



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



Département de Génie Civil & Architecture

N° d'ordre : M /GCA/2019

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie Civil

Spécialité : V.O.A

### *Thème*

*Etude de conception d'un tronçon de route reliant le chemin de wilaya CW35 du giratoire de Dar el beïda*

Présenté par :

-HAMMOU YUCEF

-MOUZAOUI HOUSSEYN

*Soutenu le 23 / 06 / 2019 devant le jury composé de :*

**Président :** keraouti rabeH

**Examinatrice :** belguesmia noureddine

**Encadrant :** talia ahmed

Année Universitaire : 2018 / 2019

## *Remerciement*

*Au terme de travail nous tenons à remercier en premier lieu dieu qui nous a donné la force d'achever cette étude.*

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

*Nous tenons aussi à remercier notre promoteur*

*Mr keraouti rabeñ pour le suivi et ses conseils durant l'évolution de ce travail.*

*Nous ne manquerions pas de remercier vivement tous les membres de jury*

*Mr keraouti rabeñ*

*Mr belguesmia noureddine*

*Mr tasia ahmed*

*Nos remerciement vont également à :*

*Tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation*

*Tasia ahmed qui ne a aidé*

*Et à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.*

## *Dédicace*

*Tout d'abord je tiens à remercier le bon dieu de m'avoir aidé à arriver jusqu'à ce niveau d'études et de réaliser ce modeste travail que je dédie*

- *À mes très chers parents et que dieu le tout puissant les gardes en bonne santé*
- *À ma binome hammou youcef*
- *À tout mes amis*
- *À mon frères*
- *À tout la promotion 2019*

*En fin a toutes personnes qui mont soutenu et aide a realiser ce travail*

*B.housseyn*

# SOMMAIRE

Introduction .....	1
Historique .....	1
Présentation du projet .....	4
Objectif de projet : .....	5
Données de base .....	5
Caractéristiques géométrique d'une route.....	8
L'exigence de sécurité .....	8
Terminologie routière .....	9
Les éléments du tracé en plan .....	11
Détermination des coordonnées des sommets .....	13
Calcul de gisement de distance et des angles au centre.....	13
Environnement de la route.....	15
La dénivelée cumulée moyenne.....	15
La sinuosité .....	16
Vitesse de référence .....	16
Courbes en plan .....	19
Le choix de rayons .....	21
Pourcentage Alignement Droit .....	22
APS Etude les variantes	
Etude de la variante 1 .....	24
Etude de la variante2 .....	32
Variante choisie .....	39
APD étude de la variante choisie.....	40
L'étude du trafic .....	41
<i>Nombre de voies</i> .....	49
Raccordement progressif.....	49
Calcul des paramètres des clothoïdes .....	56
Profil en long .....	58
Rayons verticaux .....	61
Paramètre cinématique .....	62
<i>Distance de freinage</i> .....	62

---

<i>Distance d'arrêt en alignement droit (<math>d_1</math>)</i> .....	64
<i>Distance d'arrêt en courbes (<math>d_2</math>)</i> .....	64
<i>Distance de visibilité de manœuvre de dépassement</i> .....	65
<i>Distance de sécurité entre véhicules</i> .....	65
Profil en travers .....	66
Point fictif .....	66
Profil en travers type .....	66
Structure de la chaussée .....	67
Les différentes catégories de chaussées .....	68
<i>Chaussées souples</i> .....	68
<i>Chaussées rigides</i> .....	68
<i>Chaussées semi-rigides</i> .....	69
Choix du type de chaussée.....	69
<i>Structure de la chaussée souple</i> .....	69
Dimensionnement du corps de chaussée .....	70
Méthode de C.B.R .....	71
Implantation .....	74
Implantation de courbes .....	75
Raccordement circulaire .....	75
Raccordement progressif .....	75
Cubature .....	80
Signalisation et dispositifs .....	84
Devis .....	87
<i>Conclusion</i> .....	92

---

## **Liste des figures**

Figure 1 : tracé en plan .....	10
Figure 2 :Détermination de l'angle au centre .....	14
Figure 3 :Schéma représentant la surface entre profil.....	17
Figure 4 : calcul de surfaces cas de remblais .....	18
Figure 5 :calculde surfaces cas de déblais.....	18
Figure 6 : levé de variante « 1 » .....	24
Figure 7 : levé de variante « 2 » .....	32
Figure 8 :Variante Choisie .....	40
Figure 9 :Clothoïde .....	50
Figure 10 :Condition de gauchissement.....	54
Figure 11 :visibilité "profil en long" .....	59
Figure 12 :Raccordement parabolique .....	60
Figure 13 :distance d'arrêt en alignement droit.....	64
Figure 14 :Distance d'arrêt en courbe.....	65
Figure 15 :Les éléments d'une route.....	66
Figure 16 :Différentes couches du corps de chaussée.....	74
Figure 17 :Implantation partie circulaire.....	75
Figure 18 :Méthode d'implantation.....	76
Figure 19 :Cubature "Cas de Déblai" .....	80
Figure 20 :Cubature "Cas de Remblai" .....	81

---

## **Introduction :**

La route, instrument de développement et d'intégration, représente un investissement considérable. Dans la majeure partie des pays, les investissements affectés au réseau routier occupent une part importante du budget national.

Au cours du XXème siècle, nombreuses sont les routes qui ont pu être réalisées .le développement toujours grandissant des moyens de transport et la présence récurrente de l'automobile ont engendré la création de milliers de kilomètres de voiries .un réseau diversifié irrigue aujourd'hui l'ensemble du territoire algérien .les objectifs ont toujours été de construire au mieux et surtout au moins cher .les travaux publics ont constamment amélioré leur méthodes de travail et continuent d'innover dans un nouveau contexte : le développement durable .les projets de route sont doublement concernés par ce concept récent .a travers les impacts directs des chantiers sur l'environnement , les méthodes d'aujourd'hui doivent être performantes tout en étant en adéquation avec le contexte naturel il sont également un rôle important dans l'aménagement des infrastructures routières .

Le développement durable, implique les acteurs des travaux publics à suivre les facteurs environnementaux, économiques et sociaux. Plus précisément, les chantiers sont visés sur des éléments tels que la consommation d'énergie et les émissions de gaz à gaz à effet de serre qui en découlent, la gestion des ressources, renouvelables ou non, et la production de déchets.

## **I-Historique :**

Les premières véritables chaussées furent construites par les Romains pour leurs voies impériales, avec un objectif essentiellement utilitaire, celui de permettre un déplacement rapide des légions en différents points de l'empire, quelles que soient les conditions météorologiques. Les chausse de cette époque étaient déjà constituées de plusieurs couches de matériaux, parfaitement codifiées, avec de grandes dalles en pierres posées sur un béton de chaux.

Avec l'apparition des véhicules plus lourds et plus nombreux, et le début de la mécanisation des travaux, on voit se développer les structures à base de <<hérisson>> et de pierres cassées 40/70 mm pour le <<macadam>>, bloquées avec de l'argile.

Les premiers progrès ont été réalisés au niveau de la surface des chaussées quand apparut l'automobile, pour lutter contre la poussière soulevée par les véhicules par temps sec. Par hasard, on découvrit les vertus du goudron produit dans les cokeries d'usines à gaz et de hauts fourneaux. Mais très vite, on constata que ce goudron était glissant par temps de pluie et on lui adjoignit des gravillons pour donner naissance à l'enduit superficiel. mais on s'aperçoit ensuite qu'il ne fallait ni trop, ni trop peu de goudron, et de gravier, qu'il fallait utiliser un gravier dur et anguleux, et un goudron qui ne se ramollisse pas trop l'été.

C'est à cette époque qu'apparaissent les premières spécifications relatives tant aux matériaux qu'à la façon de les mettre en œuvre. c'est l'enduit superficiel qui a fait sortir la route d'un artisanat archaïque et conservateur pour l'amener à un niveau industriel et à la mécanisation. ensuite les enrobés sont apparus et puis le pétrole avec sa fraction dure : le bitume.

L'homme étant pour de nombreux travaux remplacé par la machine, les techniques à base de mise en œuvre manuelle furent remplacées par des techniques adaptées aux moyens mécaniques. c'est ainsi que l'on vit apparaître entre 1930 et 1940 en corps de chaussée les matériaux à granulométrie « serrée » d/D, comme la pierre cassée.



Depuis les années 50, avec les nouvelles conditions de trafic, notamment les poids lourds avec son essieu simple de 13 tonnes, les anciennes solutions type empierrement ou macadam se sont avérées insuffisantes et l'on a été amené à généraliser l'emploi de matériaux agglomérés par un liant tant pour le corps de chaussée que pour la surface. 1.3 constructions des chaussées l'objet premier des constructeurs de routes est la réalisation de chaussées résistantes aux passages des véhicules. la chaussée a donc pour but de permettre la circulation en toute saison et sans autre intervention qu'un simple entretien de sa surface, un deuxième avantage des chaussées est d'offrir aux véhicules des surfaces.

## PRESENTATION DU PROJET

Notre projet fait partie du réseau des routes de wilaya Oran, c'est un tronçon reliant le rond point dar el Beïda et le chemin de wilaya CW35. Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme national de développement des voies de la wilaya d'Oran.



### **Objectif de projet :**

- prendre en charge le flux de trafic très important
- crée un lien routier
- Renforcer le réseau routier local et régional.
- Favoriser la mobilité douce et réduire la congestion, les temps de déplacement, et les accidents.
- D'accroître la sécurité routière des usagers.

### **Données de base**

#### **Plan topographique**

##### **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 les détails planimétriques et altimétriques du terrain naturel.

Ce plan doit représenter fidèlement le terrain en question.

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

## **La catégorie : Catégorie 2**

### **Le trafic**

- TMJA : 6000 v/j
- Pourcentage de poids lourds : 20%
- Le taux d'accroissement :  $\tau = 5\%$
- Durée d'étude et mise en service : 6 ans
- Durée de vie : 20 ans

### **L'indice CBR = 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.

#### **Présentation des logiciels utilisés :**

##### ➤ **AUTOCAD :**

Autocad est un logiciel de dessin et conception assistés par ordinateur. Le logiciel est édité par la société AutoDesk.

Bien qu'il ait été développé à l'origine pour les ingénieurs en mécanique, il est aujourd'hui utilisé par de nombreux corps de métiers. Il est actuellement le logiciel de DAO le plus répandu dans le monde. C'est un logiciel de dessin technique pluridisciplinaire :

- Industrie
- Cartographie et Topographie
- Électronique
- Architecture et Urbanisme
- Mécanique

➤ **COVADIS :**

COVADIS est un logiciel complet, simple et interactif de topographie et de conception VRD, Il garantit une approche globale ainsi qu'une maîtrise totale de tous projets d'aménagements.

En exploitant sa technologie objet, son interactivité, ses profils associatifs, ses plateformes dynamiques et ses métrés automatiques, le temps consacré à nos études est réduit considérablement.

Toute modification d'un projet a posteriori régénère automatiquement le calcul et les métrés.

De l'avant-projet aux plans d'exécution, COVADIS nous permet d'optimiser, grâce à son interactivité, toutes les étapes de l'étude et de la conception.

COVADIS nous permet notamment de réaliser nos calculs tonométriques, nos plans topographiques, en plus nos projets de lotissements, nos aménagements urbains, nos réfections de voiries, nos projets VRD, nos calculs hydrauliques, nos dimensionnements de réseaux, etc...

Son utilisation reste toujours très simple pour des géomètres ou des projeteurs.

COVADIS est donc l'applicatif d'AutoCAD dédié aux géomètres, aux bureaux d'études VRD, aux entreprises de BTP et aux collectivités locales et territoriales. Il regroupe, en un seul logiciel, l'ensemble des fonctionnalités « métiers » suivantes :

- Topographie
- Dessin assisté
- Projets de lotissements
- Modèle Numérique de terrain
- Conception 3D
- Terrassement multi plates-formes
- Projets linéaires (voirie, route)
- Réseaux d'assainissement

- Réseaux divers
- Giratoires et épures de giration
- Métrés et bordereaux
- Rendu 3D

## **Caractéristiques géométrique d'une route**

### **Introduction**

Définir les caractéristiques d'une route, c'est conserver les trois éléments géométriques simples qui la composent :

- Le tracé en plan, projection de la route sur un plan horizontal.
- Le profil en long, développement de l'intersection de la surface de la route avec le cylindre à génératrice.
- Le profil en travers, coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe.

Les normes fixent les règles relatives à la construction de ces trois éléments. Les exigences qui prévalent à l'élaboration des normes sont de deux ordres : sécurité des usagers et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent.

### **2. L'exigence de sécurité :**

Le déplacement d'un véhicule sur une route est, aujourd'hui, l'interaction de trois composantes :

- L'homme, qui à partir de perception qu'il a des informations qui lui proviennent de son environnement, analyse et décide.
- L'automobile, structure mécanique, en liaison avec la chaussée par des pneumatiques, met directement en œuvre les décisions prises par le chauffeur jusqu'il y a une dizaine d'années, l'automobile ne disposait pas d'intelligence permettant d'assister le chauffeur, cette situation a évolué aujourd'hui.

➤ L'environnement qui fournit une très grande quantité d'information au chauffeur, et qui interagit avec l'automobile.

L'accident est alors conçu comme un dysfonctionnement rare de relation entre ces trois types de composants. L'interaction entre l'homme et le véhicule concerne essentiellement le domaine de l'ergonomie. Les interactions entre l'homme et l'environnement et entre le véhicule et l'environnement concernent, pour ce qui nous intéresse, la conception de routes.

L'étude de contraintes qui s'appliquent sur un véhicule, et du mode de fonctionnement du couple véhicule infrastructure permet de fixer les limites des principales caractéristiques du réseau routier.

De plus, pour que l'automobiliste puisse adapter son comportement, il est indispensable qu'il dispose à temps des informations nécessaires :

Cette contrainte est la visibilité.

### **3. Terminologie routière :**

Un certain nombre de termes technique très précis doivent constituer le vocabulaire relatif aux travaux publics. Ils doivent être utilisés à bon escient, et il convient donc de définir exactement.

Une route est une voie terrestre aménagée pour permettre la circulation de véhicules à la route elle est définie géométrique par son tracé en plan, son profil en long et de son profil en travers type.

La surface de la route est définie au moyen d'une coupe perpendiculaire à la ligne médiane. Cette coupe est appelée profil en travers que l'on fait glisser le long d'une ligne directrice qui est appelée Axe de la route.

L'axe de la route est défini par sa projection horizontale appelée tracé en plan.

Le tracé en plan met en défini par évidence les rayons des virages en plan et les longueurs d'alignements droits « AD ».

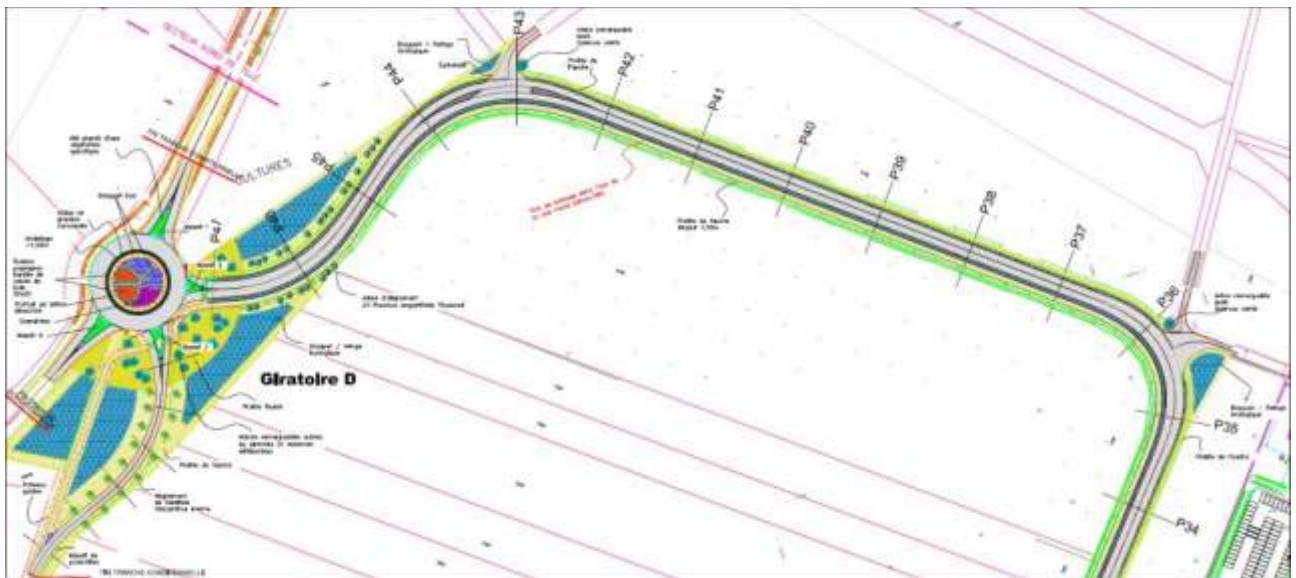
La donnée fondamentale d'usage de la route est la vitesse de référence « Vr »

Cette vitesse est celle qui peut être pratiquée en tout point de la section considérée par les véhicules rapides dans la plupart des conditions d'adhérence. Donc elle définit les caractéristiques minimales d'aménagement de la section.

Les caractéristiques géométriques des routes sont en général présentées en trois projections par :

- ❖ **Le tracé en plan.**
- ❖ **Le profil en long.**
- ❖ **Le profil en travers.**

## **1. Tracé en plan :**



***Figure 1 : tracé en plan***

Le tracé en plan ou en situation est la projection verticale sur un plan horizontal de la route en espace, ce plan horizontal est en général une carte topographique ou un plan de situation ou le relief du terrain est représenté par des courbes dérivées de tracé en plan

Le tracé en plan est une succession de droites (alignements droits), de courbes en arcs de cercle (raccordements courbes) et de courbes en raccordement progressifs.

