plus de 800 000 habitants (statistiques de 2008) et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Daïras (sous-préfectures) la wilaya s'étend sur une superficie de 2269km<sup>2</sup>. Les wilayas limitrophes de Mostaganem : A l'Est la Wilaya de Chlef, au Sud-Est la Wilaya de Relizane, à l'Ouest la Wilaya d'Oran, au Sud-Ouest la Wilaya de Mascara.

### I.1.1 Réseau routier :

- Routes nationales (332,43 km)
- Chemin de wilaya (653,83 km)
- Chemin communaux et pistes (1147,98 km)



Figure01 : réseau routier de Mostaganem

## I.2 Présentation de site :

Le projet d'étude d'un deuxième boulevard périphérique de Mostaganem entre pk12+000 et pk16+000 laissons route nationale n°23 et chemin de wilaya n°49 bis et passage latérale de la commune hassi mamache

Le début de projet au pk 12+020 au près de hassi mamache et la fin de projet au la route RN 23 qui relie Mostaganem avec Relizane.

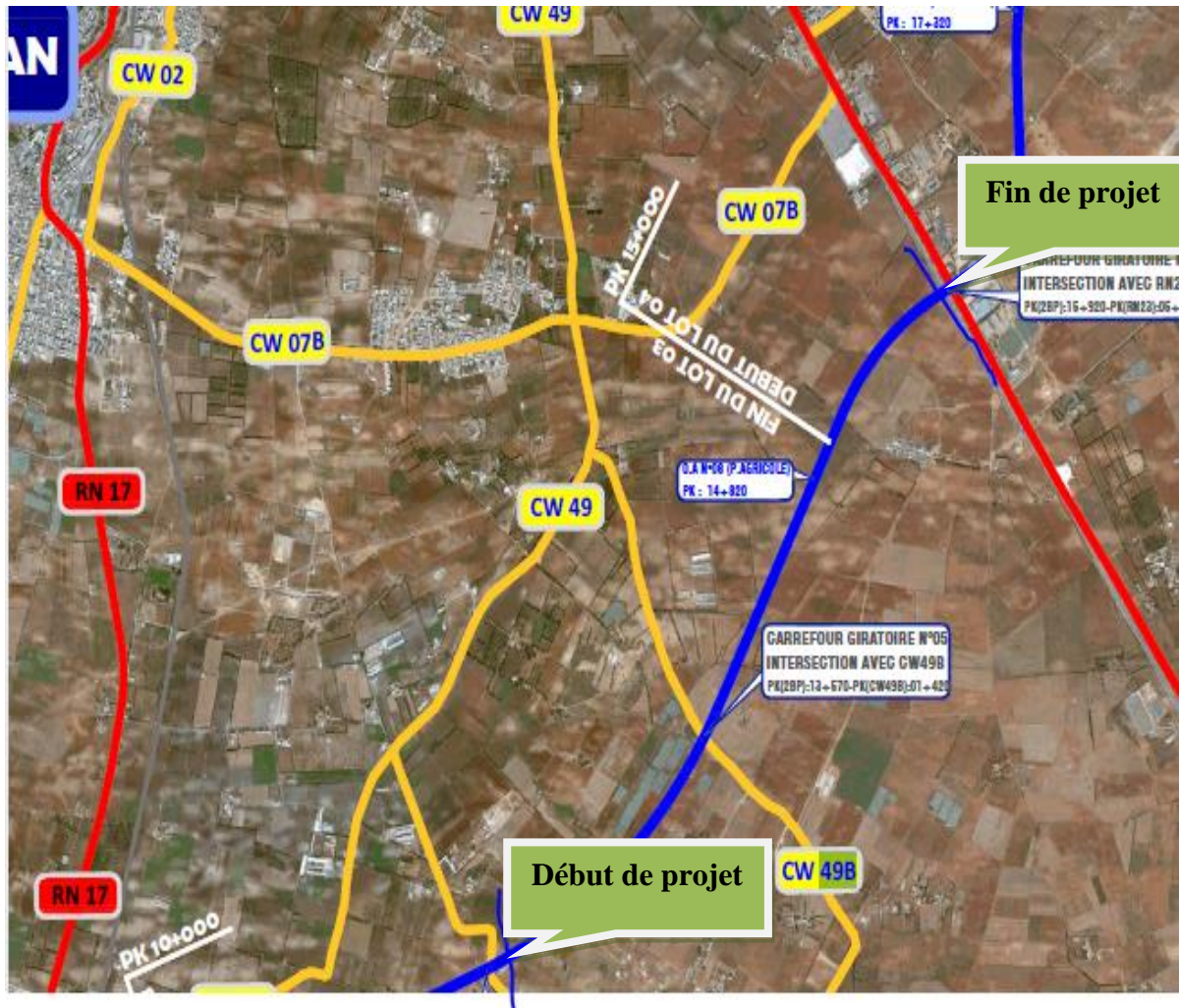


Figure02 : début et fin de projet

### I.3 Objectifs de l'étude :

Le but essentiel de notre projet dans le cadre de l'étude d'un deuxième boulevard périphérique de Mostaganem a deux chaussée unidirectionnelles (cw07bis) entre les sablâtes, mazagran et le carrefour giratoire urgence a pour objet :

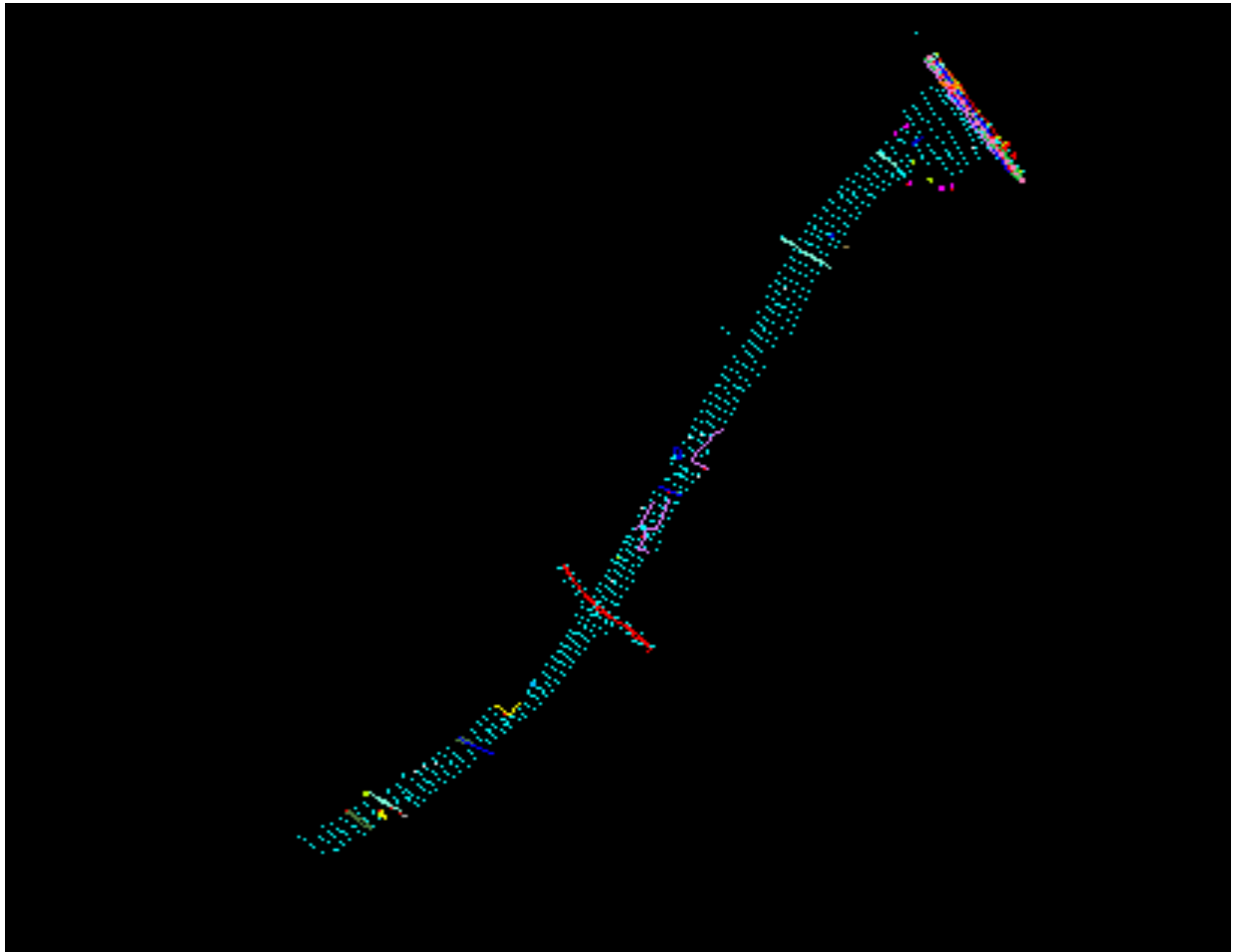
- Renforcer le réseau routier local et régional.
- D'assurer un rôle dans le rééquilibrage du territoire.
- Favoriser la mobilité douce et réduire la congestion ; les temps de déplacement, et les accidents.
- D'accroître la sécurité des usagers.
- Soutenir les objectifs de développement de la région ; et de la wilaya en générale.



**Figure03** : début de projet



**Figure04** : fin de projet



**Figure05** : levé topographique de projet

#### **I.4. Données de Base**

##### **I.4.1. Levé topographique :**

Toute étude est conçue sur un fond topographique définissant l'état du relief.

Pour notre étude on dispose d'un levé topographique numérique établi à l'échelle 1/1000 comportant le détail planimétrique et altimétrique du terrain naturel.

##### **I.4.2. Trafic :**

- TMJA = 20000 V/J (2020)
- Pourcentage de poids lourds : 30%
- Taux d'accroissement = 4%
- Durée d'étude et d'exécution : 1 ans
- Durée de travaux : 2 ans
- Durée de vie : 10 ans
- Indice de CBR :  $I = 4.5$

### **I.4.3. 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 Algérienne sont classées en cinq (5) catégorie fonctionnelles et sont comme suit :

- Catégorie 1 : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourdes considérées deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.
- Catégorie 2 : Liaison des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaison 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

### **I.4.4. Catégorie de notre projet :**

Le boulevard périphérique reliant les grands centres économiques de la wilaya de Mostaganem et transformation vers le réseau donc catégorie (C1).

### **I.4.5. Environnement de travail :**

L'outil informatique est jugé indispensable pour ce genre d'étude, c'est l'occasion pour nous d'essayer de d'utiliser les logiciels comme AUTOCAD et COVADIS afin d'être à jour une fois recruté dans le monde professionnel.

## **1. Introduction :**

La phase APS est l'étape qui vient directement après la phase préliminaire. Elle consiste à étudier plus profondément les deux variantes retenues dans l'étude préliminaire.

On procède à l'étude à partir de plan d'état majeure, de carte topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation socio-géographique de chaque variante.

Après cette analyse multicritère, une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD.

## **2. Tracé en plan :**

### **Définition :**

Le tracé en plan est une projection verticale sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée, ce plan horizontal est en général une carte topographique ou un plan de situation où le relief du terrain est représenté par les courbes de niveau.

Le tracé en plan est caractérisé par un assemblage d'éléments géométriques dessinés selon des normes afin d'assurer la stabilité du véhicule ce qui implique la sécurité de l'utilisateur.

### **2.1. Règles à respecter dans le tracé en plan :**

- ✓ Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- ✓ Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- ✓ Adapter au maximum le terrain naturel.
- ✓ Appliquer les normes du B40 si possible.
- ✓ Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- ✓ Respecter la cote des plus hautes eaux.
- ✓ Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- ✓ Respecter la longueur minimale des alignements droits c'est possible.
- ✓ Se raccorder sur les réseaux existants.
- ✓ S'inscrire dans le couloir choisi.

### **2.2. Les éléments du tracé en plan :**

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

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

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

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

### **2. 2.1 Les alignements :**

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

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

- ✓ De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- ✓ Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- ✓ Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- ✓ Mauvaise adaptation de la route au paysage.
- ✓ Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement se justifie :
- ✓ En plaine ou, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- ✓ Le long de constructions existantes.
- ✓ La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectilignes.
- ✓ Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- ✓ Des rayons de courbes de ces sinuosités.

### **2.2.2 Arcs des cercles :**

Trois éléments interviennent pour limiter les courbes :

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.

Visibilité en courbe

- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayons faible.
- Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de descendre en dessous des rayons minimum préconisés.

### **3. Etude des variantes :**

Les variantes sont en première approximation composée d'alignements droits raccordés par des cercles. Notre présente étude portera sur les différentes étapes suivantes :

### 3.1. Les différentes étapes

#### 3.1.1. Calcul d'axe :

Le calcul d'axe est l'opération permettant de matérialiser le tracé routier par des coordonnées x.y.z représentant l'ensemble des points caractéristiques du tracé et faciliter par la même l'établissement d'un plan de piquetage nécessaire à l'implantation topographique de tout le tracé routier.

#### 3.1.2. Calcul de gisement de distance et des anges au centre :

##### a. Calcul des Gisements

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord Géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

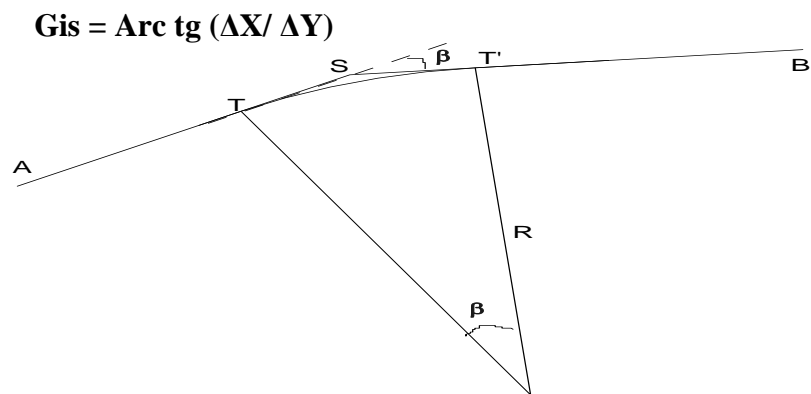


Figure 06 : l'angle au centre

##### b. Distance

La distance S1S2 est donnée par la relation :

$$S1S2 = \sqrt{(Xs2 - Xs1)^2 + (Ys2 - Ys1)^2}$$

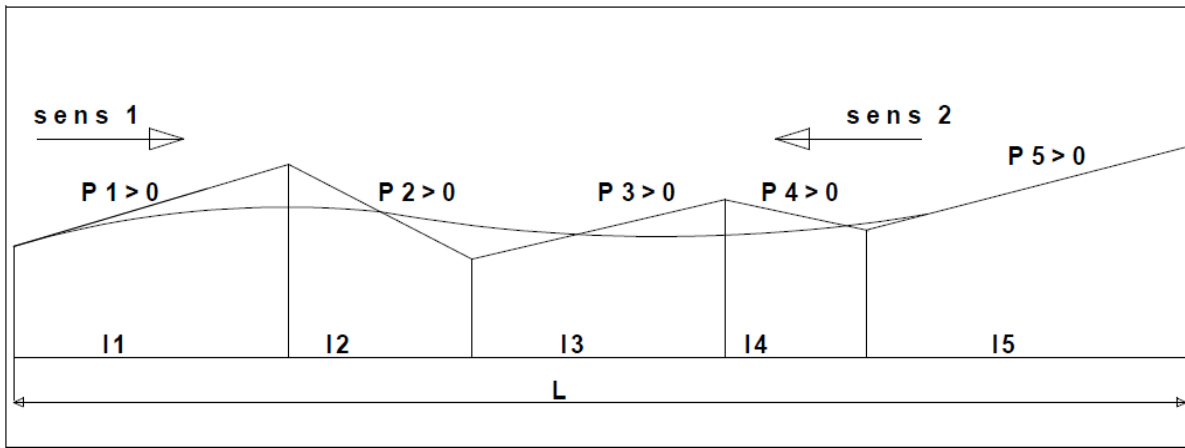
##### c. L'angle au centre

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

#### 3.1.3. 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.

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



**Figure 07 : Dénivelée cumulée**

**Tableau 01 : Détermination de la nature des terrains**

N° de code	1	2a	2b	3
Classification	Plat	Plat mais	Vallonné	Montagneux
H/L dénivelée cumulée moyenne	$H/L < 1,5 \%$	$H/L = 1,5 \%$	$1,5 \% < H/L < 4\%$	$H/L > 4\%$

**3.2.6. Sinuosité :**

La

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

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

$$\sigma = L_s/LT$$

$$L_s = \sum L_i (R < 200 \text{ m})$$

**Tableau 02: Classification de la sinuosité**

1° de code	1	2	3
Classification	Sinuosité faible	Sinuosité moyenne	Forte sinuosité
Sinuosité moyenne	$\sigma \leq 0,1$	$0,1 < \sigma \leq 0,3$	$\sigma > 0,3$

### 3.1.4. Environnement de la route :

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

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

**Tableau 03:**L'environnement de la route

<b>Sinuosité Relief</b>	<b>Faible (T&lt;0.1)</b>	<b>Moyenne 0.1&lt;T&lt;0.3</b>	<b>Forte T&gt;0.3</b>
<b>Plat (h/L&lt;1.5%)</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>/</b>
<b>Vallonné (1.5%&lt; h/L&lt;4%)</b>	<b>E2</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<b>Montagneux (h/L&gt;4%)</b>	<b>/</b>	<b>E3</b>	<b>E3</b>

### 3.1.5. Vitesse de référence :

La vitesse de référence est la vitesse de circulation des 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 de :

- La catégorie
- L'environnement

**Tableau 04 :** Vitesse de référence

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

### 3.1.6. Courbe en plan :

#### **Rayon minimal absolu RHm**

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.

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

### Rayon minimal normal

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

$$R_{hN}(Vr) = R_{hm}(Vr + 20)$$

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

### Rayon au dévers minimal

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

$$R_{hd} = \frac{V^2 (Km/h)}{127 * 2 * dmin}$$

### Rayon minimal non déversé

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le dévers est négatif pour l'un des sens de circulation, le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé ( $RHnd$ ).

$$R_{hnd} = \frac{Vr^2 (Km/h)}{127 (f'' - dmin)}$$

#### 3.1.7. Le choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolue  $RHm$ . On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal  $RHN$ .

#### 3.1.8. Détermination des éléments des raccords :

Formules de calculs des éléments de raccordement :

- **La tangente :**  $ST = ST' = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$
- **Bissectrice :**  $Biss = R \left( \frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$
- **La développée :**  $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \beta \text{ GRAD}}{200}$
- **La flèche :**  $F = R \left( 1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$

### 3.1.9. Pourcentage alignement droit :

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

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

### 3.1.10. Déclivité-Profil en long

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

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements paraboliques par leur rayon.

#### Les types de rayons :

- Les rayons en angle rentrants (concaves).
- Les rayons en angle saillant (convexes).

### 3.1.11. Calcul des cubatures approchées :

#### Méthode de calcul approximative :

$$V = \left( \frac{S_1 + S_2}{2} \right) \cdot d_1 + \left( \frac{S_2 + S_3}{2} \right) \cdot d_2 + \dots + \left( \frac{S_{n-1} + S_n}{2} \right) \cdot d_n$$

Par conséquent :  $d_1/2$ ,  $d_1 + d_2/2$ ,  $d_2 + d_3/2$  .....etc. constitue les distances

#### Application entre profils :

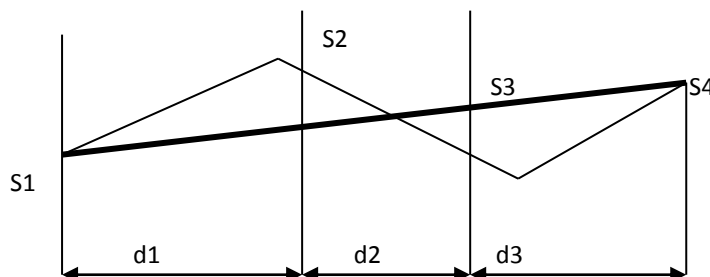
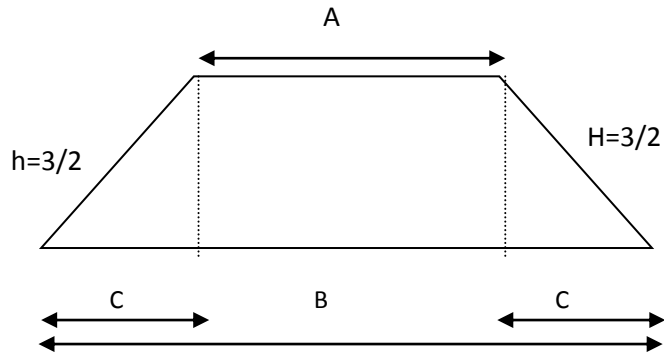


Figure 08: Calcul de cubature

**Méthode de calcul des surfaces :**

**En remblai :**

- ✓ A : largeur de la chaussée+ les 2 accotements
- ✓  $Tg \alpha = P = 2/3 = h/c \rightarrow c = 3h / 2$



**Figure 09:** Cubature approchée "cas de remblai"

- ✓ h : différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel
- ✓  $B = A + 2c = A + 3h$

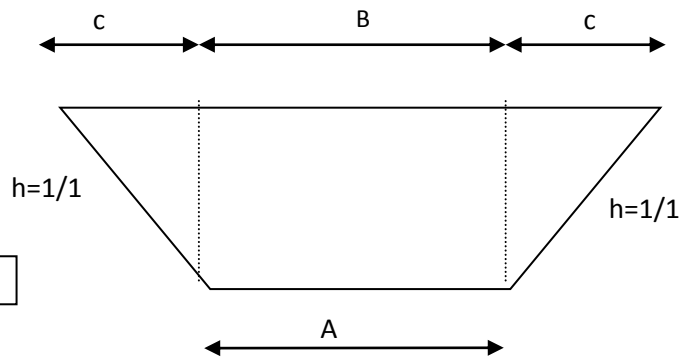
d'où :

$S = (A + B)h/2$

**$SR = Ah + 3 h^2/2$**

**En Déblai :**

- ✓ h : difference entre C.T.N et C.P.
- ✓ A : largeur de la chaussée + 2 accotements



**$SD = Ah + h^2$**

**Figure 10:** Cubature approchée "cas de déblai"

## 4. Application au projet

### 4.1. Etude de la variante 1 :

Le tracé en plan de la variante est constitué d'alignement droit et de courbes. L'étude consiste à déterminer les angles aux sommets et les longueurs des tangentes, on procède à la mesure à partir de notre plan topographique dans le but de déterminer les rayons en plan.

