



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة عبد الحميد بن باديس - مستغانم  
University Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculty of Sciences and Technology

قسم الهندسة المدنية والمعمارية  
Civil engineering & architecture department



N° d'ordre : M ...../GCA/2020

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière :** Génie Civil

**Spécialité :** Voie et Ouvrages d'Art.

### *Thème*

**Etude d'un Tronçon de Route de 5 Km entre Tamanghasset  
et Djannet**

**Présenté par :**

**- AGHLADI Mabrouk**

***Soutenu le 30 / 08 / 2020 devant le jury composé de :***

<b>Président :</b>	KADRI Tahar	Prof
<b>Examineur :</b>	Zelmate Yassine	M.A.A
<b>Encadreur :</b>	BOURDIM Sidi Mohammed El-Amine	M.C.A
<b>Co-Encadreur:</b>	Terki Hassaine Mohamed Issam Eddine	Associé

**Année Universitaire : 2019 / 2020**

## Résumé

Dans notre projet de fin d'étude nous avons traité une étude en APD (Avant Projet Détaillé) d'un tronçon de 5 km de la route nationale RN55 qui relie la ville de Tamanrasset et la ville de Djanet section « Ideles - Bordj El-Haous ».

Pour l'élaboration de ce modeste travail on a suivi un plan de travail et nous avons basé sur des normes tel que le B40 et CTPP, afin de faire une comparaison entre les variantes proposées et par la suite le dimensionnement de la chaussée selon la variante choisie avec un détail de calcul y compris un devis quantitatif et la signalisation horizontale et verticale de ce tronçon de la route nationale RN55.

## Abstract

In our project, we have studied an APD (Detailed Pre-Project) of a 5 km section of the RN55 national road which links the city of Tamanrasset and the city of Djanet section "Ideles - Bordj El- Haous".

For the development of this modest work we followed a work plan and we based on standards such as the B40 and CTPP, in order to make a comparison between the proposed variants and subsequently the dimensioning of the pavement according to the chosen variant, with a detailed calculation including a quantitative estimate and the horizontal and vertical signaling of this section of the national road RN55.

## الملخص

في مشروع نهاية الدراسة الخاص بنا ، تعاملنا مع دراسة تفصيلية قبل المشروع لجزء 5 كيلومترات من الطريق الوطني رقم 55 الذي يربط بين مدينة تمنراست ومدينة جانت جزء إدلس و برج الحواس.

من أجل تطوير هذا العمل المتواضع ، اتبعنا خطة عمل واستندنا إلى معايير مثل B40 و CTPP، من أجل إجراء مقارنة بين المتغيرات المقترحة ومن ثم أبعاد الرصيف وفقاً لما تم إختياره . مع حساب مفصل يتضمن تقديراً كمياً و الإشارات الأفقية والعمودية لهذا الجزء من الطريق الوطني رقم 55.

# Sommaire

<b>Introduction général.....</b>	<b>1</b>
----------------------------------	----------

## **CHAPITRE I : présentation de projet**

Introduction.....	3
Présentation de la wilaya de Tamanrasset .....	3
Situation du projet .....	4
Normes du tracé de la liaison.....	5
Environnement de travail.....	5
Présentation des logiciels utilisés .....	5
Données de base.....	6
Catégorie de la route.....	6

## **CHAPITRE II : ETUDE DES VARIANTES**

Introduction.....	07
L'exigence de sécurité.....	07
Terminologie routière :.....	07
Etude de la variante 1 :.....	08
Dénivelée cumulée moyenne :.....	09
Environnement de la route :.....	14
Vitesse de référence :.....	15
les rayons en plan :.....	15
Cubatures « variante 1 » :.....	17.
Etude de la variante 2 :.....	21
Détermination de l'environnement.....	23
Environnement de la route :.....	28
Vitesse de référence :.....	29
les rayons en plan :.....	29
Cubatures.....	32
Le choix de la variante :.....	35

## **CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARIANTE CHOISIE**

Etude du trafic.....	36
----------------------	----

Dimensionnement du corps de chaussées.....	37
Trace en plan.....	42
Les paramètres cinématiques .....	48
Profil en long.....	57
Profil en travers .....	65
Cubatures .....	78
Assainissement.....	83
Signalisation.....	86
Devis quantitatif et estimatif .....	91
Conclusion général .....	95

Bibliographie

# *Liste des figures*

Figure III.1 : Les couches de corps de chaussée méthode CBR.....	50
Figure III.2 : Les couches de corps de chaussée méthode catalogue.....	50
Figure III.3 : élément de la clothoïde.....	51
Figure III.4 : la propriété declothoïde.....	52
Figure III.5 : Condition de gauchissement.....	53
Figure III.6 : vérification de non chevauchement.....	54
Figure III.7 : Distance de freinage.....	62
Figure III.8 : Temps de perception-réaction.....	63
Figure III.9 : l'espacement entre deux véhicules.....	64
Figure III.10 : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement « dmd ».	65
Figure III.11 : Élément géométriques du profil en long.....	68
Figure III.12 : Schéma de la courbe du profil en long.....	72
Figure III.13:Profil en travers type.....	75
Figure III.14 - Types de modulation.....	85
Figure III.15 – détail d'un passage submersible .....	87
Figure III.16- mode de réalisation des passages .....	87
Figure III.17- Types de signalisation.....	88
Figure III.18 - Types de modulation.....	90

# Liste des tableaux

Tableau II.1 : les coordonnées des sommets de la Variante 1.....	12
Tableau II.2 : les gisements et les distances de la Variante 1.....	12
Tableau II.3: dénivelée moyenne cumulée (Variante 1).....	13
Tableau II.4: Type de relief.....	18
Tableau II.5: Sinuosité 16.....	18
Tableau II.6: Environnement de la route en fonction du dénivelé moyenne et la sinuosité.....	19
Tableau II.7: Vitesse de référence.....	19
Tableau II.8: Récapitulatif des paramètres cinématiques.....	20
Tableau II.9 : les rayons en plan normés.....	20
Tableau II.10 : valeurs des alignements droits et des courbes « variante 1 ».....	21
Tableau II.11 : pourcentage d'alignements droits et de courbe « variante 1 ».....	21
Tableau II.12 : cubature « variante 01 ».....	22.
Tableau II.13 : les coordonnées des sommets de la Variante 2.....	27
Tableau II.14 : les gisements et les distances de la Variante 2.....	27.
Tableau II.15: dénivelée moyenne cumulée (Variante 2).....	33
Tableau II.16: Type de relief.....	33
Tableau II.17: Sinuosité 16.....	34
Tableau II.18: Environnement de la route en fonction du dénivelé moyenne et la sinuosité.....	34
Tableau II.19: Vitesse de référence.....	35
Tableau II.20: Récapitulatif des paramètres cinématiques.....	35
Tableau II.21 : les rayons en plan normés.....	35
Tableau II.22 : valeurs des alignements droits et des courbes « variante 2 ».....	35
Tableau II.23 : pourcentage d'alignements droits et de courbe « variante 2 ».....	36
Tableau II.24 : cubature « variante 02 ».....	36
Tableau II.25: comparaison entre les deux variantes.....	41

# *Liste de Notation et Symbole*

**B40** : les normes algériennes routière

**TJMA** : le trafic journalier moyen annuel

**VB** : vitesse de bas

**Teff** : trafic effectif.

**K1, K2** : coefficients correcteur

**C th**: capacité théorique.

**UVP** :Unités des véhicules particuliers.

**RHM** : Rayon horizontal minimal (absolu)

**RHN** : Rayon horizontal normal

**RHd** : Rayon au dévers

**RHnd** : Rayon horizontal non déversé

**RN** : Route nationale

**E1** : environnement (terrain plat),

**E2** : environnement (terrain vallonné),

**E3** : environnement (terrain montagneux).

**C1** : catégorie de la route.

**PL** : poids lourds.

**BB** : béton bitumineux.

**G.N.T** : grave non traité.

**GB** : grave bitume.

**GT** : grave traité.

**GC** : grave ciment

**SD** : sable de dune

## INTRODUCTION GENERALE

Le réseau routier et autoroutier constitue un facteur de développement par excellence dans tous les pays du monde, véritable enjeu national. Cet objectif se traduit par un programme très important de réalisations engagées sur le court terme conjugué à un effort budgétaire conséquent de l'Etat et des collectivités locales

L'Algérie compte près de 44 millions d'habitants, soit une densité de 18 habitants/km<sup>2</sup>, cette population est cependant inégalement répartie à travers le pays, environ 70% des habitants sont concentrés au Nord, sur 4% du territoire national, là où se trouve l'essentiel du potentiel agricole (70% des terres agricoles de valeurs), 25% de la population vit dans la région des hauts plateaux, et moins de 10% vivent dans le sud du pays.

L'Algérie est un pays en pleine expansion, elle consacre chaque année des sommes importantes pour l'aménagement et la construction des routes.

Les routes existantes qui supportent le trafic routier dont un pourcentage important du poids lourds, nécessitent des opérations de réhabilitation, modernisation et des réaménagements.

Vu l'immensité de son territoire, l'Algérie dispose d'un réseau considérable de pistes.

Le réseau routier dans la partie Nord du pays est assez dense et bien maillé, hors que dans le Grand Sud Algérien, il est plutôt lâche, les pistes sont appelées à jouer un rôle socio-économique important pour le développement de la région.

Le réseau routier saharien est constitué de plusieurs milliers de kilomètres des routes revêtues et non revêtues (des pistes), qui relient les principales agglomérations et centres de vie de cet immense désert à la fois hostile, féérique et riche. Il compte près de 5000 km de routes non revêtues, classées comme pistes principales et non classées.

A l'indépendance, il n'y avait pratiquement pas de routes revêtues dans le Grand Sud Algérien, les pistes étaient essentiellement en site naturel. Cette situation s'est développée jusqu'à la fin des années soixante dix, où tous les efforts consentis étaient axés sur la réalisation de routes revêtues reliant les chefs lieux de wilayas, et la zone Nord au grand Sud. Les autres pistes existantes n'ont connu qu'un minimum d'aménagements.

La politique actuelle du secteur des travaux publics, s'attèle, chaque année à réaliser des actions qui permettent la sauvegarde et la préservation du patrimoine routier existant, d'une part, et d'autre part à développer des projets structurants, qui visent à mettre en valeur de manière cohérente le territoire.

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

L'objectif de ces mesures est d'assurer la sécurité, le confort des usagers avec les moindres coûts possibles.

Notre projet situé sur le couloir Idles – Bordj El Haous dans le territoire de wilaya de Tamanrasset sur un taçant de 5 km de la route notionnel RN55 afin de désenclaver les contrées reculées et assurer les liaisons internes entre la wilaya de Tamanrasset et la wilaya d’Illizi, ainsi que le développement socio-économique des populations.

Le travail de ce mémoire est présenté en trois chapitres :

Le premier chapitre présente un aperçu sur le projet et une présentation de la wilaya de Tamanrasset.

Le second chapitre porte une étude des variantes avec une démonstration des avantages et des inconvénients de chaque variante en plus une comparaison entre les variantes afin de choisir la meilleurs.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude détaillée de la variante choisie en présentant le dimensionnement du corps de la chaussée, le tracé en plan, les profils en long et en travers, calcul des cubatures, le réseau d'assainissement, la signalisation horizontale et verticale de la route étudié et en fin une étude quantitative et estimative du projet.

A la fin de ce travail, on présente une conclusion ainsi que les perspectives envisagées pour un travail futur.

## CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

### 1.1 Introduction

Dans le cadre de la préparation de mémoire de fin d'étude master académique pour l'obtention du diplôme de Master 2, on a choisie d'étude d'un taçant de 5 km de la route notionnel RN55 liaison « Tamanrasset et Djanet » section « IDELES - BORDJ EL HAOUS sur un linéaire de 317 kms» afin de désenclaver les contrées reculées et assurer les liaisons internes entre wilaya de Tamanrasset et wilaya d'illizi, ainsi que le développement socio-économique des populations.

### 1.2 Présentation de la wilaya de Tamanrasset :

Tamanrasset, une vaste terre aride, au milieu du Sahara algérien, elle est la capitale du Hoggar, elle reste la destination préférée du tourisme européen et surtout les allemands. Sa superficie est de 619 360 km<sup>2</sup>. La ville de Tamanrasset est un axe incontournable des nomades et des touaregs, qui arpentent les dunes, les regs du Sahara, du Mali au Niger passant par le Tchad et la Libye



Située à L'extrême sud du pays, la wilaya de Tamanrasset est limitée par :

- La wilaya de Ghardaïa au Nord,
- La wilaya d'Ouargla au Nord Est,
- La wilaya d'illizi à L'Est.
- La wilaya d'Adrar à l'Ouest,
- La république du Mali au Sud-est,
- La république du Niger au Sud-ouest.

Chef-lieu      Tamanghasset

Wilaya délégué 02

Daïras 07

Communes    10

Population   205 220 hab

Densité       0,33 hab/km<sup>2</sup>

Superficie    619 360 km<sup>2</sup>

Code wilaya   11

Code postal    11000

La wilaya de Tamanrasset est située dans le centre du Hoggar, à 1400 mètres d'altitude, Tamanrasset bénéficie d'un climat tempéré et sec, les températures oscillant entre -8 degrés et 53 degrés Celsius.

Le réseau routier de la wilaya se compose comme suit :

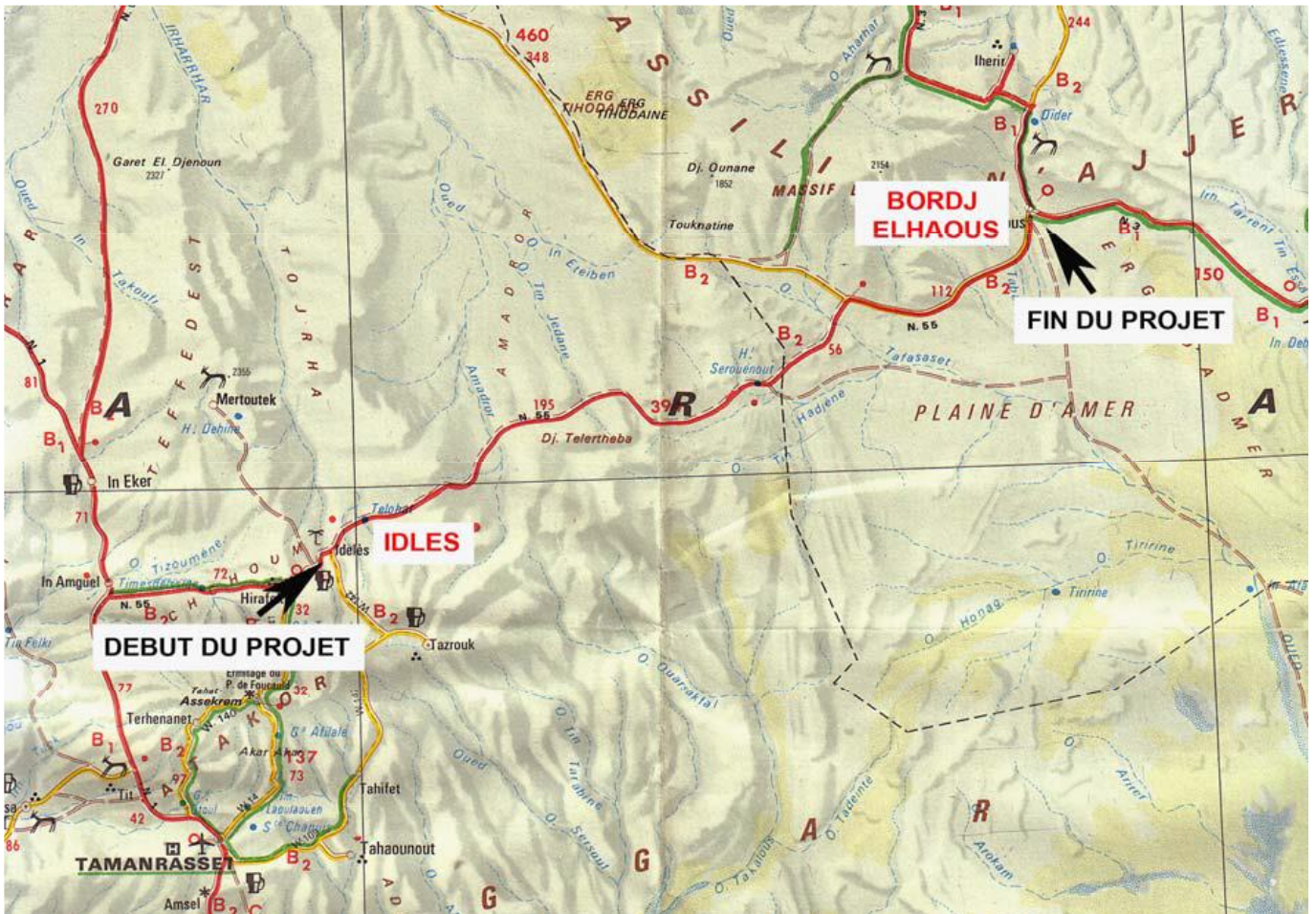
Routes nationale : **2 578** Km.

Chemins de wilaya : **472** Km.

Pistes non classé : **3 358** Km.

### 1.3 Situation du projet :

Le tronçon objet de l'étude se situe sur le couloir Idles – Bordj El Haous en suivant un itinéraire ancien. La route projetée prend son origine au PK 0+000 à la sortie Est du village de Idles et prend fin au contact de la route RN 3 à hauteur de la ville Bordj El Haous comme le montre la carte ci-après.



### 1.4 Normes du tracé de la liaison

Pour le présent projet, les normes de conception géométriques utilisées sont conformes aux normes et directives routières et autoroutières appliquées en Algérie soit les normes techniques d'aménagement des routes B 40.

### 1.5 Environnement de travail

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

## **1.6 Présentation des logiciels utilisés**

### **1.6.1. AUTOCAD**

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

### **1.6.2. PISTE**

PISTE est un logiciel complet, simple et interactif de topographie et de conception routier, 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 plates-formes 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, PISTE nous permet d'optimiser, grâce à son interactivité, toutes les étapes de l'étude et de la conception. PISTE est donc l'applicatif d'Auto CAD dédié aux géomètres, aux bureaux d'études routier, aux entreprises de TP et aux collectivités locales et territoriales, 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

## **1.7 Données de base**

### **I.7.1. Levé topographique**

Toute étude est conçue sur un fond topographique définissant l'état du relief, pour notre étude on dispose d'un levé topographique numérique établi à l'échelle 1/1000 comportant les détails planimétriques et altimétriques du terrain naturel.

### **I.7.2. Le trafic**

TMJA = 850V/J

Pourcentage de poids lourds : 70%

Taux d'accroissement =7%

Durée d'étude et d'exécution : 3ans

Durée de vie : 20ans

Indice CBR : I = 11

### **1.8 Catégorie de la route**

La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio-économiques et administrative situées sur les localités desservie par la route. Les routes Algérienne sont classées en cinq (5) catégories fonctionnelles et sont comme suit :

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

**Catégorie 2:** Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.

**Catégorie 3:** Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2.

**Catégorie 4:** Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.

**Catégorie 5:** Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

**catégorie de notre route :** Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes .La RN55 est une route nationale reliant la wilaya de Tamanrasset par la wilaya d'Illizi, passant par les villes de Idles, Bordj El-Houasse et Djanet, sa catégorie est **1**.

## CHAPITRE II : ETUDE DES VARIANTES

### II.1. Introduction :

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

1. Le tracé en plan, projection de la route sur un plan horizontal.
2. Le profil en long, développement de l'intersection de la surface de la route avec Le cylindre à génératrice verticale passant par l'axe de celui-ci.
3. 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 ont prévalu à l'élaboration des normes sont de deux ordres: sécurité des usagers et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent.

### II.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 la 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'informations au chauffeur. et qui interagit avec l'automobile.

L'accident est alors conçu comme un dysfonctionnement rare de la 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 des contraintes dynamiques 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.

### II.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 les définir exactement.

Une route est une voie terrestre aménagée pour permettre la circulation de véhicules à roues, Elle est définie géométriquement 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 évidence les rayons des virages en plan « RH » est les longueurs d'alignements droits « AD ».

La donnée fondamentale d'usage de la route est la vitesse de référence « $V_r$ ».

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 caractéristique géométrique des routes sont en général présenté en trois projections par:

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

#### II.4. Etude de la variante 1

La variante une est composée des alignements droits AS<sub>1</sub>, S<sub>1</sub>S<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, S<sub>3</sub>S<sub>4</sub>, S<sub>4</sub>S<sub>5</sub>, S<sub>5</sub>S<sub>6</sub> et S<sub>6</sub>B raccordés par des arcs de cercle des Rayons R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub>.

##### II.4.1. Les coordonnées des sommets

**Tableau II.1 : les coordonnées des sommets de la Variante 1**

<i>Pts</i>	<i>X(m)</i>	<i>Y(m)</i>
<b>A</b>	188329,298	<b>2637590,807</b>
<b>S1</b>	189084,546	<b>2638480,068</b>
<b>S2</b>	188738,432	<b>2639263,383</b>
<b>S3</b>	190908,575	<b>2639249,296</b>
<b>S4</b>	190295,965	<b>2639690,054</b>
<b>S5</b>	190562,370	<b>2639831,887</b>
<b>S6</b>	191969,445	<b>2639884,069</b>
<b>B</b>	<b>191150,459</b>	<b>2641059,026</b>

##### II.4.2. Calcul les gisements et les distances

**Tableau II.2 : les gisements et les distances de la Variante 1**

<b>Direction</b>	<b>Gisements</b>	<b>Alignement Droit</b>	<b>Courbes</b>
<b>AS1</b>	96,785 gr	799,178 m	
<b>S1S2</b>	28,376 gr	557,563 m	<b>913.373 m</b>
<b>S2S3</b>	16,648 gr	547,466 m	<b>276.334 m</b>
<b>S3S4</b>	32,602 gr	84,02 m	<b>150.362 m</b>
<b>S4S5</b>	375,828 gr	32,992 m	<b>133.772 m</b>
<b>S5S6</b>	28,093 gr	648,139 m	<b>123.146 m</b>
<b>S6B</b>	47,717 gr	302,093 m	<b>431.568 m</b>
	$\Sigma$	<b>2028,555 m</b>	<b>2971,451m</b>
	<b>LT</b>	<b>5000,004</b>	

## II.5. Dénivelée cumulée moyenne

Tableau dénivelée cumulée :