## **2. Règles générales du tracé en plan :**

Pour obtenir un tracé répondant aux normes **B40**, il faut respecter certaines exigences :



➤ Adapter le tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.

Raccorder le nouveau tracé au réseau routier existant ;

➤ Eviter au maximum le passage sur les propriétés privées ;

➤ Eviter le franchissement des oueds afin de réduire au maximum le nombre d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques ;

➤ Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques ;

➤ Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total du tracé ;

➤ Utiliser des grands rayons si le relief le permet.

### **3. 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 elles d'autre part, elle se fait à l'aide des **Clothoïdes** qui assurent un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

➤ Des droites (alignements).

➤ Des arcs de cercle.

➤ Des courbes de raccordement progressives.

#### **3.1 Les Alignements:**

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

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

De nuit, éblouissement prolongé des phares.

- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

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

- En plaine ou, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- Dans des vallées étroites.
- Pour donner la possibilité de dépassement.

Donc la longueur des alignements dépend de:

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

### **3.2 Arcs De Cercle:**

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

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

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

#### **Remarque :**

Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à  $R_{hnd}$  (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs. Aussi, l'adoption de rayon minimal absolu est à éviter dans la mesure du possible.

En règle générale, on adopte, si cela n'augmente pas le coût de façon trop sensible des valeurs de rayons supérieur ou égal au rayon minimum normal.

C'est en respectant ces règles que le choix des variantes a été réalisé. Notre travail c'est basé sur la comparaison de deux variantes et nous avons essayé d'opter pour la variante la plus avantageuse.

## **4. Les variantes :**

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements raccords par des arcs cercles. Notre présente étude portera sur les différentes étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route.
- L'environnement de la route
- Dénivelée cumulée.
- Sinuosité
- Vitesse de référence **Vr**.
- Calcul des rayons en plan **RHm ,RHN,RHd et RHnd**.
- Choix des rayons.
- Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- Déclivités « profil en long ».
- Cubatures approchées.
- Conclusion.

### **4.1 Détermination des coordonnées des sommets :**

Dans cette partie on relèvera à partir du tracé en plan, les coordonnées planimétriques définissant l'axe de la route.

Une fois les coordonnées relevées, on calcule :

- Les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits.
- On détermine ensuite les angles aux centres de chaque raccordement
- Les distances entre les sommets.

### **4.2 calcul de gisement de distance et des angles au centre :**

#### **❖ Gisement :**

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

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

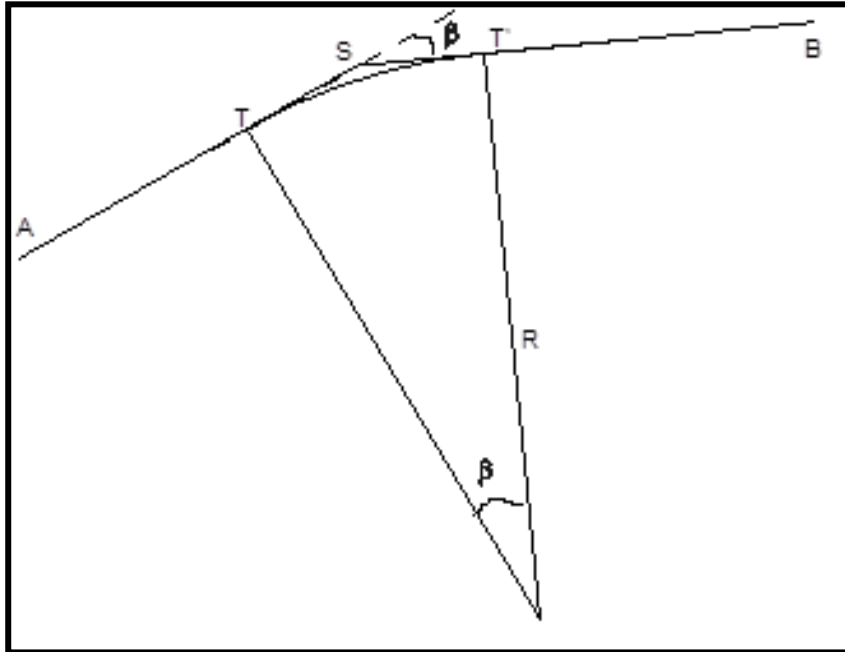


Figure 2: Détermination de l'angle au centre

❖ Distance :

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

❖ L'angle au centre :

est donné par :

$$\beta = G_{SB} - G_{AS}$$

#### 4.3. Détermination des éléments des Raccordements :

Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire :

❖ La tangente :

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

❖ La Bissectrice :

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

❖ la développé :

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

❖ Flèche :

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

#### 4.4 Environnement de la route :

Il y a deux indicateurs adoptés :

- a) La dénivelée cumulée moyenne.
- b) La sinuosité.

**a) La dénivelée cumulé moyenne :**

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

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

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

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulé
1	Plat	$Dc \leq 1.5\%$
2	Terrain Vallonné	$1.5\% < Dc \leq 4\%$
3	Terrain Montagneux	$Dc > 4\%$

Tableau 1: type de topologie

### **b)La sinuosité :**

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

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

### **4.5 Vitesse de référence :**

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

- La catégorie
- L'environnement

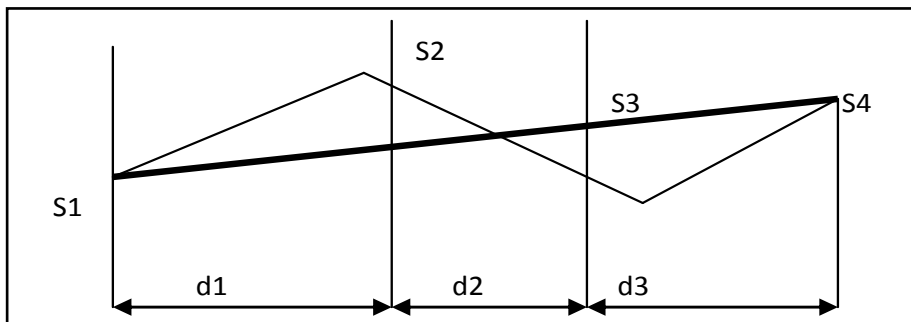
Le tableau ci-dessous nous permet de déterminée la vitesse référence :

Catégorie	E1	E2	E3
Cat1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Cat4	100-80-60	80-60-40	60-40
Cat5	80-60-40	60-40	40

**Tableau 2: vitesse de référence**

### 5. Calcul des Cubatures Approchées :

❖ **Méthode de calcul approximatif :**



**Figure 3: Schéma représentant la surface entre profil**

$$Vt = \left(\frac{S_1 + S_2}{2}\right)d_1 + \left(\frac{S_2 + S_3}{2}\right)d_2 + \dots + \left(\frac{S_n + S_{n+1}}{2}\right)d_{n+1}$$

**Par conséquent**

$$Vt = \left(\frac{d_1}{2}\right)S_1 + \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)S_2 + \left(\frac{d_2 + d_3}{2}\right)S_3 + \dots + \left(\frac{d_n + d_{n+1}}{2}\right)S_{n+1}$$

**Calcul des surfaces :En remblai :**

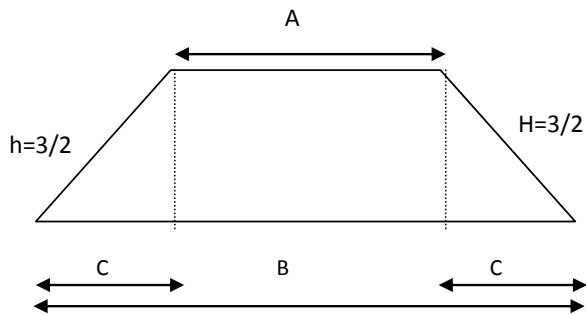


Figure4: calcul de surfaces cas de remblais.

**Avec :**

**A :** largeur de la chaussée les 2 Accotements.

$$\text{Tg } \alpha = P = 2/3 = h/c$$

$$c = 3h / 2$$

**h :** différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel

$$B = A + 2c = A + 3h$$

$$\text{D'où: } S = (A + B) h/2$$

$$\Rightarrow \text{SR} = Ah + 3 h^2/2$$

➤ **En déblai :**

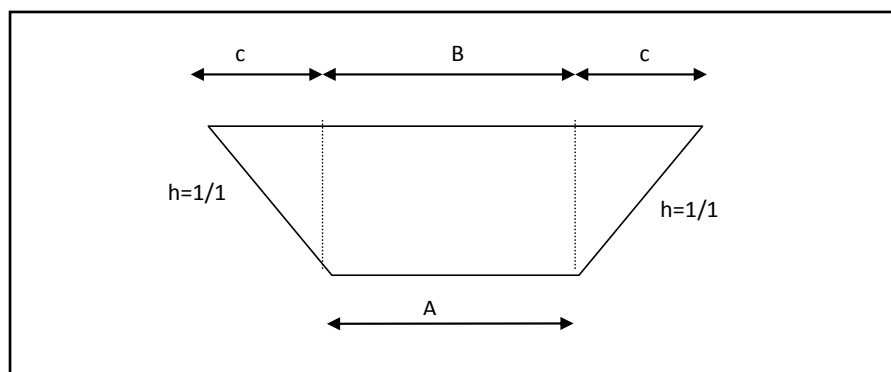


Figure5 : calculde surfaces cas de déblais



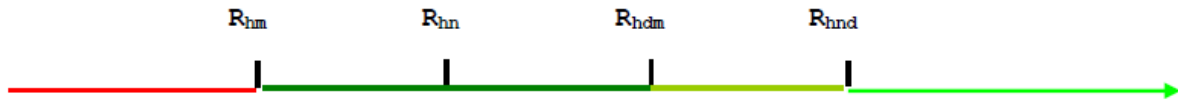
Avec :

**h** : différence entre C.T.N et C.P.

**A** : largeur de la chaussée + 2 accotements

$$SD = Ah + h^2$$

## 6. Courbes en plan :



### a)1 Le rayon minimal absolu $R_{Hm}$ :

Le rayon minimal absolu c'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et parcourue par la vitesse :

$$R_{Hm} = \frac{V_r^2 \text{ (Km/h)}}{127(d + f_t)}$$

Avec :

**$f_t$**  : coefficient de frottement transversal.

**$V_r$** : vitesse de référence en km/h.

**$d_{max}$**  : dévers en courbes (maximal) en fonction de la catégorie de la route.

### b) Le rayon minimal normal $R_{HN}$ :

**$R_{HN}$**  est le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure.

Il lui associe un dévers égal à :

**$d$**  =  $d_{max}$  -2% pour les catégories 1-2-3 et 4 .

**$d$**  =  $d_{max}$  =-3% pour la catégorie 5.

### c) Le rayon minimal normal $R_{Hd}$ :

$$R_{HN} = \frac{(V_r + 20)^2}{127(f_t + d)}$$

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

**d) Rayon minimal non déversé :**

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

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toi 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)

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

❖ **Règles pour l'utilisation des rayons en plan :**

- Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant de valeurs de rayon  $\geq$  à RHn que possible.
- Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près entre dmax et d (RHm).
- Si  $RHm < R < RHn$  :

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

- Si  $RHn < R < RHd$  :

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

➤ Si le rayon choisi  $R \geq R_{Hnd}$  le dévers associé est celui de l'alignement droit

➤ Si Les rayons compris entre  $R_{Hd}$  et  $R_{Hnd}$  sont celui d'alignement droit dévers minimal  $d_{min}$ .

❖ **Le choix de rayons :**

Pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu  $R_{Hm}$ , autant que possible des valeurs de rayon supérieures ou égales au rayon minimum normal  $R_{HN}$ .

**7. Dévers :**

**Dévers max et min :**

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
<b>dmin</b>	-2.50%	-2.50%	-3.00%	-3.00%	-4%
<b>dmax</b>	7%	7%	8%	8%	9%

Tableau 3: dévers

❖ **Le coefficient transversal  $f_t$ :**

Vr(km/h)	40	60	80	100	120	140
<b>Cat 1-2</b>	0.22	0.16	0.13	0.11	0.1	0.1
<b>Cat 3-4-5</b>	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	/

Tableau 4: valeur du coefficient transversal  $f_t$ .

❖ **Le coefficient F' 'en fonction de la catégorie :**

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
F''	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075

Tableau5 : valeur du Le coefficient F''.

**8. Pourcentage Alignement Droit :**

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

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grandes rayons. Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droit d'une section de route .il est recommandé de limité ce pourcentage de 40% à60%.

# ***Etude les variantes***

## Etude de variantes

### Etude de la variante 01 :

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements raccords par des arcs cercles. La variante une est composé de 07 virages et elle est d'environ 6 km 500

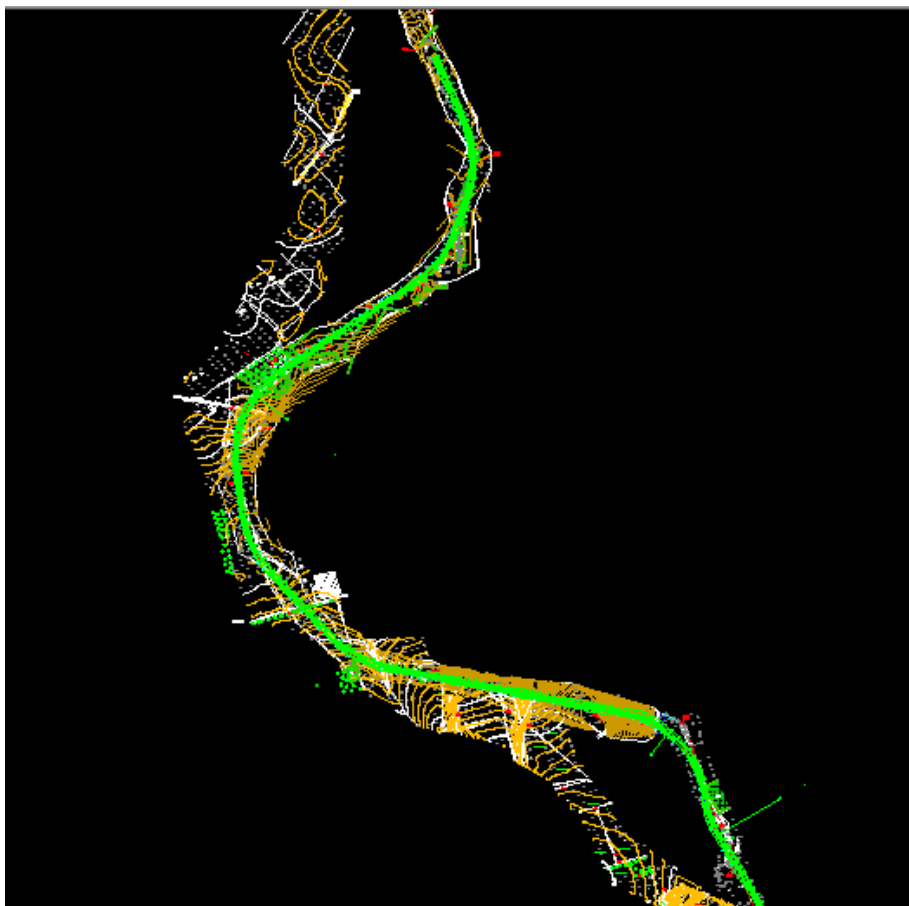


Figure6 : levé de variante « 1 »

### 1. Les coordonnées des sommets :

Pts	X (m)	Y (m)
A	725620,1673	3943472,6963
S1	725332,1222	3943956,5907
S2	725247,4196	3944420,7305
S3	723577,9514	3944741,9028
S4	723047,0630	3945311,8065
S5	722957,2188	3946010,6618

S6	724019,1790	3946707,9315
S7	724205,1950	3947229,5144
B	723978,5426	3947737,7869

**Tableau 6: les coordonnées des sommets de l'axe « variante 1 »**

## 2. Calcul de gisements et des angles au centre :

❖ Les calculs de gisements et angle au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Direction	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Gisements	Angle au centre		Distances
				$\beta_1 =$		
A-S1	-288,0451	483,8944	365,8180	$\beta_1 =$	22,6905	563,1370
S1-S2	-84,7026	464,1398	388,5085	$\beta_2 =$	76,4090	471,8050
S2-S3	-1669,4682	321,1723	312,0995	$\beta_3 =$	40,1559	1700,0810
S3-S4	-530,8884	569,9037	352,2554	$\beta_4 =$	39,6049	778,8660
S4-S5	-89,8442	698,8553	391,8603	$\beta_5 =$	71,1526	704,6070
S5-S6	1061,9602	697,2697	63,0129	$\beta_6 =$	41,2039	1270,4110
S6-S7	186,0160	521,5829	21,8090	$\beta_7 =$	48,5128	553,7600
S7-B	-226,6524	508,2725	373,2962			556,5180

**Tableau 7: les valeurs des gisements, distances et angle au centre « variante1 ».**

## 3. Détermination de l'environnement de la route:

### 3.1 Dénivelée cumulée moyenne :

N°	Distance (m)		Altitudes (m)	Dn i (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	157,61	/
2	40,00	40,00	157,07	-0,54
3	80,00	40,00	157,18	0,11
4	120,00	40,00	153,15	-4,03
5	160,00	40,00	149,20	-3,95
6	200,00	40,00	147,97	-1,23
7	240,00	40,00	146,69	-1,28
8	280,00	40,00	144,68	-2,01
9	320,00	40,00	142,06	-2,61
10	360,00	40,00	143,99	1,92
11	400,00	40,00	145,81	1,82
12	440,00	40,00	148,14	2,33
13	480,00	40,00	150,98	2,83
14	520,00	40,00	152,66	1,69