- **Coordonnées des sommets**

**Tableau 05:** Coordonnées définissant l'axe de la « variante 01 »

Point	X	Y
A	238413.6056	3973314.1685
S1	239149.5127	3973730.9613
S2	239499.9668	3974478.0873
S3	240255.3467	3975877.3274
B	240650.8902	3976124.3583

Les résultats des calculs de l'autre raccordement sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau 06 :** Valeurs des gisements, distances et des angles au centre « variante01 »

Point	DX	DY	GIS	Distance	B
AS1	735.9071	416,7928	67.1936	845.7396	
S1S2	350,4541	747,126	27.9220	825.2365	39.2716
S2S3	755,3799	1399,2401	31.5138	1590.1169	3.5918
S3B	395,5435	247,0309	64.4597	466.3464	32.9459

- **Environnement de la route :**

➤ **Sinuosité :**

Dans notre tracé on évitera de choisir des rayons inférieurs ou égal à 200 m

$$\sigma = 0$$

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

Sinuosité : **faible**

➤ **Dénivelée cumulée moyenne :**

Cette dénivelée cumulée moyenne nous permet de connaître la nature du terrain le tableau ci-après nous donne la dénivelé moyen cumulé de chaque profil :

**Tableau 07: dénivelée cumulée "Variante 01"**

<b>PROFIL</b>	<b>Distance entre profil</b>	<b>TN</b>	<b>DN</b>
1	0.00	176.8036	0.64
2	25.0000	177.4480	0.44
3	25.0000	177.8891	0.46
4	25.0000	178.3461	0.38
5	25.0000	178.7242	0.19
6	25.0000	178.9154	0.18
7	25.0000	179.0965	-0.61
8	25.0000	178.4845	2.51
9	25.0000	180.9987	1.95
10	25.0000	182.9445	2.51
11	25.0000	185.4560	2.99
12	25.0000	188.4428	2.88
13	25.0000	191.3255	2.08
14	25.0000	193.4094	-0.20
15	25.0000	193.2085	-0.42
16	25.0000	192.7878	-0.38
17	25.0000	192.4052	-0.17
18	25.0000	192.2387	0.08
19	6.5515	192.3193	0.35
20	18.4485	192.6686	0.70
21	25.0000	193.3711	0.59
22	25.0000	193.9628	0.09
23	25.0000	194.0502	-0.08
24	25.0000	193.9687	-0.22
25	25.0000	193.7513	-0.35
26	25.0000	193.4031	-0.77
27	25.0000	192.6355	-0.71
28	25.0000	191.9300	-0.28
29	25.0000	191.6542	1.30
30	25.0000	192.9513	0.94
31	25.0000	193.8866	0.75
32	25.0000	194.6361	0.40
33	25.0000	195.0342	0.47

34	25.0000	195.5043	0.13
35	25.0000	195.6382	0.19
36	25.0000	195.8251	-0.02
37	25.0000	195.8044	-0.10
38	25.0000	195.7023	0.00
39	25.0000	195.7015	0.07
40	25.0000	195.7702	-0.28
41	25.0000	195.4882	-0.27
42	25.0000	195.2197	-0.29
43	25.0000	194.9256	-0.01
44	25.0000	194.9145	-0.51
45	25.0000	194.4083	-0.74
46	25.0000	193.6712	-0.44
47	25.0000	193.2271	-0.32
48	25.0000	192.9080	-0.09
49	25.0000	192.8198	-0.15
50	25.0000	192.6680	-0.25
51	25.0000	192.4224	-0.06
52	8.4907	192.3599	-0.22
53	16.5093	192.1386	-0.64
54	25.0000	191.5030	-1.26
55	25.0000	190.2460	-0.89
56	25.0000	189.3565	0.17
57	25.0000	189.5239	0.71
58	25.0000	190.2362	0.16
59	25.0000	190.3999	-0.80
60	25.0000	189.6008	-0.82
61	25.0000	188.7783	-0.06
62	25.0000	188.7203	0.19
63	25.0000	188.9054	0.11
64	25.0000	189.0156	-0.07
65	25.0000	188.9413	-0.02
66	25.0000	188.9222	-0.26
67	21.5705	188.6614	-0.04
68	3.4295	188.6237	0.02

69	25.0000	188.6485	0.05
70	25.0000	188.6994	-0.03
71	25.0000	188.6700	-0.07
72	17.4822	188.5964	-0.02
73	7.5178	188.5748	1.21
74	25.0000	189.7834	0.63
75	25.0000	190.4111	-0.51
76	25.0000	189.8999	-1.02
77	25.0000	188.8837	-0.83
78	25.0000	188.0557	-0.66
79	25.0000	187.3981	-0.89
80	25.0000	186.5056	0.13
81	25.0000	186.6381	0.04
82	25.0000	186.6788	0.37
83	25.0000	187.0518	0.26
84	25.0000	187.3165	0.51
85	25.0000	187.8249	-1.02
86	25.0000	186.8027	-0.55
87	25.0000	186.2536	-1.08
88	25.0000	185.1716	-0.94
89	25.0000	184.2278	-0.19
90	25.0000	184.0377	-0.73
91	25.0000	183.3057	-1.03
92	25.0000	182.2795	-0.78
93	25.0000	181.5011	-0.15
94	25.0000	181.3498	0.22
95	25.0000	181.5702	0.73
96	25.0000	182.3026	1.22
97	25.0000	183.5246	1.61
98	25.0000	185.1321	0.64
99	25.0000	185.7728	0.07
100	25.0000	185.8383	-0.39
101	25.0000	185.4453	-0.68
102	25.0000	184.7639	-1.07
103	25.0000	183.6966	-1.05

104	25.0000	182.6511	-1.38
105	25.0000	181.2669	-1.70
106	25.0000	179.5711	-1.86
107	25.0000	177.7157	-1.49
108	25.0000	176.2291	-0.83
109	25.0000	175.3993	-0.43
110	25.0000	174.9714	0.31
111	25.0000	175.2783	0.36
112	25.0000	175.6378	-0.08
113	25.0000	175.5544	-0.54
114	25.0000	175.0185	-0.50
115	25.0000	174.5174	-0.13
116	25.0000	174.3861	0.06
117	25.0000	174.4416	-0.02
118	25.0000	174.4235	-0.05
119	25.0000	174.3709	-0.29
120	25.0000	174.0811	-0.45
121	25.0000	173.6317	-0.25
122	17.0012	173.3784	0.26
123	7.9988	173.6405	-0.11
124	25.0000	173.5313	0.62
125	25.0000	174.1469	0.82
126	25.0000	174.9660	0.95
127	25.0000	175.9129	-0.28
128	25.0000	175.6319	-0.44
129	25.0000	175.1889	-0.40
130	25.0000	174.7867	-0.12
131	25.0000	174.6672	-0.16
132	25.0000	174.5086	-0.18
133	25.0000	174.3320	-0.45
134	25.0000	173.8778	0.32
135	25.0000	174.1997	0.48
136	25.0000	174.6761	1.22
137	25.0000	175.8944	1.28
138	25.0000	177.1758	0.96

139	25.0000	178.1322	0.50
140	25.0000	178.6281	-0.22
141	25.0000	178.4037	-0.40
142	25.0000	178.0075	-0.19
143	25.0000	177.8135	0.07
144	25.0000	177.8856	0.94
145	25.0000	178.8246	0.72
146	25.0000	179.5401	0.40
147	25.0000	179.9367	0.45
148	13.0182	180.3882	0.42
149	11.9818	180.8055	0.72
150	25.0000	181.5210	0.78
151	25.0000	182.3029	0.95
152	25.0000	183.2554	1.07
153	25.0000	184.3208	1.11
154	25.0000	185.4306	0.61
155	11.7352	186.0445	Σ9.24

$$\Sigma\Delta H = 9.24\text{m}$$

$$\Sigma\text{Dist} = \text{LT} = 3686.7352 \text{ m}$$

$$D_c = \left| \frac{9.24}{3686.7352} \right| = 0.25\% < 1,5\%$$

Les valeurs seuils déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie (voir tableau V.1)

Terrain est: **Plat**

- **Environnement de la route :**

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents.

Dans notre cas nous avons : plat, Sinuosité

Donc la variante est **d'environnement : E1**

- **Vitesse de référence :**

La vitesse de référence choisie dans notre projet D'après le tableau est

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

-Cat1



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

-E1

- Les rayons en plan normé:

**Tableau 08:** Rayon en plan "variante 1"

	Calculé	B 40	Devers
<b>RHm =</b>	437.45m	450	7.0%
<b>RHN =</b>	708.66m	650	5.0%
<b>RHd =</b>	1574.80 m	1600	2.50%
<b>RHnd =</b>	2249.72m	2200	2.50%

- Le choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon RHN.

- **R1 = 1300m**
- **R2 = 1700m**
- **R3 = 1200m**

#### Détermination des éléments des Raccordements :

Les résultats dans le tableau suivant :

**Tableau 09 :** Eléments des raccordements circulaires « variante 01 »

<b>R(m)</b>	<b>ST(m)</b>	<b>Dev(m)</b>	<b>Biss(m)</b>	<b>Flèche(m)</b>	<b>d1(m)</b>	<b>431,5511</b>
<b>1300</b>	<b>414.1885</b>	<b>801.940</b>	<b>64.39</b>	<b>61.34</b>	<b>d2(m)</b>	<b>363.0784</b>
<b>1700</b>	<b>47.970</b>	<b>95.914</b>	<b>0.68</b>	<b>0.68</b>	<b>d3(m)</b>	<b>1224.5188</b>
<b>1200</b>	<b>317.6285</b>	<b>621.016</b>	<b>41.33</b>	<b>39.95</b>	<b>d4(m)</b>	<b>148.7179</b>
		<b>∑1518.87</b>			<b>∑</b>	<b>2167.8662</b>

- **Longueur totale des alignements droits : LAD**

$$LAD = (d1+d2)$$

$$LAB = (431.5511+363.0784+1224.5188+148.7179)$$

$$LAB=2167.8662$$

- **Longueur totale des arcs de cercles : LC**

$$LC = (801.49+95.914+621.016)$$

$$LC=1518.87$$

- **Longueur totale du tronçon : LT**

$$LT=LAD+LC$$

$$LT=2167.8662+1518.87$$

$$LT=3686.7254$$

Pourcentage Alignement droit

**% alignement Droit = 58.8 % =59% CV.**

Pourcentage Courbe

**% courbe=41.2% =41% CV.**

- **Déclivité**

Rampe = 1.561 % Rampe = 3.903 % Pente = -1.540 % Pente = -1.000 % Rampe = 2.427 %

Pente = -1.042 % Pente = -3.387 % Pente = -0.799 % Rampe = 1.876 % Pente = -1.152 %

Rampe = 3.297 % Rampe = 1.639 % Rampe = 2.450 %

- **Cubatures Approchées :**

**Tableau 10 : Cubatures approchées « variante 01 »**

N°	Distance		Z		h	Surface de déblai	Volume de déblai	Surface de remblai	Volume de remblai
	Cumulée	Partielle	Z Projet	Z TN					
1	0.0000	0.0000	182.7846	182.7846	0.00	0	0	0	0
2	25.0000	25.0000	183.0846	182.9576	-0.13			-2.6428065	-66.0701625
3	50.0000	25.0000	183.3845	183.0073	-0.38			-7.70778024	-192.694506
4	75.0000	25.0000	183.6844	183.1542	-0.53			-10.7125319	-
5	100.0000	25.0000	183.9843	183.0946	-0.89			-17.4963509	-
6	125.0000	25.0000	184.2842	182.9438	-1.34			-25.4533918	437.4087716
7	150.0000	25.0000	184.5841	182.5272	-2.06			-36.8486436	-636.334794
8	175.0000	25.0000	184.8840	182.8627	-2.02			-36.3188195	-
9	200.0000	25.0000	185.1839	184.3679	-0.82			-16.137216	921.2160896
10	225.0000	25.0000	185.4839	186.3139	0.83	18.1189	452.9725		-
11	250.0000	25.0000	185.7838	189.2535	3.47	84.9025181	2122.56295		907.9704866
12	275.0000	25.0000	186.0837	191.9803	5.90	158.598492	3964.96229		-403.4304
13	300.0000	25.0000	186.3836	193.6427	7.26	205.135633	5128.39082		
14	325.0000	25.0000	186.6835	193.6456	6.96	194.674936	4866.87341		
15	350.0000	25.0000	186.9834	193.1955	6.21	169.044286	4226.10716		
16	375.0000	25.0000	187.2833	192.5480	5.26	138.275766	3456.89415		
17	400.0000	25.0000	187.5832	192.1776	4.59	117.590911	2939.77278		
18	425.0000	25.0000	187.8832	192.3223	4.44	112.926709	2823.16772		
19	450.0000	25.0000	188.1831	192.7991	4.62	118.243456	2956.0864		
20	475.0000	25.0000	188.4830	193.2563	4.77	123.023693	3075.59232		
21	500.0000	25.0000	188.7829	193.2541	4.47	113.886829	2847.17074		
22	525.0000	25.0000	189.0812	193.0334	3.95	98.6160848	2465.40212		

23	550.0000	25.0000	189.3671	192.6855	3.32	80.6981786	2017.45446		
24	575.0000	25.0000	189.6386	192.2652	2.63	62.0576276	1551.44069		
25	590.2424	15.2424	189.7970	191.6779	1.88	43.0366848	655.982365		
26	600.0000	9.7576	189.8957	191.2991	1.40	31.4409316	306.788034		
27	625.0000	25.0000	190.1384	190.0406	-0.10			-2.03945274	-50.9863185
28	650.0000	25.0000	190.3667	190.9359	0.57	12.2771886	306.929716		
29	675.0000	25.0000	190.5806	192.1842	1.60	36.247133	906.178324		
30	700.0000	25.0000	190.7801	193.0714	2.29	53.3673557	1334.18389		
31	725.0000	25.0000	190.9652	193.6978	2.73	64.8517028	1621.29257		
32	750.0000	25.0000	191.1359	193.9938	2.86	68.1834924	1704.58731		
33	775.0000	25.0000	191.2922	194.5278	3.24	78.4167074	1960.41768		
34	800.0000	25.0000	191.4341	194.4672	3.03	72.8947956	1822.36989		
35	825.0000	25.0000	191.5617	194.5925	3.03	72.8325486	1820.81372		
36	850.0000	25.0000	191.6748	194.5905	2.92	69.7310065	1743.27516		
37	875.0000	25.0000	191.7735	194.5949	2.82	67.209698	1680.24245		
38	900.0000	25.0000	191.8578	194.5826	2.72	64.645335	1616.13338		
39	925.0000	25.0000	191.9278	194.5936	2.67	63.0882896	1577.20724		
40	950.0000	25.0000	191.9833	194.2835	2.30	53.59512	1339.878		
41	975.0000	25.0000	192.0245	193.9877	1.96	45.0813542	1127.03386		
42	1000.0000	25.0000	192.0512	193.6939	1.64	37.1951633	929.879082		
43	1025.0000	25.0000	192.0635	193.5138	1.45	32.5596701	813.991752		
44	1050.0000	25.0000	192.0615	193.0334	0.97	21.3544896	533.86224		
45	1075.0000	25.0000	192.0450	192.4523	0.41	8.71919329	217.979832		
46	1100.0000	25.0000	192.0142	192.1319	0.12	2.48555329	62.1388323		
47	1118.5374	18.5374	191.9820	191.9965	0.01	0.30471025	5.64853579		
48	1125.0000	6.4626	191.9689	191.9775	0.01	0.18067396	1.16762353		
49	1150.0000	25.0000	191.9093	191.9089	0.00			-0.00839976	-0.209994
50	1175.0000	25.0000	191.8353	191.5631	-0.27			-5.60506074	-
51	1200.0000	25.0000	191.7468	191.5381	-0.21			-4.31736647	140.1265185
52	1225.0000	25.0000	191.6440	191.2526	-0.39			-7.98960906	-
53	1250.0000	25.0000	191.5267	190.4274	-1.10			-21.2726093	107.9341616
54	1275.0000	25.0000	191.3951	189.3294	-2.07			-36.9790253	-
55	1300.0000	25.0000	191.2491	189.0338	-2.22			-39.1599689	531.8152316
56	1325.0000	25.0000	191.0887	189.6109	-1.48			-27.7579607	-
57	1350.0000	25.0000	190.9138	190.0851	-0.83			-16.3725845	924.4756316
									978.9992216
									-
									693.9490185
									-
									409.3146116

58	1375.0000	25.0000	190.7246	190.1001	-0.62			-12.5294996	-	313.2374906
59	1400.0000	25.0000	190.5210	189.2326	-1.29			-24.5664382	-	-614.160954
60	1425.0000	25.0000	190.3093	188.7553	-1.55			-29.011626	-	-725.29065
61	1450.0000	25.0000	190.0975	188.7934	-1.30			-24.8350848	-	620.8771196
62	1475.0000	25.0000	189.8857	189.1932	-0.69			-13.8231656	-	345.5791406
63	1500.0000	25.0000	189.6739	189.3214	-0.35			-7.21611562	-	180.4028906
64	1525.0000	25.0000	189.4622	189.4320	-0.03			-0.63283194	-	-15.8207985
65	1550.0000	25.0000	189.2504	189.4364	0.19	3.940596	98.5149			
66	1575.0000	25.0000	189.0386	189.1751	0.14	2.88513225	72.1283062			
67	1600.0000	25.0000	188.8268	189.2384	0.41	8.81301456	220.325364			
68	1625.0000	25.0000	188.6151	189.3913	0.78	16.9026864	422.567161			
69	1650.0000	25.0000	188.4033	189.3111	0.91	19.8879008	497.197521			
70	1675.0000	25.0000	188.1915	189.3023	1.11	24.5606766	614.016916			
71	1700.0000	25.0000	187.9795	190.3210	2.34	54.6541222	1366.35306			
72	1725.0000	25.0000	187.7608	190.4551	2.69	63.8395525	1595.98881			
73	1750.0000	25.0000	187.5330	190.5107	2.98	71.3983973	1784.95993			
74	1775.0000	25.0000	187.2959	189.2519	1.96	44.901936	1122.5484			
75	1800.0000	25.0000	187.0497	188.4069	1.36	30.3431918	758.579796			
76	1825.0000	25.0000	186.7942	187.6178	0.82	17.973917	449.347924			
77	1850.0000	25.0000	186.5295	187.0488	0.52	11.1749725	279.374312			
78	1875.0000	25.0000	186.2556	187.5625	1.31	29.1528876	728.82219			
79	1900.0000	25.0000	185.9725	187.7798	1.81	41.2196333	1030.49083			
80	1925.0000	25.0000	185.6801	187.7018	2.02	46.5429709	1163.57427			
81	1950.0000	25.0000	185.3786	187.6260	2.25	52.2462068	1306.15517			
82	1975.0000	25.0000	185.0678	188.3600	3.29	79.9747808	1999.36952			
83	2000.0000	25.0000	184.7479	186.9170	2.17	50.2560948	1256.40237			
84	2025.0000	25.0000	184.4240	186.3030	1.88	42.989641	1074.74102			
85	2050.0000	25.0000	184.1002	185.4698	1.37	30.6374042	765.935104			
86	2075.0000	25.0000	183.7764	184.7097	0.93	20.4703489	511.758722			
87	2100.0000	25.0000	183.5269	184.5490	1.02	22.5087884	562.71971			
88	2125.0000	25.0000	183.4150	183.6498	0.23	4.98593104	124.648276			
89	2150.0000	25.0000	183.4405	182.8048	-0.64			-12.7435283	-	318.5882066
90	2175.0000	25.0000	183.6037	181.9898	-1.61			-29.9848902	-	749.6222546
91	2200.0000	25.0000	183.9043	182.0624	-1.84			-33.5910066	-	839.7751646
92	2225.0000	25.0000	184.3425	182.5365	-1.81			-33.033546	-	-825.83865

93	2250.0000	25.0000	184.8550	183.2957	-1.56			-29.0981753	-	727.4543816
94	2275.0000	25.0000	185.3675	184.7535	-0.61			-12.328506	-	-308.21265
95	2300.0000	25.0000	185.8433	186.1415	0.30	6.35112324	158.778081			
96	2325.0000	25.0000	186.0788	186.9052	0.83	18.037337	450.933424			
97	2350.0000	25.0000	186.0426	186.9051	0.86	18.8564063	471.410156			
98	2375.0000	25.0000	185.7346	186.7809	1.05	23.0670437	576.676092			
99	2400.0000	25.0000	185.1548	186.2259	1.07	23.6403552	591.00888			
100	2425.0000	25.0000	184.3347	185.0249	0.69	14.970576	374.264401			
101	2450.0000	25.0000	183.4779	183.8457	0.37	7.85907684	196.476921			
102	2475.0000	25.0000	182.6211	182.2352	-0.39			-7.88052179	-	197.0130446
103	2500.0000	25.0000	181.7643	180.3490	-1.42			-26.7166889	-	667.9172216
104	2525.0000	25.0000	180.9075	178.3929	-2.51			-43.3217803	-	1083.044507
105	2550.0000	25.0000	180.0797	177.2150	-2.86			-47.8489409	-	1196.223522
106	2575.0000	25.0000	179.3631	176.4360	-2.93			-48.6172284	-	1215.43071
107	2600.0000	25.0000	178.7628	176.0629	-2.70			-45.76371	-	1144.09275
108	2625.0000	25.0000	178.2788	176.3664	-1.91			-34.6744894	-	866.862234
109	2650.0000	25.0000	177.9111	176.5506	-1.36			-25.7940596	-	644.8514906
110	2675.0000	25.0000	177.6597	176.3900	-1.27			-24.2454929	-	606.1373216
111	2700.0000	25.0000	177.5245	175.7754	-1.75			-32.1420738	-	803.5518446
112	2725.0000	25.0000	177.5056	175.1978	-2.31			-40.4748887	-	1011.872219
113	2750.0000	25.0000	177.6030	175.1101	-2.49			-43.0290744	-	1075.72686
114	2775.0000	25.0000	177.8152	175.1920	-2.62			-44.7654326	-	1119.135816
115	2800.0000	25.0000	178.0684	175.5601	-2.51			-43.2369467	-	1080.923667
116	2822.3532	22.3532	178.2947	175.5627	-2.73			-46.176264	-	1032.187264
117	2825.0000	2.6468	178.3215	175.5384	-2.78			-46.8266316	-	123.9407285
118	2850.0000	25.0000	178.5747	175.2804	-3.29			-52.9016813	-	1322.542032
119	2875.0000	25.0000	178.8278	174.9357	-3.89			-59.0114364	-	1475.28591
120	2900.0000	25.0000	179.0810	174.9480	-4.13			-61.1704665	-	1529.261663
121	2925.0000	25.0000	179.3342	175.0612	-4.27			-62.3452065	-	1558.630163
122	2950.0000	25.0000	179.5873	175.7599	-3.83			-58.4019139	-	1460.047847
123	2975.0000	25.0000	179.8405	176.8919	-2.95			-48.8792371	-	1221.980927
124	3000.0000	25.0000	180.0936	177.1552	-2.94			-48.7551082	-	1218.877704
125	3025.0000	25.0000	180.3468	177.3399	-3.01			-49.5827286	-	1239.568215

126	3050.0000	25.0000	180.6000	176.6678	-3.93			-59.3829047	-	1484.572619
127	3075.0000	25.0000	180.8531	176.4921	-4.36			-63.0535185	-	1576.337963
128	3100.0000	25.0000	181.1063	176.5418	-4.56			-64.6025096	-	1615.062741
129	3125.0000	25.0000	181.3595	176.4720	-4.89			-66.8060156	-	1670.150391
130	3150.0000	25.0000	181.6126	175.8655	-5.75			-71.1453624	-	1778.63406
131	3175.0000	25.0000	181.8658	175.4773	-6.39			-72.9391016	-	1823.477541
132	3200.0000	25.0000	182.1189	175.2658	-6.85			-73.4676306	-	1836.690765
133	3225.0000	25.0000	182.3721	176.0194	-6.35			-72.8715041	-	1821.787602
134	3250.0000	25.0000	182.6253	177.0421	-5.58			-70.4890166	-	1762.225416
135	3275.0000	25.0000	182.8784	178.5413	-4.34			-62.8634454	-	1571.586135
136	3300.0000	25.0000	183.1316	179.5652	-3.57			-55.8155866	-	1395.389664
137	3325.0000	25.0000	183.3847	179.9626	-3.42			-54.2979474	-	1357.448685
138	3350.0000	25.0000	183.6379	179.6074	-4.03			-60.2731046	-	1506.827616
139	3375.0000	25.0000	183.8911	179.1481	-4.74			-65.8589265	-	1646.473163
140	3400.0000	25.0000	184.1442	179.0358	-5.11			-68.1327742	-	1703.319354
141	3425.0000	25.0000	184.3974	179.1708	-5.23			-68.7825787	-	1719.564467
142	3450.0000	25.0000	184.6505	179.3939	-5.26			-68.9408347	-	1723.520867
143	3475.0000	25.0000	184.9037	180.3221	-4.58			-64.7270122	-	1618.175304
144	3500.0000	25.0000	185.1569	181.2442	-3.91			-59.2028681	-	1480.071702
145	3525.0000	25.0000	185.4100	182.0832	-3.33			-53.2614026	-	1331.535066
146	3550.0000	25.0000	185.6632	182.8644	-2.80			-47.0248778	-	1175.621946
147	3567.6634	17.6634	185.8421	183.4740	-2.37			-41.3182536	-	729.8208404
148	3575.0000	7.3366	185.9164	183.8233	-2.09			-37.3834986	-	274.2677757
149	3600.0000	25.0000	186.1695	184.9325	-1.24			-23.6817465	-	592.0436625
150	3625.0000	25.0000	186.4227	186.0240	-0.40			-8.13425746	-	203.3564366
151	3638.3760	13.3760	186.5581	186.5581	0.00		$\Sigma$ 73908.8437		$\Sigma$ -	62232.86827

Volume de remblai : 62232.86827

Volume de déblai : 73908.8437

Excès de Déblai : 11675.9755 m<sup>3</sup>

**Excès de déblai = 11675.9755 m<sup>3</sup>**

#### 4.2. Etude de la variante 2 :

- Coordonnées des sommets :