**Tableau II.3: dénivelée moyenne cumulée (Variante 1)**

<b>N°</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>COTE</b>	<b>Dn</b>
<b>PROF</b>	<b>CURVILIGN</b>	<b>TN (m)</b>	<b>(m)</b>
1	0	1432,061	
2	30	1431,679	-0,382
3	60	1431,75	0,071
4	90	1431,701	-0,049
5	120	1431,435	-0,266
6	150	1431,618	0,183
7	180	1431,531	-0,087
8	210	1431,079	-0,452
9	240	1431,293	0,214
10	270	1431,677	0,384
11	300	1431,338	-0,339
12	330	1431,098	-0,24
13	360	1430,997	-0,101
14	390	1430,94	-0,057
15	420	1430,895	-0,045
16	450	1430,89	-0,005
17	480	1431,117	0,227
18	510	1430,914	-0,203
19	540	1430,948	0,034
20	570	1430,942	-0,006
21	600	1431,022	0,08
22	630	1431,085	0,063
23	660	1430,874	-0,211
24	690	1430,989	0,115
25	720	1431,038	0,049
26	750	1431,111	0,073
27	780	1430,975	-0,136
28	799,178	1430,975	0
29	810	1431,047	0,072
30	840	1431,228	0,181
31	870	1431,316	0,088
32	900	1431,465	0,149
33	930	1431,678	0,213
34	960	1431,916	0,238
35	990	1432,185	0,269
36	1020	1432,776	0,591
37	1050	1433,151	0,375
38	1080	1433,752	0,601

<b>39</b>	1110	1433,813	0,061
<b>40</b>	1140	1433,886	0,073
<b>41</b>	1170	1433,87	-0,016
<b>42</b>	1200	1433,92	0,05
<b>43</b>	1230	1434,155	0,235
<b>44</b>	1260	1434,455	0,3
<b>45</b>	1290	1434,779	0,324
<b>46</b>	1320	1435,054	0,275
<b>47</b>	1350	1435,37	0,316
<b>48</b>	1380	1435,681	0,311
<b>49</b>	1410	1436,006	0,325
<b>50</b>	1440	1436,36	0,354
<b>51</b>	1470	1436,729	0,369
<b>52</b>	1500	1437,017	0,288
<b>53</b>	1530	1437,357	0,34
<b>54</b>	1560	1437,67	0,313
<b>55</b>	1590	1437,942	0,272
<b>56</b>	1620	1438,335	0,393
<b>57</b>	1650	1438,684	0,349
<b>58</b>	1680	1438,976	0,292
<b>59</b>	1710	1439,227	0,251
<b>60</b>	1712,55	1439,248	0,021
<b>61</b>	1740	1439,49	0,242
<b>62</b>	1770	1439,838	0,348
<b>63</b>	1800	1440,967	1,129
<b>64</b>	1830	1441,871	0,904
<b>65</b>	1860	1442,5	0,629
<b>66</b>	1890	1442,922	0,422
<b>67</b>	1920	1443,279	0,357
<b>68</b>	1950	1443,599	0,32
<b>69</b>	1980	1444,35	0,751
<b>70</b>	2010	1445,161	0,811
<b>71</b>	2040	1445,705	0,544
<b>72</b>	2070	1446,087	0,382
<b>73</b>	2100	1446,847	0,76
<b>74</b>	2130	1447,658	0,811
<b>75</b>	2160	1448,425	0,767
<b>76</b>	2190	1449,233	0,808
<b>77</b>	2220	1450,059	0,826
<b>78</b>	2250	1450,308	0,249
<b>79</b>	2270,113	1450,023	-0,285
<b>80</b>	2280	1449,882	-0,141
<b>81</b>	2310	1449,79	-0,092

82	2340	1450,098	0,308
83	2370	1450,744	0,646
84	2400	1451,419	0,675
85	2430	1452,247	0,828
86	2460	1452,98	0,733
87	2490	1453,522	0,542
88	2520	1454,123	0,601
89	2546,447	1454,68	0,557
90	2550	1454,754	0,074
91	2580	1455,258	0,504
92	2610	1455,692	0,434
93	2640	1456,279	0,587
94	2670	1456,997	0,718
95	2700	1457,9	0,903
96	2730	1458,878	0,978
97	2760	1459,817	0,939
98	2790	1460,869	1,052
99	2820	1462,107	1,238
100	2850	1464,406	2,299
101	2880	1464,971	0,565
102	2910	1465,678	0,707
103	2940	1465,547	-0,131
104	2970	1465,493	-0,054
105	3000	1465,235	-0,258
106	3030	1464,683	-0,552
107	3060	1464,493	-0,19
108	3090	1464,741	0,248
109	3093,913	1464,779	0,038
110	3120	1464,75	-0,029
111	3150	1462,46	-2,29
112	3180	1461,517	-0,943
113	3183	1461,506	-0,011
114	3210	1462,845	1,339
115	3240	1461,782	-1,063
116	3244,275	1461,53	-0,252
117	3270	1460,336	-1,194
118	3286	1459,708	-0,628
119	3300	1459,28	-0,428
120	3328	1459,298	0,018
121	3328,295	1459,293	-0,005
122	3330	1459,302	0,009
123	3360	1460,043	0,741
124	3390	1460,237	0,194

125	3398	1460,023	-0,214
126	3420	1459,667	-0,356
127	3450	1459,986	0,319
128	3461	1461,317	1,331
129	3462,066	1461,492	0,175
130	3480	1463,403	1,911
131	3495,058	1463,064	-0,339
132	3510	1464,012	0,948
133	3512	1464,172	0,16
134	3540	1465,923	1,751
135	3566	1467,988	2,065
136	3570	1468,629	0,641
137	3600	1471,421	2,792
138	3618,204	1470,748	-0,673
139	3630	1470,026	-0,722
140	3660	1469,447	-0,579
141	3690	1468,376	-1,071
142	3720	1466,599	-1,777
143	3750	1465,77	-0,829
144	3770	1465,92	0,15
145	3780	1465,571	-0,349
146	3810	1464,607	-0,964
147	3840	1463,112	-1,495
148	3870	1461,835	-1,277
149	3900	1460,469	-1,366
150	3930	1459,154	-1,315
151	3960	1459,576	0,422
152	3990	1461,017	1,441
153	4020	1461,916	0,899
154	4050	1461,685	-0,231
155	4080	1460,992	-0,693
156	4110	1460,372	-0,62
157	4140	1460,137	-0,235
158	4170	1460,264	0,127
159	4200	1460,205	-0,059
160	4230	1459,166	-1,039
161	4260	1458,435	-0,731
162	4266,343	1458,28	-0,155
163	4290	1457,808	-0,472
164	4320	1457,207	-0,601
165	4350	1456,63	-0,577
166	4380	1456,068	-0,562
167	4410	1455,46	-0,608

168	4440	1455,097	-0,363
169	4470	1454,621	-0,476
170	4500	1454,188	-0,433
171	4530	1453,756	-0,432
172	4560	1453,251	-0,505
173	4590	1452,789	-0,462
174	4620	1452,22	-0,569
175	4650	1451,093	-1,127
176	4680	1449,895	-1,198
177	4697,911	1449,175	-0,72
178	4710	1448,72	-0,455
179	4740	1447,483	-1,237
180	4770	1447,35	-0,133
181	4800	1447,074	-0,276
182	4830	1446,823	-0,251
183	4860	1446,667	-0,156
184	4890	1446,506	-0,161
185	4920	1445,387	-1,119
186	4950	1442,916	-2,471
187	4980	1442,364	-0,552
188	5000,004	1442,347	-0,017
<b>Total</b>			<b>10,286</b>

$$\left. \begin{array}{l} \sum D_h = 10.286 \text{ m} \\ LT = 5000,004 \text{ m} \end{array} \right\} D_c = 0.21\%$$

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

**Tableau II.4: Type de relief**

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	Dc 1,5%
2	Terrain Vallonné	1,5% < DC 4%
3	Terrain montagneux	Dc > 4%

On conclut : Le terrain de ce projet est un: **terrain plat**

**Sinuosité** : on évitera de prendre des rayons inférieur ou égale à 200m du moment que la topographie le permet.

$$L_s = 133.772 + 123.146\sigma = \frac{L_s}{L_T} = 0.051$$

$$= 256,918 \text{ m ;}$$

$$L_T = 5000,004 \text{ m}$$

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

**Tableau II.5: Sinuosité**

N°	Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	<b>0,10</b>
2	Sinuosité moyenne	<b>0,10 &lt; 0,30</b>
3	<b>Sinuosité forte</b>	<b>0,30</b>

Alors la sinuosité de la variante 1: **Faible**

L'environnement est déterminé à partir de la sinuosité et le dénivelé cumulé moyenne d'après le tableau suivant:

**Tableau II.6: Environnement de la route en fonction du dénivelé moyenne et la sinuosité**

Sinuosité relief	Faible	Moyenne	Forte
<b>Plat</b>	E1	E2	/
<b>Vallonné</b>	E2	E2	<b>E3</b>
<b>Montagneux</b>	/	<b>E2</b>	<b>E3</b>

## II.6. Environnement de la route :

Nous avons un terrain **Plat** et une sinuosité **faible** cela correspond à un Environnement **E1**.

## II.7. Vitesse de référence :

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer la vitesse de référence.

**Tableau II.7: Vitesse de référence**

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

**Vitesse Vr = 100 km/h**

## II.8. Les rayons en plan :

### II.8.1. Récapitulatif des paramètres cinématiques :

Tableau II.8: Récapitulatif des paramètres cinématiques

<i>Dmax</i>	<i>dmin</i> -	<i>ft</i>	<i>d</i>	<i>F''</i>
7%	2,50%	0,13	0,05	0,06

### II.8.2. Les rayons en plan normés

Tableau II.9 : les rayons en plan normés

	Normes B40	Divers
<b>RHm =</b>	450,00 m	7%
<b>RHN =</b>	650,00 m	5%
<b>RHd =</b>	1600,00 m	2,5%
<b>RHnd =</b>	2200,00 m	2,5%

### II.8.3. Le choix des rayons

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

#### a. La longueur des alignements droits « LAD » et des arcs de cercles « LC »

Tableau II.10 : valeurs des alignements droits et des courbes « variante 1 »

Alignement Droit		Courbes	
<b>AT1</b>	799.178 m		
<b>T'1T2</b>	557.563 m	Dev (R1)	<b>913.373 m</b>
<b>T'2T3</b>	547.466 m	Dev (R2)	<b>276.334 m</b>
<b>T'3T4</b>	84.020 m	Dev (R3)	<b>150.362 m</b>
<b>T'4T5</b>	32.992 m	Dev (R4)	<b>133.772 m</b>
<b>T'5T6</b>	648.139 m	Dev (R5)	<b>123.146 m</b>
<b>T'6TB</b>	302.093 m	Dev (R5)	<b>431.568 m</b>
$\Sigma$	2028,555 m	$\Sigma$	<b>2971,451m</b>
<b>Lt</b>		5000,004 m	

### Pourcentage alignement droit

% alig. Droit=59% ⇒ condition vérifié

### Pourcentage courbe

% courbe =41% ⇒ condition vérifié

**Tableau II.11 : pourcentage d'alignements droits et de courbe « variante 1 »**

Longueur Totale (m)	% alignement Droit	% courbe
5000,004 m	59%	41%

#### **b. Cubatures « variante 1 »**

Les résultats du calcul sont illustrés dans les tableaux suivants :