15	560,00	40,00	153,21	0,55
16	600,00	40,00	148,00	-5,21
17	640,00	40,00	142,25	-5,74
18	680,00	40,00	137,94	-4,31
19	720,00	40,00	137,23	-0,72
20	760,00	40,00	136,43	-0,79
21	800,00	40,00	136,05	-0,38
22	840,00	40,00	135,52	-0,53
23	880,00	40,00	133,92	-1,60
24	920,00	40,00	132,60	-1,32
25	960,00	40,00	131,56	-1,04
26	1000,00	40,00	131,11	-0,45
27	1040,00	40,00	131,13	0,02
28	1080,00	40,00	132,19	1,05
29	1120,00	40,00	130,29	-1,90
30	1160,00	40,00	130,16	-0,13
31	1200,00	40,00	130,65	0,49
32	1240,00	40,00	133,11	2,47
33	1280,00	40,00	135,82	2,71
34	1320,00	40,00	141,50	5,67
35	1360,00	40,00	138,77	-2,72
36	1400,00	40,00	146,85	8,08
37	1440,00	40,00	153,67	6,82
38	1480,00	40,00	157,68	4,01
39	1520,00	40,00	160,57	2,89
40	1560,00	40,00	160,95	0,38
41	1600,00	40,00	160,36	-0,59
42	1640,00	40,00	158,91	-1,45
43	1680,00	40,00	157,27	-1,64
44	1720,00	40,00	154,52	-2,75
45	1760,00	40,00	150,63	-3,89
46	1800,00	40,00	147,94	-2,69
47	1840,00	40,00	146,95	-0,99
48	1880,00	40,00	137,97	-8,99
49	1920,00	40,00	145,89	7,92
50	1960,00	40,00	147,67	1,77
51	2000,00	40,00	147,85	0,18
52	2040,00	40,00	147,70	-0,15
53	2080,00	40,00	146,75	-0,94
54	2120,00	40,00	145,65	-1,10
55	2160,00	40,00	144,54	-1,11
56	2200,00	40,00	142,53	-2,01
57	2240,00	40,00	137,94	-4,59
58	2280,00	40,00	140,87	2,92
59	2320,00	40,00	142,14	1,28
60	2360,00	40,00	141,70	-0,45
61	2400,00	40,00	140,89	-0,81
62	2440,00	40,00	139,63	-1,26
63	2480,00	40,00	138,20	-1,43
64	2520,00	40,00	136,53	-1,67
65	2560,00	40,00	135,01	-1,51
66	2600,00	40,00	132,29	-2,73
67	2640,00	40,00	132,65	0,36
68	2680,00	40,00	133,02	0,37
69	2720,00	40,00	133,42	0,40
70	2760,00	40,00	132,87	-0,55
71	2800,00	40,00	131,73	-1,13
72	2840,00	40,00	130,68	-1,05
73	2880,00	40,00	129,69	-0,99
74	2920,00	40,00	128,89	-0,80
75	2960,00	40,00	128,42	-0,46



76	3000,00	40,00	127,61	-0,82
77	3040,00	40,00	126,79	-0,82
78	3080,00	40,00	125,81	-0,98
79	3120,00	40,00	125,07	-0,74
80	3160,00	40,00	123,77	-1,30
81	3200,00	40,00	122,61	-1,16
82	3240,00	40,00	121,59	-1,02
83	3280,00	40,00	120,83	-0,77
84	3320,00	40,00	119,74	-1,09
85	3360,00	40,00	119,26	-0,48
86	3400,00	40,00	119,64	0,38
87	3440,00	40,00	119,89	0,24
88	3480,00	40,00	119,82	-0,07
89	3520,00	40,00	119,44	-0,38
90	3560,00	40,00	119,40	-0,05
91	3600,00	40,00	119,09	-0,31
92	3640,00	40,00	118,64	-0,45
93	3680,00	40,00	117,71	-0,93
94	3720,00	40,00	117,03	-0,67
95	3760,00	40,00	117,16	0,12
96	3800,00	40,00	117,67	0,51
97	3840,00	40,00	117,92	0,26
98	3880,00	40,00	117,06	-0,86
99	3920,00	40,00	114,06	-3,00
100	3960,00	40,00	111,39	-2,67
101	4000,00	40,00	110,31	-1,07
102	4040,00	40,00	107,98	-2,33
103	4080,00	40,00	104,89	-3,09
104	4120,00	40,00	102,42	-2,48
105	4160,00	40,00	100,78	-1,64
106	4200,00	40,00	100,63	-0,15
107	4240,00	40,00	100,32	-0,32
108	4280,00	40,00	100,25	-0,06
109	4320,00	40,00	99,68	-0,58
110	4360,00	40,00	99,21	-0,47
111	4400,00	40,00	98,55	-0,66
112	4440,00	40,00	98,40	-0,15
113	4480,00	40,00	98,55	0,15
114	4520,00	40,00	98,72	0,17
115	4560,00	40,00	98,95	0,24
116	4600,00	40,00	99,34	0,38
117	4640,00	40,00	100,00	0,66
118	4680,00	40,00	100,20	0,20
119	4720,00	40,00	99,75	-0,45
120	4760,00	40,00	99,35	-0,40
121	4800,00	40,00	98,97	-0,37
122	4840,00	40,00	98,55	-0,42
123	4880,00	40,00	97,89	-0,65
124	4920,00	40,00	97,48	-0,41
125	4960,00	40,00	96,80	-0,68
126	5000,00	40,00	96,45	-0,35
127	5040,00	40,00	96,20	-0,25
128	5080,00	40,00	96,00	-0,20
129	5120,00	40,00	95,92	-0,07
130	5160,00	40,00	96,11	0,19
131	5200,00	40,00	96,07	-0,05
132	5240,00	40,00	95,88	-0,19
133	5280,00	40,00	96,15	0,27
134	5320,00	40,00	96,45	0,30
135	5360,00	40,00	96,98	0,53
136	5400,00	40,00	96,13	-0,85

137	5440,00	40,00	95,87	-0,26
138	5480,00	40,00	96,64	0,77
139	5520,00	40,00	96,56	-0,08
140	5560,00	40,00	95,75	-0,81
141	5600,00	40,00	95,77	0,02
142	5640,00	40,00	95,97	0,19
143	5680,00	40,00	96,44	0,48
144	5720,00	40,00	96,79	0,35
145	5760,00	40,00	97,12	0,33
146	5800,00	40,00	97,50	0,38
147	5840,00	40,00	96,93	-0,57
148	5880,00	40,00	96,77	-0,15
149	5920,00	40,00	96,46	-0,32
150	5960,00	40,00	96,54	0,08
151	6000,00	40,00	96,11	-0,43
152	6040,00	40,00	96,01	-0,10
153	6080,00	40,00	95,38	-0,62
154	6120,00	40,00	94,81	-0,57
155	6160,00	40,00	94,37	-0,44
156	6200,00	40,00	94,06	-0,31
157	6240,00	40,00	93,95	-0,11
158	6280,00	40,00	93,85	-0,10
159	6320,00	40,00	93,41	-0,44
160	6360,00	40,00	93,27	-0,14
161	6400,00	40,00	93,20	-0,07
162	6440,00	40,00	93,20	0,00
163	6480,00	40,00	93,19	-0,01
164	6520,00	40,00	93,10	-0,09
165	6560,00	40,00	92,64	-0,47
166	6599,19	39,19	93,02	0,38
			Σ	<b>64,59</b>
			Dcumulée	<b>0,98%</b>

**Tableau8 : Dénivelée cumulée « variante 01 »**

$Dc = 0,98\% \Rightarrow$

**Donc Terrain Plat**



**La sinuosité :**

Pour le choix des rayons on optera pour des valeurs supérieures à 200 m

**Donc Sinuosité Faible**



**L'environnement de la route**

Terrain Plat ⇒ Sinuosité Faible	Environnement : E1
---------------------------------------	--------------------

❖ **Vitesse de référence :**

Cat 2 Env E1	$\Rightarrow V_r$	=100 km/h
-----------------	-------------------	-----------

**Tableau récapitulatif :**

dmin	-2,5%
dmax	7,0%
ft	0,110
F''	0,060

***Tableau 9: récapitulatif « variante 1 ».***

**4.Détermination des éléments des raccordements :**

Virage	Tangente	Développée	Bissectrice	flèche
1	90,06 m	178,21 m	8,05 m	7,92 m
2	328,47 m	576,11 m	101,63 m	83,87 m
3	163,14 m	315,38 m	25,94 m	24,66 m
4	160,75 m	311,06 m	25,20 m	23,99 m
5	312,66 m	558,83 m	89,71 m	76,06 m
6	167,70 m	323,61 m	27,37 m	25,95 m
7	200,30 m	381,02 m	38,63 m	35,86 m

***Tableau 10: éléments des raccordements.***

**5. Le choix de rayons :**

Pour une route de catégorie donnée. Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. Autant que possible des valeurs de rayon supérieures ou égale au rayon minimum normal RHN.

**8.Le calcul des rayons en plan nous donnent les résultats suivants :**

Rayon en plan		
	Calculé	Norme B40
RHm =	437,45 m	450 m
RHN =	708,66 m	650 m
RHd =	1574,80 m	1600 m
RHnd =	2249,72 m	2200 m

***Tableau 11: rayon en plan « variante 1 ».***

Rayons Choisis	
R1	500 m
R2	480 m
R3	500 m
R4	500 m
R5	500 m
R6	500 m
R7	500 m

**Tableau 12: rayons choisis.**

## 6. Longueur totale des alignements droits LAD :

### ❖ Pourcentage Alignement Droit :

Alignement droit		Courbes	
AT1	473,08 m	Dev (R1)	178,21 m
T'1T2	53,28 m	Dev (R2)	576,11 m
T'2T3	1208,47 m	Dev (R3)	315,38 m
T'3T4	454,98 m	Dev (R4)	311,06 m
T'4T5	231,20 m	Dev (R5)	558,83 m
T'5T6	790,05 m	Dev (R6)	323,61 m
T'6T7	185,76 m	Dev (R7)	381,02 m
T'7B	356,22 m	Σ	<b>2644,22 m</b>
Σ	<b>3753,03 m</b>		

$L_t =$	6397,25 m
---------	-----------

**Tableau 13: Eléments des raccordements circulaires « variante 1 ».**

### ➤ La longueur totale Alignement Droit :

$$LAD=3753.03m$$

### ➤ La longueur totale des arcs de cercle :

$$LC=2644.22m$$

### ➤ La longueur totale :

$$LT=6397,25 m$$

❖ **Pourcentage Alignement Droit :**

Pourcentage Alignement Droit = 59%

❖ **Pourcentage courbe :**

Pourcentage courbe = 41%

**Donc les conditions sont vérifiées (page 27 paragraphe 8)**

## **7.Coordonnées des points de sommet :**

❖ **Déclivités - Profil en long :**

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

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

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

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

**Déclivités :**

Rampe% :

P1=0.901%

**Pente% :**

P1=-2.780%

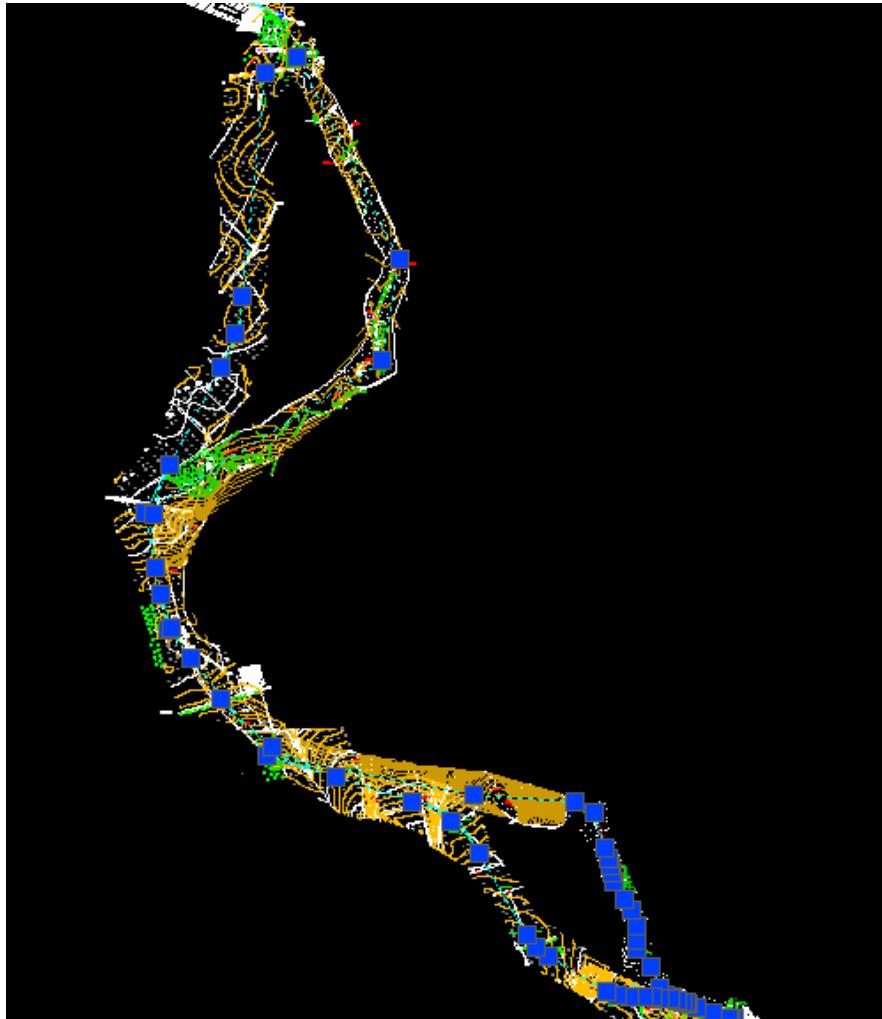
P2=-1.965%

P3=-0.279%

Remarque : toutes les déclivités sont dans les normes

## Etude du variante2:

La variante une est composé de 07 virages et elle est d'une longueur d'environ 5 km 500



*Figure7 : levé de variante « 2 »*

### 1. Les coordonnées des sommets :

Pts	X (m)	Y (m)
A	725620,167	3943472,7
S1	725311,582	3943479,72
S2	724898,613	3943737,18
S3	724501,031	3944416,01
S4	723522,654	3944719,05
S5	723012,07	3945367,99
S6	722890,33	3945966,02
S7	723380,598	3946891,8
B	723463,737	3947701,53

*Tableau 14: les coordonnées des sommets de l'axe de « variante 2 »*

## 2. Calcul de gisements et des angles au centre :

❖ Les calculs de gisements et angle au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Direction	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
				$\beta$		
A-S1	-308,5854	7,0282	301,4497	$\beta_1 =$	34,0397	308,6650
S1-S2	-412,9689	257,4556	335,4894	$\beta_2 =$	30,7806	486,6480
S2-S3	-397,5817	678,8295	366,2700	$\beta_3 =$	47,1481	786,6900
S3-S4	-978,3770	303,0396	319,1219	$\beta_4 =$	38,4386	1024,2340
S4-S5	-510,5848	648,9415	357,5605	$\beta_5 =$	29,6546	825,7250
S5-S6	-121,7397	598,0285	387,2151	$\beta_6 =$	43,7899	610,2940
S6-S7	490,2679	925,7795	31,0050	$\beta_7 =$	24,4913	1047,5830
S7-B	83,1396	809,7339	6,5137			813,9910

**Tableau15 : Les valeurs des glissements, distances et des angles au centres « variante 2».**

## 3. Détermination de l'environnement de la route:

❖ **Dénivelée cumulée moyenne :**

N°	Distance (m)		Altitudes (m)	Dn i (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0,00	0,00	157,61	/
2	40,00	40,00	158,17	0,56
3	80,00	40,00	158,64	0,48
4	120,00	40,00	164,67	6,03
5	160,00	40,00	167,04	2,37
6	200,00	40,00	169,07	2,04
7	240,00	40,00	170,04	0,96
8	280,00	40,00	170,35	0,31
9	320,00	40,00	170,34	-0,01
10	360,00	40,00	169,48	-0,86
11	400,00	40,00	160,95	-8,54
12	440,00	40,00	151,95	-8,99
13	480,00	40,00	160,81	8,85
14	520,00	40,00	167,62	6,81
15	560,00	40,00	172,29	4,68
16	600,00	40,00	174,10	1,80
17	640,00	40,00	175,47	1,37
18	680,00	40,00	176,79	1,32
19	720,00	40,00	177,77	0,98