**Tableau 11: Coordonnées définissant l'axe de 'la variante 02'**

Point	X	Y
A	238467.0023	3973278.2874
S1	239143.9357	3973805.6138
S2	240277.0242	3975866.8854
B	240656.5954	3976110.8792

Les calculs de gisements et des angles au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau 12: Valeurs des gisements, d Distances et des angles au centre « variante 02 »**

Point	DX	DY	GIS	Distance	B
AS1	676.9334	527.3264	57.8685	858.0862	
S1S2	1133.0885	2061.2716	31.9975	2352.1756	25.871
S2B	379.5712	243.9938	63.6295	451.2286	31.632

- Environnement de la route :

##### ➤ Sinuosité :

Dans notre on évitera de choisir des rayons inférieurs ou égal à 200 m

$$\sigma = 0$$

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraire en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité (voir tableau 07)

Sinuosité : **faible**

##### ➤ Dénivelée cumulée moyenne :

Cette dénivelée cumulée moyenne nous permet de connaitre la nature du terrain le tableau ci-après nous donne la dénivelé moyen cumulé de chaque profil :

**Tableau 13 : dénivelée cumulée "Variante 02"**

PROFIL	Distance entre profil	TN	DN
1	0.0000	182.7846	0.17
2	25.0000	182.9576	0.05
3	25.0000	183.0073	0.15
4	25.0000	183.1542	-0.06

5	25.0000	183.0946	-0.15
6	25.0000	182.9438	-0.42
7	25.0000	182.5272	0.34
8	25.0000	182.8627	1.51
9	25.0000	184.3679	1.95
10	25.0000	186.3139	2.94
11	25.0000	189.2535	2.73
12	25.0000	191.9803	1.66
13	25.0000	193.6427	0.00
14	25.0000	193.6456	-0.45
15	25.0000	193.1955	-0.65
16	25.0000	192.5480	-0.37
17	25.0000	192.1776	0.14
18	25.0000	192.3223	0.48
19	25.0000	192.7991	0.46
20	25.0000	193.2563	0.00
21	25.0000	193.2541	-0.22
22	25.0000	193.0334	-0.35
23	25.0000	192.6855	-0.42
24	25.0000	192.2652	-0.59
25	15.2424	191.6779	-0.38
26	9.7576	191.2991	-1.26
27	25.0000	190.0406	0.90
28	25.0000	190.9359	1.25
29	25.0000	192.1842	0.89
30	25.0000	193.0714	0.63
31	25.0000	193.6978	0.30
32	25.0000	193.9938	0.53
33	25.0000	194.5278	-0.06
34	25.0000	194.4672	0.13
35	25.0000	194.5925	0.00
36	25.0000	194.5905	0.00
37	25.0000	194.5949	-0.01
38	25.0000	194.5826	0.01
39	25.0000	194.5936	-0.31

40	25.0000	194.2835	-0.30
41	25.0000	193.9877	-0.29
42	25.0000	193.6939	-0.18
43	25.0000	193.5138	-0.48
44	25.0000	193.0334	-0.58
45	25.0000	192.4523	-0.32
46	25.0000	192.1319	-0.14
47	18.5374	191.9965	-0.02
48	6.4626	191.9775	-0.07
49	25.0000	191.9089	-0.35
50	25.0000	191.5631	-0.03
51	25.0000	191.5381	-0.29
52	25.0000	191.2526	-0.83
53	25.0000	190.4274	-1.10
54	25.0000	189.3294	-0.30
55	25.0000	189.0338	0.58
56	25.0000	189.6109	0.47
57	25.0000	190.0851	0.01
58	25.0000	190.1001	-0.87
59	25.0000	189.2326	-0.48
60	25.0000	188.7553	0.04
61	25.0000	188.7934	0.40
62	25.0000	189.1932	0.13
63	25.0000	189.3214	0.11
64	25.0000	189.4320	0.00
65	25.0000	189.4364	-0.26
66	25.0000	189.1751	0.06
67	25.0000	189.2384	0.15
68	25.0000	189.3913	-0.08
69	25.0000	189.3111	-0.01
70	25.0000	189.3023	1.02
71	25.0000	190.3210	0.13
72	25.0000	190.4551	0.06
73	25.0000	190.5107	-1.26
74	25.0000	189.2519	-0.84

75	25.0000	188.4069	-0.79
76	25.0000	187.6178	-0.57
77	25.0000	187.0488	0.51
78	25.0000	187.5625	0.22
79	25.0000	187.7798	-0.08
80	25.0000	187.7018	-0.08
81	25.0000	187.6260	0.73
82	25.0000	188.3600	-1.44
83	25.0000	186.9170	-0.61
84	25.0000	186.3030	-0.83
85	25.0000	185.4698	-0.76
86	25.0000	184.7097	-0.16
87	25.0000	184.5490	-0.90
88	25.0000	183.6498	-0.84
89	25.0000	182.8048	-0.81
90	25.0000	181.9898	0.07
91	25.0000	182.0624	0.47
92	25.0000	182.5365	0.76
93	25.0000	183.2957	1.46
94	25.0000	184.7535	1.39
95	25.0000	186.1415	0.76
96	25.0000	186.9052	0.00
97	25.0000	186.9051	-0.12
98	25.0000	186.7809	-0.56
99	25.0000	186.2259	-1.20
100	25.0000	185.0249	-1.18
101	25.0000	183.8457	-1.61
102	25.0000	182.2352	-1.89
103	25.0000	180.3490	-1.96
104	25.0000	178.3929	-1.18
105	25.0000	177.2150	-0.78
106	25.0000	176.4360	-0.37
107	25.0000	176.0629	0.30
108	25.0000	176.3664	0.18
109	25.0000	176.5506	-0.16

110	25.0000	176.3900	-0.61
111	25.0000	175.7754	-0.58
112	25.0000	175.1978	-0.09
113	25.0000	175.1101	0.08
114	25.0000	175.1920	0.37
115	25.0000	175.5601	0.00
116	22.3532	175.5627	-0.02
117	2.6468	175.5384	-0.26
118	25.0000	175.2804	-0.34
119	25.0000	174.9357	0.01
120	25.0000	174.9480	0.11
121	25.0000	175.0612	0.70
122	25.0000	175.7599	1.13
123	25.0000	176.8919	0.26
124	25.0000	177.1552	0.18
125	25.0000	177.3399	-0.67
126	25.0000	176.6678	-0.18
127	25.0000	176.4921	0.05
128	25.0000	176.5418	-0.07
129	25.0000	176.4720	-0.61
130	25.0000	175.8655	-0.39
131	25.0000	175.4773	-0.21
132	25.0000	175.2658	0.75
133	25.0000	176.0194	1.02
134	25.0000	177.0421	1.50
135	25.0000	178.5413	1.02
136	25.0000	179.5652	0.40
137	25.0000	179.9626	-0.36
138	25.0000	179.6074	-0.46
139	25.0000	179.1481	-0.11
140	25.0000	179.0358	0.14
141	25.0000	179.1708	0.22
142	25.0000	179.3939	0.93
143	25.0000	180.3221	0.92
144	25.0000	181.2442	0.84

145	25.0000	182.0832	0.78
146	25.0000	182.8644	0.61
147	17.6634	183.4740	0.35
148	7.3366	183.8233	1.11
149	25.0000	184.9325	1.09
150	25.0000	186.0240	0.53
151	13.3760	186.5581	<b>Σ 3.77</b>

$$\Sigma\Delta H = 3.77\text{m}$$

$$\Sigma\text{Dist} = \text{LT} = 3638.3760\text{m}$$

$$Dc = \left| \frac{3.77}{3638.3760} \right| = 0.10\% < 1,5\%$$

Les valeurs seuils déterminées le Terrain est: **PLAT**

**Environnement de la route :**

Dans notre cas nous avons : Terrain Plat, Sinuosité Faible

Donc la variante est **d'environnement : E1**

- **Vitesse de référence :**

La vitesse de référence choisie dans notre projet D'après le tableau 09 est  $V_r = 100\text{Km/h}$

-Cat1



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

-E1

- **Le choix des rayons :**

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon RHN.

- **R1 = 1300m**

- **R2 = 1500m**

- **Détermination des éléments des Raccordements :**

Les résultats des calculs de l'outre raccordement sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 14:** Eléments des raccordements circulaires « variante 2 »

R	ST	Dev	Biss	Flèche	d1	590.2462
1300	267.84	528.2949	27.306	26.74	d2	1703.9149
1500	380.5167	745.3144	47.512	46.05	d3	70.7119
		<b>Σ1273.6093</b>			<b>Σ</b>	<b>2364.873</b>

❖ **Longueur totale des alignements droits : LAD**

$$LAD = (d1+d2)$$

$$LAB = 590.2462+1703.9149+70.7119$$

$$LAB=2364.873m$$

❖ **Longueur totale des arcs de cercles : LC**

$$LC = (Dev1+Dev2)$$

$$LC = 528.2949+745.3144$$

$$LC=1273.6093m$$

❖ **Longueur totale du tronçon : LT**

$$LT=LAD+LC$$

$$LT=2364.873+1273.6093$$

$$LT=3638.48 m$$

Pourcentage Alignement droit

**% alignement Droit =65 %**

Pourcentage Courbe

**% courbe = 35%**

• **Déclivité**

Rampe = 2.050 % Pente = -3.427 % Rampe = 1.013 % Pente = -1.295 %

Pente = -0.847 % Rampe = 1.200 %

• **Cubatures Approchées :**

**Tableau 15 : Cubature approchée de la variante 02**

N°	Distance		Z		h	Surface de déblai	Volume de déblai	Surface de remblai	Volume de remblai
	Cumulée	Partielle	Z Projet	Z TN					
1	0.0000	0.0000	182.7846	182.7846	0.00	0	0	0	0
2	25.0000	25.0000	183.0846	182.9576	-0.13			-2.8968065	-72.4201625
3	50.0000	25.0000	183.3845	183.0073	-0.38			-8.46218024	-211.554506
4	75.0000	25.0000	183.6844	183.1542	-0.53			-11.7729319	-294.323299
5	100.0000	25.0000	183.9843	183.0946	-0.89			-19.2757509	-481.893772
6	125.0000	25.0000	184.2842	182.9438	-1.34			-28.1341918	-703.354794
7	150.0000	25.0000	184.5841	182.5272	-2.06			-40.9624436	-1024.06109
8	175.0000	25.0000	184.8840	182.8627	-2.02			-40.3614195	-1009.03549

9	200.0000	25.0000	185.1839	184.3679	-0.82			-17.769216	-444.2304
10	225.0000	25.0000	185.4839	186.3139	0.83	19.7789	494.4725		
11	250.0000	25.0000	185.7838	189.2535	3.47	91.8419181	2296.04795		
12	275.0000	25.0000	186.0837	191.9803	5.90	170.391692	4259.79229		
13	300.0000	25.0000	186.3836	193.6427	7.26	219.653833	5491.34582		
14	325.0000	25.0000	186.6835	193.6456	6.96	208.599136	5214.97841		
15	350.0000	25.0000	186.9834	193.1955	6.21	181.468486	4536.71216		
16	375.0000	25.0000	187.2833	192.5480	5.26	148.805166	3720.12915		
17	400.0000	25.0000	187.5832	192.1776	4.59	126.779711	3169.49278		
18	425.0000	25.0000	187.8832	192.3223	4.44	121.804909	3045.12272		
19	450.0000	25.0000	188.1831	192.7991	4.62	127.475456	3186.8864		
20	475.0000	25.0000	188.4830	193.2563	4.77	132.570293	3314.25732		
21	500.0000	25.0000	188.7829	193.2541	4.47	122.829229	3070.73074		
22	525.0000	25.0000	189.0812	193.0334	3.95	106.520485	2663.01212		
23	550.0000	25.0000	189.3671	192.6855	3.32	87.3349786	2183.37446		
24	575.0000	25.0000	189.6386	192.2652	2.63	67.3108276	1682.77069		
25	590.2424	15.2424	189.7970	191.6779	1.88	46.7984848	713.321225		
26	600.0000	9.7576	189.8957	191.2991	1.40	34.2477316	334.175665		
27	625.0000	25.0000	190.1384	190.0406	-0.10			-2.23505274	-55.8763185
28	650.0000	25.0000	190.3667	190.9359	0.57	13.4155886	335.389716		
29	675.0000	25.0000	190.5806	192.1842	1.60	39.454333	986.358324		
30	700.0000	25.0000	190.7801	193.0714	2.29	57.9499557	1448.74889		
31	725.0000	25.0000	190.9652	193.6978	2.73	70.3169028	1757.92257		
32	750.0000	25.0000	191.1359	193.9938	2.86	73.8992924	1847.48231		
33	775.0000	25.0000	191.2922	194.5278	3.24	84.8879074	2122.19768		
34	800.0000	25.0000	191.4341	194.4672	3.03	78.9609956	1974.02489		
35	825.0000	25.0000	191.5617	194.5925	3.03	78.8941486	1972.35372		
36	850.0000	25.0000	191.6748	194.5905	2.92	75.5624065	1889.06016		
37	875.0000	25.0000	191.7735	194.5949	2.82	72.852498	1821.31245		
38	900.0000	25.0000	191.8578	194.5826	2.72	70.094935	1752.37338		
39	925.0000	25.0000	191.9278	194.5936	2.67	68.4198896	1710.49724		
40	950.0000	25.0000	191.9833	194.2835	2.30	58.19552	1454.888		
41	975.0000	25.0000	192.0245	193.9877	1.96	49.0077542	1225.19386		
42	1000.0000	25.0000	192.0512	193.6939	1.64	40.4805633	1012.01408		
43	1025.0000	25.0000	192.0635	193.5138	1.45	35.4602701	886.506752		
44	1050.0000	25.0000	192.0615	193.0334	0.97	23.2982896	582.45724		

45	1075.0000	25.0000	192.0450	192.4523	0.41	9.53379329	238.344832		
46	1100.0000	25.0000	192.0142	192.1319	0.12	2.72095329	68.0238323		
47	1118.5374	18.5374	191.9820	191.9965	0.01	0.33371025	6.18612039		
48	1125.0000	6.4626	191.9689	191.9775	0.01	0.19787396	1.27878025		
49	1150.0000	25.0000	191.9093	191.9089	0.00			-0.00919976	-0.229994
50	1175.0000	25.0000	191.8353	191.5631	-0.27			-6.14946074	-153.736518
51	1200.0000	25.0000	191.7468	191.5381	-0.21			-4.73476647	-118.369162
52	1225.0000	25.0000	191.6440	191.2526	-0.39			-8.77240906	-219.310227
53	1250.0000	25.0000	191.5267	190.4274	-1.10			-23.4712093	-586.780232
54	1275.0000	25.0000	191.3951	189.3294	-2.07			-41.1104253	-1027.76063
55	1300.0000	25.0000	191.2491	189.0338	-2.22			-43.5905689	-1089.76422
56	1325.0000	25.0000	191.0887	189.6109	-1.48			-30.7135607	-767.839019
57	1350.0000	25.0000	190.9138	190.0851	-0.83			-18.0299845	-450.749612
58	1375.0000	25.0000	190.7246	190.1001	-0.62			-13.7784996	-344.462491
59	1400.0000	25.0000	190.5210	189.2326	-1.29			-27.1432382	-678.580954
60	1425.0000	25.0000	190.3093	188.7553	-1.55			-32.119626	-802.99065
61	1450.0000	25.0000	190.0975	188.7934	-1.30			-27.4432848	-686.08212
62	1475.0000	25.0000	189.8857	189.1932	-0.69			-15.2081656	-380.204141
63	1500.0000	25.0000	189.6739	189.3214	-0.35			-7.92111562	-198.027891
64	1525.0000	25.0000	189.4622	189.4320	-0.03			-0.69323194	-17.3307985
65	1550.0000	25.0000	189.2504	189.4364	0.19	4.312596	107.8149		
66	1575.0000	25.0000	189.0386	189.1751	0.14	3.15813225	78.9533062		
67	1600.0000	25.0000	188.8268	189.2384	0.41	9.63621456	240.905364		
68	1625.0000	25.0000	188.6151	189.3913	0.78	18.4550864	461.377161		
69	1650.0000	25.0000	188.4033	189.3111	0.91	21.7035008	542.587521		
70	1675.0000	25.0000	188.1915	189.3023	1.11	26.7822766	669.556916		
71	1700.0000	25.0000	187.9795	190.3210	2.34	59.3371222	1483.42806		
72	1725.0000	25.0000	187.7608	190.4551	2.69	69.2281525	1730.70381		
73	1750.0000	25.0000	187.5330	190.5107	2.98	77.3537973	1933.84493		
74	1775.0000	25.0000	187.2959	189.2519	1.96	48.813936	1220.3484		
75	1800.0000	25.0000	187.0497	188.4069	1.36	33.0575918	826.439796		
76	1825.0000	25.0000	186.7942	187.6178	0.82	19.621117	490.527924		
77	1850.0000	25.0000	186.5295	187.0488	0.52	12.2135725	305.339312		
78	1875.0000	25.0000	186.2556	187.5625	1.31	31.7666876	794.16719		

79	1900.0000	25.0000	185.9725	187.7798	1.81	44.8342333	1120.85583		
80	1925.0000	25.0000	185.6801	187.7018	2.02	50.5863709	1264.65927		
81	1950.0000	25.0000	185.3786	187.6260	2.25	56.7410068	1418.52517		
82	1975.0000	25.0000	185.0678	188.3600	3.29	86.5591808	2163.97952		
83	2000.0000	25.0000	184.7479	186.9170	2.17	54.5942948	1364.85737		
84	2025.0000	25.0000	184.4240	186.3030	1.88	46.747641	1168.69102		
85	2050.0000	25.0000	184.1002	185.4698	1.37	33.3766042	834.415104		
86	2075.0000	25.0000	183.7764	184.7097	0.93	22.3369489	558.423722		
87	2100.0000	25.0000	183.5269	184.5490	1.02	24.5529884	613.82471		
88	2125.0000	25.0000	183.4150	183.6498	0.23	5.45553104	136.388276		
89	2150.0000	25.0000	183.4405	182.8048	-0.64			-14.0149283	-350.373207
90	2175.0000	25.0000	183.6037	181.9898	-1.61			-33.2126902	-830.317255
91	2200.0000	25.0000	183.9043	182.0624	-1.84			-37.2748066	-931.870165
92	2225.0000	25.0000	184.3425	182.5365	-1.81			-36.645546	-916.13865
93	2250.0000	25.0000	184.8550	183.2957	-1.56			-32.2167753	-805.419382
94	2275.0000	25.0000	185.3675	184.7535	-0.61			-13.556506	-338.91265
95	2300.0000	25.0000	185.8433	186.1415	0.30	6.94752324	173.688081		
96	2325.0000	25.0000	186.0788	186.9052	0.83	19.690137	492.253424		
97	2350.0000	25.0000	186.0426	186.9051	0.86	20.5814063	514.535156		
98	2375.0000	25.0000	185.7346	186.7809	1.05	25.1596437	628.991092		
99	2400.0000	25.0000	185.1548	186.2259	1.07	25.7825552	644.56388		
100	2425.0000	25.0000	184.3347	185.0249	0.69	16.350976	408.774401		
101	2450.0000	25.0000	183.4779	183.8457	0.37	8.59467684	214.866921		
102	2475.0000	25.0000	182.6211	182.2352	-0.39			-8.65232179	-216.308045
103	2500.0000	25.0000	181.7643	180.3490	-1.42			-29.5472889	-738.682222
104	2525.0000	25.0000	180.9075	178.3929	-2.51			-48.3509803	-1208.77451
105	2550.0000	25.0000	180.0797	177.2150	-2.86			-53.5783409	-1339.45852
106	2575.0000	25.0000	179.3631	176.4360	-2.93			-54.4714284	-1361.78571
107	2600.0000	25.0000	178.7628	176.0629	-2.70			-51.16351	-1279.08775
108	2625.0000	25.0000	178.2788	176.3664	-1.91			-38.4992894	-962.482234
109	2650.0000	25.0000	177.9111	176.5506	-1.36			-28.5150596	-712.876491
110	2675.0000	25.0000	177.6597	176.3900	-1.27			-26.7848929	-669.622322
111	2700.0000	25.0000	177.5245	175.7754	-1.75			-35.6402738	-891.006845
112	2725.0000	25.0000	177.5056	175.1978	-2.31			-45.0904887	-1127.26222

113	2750.0000	25.0000	177.6030	175.1101	- 2.49			-48.0148744	-1200.37186
114	2775.0000	25.0000	177.8152	175.1920	- 2.62			-50.0118326	-1250.29582
115	2800.0000	25.0000	178.0684	175.5601	- 2.51			-48.2535467	-1206.33867
116	2822.3532	22.3532	178.2947	175.5627	- 2.73			-51.640264	-1154.32515
117	2825.0000	2.6468	178.3215	175.5384	- 2.78			-52.3928316	-138.673347
118	2850.0000	25.0000	178.5747	175.2804	- 3.29			-59.4902813	-1487.25703
119	2875.0000	25.0000	178.8278	174.9357	- 3.89			-66.7956364	-1669.89091
120	2900.0000	25.0000	179.0810	174.9480	- 4.13			-69.4364665	-1735.91166
121	2925.0000	25.0000	179.3342	175.0612	- 4.27			-70.8912065	-1772.28016
122	2950.0000	25.0000	179.5873	175.7599	- 3.83			-66.0567139	-1651.41785
123	2975.0000	25.0000	179.8405	176.8919	- 2.95			-54.7764371	-1369.41093
124	3000.0000	25.0000	180.0936	177.1552	- 2.94			-54.6319082	-1365.7977
125	3025.0000	25.0000	180.3468	177.3399	- 3.01			-55.5965286	-1389.91321
126	3050.0000	25.0000	180.6000	176.6678	- 3.93			-67.2473047	-1681.18262
127	3075.0000	25.0000	180.8531	176.4921	- 4.36			-71.7755185	-1794.38796
128	3100.0000	25.0000	181.1063	176.5418	- 4.56			-73.7315096	-1843.28774
129	3125.0000	25.0000	181.3595	176.4720	- 4.89			-76.5810156	-1914.52539
130	3150.0000	25.0000	181.6126	175.8655	- 5.75			-82.6395624	-2065.98906
131	3175.0000	25.0000	181.8658	175.4773	- 6.39			-85.7161016	-2142.90254
132	3200.0000	25.0000	182.1189	175.2658	- 6.85			-87.1738306	-2179.34576
133	3225.0000	25.0000	182.3721	176.0194	- 6.35			-85.5769041	-2139.4226
134	3250.0000	25.0000	182.6253	177.0421	- 5.58			-81.6554166	-2041.38542
135	3275.0000	25.0000	182.8784	178.5413	- 4.34			-71.5376454	-1788.44113
136	3300.0000	25.0000	183.1316	179.5652	- 3.57			-62.9483866	-1573.70966
137	3325.0000	25.0000	183.3847	179.9626	- 3.42			-61.1421474	-1528.55368
138	3350.0000	25.0000	183.6379	179.6074	- 4.03			-68.3341046	-1708.35262
139	3375.0000	25.0000	183.8911	179.1481	- 4.74			-75.3449265	-1883.62316
140	3400.0000	25.0000	184.1442	179.0358	- 5.11			-78.3495742	-1958.73935
141	3425.0000	25.0000	184.3974	179.1708	- 5.23			-79.2357787	-1980.89447
142	3450.0000	25.0000	184.6505	179.3939	- 5.26			-79.4540347	-1986.35087
143	3475.0000	25.0000	184.9037	180.3221	- 4.58			-73.8902122	-1847.2553
144	3500.0000	25.0000	185.1569	181.2442	- 3.91			-67.0282681	-1675.7067

145	3525.0000	25.0000	185.4100	182.0832	-3.33			-59.9150026	-1497.87507
146	3550.0000	25.0000	185.6632	182.8644	-2.80			-52.6224778	-1315.56195
147	3567.6634	17.6634	185.8421	183.4740	-2.37			-46.0544536	-813.478235
148	3575.0000	7.3366	185.9164	183.8233	-2.09			-41.5696986	-304.980251
149	3600.0000	25.0000	186.1695	184.9325	-1.24			-26.1557465	-653.893662
150	3625.0000	25.0000	186.4227	186.0240	-0.40			-8.93165746	-223.291437
151	3638.3760	13.3760	186.5581	186.5581	0.00	0	$\Sigma 99077.524$ 8		$\Sigma$ - 84434.3676

Volume de remblai : 84434.3676

Volume de déblai : 99077.5248

Excès de Déblai : 14643.1572 m<sup>3</sup>

**Excès de déblai = 14643.1572 m<sup>3</sup>**

### Choix de la variante :

Pour le choix de variante, on a dressé un tableau comparatif des deux solutions étudiées.