**Tableau II.12 : cubature « variante 01 »**

N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0.000	0.0	90.0	47.4
2	30.000	17.0	1.1	62.5
3	60.000	0.7	10.4	61.0
4	90.000	4.6	3.7	61.6
5	120.000	84.3	0.0	66.2
6	150.000	19.5	0.4	62.8
7	180.000	40.2	0.0	63.7
8	210.000	198.8	0.0	71.7
9	240.000	117.4	0.0	68.0
10	270.000	0.0	14.5	60.7
11	300.000	90.2	0.0	66.5
12	330.000	173.1	0.0	70.5
13	360.000	206.6	0.0	72.1
14	390.000	223.4	0.0	72.9
15	420.000	235.7	0.0	73.5
16	450.000	232.7	0.0	73.3
17	480.000	141.4	0.0	69.0
18	510.000	212.0	0.0	72.3
19	540.000	194.6	0.0	71.5
20	570.000	192.0	0.0	71.4
21	600.000	157.0	0.0	69.8

22	630.000	129.0	0.0	68.5
23	660.000	202.7	0.0	71.9
24	690.000	154.6	0.0	69.6
25	720.000	131.6	0.0	68.5
26	750.000	106.1	0.0	67.4
27	780.000	132.8	0.0	57.6
28	799.178	84.8	0.0	35.4
29	810.000	99.3	0.0	47.4
30	840.000	91.9	0.0	67.1
31	870.000	81.0	0.0	66.4
32	900.000	58.9	0.0	65.3
33	930.000	26.2	1.1	63.5
34	960.000	6.1	12.9	61.9
35	990.000	0.0	101.0	78.7
36	1020.000	0.0	291.5	97.6
37	1050.000	0.0	374.4	99.8
38	1080.000	0.0	563.6	104.4
39	1110.000	0.0	461.5	102.1
40	1140.000	0.0	357.2	99.9
41	1170.000	0.0	186.9	80.5
42	1200.000	0.0	105.7	80.0
43	1230.000	3.4	19.0	61.0
44	1260.000	2.0	59.4	78.2
45	1290.000	0.0	68.2	78.0
46	1320.000	1.0	66.4	78.2
47	1350.000	0.0	76.2	78.0
48	1380.000	0.0	85.2	77.9
49	1410.000	0.0	98.9	77.6
50	1440.000	0.0	123.3	77.3
51	1470.000	0.0	194.7	95.1
52	1500.000	0.0	198.3	95.4
53	1530.000	0.0	222.8	96.1
54	1560.000	0.0	235.0	96.4
55	1590.000	0.0	232.3	96.5
56	1620.000	0.0	278.6	97.3
57	1650.000	0.0	294.6	97.6
58	1680.000	0.0	272.8	97.0
59	1710.000	0.0	120.8	51.9
60	1712.550	0.0	109.1	47.8
61	1740.000	0.0	188.0	91.4
62	1770.000	0.0	187.9	96.1
63	1800.000	0.0	526.6	104.2
64	1830.000	0.0	728.9	108.2

<b>65</b>	1860.000	0.0	825.6	110.5
<b>66</b>	1890.000	0.0	779.0	109.2
<b>67</b>	1920.000	0.0	702.2	107.9
<b>68</b>	1950.000	0.0	602.0	105.7
<b>69</b>	1980.000	0.0	669.8	106.5
<b>70</b>	2010.000	0.0	800.7	109.4
<b>71</b>	2040.000	0.0	855.8	110.5
<b>72</b>	2070.000	0.0	850.1	110.7
<b>73</b>	2100.000	0.0	984.8	113.6
<b>74</b>	2130.000	0.0	1228.2	119.0
<b>75</b>	2160.000	0.0	1233.2	118.4
<b>76</b>	2190.000	0.0	1270.3	118.8
<b>77</b>	2220.000	0.0	1584.8	127.7
<b>78</b>	2250.000	0.0	1087.7	101.2
<b>79</b>	2270.113	0.0	459.0	56.0
<b>80</b>	2280.000	0.0	483.4	71.7
<b>81</b>	2310.000	0.0	350.8	99.5
<b>82</b>	2340.000	0.0	198.4	95.7
<b>83</b>	2370.000	0.0	199.3	95.7
<b>84</b>	2400.000	0.0	213.5	96.0
<b>85</b>	2430.000	0.0	281.6	97.6
<b>86</b>	2460.000	0.0	289.3	97.9
<b>87</b>	2490.000	0.0	226.2	96.3
<b>88</b>	2520.000	0.0	134.0	73.6
<b>89</b>	2546.447	0.0	56.1	39.2
<b>90</b>	2550.000	0.0	60.3	43.9
<b>91</b>	2580.000	19.0	7.8	62.4
<b>92</b>	2610.000	108.6	0.0	67.5
<b>93</b>	2640.000	168.3	0.0	70.5
<b>94</b>	2670.000	157.0	0.0	68.9
<b>95</b>	2700.000	83.5	0.3	64.6
<b>96</b>	2730.000	16.7	54.7	79.9
<b>97</b>	2760.000	0.0	39.4	59.8
<b>98</b>	2790.000	0.0	268.8	96.5
<b>99</b>	2820.000	0.0	557.9	105.0
<b>100</b>	2850.000	0.0	1416.0	122.3
<b>101</b>	2880.000	0.0	1320.8	120.9
<b>102</b>	2910.000	0.0	1332.5	121.0
<b>103</b>	2940.000	0.0	964.5	114.0
<b>104</b>	2970.000	0.0	727.8	108.3
<b>105</b>	3000.000	0.0	491.6	103.1
<b>106</b>	3030.000	0.0	187.8	82.0
<b>107</b>	3060.000	0.0	130.3	78.8

<b>108</b>	3090.000	0.0	229.4	57.0
<b>109</b>	3093.913	0.0	236.8	51.5
<b>110</b>	3120.000	0.1	596.9	100.3
<b>111</b>	3150.000	142.9	0.0	67.3
<b>112</b>	3180.000	144.5	0.0	41.8
<b>113</b>	3183.000	111.7	0.0	37.4
<b>114</b>	3210.000	0.0	734.0	107.5
<b>115</b>	3240.000	0.1	303.5	53.0
<b>116</b>	3244.275	0.3	231.6	46.3
<b>117</b>	3270.000	68.3	214.3	71.5
<b>118</b>	3286.000	59.2	116.3	50.5
<b>119</b>	3300.000	93.6	107.9	69.2
<b>120</b>	3328.000	25.8	112.6	44.1
<b>121</b>	3328.295	1.9	7.9	3.1
<b>122</b>	3330.000	32.1	120.5	49.2
<b>123</b>	3360.000	0.1	451.4	105.7
<b>124</b>	3390.000	42.1	390.6	69.7
<b>125</b>	3398.000	61.8	250.0	56.1
<b>126</b>	3420.000	244.5	219.5	96.5
<b>127</b>	3450.000	154.9	0.0	50.3
<b>128</b>	3461.000	6.3	35.9	17.3
<b>129</b>	3462.066	7.7	75.5	27.5
<b>130</b>	3480.000	0.1	559.2	63.8
<b>131</b>	3495.058	0.0	464.3	61.7
<b>132</b>	3510.000	0.0	318.2	35.9
<b>133</b>	3512.000	0.0	578.9	64.1
<b>134</b>	3540.000	0.3	1431.9	122.1
<b>135</b>	3566.000	0.2	1134.0	74.2
<b>136</b>	3570.000	0.1	1482.5	86.1
<b>137</b>	3600.000	0.1	3262.0	138.7
<b>138</b>	3618.204	0.1	1711.9	82.1
<b>139</b>	3630.000	0.1	1974.0	108.0
<b>140</b>	3660.000	0.0	1905.4	133.1
<b>141</b>	3690.000	0.0	1085.8	115.6
<b>142</b>	3720.000	0.0	139.3	78.4
<b>143</b>	3750.000	143.1	63.6	78.0
<b>144</b>	3770.000	17.9	43.6	42.5
<b>145</b>	3780.000	47.7	3.5	43.5
<b>146</b>	3810.000	253.7	0.0	74.5
<b>147</b>	3840.000	717.6	0.0	93.3
<b>148</b>	3870.000	1152.1	0.0	107.0
<b>149</b>	3900.000	1691.0	0.0	123.5
<b>150</b>	3930.000	2262.1	0.0	138.2

151	3960.000	1728.5	0.0	124.9
152	3990.000	657.6	0.0	91.6
153	4020.000	89.1	0.0	66.4
154	4050.000	19.3	0.0	63.0
155	4080.000	122.3	0.0	68.5
156	4110.000	170.0	0.0	70.2
157	4140.000	90.9	0.0	66.5
158	4170.000	0.0	156.3	79.6
159	4200.000	0.0	335.6	98.2
160	4230.000	0.0	152.3	80.8
161	4260.000	20.4	49.2	49.7
162	4266.343	22.6	35.8	41.0
163	4290.000	69.7	56.4	74.6
164	4320.000	111.4	3.0	65.0
165	4350.000	140.3	1.4	67.2
166	4380.000	156.0	1.5	68.3
167	4410.000	170.1	0.0	69.8
168	4440.000	93.7	0.6	65.5
169	4470.000	58.9	4.5	63.4
170	4500.000	18.6	78.8	81.2
171	4530.000	0.0	126.8	80.7
172	4560.000	0.0	168.7	80.1
173	4590.000	0.0	280.6	98.7
174	4620.000	0.0	317.1	99.5
175	4650.000	6.1	89.1	80.8
176	4680.000	120.2	0.0	54.7
177	4697.911	132.8	0.0	36.9
178	4710.000	244.5	0.0	54.7
179	4740.000	601.2	0.0	88.7
180	4770.000	332.3	0.0	76.7
181	4800.000	150.7	0.0	68.6
182	4830.000	4.2	8.0	60.6
183	4860.000	0.0	302.1	97.7
184	4890.000	0.0	569.6	103.8
185	4920.000	0.0	385.3	99.4
186	4950.000	392.5	0.0	80.5
187	4980.000	254.9	0.0	63.2
188	5000.004	45.8	0.0	22.9
<b>Total</b>		<b>17915</b>	<b>54605</b>	<b>14837</b>

## II.9. Etude de la variante 2

La variante une est composée des alignements droits AS<sub>1</sub>, S<sub>1</sub>S<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, S<sub>3</sub>S<sub>4</sub>, S<sub>4</sub>S<sub>5</sub>, S<sub>5</sub>S<sub>6</sub> et S<sub>6</sub>B raccordés par des arcs de cercle des Rayons R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub>.