20	760,00	40,00	178,22	0,46
21	800,00	40,00	178,46	0,24
22	840,00	40,00	178,51	0,05
23	880,00	40,00	178,42	-0,10
24	920,00	40,00	178,16	-0,25
25	960,00	40,00	177,26	-0,90
26	1000,00	40,00	176,31	-0,95
27	1040,00	40,00	175,33	-0,98
28	1080,00	40,00	174,30	-1,02
29	1120,00	40,00	173,22	-1,08
30	1160,00	40,00	172,88	-0,34
31	1200,00	40,00	172,25	-0,63
32	1240,00	40,00	171,10	-1,14
33	1280,00	40,00	169,74	-1,37
34	1320,00	40,00	168,19	-1,54
35	1360,00	40,00	166,76	-1,43
36	1400,00	40,00	165,69	-1,08
37	1440,00	40,00	164,38	-1,31
38	1480,00	40,00	162,79	-1,59
39	1520,00	40,00	161,02	-1,77
40	1560,00	40,00	159,35	-1,67
41	1600,00	40,00	157,82	-1,53
42	1640,00	40,00	156,86	-0,96
43	1680,00	40,00	150,41	-6,45
44	1720,00	40,00	154,48	4,08
45	1760,00	40,00	155,30	0,82
46	1800,00	40,00	154,85	-0,45
47	1840,00	40,00	153,89	-0,97
48	1880,00	40,00	152,67	-1,22
49	1920,00	40,00	151,48	-1,18
50	1960,00	40,00	150,17	-1,32
51	2000,00	40,00	148,99	-1,18
52	2040,00	40,00	141,91	-7,07
53	2080,00	40,00	145,17	3,26
54	2120,00	40,00	146,08	0,91
55	2160,00	40,00	144,85	-1,22
56	2200,00	40,00	143,44	-1,41
57	2240,00	40,00	141,37	-2,07
58	2280,00	40,00	139,51	-1,86
59	2320,00	40,00	137,63	-1,87
60	2360,00	40,00	135,55	-2,09
61	2400,00	40,00	134,15	-1,40
62	2440,00	40,00	134,69	0,54
63	2480,00	40,00	135,01	0,31
64	2520,00	40,00	134,61	-0,40
65	2560,00	40,00	134,36	-0,25
66	2600,00	40,00	133,91	-0,45
67	2640,00	40,00	132,81	-1,11
68	2680,00	40,00	131,67	-1,13
69	2720,00	40,00	130,61	-1,06
70	2760,00	40,00	129,79	-0,82
71	2800,00	40,00	129,20	-0,58
72	2840,00	40,00	128,01	-1,19
73	2880,00	40,00	127,33	-0,68
74	2920,00	40,00	126,42	-0,91
75	2960,00	40,00	125,37	-1,05
76	3000,00	40,00	124,24	-1,13
77	3040,00	40,00	123,05	-1,19
78	3080,00	40,00	121,90	-1,15
79	3120,00	40,00	121,02	-0,88
80	3160,00	40,00	120,07	-0,95



81	3200,00	40,00	119,25	-0,83
82	3240,00	40,00	119,57	0,32
83	3280,00	40,00	119,97	0,40
84	3320,00	40,00	119,85	-0,12
85	3360,00	40,00	119,75	-0,10
86	3400,00	40,00	119,39	-0,35
87	3440,00	40,00	118,93	-0,47
88	3480,00	40,00	118,63	-0,29
89	3520,00	40,00	117,96	-0,67
90	3560,00	40,00	117,10	-0,86
91	3600,00	40,00	116,73	-0,37
92	3640,00	40,00	117,23	0,50
93	3680,00	40,00	117,34	0,11
94	3720,00	40,00	117,01	-0,33
95	3760,00	40,00	115,31	-1,70
96	3800,00	40,00	112,95	-2,36
97	3840,00	40,00	111,43	-1,52
98	3880,00	40,00	109,97	-1,46
99	3920,00	40,00	107,18	-2,79
100	3960,00	40,00	104,46	-2,72
101	4000,00	40,00	102,36	-2,10
102	4040,00	40,00	100,50	-1,86
103	4080,00	40,00	100,29	-0,21
104	4120,00	40,00	99,66	-0,62
105	4160,00	40,00	99,61	-0,05
106	4200,00	40,00	99,17	-0,44
107	4240,00	40,00	98,84	-0,33
108	4280,00	40,00	98,78	-0,05
109	4320,00	40,00	98,57	-0,22
110	4360,00	40,00	98,84	0,27
111	4400,00	40,00	98,72	-0,11
112	4440,00	40,00	98,63	-0,10
113	4480,00	40,00	99,05	0,42
114	4520,00	40,00	99,09	0,05
115	4560,00	40,00	99,26	0,17
116	4600,00	40,00	99,28	0,02
117	4640,00	40,00	99,21	-0,07
118	4680,00	40,00	100,22	1,01
119	4720,00	40,00	101,28	1,06
120	4760,00	40,00	100,84	-0,44
121	4800,00	40,00	100,31	-0,53
122	4840,00	40,00	99,50	-0,81
123	4880,00	40,00	98,69	-0,81
124	4920,00	40,00	98,40	-0,29
125	4960,00	40,00	98,91	0,51
126	5000,00	40,00	100,99	2,08
127	5040,00	40,00	103,01	2,02
128	5080,00	40,00	103,98	0,97
129	5120,00	40,00	104,39	0,41
130	5160,00	40,00	104,88	0,49
131	5200,00	40,00	104,91	0,03
132	5240,00	40,00	104,23	-0,67
133	5280,00	40,00	103,43	-0,81
134	5320,00	40,00	102,77	-0,65
135	5360,00	40,00	102,16	-0,61
136	5400,00	40,00	101,67	-0,49
137	5440,00	40,00	101,59	-0,09
138	5480,00	40,00	101,85	0,26
139	5520,00	40,00	101,13	-0,71
140	5560,00	40,00	100,16	-0,98
141	5600,00	40,00	98,46	-1,69

142	5640,00	40,00	97,25	-1,22	
143	5680,00	40,00	97,30	0,05	
144	5720,00	40,00	97,60	0,30	
145	5760,00	40,00	97,62	0,02	
146	5800,00	40,00	96,40	-1,22	
147	5840,00	40,00	94,35	-2,05	
148	5880,00	40,00	92,86	-1,49	
149	5903,83	23,83	92,51	-0,35	
				$\Sigma$	<b>65,10</b>
				Dcumulée	<b>1,10%</b>

**Tableau 16 : Dénivelée cumulée « variante 02 ».**

Dc = 1.10%  $\Rightarrow$  **Donc Terrain Plat**

❖ **La sinuosité :**

Pour le choix des rayons on optera pour des valeurs supérieures à 200 m

**Donc Sinuosité Faible**

❖ **L'environnement de la route**

<b>Terrain Plat</b>	$\Rightarrow$ E1
<b>Sinuosité Faible</b>	

❖ **Vitesse de référence :**

<b>Cat 1</b>	$\Rightarrow$ Vr	=100 km/h
<b>Env E1</b>		

➤ **Tableau récapitulatif :**

dmin	-2,5%
dmax	7,0%
ft	0,110
F''	0,060

Tableau 17: récapitulatif « variante 2 ».

**4. Les choix de rayons :**

Pour une route de catégorie donnée. Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. Autant que possible des valeurs de rayon supérieures ou égale au rayon minimum normal RHN.

**8. Le calcul des rayons en plan nous donne les résultats suivants :**

Rayon en plan		
	Calculé	Norme B40
RHm =	437,45 m	450 m
RHN =	708,66 m	650 m
RHd =	1574,80 m	1600 m
RHnd =	2249,72 m	2200 m

Tableau 18: rayon en plan « variante 2 »

Rayons Choisis	
R1	300 m
R2	800 m
R3	1000 m
R4	1200 m
R5	800 m
R6	800 m
R7	1200 m

Tableau 19: rayons en plan de la variante 2.

## 5. Détermination des éléments des raccordements :

Virage	Tangente	Développée	Bissectrice	flèche
1	82,17 m	160,41 m	11,05 m	10,66 m
2	197,26 m	386,80 m	23,96 m	23,26 m
3	388,21 m	740,60 m	72,71 m	67,78 m
4	373,70 m	724,55 m	56,84 m	54,27 m
5	189,77 m	372,65 m	22,20 m	21,60 m
6	286,53 m	550,28 m	49,76 m	46,85 m
7	233,71 m	461,65 m	22,55 m	22,13 m

Tableau 20: éléments des raccordements

## 6. Longueur totale des alignements droits LAD :

### ❖ Pourcentage Alignement Droit :

Alignement droit		Courbes	
AT1	226,50 m	Dev (R1)	160,41 m
T'1T2	207,22 m	Dev (R2)	386,80 m
T'2T3	201,22 m	Dev (R3)	740,60 m
T'3T4	262,32 m	Dev (R4)	724,55 m
T'4T5	262,26 m	Dev (R5)	372,65 m
T'5T6	133,99 m	Dev (R6)	550,28 m
T'6T7	527,34 m	Dev (R7)	461,65 m
	580,28 m	Σ	<b>3396,94 m</b>
Σ	<b>2401,13 m</b>		
<b>Lt =</b>		<b>5798,07 m</b>	

Tableau 21: La longueur totale du tronçon alignements droits et de courbe « variante 2 »

### ❖ La longueur totale Alignement Droit :

$$\text{LAD}=2401.13\text{m}$$

### ❖ La longueur totale des arcs de cercle :

$$\text{LC}=3396.94 \text{ m}$$

### ❖ La longueur totale :

$$\text{LT}=5798.07 \text{ m}$$

Pourcentage Alignement Droit = 41%

Pourcentage courbe=59%

**Donc les conditions Non vérifiées (page 27 paragraphe 8)**

❖ 7. Déclivités - Profil en long :

❖ Déclivités :

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	157.610	725620.167, 3943472.696	157.610
Rampe = 2.295 %	609.978	610.139				
			609.978	171.612	725052.634, 3943641.345	174.597
Arc de parabole	575.382	575.437				
Rayon = - 12000.0000						
S haut = 884.978						
Z haut = 174.773						
			1185.360	171.025	724695.597, 3944083.799	172.304
Pente = -2.499 %	2232.986	2233.684				
			3418.346	115.213	723009.013, 3945432.790	118.426
Arc de parabole	970.533	970.662				
Rayon = 50000.0000						
			4388.879	100.374	723099.337, 3946360.691	99.133
Pente = -0.558 %	1409.197	1409.219				
			5798.076	92.506	723463.737, 3947701.533	92.506
Longueur totale	5798.076					

**Variante choisie:**

Pour choix de variante, on a dressé un tableau compactif 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.

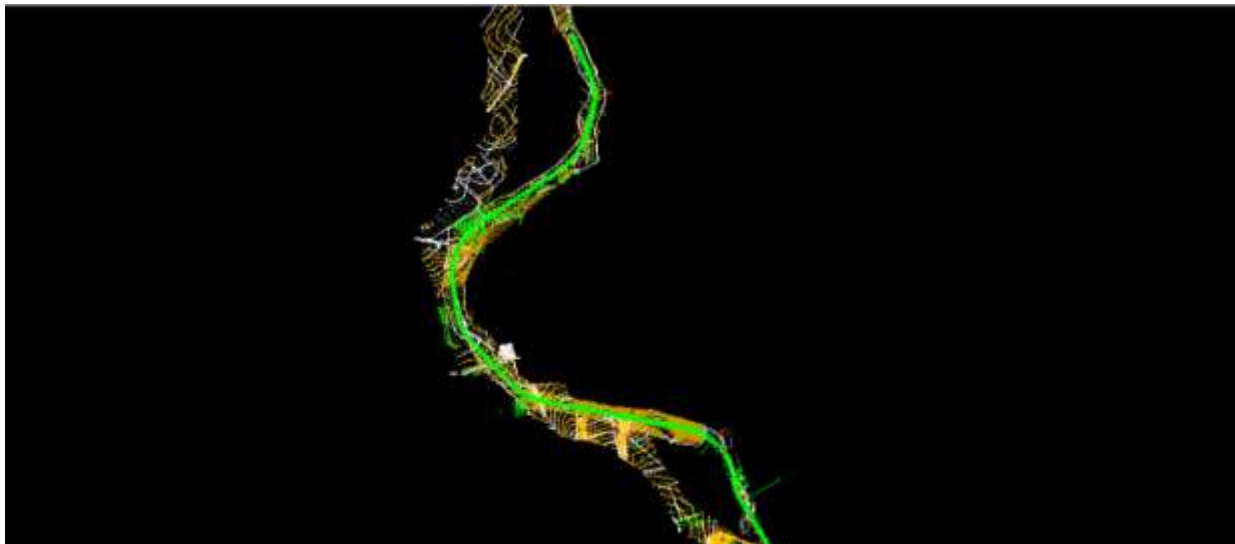
Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2	Comparaison	
Longueur totale de l'itinéraire	m	6599.19	5903.83	-	+
Pourcentage Alignement droit	%	59	41	+	-
Pourcentage courbe	%	41	59	+	-
Nombre de courbes		7	7	+	+
Déblai – Remblai	m <sup>3</sup>	4951.60	93728.85	+	-
				4	2

**Tableau 22: Comparaison entre les deux variantes**

## Conclusion :

Après la comparaison entre les critères des deux variantes, on a opté pour la variante plus avantageuse qui est la variante N°1 car elle présente plus d'avantages.

### ETUDE DE LA VARIANTE CHOISIE



*Figure 8 Variante Choisie*

- Les coordonnées des sommets :

Pts	X (m)	Y (m)
A	725620,1673	3943472,6963
S1	725332,1222	3943956,5907
S2	725247,4196	3944420,7305
S3	723577,9514	3944741,9028
S4	723047,0630	3945311,8065
S5	722957,2188	3946010,6618
S6	724019,1790	3946707,9315
S7	724205,1950	3947229,5144
B	723978,5426	3947737,7869

**Tableau 23: Les coordonnées des sommets**

Rayons en plan choisis	
R1	500 m
R2	480 m
R3	500 m
R4	500 m
R5	500 m
R6	500 m
R7	500 m

## L'ETUDE DU TRAFIC

### Introduction

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructure de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, sur une partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les coûts d'entretiens.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

### L'analyse des trafics existants

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

### La Mesure Des Trafics

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

- **Les comptages**
- **Les enquêtes**

## **Les Comptages**

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

- Les comptages manuels.
- Les comptages automatiques.

### **Les comptages manuels**

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

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

### **Les comptages automatiques**

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

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

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

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

**L'inconvénient de cette méthode** : est que tous les matériels de comptage actuellement utilisés ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds.

## **Les Enquêtes**

### **Les Enquêtes Origine Destination**

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des



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

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination. Il existe plusieurs types d'enquêtes :

### **Les Enquêtes papillons ou distributions**

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

**Les avantages de la méthode** : sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

**Les inconvénients de la méthode** : c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

### **Relevé des plaques minéralogiques**

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

Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

## **Interview des conducteurs**

Cette méthode est lourde et onéreuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en

différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :(origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

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

## **Les enquêteurs à domicile – Enquête ménage**

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

## **Différents types de trafic**

### **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 :

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

### **Trafic total**

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

### **Calcul de la capacité**

#### **Définition de la capacité**

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminer.

La capacité dépend :

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

### **Projection Future Du Trafic**

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

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

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

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

**n** : nombre d'année.

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

### Calcul de trafic effectif

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

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

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

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

**Z** : pourcentage de poids lourd.

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

Routes	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

Tableau 24 : coefficient d'équivalence

### Débit De Pointe Horaire Normal

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

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

Avec : **Q** : débit de pointe horaire

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

**T<sub>eff</sub>** : trafic effectif

## **Débit Horaire Admissible**

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

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

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

**Tableau 25 Valeur de K<sub>1</sub>**

Environnement	1	2	3	4	5
E <sub>1</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E <sub>2</sub>	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E <sub>3</sub>	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

**Tableau 26 : valeur de K<sub>2</sub>**

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

**Tableau 27 : valeur de la capacité théorique**

## **Détermination Nombre Des Voies**

- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle** : on compare **Q** à **Q<sub>admet</sub>** on opte le profil auquel correspond la valeur de **Q<sub>adm</sub>** la plus proche à **Q**.
- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle** : le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport **S.Q/Q<sub>adm</sub>**.

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

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

### **Les données de trafic**

- **TJMA= 6000v/j**
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau= 6\%$
- Le pourcentage de poids lourds **%PL = 20%**
- La durée de vie estimée de **20** ans

### **Trafic à l'année de mise**

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^2 = 6000 (1 + 0.06)^2 = 8511 \text{ V / J}$$

### **Le trafic de l'année horizon à la 20ème année « durée de vie »:**

$$T_n = T_1 (1 + \tau)^n = 8511 (1 + 0.06)^{20} = 27296 \text{ VPL/J}$$

$$\mathbf{T_{20} = 27296 \text{ UVP/J}}$$

$$\text{Teff} = [ (1 - Z) + P.Z ] \times T_{20}$$

Les valeurs de P « coefficient d'équivalence » sont données par le tableau des normes B40.

Pour notre cas : P = 2 (Environnement 1)

$$\text{Teff} = [ (1 - 0.30) + 2 \times 0.30 ] \times \mathbf{27296}$$

$$\mathbf{\text{Teff} = 32756 \text{ V/j}}$$

$$Q_{\text{Horizon}} = 0.12 \text{ Teff}$$

$$Q = 0.12 \times 32756 = 3931$$

$$\mathbf{Q = 3931 \text{ V/h}}$$

### **Débit admissible « d »**

$$d = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th} .$$

Les valeurs de  $K_1$  sont données par le tableau B40, elles sont en fonction du niveau de service (environnement, catégorie).

$K_1$  : coefficient dépendant de l'environnement

$K_2$  : coefficient de réduction

Les valeurs de  $K_1$  sont les suivants :

Catégorie 1 et Environnement 1  $\Rightarrow K_1 = 0.75, K_2 = 1$

Pour la chaussée bidirectionnelle :  $C_{th} = Q$  Horizon

$$C_{th} = 1800 \text{ UVP/h}$$

$$d = 0.75 \times 1.00 \times 1800 = 1350 \text{ UVP/J}$$

$$d = 1350 \text{ UVP/J}$$

### Nombre de voie

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{Q}{d} \qquad N = \frac{2}{3} \times \frac{3931}{1350} = 1.94 \approx 2 \text{ voies}$$

### RACCORDEMENTS PROGRESSIFS

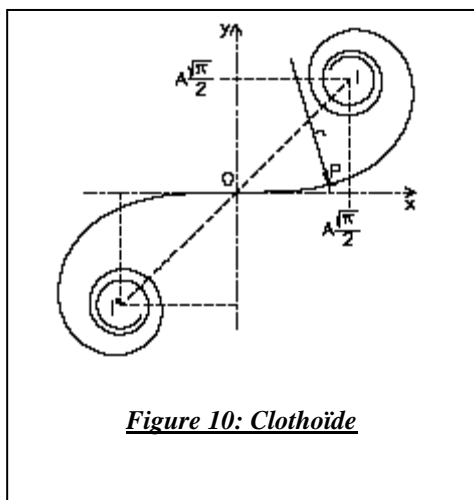
Le raccordement direct de deux alignements droits par un arc de cercle ne tient pas compte de la vitesse des véhicules qui l'empruntent.