Ce tableau tient compte de plusieurs paramètres forts importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux normes.

**Tableau 16:** Comparaison entre les deux variantes

Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2		
Longueur totale de l'itinéraire	M	3686.74	3638.48	-	+
Déclivités max	%	3.903	3.427	-	+
Pourcentage Alignement droit	%	59	65	+	-
Pourcentage de courbe	%	41	35	+	-
Nombre de courbes		3	2	-	+
Quantité de déblai	m <sup>3</sup>	73908.8437	99077.5248	+	-
Quantité de remblai	m <sup>3</sup>	62232.86827	84434.3676	+	-
Déblai – Remblai	m <sup>3</sup>	11675.9755	14643.1572	+	-
				<b>5</b>	3

## 5. Conclusion :

D'après l'analyse comparative des deux variantes, la réalisation de **la Première Variante** qui présente les critères techniques et économiques les plus avantageuses est recommandée.

## **I.1. Introduction :**

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (TMJA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

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

- La 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.

## **I.2. Différent types de trafics :**

- Trafic normal :

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

- Trafic dévié :

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

- Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations

- Trafic total :

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

## **I.3. Analyse de trafic :**

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriée.

Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont :

- ✓ La statique générale.
- ✓ Le comptage sur route (manuel et automatique).
- ✓ Une enquête de circulation.

## **Définition :**

Dans le domaine de l'étude des trafics, il est nécessaire de fixer les définitions des termes couramment employés :

- ❖ Trafic de transit : Origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation).
- ❖ Trafic d'échange : Origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange).
- ❖ Trafic local : Trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.
- ❖ Trafic Moyen Journalier Annuel (T.M.J.A.) : Egal au trafic total de l'année divisé par 365.
- ❖ Unité de véhicule particulier (U.V.P.) : Exprimé par jour ou par heure, on tient compte de l'impact plus important de certains véhicules, en particulier les poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.
- ❖ Trafics aux heures de pointe : Avec les heures de pointe du matin (HPM), et les heures de pointe du soir (HPS).
- ❖ Trafic journalier de fin de semaine : Egale au trafic total de la semaine.
- ❖ Trafic journalier moyen d'été : Important pour les régions estivales.

#### **I.4. calcul de la capacité :**

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passé sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

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

$$\mathbf{TMJA_h = TMJA_0 (1 + \tau)^n}$$

Avec :

TMJA<sub>0</sub> : le trafic à l'année zéro.

TMJA<sub>h</sub> : le trafic à l'année horizon.

$\tau$ : Le taux de croissance annuel du trafic.

##### I.4.1. Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (U.V.P) en fonction de type de route et de l'environnement.

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

Le trafic effectif donné par la relation :

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

$T_{\text{eff}}$  : 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.

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

**Tableau 17** : valeurs du coefficient P

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique.	2-3	4-6	8-12
Route étroite.	3-6	6-12	16-24

#### I.4.2. Calcul du débit de point horaire normal :

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

$$Q = \frac{1}{n} T_{\text{eff}}$$

Avec

$\frac{1}{n}$ : Coefficient de pointe prise égale 0.12

Q : est exprimé en uvp/h.

#### I.4.3. Calcul du débit horaire admissible :

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

$K_1$  : coefficient lié à l'environnement.

$K_2$  : coefficient de réduction de capacité.

$C_{\text{th}}$  : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Avec :

❖ Valeurs de  $K_1$  :

**Tableau 18** : Valeurs de  $K_1$  coefficient lié à l'environnement.

Environnement	E1	E2	E3
$K_1$	0.75	0.85	0.90-0.95

❖ Valeurs de K2 :

**Tableau 19 :** Valeurs de K<sub>2</sub> coefficient de réduction de capacité.

	Catégorie de la route				
Environnement	1	2	3	4	5
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

❖ Valeurs de Cth :

**Tableau 20 :** Valeurs de capacité théorique

	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

I.4.4. Calcul le nombre de voies :

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 =  $\frac{2}{3}$

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

$$C.-à-d. : N = \frac{2}{3} \cdot \frac{Q}{Q_{adm}}$$

**Détermination du nombre des voies :**

**Cas D'une Chaussée Bidirectionnelles :**

On compare Q à Q<sub>adm</sub> et on prend le profil permettant d'avoir : Q<sub>adm</sub> ≥ Q

**Cas D'une Chaussée Unidirectionnelle :**

Le nombre de voie par chaussées et le nombre le plus proche du rapport : n = S × Q / Q<sub>adm</sub>

### I.5. Application au projet :

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par le service spécialisé de la **DTP** nous avons :

- Le trafic à l'année 2017 **TMJA<sub>2017</sub> = 20000 v/j**
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  **$\tau = 4 \%$**
- La vitesse de base sur le tracé **V<sub>b</sub> = 100km/h**
- Le pourcentage moyen de poids lourds **Z = 30%**
- L'année de mise en service sera en **2017**
- Environnement E1 – **Catégorie C1**
- La durée de vie estimée de **10 ans**
- Coefficient d'équivalence pour le poids lourd : **p=2.**

#### I.5.1. Projection future de trafic :

L'année de mise en service (2017)

$$TMJA_h = TMJA_0 (1 + \tau)^n$$

Avec : TMJA<sub>h</sub> : trafic à l'horizon (année de mise en service 2020)

TMJA<sub>0</sub> : trafic à l'année zéro (origine 2017)

$$TMJA_{2020} = 20000 (1+0.04)^3 = 22497 \text{ v/j}$$

Donc :  $TMJA_{2020} = 22497 \text{ v/j}$

Trafic à l'année horizon (2030) pour une durée de vie de 10 Ans :

$$TMJA_{2030} = 22497(1+0,04)^{10} = 33301 \text{ v/j}$$

Donc :  $TMJA_{2030} = 33301 \text{ v/j}$ .

#### I.5.2. Calcul du trafic effectif :

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

Avec : P : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds pour une route à deux voies et un environnement E1 on a P=2.

Z : le pourcentage de poids lourds est égal à 30 %.

$$T_{eff2020} = [(1 - 0,30) + 2 \times 0,3] \times 22497 = 18223 \text{ uvp/j}$$

### I.5.3. Débit de pointe horaire normal :

➤ *Année de mise en service :*

$$Q_{2020} = 0,12 \times T_{\text{eff}2020}$$

$$Q_{2020} = 0,12 \times 18223 = 2187 \text{ uvp/h}$$

### I.5.4. Calcul du débit horaire admissible :

$$Q_{\text{adm}} = K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}} \quad \Rightarrow \quad C_{\text{th}} = Q / (K_1 \times K_2)$$

Avec :  $K_1$  : coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1.

$K_2$  : coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement (E1) et catégorie (C1).

$C_{\text{th}}$  : capacité théorique.

$Q$  : de l'année de mise en service.

$$C_{\text{th}} = \frac{Q}{2} = \frac{2187}{2}$$

$$C_{\text{th}} = 1094 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1 \times 3982$$

$$Q_{\text{adm}} = 821 \text{ uvp/h}$$

### I.5.5. Le nombre des voies :

$$N = S \left( \frac{Q}{Q_{\text{adm}}} \right)$$

**Avec  $S = 2/3$**

$$N = 2/3(2187/821) = 1.77$$

Donc :  **$N = 2$  voies par sens**

Les résultats des calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau 21** : les calculs sont représentés dans le tableau suivant

$TMJA_{2017}$ (v/j)	$TMJA_{2020}$ (v/j)	$TMJA_{2030}$ (v/j)	$T_{eff\ 2020}$ (uvp/j)	$Q_{2020}$ (uvp/h)	N
20000	22497	33301	18223	2187	2

**I.6 Conclusion :**

L'étude de trafic est une donnée nécessaire aux réflexions sur les développements des infrastructures de transports. Elle impactera directement les caractéristiques des voies à créer ainsi que les caractéristiques des chaussées.

## II. Raccordement progressif (la Clothoïde) :

### a. Définition

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.

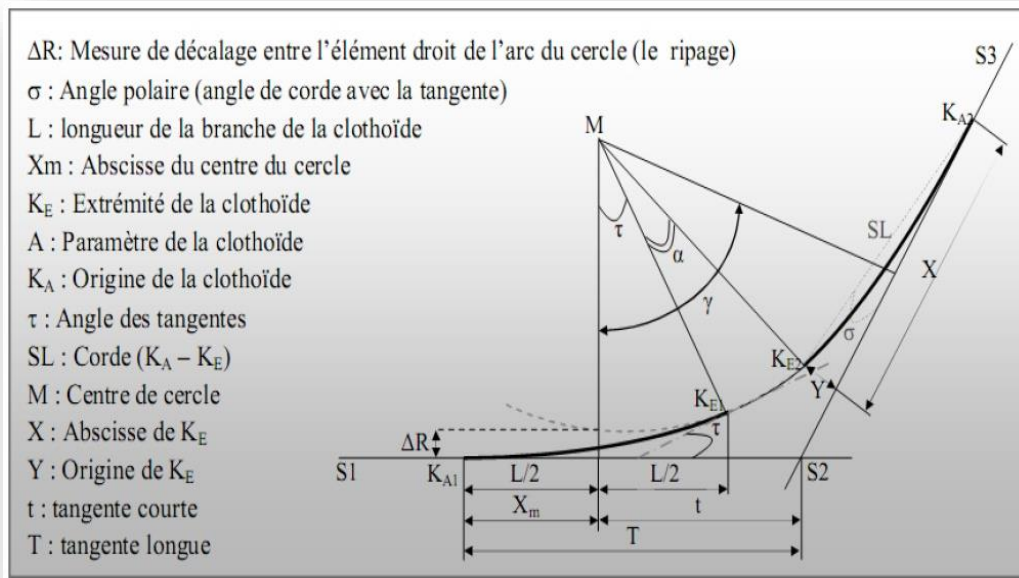


Figure 11 : élément de la clothoïde

## II. 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.

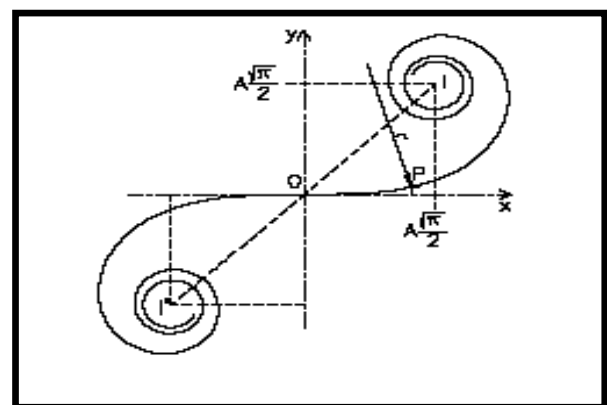


Figure 12 : la propriété de clothoïde

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  $r$ .

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

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

## II.2. Longueur de raccordements :

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

### II.2.1. 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.

On admet en général que : pour être perceptible un raccordement doit correspondre à un changement de direction en plan supérieur ou égale à 3, comme le raccordement progressif est une clothoïde cette condition peut s'écrire :  $R > A \geq R/3$

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

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

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

- si  $1500 < R \leq 5000 \text{ m}$

$$L_1 \geq R/9$$

- si  $R > 5000 \text{ m}$

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

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

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

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

**Avec :**

- ✓ **V<sub>r</sub>** : vitesse de référence en (km/h).
- ✓ **R** : rayon en (m).
- ✓ **Δd** : variation de dévers.

### II.2.3. 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.

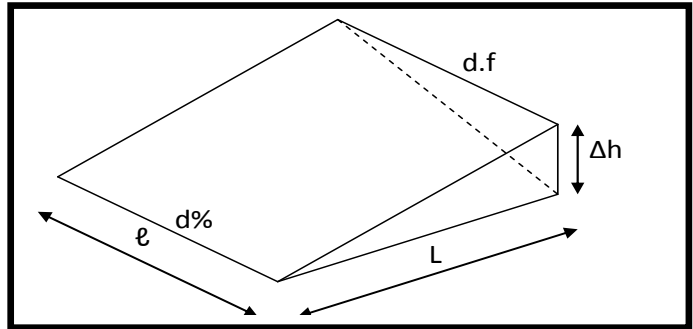


Figure 13 : Condition de gauchissement

### II.3. 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 14 : vérification de non chevauchement

## II.4. Notion de devers :

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

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

### ❖ Devers en alignement :

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

Il est pris égal à :

$$d_{\min} = 2.5\%$$

### ❖ 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 :

**Tableau 22 : Devers en fonction de l'environnement**

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

## II.5. Détermination des dévers aux rayons en plan

- **1<sup>er</sup> cas :**

Le rayon choisi :  $R \geq R_{HNd} \rightarrow$  Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit

- **2<sup>ème</sup> cas :**

Le rayon choisi :  $R_{Hd} \leq R \leq R_{HNd} \rightarrow$  Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

- **3<sup>ème</sup> cas :**

Le rayon choisi :  $R_{HN} \leq R \leq R_{Hd} \rightarrow$  le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à  $R_{HN}$  et celui associé à  $R_{Hd}$ .

$$\frac{\frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}}}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{\frac{d(R_{HN}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}}}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

- **4<sup>ème</sup> cas :**

Le rayon choisi :  $R_{Hm} < R < R_{HN} \rightarrow$  la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en  $1/R$ .

$$\frac{\frac{d(R) - d(R_{HN})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{HN}}}}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{HN}}} = \frac{\frac{d(R_{Hm}) - d(R_{HN})}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}}}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}}$$

## II.6. les rayons de tracé en plan :

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

- **Rayon minimal absolu ( $R_{Hm}$ )**

$$R_{Hmin} = \frac{Vr^2}{127x(frt+dmax)}$$

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

- **Rayon horizontal normal ( $R_{HN}$ )**

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

Le rayon minimal ( $R_{HN}$ ) doit permettre à des véhicules dépassant  $Vr$  de 20 km/h de rouler en sécurité.

- **Rayon au dévers minimal RHd :**

C'est le rayons au dévers minimal, au-de là duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieure du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse Vr serait équivalente à celle subit par le dévers associé  $d_{min} = 2,5\%$

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

- **Rayon non déversé RHnd :**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toi et le divers est négatif pour l'un des sens de circulation, le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé(RHnd).

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

## II.7. Application au projet :

### 7.1. Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisi

**Tableau 23** : les dévers des rayons en plan

Rayon en plan	RHM	RHN	RHD	RHND
Valeur calculé(m)	437.45m	708.66m	1574.80 m	2249.72m
Valeur de B 40	450	650	1600	2200
Dévers (%)	7	5	2.5	2.5

- **1<sup>er</sup> rayon :**

$R = 1300 \text{ m} \Rightarrow RHN \leq R \leq RHd \Rightarrow$  Interpolation entre dévers RHN et celui de RHd.

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

- **2<sup>eme</sup> rayon :**

$R = 1700 \text{ m} \Rightarrow RHD \leq R \leq RHND \Rightarrow$  Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

- **3<sup>eme</sup> rayon :**

$R = 1200 \text{ m} \Rightarrow RHd \leq R \leq RHnd \Rightarrow$  Interpolation entre dévers RHN et celui de RHd

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

**Tableau 24** : les dévers associés aux rayons de la variante choisi

R	d (R)	$\Delta d = d (R) - d_{min}$
1300m	2.93%	5.43%
1700m	2,50%	5,00%
1200m	3.14%	5,64%

**5.2. Calcul de la longueur de Clothoïde et la vérification de non chevauchement :**

**Tableau 25** : longueur de la Clothoïde« L »

Conditions	1 <sup>er</sup> virage	2 <sup>eme</sup> virage	3 <sup>eme</sup> virage
Gauchissement	$L1 \geq 176.63$ m	$L1 \geq 188.9$ m	$L1 \geq 169.7$ m
Confort dynamique	$L2 \geq 3.48$ m	$L2 \geq 2.05$ m	$L2 \geq 5.12$ m
Optique	$L3 \geq 38.01$ m	$L3 \geq 35$ m	$L3 \geq 39.48$ m
chevauchement	$\tau = 4.3339$ gr	$\tau = 3.5389$ gr	$\tau = 4.5093$ gr
	$\beta/2=19.2716$ gr	$\beta/2= 1.7959$ gr	$\beta/2= 16.47295$ gr
	Pas de chevauchement	Pas de chevauchement	Pas de chevauchement
L max	176.63 m	188.9 m	169.7 m
L choisie	177 m	189 m	170 m

**5.3. calcul des paramètres d'un chaque Clothoïde :**

**Tableau 26** : les éléments de la clothoïde de la varaite choisi

Les éléments de la clothoïde		Virage 1	Virage 2	Virage 3
R	Rayon	1300	1700 m	1200 m
L	Longueur de la clothoïde	177 m	189m	170 m
$A = \sqrt{R \cdot L}$	Paramètre de la clothoïde	479.687	566,83	451.664
$\alpha = 200 - \beta$	angle au sommet	161.45 gr	196.41gr	167.0541
$\beta$	angle au centre	38.5432 gr	3.5918 gr	32.9459gr
$\tau = \frac{L}{2R}$	angle des tangentes	4.3339 gr	3.5389 gr	4,5093 gr
$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	angle au centre Partie circulaire	29.8754 gr	3.487 gr	23.927 gr
$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$	abscisse de l'extrémité de la clothoïde.	177	189	170
$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$	ordonnée de l'extrémité de la clothoïde	4.01653	3.5021	4,0138
$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	angle Polaire	1.4449 gr	1,1795 gr	1,5028gr
D cercle : $D = \frac{\pi R \gamma}{200}$	Long, de la partie circulaire	610.0661 m	93,12 m	451.013 m

$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	longueur de la corde KA-KE	177.045 m	189.03 m	170.05 m
$X_O = X_{KE} - R \sin \tau$	abscisse du centre	88.57 m	94.55 m	85.07 m
$Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$	ordonnées du centre	1301.0044m	1700,88m	1201.00 m
$KAO = \sqrt{X_o^2 + Y_o^2}$	distance Ka-centre	1304.02m	1703.51 m	1204.01 m
$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	Ripage	1,0041 m	0.8755 m	1,0035 m
$DT = 2L + D_{cercle}$	Développée totale	964.0661 m	471.12 m	791.013 m
$T = X_O + (R + \Delta R) \cotg(\alpha/2)$	distance S-KA	494.97 m	142.52 m	402.97 m
$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	Tangente courte	59.0456 m	63.03 m	56.71 m
$TL = X_{KE} - \left( \frac{Y_{KE}}{\cos \tau} \right)$	Tangente longue	172,974 m	185.49 m	165,98 m
T		406.32 m	45 m	317.89 m
$B = \frac{(R + \Delta R)}{\cos \frac{\alpha}{2}}$	Bissectrice	62.98 m	1.55 m	42.36 m

#### 5.4. Variation du dévers dans la clothoïde :

Selon la variation du dévers et la longueur de la clothoïde on peut déterminer le dévers relatif à un point quelconque de la clothoïde.

##### ➤ Méthode de calcul des dévers en 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 :

$$d_{ext} = \left( \frac{\Delta d}{L} \cdot x \right) - 2.5$$

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

##### Calcul des devers extérieures et intérieurs

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

### 5.4.1. Clothoïde 1

- $R = 1300 \text{ m}$     $L = 177 \text{ m}$     $d(R) = 2.93 \%$     $d_{\min} = 2.50\%$     $\Delta d = 5.43\%$

$$\bullet \quad \frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 177}{5.4} = 196.67m$$

**Tableau 27** : Variation de devers pour le rayon 1300 m

	Xi	D ext %	D int %
1	0	-2.5%	-2.5%
2	10	-2.19%	-2.5%
3	20	-1.89%	-2.5%
4	30	-1.58%	-2.5%
5	40	-1.27%	-2.5%
6	50	-0.97%	-2.5%
7	60	-0.66%	-2.5%
8	70	-0.35%	-2.5%
9	80	-0.046%	-2.5%
10	90	0.26%	-2.5%
11	100	0.57%	-2.5%
12	110	0.87%	-2.5%
13	120	1.18%	-2.5%
14	130	1.49%	-2.5%
15	140	1.79%	-2.5%
16	150	2.10%	-2.5%
17	160	2.41%	-2.5%
18	170	2.72%	-2.5%
Ke	177	2.93%	-2.5%

### 5.4.2. Clothoïde 2

- $R = 1700 \text{ m}$     $L = 189 \text{ m}$     $d(R) = 2.50 \%$     $d_{\min} = 2.50\%$     $\Delta d = 5.00\%$

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 189}{5} = 226.8m$$

**Tableau 29 : Variation de devers pour le rayon 1700m**

N° Profil	xi	dext	dint
1	0	-2,50%	-2,50%
2	10	-2,23%	-2,50%
3	20	-1,97%	-2,50%
4	30	-1,71%	-2,50%
5	40	-1,44%	-2,50%
6	50	-1,18%	-2,50%
7	60	-0,91%	-2,50%
8	70	-0,65%	-2,50%
9	80	-0,38%	-2,50%
10	90	-0,12%	-2,50%
11	100	0,14%	-2,50%
12	110	0,41%	-2,50%
13	120	0,67%	-2,50%
14	130	0,94%	-2,50%
15	140	1,20%	-2,50%
16	150	1,47%	-2,50%
17	160	1,73%	-2,50%
18	170	1,99%	-2,50%
19	180	2,26%	-2,50%
20	189	2,5%	-2,50%

**5.4.3. Clothoïde 3**

R = 1200 m   L = 170 m   d(R) = 3.14 %   dmin = 2.50%   Δd = 5.64%

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 170}{5.63} = 181.17m$$

**Tableau 30 : Variation de devers pour le rayon 1200m**

	Xi	D ext %	D int %
1	0	-2.5%	-2.5%
2	10	-2.17%	-2.5%
3	20	-1.84%	-2.5%
4	30	-1.51%	-2.5%
5	40	-1.18%	-2.5%
6	50	-0.84%	-2.5%
7	60	-0.51%	-2.5%
8	70	-0.18%	-2.5%

9	80	-0.15%	-2.5%
10	90	0.48%	-2.5%
11	100	0.81%	-2.5%
12	110	1.14%	-2.5%
13	120	1.47%	-2.5%
14	130	1.81%	-2.5%
15	140	2.14%	-2.5%
16	150	2.47%	-2.5%
17	160	2.80%	-2.5%
18	170	3.14%	-2.5%

### III. 1. Définition :

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.

À partir des coordonnées rectangulaires déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de base qui a servi au levé du terrain. Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction.

L'implantation est donc une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet. Les implantations sont calculées au préalable à partir des éléments graphiques (mesures sur le plan).

#### ❖ 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.

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

#### a. 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.

### b. 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.

## III.3. Implantation de courbes

### a. 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  $\beta$  est calculé.

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

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

#### Méthode d'implantation :

- ❖ Par Abscisses et ordonnées sur la tangente

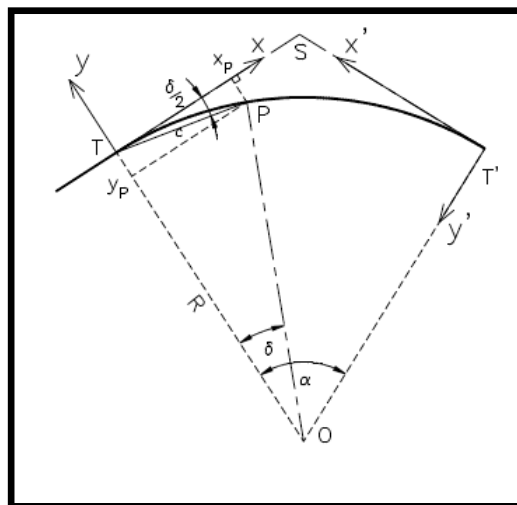


Figure 15 : Implantation partie circulaire

❖ Par Abscisses et ordonnées sur la corde

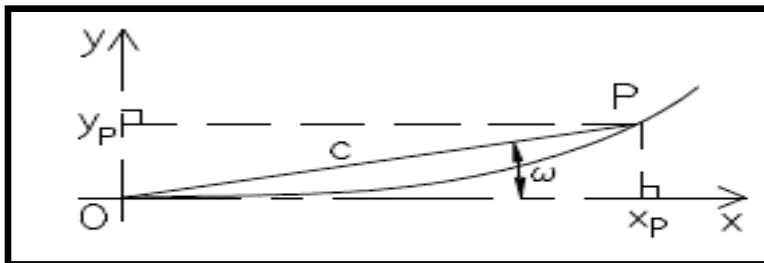
Origine : point de tangence

Origine : milieu de la corde

❖ Par coordonnées polaires.