### II.9.1. Les coordonnées des sommets

**Tableau II.13 : les coordonnées des sommets de la Variante 2**

<i>Pts</i>	<i>X(m)</i>	<i>Y(m)</i>
<b>A</b>	188329,298	<b>2637590,807</b>
<b>S1</b>	189050.108	<b>2638519.196</b>
<b>S2</b>	188277.531	<b>2639450.359</b>
<b>S3</b>	191106.904	<b>2639195.155</b>
<b>S4</b>	190240.165	<b>2639693.918</b>
<b>S5</b>	190617.970	<b>2639825.338</b>
<b>S6</b>	189730.954	<b>2640501.768</b>
<b>S7</b>	192018.450	<b>2639772.142</b>
<b>B</b>	<b>192018.450</b>	<b>2639772.142</b>

### II.9.2. Calcul les gisements et les distances

**Tableau II.14 : les gisements et les distances de la Variante 2**

<b>Direction</b>	<b>Gisements</b>	<b>Alignement Droit</b>	<b>Courbes</b>
<b>AS1</b>	97.552 gr	755,97 m	
<b>S1S2</b>	28.561 gr	503,924 m	<b>975,343 m</b>
<b>S2S3</b>	16.537 gr	480,087 m	<b>377,737 m</b>
<b>S3S4</b>	33.176 gr	1,039 m	<b>209,094 m</b>
<b>S4S5</b>	379.141 gr	2,842 m	<b>169,757 m</b>
<b>S5S6</b>	30.849 gr	185,353 m	<b>162,446 m</b>
<b>S6S7</b>	21.530 gr	70,663 m	<b>131,742 m</b>
<b>S7B</b>	49.228 gr	423,676 m	<b>652,603 m</b>
	$\Sigma$	<b>2423,554 m</b>	<b>2678,722 m</b>
	<b>LT</b>	<b>5102,276</b>	

## II.9.3. Détermination de l'environnement

### II.9.3.1. Dénivelée cumulée moyenne

Tableau II dénivelée cumulée :

**Tableau II.15: dénivelée moyenne cumulée (Variante 2)**

<b>N°</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>COTE</b>	<b>Dn</b>
<b>PROF</b>	<b>CURVILIGN</b>	<b>TN (m)</b>	<b>(m)</b>
1	0	1432,061	
2	30	1431,682	-0,379
3	60	1431,755	0,073
4	90	1431,708	-0,047
5	120	1431,444	-0,264
6	150	1431,634	0,19
7	180	1431,561	-0,073
8	210	1431,108	-0,453
9	240	1431,341	0,233
10	270	1431,732	0,391
11	300	1431,394	-0,338
12	330	1431,141	-0,253
13	360	1431,044	-0,097
14	390	1430,983	-0,061
15	420	1430,937	-0,046
16	450	1430,934	-0,003
17	480	1431,176	0,242
18	510	1430,963	-0,213
19	540	1430,99	0,027
20	570	1430,992	0,002
21	600	1431,108	0,116
22	630	1431,132	0,024
23	660	1430,912	-0,22
24	690	1431,04	0,128
25	720	1431,116	0,076
26	750	1431,189	0,073
27	755,97	1431,15	-0,039
28	780	1430,982	-0,168
29	810	1431,034	0,052
30	840	1431,214	0,18
31	870	1431,31	0,096
32	900	1431,452	0,142
33	930	1431,659	0,207
34	960	1431,9	0,241
35	990	1432,169	0,269
36	1020	1432,678	0,509

<b>37</b>	1050	1433,084	0,406
<b>38</b>	1080	1433,707	0,623
<b>39</b>	1110	1433,787	0,08
<b>40</b>	1140	1433,902	0,115
<b>41</b>	1170	1433,902	0
<b>42</b>	1200	1433,966	0,064
<b>43</b>	1230	1434,144	0,178
<b>44</b>	1260	1434,445	0,301
<b>45</b>	1290	1434,767	0,322
<b>46</b>	1320	1435,051	0,284
<b>47</b>	1350	1435,366	0,315
<b>48</b>	1380	1435,675	0,309
<b>49</b>	1410	1435,998	0,323
<b>50</b>	1440	1436,347	0,349
<b>51</b>	1470	1436,708	0,361
<b>52</b>	1500	1437,002	0,294
<b>53</b>	1530	1437,34	0,338
<b>54</b>	1560	1437,652	0,312
<b>55</b>	1590	1437,935	0,283
<b>56</b>	1620	1438,324	0,389
<b>57</b>	1650	1438,675	0,351
<b>58</b>	1680	1438,959	0,284
<b>59</b>	1710	1439,207	0,248
<b>60</b>	1731,313	1439,419	0,212
<b>61</b>	1740	1439,487	0,068
<b>62</b>	1770	1439,783	0,296
<b>63</b>	1800	1440,943	1,16
<b>64</b>	1830	1441,827	0,884
<b>65</b>	1860	1442,479	0,652
<b>66</b>	1890	1442,914	0,435
<b>67</b>	1920	1443,283	0,369
<b>68</b>	1950	1443,585	0,302
<b>69</b>	1980	1444,277	0,692
<b>70</b>	2010	1445,141	0,864
<b>71</b>	2040	1445,928	0,787
<b>72</b>	2070	1446,617	0,689
<b>73</b>	2100	1447,443	0,826
<b>74</b>	2130	1448,447	1,004
<b>75</b>	2160	1448,786	0,339
<b>76</b>	2190	1449,212	0,426
<b>77</b>	2220	1450,036	0,824
<b>78</b>	2235,237	1450,461	0,425
<b>79</b>	2250	1450,417	-0,044

<b>80</b>	2280	1450,19	-0,227
<b>81</b>	2310	1449,874	-0,316
<b>82</b>	2334	1450,023	0,149
<b>83</b>	2340	1450,148	0,125
<b>84</b>	2370	1450,775	0,627
<b>85</b>	2400	1451,444	0,669
<b>86</b>	2430	1452,217	0,773
<b>87</b>	2460	1452,919	0,702
<b>88</b>	2490	1453,569	0,65
<b>89</b>	2520	1454,188	0,619
<b>90</b>	2550	1454,843	0,655
<b>91</b>	2580	1455,385	0,542
<b>92</b>	2610	1455,861	0,476
<b>93</b>	2612,974	1455,91	0,049
<b>94</b>	2640	1456,551	0,641
<b>95</b>	2670	1457,387	0,836
<b>96</b>	2700	1458,232	0,845
<b>97</b>	2730	1459,138	0,906
<b>98</b>	2760	1459,777	0,639
<b>99</b>	2790	1460,766	0,989
<b>100</b>	2820	1462,006	1,24
<b>101</b>	2850	1464,208	2,202
<b>102</b>	2880	1464,766	0,558
<b>103</b>	2910	1465,542	0,776
<b>104</b>	2940	1465,412	-0,13
<b>105</b>	2970	1465,231	-0,181
<b>106</b>	3000	1464,857	-0,374
<b>107</b>	3030	1464,37	-0,487
<b>108</b>	3060	1464,3	-0,07
<b>109</b>	3090	1464,439	0,139
<b>110</b>	3093,061	1464,453	0,014
<b>111</b>	3120	1464,594	0,141
<b>112</b>	3150	1462,928	-1,666
<b>113</b>	3158	1461,057	-1,871
<b>114</b>	3180	1461,15	0,093
<b>115</b>	3210	1462,282	1,132
<b>116</b>	3240	1461,567	-0,715
<b>117</b>	3259	1460,644	-0,923
<b>118</b>	3270	1460,407	-0,237
<b>119</b>	3299	1459,384	-1,023
<b>120</b>	3300	1459,385	0,001
<b>121</b>	3302,155	1459,385	0
<b>122</b>	3303,194	1459,385	0

<b>123</b>	3330	1459,646	0,261
<b>124</b>	3331	1459,651	0,005
<b>125</b>	3360	1460,199	0,548
<b>126</b>	3390	1461,637	1,438
<b>127</b>	3420	1460,926	-0,711
<b>128</b>	3435	1459,49	-1,436
<b>129</b>	3450	1460,231	0,741
<b>130</b>	3472,952	1463,107	2,876
<b>131</b>	3475,793	1463,379	0,272
<b>132</b>	3480	1463,413	0,034
<b>133</b>	3510	1463,609	0,196
<b>134</b>	3540	1465,061	1,452
<b>135</b>	3570	1468,719	3,658
<b>136</b>	3600	1470,753	2,034
<b>137</b>	3630	1469,802	-0,951
<b>138</b>	3638,24	1469,637	-0,165
<b>139</b>	3660	1469,108	-0,529
<b>140</b>	3690	1467,827	-1,281
<b>141</b>	3720	1465,987	-1,84
<b>142</b>	3743	1464,663	-1,324
<b>143</b>	3750	1464,827	0,164
<b>144</b>	3780	1464,796	-0,031
<b>145</b>	3810	1463,715	-1,081
<b>146</b>	3823,592	1463,063	-0,652
<b>147</b>	3840	1462,359	-0,704
<b>148</b>	3870	1461,209	-1,15
<b>149</b>	3900	1459,951	-1,258
<b>150</b>	3930	1458,941	-1,01
<b>151</b>	3955,334	1459,327	0,386
<b>152</b>	3960	1459,399	0,072
<b>153</b>	3990	1461,313	1,914
<b>154</b>	4020	1461,915	0,602
<b>155</b>	4025,998	1461,919	0,004
<b>156</b>	4050	1461,564	-0,355
<b>157</b>	4080	1460,87	-0,694
<b>158</b>	4110	1460,563	-0,307
<b>159</b>	4140	1460,491	-0,072
<b>160</b>	4170	1460,639	0,148
<b>161</b>	4200	1459,698	-0,941
<b>162</b>	4230	1459,675	-0,023
<b>163</b>	4260	1458,828	-0,847
<b>164</b>	4290	1458,107	-0,721
<b>165</b>	4320	1457,37	-0,737

166	4350	1456,673	-0,697
167	4380	1455,93	-0,743
168	4410	1455,293	-0,637
169	4440	1454,85	-0,443
170	4470	1454,411	-0,439
171	4500	1453,971	-0,44
172	4530	1453,489	-0,482
173	4560	1452,953	-0,536
174	4590	1452,436	-0,517
175	4620	1451,663	-0,773
176	4650	1450,621	-1,042
177	4678,6	1449,528	-1,093
178	4680	1449,468	-0,06
179	4710	1448,373	-1,095
180	4740	1447,827	-0,546
181	4770	1447,578	-0,249
182	4800	1447,307	-0,271
183	4830	1447,086	-0,221
184	4860	1446,843	-0,243
185	4890	1446,691	-0,152
186	4920	1445,749	-0,942
187	4950	1443,676	-2,073
188	4980	1442,935	-0,741
189	5010	1443,039	0,104
190	5040	1443,418	0,379
191	5070	1443,931	0,513
192	5100	1444,022	0,091
193	5102,276	1444,028	0,006
<b>Total</b>			<b>11,967</b>

$$\left. \begin{array}{l} \sum D_h = 11,967 \text{ m} \\ LT = 5102,276 \text{ m} \end{array} \right\} D_c = 0.23\%$$

Les valeurs seuils déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de relief.