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon  $R$ . Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon  $R$  passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle (fig.10) raccordement progressif, généralement une **clothoïde**. La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à

l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle.

### Propriétés de la clothoïde



*Figure 10: Clothoïde*

Le rayon de courbure d'une clothoïde (fig.11) varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

L'équation caractéristique est donnée par :  $A^2 = r \times L$

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.

### Devers

#### Devers en alignement

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

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

paramètres indépendants de la route : intensité et durée de la pluie

paramètre liés à la route : nature et état du revêtement de surface

Les valeurs suivantes **seront** adoptées en Algérie

Devers minimal :  $d_{min} = 2.5 \%$

Ce devers ne sera prévu que si la chaussée doit être exécutée dans de bon conditions (couche de base réalisée au finisher et guidée sur fil). Il sera réservé essentiellement aux routes de catégorie 1 et 2.



### Devers vers l'intérieur des courbes

En courbe, le devers permet de :

assurer un bon écoulement des eaux superficielles

compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules

améliorer le guidage optique.

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

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

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

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%	7%	7%
- Cat 3-4	8%	8%	7%
- Cat 5	9%	9%	9%

**Tableau 28 : Devers en fonction de l'environnement**

### Détermination des dévers aux rayons en plan

1er cas :

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

2ème cas :

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

3ème cas :

Si  $RHN \leq R \leq RHd$  , le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHN et celui associé à RHd.

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

4ème cas :

Si  $RHm < R < RHN$ , la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en 1/R.

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

**Remarque :**

- $RHm \leq R1 \leq RHN \quad \Rightarrow \quad$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- $RHm \leq R2 \leq RHN \quad \Rightarrow \quad$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- $RHm \leq R3 \leq RHN \quad \Rightarrow \quad$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- $RHm \leq R4 \leq RHN \quad \Rightarrow \quad$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- $RHm \leq R5 \leq RHN \quad \Rightarrow \quad$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- $RHm \leq R6 \leq RHN \quad \Rightarrow \quad$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN
- $RHm \leq R7 \leq RHN \quad \Rightarrow \quad$  Interpolation entre devers RHm et celui de RHN

Dévers associés	
d( R1 )	6,35%
d( R2 )	6,59%
d( R3 )	6,35%
d( R4 )	6,35%
d( R5 )	6,35%
d( R6 )	6,35%
d( R7 )	6,35%

### Longueur de ces raccordements

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

#### La condition de confort dynamique

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

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

#### La condition Optique

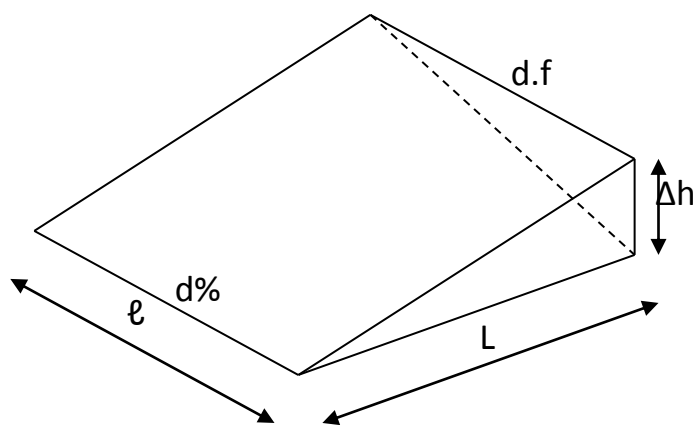
Cette condition a pour objet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels, et en particulier de rendre perceptible suffisamment à l'avance la courbure du tracé, de façon à obtenir la sécurité de conduite la plus grande possible.

$$L_2 \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

#### Condition de gauchissement :

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

long du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe.

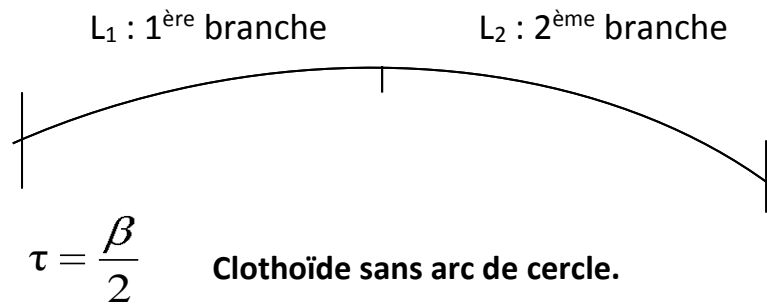


$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr$$

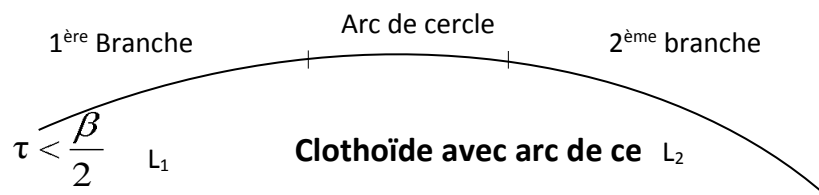
Figure11: Condition de gauchissement

**Vérification de non chevauchement**

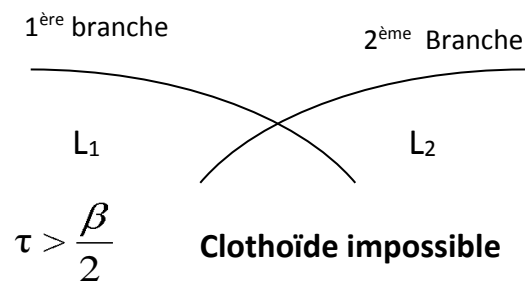
**1<sup>er</sup> cas :**



**2<sup>ème</sup> cas :**



**3<sup>ème</sup> cas :**



Application à notre projet :

N° Virages	Conditions						
	gauchissement	Confort dynamique	Optique	Non Chevauchement		Lmax (m)	L choisie (m)
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	$\tau$ (gr)	$\beta/2$ (gr)		
1	61,95	38,32	109,54	7,0028	11,3453	109,54	110
2	63,66	40,61	107,33	7,1620	38,2045	107,33	108
3	61,95	38,32	109,54	7,0028	20,0780	109,54	110
4	61,95	38,32	109,54	7,0028	19,8025	109,54	110
5	61,95	38,32	109,54	7,0028	35,5763	109,54	110
6	61,95	38,32	109,54	7,0028	20,6020	109,54	110
7	61,95	38,32	109,54	7,0028	24,2564	109,54	110

### Calcul des paramètres des deux clothoïde

Paramètre de la clothoïde		Virage 3	Virage 4	Virage 5	Virage 6	Virage 7
R	Rayon	500 m	500 m	500 m	500 m	500 m
L	Longueur de la clothoïde	110 m	110 m	110 m	110 m	110 m
A	Paramètre de la clothoïde	235	235	235	235	235
$\alpha$	angle au sommet	159,8441 gr	160,3951 gr	128,8474 gr	158,7961 gr	151,4872 gr
$\beta$	angle au centre	40,1559 gr	39,6049 gr	71,1526 gr	41,2039 gr	48,5128 gr
$\tau$	angle des tangentes	7,0030 gr	7,0030 gr	7,0030 gr	7,0030 gr	7,0030 gr
$\gamma$	angle au centre Partie circulaire	26,1499 gr	25,5989 gr	57,1466 gr	27,1979 gr	34,5068 gr
XKE	abscisse de l'extrémité de la cloth.	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
YKE	ordonnée de l'extrémité de la cloth.	4,03	4,03	4,03	4,03	4,03
$\sigma$	angle Polaire	2,3332 gr	2,3332 gr	2,3332 gr	2,3332 gr	2,3332 gr
Lcercle	Long, de la partie circulaire	205,38 m	201,05 m	448,83 m	213,61 m	271,02 m
SL	longueur de la corde KA-KE	110,07 m	110,07 m	110,07 m	110,07 m	110,07 m
Xo	abscisse du centre	55,11 m	55,11 m	55,11 m	55,11 m	55,11 m
Yo	ordonnées du centre	501,01 m	501,01 m	501,01 m	501,01 m	501,01 m
KA-O	distance Ka-cente	504,03 m	504,03 m	504,03 m	504,03 m	504,03 m
DR	Ripage	1,00 m	1,00 m	1,00 m	1,00 m	1,00 m
DT	Developée totale	425,38 m	421,05 m	668,83 m	433,61 m	491,02 m
T	distance S-KA	218,57 m	216,18 m	368,40 m	223,15 m	255,81 m
TK	tangente courte	36,74 m	36,74 m	36,74 m	36,74 m	36,74 m
TL	tangente longue	105,94 m	105,94 m	105,94 m	105,94 m	105,94 m
t		163,46 m	161,07 m	313,29 m	168,04 m	200,70 m
biss		26,99 m	26,25 m	90,89 m	28,43 m	39,70 m

***Tableau 29: Eléments de la clothoïde***

**Représentation graphique de notre axe**

**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.

**Clothoïde 1**

R3 = 500 m    L = 110 m    d(R2) = 6.35 %    dmin = 2.50%    Δd = 7.5%

**1<sup>ère</sup> branche de clothoïde**

Bord extérieur

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

L =	110,00 m	x =	74,58 m
N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	-2,50%	-2,50%
P1	10	-1,70%	-2,50%
P2	20	-0,89%	-2,50%
P3	30	-0,09%	-2,50%
P4	40	0,72%	-2,50%
P5	50	1,52%	-2,50%
P6	60	2,33%	-2,50%
P7	70	3,13%	-2,50%
P8	80	3,94%	3,94%
P9	90	4,74%	4,74%
P10	100	5,55%	5,55%
KE	110,00 m	6,35%	6,35%

## PROFIL EN LONG

C'est une coupe longitudinale du terrain naturel suivant un plan vertical passant par l'axe du tracé de la route.

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

### Ligne rouge

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

passages aux points obligés

équilibre entre remblais et déblais

respecter les normes techniques relatives aux rayons de raccordement

assurer un bon écoulement des eaux usées et pluviales.

### Rayons de raccordement

Le choix des rayons de raccordement doit satisfaire les deux conditions suivantes :

condition de visibilité (déclivités formant un angle saillant)

condition de confort (déclivités formant un angle rentrant)

### Condition de confort

Le rayon de raccordement doit vérifier la condition de confort de l'usagé, pour cela il faut que :

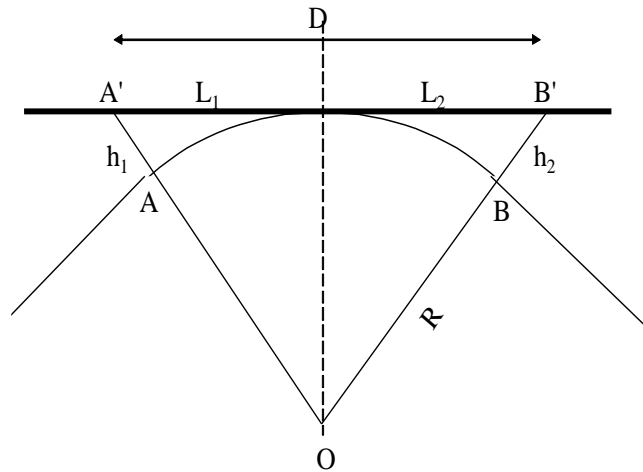
$$\frac{v^2}{R} \leq \frac{g}{20} \Rightarrow R \geq \frac{20}{g} v^2 \quad \text{pour } g = 9.81 \text{ m/s}^2 \text{ on a :}$$

$$R \geq 0.15 v^2 \quad v : \text{km/h} \quad \text{et } R \text{ en m}$$

### Condition de

### visibilité

Pour assurer au conducteur une bonne visibilité de la route, on adoptera une valeur de rayon convenable.



**Données:**

**Figure12: visibilité "profil en long"**

$h_1$  : hauteur de l'oeil du conducteur

$h_2$  : hauteur de l'obstacle =  $BB'$

$A'$  : l'œil du conducteur

$D$  = distance entre le conducteur et l'obstacle  $B'$

$$(R + h_1)^2 = L_1^2 + R^2 \Rightarrow R^2 + h_1^2 + 2R \cdot h_1 = L_1^2 + R^2 \quad (1)$$

$$(R + h_2)^2 = L_2^2 + R^2 \Rightarrow R^2 + h_2^2 + 2R \cdot h_2 = L_2^2 + R^2 \quad (2)$$

$$\Rightarrow L_1^2 = h_1^2 + 2R \cdot h_1 \quad \text{et} \quad L_2^2 = h_2^2 + 2R \cdot h_2$$

$h_1^2$  et  $h_2^2$  sont très petit par rapport à  $2R \cdot h_1$  et  $2R \cdot h_2$

donc :

$$L_1^2 = 2R h_1 \quad \Rightarrow L_1 = \sqrt{2R h_1}$$

$$L_2^2 = 2R h_2 \quad \Rightarrow L_2 = \sqrt{2R h_2}$$

$$L_1 + L_2 = D = \sqrt{2R h_1} + \sqrt{2R h_2} \Rightarrow D = \sqrt{2R} (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

Pour les  $\underline{\hspace{2cm}}$   $R_{\min} = \frac{D^2}{2h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1 \cdot h_2}}$  chaussées bidirectionnelles :

Risque de collision entre deux véhicules :  $h_1 = 1.00$  m,  $h_2 = 1.20$  m



avec  $d = D/2$  : distance d'arrêt en attention concentrée

$$R = 0.436 d^2 \quad \text{et} \quad d = 0.01 V^2 + 0.2V$$

Pour les

chaussées

unidirectionnelles :

Risque de collision avec un obstacle :  $h_1 = 1.00\text{m}$ ,  $h_2 = 0.15\text{ m}$

avec  $d = D$  : distance d'arrêt en attention diffuse :

$$R = 0.222 d^2 \quad \text{et} \quad d = 0.01 V^2 + 0.4V$$

### Raccordement parabolique

En pratique l'arc de cercle est assimilé à un branche de parabole ayant pour équation :

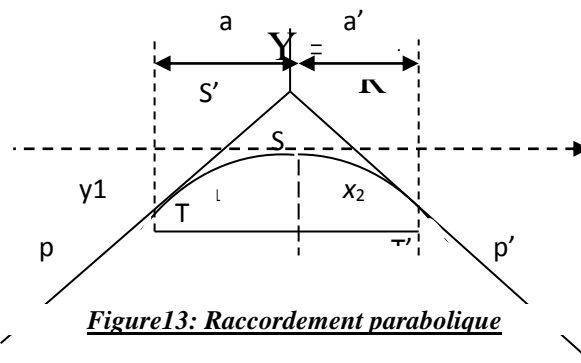


Figure 13: Raccordement parabolique

L'équation de la tangente en un point quelconque d'abscisse X s'écrit sous la forme :

$$Y' = \frac{X}{R}$$

Au point de tangence T et T', Y représente la pente ou la rampe. Les coordonnées du sommet de la parabole s'obtient :

$$\begin{cases} x_1 = pR \\ y_1 = \frac{p^2 R}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} x_2 = p'R \\ y_2 = \frac{p'^2 R}{2} \end{cases}$$

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

Dans le cas ou les déclivités sont de sens contraire

$$a = a' = \frac{R}{2} (p + p')$$

Dans le cas ou les déclivités sont de même sens

$$a = a' = \frac{R}{2} (p - p')$$

La flèche est donnée par :

$$F' = \frac{R}{2} \left( \frac{p \pm p'}{2} \right)^2$$

Ou p et p' sont en valeur absolue

**Rayon de courbure pour 2 déclivités formant un angle saillant.**

Rayon Minimum absolu d'après les normes du B40 est :

$$R_{vm} = 6000 \text{ m}$$

**Rayon de courbure pour 2 déclivités formant un angle rentrant**

La condition de visibilité ne se pose pas, le rayon est imposé par la condition de confort.

Rayon Minimum absolu d'après les normes du B40 est :

$$R'v = 3000 \text{ m}$$

**Application à notre projet :**

Les déclivités et les Rayons choisis:

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	157.610	725620.17, 3943472.70	157.610
Pente = -2.780 %	439.606	439.776				
			439.606	145.389	725395.31, 3943850.44	148.118
Arc de parabole	441.734	441.779				
Rayon = 12000.0000						
S bas = 773.606						
Z bas = 140.752						
			881.340	141.240	725243.70, 3944261.82	136.859
Rampe = 0.901 %	640.983	641.009				
			1522.323	147.016	724687.57, 3944528.43	160.264
Arc de parabole	343.989	344.006				
Rayon = -12000.0000						
S haut = 1630.323						
Z haut = 147.503						
			1866.312	145.185	724349.78, 3944593.42	147.660
Pente = -1.965 %	2241.999	2242.432				
			4108.311	101.121	723050.72, 3945997.51	102.052
Arc de parabole	202.313	202.329				
Rayon = 12000.0000						
			4310.625	98.850	723178.24, 3946152.79	98.547
Pente = -0.279 %	2086.643	2086.651				
			6397.268	93.018	723978.54, 3947737.79	93.018
Longueur totale	6397.268					

**Paramètre cinématique**

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

Les paramètres sont :

**Distance de freinage**

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

$$d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell \pm i)}$$

Avec :

V<sub>r</sub> : vitesse de référence V<sub>r</sub> = 100 Km/h

g : accélération de la pesanteur = 9.81 m/s<sup>2</sup>

fℓ: coefficient de frottement

i : rampe ou pente.

$$\text{Palier} \Rightarrow do = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g \cdot f \ell}$$

$$\text{Pente} \Rightarrow do = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f \ell - i)}$$

$$\text{Rampe} \Rightarrow do = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f \ell + i)}$$

Le tableau suivant donne la valeur de (fℓ) retenues pour l'Algérie d'après B40.