**b. Raccordement progressif :**

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



**Figure 16 : Méthode d'implantation**

- Piquetage par coordonnées rectangulaires

$$y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

- Piquetage par coordonnées Polaires

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

**II.4. Implantation en altimétrie :**

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

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

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

### III.5. Application de projet :

L'absence de canevas topographique (pièce non jointe avec le levé topographique) ne nous a pas permis de traiter la partie implantation des alignements droits.

On contentera au piquetage des parties courbes (clothoïde et cercle).

❖ **Raccordement progressif 1 (forme symétrique) :**

➤ **Clothoïde :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS

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

Nombre de point : On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : ( $\Delta L = 10\text{m}$ ).

$$n = \frac{L}{\Delta L}$$

➔ n = 18pts

$$n = \frac{177}{10}$$

Implantation de clothoïde	
Données	
R =	1300 m
L =	177 m
A =	479.687m
$\Delta L =$	10 m
n =	18

**Tableau 31:** les éléments d'implantation clothoïde

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0	0
1	10 m	9.999999	0.000724
2	20 m	19.999998	0.005794
3	30 m	29.999988	0.019556
4	40 m	39.999952	0.0464356
5	50 m	49.999852	0.090540
6	60 m	59.999633	0.156453
7	70 m	69.999206	0.248441
8	80 m	79.998453	0.370848
9	90 m	89.997212	0.528020
10	100 m	99.995278	0.724299
11	110 m	109.992396	0.964027
12	120m	119.988251	1.251544
13	130m	129.982469	1.591186
14	140m	139.974607	1.987287
15	150m	149.964147	2.444175
16	160m	159.950495	2.966175
17	170m	169.932969	3.557601
18	177m	176.917987	4.015215

➤ **Partie circulaire :**

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

$$X_i = R \sin i\delta$$

$$Y_i = R(1 - \cos i\delta)$$

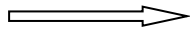
$$\gamma = 29.8754 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 14.9377 \text{ gr}$$

$$n = 18 \text{ pts}$$

$$\delta = \frac{\gamma/2}{n}$$

$$\delta = \frac{14.9377}{18}$$



$$\delta = 0.830 \text{ gr}$$

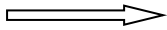
Implantation de l'arc de cercle	
Données	valeurs
R =	1300 m
$\Delta =$	29.8754 gr
$\sqrt{2} =$	14.9377 gr
n =	18 pts
$\delta$	0.830 gr

**Tableau 32:** les éléments d'implantation cercle

Pts	$i\delta$	$X = R \cdot \sin i\delta$	$Y = R(1 - \cos i\delta)$
M	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.83	16.9484	0.1105
2	1.66	33.8939	0.4419
3	2.49	50.8337	0.9547
4	3.32	67.7648	1.7674
5	4.15	84.6844	2.7612
6	4.98	101.5898	3.9755
7	5.81	118.4776	5.4101
8	6.64	135.3454	7.0647
9	7.47	152.1902	8.9391
10	8.3	169.0092	11.0330
11	9.13	185.7994	13.3460
12	9.96	202.5580	15.8776
13	10.79	219.2822	18.6276
14	11.62	235.9691	21.5953
15	12.45	252.6159	24.7803
16	13.28	269.2198	28.1821
17	14.11	285.7779	31.8001

18	14.94	302.2875	35.6336
----	-------	----------	---------

$$n = \frac{L}{\Delta L}$$



**n = 18pts**

$$n = \frac{177}{10}$$

Implantation de clothoïde	
Données	
R =	1700 m
L =	189 m
A =	566.83m
$\Delta L =$	10 m
n =	1

**Tableau 33** : les éléments d'implantation clothoïde

Pts	i $\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
<b>KA</b>	0 m	0	0
<b>1</b>	10 m	9.999999	0.000519
<b>2</b>	20 m	19.999999	0.004150
<b>3</b>	30 m	29.999994	0.014006
<b>4</b>	40 m	39.999975	0.033199
<b>5</b>	50 m	49.999924	0.064666
<b>6</b>	60 m	59.999812	0.112046
<b>7</b>	70 m	69.999593	0.177225
<b>8</b>	80 m	79.999206	0.265589
<b>9</b>	90 m	89.998570	0.378155
<b>10</b>	100 m	99.997578	0.518723
<b>11</b>	110 m	109.999610	0.690415
<b>12</b>	120m	119.993997	0.896337
<b>13</b>	130m	129.991008	1.139598

14	140m	139.986976	1.423306
15	150m	149.981611	1.750567
16	160m	159.974608	2.124486
17	170m	169.965662	2.548162
18	180m	179.954245	3.024696
19	189m	188.941605	3.501328

➤ **Partie**

**circulaire :**

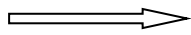
Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

$$X_i = R \sin i\delta$$

$$Y_i = R(1 - \cos i\delta)$$

$$\gamma = 3.487 \text{ gr} \quad \gamma/2 = 1.7485 \text{ gr} \quad n = 19 \text{ pts} \quad \delta = \frac{\gamma/2}{n}$$

$$\delta = \frac{14.9377}{18}$$



$$\delta = 0.092 \text{ gr}$$

Implantation de l'arc de cercle	
Données	valeurs
R =	1700 m
$\Delta =$	3.487 gr
$\gamma/2 =$	1.7485 gr
n =	19 pts
$\delta$	0.092 gr

**Tableau 34 :** les éléments d'implantation cercle

Pts	$i\delta$	$X = R \cdot \sin i\delta$	$Y = R(1 - \cos i\delta)$
M	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.092	2.4567	0.0018
2	0.184	4.9134	0.0071
3	0.276	7.3702	0.0160
4	0.368	9.8268	0.0284

5	0.46	12.2835	0.0444
6	0.552	14.7402	0.0640
7	0.644	17.1968	0.0867
8	0.736	19.6534	0.1136
9	0.828	22.1099	0.1438
10	0.92	24.5664	0.1775
11	1.012	27.0228	0.2148
12	1.104	29.4792	0.2556
13	1.196	31.9355	0.2999
14	1.288	34.3918	0.3479
15	1.38	36.8480	0.3993
16	1.472	39.3041	0.4544
17	1.564	41.7601	0.5130
18	1.656	44.2160	0.5751
19	1.478	39.4643	0.4581

$$n = \frac{L}{\Delta L}$$

$$n = \frac{170}{10}$$

→ **n = 17pts**

Implantation de clothoïde	
Données	valeurs
R =	1200 m
L =	170 m
A =	451.664m
$\Delta L =$	10 m
n =	17

**Tableau 35 : les éléments d'implantation clothoïde**

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0	0
1	10 m	9.999999	0.000817
2	20 m	19.999998	0.00117
3	30 m	29.999998	0.022059
4	40 m	39.999938	0.52287
5	50 m	49.999812	0.102124
6	60 m	59.999533	0.176469
7	70 m	69.998990	0.280225
8	80 m	79.998031	0.371248
9	90 m	89.996453	0.595570
10	100 m	99.993993	0.816957
11	110 m	109.990326	1.087348
12	120m	119.985053	1.411636
13	130m	129.977697	1.794711
14	140m	139.967695	2.241456
15	150m	149.954389	2.756749
16	160m	159.937021	3.345458
17	170m	169.914725	4.012443

➤ **Partie circulaire :**

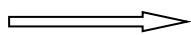
Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente.

$$X_i = R \sin i\delta$$

$$Y_i = R(1 - \cos i\delta)$$

$$\gamma = 23.927 \text{ gr} \quad \gamma/2 = 11.9635 \text{ gr} \quad n = 17 \text{ pts} \quad \delta = \frac{\gamma/2}{n}$$

$$\delta = \frac{11.9635}{17}$$



$$\delta = 0.704 \text{ gr}$$

Implantation de l'arc de cercle	
Données	valeurs
R =	1200 m
$\Delta =$	23.927 gr
$\sqrt{2} =$	11.9635 gr
n =	17 pts
$\delta$	0.704 gr

**Tableau 36** : les éléments d'implantation cercle

Pts	$i\delta$	$X = R \cdot \sin i\delta$	$Y = R(1 - \cos i\delta)$
M	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.704	13.2698	0.0734
2	1.407	26.5192	0.2931
3	2.111	39.7841	0.6597
4	2.815	53.0442	1.1729
5	3.519	66.2978	1.8328
6	4.223	79.5433	2.6392
7	4.927	92.7791	3.5920
8	5.631	106.0035	4.6911
9	6.332	119.1587	5.9308
10	7.036	132.3556	7.3215
11	7.74	145.5364	8.8580
12	8.444	158.6994	10.5402
13	9.148	171.8429	12.3679
14	9.852	184.9655	14.3408
15	10.556	198.0654	16.4586
16	11.26	211.1411	18.7213
17	11.96	224.1169	21.1142



#### IV.1. Introduction :

Ce sont des paramètres relatifs a la considération, du mouvement des véhicules dans le projet de construction de la route ces paramètres sont :

#### IV.2. Distance de freinage :

Les possibilités de freinage sont limitées, du fait du jeu de l'adhérence, il existe une distance minimum pour obtenir l'arrêt complet véhicule.

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.

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v_r^2}{g(f_l \pm i)}$$

Avec :

$V_R$  : vitesse de référence en Km/h

$i$  : Déclivité en %.

$f_l$  : Coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse  $V_r$ .

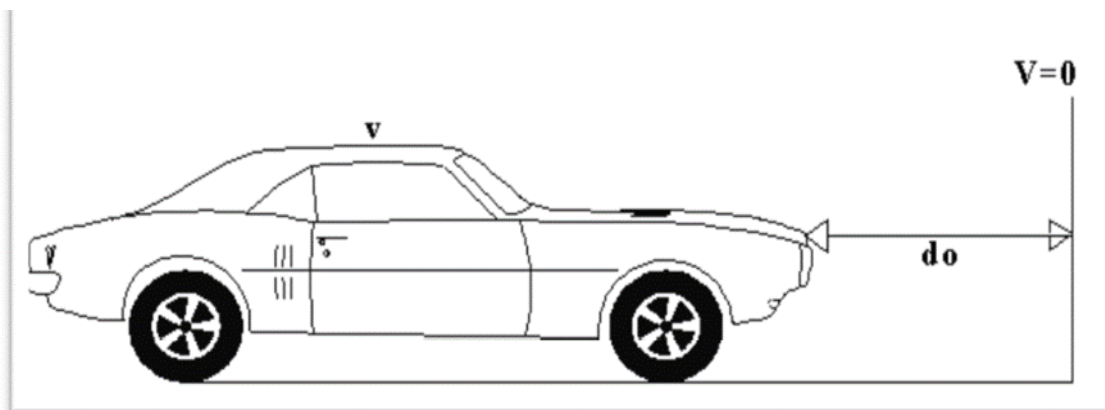


Figure 17 : Distance de freinage

Tableau 37 : coefficient de frottement longitudinal  $f_l$  en fonction de la vitesse (B40).

Vitesse (km/h)	40	60	80	100	120
Catégorie 1.2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33
Catégorie 3.4.5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36

Pour notre projet : Cat 1

$V_r = 100$  Km/h



$f_l = 0.36$



- **En alignement droit :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v_r^2}{g \times fl}$$

- **En rampe :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v_r^2}{g \times (fl + i)}$$

- **En pente :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v_r^2}{g \times (fl - i)}$$

### IV.3. Temps de perception et 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.

Sa durée conditionnée par des caractéristiques de conducteur et le véhicule. Il intervient pour :

- Le freinage
- Le dépassement
- L'observation de signalisation

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 = 2s** pour un obstacle imprévisible

**t = 0.6s** pour un obstacle prévisible

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

**t = 2s** pour des vitesses < 100Km/h

**t = 1.8s** pour des vitesses ≥ 100Km/h

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

$d_1 = v \times t$  Avec **V** : m/s

**t** : s

#### IV.4. Distance d'arrêt :

La distance parcourue par le véhicule entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est appelée distance d'arrêt « d ».

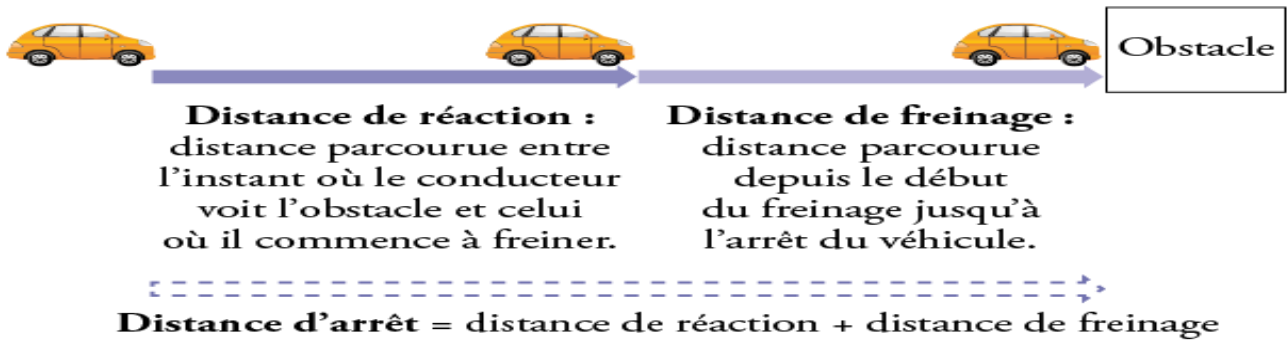


Figure 18 : Temps de perception-réaction.

- **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

$$d = d_0 + 0.50 \times V_r$$

- **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

$$d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$$

#### IV .5.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.

$$d_p = d + \frac{6}{3,6} \cdot V_R$$

#### IV .6. Espacement entre deux véhicules :

Supposons que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse, et Nus recherchons l'espacement entre les deux véhicules se telle Facon 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 un 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 général , on prend  $t = 3$  s

Distance de sécurité sera donc :

$$d'_2 = d_2 + v \times (t' + t) + l \quad (t : \text{en s} \quad v : m/s)$$

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

Sachons que  $V = \frac{v}{3.6}$  et  $t' = 0.75$  s   $E = \frac{v}{5} + l$

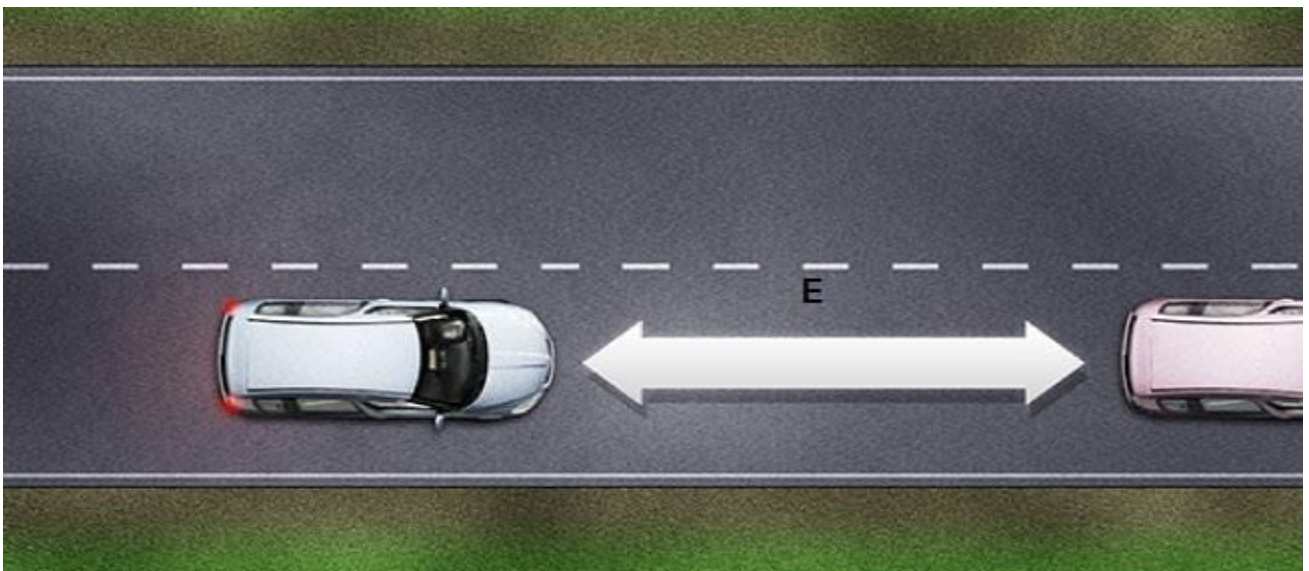


Figure 19 : l'espacement entre deux véhicules

#### IV.7. Distance de visibilité de dépassant et de manœuvre :

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

Le tableau suivant résume selon les normes B40 les distances de visibilité de la manœuvre et de dépassement et d'arrêt :

**Tableau 38** : les différentes distances selon les normes B40

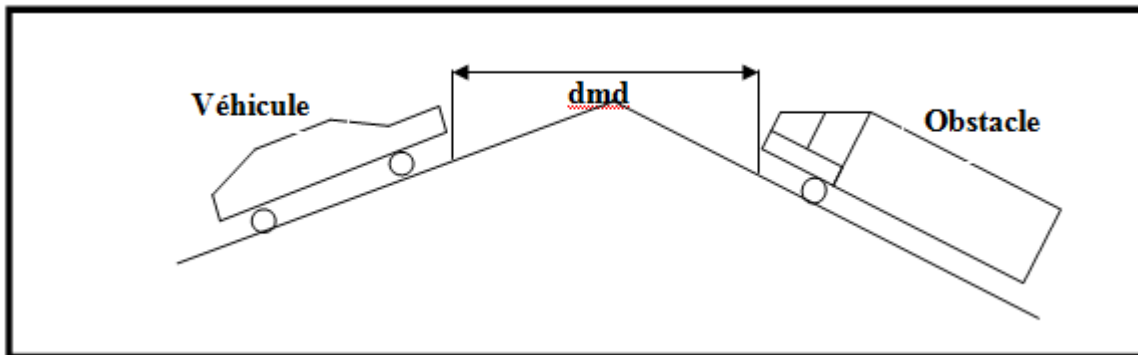
V (Km/ h)	40	60	80	100	120	140
<b>Dvd f</b> (m)	4 V	4 V	4V	4,2 V	4,6 V	5 V
	160	240	320	420	550	700
<b>Dvd N</b> (m)	6 V	6 V	6 V	6,2 V	6,6 V	7 V
	240	360	480	620	790	980
<b>Dmd (m)</b>	70	120	200	300	425	/

Avec :

**Dvd f** : distance de visibilité et de dépassement court ou forcé

**Dvd N** : distance de visibilité et de dépassement normale

**Dmd** : distance de manœuvre et de dépassement



**Figure 20** : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement « dmd »

#### IV .8. Application De Projet :

On a catégorie 1, vitesse de référence = 100 Km/ h

Du tableau .1, on tire f : f = 0,36

##### 1. distance de freinage

En palier avec i=0

$$d_0(m) = \frac{(0,04*v^2)}{g (f-i)} = 111.11m$$

En rampe avec : i = 1.561 %

$$d_0(m) = \frac{(0,04*v^2)}{g (f-i)} = \frac{(0,04*100^2)}{10 (0,36+0.01561)} = 106.49m$$

En Pente avec : i = -0.799%

$$d_0(m) = \frac{(0,04*v^2)}{g (f-i)} = \frac{(0,04*100^2)}{10 (0,36-0.00799)} = 113.63 m$$

**Tableau 39 : distance de freinage**

i (%)	d <sub>0</sub> (m)
-1.152	114.784206
1.876	105.607773
-0.799	113.633135
-3.387	122.650477
-1.042	114.423021
2.427	104.093475
-1.000	114.285714
-1.540	116.076610
3.903	124.622238
1.561	106.493437
3.297	101.788940
1.639	106.272749
2.450	104.031209

## 2-Distance d'arrêt :

$V = 100 \text{ Km/h}$  donc :  $t = 1.8 \text{ s}$ .

### 2.1 En alignement droit :

$i = 0 \%$  :

$$d_1(m) = d_0 + 0,50 * V = 111.11 + 0,50 * 100$$

$$d_1(m) = 161.11m$$

$i = 1.561 \%$  :

$$d_1(m) = d_0 + 0,50 * V = 106.493 + 0,50 * 100$$

$$d_1(m) = 156.493 \text{ m}$$

$i = 3.903 \%$  :

$$d_1(m) = d_0 + 0,50 * V = 124.6222 + 0,50 * 100$$

$$d_1(m) = 174.6222m$$

**Tableau 40 : distance d'arrêt**

$d_0(m)$	$d_1(m)$
114.784206	164.784206
105.607773	155.607773
113.633135	163.633135
122.650477	172.650477
114.423021	164.423021
104.093475	154.093475
114.285714	164.285714
116.076610	166.076610
124.622238	174.622238
106.493437	156.493437
101.788940	151.788940
106.272749	156.272749
104.031209	154.031209

### **3-Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre :**

Sachant que :  $V = 100 \text{ Km/h}$

#### **3.1 Pour un dépassement court ou en force :**

D'après le tableau 2 :

$$t = 1.8 \text{ s} : D_{vd f} \text{ (m)} = 4.2 * V = 4.2 * 100 = 420 \text{ m}$$

#### **3.2 Pour un dépassement normal :**

$$t = 1.8 \text{ s} : d_{vd n} = 6.2 * V = 6.2 * 100 = 620 \text{ m}$$

#### **3.3 Distance de manœuvre :**

On peut obtenir cette distance du tableau 2 :  $D_{md} \text{ (m)} = 300 \text{ m}$ .

### **4-Espacement entre 2 véhicules :**

$$E = 8 + 0.2 * v + 0.003 * v^2$$

$$E = 8 + 0.2 * 100 + 0.003 * 100^2$$

$$E = 58 \text{ m}$$

## V.1. Introduction

Un profil en long de voirie est une coupe verticale qui suit l'axe central de la voirie. Le profil en long est un graphique sur lequel on reporte les points du terrain naturel et ceux de l'axe du projet de voirie. On s'appuie sur ce document pour dessiner les profils en travers.

Distances et altitudes sont données en mètres au centimètre près. On choisit en général un plan de comparaison d'altitude inférieure à l'altitude du point le plus bas du projet ou du terrain naturel.

Ce plan de comparaison est l'axe des abscisses du graphique sur lequel on reporte les distances horizontales suivant l'axe du projet.

Sur l'axe des ordonnées, on reporte les altitudes. Les échelles de représentation peuvent être différentes en abscisse et en ordonnées (en rapport de l'ordre de 1/5 à 1/10) de manière à souligner le relief qui peut ne pas apparaître sur un projet de grande longueur

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

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

## V.3. Les éléments de composition du profil en long :

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements paraboliques par leur rayon.

### 3-1 Les types de rayons :

- Les rayons en angle rentrants (concaves).
- Les rayons en angle saillant (convexes).

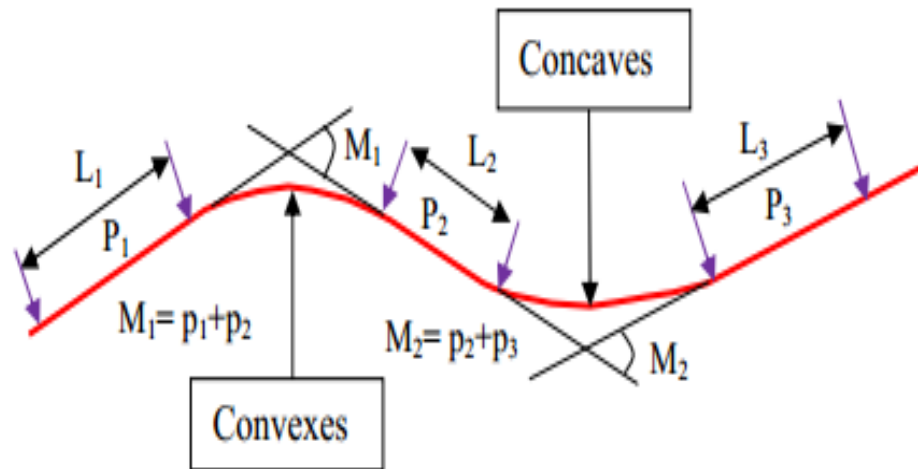


Figure 21 : Élément géométriques du profil en long

### V.4. 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'assurer :

- Une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- De prévoir de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, passage souterrain etc.).