**Tableau II.16: Type de relief**

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	Dc 1,5%
2	Terrain Vallonné	1,5% < DC 4%
3	Terrain montagneux	Dc > 4%

On conclut : Le terrain de la variante 2 est : **terrain plat**

**Sinuosité** : on évitera de prendre des rayons inférieure ou égale à 200m du moment que la topographie le permet.

$$LS = 169,757 + 162,446 \\ = 332,203$$

$$LT = 5102,276 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{LS}{LT} = 0.065$$

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

**Tableau II.17: Sinuosité**

N°	Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	<b>0,10</b>
2	Sinuosité moyenne	<b>0,10 &lt; 0,30</b>
3	<b>Sinuosité forte</b>	<b>0,30</b>

Alors la sinuosité de la variante 2 : **Faible**

L'environnement est déterminé à partir de la sinuosité et le dénivelé cumulé moyenne d'après le tableau suivant:

**Tableau II.18: Environnement de la route en fonction du dénivelé moyenne et la sinuosité**

Sinuosité relief	Faible	Moyenne	Forte
<b>Plat</b>	E1	E2	/
<b>Vallonné</b>	E2	E2	<b>E3</b>
<b>Montagneux</b>	/	<b>E2</b>	<b>E3</b>

## II.10. Environnement de la route

Nous avons un terrain **Plat** et une sinuosité **faible** cela correspond à un Environnement **E1**

## II.11. Vitesse de référence

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

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

**Tableau II.19: Vitesse de référence**

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

Vitesse  $V_r = 100$  km/h

**a. Les rayons en plan**

❖ Récapitulatif des paramètres cinématiques:

**Tableau II.20: Récapitulatif des paramètres cinématiques**

<i>Dmax</i>	<i>dmin -</i>	<i>ft</i>	<i>d</i>	<i>F''</i>
<b>7%</b>	<b>2,50%</b>	<b>0,13</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>

**b. Les rayons en plan normés**

**Tableau II.21 : les rayons en plan normés**

	Normes B40	Divers
<b>RHm =</b>	450,00 m	<b>7%</b>
<b>RHN =</b>	650,00 m	<b>5%</b>
<b>RHd =</b>	1600,00 m	<b>2,5%</b>
<b>RHnd =</b>	<b>2200,00 m</b>	<b>2,5%</b>

**c. Le choix des rayons**

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

## II.13. La longueur des alignements droits « LAD» et des arcs de cercles «LC»

**Tableau II.22 : valeurs des alignements droits et des courbes «variante 1»**

Alignement Droit		Courbes	
<b>AT1</b>	755,97 m		
<b>T'1T2</b>	503,924 m	Dev (R1)	<b>975,343 m</b>
<b>T'2T3</b>	480,087 m	Dev (R2)	<b>377,737 m</b>
<b>T'3T4</b>	1,039 m	Dev (R3)	<b>209,094 m</b>
<b>T'4T5</b>	2,842 m	Dev (R4)	<b>169,757 m</b>
<b>T'5T6</b>	185,353 m	Dev (R5)	<b>162,446 m</b>
<b>T'6T7</b>	70,663 m	Dev (R6)	<b>131,742 m</b>
<b>T'7TB</b>	423,676 m	Dev (R7)	<b>652,603 m</b>
$\Sigma$	<b>2423,554 m</b>	$\Sigma$	2678,722 m
Lt		5102,276 m	

### Pourcentage alignement droit

% alig. Droit=47%  $\Rightarrow$  condition vérifié

### Pourcentage courbe

% courbe =53%  $\Rightarrow$  condition vérifié

**Tableau II.23: pourcentage d'alignements droits et de courbe « variante 1 »**

Longueur Totale (m)	% <i>alignement Droit</i>	% courbe
<b>5000,004 m</b>	<b>47%</b>	<b>53%</b>

## II.14. Cubatures

Les résultats du calcul par logiciel piste sont illustrés dans les tableaux suivants:

**Tableau II.24 : cubature « variante 02 »**

<b>N°</b>	<b>ABSCISSE</b>	<b>REMLAI</b>	<b>DEBLAI</b>	<b>DECAPAGE</b>
<b>PROF</b>	<b>CURVILIGN</b>	<b>VOLUME</b>	<b>VOLUME</b>	<b>VOLUME</b>
1	0.000	0.0	89.9	47.4
2	30.000	11.2	2.7	62.1
3	60.000	0.0	22.5	60.2
4	90.000	0.0	18.7	60.4
5	120.000	53.0	0.0	64.6
6	150.000	0.0	16.6	60.6
7	180.000	2.8	8.0	61.1
8	210.000	134.8	0.0	68.6
9	240.000	47.3	0.0	64.5
10	270.000	0.0	173.0	94.6
11	300.000	10.4	5.1	61.9
12	330.000	76.5	0.0	65.8
13	360.000	99.3	0.0	66.9
14	390.000	108.9	0.0	67.4
15	420.000	113.6	0.0	67.6
16	450.000	102.4	0.0	67.1
17	480.000	12.5	2.3	62.2
18	510.000	68.8	0.0	65.4
19	540.000	48.0	0.0	64.3
20	570.000	36.3	0.0	63.7
21	600.000	0.9	10.2	61.0
22	630.000	0.0	25.8	60.0
23	660.000	29.6	0.0	63.3
24	690.000	0.0	18.8	60.4
25	720.000	0.0	92.5	76.9
26	750.000	0.0	102.6	56.8
27	755.970	0.0	82.3	47.4
28	780.000	0.0	28.2	53.5
29	810.000	0.0	134.5	93.9
30	840.000	0.0	235.0	96.5
31	870.000	0.0	297.1	98.0
32	900.000	0.0	382.8	100.1
33	930.000	0.0	503.9	103.0
34	960.000	0.0	645.4	106.2
35	990.000	0.0	823.1	110.9
36	1020.000	0.0	1117.4	117.2
37	1050.000	0.0	1374.0	122.2
38	1080.000	0.0	1791.3	130.1
39	1110.000	0.1	1874.0	132.5
40	1140.000	0.0	1977.5	134.8

41	1170.000	0.0	1998.0	134.7
42	1200.000	0.0	2004.6	135.4
43	1230.000	0.0	1893.5	132.2
44	1260.000	0.0	1812.7	130.3
45	1290.000	0.0	1661.7	127.5
46	1320.000	0.0	1481.3	123.8
47	1350.000	0.0	1329.1	120.9
48	1380.000	0.0	1178.6	117.8
49	1410.000	0.0	1039.6	115.0
50	1440.000	0.0	917.6	112.3
51	1470.000	0.0	807.7	110.1
52	1500.000	0.0	664.6	106.9
53	1530.000	0.0	547.9	104.3
54	1560.000	0.0	423.0	101.3
55	1590.000	0.0	282.9	98.0
56	1620.000	0.0	194.1	95.4
57	1650.000	0.0	28.6	59.9
58	1680.000	57.6	0.0	65.0
59	1710.000	147.1	0.0	60.5
60	1731.313	124.1	0.0	37.0
61	1740.000	179.2	0.0	48.6
62	1770.000	365.7	0.0	78.1
63	1800.000	154.9	0.0	69.1
64	1830.000	40.9	0.0	63.8
65	1860.000	10.5	2.7	61.7
66	1890.000	48.2	0.0	64.0
67	1920.000	111.1	0.0	66.7
68	1950.000	200.1	0.0	70.4
69	1980.000	170.5	0.0	70.5
70	2010.000	75.1	0.0	66.7
71	2040.000	36.8	0.0	65.3
72	2070.000	48.0	13.2	65.5
73	2100.000	26.3	119.7	81.3
74	2130.000	0.2	277.4	81.5
75	2160.000	0.0	276.4	95.7
76	2190.000	0.0	255.9	96.4
77	2220.000	0.0	380.8	79.3
78	2235.237	0.0	290.8	53.0
79	2250.000	0.0	304.5	75.4
80	2280.000	105.2	0.0	68.5
81	2310.000	377.6	0.0	73.3
82	2334.000	277.2	0.0	43.3
83	2340.000	332.1	0.0	52.1
84	2370.000	520.8	0.0	85.5

<b>85</b>	2400.000	470.0	0.0	83.4
<b>86</b>	2430.000	368.4	0.0	78.9
<b>87</b>	2460.000	302.3	0.0	76.0
<b>88</b>	2490.000	289.6	0.0	75.6
<b>89</b>	2520.000	262.8	0.0	74.4
<b>90</b>	2550.000	227.8	0.0	72.8
<b>91</b>	2580.000	224.8	0.0	72.2
<b>92</b>	2610.000	143.2	0.0	40.6
<b>93</b>	2612.974	132.2	0.0	37.0
<b>94</b>	2640.000	211.1	0.0	68.5
<b>95</b>	2670.000	137.3	0.1	68.8
<b>96</b>	2700.000	49.8	66.7	83.4
<b>97</b>	2730.000	0.0	175.2	81.2
<b>98</b>	2760.000	0.0	325.7	100.2
<b>99</b>	2790.000	0.0	569.8	105.7
<b>100</b>	2820.000	0.0	1039.7	115.0
<b>101</b>	2850.000	0.0	2114.9	132.7
<b>102</b>	2880.000	0.0	2435.9	141.7
<b>103</b>	2910.000	0.0	2832.6	147.9
<b>104</b>	2940.000	0.0	2594.8	143.2
<b>105</b>	2970.000	0.0	2432.5	141.4
<b>106</b>	3000.000	0.0	2172.0	137.9
<b>107</b>	3030.000	0.0	1828.8	131.4
<b>108</b>	3060.000	0.0	1661.1	125.9
<b>109</b>	3090.000	0.0	1002.5	71.1
<b>110</b>	3093.061	0.0	923.6	65.2
<b>111</b>	3120.000	0.0	1955.9	127.5
<b>112</b>	3150.000	0.0	746.8	75.2
<b>113</b>	3158.000	0.1	147.2	52.4
<b>114</b>	3180.000	11.1	214.9	77.5
<b>115</b>	3210.000	0.0	1102.6	118.5
<b>116</b>	3240.000	0.1	632.8	92.5
<b>117</b>	3259.000	21.4	186.5	49.6
<b>118</b>	3270.000	53.7	230.4	68.4
<b>119</b>	3299.000	126.6	58.0	51.8
<b>120</b>	3300.000	12.9	5.7	5.4
<b>121</b>	3302.155	12.4	5.0	5.2
<b>122</b>	3303.194	107.6	41.9	45.5
<b>123</b>	3330.000	74.3	91.7	44.6
<b>124</b>	3331.000	80.6	97.9	48.1
<b>125</b>	3360.000	0.1	399.3	90.1
<b>126</b>	3390.000	0.0	1263.8	122.8
<b>127</b>	3420.000	0.1	670.9	77.4
<b>128</b>	3435.000	16.1	165.2	48.1

<b>129</b>	3450.000	0.0	267.8	63.8
<b>130</b>	3472.952	0.0	938.4	60.5
<b>131</b>	3475.793	0.0	273.1	16.8
<b>132</b>	3480.000	0.0	1362.7	83.9
<b>133</b>	3510.000	0.0	2700.4	160.1
<b>134</b>	3540.000	0.2	3720.2	180.8
<b>135</b>	3570.000	0.1	6226.5	205.9
<b>136</b>	3600.000	0.1	7530.0	216.9
<b>137</b>	3630.000	0.0	3771.0	126.2
<b>138</b>	3638.240	0.0	2739.0	95.1
<b>139</b>	3660.000	0.0	3960.1	151.2
<b>140</b>	3690.000	0.0	3231.2	153.2
<b>141</b>	3720.000	0.0	1577.0	113.9
<b>142</b>	3743.000	0.0	539.0	59.9
<b>143</b>	3750.000	0.0	635.7	72.4
<b>144</b>	3780.000	0.0	904.1	113.1
<b>145</b>	3810.000	0.0	213.5	71.8
<b>146</b>	3823.592	23.8	0.2	31.7
<b>147</b>	3840.000	249.7	0.0	59.5
<b>148</b>	3870.000	847.0	0.0	98.0
<b>149</b>	3900.000	1456.5	0.0	117.8
<b>150</b>	3930.000	1806.2	0.0	121.6
<b>151</b>	3955.334	769.9	0.0	59.9
<b>152</b>	3960.000	845.2	0.0	67.9
<b>153</b>	3990.000	290.5	0.0	75.4
<b>154</b>	4020.000	0.0	93.6	56.6
<b>155</b>	4025.998	0.0	103.3	47.9
<b>156</b>	4050.000	0.0	209.2	87.2
<b>157</b>	4080.000	0.0	237.8	97.7
<b>158</b>	4110.000	0.0	338.0	100.0
<b>159</b>	4140.000	0.0	604.6	106.4
<b>160</b>	4170.000	0.0	995.1	114.7
<b>161</b>	4200.000	0.0	777.3	109.7
<b>162</b>	4230.000	0.0	1060.7	114.1
<b>163</b>	4260.000	0.1	961.0	114.8
<b>164</b>	4290.000	0.1	890.3	113.6
<b>165</b>	4320.000	0.1	813.2	112.4
<b>166</b>	4350.000	0.1	750.8	110.8
<b>167</b>	4380.000	0.1	683.0	109.7
<b>168</b>	4410.000	0.0	640.2	107.7
<b>169</b>	4440.000	0.0	730.5	109.4
<b>170</b>	4470.000	0.0	768.8	110.3
<b>171</b>	4500.000	0.0	827.5	111.2
<b>172</b>	4530.000	0.0	875.3	112.1