$V_r$ (Km/h) <b>CAT</b>	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0.45	0.42	0.39	<b>0.36</b>	0.33	0.30
CAT 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.036	/

*Tableau30: Valeur de fl*

Catégorie 1       $V_r = 100 \text{ km/h} \Rightarrow f \ell = 0.36$

*Exemple de calcul :*

-      Pente  $P_1 = -2.349 \%$

En rampe

$$do = 0.04 \frac{100^2}{9.81(0.36 - 0.02349)}$$

**do = 121.16 m**

En Rampe

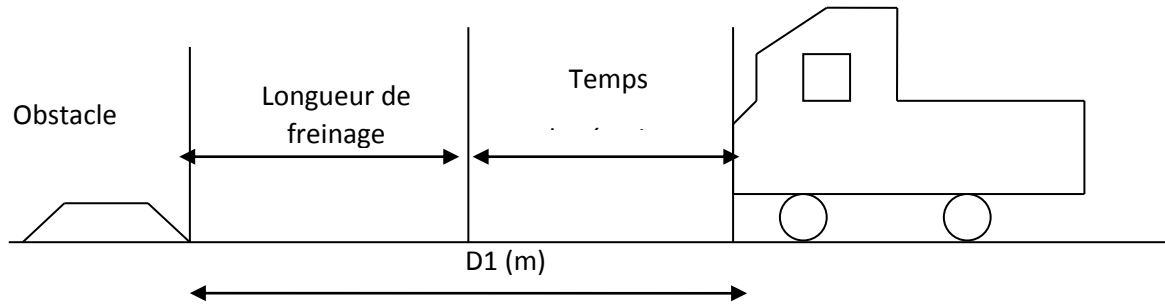
$P_2 = 3.045 \%$

$$do = 0.04 \frac{100^2}{9.81(0.36 + 0.03045)}$$

**do = 104.43 m**

**Distance d'arrêt en alignement droit ( $d_1$ )**

C'est la distance minimum parcourue par un véhicule entre le moment où l'obstacle devient visible et celui où le véhicule s'arrête.



**Figure 14: distance d'arrêt en alignement droit**

$V_r > 60 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 1.8 \text{ s} \rightarrow d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)}$

$V_r \leq 60 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 2 \text{ s} \rightarrow d_1 = d_0 + 0.56 V_r \text{ (km/h)}$

Pour  $V_r = 100 \text{ km/h} \rightarrow t = 1.8 \text{ s}$

$d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)}$

Pour  $d_0 = 121.16 \text{ m}$

$d_1 = 0.50 (100) + 121.16 = \mathbf{171.16 \text{ m}}$

Pour  $d_0 = 104.43 \text{ m}$

$d_1 = 0.50 (100) + 104.43 = \mathbf{154.43 \text{ m}}$

**Distance d'arrêt en courbes ( $d_2$ )**

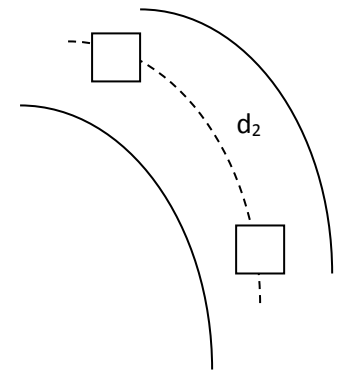
$V_r > 60 \text{ (km/h)} \rightarrow t = 1.8 \text{ s} \rightarrow d_1 = 1.25 \times d_0 + 0.50 V_r$

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

$$d_2 = 0.50 V_r + 1.25 d_0$$

Pour  $d_0 = 121.16$  m

$$d_2 = 0.50 (100) + 1.25 \times 121.16 = \mathbf{201.45 \text{ m}}$$



**Figure15; Distance d'arrêt en courbe**

Pour  $d_0 = 104.43$  m

$$d_2 = 0.50 (100) + 1.25 \times 104.43 = \mathbf{180.53\text{m}}$$

**Distance de visibilité de manœuvre de dépassement**

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

Valeurs retenues (voir tableau ci-après)

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

**Tableau 31 ; Distance de visibilité de manœuvre de dépassement**

**Distance de sécurité entre véhicules**

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

$$E = a + bv + c \cdot v^2$$

$$D = E = 8 + 0.2V_r + 0.003 \cdot V_r^2$$

$$\text{Donc : } E = 8 + 0.2 \times 100 + 0.003 \times 100^2 = \mathbf{58 \text{ m}}$$

## PROFIL EN TRAVERS

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

Les profils en travers ont une importance particulière ils permettent :

le calcul des surfaces remblais et déblais

la représentation du corps de chaussée

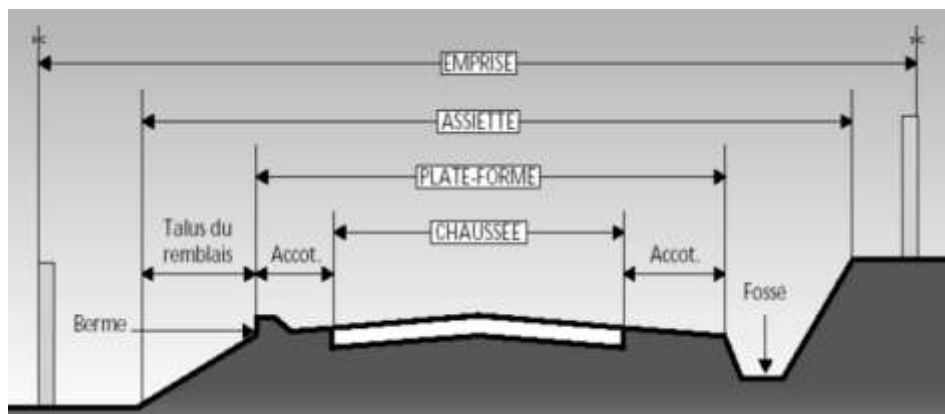
la représentation des relèvements des virages

### Point fictif :

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

### Profil en travers type :

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



*Figure16: Les éléments d'une route*

**Assiette** : l'assiette de la route est la surface du terrain réellement occupée par la route. Elle est limitée par l'intersection avec le terrain naturel des talus de déblai et de remblai et de la surface extérieure des ouvrages indispensables de la route.

**Plate forme** : La plate forme est la surface de la route qui comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement les terres plaines

### **Chaussée** :

- Au sens géométrique, c'est la surface aménagée pour la circulation des véhicules.

- Au sens structural, c'est l'ensemble des couches de matériaux disposés pour supporter la circulation.

**Accotement** : *C'est la zone latérale et la plate forme qui borde extérieurement la chaussée.*

**Talus** : *l'inclinaison des talus est fonction de la nature du sol représentant les pentes des talus, en déblai 1/1, en remblai 2/3.*

**Fossé** : *les fossés sont des rigoles creusées dans le terrain pour assurer l'écoulement des eaux.*

**Emprise** : *l'emprise de la route est la surface du terrain appartenant à la collectivité et affectée pour la route ainsi qu'à ses dépendances.*

**Berme** : *c'est un talus constitué longitudinalement pour réduire son importance*

### **Structure de la chaussée**

#### **Définition :**

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

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

des efforts dus aux véhicules

de l'aptitude du terrain de fondation à résister aux efforts.

#### **Les efforts dus aux véhicules**

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

des forces verticales dues au poids du véhicule entraînant un poinçonnement en cas de stationnement prolongé ;

des efforts tangentiels dus à l'effort du moteur pour faire avancer le véhicule, à l'effort inverse en cas de freinage et à la résistance aux efforts transversaux (force centrifuge)



des forces dynamiques dues aux vibrations des véhicules (mouvement relatif entre les roues et le châssis par l'intermédiaire des amortissements.

Il existe enfin une cause importante de l'usure des chaussées qui est la répétition de passage des charges. La route se fatigue au fur et à mesure d'une façon irréversible.

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

### **Résistance des sols de fondation :**

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

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

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

### **Les différentes catégories de chaussées**

#### **Chaussées souples**

Elles sont constituées en théorie d'une superposition de couches de matériaux ou agrégats compactés recouvert d'un revêtement plus ou moins épais à base de bitume appelé couche de roulement.

Les couches formant ce type de chaussées ne présentent pas de résistance à la traction, alors les contraintes se répartissent dans les différentes couches puis dans le sol. Ce qui implique que le sol peut être souple mais doit avoir une certaine résistance.

#### **Chaussées rigides :**

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

rapides. Elles sont recommandées pour les routes à trafic lourd et sont à éviter sur des sols souples.

### **Chaussées semi-rigides :**

Elles sont constituées tout ou partie de matériaux traités aux liants hydrauliques (ciment, laitier granulé, par exemple).

### **Choix du type de chaussée**

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

On retiendra dans notre projet le type de chaussées souple

elles sont économiques

elles sont les plus employées dans la voirie urbaine car les charges et le trafic, ne sont pas importantes.

elles permettent l'utilisation des matériaux locaux

elles sont antidérapantes même mouillé

leur mise en place et leur entretien est facile

elles représentent une surface agréable au roulement.

### **Structure de la chaussée souple**

#### **Couche de roulement**

Son rôle est d'absorber les efforts de cisaillement dus à la circulation des véhicule et d'assurer l'étanchéité de la chaussée.

Elle est réalisée avec des enrobés en bitume soit à chaud soit à froid, elle peut être à bicouches ou à tri couches.

#### **Couche de base**

C'est la couche essentielle de la chaussée. Son rôle est à résister aux charges verticales dues à la circulation et de répartir les pressions à la couche de fondation et de résister également aux efforts de cisaillement.

Elle est réalisée avec grave concassée et pouvant être améliorée par un compactage ou par l'incorporation d'un liant hydraulique (ciment ou chaux) ou hydrocarbonée (bitume, goudron).

### **Couche de fondation**

Elle sert de liaison avec le sol et répartit les contraintes dans celui-ci. Elle est réalisée avec des matériaux les moins nobles, comme tout venant, bien que parfois on utilise des graves améliorés ou ciment ou laitier pour faire des couches de fondation et augmenter ainsi la rigidité de l'ensemble.

### **Couche anti-contaminante**

Elle évite la pollution des couches de fondation par des remontées du terrain sous-jacent

(terrain à sols fins : remontée d'argile et de limons à granulométrie très sensible à l'eau). En outre cette couche peut être :

### **Couche anti-capillaire**

### **Couche drainante**

### **Protection anti-gel**

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

Les méthodes de dimensionnement du corps de chaussée dépendent des données de suivantes :

qualités mécaniques du sol de fondation ;

sensibilité à l'eau du sol de fondation

qualités mécaniques des couches de chaussées dans leur aptitude à supporter les charges et à les répartir ;

trafic.

Il existe plusieurs méthodes :

### **Méthode de C.B.R :**

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

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

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

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$E = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{CBR} + 5}$$

### **Remarque :**

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

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

Avec :

- **e** : Epaisseur de la chaussée (cm)
- **P** : Charge de la roue maximale (tonnes).
- **I<sub>CBR</sub>** : Indice de CBR
- **N** : Nombre moyen journalier de camion de plus de 3500 kg vide qui circule sur la chaussée.

## **Calculs**

### **Données :**

- TMJA = 6000 VPL/J
- % poids lourd : 20 %
- Taux d'accroissement  $\tau = 5 \%$
- Durée de vie : 20 ans
- Indice « CBR » :  $I_{\text{CBR}} = 5$
- Poids max de la roue : 6.5 t
- $T_0 = \text{TMJA} \times \% \text{PL}$

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

$$N_0 = \text{TMJA} \times \text{PL}\% = 6000 \times 0.20 = 1200 \text{ VPL/J}$$

$$N_1 = N_0 (1 + \tau)^2 = 1200 (1 + 0.05)^2 = 1608 \text{ VPL/J}$$

### **Le trafic de l'année horizon à la 10ème année « durée de vie »:**

$$N_n = N_1 (1 + \tau)^n = 1608 (1 + 0.05)^{20} = 4267 \text{ VPL/J}$$

$$\mathbf{T_{20} = 4267 \text{ UVP/J}}$$

$$e \text{ (m)} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \left( 75 + 50 \cdot \log \frac{4267}{10} \right)}{5 + 5}$$

$$\mathbf{e = 63 \text{ cm}}$$

Chaque matériau est donné par son coefficient d'équivalence :

L'épaisseur totale équivalente sera

$$e_{\text{équi}} = a_1e_1 + a_2e_2 + a_3e_3 + a_4e_4$$

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

Tableau 32: matériaux et coefficients d'équivalence

**a- Couche de revêtement : En béton Bitumineux.**

$e_1 = 6 \text{ cm}$  soit un coefficient équivalent :  $a_1 = 2 \rightarrow e_1 \times a_1 = 12 \text{ cm}$

**b- Couche de base en grave Bitume .**

$e_2 = 12 \text{ cm}$  soit un coefficient équivalent :  $a_2 = 1.5 \rightarrow e_2 \times a_2 = 18 \text{ cm}$

**b- Couche de base en grave concassé**

$e_3 = 20 \text{ cm}$  soit un coefficient équivalent :  $a_3 = 1 \rightarrow e_3 \times a_3 = 20 \text{ cm}$

**c- Couche de fondation en Tuf**

On a le coefficient équivalent  $a_4 = 0.6$

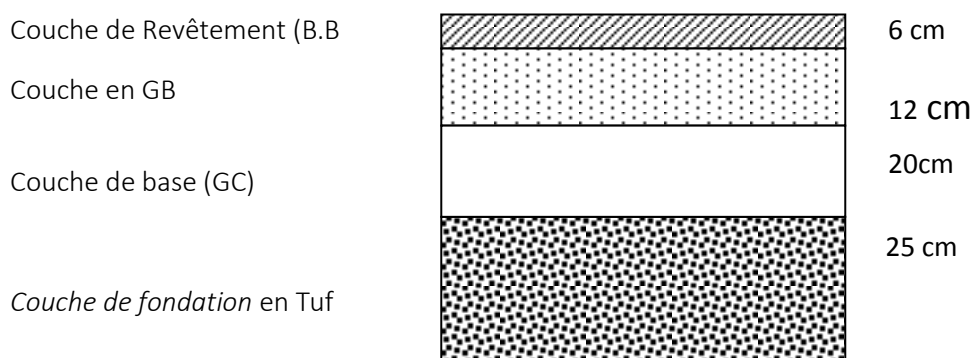
$\text{Équin} = a_1e_1 + a_2e_2 + a_3e_3 + a_4e_4 = 12 + 18 + 20 + 0.6 e_3 = 65 \text{ cm}$

$e_3 = 15 / 0.6 = 25 \text{ cm}$

Tableau des différentes couches

Couche	e	coef	e equ
BB	6 cm	2	12 cm
GB	12 cm	1,5	18 cm
GC	20 cm	1	20 cm
Tuf	25 cm	0,6	15 cm
$\Sigma$	63 cm	$\Sigma$	65 cm

Tableau 33: corps de chaussée "matériaux et épaisseurs"



**Figure 17 : Différentes couches du corps de chaussée**

## IMPLANTATION

L'implantation est 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.