Pour éviter les défauts résultants d'une mauvaise coordination trace en plan –profil en long, les règles suivantes sont à suivre :

- Si le profil en long est convexe, augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan.
- Avant un point haut, amorcer la courbe en plan.
- Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe
- Faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

### V.5. Déclivités :

La déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontale. Elle est dénommée **rampe** si la route s'élève dans le sens du kilométrage, et **pente** dans le cas contraire.

#### V.5.1. Déclivité minimale :

- Il est recommandable d'éviter les pentes inférieures à . %, et ceci dans le but d'éviter la stagnation des eaux.

### V.5.2. Déclivité maximale :

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

La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).

L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

**Tableau 41** : Valeur de la déclivité maximale

V <sub>b</sub> (km/h)	40	60	80	100	120	140
I <sub>max</sub> (%)	8	7	6	5	4	4

### V.6. Raccordements en profil en long :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long. Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort.

On distingue deux types de raccordements :

#### V.6.1. Raccordements convexes (angle saillant) :

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

Leur conception doit satisfaire aux conditions de :

- confort.
- visibilité.

#### \*Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qui est limitée à :

$$v^2/R_v < g/40 \text{ avec } g = 10 \text{ m/s}^2.$$

$$R_v \geq 0,3 V^2 \text{ (cat. 1-2).}$$

$$R_v \geq 0,23 V^2 \text{ (cat 3-4-5).}$$

R<sub>v</sub> : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse de référence (km/h).

**\*Condition de visibilité :**

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de condition de confort.

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

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

$d_1$  : Distance d'arrêt (m)

$h_0$  : Hauteur de l'œil (m)

$h_1$  : Hauteur de l'obstacle (m)

- dans le cas d'une route unidirectionnelle « bretelles » :

$$h_0 = 1.1 \text{ m}, h_1 = 0.15 \text{ m}$$

On trouve :

$$R_v m = a \times d_1^2$$

**Avec :**

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

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

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

**Tableau 42 : Rayon convexes (angle saillant)**

CAT	$V_r(\text{Km/h})$	40	60	80	100	120
	Rayons (m)					
1-2	$R_v'M$	300	1000	2500	6000	12000
	$R_v'N$	1000	2500	6000	12000	18000
3-4-5	$R_v'M$	450	1300	3500	8000	16000
	$R_v'N$	1300	3500	8000	16000	16000

### V.6-2 Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

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

Avec : **Rv'** : rayon minimum du cercle de raccordement.

**d<sub>1</sub>** : distance d'arrêt.

❖  $\frac{g}{40}$  Pour la CAT 1-2.

a. **Rayon minimal absolu :**

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

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

$$Rvm_{(V_r)} = 0.3V_r^2 = 0.3 \times 100^2 = 3000m$$

b. **Rayon minimal normal :**

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

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

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

$$Rvn = 0.3 \times 120^2 = 4320m$$

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

a. **Rayon minimal absolu :**

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

**b. Rayon minimal normal :**

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

**Tableau 43** Rayon convexes (angle rentrant)

CAT	$V_r$ (Km/h)					
	Rayons (m)	40	60	80	100	120
1-2	$R_v'M$	500	1200	1400	3000	4200
	$R_v'N$	1200	2400	3000	4200	6000
3-4-5	$R_v'M$	500	1100	1600	2400	3500
	$R_v'N$	1100	1600	2400	3500	4500

**V.7. Détermination pratiques du profil en long :**

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

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

À l'équation de la parabole :

$$X^2 - 2RY = 0$$

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

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points **A, D**.
- Donnée La pente **P1** de la droite (**As**).
- Donnée la pente **P2** de la droite (**Ds**).
- Donnée le rayon **R**.

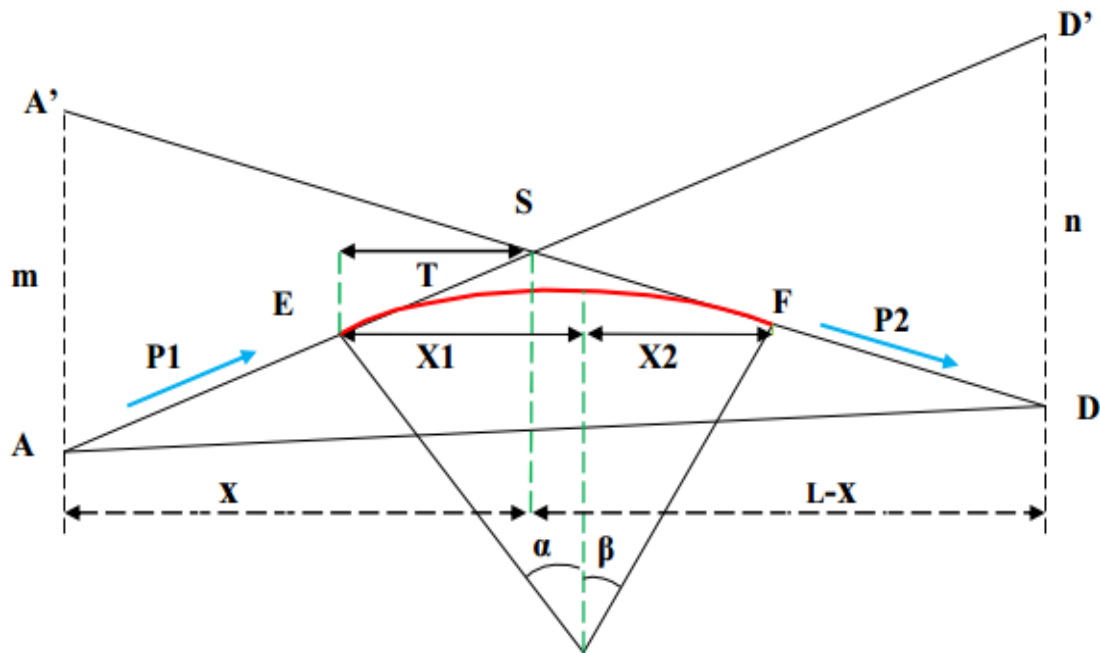


Figure 22 : Schéma de la courbe du profil en long

**\* Détermination de la position du point de rencontre (s) :**

Les deux triangles A' A et DD' sont semblables donc :

**\*Calcul de la tangente :**

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

La tangente (T) permet de positionner les pentes de tangentes E et F.

**V.8.Application au projet :**

Tableau 44 : rayons en profil en long selon les données

Catégorie		C <sub>1</sub>
Environnement		E <sub>1</sub>
Vitesses de base (Km/h)		100
Rayon en angle saillant R <sub>v</sub>	Route unidirectionnelle : (2x2 voies)	
	R <sub>vm1</sub> (minimal absolu) en m	6000
	R <sub>vn1</sub> (minimal normal) en m	12000
Rayon en angle rentrant R <sub>v</sub>	Route unidirectionnelle :(2x2 voies)	
	R <sub>vm1</sub> (minimal absolu) en m	3000
	R <sub>vn1</sub> (minimal normal) en m	4200

• Calcul des coordonnées du sommet de la parabole :  $\begin{cases} X1 = R \times P \\ Y1 = \frac{P^2 * R}{2} \end{cases} ; \begin{cases} X2 = R \times P' \\ Y2 = \frac{P'^2 * R}{2} \end{cases}$

- Pour R = 3000 m :

$$\begin{cases} X1 = 3000 \times (0.01561) = 46.83 \text{ m} \\ Y1 = \frac{(0.01561)^2 * 3000}{2} = 0.37 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X2 = 3000 \times (0.03903) = 117.09 \text{ m} \\ Y2 = \frac{(0.03903)^2 * 3000}{2} = 2.29 \text{ m} \end{cases}$$

### 1- Calcul des tangentes :

Les positions de T et T'sont données par rapport à l'intersection des pentes :

$$T = T' = \frac{R}{2} |\Delta P|$$

✚ Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

$$T = T' = \frac{R}{2} (p + p')$$

✚ Dans le cas où les déclivités sont de même sens :

$$T = T' = \frac{R}{2} (p - p')$$

Exemple : Pour R = 3000 m

$$\left\{ \begin{array}{l} P = 1.561\% \\ P' = 3.903\% \end{array} \right.$$

Donc :

$$T = T' = \frac{R}{2} (p + p') = \frac{3000}{2} (0.01561 - 0.03903) = -35.13 \text{ m}$$

### 2- Calcul de la flèche :

La flèche est donnée par :

$$f = \frac{T^2}{2R}$$

Exemple : Pour R = 3000 m

$$f = \frac{(78.344)^2}{2 * 3000} = 0.206 \text{ m}$$

Le tableau ci-dessus récapitule les résultats des calculs des tangentes et les flèches du projet :

**Tableau 45 : les résultats des calculs des tangentes et les flèches du projet**

<b>P %</b> <b>P' %</b>	<b>Type</b> <b>angle</b>	<b>Rayon</b>	<b>X1(m)</b> <b>X2(m)</b>	<b>Y1(m)</b> <b>Y2(m)</b>	<b>Tangente</b> <b>(m)</b>	<b>Flèche (m)</b>
1.561 3.903	Rentrant	3000.0000	46.83 117.09	0.36550815 2.28501135	-35.13	0.20568615
3.903 -1.54	Saillant	6000.0000	234.18 -92.4	4.5700227 0.71148	70.89	0.41878268
-1.54 -1.00	Rentrant	3000.0000	-46.2 -30	0.35574 0.15	-38.1	0.241935
-1.00 2.427	Rentrant	3000.0000	-30 72.81	0.15 0.88354935	21.405	0.07636234
2.427 1.042	Saillant	6000.0000	145.62 62.52	1.7670987 0.3257292	41.55	0.14386688
1.042 -3.387	Rentrant	3000.0000	31.26 -101.61	0.1628646 1.72076535	-35.175	0.20621344
-3.387 -0.799	Rentrant	3000.0000	-101.61 -23.97	1.72076535 0.09576015	-38.82	0.2511654
-0.799 1.876	Rentrant	3000.0000	-23.97 56.28	0.09576015 0.5279064	16.155	0.04349734
1.876 -1.152	Saillant	6000.0000	112.56 -69.12	1.0558128 0.3981312	21.72	0.0393132
-1.152 3.297	Rentrant	3000.0000	-34.56 98.91	0.1990656 1.63053135	32.175	0.17253844
3.297 1.639	Saillant	6000.0000	197.82 98.34	3.2610627 0.8058963	49.74	0.2061723
1.639 2.45	Rentrant	3000.0000	49.17 73.5	0.40294815 0.900375	-12.165	0.02466454

## **VI.1. Introduction :**

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

Cette politique est définie par le maître de l'ouvrage en fonction de la hiérarchisation de son réseau routier.

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

Le dimensionnement d'une chaussée est conditionné par trois familles de paramètres, qui sont les suivants :

- Le trafic est l'importance de la circulation et surtout l'intensité du trafic en poids lourds.
- La portance du sol support désignée par son indice CBR.
- La durée de service.

## **VI.2. La chaussée :**

Une chaussée peut être définie comme une structure plane, conçue et dimensionnée pour garantir l'écoulement du trafic dans de bonnes conditions de visibilité, de sécurité et de confort pour les usagers et assurer une fonction pour une période de service minimale fixée au stade de l'élaboration du projet.

### **VI.2.1. Les différents types de structures de chaussées :**

Suivant la nature des matériaux, leur localisation dans la structure de chaussée et le niveau de trafic. On répertorie différentes familles de structures.

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

#### **VI.2.1.1. Chaussée souple :**

Elle est constituée d'une couche de surface au dessus d'une couche d'assise. La chaussée souple distribue les efforts de surface à travers les couches de base et de fondation. Cette distribution se fait de façon à ce que l'effort sur la plate forme soit compatible avec la résistance de l'infrastructure et du sol support.

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

L'épaisseur globale de la chaussée est généralement entre 30 et 60 cm.

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

### **a- Couche de surface :**

La couche de surface est constituée :

- de la **couche de roulement**, qui est la couche supérieure de la structure de chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat.
- et le cas échéant d'une **couche de liaison**, entre les couches d'assise et la couche de roulement.

L'objectif de la couche de surface est la protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés.

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

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

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

### **b- Couche d'assise :**

L'assise de la chaussée peut être composée de 2 couches :

- couche de base
- la couche de fondation

Elle apporte à la chaussée la résistance aux couches verticales et répartit les pressions sur la plateforme support.

- **Couche de base:**

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

L'épaisseur de la couche de base varie entre 8 et 15 cm.

- **Couche de fondation :**

Complètement en matériaux non traités (en Algérie) elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic.

Assurer une bonne unie et bonne portance de la chaussée finie, et aussi, Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 15 et 25 cm.

### **c- Couche de forme :**

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

Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme.

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

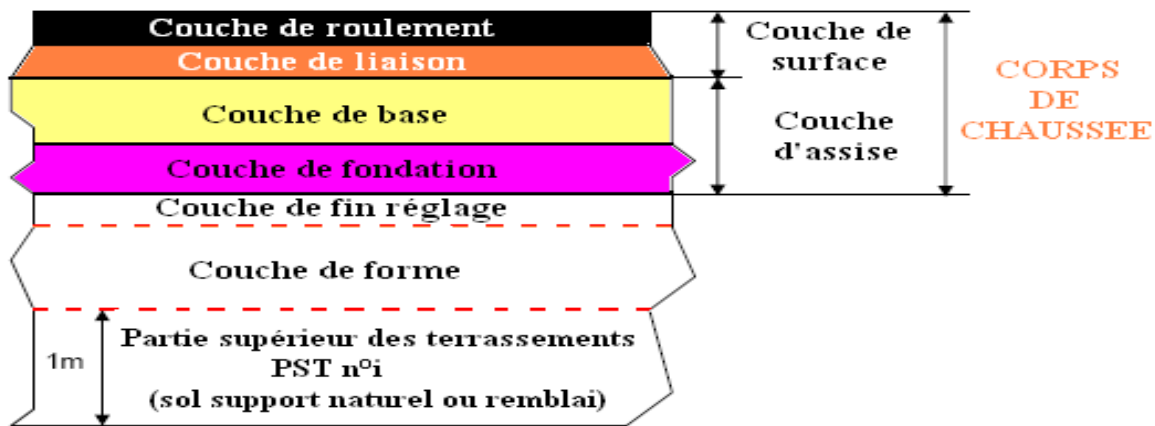


Figure 23 : schéma théorique de la structure du corps de chaussée

### VI.2.1.2. Chaussée semi –rigide :

Une chaussée semi rigide est une chaussée avec une couche de surface en béton bitumineux reposant sur une couche de base en matériaux stabilisés aux liants hydrauliques et d'une couche de fondation granulaire.

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

### VI.2.1.3. Chaussée rigide :

Elle est constituée d'une dalle de béton en ciment portland reposant directement sur la couche de fondation ou sur la plateforme. La dalle de béton joue un double rôle: elle est à la fois la surface de roulement et la couche de base. Elle répartit les efforts de surface dus aux charges de cisaillement sur une large surface afin d'éviter une déformation sur la couche de fondation ou sur l'infrastructure.

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

Structure souple	Structure semi rigide	Structure rigide
<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.B</li> <li>• G.N.T</li> <li>• SOL SUPPORT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.B</li> <li>• G.T +G.B ou G.T</li> <li>• SOL SUPPORT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BETON DE CIMENT</li> <li>• G.T</li> <li>• SUPPORT</li> </ul>

Figure 24 : Les différents types de structures de chaussées

### VI.3. Facteurs à considérer dans le dimensionnement de la chaussée :

Le dimensionnement basé sur la connaissance d'un certains paramètres fondamentaux qui sont :

- Le trafic: c'est le facteur le plus important dans le dimensionnement des chaussées.

Il peut être estimé à partir des débits de circulation, des charges axiales et du taux d'accroissement.

- Les conditions climatiques : la précipitation, les variations de températures, la teneur en humidité et les cycles de gel-dégel.
- Le sol support : la nature du sol, propriétés mécaniques, physiques et chimiques.
- Les matériaux des différentes couches: propriétés, coûts unitaires.
- Programme de construction et d'entretien prévus.
- Les contraintes : budget, indice de viabilité minimum admissible, la période d'analyse.

### **VI.3.1. Trafic :**

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

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :

De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes.

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

$$N = T.A.C$$

**Avec :**

**N** : trafic cumulé.

**A** : facteur d'agressivité globale du trafic.

**C** : facteur de cumul :

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

**Avec :**

$\tau$  : *Taux de croissance du trafic.*

$p$  : *nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.*

**Tableau 46 :** valeur du coefficient d'agressivité CAM

Classe de trafic	T5	T4	T3 <sup>-</sup>	T3 <sup>+</sup>	Au delà
CAM	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8 si e<20cm
					1.0 si e>20cm

### VI.3.2. 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.

### VI.3.3. Le Sol Support :

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

Les plates-formes sont définies à partir :

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

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de l'indice CBR.

**Tableau 47 :** La portance de sol en fonction de l'indice de CBR

Portance	1	2	3	4
CBR	<3	3 a 6	6 a 10	10 a 20

### Détermination de la classe du sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante.

Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants:

**Tableau 48 : détermination de classe du sol**

Classe de sol (Si)	Indice C.B.R
S0	>40
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

#### **VI.3.4. Matériaux :**

Un ensemble de normes codifie les différentes familles de matériaux de chaussée, définissant pour chacune d'elles des classes selon la qualité des constituants et certaines propriétés physiques et mécaniques des mélanges. La méthode de dimensionnement s'applique aux familles de matériaux ainsi définies.

#### **VI. 4. Les principales méthodes de dimensionnement :**

On distingue deux familles des méthodes :

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

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

- La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio).
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- Méthode du catalogue des structures.
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).

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

##### **VI.4.1. Méthode C.B.R (Californian – Bearing – Ratio):**

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

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

$$E_{eq} = \frac{100 + 5\sqrt{P} \times (75 + 50 \log_{10} \frac{N}{10})}{I_{CBR}^{+5}} \quad (\text{cm})$$

- **e**: épaisseur.
- **I<sub>CBR</sub>** : 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 :

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

Où:

- **a<sub>1</sub> × e<sub>1</sub>** : couche de roulement
- **a<sub>2</sub> × e<sub>2</sub>** : couche de base
- **a<sub>3</sub> × e<sub>3</sub>** : couche de fondation
- Où: **a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>** : coefficients d'équivalence.

**e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>3</sub>** : épaisseurs réelles des couches.

- **Le coefficient d'équivalence :**

**Le tableau 49** : coefficients d'équivalence des matériaux

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

## VI.5. Application au Projet :

### Données de l'étude :

- Le trafic à l'année 2017  $T_{JMA2017} = 20000$  v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 4\%$
- Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 30\%$
- L'année de mise en service sera en 2020
- La durée de vie estimée de 10 ans

### Méthode CBR :

On a :  $I_{CBR} = 4.5$  ce sol appartient à la classe (S4)

### Remarque :

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe «  $e_1$  », «  $e_2$  » et on calcule «  $e_3$  »

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

Log : logarithme décimal.

Avec :  $Z = 35\%$ ,  $\tau = 4\%$ ,  $I_{CBR} = 4.5$ ,  $T_{MJA2030} = 33302$  v/j ;  $T_{MJA2017} = 20000$  v/j

### Trafic à l'année de mise en service $T_1$ :

$$T_{2017} = T_{MJA} \times PL\% = 20000 \times 0.30 \quad \Rightarrow T_{2017} = 6000 \text{ VPL/J}$$

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^3 = 6000 (1 + 0.04)^3 \quad \Rightarrow T_1 = 6749 \text{ VPL/J}$$

$$T_{10} = T_1 (1 + \tau)^{10} = 6749 (1 + 0.04)^{10} \quad \Rightarrow T_{10} = 9990 \text{ UVP/J}$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{9990}{10})}{4.5 + 5} = 71 \text{ cm}$$

On a :  $E_{\text{eq}} = c_1 \times e_1 \times c_2 \times e_2 \times c_3 \times e_3$

$e_1$ : épaisseur réelle de la couche de roulement.

$e_2$ : épaisseur réelle de la couche de base.

$e_3$ : épaisseur réelle de la couche de fondation

$e_4$ : épaisseur réelle de la couche de forme

$e$  équivalente =  $a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$

$$71 = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche

- Couche de roulement en béton bitumineux (BB) :

$$e_1 = 6 \text{ cm} \quad a_1 = 2 \quad e_1 \times a_1 = 6 \times 2 = 12 \text{ cm}$$

- Couche de base en grave bitumineux (GB) :

$$e_2=12cm \quad a_1=1 \quad e_1 \times a_1=12 \times 1.20=14cm$$

- Couche de forme en tuf :

- $e_4=32cm \quad a_1=0.75 \quad e_1 \times a_1=32 \times 0.75=24cm$

$$e_3 = \frac{71 - (24 + 14 + 12)}{1} \quad e_3 = 21cm$$

$$e_3 \times a_3 = 21 \times 1 = 21cm$$

on prendre  $e_3=25cm$

**Tableau 50** : épaisseur de chaque couche

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
<b>c. de roulement</b>	Béton bitumineux	6	12
<b>c. de base</b>	Grave bitume	12	14
<b>c. de fondation</b>	Grave concassé	21	21
<b>C.de forme</b>	Tuf	32	24
<b>Somme</b>	/	71	71

**Donc:** Notre structure comporte : **6 BB + 12 GB+ 21 GC+ 32 TUF**

## **VII.1. Introduction :**

L'eau quelle que soit son origine pose de multiples problèmes complexes à la chaussée, et sur la stabilité des ouvrages ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissement, inondation, diminution des conditions de visibilité,...), elle influe aussi sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

## **VII.2. Les objectifs de l'étude hydrologique :**

L'étude hydrologique des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration qui pouvant contaminer le corps de chaussée (risque de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme.
- Garantir la stabilité des ouvrages pour toutes leurs durées de vie sous les différents régimes hydrauliques pouvant les déstabiliser.

## **VII.3. Définition des termes hydraulique :**

### **VII.3.1. Bassin versant :**

C'est une surface géographique qui est limitée 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).

### **VII.3.2. 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 ou triangulaire. Ils seront bétonnés lorsque la pente du profil en long dépasse les 3%.

### **VII.3.3. Fossé de crête de déblai :**

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

### **VII.3.4. Fossé de pied de talus de remblai :**

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

### VII.3.5. Descentes d'eau :

Dans les sections en remblai, lorsque la hauteur dépasse 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1%, leur espacement varie entre 30 m et 40 m. (voir la figure 11.1).

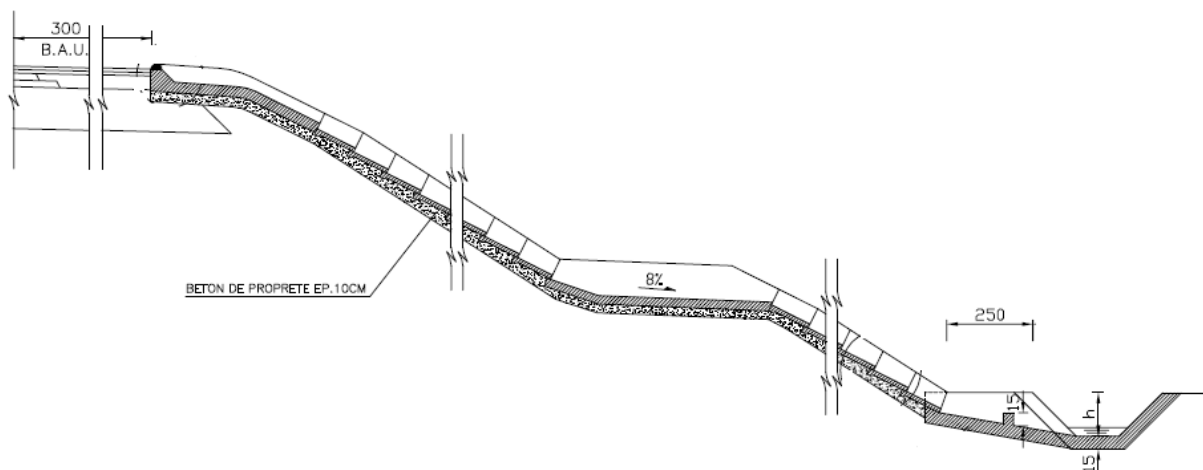


Figure 25 : schéma d'une descente d'eau

### VII.3.6. Les gargouilles :

C'est des petites ouvertures à la base des glissières en béton adhérent, elles évacuent les eaux pluviales sur chaussée vers le fossé (voir la figure 11.2).