<b>173</b>	4560.000	0.0	871.0	111.5
<b>174</b>	4590.000	0.0	879.0	111.4
<b>175</b>	4620.000	0.0	756.4	108.9
<b>176</b>	4650.000	0.0	467.6	100.2
<b>177</b>	4678.600	0.0	89.1	47.6
<b>178</b>	4680.000	0.0	85.2	49.6
<b>179</b>	4710.000	125.0	0.0	67.8
<b>180</b>	4740.000	156.4	0.0	69.8
<b>181</b>	4770.000	81.9	0.0	66.1
<b>182</b>	4800.000	27.5	1.9	63.0
<b>183</b>	4830.000	0.0	81.5	78.1
<b>184</b>	4860.000	0.0	187.6	95.4
<b>185</b>	4890.000	0.0	300.8	98.1
<b>186</b>	4920.000	32.4	72.8	82.2
<b>187</b>	4950.000	706.4	0.0	92.2
<b>188</b>	4980.000	872.4	0.0	97.4
<b>189</b>	5010.000	676.4	0.0	91.6
<b>190</b>	5040.000	337.3	0.0	77.1
<b>191</b>	5070.000	29.3	0.0	63.0
<b>192</b>	5100.000	0.0	98.2	51.2
<b>193</b>	5102.276	0.0	7.4	3.6
		17037	119083	16707

## II.15. Le choix de la variante

Pour le choix de variante, on a dressé un tableau comparatif des deux solutions étudiées. Ce tableau tient compte de plusieurs paramètres importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux normes.

**Tableau II.25: comparaison entre les deux variantes**

Critères	Unité	Variante N°1	comparaison		Variante N°2
<b>Longueur totale de l'itinéraire</b>	m	5 000,004	+	-	<b>5102.276</b>
<b>Pourcentage Alignement droit</b>	%	59	+	-	<b>47</b>
<b>Pourcentage courbe</b>	%	41	+	-	<b>53</b>
<b>Nombre de courbes</b>	U	6	+	-	<b>7</b>
<b>Rayon max</b>	m	1500,00	-	+	<b>2000.00</b>
<b>Rayon min</b>	m	150,00	-	+	<b>200</b>
<b>Excès de déblai</b>	m3	36 690	+	-	<b>102 046</b>
<b>Excès de remblai</b>	m3	/	/	/	/
<b>Longueur total des ouvrages hydrauliques</b>	ml	700	+	-	<b>850</b>
			<b>6</b>	<b>2</b>	

Après la comparaison entre les critères des deux variantes, on remarque une légère différence. Le critère qui reste important pour différencier entre les deux tracés est l'excès déblai. A cet effet on a opté pour la **variante 1** car elle présente un excès de déblai moins.

## CHAPITRE III : ETUDE DE LA VARIANTE CHOISIE

### III.1. ETUDE DU TRAFIC

#### III.1. 1 Introduction

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.

#### III.1. 2 Analyse du trafic

Cette analyse est réaliser par différents procédés complémentaires à savoir :

- Les comptages manuels
- Les comptages automatiques.

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

##### a/ Les enquêtes de type cordon

Elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux et les origines et destinations de chaque flux,

##### b/ Les enquêtes quantitatives

Elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau ;les raisons de son déplacement...etc

#### III.1. 3 Différents types de trafic

##### a/ 1-Trafic normal

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

##### b/ Trafic dévié (dérivé)

C'est le trafic dévié sur d'autre itinéraire suite au faible niveau de service offert par la route avant aménagement.

##### c/ Trafic induit

C'est le nouveau trafic attiré suite à l'aménagement du niveau de service de la route.

##### d/ Trafic total

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

#### III.1.4 Prolongation de l'évolution passée

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passée, On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic  $T_n$  à l'année horizon sera :

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

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

$\tau$ : le taux d'accroissance.

$n$ : durée devie.

### III.1.5 Calcul 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 déterminée, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

#### a/ Projection future du trafic :

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

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

Avec :

**TJMA<sub>h</sub>** : le trafic à l'année horizon, **TJMA<sub>0</sub>** : le trafic à l'année de référence.

**n**: nombre d'année.

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

#### b/ La procédure de détermination de nombre de voies :

Le choix de voie résulte de la comparaison entre l'offre et la demande c'est-à-dire, le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.

Pour cela est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

#### c/ Calcul de TJMA à horizon

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

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

T<sub>0</sub>, τ, n : sont définies précédemment,

### III.1.6. Calcul de trafic effectif

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (U,V,P), 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), (Unité de Véhicule Particulier). Le trafic effectif est donné la relation suivante :

$$T_{eff} = [(1-z) + p,z] TJMA$$

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.

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

**Tableau III.1 : valeurs du coefficient d'équivalence P**

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

#### a/ Débit de pointe horaire normal

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

$$Q = x T_{\text{eff}}$$

Avec :

Q : débit de pointe horaire, x est exprimé en UVP/h.

**b/ Débit Horaire Admissible :**

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

$$Q_{\text{adm}} = K_1 x K_2 x C_{\text{th}}$$

**Avec :**

**K1 :** Coefficient lié à l'environnement

**K2 :** Coefficient de réduction de capacité.

**Cth :** Capacité effectif par voie qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

**Valeur de K1**

**Tableau III.2 : Valeur de K<sub>1</sub> en fonction de l'environnement**

Coefficient K1			
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

**Valeur de K2**

**Tableau III.3 : valeur de K<sub>2</sub>**

Coefficient K2					
Environnement	Cat 1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
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

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

**Tableau III.4 : valeur de la capacité théorique**

Calcul Du		Capacité théorique (uvp/h)	
• Cas	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	

On compar

$$Q = Q_{\text{adm}}$$

- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle:**

Dans ce cas il y a lieu de tenir compte d'un coefficient de dissymétrie  $S2/3$ . D'un sens le plus chargé par rapport à l'autre.

Le nombre de voie est calculé par les relations suivantes:

- ✓ Chaussée bidirectionnelle:  $n=Q/d$
- ✓ Chaussée unidirectionnelle:  $n=S.Q/d$

Avec:  $Q_{adm}$  : débit admissible par voie,

$S$  : coefficient de dissymétrie en général.

## **III.2- DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEES**

### **III.2.1 Introduction**

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc.... Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser. Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

- Le trafic
- L'environnement de la route (le climat essentiellement)
- Le sol support
- Les matériaux choisis.
- La durée de vie de la chaussée

#### **III.2.1.1 Principe de la constitution des chaussées**

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- **De la charge des véhicules**

La charge maximale autorisée sur un jumelage isolé est de 65 KN (6.5 tonnes) soit un essieu standard de 130 KN (13 T).

Il arrive également que cette charge maximale dépassée à cause de phénomène de surcharge.

- **Des intempéries**

Les variations de température peuvent engendrer dans les solides élastiques des champs de contrainte et engendrer aussi : les effets du gel, les efforts de l'ensoleillement sur la déformation des mélanges bitumineux, et sur le vieillissement du bitume.

- **Des efforts tangentiels**

Lorsqu'un véhicule est en mouvement apparaissent des efforts horizontaux du fait :

- De la transmission de l'effort moteur ou du freinage.

- De la mise en rotation des roues non motrice.
- De la résistance aux efforts transversaux.

Toutes ces actions tangentielles s'accompagnent de frottement dans lesquels se dissipent de l'énergie et qui usent les pneumatiques et les chaussées.

### **III.2.2 La chaussée**

#### **III.2.2 .1 Définition**

- **Au sens géométrique** : c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel** : c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges :

- **Couche de surface**

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

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

- **Couche de base**

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

- **Couche de fondation**

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

- **Couche de forme**

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

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

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

#### **III.2.2.2 Les différentes catégories de chaussée**

Il existe trois types de chaussée :

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

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

pluie, neige, verglas,... Etc.

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

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

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

### **III.2.2 .3 Les principales méthodes de dimensionnement**

On distingue deux familles des méthodes :

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

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

### **III.2.2 .3 Method C.B.R (California – Bearing – Ratio)**

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90° à 100°) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm. La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci-après :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{p}) (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{ICBR + 5} \quad \text{III.1}$$

Avec :

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log : logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

$a_1 \times e_1$  : couche de roulement

$a_2 \times e_2$  : couche de base

$a_3 \times e_3$  : couche de fondation

Où :

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

$e_1, e_2, e_3$  : épaisseurs réelles des couches.

- Coefficient d'équivalence

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

**Tableau III.5** : coefficient d'équivalence des matériaux

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	<b>2.00</b>
Grave ciment – grave laitier	<b>1.50</b>
Grave bitume	<b>1.20 à 1.70</b>
Grave concassée ou gravier	<b>1.00</b>
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	<b>0.75</b>
Sable ciment	<b>1.00 à 1.20</b>
Sable	<b>0.50</b>
Tuf	<b>0.5-0.75</b>

Lorsque le corps de chaussée est composé par des différents matériaux, on utilise le coefficient d'équivalence de chaque matériau :

$$e = \sum_{i=1}^n a_i \cdot e_i \quad \text{III. 2}$$

#### **III.2.2.4 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)**

Afin de faciliter la tâche à l'ingénieur routier Un manuel pratique de dimensionnement d'une utilisation facile a été conçu ; caractérisé par des hypothèses de base sur les paramètres caractéristiques (la stratégie de dimensionnement, niveau de service, trafic, caractéristiques du sol, climat, matériaux).

#### **III.2.2.5 Méthode du catalogue des structures des chaussées neuves (B60-B61)**

Le catalogue des structures type neuf est établi par « SETRA ». il distingue les structures de chaussée suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB). Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 (véh/j).

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation. Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données

- Trafic cumulé de poids lourds à la 20<sup>ème</sup> année  $T_i$ .
- Les caractéristiques du sol ( $S_i$ ).

### ➤ Détermination de la classe du trafic

Le trafic est caractérisé par le nombre de poids lourds de charge utile supérieur à 50 (Km) par jour la voie la plus chargée.