#### **A- Implantation planimétrique des sommets des alignements**

##### Par rayonnement

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

##### Par intersection

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

## Par coordonnées polaires

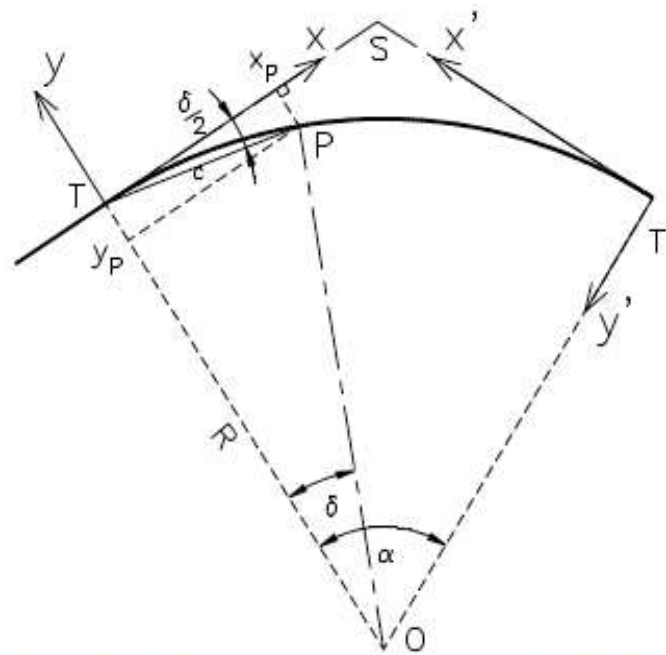
Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

### **B - Implantation de courbes**

#### Raccordement circulaire

Méthode d'implantation :

- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente



**Figure 18 : Implantation partie circulaire**

- Par Abscisses et ordonnées sur la corde

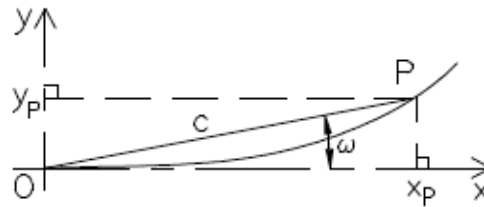
1. Origine : point de tangence
2. Origine : milieu de la corde

- Par coordonnées polaires

#### Raccordement progressif



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



**Figure 19 : Méthode d'implantation**

**Piquetage par coordonnées rectangulaires**

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

**Piquetage par coordonnées Polaires**

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

**C- 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.

### Application à notre 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 1 :

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS

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

L = 104 m    R= 450 m    A = 216.33

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

<b>Pts</b>	<b>iΔL (m)</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>
<b>KA</b>	0 m	0,000 m	0,000 m
<b>1</b>	10 m	10,000 m	0,004 m
<b>2</b>	20 m	20,000 m	0,028 m
<b>3</b>	30 m	30,000 m	0,096 m
<b>4</b>	40 m	39,999 m	0,228 m
<b>5</b>	50 m	49,996 m	0,445 m
<b>6</b>	60 m	59,991 m	0,769 m
<b>7</b>	70 m	69,981 m	1,221 m
<b>8</b>	80 m	79,963 m	1,823 m
<b>9</b>	90 m	89,933 m	2,595 m
<b>10</b>	100 m	99,886 m	3,558 m
<b>KE</b>	104 m	103,861 m	4,002 m

Tableau 34 : Eléments d'implantation clothoïde

#### Partie circulaire

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente

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

$$Y_i = R [1 - \cos i\delta]$$

Nombre de point : 10 points (par symétrie)

R= 450 m     $\gamma = 96.4090$  gr     $\gamma/2 = 38.2045$  gr    Nombre de point : 10

$\delta = 3,8205$  gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1- cos (δ))
<b>T</b>	<b>0,000 gr</b>	0,000 m	0,000 m
<b>1</b>	3,8205 gr	28,789 m	0,864 m
<b>2</b>	7,6410 gr	57,474 m	3,453 m
<b>3</b>	11,4615 gr	85,952 m	7,758 m
<b>4</b>	15,2820 gr	114,120 m	13,763 m
<b>5</b>	19,1025 gr	141,878 m	21,447 m
<b>6</b>	22,9230 gr	169,125 m	30,782 m
<b>7</b>	26,7435 gr	195,763 m	41,734 m
<b>8</b>	30,5640 gr	221,696 m	54,264 m
<b>9</b>	34,3845 gr	246,831 m	68,327 m
<b>M</b>	38,2045 gr	271,074 m	83,870 m

**Tableau 35 Eléments d'implantation cercle 1**

Raccordement progressif 1 (forme symétrique)

Clothoïde 2 :

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS

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

$$L = 110 \text{ m} \quad R = 500 \text{ m} \quad A = 234.52$$

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

Pts	iΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,003 m
2	20 m	20,000 m	0,024 m
3	30 m	30,000 m	0,082 m
4	40 m	39,999 m	0,194 m
5	50 m	49,997 m	0,379 m
6	60 m	59,994 m	0,654 m
7	70 m	69,986 m	1,039 m
8	80 m	79,973 m	1,551 m
9	90 m	89,951 m	2,208 m
10	100 m	99,917 m	3,029 m
KE	110 m	109,867 m	4,030 m

**Tableau 36 Eléments d'implantation clothoïde 2**

Partie circulaire

Méthode choisie : Par abscisse et ordonnées sur la tangente

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

$$Y_i = R [1 - \cos i\delta]$$

Nombre de point : 4 points (par symétrie)

R= 480 m     $\gamma = 76.4090$  gr     $\gamma/2 = 38.2045$  gr    Nombre de point : 10  
 $\delta = 3.8205$  gr

Pts	iδ	Xi = R . sin iδ	Yi= R(1- cos (δ))
<b>T</b>	<b>0,0000 gr</b>	0,000 m	0,000 m
<b>1</b>	3,8205 gr	28,789 m	0,864 m
<b>2</b>	7,6410 gr	57,474 m	3,453 m
<b>3</b>	11,4615 gr	85,952 m	7,758 m
<b>4</b>	15,2820 gr	114,120 m	13,763 m
<b>5</b>	19,1025 gr	141,878 m	21,447 m
<b>6</b>	22,9230 gr	169,125 m	30,782 m
<b>7</b>	26,7435 gr	195,763 m	41,734 m
<b>8</b>	30,5640 gr	221,696 m	54,264 m
<b>9</b>	34,3845 gr	246,831 m	68,327 m
<b>M</b>	38,2045 gr	271,074 m	83,870 m

Tableau 37 : Eléments d'implantation cercle 2

## CUBATURE

Les cubatures sont des opérations qui permet de calculer les volumes des terres en déblais et remblai

### Methode de calcul :

Pour le calcul des surfaces en déblai et en reblai , on a tenu compte de la méthode exacte c'est-à-dire divisé la surface considérée en des triangles et trapèzes pour cas déblai.

L'évaluation du volume compris entre les surfaces qui définissent d'une part le terrain naturel et d'autre part le projet constituant les cubatures des terrassements.

Pour le calcul des cubatures ; on doit tenir compte d'une couche de terre végétale de (0.30m), et de L'épaisseur du corps de chaussée qui est calculé (0,44m).

La méthode pratique de calcul consiste à décomposer les figures qui se présentent sur profil en travers en figures géométriques calculables ; en suite calculer les surfaces ; puis multiplier leur somme par la longueur d'application de chaque profil à fin d'avoir le volume suivant la nature du profil

### Cas de déblai

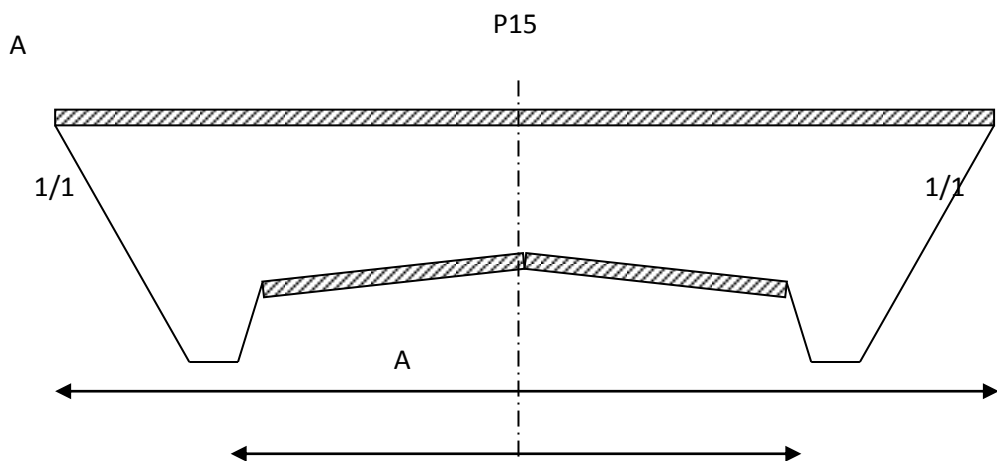
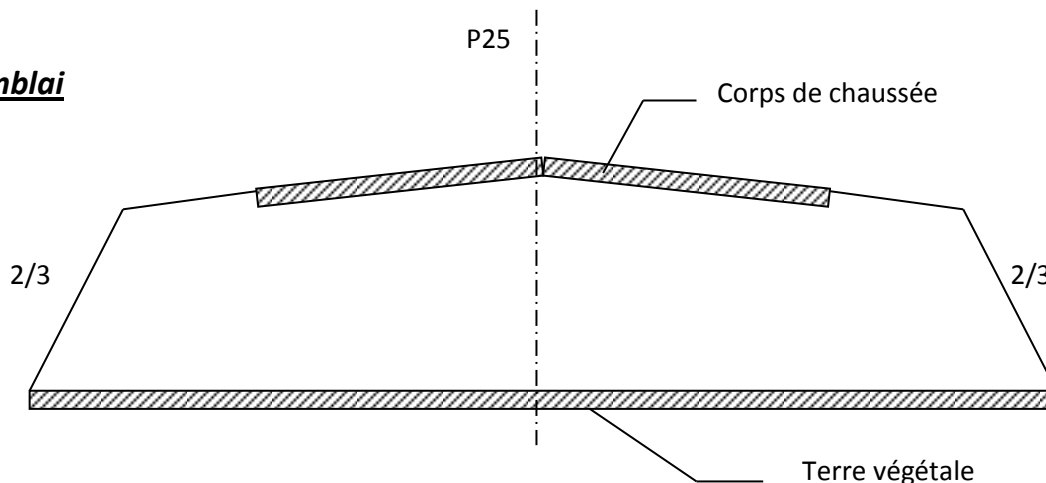


Figure 1: Cubature "Cas de Déblai"

**Cas de Remblai**



**Figure 2: Cubature "Cas de Remblai"**

**Cas de profil mixte**

Le profil mixte c'est la combinaison des deux cas c'est à dire cas de déblai + remblai . Pour le calcul de surface d'un profil mixte on calcule la partie déblais puis la partie remblai chacun avec ses formule propres.

Les calculs de cubatures s'est réalisé en utilisant le logiciel Covadis

N° Profil	Abscisse	Long. d'app.	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1.1	0,00	20,00	7,26	2,68	9,94	198,78	198,78	0,02	0,58	0,60	11,97	11,97
P1.2	40,00	40,00	10,34	10,73	21,07	842,93	1041,71	0,02	0,02	0,04	1,54	13,50
P1.3	80,00	40,00	18,53	21,71	40,24	1609,67	2651,38	0,02	0,02	0,04	1,49	14,99
P1.4	120,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2651,38	14,82	14,48	29,31	1172,22	1187,22
P1.5	160,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2651,38	50,26	58,97	109,23	4369,11	5556,33
P1.6	200,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2651,38	53,37	65,25	118,62	4744,62	10300,95
P1.7	240,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2651,38	61,15	74,40	135,55	5421,82	15722,77
P1.8	280,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2651,38	79,14	87,82	166,96	6678,44	22401,21
P1.9	320,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2651,38	104,83	118,55	223,38	8935,36	31336,57
P1.10	360,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2651,38	51,20	82,88	134,08	5363,37	36699,95
P1.11	400,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2651,38	14,98	35,44	50,42	2016,97	38716,92
P1.12	440,00	40,00	32,81	5,21	38,02	1520,81	4172,18	0,02	0,81	0,84	33,52	38750,44
P1.13	480,00	40,00	81,11	47,34	128,45	5138,04	9310,22	0,02	0,02	0,04	1,51	38751,95
P1.14	520,00	40,00	115,07	65,54	180,61	7224,47	16534,69	0,02	0,01	0,04	1,46	38753,40
P1.15	560,00	40,00	128,82	53,09	181,91	7276,44	23811,13	0,02	0,01	0,04	1,44	38754,84
P1.16	600,00	40,00	84,82	27,37	112,19	4487,59	28298,72	0,02	0,02	0,04	1,47	38756,31
P1.17	640,00	40,00	15,83	0,00	15,83	633,13	28931,85	0,10	24,57	24,67	986,91	39743,21
P1.18	680,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	25,04	52,05	77,09	3083,66	42826,87
P1.19	720,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	26,28	68,90	95,19	3807,47	46634,34
P1.20	760,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	33,64	72,68	106,33	4253,06	50887,40
P1.21	800,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	30,19	57,71	87,91	3516,33	54403,73
P1.22	840,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	16,48	47,25	63,72	2548,91	56952,64
P1.23	880,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	21,56	51,03	72,58	2903,37	59856,01

*Etude de conception d'un tronçon de route reliant le chemin de wilaya CW35 du giratoire de Dar el beïda*

P1.24	920,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	22,53	55,47	78,00	3120,14	62976,15
P1.25	960,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	17,93	46,04	63,97	2558,79	65534,94
P1.26	1000,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	19,58	52,93	72,51	2900,37	68435,32
P1.27	1040,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	37,51	77,79	115,29	4611,72	73047,04
P1.28	1080,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	54,56	107,57	162,13	6485,05	79532,09
P1.29	1120,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	56,35	150,11	206,46	8258,38	87790,47
P1.30	1160,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	45,98	160,09	206,06	8242,47	96032,94
P1.31	1200,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28931,85	41,77	170,52	212,29	8491,68	104524,62
P1.32	1240,00	40,00	0,32	0,00	0,32	12,85	28944,70	7,79	105,93	113,71	4548,53	109073,15
P1.33	1280,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28944,70	57,08	191,12	248,20	9928,15	119001,30
P1.34	1320,00	40,00	4,19	24,37	28,56	1142,37	30087,07	2,05	0,02	2,07	82,93	119084,24
P1.35	1360,00	40,00	98,89	73,60	172,50	6899,96	36987,03	0,02	0,02	0,04	1,67	119085,91
P1.36	1400,00	40,00	156,54	123,95	280,49	11219,62	48206,65	0,02	0,02	0,04	1,59	119087,50
P1.37	1440,00	40,00	187,45	166,55	354,00	14160,16	62366,82	0,02	0,02	0,04	1,57	119089,07
P1.38	1480,00	40,00	182,54	163,47	346,01	13840,31	76207,13	0,02	0,02	0,04	1,62	119090,69
P1.39	1520,00	40,00	149,28	142,15	291,44	11657,51	87864,64	0,02	0,02	0,04	1,57	119092,26
P1.40	1560,00	40,00	111,19	106,71	217,89	8715,69	96580,33	0,02	0,02	0,04	1,60	119093,85
P1.41	1600,00	40,00	75,90	73,28	149,18	5967,38	102547,71	0,02	0,02	0,04	1,58	119095,44
P1.42	1640,00	40,00	28,39	30,31	58,71	2348,30	104896,02	0,02	0,02	0,04	1,59	119097,03
P1.43	1680,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,02	20,08	14,74	34,82	1392,85	120489,88
P1.44	1720,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,02	38,69	72,83	111,51	4460,59	124950,46
P1.45	1760,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,02	50,16	74,47	124,63	4985,10	129935,56
P1.46	1800,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,02	238,57	244,48	483,05	19322,09	149257,65
P1.47	1840,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,02	43,77	72,30	116,07	4642,60	153900,25
P1.48	1880,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,02	22,07	35,32	57,39	2295,61	156195,87
P1.49	1920,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,02	12,32	15,12	27,44	1097,58	157293,44
P1.50	1960,00	40,00	0,02	0,00	0,02	0,72	104896,74	3,38	14,35	17,73	709,04	158002,48
P1.51	2000,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,74	4,93	14,40	19,33	773,05	158775,53
P1.52	2040,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,74	9,31	16,80	26,11	1044,35	159819,89
P1.53	2080,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,74	14,01	20,65	34,66	1386,45	161206,33
P1.54	2120,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,74	28,78	42,72	71,50	2860,20	164066,53
P1.55	2160,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,74	107,47	129,27	236,73	9469,39	173535,92
P1.56	2200,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,74	25,95	32,35	58,30	2331,82	175867,74
P1.57	2240,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104896,74	5,59	6,90	12,49	499,73	176367,47
P1.58	2280,00	40,00	0,39	0,00	0,39	15,51	104912,25	1,29	5,06	6,35	253,82	176621,29
P1.59	2320,00	40,00	0,16	0,00	0,16	6,48	104918,73	1,69	4,80	6,49	259,50	176880,80
P1.60	2360,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	7,02	8,81	15,82	632,89	177513,69
P1.61	2400,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	15,38	17,87	33,25	1329,84	178843,53
P1.62	2440,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	27,90	28,21	56,11	2244,52	181088,05
P1.63	2480,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	42,35	37,47	79,82	3192,96	184281,01
P1.64	2520,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	81,72	56,17	137,89	5515,70	189796,70
P1.65	2560,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	53,72	64,36	118,09	4723,42	194520,12
P1.66	2600,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	38,43	35,56	73,99	2959,72	197479,84
P1.67	2640,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	29,04	26,42	55,46	2218,40	199698,25
P1.68	2680,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	26,19	21,39	47,58	1903,03	201601,28
P1.69	2720,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	26,83	24,62	51,45	2058,02	203659,31
P1.70	2760,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	27,80	24,31	52,11	2084,23	205743,54
P1.71	2800,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	27,28	27,67	54,94	2197,78	207941,32
P1.72	2840,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	24,88	26,23	51,11	2044,27	209985,58
P1.73	2880,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	18,91	24,09	43,00	1719,84	211705,42
P1.74	2920,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	19,62	24,89	44,52	1780,69	213486,11
P1.75	2960,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	21,30	24,14	45,44	1817,58	215303,69
P1.76	3000,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	20,95	23,14	44,09	1763,51	217067,20
P1.77	3040,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	27,00	26,50	53,50	2139,98	219207,18
P1.78	3080,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	31,36	32,66	64,02	2560,86	221768,03
P1.79	3120,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	35,50	37,04	72,53	2901,23	224669,26
P1.80	3160,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	38,87	38,43	77,31	3092,25	227761,51
P1.81	3200,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	41,15	41,74	82,89	3315,60	231077,11
P1.82	3240,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	45,03	41,93	86,96	3478,42	234555,53
P1.83	3280,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	35,99	28,01	64,00	2559,93	237115,46
P1.84	3320,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104918,73	19,53	12,41	31,95	1277,85	238393,32
P1.85	3360,00	40,00	0,00	0,15	0,15	5,90	104924,63	9,44	2,18	11,63	465,09	238858,41
P1.86	3400,00	40,00	0,49	5,69	6,18	247,04	105171,67	1,35	0,02	1,38	55,00	238913,41