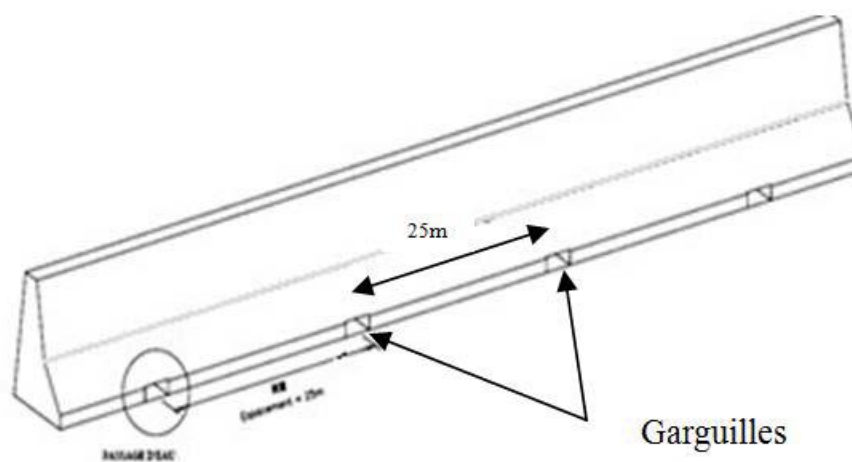


Figure 26: schéma des gargouilles

### VII.3.7. Drain :

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

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

### VII.3.8. Le regard :

Il est constitué 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.

### VII.3.9. Collecteur principal (canalisation):

Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites collecteurs.

Secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

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

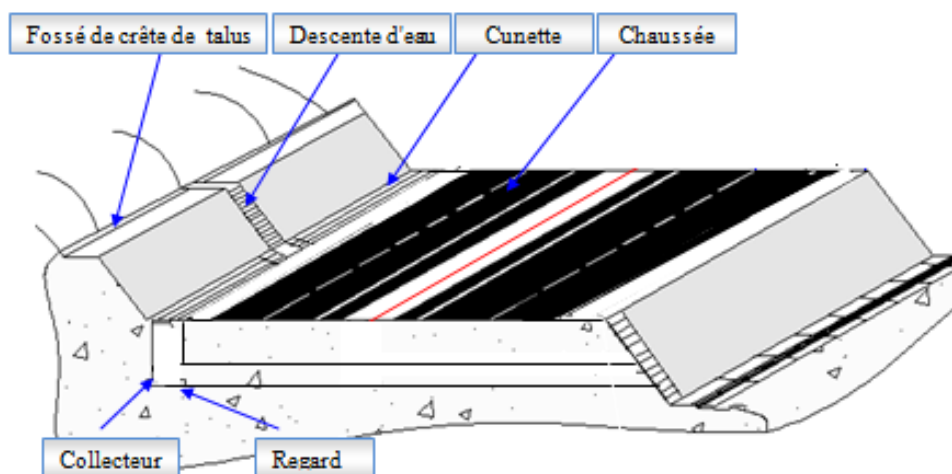


Figure 27: schéma de collecteur principal

### VII.3.10. buses et dalots :

En générale, il est nécessaire de faire passer l'eau sous les routes au moyen des buses ou dalots.

Ceux-ci doivent être construits en béton ou en maçonnerie et conduisent les eaux dans les bassins d'amortissement

### VII.4. Application de projet :

D'après les données de DTP on a :

05 buses a utilisé pour les oueds au pk suivants :

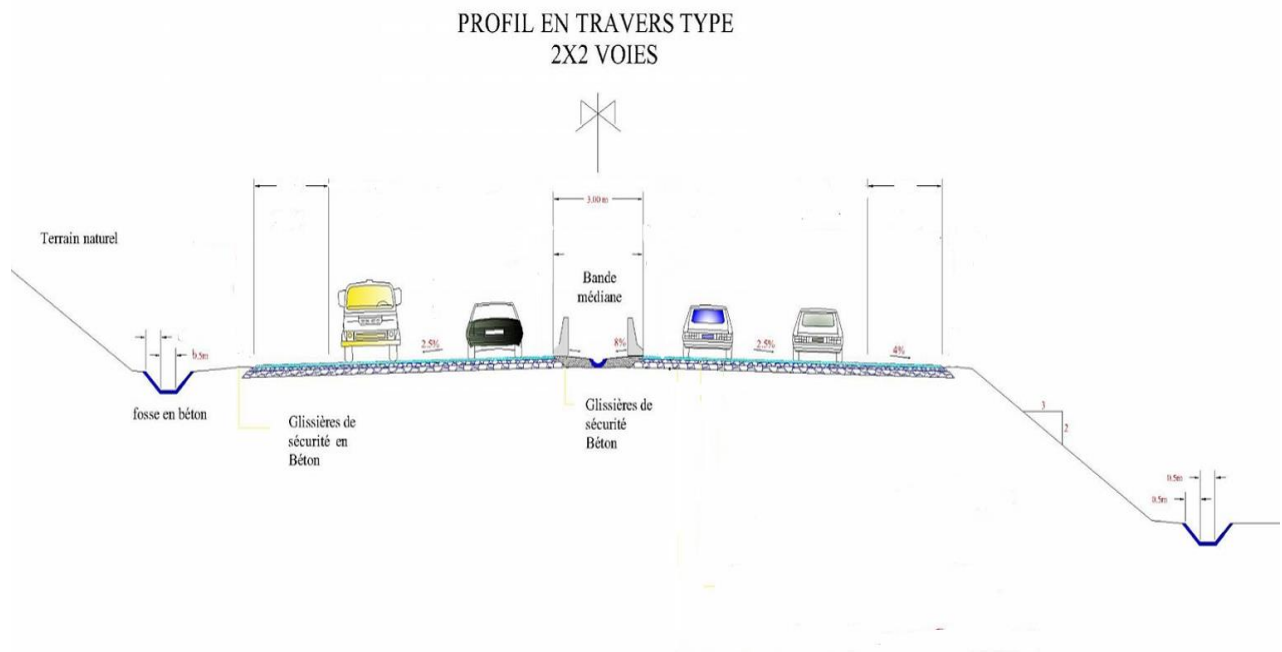
Pk 000+175	➡	buse de diamètre 1200 mm
Pk 000+675	➡	02buse de diamètre 1200 mm
Pk 001+895	➡	02 buses de diamètre 1200 mm

### VIII.1. Introduction :

Le profil en travers est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route sur un plan vertical. La plateforme des routes comprend : les chaussées, les accotements latéraux et éventuellement un terre-plein central.

Le profil en travers doit être tel qu'il puisse assurer à tout moment l'écoulement du trafic actuel et prévisible dans de bonnes conditions de sécurité et de confort, et ainsi l'évacuation rapide des eaux de pluie.

### VIII.2 .les éléments constitutifs du profil en travers :



**Figure 28:** Profil en travers type.

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

#### 1) Emprise :

C'est la surface de terrain appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances, elle coïncide généralement avec le domaine public.

#### 2) Assiette :

Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

#### 3) Plate-forme :

C'est la chaussée, elle comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement le terre-plein central.

#### **4) Chaussée :**

Au sens géométrique du terme c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. Elle doit être revêtue ou non revêtue ou en béton et elle peut être bidirectionnel ou unidirectionnel.

#### **5) Accotements :**

Ce sont les zones latérales de la plate-forme que borde extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou sur élevés. Ils comportent généralement les éléments suivants :

- Une sur largeur de chaussée.
- Une bande d'arrêt d'urgence.
- Une berme extérieure engazonnée.
- Ils assurent la transition avec les fossés, les talus ou les murs et le terrain naturel.

5.1) L'accotement ils assurent les fonctions suivantes :

- Augmenter le dégagement latéral pour les arrêts d'urgences, marge de manœuvre en cas de perte de contrôle du véhicule, etc.....
- Augmenter la visibilité en courbe.
- Permettre la mise en place de la signalisation routière et les équipements de sécurité.
- Protéger le corps de chaussée des infiltrations d'eaux, etc.....
- Les accotements sont au même niveau que le bord de pleine chaussée inclinée de 4 à 5 %vers l'extérieur pour permettre l'écoulement instantané des eaux vers les fossés.
- Les accotements doivent être réalisés avec des matériaux sélectionnés puisqu'ils sont occasionnellement circulés Fossé :

Ouvrage hydraulique destinés à recevoir les eaux de ruissellement recueillies de la route et des talus (éventuellement les eaux du talus).

#### **6) Bande dérasée :**

Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non, dégagée de tout obstacle ; elle comporte le marquage en rive.

#### **7) B.D.G :**

Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

#### 8) **Berme :**

Partie latérale non rouable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

#### 9) **B.A.U :**

Partie de l'accotement, contiguë à la chaussée, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée, elle inclut la sur largeur structurelle de la chaussée.

#### 10) **Sur largeur S :**

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

#### 11) **Bande médiane :**

Partie non rouable du terre-plein central comprise entre les deux bandes dérasées de gauche.

### **VIII .3.Classification de profil en travers :**

Ils existent deux types de profil :

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

#### **a. Le profil en travers type :**

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant-métré des terrassements. Aussi il contient tous les éléments constructifs de route, dans toutes les situations(en remblai, en déblai).

#### **b. Le profil en travers courant :**

C'est la coupe perpendiculaire à l'axe de la route constitués ce qu'on appelle profil en travers.

Il se rapporte aux points bien particuliers telle que :

- Altitude de forme de terrain.
- Altitude de l'axe du devers.
- Points de changement de pentes
- Points au sont prévus les ouvrages de protection.

Largeur des talus.

#### **VIII.4. Application au Projet :**

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

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée :  $(3.5 \times 2) \times 2 = 14 \text{ m}$
- Accotement :  $2 \times 2.5\text{M} = 5 \text{ m}$
- terre plein centrale : 4 m
- Plateforme : 23 m

### **IX.1. Introduction :**

Un carrefour est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau.

Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours, car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables.

L'analyse des carrefours sera basée sur les données recueillies lors des enquêtes directionnelles, qui doivent fournir les éléments permettant de faire le diagnostic de leur fonctionnement.

### **IX.2. Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour :**

Les choix d'un aménagement de carrefour doivent s'appuyer sur un certain nombre de données essentielles concernant :

- Les valeurs de débit de circulation sur les différentes branches, l'intensité des mouvements tournant et leur évolution prévisible dans le futur.
- Les types et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant (point accident gênés).
- Des caractéristiques de sections adjacentes et des carrefours voisins.
- Respect de l'homogénéité du tracé.
- De la surface neutralisée par l'aménagement.

### **IX.3. Choix de l'aménagement :**

Le choix du type d'aménagement se fait en fonction de multiples critères :

- L'environnement et la topographie du terrain d'implantation.
- L'intensité et la nature du trafic d'échange dans les différents sens de parcours.
- Objectif de fonctionnement privilégié pour un type d'utilisateur.
- Objectif de la capacité choisie.
- Objectif de sécurité.

### **IX.4. Les types de carrefours :**

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

#### **a) Carrefour à trois branches (en T) :**

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi importants.

#### **b) Carrefour à trois branches (en Y) :**

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

#### **c) Carrefour à quatre branches (en croix) :**

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

#### **d) Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire :**

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

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

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale).

Aucune intersection ne subsiste ; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

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

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°). En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé.

#### **IX.5. Principes généraux d'aménagements d'un carrefour :**

- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de  $90 \pm 20$  à fin d'obtenir de meilleures conditions de visibilité et la prédication des vitesses sur l'axe transversal, aussi avoir une largeur traversée minimale.
- Ralentir à l'aide des caractéristiques géométriques les courants non prioritaires.
- Regrouper les points d'accès à la route principale.
- Assurer une bonne visibilité du carrefour.
- Soigner tout particulièrement les signalisations horizontales et verticales.
- Eviter si possible les carrefours à feux bicolores.

##### **a) La visibilité :**

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possibles, à cet effet on se rapproche aux vitesses d'approche à vide.

En cas de visibilité insuffisante il faut prévoir :

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

##### **b) Triangle de visibilité :**

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommets :

- Le point de conflit.
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse.

**c) Données de base :**

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
- La vitesse d'approche à vide ( $V_0$ ) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base.
- Les conditions topographiques.

**d) Les îlots :**

Les îlots sont aménagés sur les bras du carrefour pour séparer les directions de la circulation, et aussi de limiter les voies de circulation.

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont :

- Décalage entre la tête de l'îlot séparateur et la limite de la chaussée : 1m.
- Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1m.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1m.
- Longueur de l'îlot : 15 m à 30 m.

**e) Ilot directionnel :**

Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées et de sortie. Leur nez est en saillie et ils doivent être arrondis avec des rayons de 0.5 à 1m.

**f) Les couloirs d'entrée et de sortie :**

Largeur de couloirs :

- Entrée 4m.
- Sortie 5m.

**IX.6. Application au projet :**

Dans ce projet on a deux giratoires à faire au Pk 001 + 375 et Pk 003 + 690

### **X.1. Introduction :**

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

### **X.2. Cubatures des terrassements :**

On entend par cubature le calcul des volumes déblais remblais à déplacer pour respecter les profils en long et travers fixés auparavant et d'établir ainsi le mètre des travaux.

Comme notre est réutilisable, on cherche un équilibre entre les volumes déblais remblais. Le calcul exact est pratiquement impossible vu l'irrégularité des surfaces.

### **X.3. Méthode utilisée :**

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

#### **X.3.1. Description de la méthode :**

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

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

Où h, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>0</sub> désignant respectivement :

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

Ici à la figure ci-dessous on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.

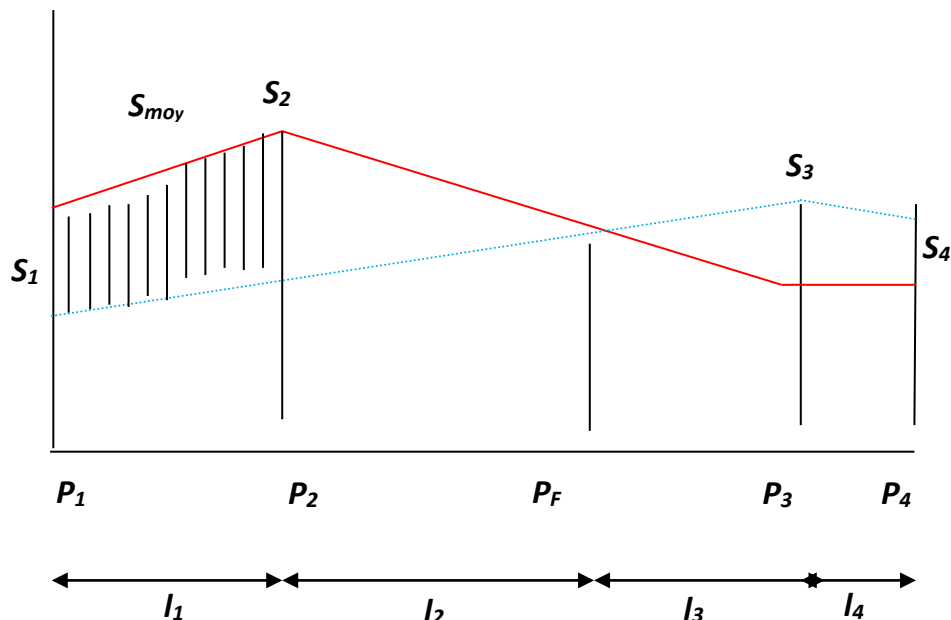


Figure 29 : profil en long d'un tracé

Le volume compris entre les deux profils en travers  $P_1$  et  $P_2$  de section  $S_1$  et  $S_2$  sera égal à :

$$V = \frac{l_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions  $S_{moy}$  et  $\frac{(S_1 + S_2)}{2}$ .

Ceci donne :  $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

Donc les volumes seront :

Entre  $P_1$  et  $P_2$   $V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

Entre  $P_2$  et  $P_F$   $V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$

Entre  $P_F$  et  $P_3$   $V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$

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

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} \times 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

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

#### X.4. Application de projet :

Le calcul s'effectue à l'aide de logiciel « COVADIS »

Le volume de déblais est de:  $V_D = 88453.4316 \text{ m}^3$

Le volume de remblais est de:  $V_R = 65049.432 \text{ m}^3$

$$V_D - V_R = 23403.9996 \text{ m}^3$$

$$\text{Excès de déblais} = 23403.9996 \text{ m}^3$$

**Tableau 51 : cubature**

Longueur d'application	Déblai		remblai		Volume foisonnée	Volume avant compactage	excès déblais	excès remblais
	Surf. Tot (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Surf. Tot (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )				
12.50	8.91	111.34	4.55	56.86	133.610946	66.8653693	66.7455769	
25.00	11.44	286.03	1.72	43.09	343.234813	50.6709166	292.563896	
25.00	12.07	301.67	0.83	20.71	361.998107	24.3594442	337.638663	
25.00	13.12	328.05	0.21	5.23	393.665969	6.14887848	387.517091	
25.00	12.96	324.12	0.31	7.87	388.940553	9.25460882	379.685945	
25.00	8.97	224.22	3.13	78.32	269.058013	92.1009961	176.957017	
25.00	6.12	153.05	8.05	201.27	183.662561	236.69403		53.0314687
25.00	0.10	2.60	21.30	532.48	3.12108382	626.200658		623.079575
25.00	9.82	245.52	0.54	13.58	294.623565	15.9645522	278.659012	
25.00	35.33	883.14	0.00	0.00	1059.76361	0	1059.76361	
25.00	70.35	1758.81	0.00	0.00	2110.57104	0	2110.57104	
25.00	113.87	2846.79	0.00	0.00	3416.14924	0	3416.14924	
25.00	155.56	3889.11	0.00	0.00	4666.93515	0	4666.93515	
25.00	179.20	4479.99	0.00	0.00	5375.98355	0	5375.98355	
25.00	154.31	3857.81	0.00	0.00	4629.37007	0	4629.37007	
25.00	123.43	3085.75	0.00	0.00	3702.90176	0	3702.90176	
25.00	93.18	2329.42	0.00	0.00	2795.29888	0	2795.29888	
15.78	68.78	1085.00	0.00	0.00	1301.9949	0	1301.9949	
12.50	65.28	816.01	0.00	0.00	979.214897	0	979.214897	
21.72	56.54	1228.33	0.00	0.00	1474.00018	0	1474.00018	
25.00	50.21	1255.30	0.00	0.00	1506.3597	0	1506.3597	
25.00	42.83	1070.81	0.00	0.00	1284.97342	0	1284.97342	
25.00	25.34	633.55	0.00	0.00	760.256296	0	760.256296	
25.00	7.86	196.56	2.08	52.03	235.871641	61.1817286	174.689912	
25.00	0.38	9.58	15.27	381.66	11.5017627	448.835425		437.333662
25.00	0.00	0.00	37.05	926.36	0	1089.40012		1089.40012
25.00	0.00	0.00	67.31	1682.68	0	1978.82912		1978.82912
25.00	0.00	0.00	93.83	2345.66	0	2758.49797		2758.49797
25.00	0.00	0.00	110.19	2754.80	0	3239.649		3239.649
25.00	0.00	0.00	88.92	2222.91	0	2614.14582		2614.14582
25.00	0.00	0.00	74.67	1866.85	0	2195.41796		2195.41796
25.00	0.00	0.00	64.01	1600.16	0	1881.78314		1881.78314
25.00	0.00	0.00	57.46	1436.60	0	1689.44345		1689.44345
25.00	0.00	0.00	48.74	1218.39	0	1432.82633		1432.82633
25.00	0.00	0.00	45.98	1149.44	0	1351.73814		1351.73814
25.00	0.00	0.00	40.40	1010.08	0	1187.85475		1187.85475
25.00	0.00	0.00	37.66	941.57	0	1107.28886		1107.28886
25.00	0.00	0.00	34.71	867.82	0	1020.55962		1020.55962
25.00	0.00	0.00	28.37	709.22	0	834.043946		834.043946
25.00	0.00	0.11	19.22	480.56	0.13043371	565.134693		565.00426
25.00	0.13	3.17	16.85	421.15	3.80757916	495.277374		491.469795
25.00	0.30	7.39	15.02	375.49	8.87242141	441.577466		432.705045
25.00	0.94	23.41	13.24	330.94	28.0887107	389.190474		361.101763
25.00	3.20	80.05	7.53	188.23	96.0606096	221.358693		125.298083
25.00	2.44	61.00	9.34	233.40	73.1949044	274.474189		201.279285
25.00	0.24	6.05	14.45	361.27	7.26428885	424.850559		417.58627
25.00	0.01	0.26	16.41	410.18	0.30995899	482.373767		482.063808
25.00	0.27	6.87	14.26	356.51	8.24363901	419.258031		411.014392
25.00	1.44	35.92	9.00	225.12	43.098883	264.736822		221.637939
25.00	3.69	92.31	6.86	171.44	110.776082	201.609775		90.8336939
16.75	5.21	87.29	4.99	83.58	104.74742	98.2887783	6.45864173	
12.50	5.77	72.11	4.13	51.59	86.5335576	60.6686019	25.8649557	
20.75	5.93	123.14	3.66	75.94	147.772681	89.3092527	58.4634282	
25.00	4.77	119.25	7.25	181.19	143.095396	213.075186		69.9797909
25.00	0.00	0.00	23.90	597.45	0	702.605762		702.605762
25.00	0.00	0.00	35.41	885.27	0	1041.07379		1041.07379
25.00	0.00	0.00	23.61	590.17	0	694.037394		694.037394
25.00	4.40	109.95	3.33	83.17	131.940753	97.8065659	34.1341871	
25.00	9.88	247.09	0.49	12.20	296.50911	14.3478367	282.161273	

25.00	4.65	116.32	5.23	130.71	139.587125	153.712451		14.1253261
25.00	0.37	9.19	12.80	319.96	11.0221174	376.272568		365.250451
25.00	1.64	41.01	8.68	216.89	49.2107698	255.057076		205.846306
25.00	6.61	165.37	2.30	57.58	198.44706	67.7156671	130.731393	
25.00	13.56	338.89	0.06	1.62	406.662585	1.8998359	404.762749	
25.00	17.69	442.27	0.00	0.00	530.722048	0	530.722048	
23.29	23.75	552.93	0.00	0.00	663.510421	0	663.510421	
12.50	22.82	285.31	0.00	0.00	342.371894	0	342.371894	
14.21	22.70	322.73	0.00	0.00	387.280028	0	387.280028	
25.00	28.83	720.68	0.00	0.00	864.821325	0	864.821325	
25.00	35.95	898.64	0.00	0.00	1078.36863	0	1078.36863	
21.24	40.88	868.38	0.00	0.00	1042.057	0	1042.057	
12.50	43.27	540.90	0.00	0.00	649.075978	0	649.075978	
16.26	45.12	733.61	0.00	0.00	880.329168	0	880.329168	
25.00	75.71	1892.66	0.00	0.00	2271.1943	0	2271.1943	
25.00	96.22	2405.46	0.00	0.00	2886.55371	0	2886.55371	
25.00	90.22	2255.43	0.00	0.00	2706.5192	0	2706.5192	
25.00	73.33	1833.16	0.00	0.00	2199.79185	0	2199.79185	
25.00	58.65	1466.25	0.00	0.00	1759.50482	0	1759.50482	
25.00	52.62	1315.40	0.00	0.00	1578.47928	0	1578.47928	
25.00	37.82	945.49	0.00	0.00	1134.58423	0	1134.58423	
25.00	45.68	1142.07	0.00	0.00	1370.4795	0	1370.4795	
25.00	53.40	1334.94	0.00	0.00	1601.92409	0	1601.92409	
25.00	65.74	1643.52	0.00	0.00	1972.22967	0	1972.22967	
25.00	77.06	1926.41	0.00	0.00	2311.69381	0	2311.69381	
25.00	94.13	2353.32	0.00	0.00	2823.98769	0	2823.98769	
25.00	79.00	1974.99	0.00	0.00	2369.98429	0	2369.98429	
25.00	72.23	1805.77	0.00	0.00	2166.9212	0	2166.9212	
25.00	52.08	1302.03	0.00	0.00	1562.44049	0	1562.44049	
25.00	37.32	933.07	0.00	0.00	1119.67899	0	1119.67899	
25.00	38.01	950.28	0.00	0.00	1140.33331	0	1140.33331	
25.00	23.99	599.76	0.00	0.00	719.716795	0	719.716795	
25.00	4.07	101.84	3.27	81.63	122.205137	95.9995813	26.2055553	
25.00	0.00	0.00	20.93	523.17	0	615.250226		615.250226
25.00	0.00	0.00	32.28	806.88	0	948.885289		948.885289
25.00	0.00	0.00	37.76	944.04	0	1110.19417		1110.19417
25.00	0.00	0.00	35.33	883.31	0	1038.77059		1038.77059
25.00	0.00	0.00	21.39	534.87	0	629.009878		629.009878
25.00	7.33	183.25	1.05	26.29	219.905262	30.9220349	188.983227	
25.00	18.77	469.25	0.00	0.00	563.095165	0	563.095165	
25.00	24.88	622.09	0.00	0.00	746.513037	0	746.513037	
25.00	22.10	552.61	0.00	0.00	663.127211	0	663.127211	
25.00	14.99	374.72	0.59	14.76	449.660115	17.3554049	432.304711	
25.00	8.21	205.28	4.71	117.85	246.335231	138.595823	107.739408	
25.00	4.88	122.04	8.41	210.15	146.442542	247.131192		100.68865
25.00	0.65	16.30	15.99	399.64	19.5650506	469.979008		450.413958
25.00	0.00	0.00	33.85	846.21	0	995.137373		995.137373
25.00	0.00	0.00	56.63	1415.83	0	1665.02022		1665.02022
25.00	0.00	0.00	69.88	1747.03	0	2054.51149		2054.51149
25.00	0.00	0.00	70.55	1763.74	0	2074.15974		2074.15974
25.00	0.00	0.00	62.16	1553.93	0	1827.41677		1827.41677
25.00	0.00	0.00	41.18	1029.60	0	1210.81081		1210.81081
25.00	0.00	0.00	20.02	500.43	0	588.509077		588.509077
25.00	0.76	19.00	11.21	280.34	22.8054311	329.682283		306.876852
25.00	0.17	4.31	12.62	315.59	5.17627361	371.129369		365.953095
25.00	0.00	0.00	14.42	360.46	0	423.901523		423.901523
25.00	0.06	1.61	10.31	257.69	1.93712497	303.038253		301.101128
25.00	1.99	49.81	6.13	153.34	59.7751219	180.326728		120.551606
25.00	4.72	118.05	3.77	94.32	141.656521	110.914943	30.741578	
25.00	6.23	155.85	2.41	60.32	187.022956	70.9417513	116.081205	
25.00	5.42	135.38	3.55	88.80	162.451433	104.426429	58.0250045	
21.00	3.46	72.57	7.06	148.37	87.0865375	174.478941		87.3924031
12.50	1.39	17.41	7.78	97.27	20.88677	114.385248		93.4984783
16.50	3.97	65.45	3.93	64.83	78.5458598	76.235388	2.31047174	
25.00	3.35	83.63	5.17	129.18	100.360398	151.911708		51.5513097
25.00	8.54	213.57	0.77	19.19	256.286058	22.5664742	233.719584	
25.00	17.14	428.49	0.00	0.00	514.193933	0	514.193933	

25.00	28.02	700.59	0.00	0.00	840.706592	0	840.706592	
25.00	12.92	322.99	0.07	1.67	387.583067	1.96062704	385.62244	
25.00	5.18	129.53	3.22	80.56	155.438837	94.7420295	60.6968078	
25.00	3.63	90.84	5.06	126.62	109.003258	148.905073		39.9018158
25.00	5.90	147.50	3.54	88.52	177.005544	104.095316	72.9102275	
25.00	7.38	184.56	2.18	54.43	221.475931	64.0051629	157.470768	
25.00	7.18	179.59	2.41	60.21	215.510795	70.8082211	144.702574	
25.00	1.82	45.60	9.79	244.67	54.7188173	287.734346		233.015529
25.00	0.01	0.29	11.84	295.97	0.34717815	348.056874		347.709696
25.00	0.00	0.00	14.80	370.10	0	435.234002		435.234002
25.00	0.00	0.00	6.19	154.68	0	181.908604		181.908604
25.00	7.95	198.78	0.98	24.59	238.538579	28.915843	209.622736	
25.00	16.85	421.25	0.00	0.00	505.496297	0	505.496297	
25.00	17.97	449.29	0.00	0.00	539.150259	0	539.150259	
25.00	5.95	148.80	2.31	57.77	178.557495	67.9343723	110.623123	
25.00	0.00	0.00	17.77	444.19	0	522.365768		522.365768
25.00	0.00	0.00	35.84	895.96	0	1053.65298		1053.65298
25.00	0.00	0.00	48.66	1216.45	0	1430.5398		1430.5398
25.00	0.00	0.00	41.28	1031.88	0	1213.49373		1213.49373
25.00	0.00	0.00	39.31	982.85	0	1155.83042		1155.83042
19.01	0.00	0.00	43.15	820.16	0	964.506722		964.506722
12.50	0.00	0.00	40.23	502.87	0	591.375435		591.375435
18.49	0.00	0.00	37.72	697.51	0	820.276063		820.276063
25.00	0.00	0.00	35.23	880.84	0	1035.87212		1035.87212
25.00	0.00	0.00	31.36	784.12	0	922.125538		922.125538
25.00	0.00	0.00	23.75	593.71	0	698.207076		698.207076
25.00	0.05	1.15	13.88	347.09	1.38256727	408.176094		406.793527
18.37	2.73	50.10	5.86	107.56	60.1213775	126.48739		66.3660122
5.87	5.73	33.64	2.20	12.89	40.3703314	15.1572002	25.2131312	
				totale	88453.4316	65049.432	84970.6152	61566.6156
						23403.9996		23403.9996

## **XI.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

## **XI.2. L'objet de la signalisation routière :**

La signalisation routière a pour objet :

- ✓ De rendre plus sûre la circulation routière.
- ✓ De faciliter cette circulation.
- ✓ D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- ✓ De donner des informations relatives à l'usage de la route.

## **XI.3. Règles à respecter pour la signalisation :**

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes:

- ✓ 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'usager.

## **XI.4. Types de signalisation :**

### **4. 1 Signalisation Verticale :**

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'usager à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

Elles peuvent être classées dans quatre classes :

#### *4.1.1 Signaux de danger :*

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

#### 4.1.2 Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- ✓ L'interdiction.
- ✓ L'obligation.
- ✓ La fin de prescription.

#### 4.1.3 Signaux à simple indication :

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

Signaux d'indication.

Signaux de direction.

Signaux de localisation.

Signaux divers.

#### 4.1.4 Signaux de position des dangers :

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

### **XI.4.2 Signalisation Horizontale :**

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

#### 4.2.1 Marquage longitudinal :

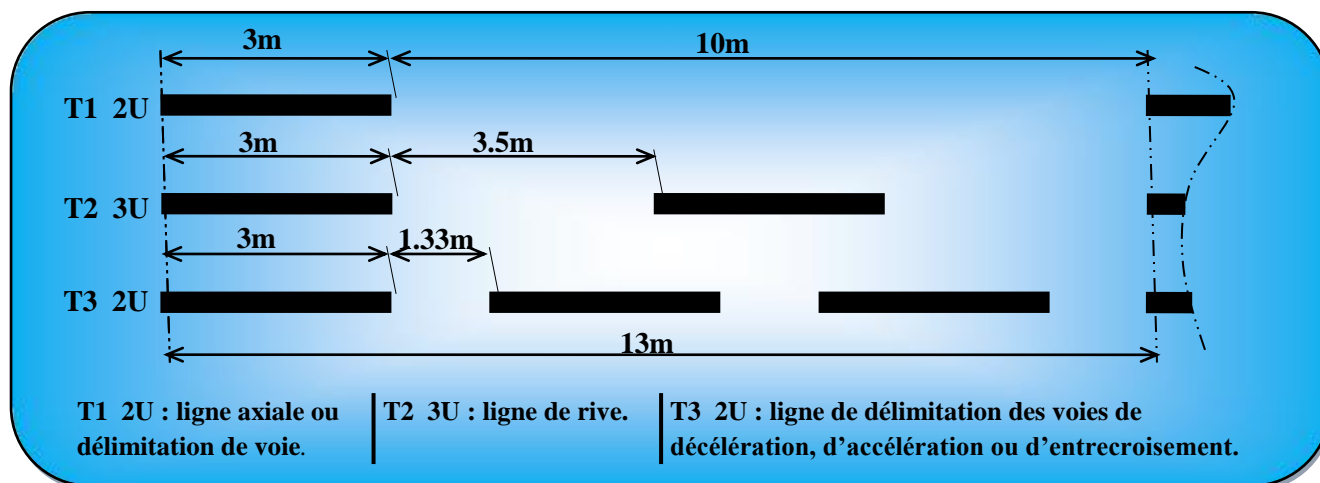
- **Lignes continue** : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.
- **Lignes discontinue** : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre 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.
  - lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leurs intervalles.
  - lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.

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

**Modulation des lignes discontinues :** elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

**Tableau 52 :** Modulation de la ligne continue

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
T1 T'1	3.00 1.50	10.00 5.00	Environ 1/3
T2 T'2	3.00 0.50	3.50 0.50	Environ 1
T3 T'3	3.00 20.00	1.33 6.00	Environ 3



**Figure 30 :** Type de modulation

#### 4.2.2 Marquage transversal :

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

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

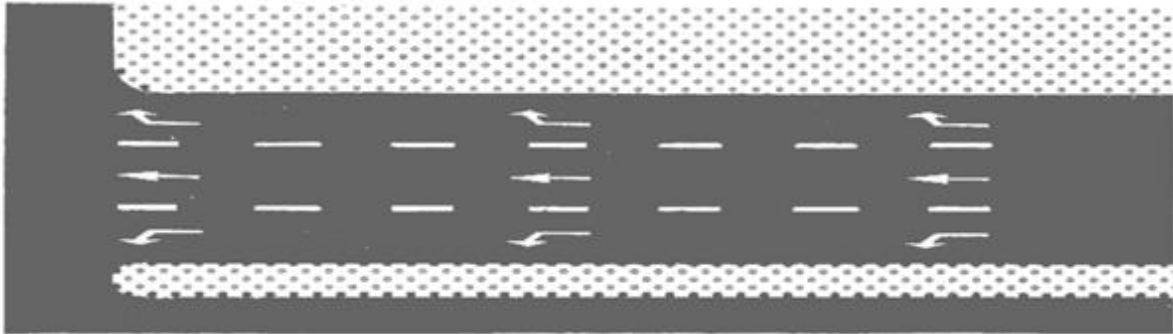
#### XI.4.3. Autres signalisation :

##### ✓ Les flèches de rabattement :

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

✓ **Les flèches de sélection :**

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



✓ **Pour piétons.**

✓ **Pour cyclistes.**

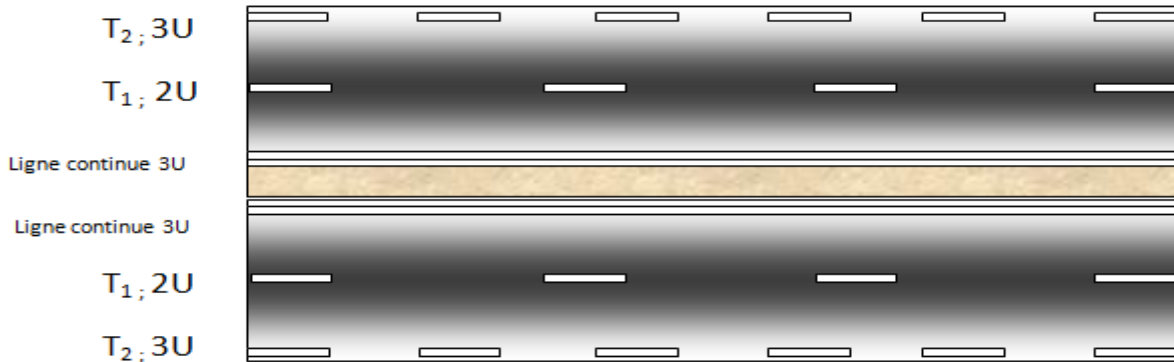
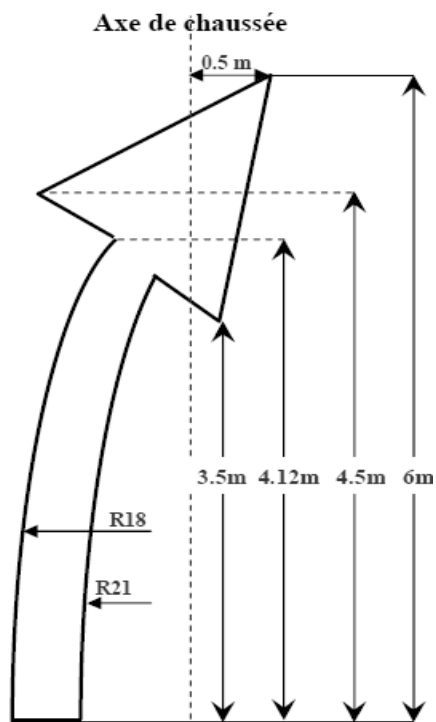
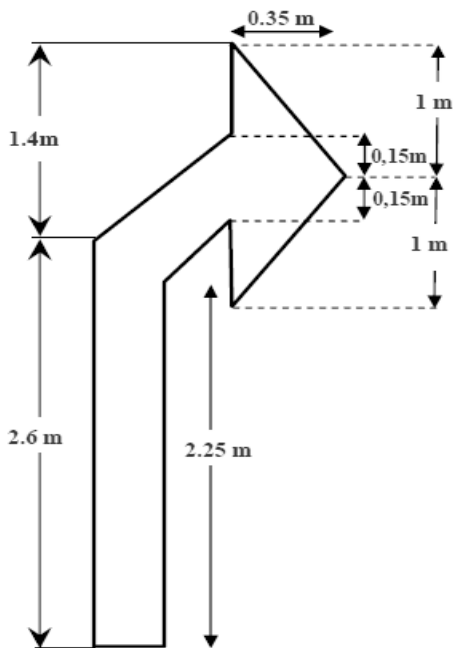
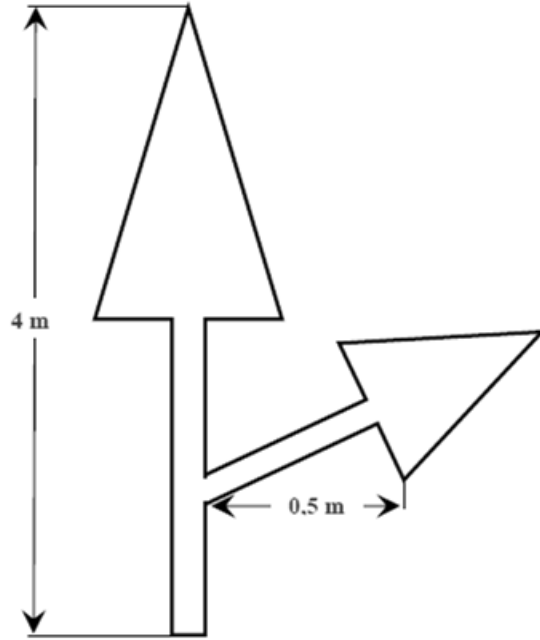
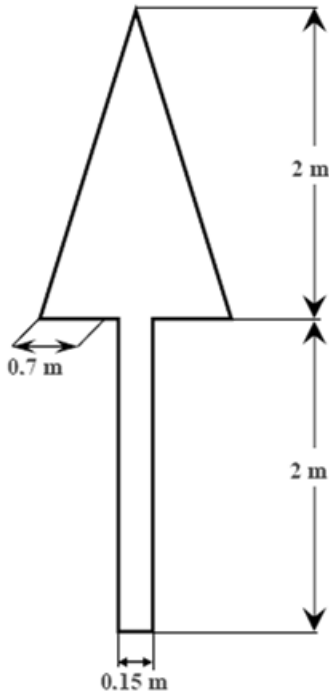
✓ **Pour le stationnement**

**XI.5. Application au projet :**

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

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- Panneaux de pré signalisation (type G1).
- Panneaux de signalisation type (E3 E4).

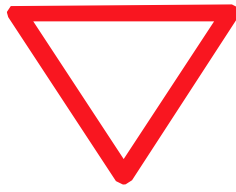
✓ Fleche de sélection



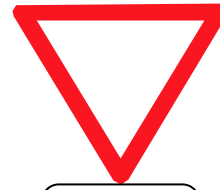
➔ Signalisation verticale :



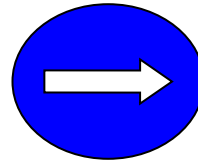
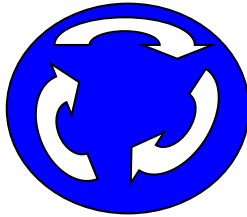
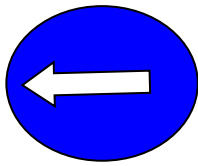
B2- Marquer arrêt



B1- Céder passage



➔ Signalisation pour carrefour giratoire



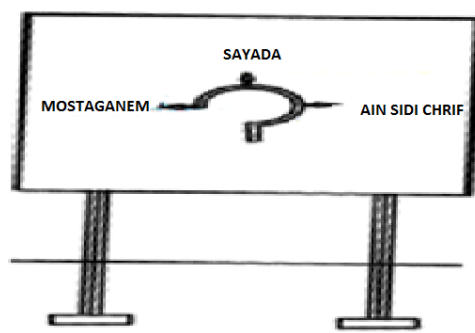
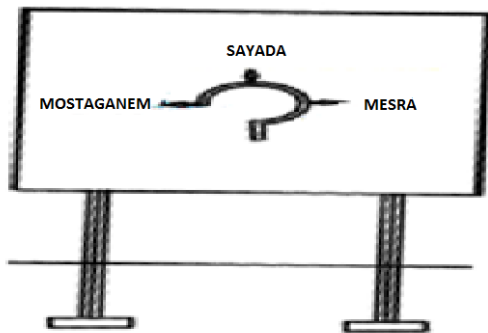
➔ Les signaux de danger type A



➔ Les signaux Type C :



➔ Les signaux Type E :



### XI.6.Conclusion :

Dans un trafic en augmentation constante, la signalisation nocturne des routes joue un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

## Devis estimatif et quantitatif

N°	Désignation des travaux	Unité	Prix U DA	Quantité	Mentant
<b>Série 01 : Installation du chantier</b>					
<b>1-01</b>	Installation et repliement de chantier	F	10 000 000,00	1	10 000 000,00
<b>SOUS TOTAL (INSTALLATION DE CHANTIER) EN HT</b>					<b>10 000 000,00</b>
<b>Série 02 : Préparation du terrain</b>					
<b>2-01</b>	Travaux de décapage sur 30 cm d'épaisseur.	M <sup>2</sup>	100,00	84 778	8 4778 00.00
<b>2-02</b>	Déblais toute nature y compris évacuation des terres excédentaires, transport et toutes sujétions	M <sup>3</sup>	700,00	88453.43 16	61 917 402.12
<b>2-03</b>	Remblais provenant de déblais y compris transport, compactage arrosage réglage et toutes sujétions de mise en œuvre	M <sup>3</sup>	800,00	65049.43 2	52 039 545.60
<b>SOUS TOTAL (PREPARATION DU TERRAIN) EN HT</b>					<b>122 434 747.70</b>
<b>Série 03 : Assainissement</b>					
<b>3-01</b>	Fossés trapézoïdaux en béton légèrement armé	M <sub>3</sub>	4 000.00	1843	7 372 000.00
<b>3-02</b>	Les buses en béton diamètre 1200mm	U	35 000.00	20	700 000.00
<b>SOUS TOTAL (PREPARATION DU TERRAIN) EN HT</b>					<b>9 122 000.00</b>
<b>Série 04 : Corps de chaussée</b>					
<b>4-01</b>	Revêtement en BB d'épaisseur 6 cm	T	6 000.00	7276.164	43 656 984.00
<b>4-02</b>	couche de base en grave bitume sur 12 cm	T	5 800.00	15894.032	92 185 385.60
<b>4-03</b>	Couche de d'imprégnation 1.00 kg/m <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	100.00	51604	5 160 400.00
<b>4-04</b>	couche de fondation en grave concassée sur 21 cm	M <sup>3</sup>	2 000.00	10836.84	21 673 680.00
<b>4-05</b>	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'accrochage en émulsion cationique 65% dosée à 0.3 kg/m <sup>2</sup> .	M <sup>2</sup>	100.00	51604	5 160 400.00
<b>3-06</b>	couche de forme en tuf sur 32 cm	T	1 000.00	29598.58	29 598 580.00

<b>SOUS TOTAL (Corps de chaussée) EN HT</b>					<b>197 435 430.00</b>
<b>Série 05 : Signalisation et équipements Routiers</b>					
<b>5-1</b>	<b>Marquages en lignes continues</b>				
<b>5-1-1</b>	Module de largeur de 15 cm	M	66,00	3 686	243 276.00
<b>5-1-2</b>	Module de largeur de 22,5 cm	M	73,00	7 372	538 156,00
<b>5-2</b>	<b>Marquage en lignes discontinues</b>				
<b>5-2-1</b>	Module de largeur de 15 cm	M	66,00	3 686	243 276.00
<b>5-2-2</b>	Module de largeur de 22,5 cm	M	73,00	7 372	538 156,00
<b>5-3</b>	<b>Marquage spécial</b>				
<b>5-3-1</b>	Flèche de sélection unidirectionnelle (4m)	U	660,00	50	33000,00
<b>5-3-2</b>	Marquage de flèche de rabattement	U	1 400,00	20	28 000,00
<b>5-4</b>	<b>Signalisation de danger, de prescription et d'intersection</b>				
<b>5-4-1</b>	Les signaux de danger Type A	U	20 000,00	10	200 000,00
<b>5-4-2</b>	Les signaux d'interdiction type C	U	20 000,00	10	200 000,00
<b>5-4-3</b>	Les signaux d'obligation type D	U	20 000,00	6	120 000,00
<b>5-5</b>	<b>Signalisation de direction et de localisation</b>				
<b>5-5-1</b>	Panneau de signalisation de direction, de localisation	U	30 000,00	4	120 000,00
<b>5-6</b>	<b>TPC</b>				
<b>5-6-1</b>	Barrière de sécurité en béton (GBA)	MI	6 500.00	7372	47 918 000,00
<b>5-6-2</b>	Terre végétale d'une épaisseur de 71 cm	M <sup>3</sup>	150,00	10468.24	1 570 236.00
<b>5-6-3</b>	Un palmier tous les 20 m	U	50 000,00	184	9 200 000.00
<b>SOUS TOTAL (Signalisation et équipement routiers) EN HT</b>					<b>60952100.00</b>

<b>PRIX HT</b>	<b>398 894 278.00</b>
<b>TVA 19 %</b>	<b>75 789 912.80</b>
<b>PRIX TTC</b>	<b>475 933 691.</b>

Le coût du projet est estimé à quatre cent soixante-quinze millions neuf cent trente-trois mille six cent quatre-vingt-onzedinars.

# Bibliographie

- ✚ B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- ✚ Documentation (DTP de Mostaganem).
- ✚ Cours de routes 3<sup>eme</sup> année licence (Mr. N. BOUHAMOU).
- ✚ Cours de routes 1<sup>eme</sup> année master (Mr. N. BOUHAMOU. Mr S. RAOUM).
- ✚ Signalisation routière.
- ✚ Anciennes thèses de fin d'études.

## SITES INTERNET :

[www.autoroutes.fr](http://www.autoroutes.fr)

[www.setra.fr](http://www.setra.fr)

[www.ana.org.dz](http://www.ana.org.dz)

[www.mtp-dz.com](http://www.mtp-dz.com)

[www.almohandiss.com](http://www.almohandiss.com)

[www.fr.scribd.com](http://www.fr.scribd.com)

# PHASE APS

# CHAPITRE I

## PRESENTATION DE PROJET

# PHASE APD

# CHAPITRE I

## ETUDE DU TRAFIC

# CHAPITRE II

## RACCORDEMENT

## PROGRESSIF

# CHAPITRE III

# IMPLANTATION

# CHAPITRE IV

## ETUDE

# CINEMATIQUE

# CHAPITRE V

## PROFIL EN LONG

# CHAPITRE VI

## DIMENSIONNEMENT

### DU CORP DE

### CHAUSSEE

# CHAPITRE VII

## ASSAINISSEMENT

# CHAPITRE VIII

## PROFIL EN TRAVERS

# CHAPITRE IX

## AMINAGEMENT DES

## CARREFOURS

# CHAPITRE X

## CUBATURE

# CHPITRE XI

## SIGNALISATION

# CHAPITRE XII

DEVIS QUANTITATIF

ET ESTIMATIF

**CONCLUSION**

**GENERAL**

# BIBLIOGRAPHIE