*Etude de conception d'un tronçon de route reliant le chemin de wilaya CW35 du giratoire de Dar el beïda*

P1.87	3440,00	40,00	5,81	11,87	17,68	707,19	105878,86	0,02	0,02	0,04	1,58	238914,99
P1.88	3480,00	40,00	9,07	16,66	25,74	1029,58	106908,44	0,02	0,02	0,04	1,60	238916,60
P1.89	3520,00	40,00	14,63	20,26	34,89	1395,42	108303,86	0,02	0,02	0,04	1,59	238918,19
P1.90	3560,00	40,00	18,09	21,49	39,58	1583,16	109887,02	0,02	0,02	0,04	1,60	238919,78
P1.91	3600,00	40,00	17,08	18,52	35,60	1424,03	111311,05	0,02	0,02	0,04	1,61	238921,39
P1.92	3640,00	40,00	25,74	27,17	52,91	2116,27	113427,32	0,02	0,02	0,04	1,60	238922,99
P1.93	3680,00	40,00	45,12	46,86	91,97	3678,95	117106,27	0,02	0,02	0,04	1,60	238924,60
P1.94	3720,00	40,00	61,71	63,79	125,50	5020,04	122126,31	0,02	0,02	0,04	1,58	238926,18
P1.95	3760,00	40,00	72,24	71,71	143,95	5758,06	127884,37	0,02	0,02	0,04	1,54	238927,72
P1.96	3800,00	40,00	45,66	48,25	93,91	3756,42	131640,80	0,02	0,02	0,04	1,61	238929,33
P1.97	3840,00	40,00	10,04	14,50	24,53	981,35	132622,14	0,02	0,02	0,04	1,60	238930,93
P1.98	3880,00	40,00	7,02	15,49	22,51	900,45	133522,59	0,04	0,02	0,06	2,31	238933,24
P1.99	3920,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,01	133522,60	1,04	0,99	2,03	81,10	239014,34
P1.100	3960,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	36,69	26,00	62,68	2507,37	241521,72
P1.101	4000,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	62,45	38,74	101,18	4047,26	245568,97
P1.102	4040,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	47,43	20,37	67,81	2712,30	248281,28
P1.103	4080,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	47,99	25,62	73,61	2944,51	251225,79
P1.104	4120,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	54,70	37,58	92,29	3691,48	254917,26
P1.105	4160,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	61,20	45,91	107,11	4284,54	259201,80
P1.106	4200,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	66,79	52,69	119,49	4779,47	263981,27
P1.107	4240,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	64,47	49,25	113,72	4548,79	268530,06
P1.108	4280,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	53,10	42,04	95,14	3805,74	272335,79
P1.109	4320,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	35,63	29,86	65,49	2619,73	274955,53
P1.110	4360,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	21,08	17,48	38,56	1542,34	276497,87
P1.111	4400,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	133522,60	8,23	5,25	13,48	539,38	277037,24
P1.112	4440,00	40,00	3,66	6,65	10,31	412,59	133935,19	0,01	0,02	0,03	1,05	277038,30
P1.113	4480,00	40,00	18,25	24,51	42,76	1710,48	135645,67	0,02	0,02	0,04	1,60	277039,90
P1.114	4520,00	40,00	22,10	27,95	50,05	2001,87	137647,54	0,02	0,02	0,04	1,60	277041,49
P1.115	4560,00	40,00	22,47	28,02	50,49	2019,42	139666,96	0,02	0,02	0,04	1,60	277043,10
P1.116	4600,00	40,00	21,40	26,68	48,08	1923,14	141590,10	0,02	0,02	0,04	1,60	277044,70
P1.117	4640,00	40,00	19,72	25,36	45,08	1803,01	143393,11	0,02	0,02	0,04	1,60	277046,30
P1.118	4680,00	40,00	16,99	22,03	39,02	1560,75	144953,86	0,02	0,02	0,04	1,60	277047,90
P1.119	4720,00	40,00	12,46	14,98	27,45	1097,86	146051,72	0,02	0,02	0,04	1,60	277049,50
P1.120	4760,00	40,00	10,64	13,06	23,70	947,92	146999,64	0,02	0,02	0,04	1,60	277051,10
P1.121	4800,00	40,00	5,74	6,95	12,69	507,71	147507,35	0,02	0,02	0,04	1,60	277052,70
P1.122	4840,00	40,00	3,92	4,98	8,91	356,24	147863,60	0,03	0,02	0,05	2,01	277054,71
P1.123	4880,00	40,00	4,48	5,03	9,50	380,06	148243,66	0,02	0,02	0,04	1,75	277056,46
P1.124	4920,00	40,00	4,37	4,04	8,41	336,37	148580,03	0,02	0,03	0,05	1,90	277058,37
P1.125	4960,00	40,00	7,38	7,53	14,90	596,16	149176,19	0,02	0,02	0,04	1,60	277059,96
P1.126	5000,00	40,00	11,14	10,88	22,03	881,02	150057,20	0,02	0,02	0,04	1,60	277061,56
P1.127	5040,00	40,00	12,25	12,58	24,84	993,45	151050,66	0,02	0,02	0,04	1,60	277063,16
P1.128	5080,00	40,00	13,83	15,96	29,80	1191,86	152242,52	0,02	0,02	0,04	1,60	277064,76
P1.129	5120,00	40,00	18,60	21,67	40,27	1610,74	153853,26	0,02	0,02	0,04	1,61	277066,37
P1.130	5160,00	40,00	25,20	35,49	60,68	2427,25	156280,51	0,02	0,02	0,04	1,62	277067,99
P1.131	5200,00	40,00	27,39	36,65	64,04	2561,72	158842,24	0,02	0,02	0,04	1,62	277069,60
P1.132	5240,00	40,00	24,46	18,63	43,10	1723,85	160566,08	0,02	0,02	0,04	1,61	277071,22
P1.133	5280,00	40,00	28,89	24,00	52,89	2115,79	162681,88	0,02	0,02	0,04	1,59	277072,80
P1.134	5320,00	40,00	30,33	28,58	58,91	2356,45	165038,33	0,02	0,02	0,04	1,63	277074,43
P1.135	5360,00	40,00	31,57	23,75	55,33	2213,11	167251,44	0,02	0,02	0,04	1,60	277076,03
P1.136	5400,00	40,00	34,32	26,87	61,18	2447,38	169698,82	0,02	0,02	0,04	1,60	277077,63
P1.137	5440,00	40,00	36,09	33,15	69,24	2769,53	172468,35	0,02	0,02	0,04	1,61	277079,24
P1.138	5480,00	40,00	42,23	43,76	85,99	3439,56	175907,91	0,02	0,02	0,04	1,59	277080,83
P1.139	5520,00	40,00	51,74	53,67	105,41	4216,57	180124,48	0,02	0,02	0,04	1,59	277082,42
P1.140	5560,00	40,00	61,88	63,34	125,23	5009,02	185133,50	0,02	0,02	0,04	1,61	277084,03
P1.141	5600,00	40,00	69,41	72,71	142,12	5684,80	190818,29	0,02	0,02	0,04	1,62	277085,65
P1.142	5640,00	40,00	70,67	67,74	138,41	5536,42	196354,71	0,02	0,02	0,04	1,62	277087,27
P1.143	5680,00	40,00	68,50	62,53	131,03	5241,28	201595,99	0,02	0,02	0,04	1,62	277088,88
P1.144	5720,00	40,00	70,94	60,90	131,84	5273,63	206869,62	0,02	0,02	0,04	1,61	277090,50
P1.145	5760,00	40,00	72,90	65,74	138,63	5545,28	212414,90	0,02	0,02	0,04	1,58	277092,08
P1.146	5800,00	40,00	67,53	61,38	128,91	5156,37	217571,27	0,02	0,02	0,04	1,59	277093,67
P1.147	5840,00	40,00	61,34	57,84	119,19	4767,47	222338,74	0,02	0,02	0,04	1,60	277095,27
P1.148	5880,00	40,00	57,12	49,14	106,27	4250,64	226589,38	0,02	0,02	0,04	1,61	277096,88
P1.149	5920,00	40,00	55,30	48,05	103,35	4134,11	230723,49	0,02	0,02	0,04	1,60	277098,48



P1.150	5960,00	40,00	54,16	45,38	99,54	3981,40	234704,90	0,02	0,02	0,04	1,61	277100,09
P1.151	6000,00	40,00	52,08	45,21	97,29	3891,55	238596,44	0,02	0,02	0,04	1,60	277101,69
P1.152	6040,00	40,00	52,44	47,70	100,14	4005,76	242602,20	0,02	0,02	0,04	1,60	277103,29
P1.153	6080,00	40,00	50,40	48,89	99,30	3971,82	246574,02	0,02	0,02	0,04	1,61	277104,90
P1.154	6120,00	40,00	49,77	49,98	99,76	3990,30	250564,32	0,02	0,02	0,04	1,60	277106,51
P1.155	6160,00	40,00	51,31	50,83	102,14	4085,59	254649,91	0,02	0,02	0,04	1,61	277108,11
P1.156	6200,00	40,00	52,77	52,88	105,65	4226,01	258875,92	0,02	0,02	0,04	1,60	277109,71
P1.157	6240,00	40,00	55,79	55,42	111,21	4448,38	263324,30	0,02	0,02	0,04	1,59	277111,30
P1.158	6280,00	40,00	58,31	58,57	116,88	4675,04	267999,34	0,02	0,02	0,04	1,59	277112,89
P1.159	6320,00	40,00	59,25	60,78	120,03	4801,38	272800,72	0,02	0,02	0,04	1,60	277114,50
P1.160	6360,00	36,70	59,64	56,24	115,88	4253,30	277054,02	0,02	0,02	0,04	1,47	277115,97
P1.161	6393,41	16,70	63,80	65,91	129,72	2166,85	279220,87	0,02	0,02	0,04	0,67	277116,64

Volume cumulé déblais (m <sup>3</sup> )	279220,87
Volume cumulé remblais (m <sup>3</sup> )	277116,64
Excès de déblais (m <sup>3</sup> )	2104,23

## SIGNALISATION ET DISPOSITIFS

### La signalisation

#### **Introduction :**

Parmi les principales composantes de l'environnement routier, on trouve la signalisation. Cette dernière est de deux types, le premier est la signalisation verticale et elle est constituée par des panneaux alors que la deuxième est horizontale et elle est matérialisée par un marquage.

D'après les statistiques sur les accidents, la manœuvre du dépassement et le non respect de la signalisation verticale constituent une grande part dans les causes des accidents, d'où l'intérêt de l'entretien et de la maintenance de la signalisation existante ainsi que de la révision et du renouvellement des plans de signalisation.

L'étude de la signalisation horizontale ou verticale doit plus particulièrement concerner les points singuliers (carrefours, changement de profil en travers).

#### **La signalisation routière horizontale**

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



**Ligne continue**

Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement

---



**Ligne discontinue** trait 3m, intervalle 10m

Dépassement et changement de voie autorisés.

---



**Ligne de rive** trait 3m, intervalle 3,50m

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

---



**Ligne de rive** : trait de 20m, intervalle 6 m

Annonce l'approche d'une intersection.

---



**Ligne de rive** : trait de 38m, intervalle 14 m

Sur autoroute elle délimite la bande d'arrêt d'urgence (BAU), circulation, arrêt, stationnement interdits sauf panne ou incident.

---



**Flèches directionnelles**

Elles imposent aux automobilistes de suivre l'une des directions indiquées

---

**La signalisation routière verticale :**

Indication du caractère prioritaire du dédoublement



Arrêt à l'intersection, Signal de position



Arrêt à l'intersection. Signal avancé



STOP  
150 m

Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée.



Virage à droite



Virage à gauche



## Dispositifs

### **Introduction :**

Les dispositifs de retenues sont nécessaires pour assurer les bonnes conditions de sécurité aux usagers de la route, ils constituent :

### **Glissières de sécurité**

- **Glissières de niveau 1 :** adoptées pour les routes principales.
- **Glissières de niveau 2 et 3 :** adoptées aux endroits où les vitesses appliquées sont faibles.

Eventuellement des glissières sur le T.P.C pour les routes à deux chaussées, et sur accotements en présence d'obstacles ou autre configuration agressive, ou le cas de grandes hauteurs de remblais.

## **La murette de protection en béton armé**

Envisagée lorsque le danger potentiel représenté par la sortie d'un véhicule lourd est important, comme :

- Une section de la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à 10m.

**Application au projet :** parmi ces dispositifs, on a opté à utiliser des glissières de sécurité de niveau 1, et des glissières sur le T.P.C pour la retenue et la séparation.

## **L'éclairage**

L'éclairage de la route doit permettre à ses usagers de circuler en nuit en toute sécurité, il s'agit de la possibilité de percevoir les points singuliers et les obstacles éventuels.

### **▪ L'éclairage de notre route :**

Des lampadaires d'hauteur de 10 à 12m sont implantés sur le T.P.C le long de la section étudiée avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une chaussée, espacés de 20m.

### **▪ L'éclairage au niveau du carrefour :**

On place en courbures des îlots centraux des foyers de l'ordre de 12m d'hauteur pour éclairer les différentes directions et que les bordures des trottoirs soient visibles.

## Devis quantitatif et estimatif

### 1-Devis estimatif :

C'est une pièce technique établie à partir d'une part du devis descriptif et de l'autre part ; il fournit une prévision de dépenses ; il permet au service technique de vérifier la demande et de faire ordonner les paiements en temps utile.

### 2- Devis quantitatif :

C'est le classement rationnel et respectif des quantités d'ouvrages de même nature et de qualité défini par l'avant métré.

### 3-Les éléments du devis quantitatif et estimatif :

- ❖ Décapage de la terre végétale (T.V).
- ❖ Ouverture des fossés.
- ❖ Accotement.
- ❖ Corps de chaussée (BB-GC-GC-TUF).
- ❖ Déblais mis en remblai.

### Application au projet

N	désignation	Unité	quantité	Prix .u.	montant
<b>Section I : installation de chantier</b>					
01	installation de chantier	F	1.00	500 000	500 000.00
<b>Section II : terrassement</b>					
02	Déblai toute nature y compris évacuation des terres excédentaires,				

	transport et toutes sujétions de mise en œuvre.	M <sup>3</sup>	84879.05	500	42439525.00
03	Décapage de la terre végétale	M <sup>2</sup>	4076,37*25= 101909.25	100	10190925.00
04	Remblais provenant d'emprunt y compris transport, compactage arrosage réglage et toutes sujétions de mise en œuvre.	M <sup>3</sup>	84141.38	400	33656552.00
<b>Section III : chaussée</b>					
05	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de forme en tuf sur 28 cm d'épaisseur y compris transport, nettoyage de l'assiette étalage, compactage arrosage, et toutes sujétions de bonne exécution.	M <sup>3</sup>	15979.37	1 300	20773181.00
06	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de fondation en grave concassée 0/40 sur 20 cm d'épaisseur y/c compactage arrosage et toutes sujétions de	M <sup>3</sup>	10843.14	2 000	21686280.00

	bonne exécution.				
07	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'imprégnation en cut-back 0/1 dosé à 1kg/cm <sup>2</sup> .	M <sup>2</sup>	57069.18	150	8560377.00
08	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de base en grave bitume 0/20 sur 12 cm d'épaisseur y/c compactage et toutes sujétions de bonne exécution.	M <sup>2</sup>	7989.69	4 000	31985760.00
09	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>	17120.75	130	2225698 .02
10	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de roulement en béton bitumineux 0/14 sur 06 cm d'épaisseur y/c compactage et toutes sujétions de bonne exécution.	M <sup>2</sup>	coef 4076,37*14*0.8= 45655.34	4500	205449030.00
11	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de				

	tuf pour accotement y compris transport, nettoyage de l'assiette étalage, compactage arrosage, et toutes sujétions de bonne exécution.	M <sup>3</sup>	22501.56	1000	22501560.00
<b>Section IV : assainissement et protection</b>					
15	Réalisation d'un fossé en béton légèrement armé an treillis soudé de dimensions (1.5×0.5×0.5 épai 10cm) (forme trapézoïdale).	ML	2190	3 000	6570000.00
16	Fourniture et mise en place de buses $\phi$ 1000 y compris béton pour radier et d'ouvrages.	ML	60.00	65 000	3900000.00



<b>Section V : signalisation</b>					
17	Séparateur en béton.	ML	8152.74	1500	12229110.00
18	Signalisation horizontale.	ML	16305.48	100	1630548.00
19	Signalisation verticale (panneau de signalisation)		30.00	3000	90000.00
				Total HT	424388546.02
				TVA19%	80633823.74
				Total TTC	505022369.76

**Tableau67: Devis quantitatif et estimatif**

➤ Arrête le présent devis quantitatif et estimatif a la somme en TTC de :

**Cinq cent cinq million vingt deux mile trois cent sois antre neuf dinar et 76cts**

## **CONCLUSION**

Ce présent travail de fin d'étude était l'occasion pour perfectionner nos modestes connaissances dans le domaine des routes.

C'est un travail de base qu'on vient de réaliser, il est d'une utilité incontestable parce qu'il nous a confrontés à certains problèmes et nous a permis entre autre de tirer profit des expériences des personnes qualifiées dans le domaine.

On a essayé de faire le maximum pour respecter les normes du B40 afin d'assurer un meilleur tracé permettant le confort et la sécurité de l'utilisateur car toute négligence peut être fatale.

On était limité par le temps, la documentation ainsi que le manque de salles de dessin et de calculs mais cela ne nous a pas empêché pour venir à bout de ce travail grâce aux orientations de nos professeurs.

Nous espérons acquérir plus dans notre vie professionnelle et toucher les grands projets et surtout voir tout cela de près c'est-à-dire sur terrain.