**Tableau III.6** : Classement du trafic suivant le catalogue.

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumule sur 20 ans
T1	$T < 7.3 \times 10^5$
T2	$3.7 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
T3	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
T4	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
T5	$T > 4 \times 10^7$

On commence par la détermination du trafic poids lourds cumulé sur 20 ans et définir à partir du tableau ci-dessus la classe de trafic correspondant. Le trafic cumulé est donné par la formule ci-après :

$$T_C = T_{PL} \left[ 1 + \frac{(1+r)^{n+1} - (1+r)}{(1+r) - 1} \right] \times 365 \quad \text{III. 3}$$

**TPL** : trafic poids lourds à l'année de mise en service.

**n** : durée de vie ( $n = 20$  ans).

**T** : taux de croissance du trafic.

### Détermination de la classe du sol

Le sol doit être classé selon la valeur du CBR du sol support. Les différentes catégories de sol sont données par le tableau suivant :

**Tableau III.7** Classe de sols.

Classe du sol	Indice C.B.R
S1	<b>25 à 40</b>
S2	<b>10 à 25</b>
S3	<b>5 à 10</b>
S4	<b>&lt; 5</b>

### Application au projet

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5}) (75 + 50 \log \frac{3017}{10})}{11 + 5} = 37.96$$

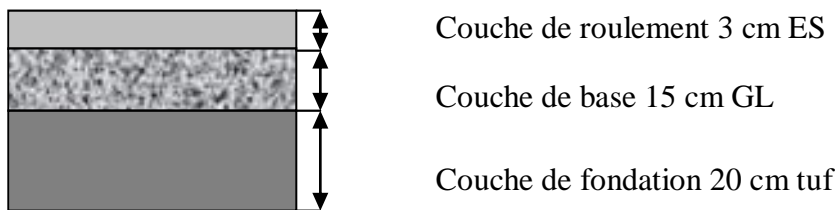
III. 4

$$e = 38 \text{ cm}$$

On a proposé les matériaux suivants de chaque couche

- ♦ Couche de roulement (ES)  $a_1 = 2$
  - ♦ Couche de base (GL 0/20)  $a_2 = 1.5$
  - ♦ Couche de fondation (Tuf 0/40)  $a_3 = 0.5$
- $$e = e_1 \times a_1 + e_2 \times a_2 + e_3 \times a_3 = 38 \text{ cm}$$

Donc l'épaisseur réelle est de **3(ES) + 15(GL 0/20) + 20 (Tuf 0/40)**



$$e = 3 \times 2 + 15 \times 1,5 + e_3 \times 0,5 = 38 \text{ cm}$$

$$e_3 = [38 - (3 \times 2 + 15 \times 1,5)] / 0,5 = 19 \text{ cm On prend } 20 \text{ cm}$$

### III.2.2.6 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

#### a/ Détermination du type de réseau

On a :  $TJMA = 850 \text{ véh/j} < 1500 \text{ véh/j} \Rightarrow$  Donc le réseau principal est de niveau 2 (**RP2**).

#### b/ Choix des structures types par niveau de réseau principal : (RP2)

D'après le catalogue de dimensionnement notre choix se fixe sur une structure de type : **SG/SG**.

#### c/ Détermination de la classe de trafic $TPL_i$ pour RP2

- Le projet à TAMANGHESSET alors la Zone climatique : **Zone IV**
- Durée de vie : 15 ans.
- Taux de d'accroissement : 7 (%).
- $TJMA_{2019} = 850 \text{ (véh/j)}$ .

$$TPL = TJMA_{2019} * 0.5 * 0.7$$

III.5

$$TPL = 850 \times 0.5 \times 0.7 \Rightarrow TPL = 298 \text{ (Pl / j /sens)}.$$

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en **TPL3**.

**Tableau III.8** Classe de trafic.

	TPL0	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/J/sens	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>				
Pour (RP2)	<b>a</b>	<b>a</b>	<b>a</b>	<b>a</b>	-	-	-	-
	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>300</b>				

▪ **Détermination de la portance de sol support de chaussée :**

Le sol doit être classé selon la valeur de CBR de densité Proctor modifier maximal les différentes catégories sont données par le tableau indique les classes de sols :

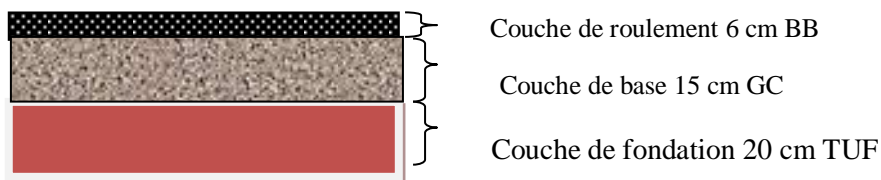
CBR = 10 .D’après le catalogue, l’ordre de portance de sol est de : **S2**.

D’après le catalogue des structures on trouve la structure suivant :

Structure rigide donc on a sol S2 et TPL3.

Donc l’épaisseur est :

- 6 cm : couche de roulement en (BB)
- 15 cm : couche de base en (SG)
- 20 cm : couche de fondation en (Tuf)



**Figure III.2 : Les couches de corps de chaussée méthode catalogue**

**CONCLUSION :** D’après le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante et uniforme pour l’ensemble du tracé, alors que la méthode dite CBR nous propose une structure de chaussée avec des épaisseurs nettement moins importantes et différentes selon l’indice portant du sol support.

La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s’appuie sur des lois de comportement à la fatigue, nous nous proposons de l’appliquer à notre projet pour les raisons suivantes.

- Augmentation de la longévité de la route.
- Disponibilité de crédit d’investissement à court terme pour éviter les fluctuations dans le cas d’un investissement différé à long terme.
- Minimiser les coûts d’entretien.
- Expérimentation de la méthode pour avoir un retour d’expérience suffisant pour sa généralisation et son adoption ou bien à sa révision selon les observations qui seront faites.
- Un meilleur comportement à l’orniérage.

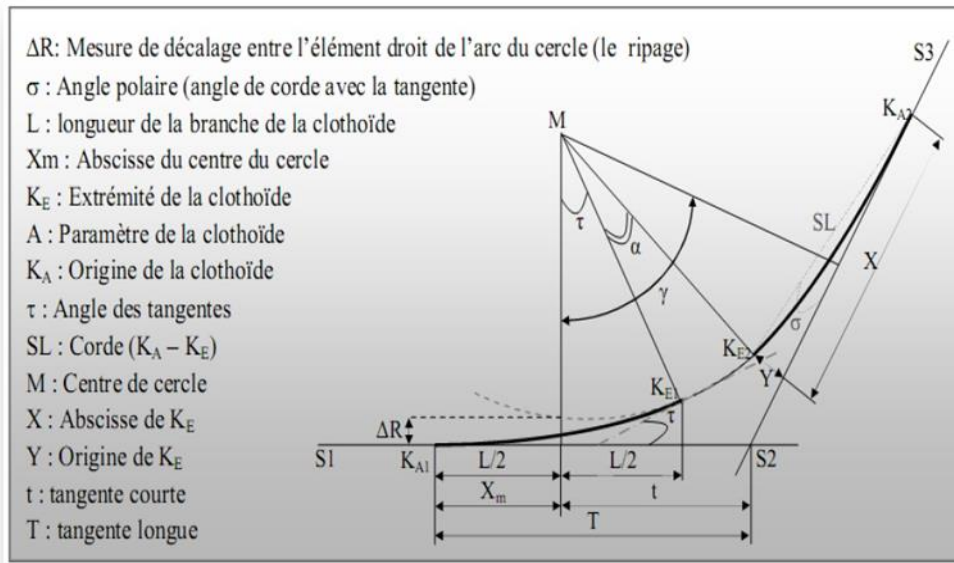
**III.3. TRACE EN PLAN**

**III.3.1- LE RACCORDEMENT PROGRESSIF**

**III.3.1.1 Raccordement progressif (la Clothoïde)**

a. **Définition :** La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbe décroît d’une façon continue de l’origine ou il est infini jusqu’au point asymptotique ou il est nul. La courbure de la Clothoïde est

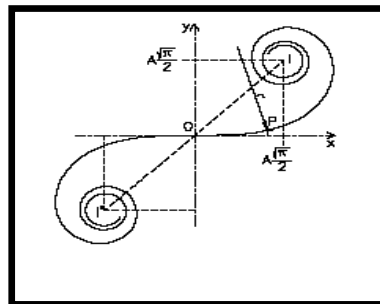
linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la **Clothoïde** maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.



**Figure III.3** : élément de la clothoïde

### **b/ Propriétés de la clothoïde**

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



**Figure III.4** : la propriété de clothoïde

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

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

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

### **c/ Longueur de raccordements**

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

### c.1 Condition optique

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

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

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

Pour  $R \geq 1500$  m  $R = 1$  m

$$L_1 \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \text{III.6}$$

si  $1500 < R < 5000$  m

$$L_1 \geq R/9 \quad \text{III.7}$$

si  $R < 5000$  m

$$L_1 \geq 7.75 \sqrt{R} \quad \text{III.8}$$

### c.2. La condition de confort dynamique

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

$$L_2 \geq \frac{Vr^2}{18} \cdot \left( \frac{Vr^2}{127 R} - \Delta d \right) \quad \text{III.9}$$

Avec :

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

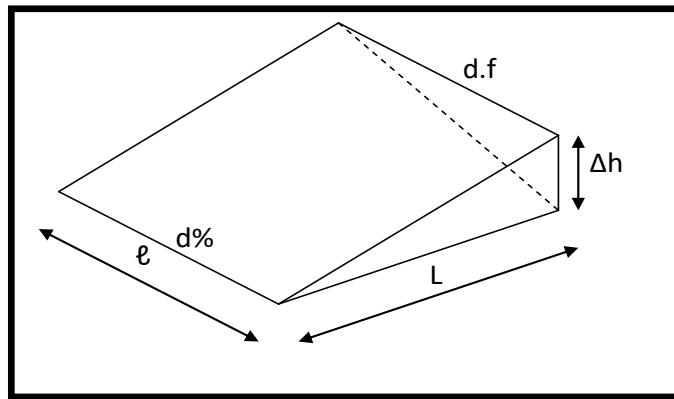
### c.3. Condition de gauchissement

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

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

Avec :

- ✓ **L** : longueur de raccordement.
- ✓ **l** : largeur de la chaussée.
- ✓  **$\Delta d$**  : variation de dévers.



**Figure III.5** : Condition de gauchissement

**d. Vérification de non chevauchement**

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

**Figure III.6** : Vérification de non chevauchement

## Notion de devers

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

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

### ❖ Devers en alignement

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

Il est pris égal à :

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

### ❖ Devers en courbe

En courbe, le devers permet de :

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

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

**Tableau III.9 : Devers en fonction de l'environnement**

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

### III.3.1.2 Détermination des dévers aux rayons en plan

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

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

- **2<sup>ème</sup> cas :**

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

- **3<sup>ème</sup> cas :**

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

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

- **4ème cas :**

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

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

### III.3.1.3 Les rayons de tracé en plan

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

- **Rayon minimal absolu (RHm)**

$$RHmin = \frac{V_r^2}{127 \times (f_r + dmax)}$$

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

- **Rayon horizontal normal (RHN)**

$$RHN = \frac{(V_r^2 + 20)}{127 (f_r + dmax)}$$

Le rayons minimal (RHN) doit permettre a des véhicules dépassant  $V_r$  de 20 km /h de roulés en sécurité.

- **Rayon au devers minimal RHd**

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

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

- **Rayon non déversé RHnd**

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

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

### III.3.1.4 Application au projet

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

**Tableau III.10 : les dévers des rayons en plan**

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

#### b. Calcul de la longueur de Clothoïde et la vérification de non chevauchement :

**Tableau III.11 : Longueur de la Clothoïde« L »**

Conditions	1 <sup>er</sup> virage	2 <sup>eme</sup> virage	3 <sup>eme</sup> virage
Gauchissement	$L1 \geq 142,82$ m	$L1 \geq 189,73$ m	$L1 \geq 120$ m
Confort dynamique	$L2 \geq 2.81$ m	$L2 \geq 2.05$ m	$L2 \geq 2.36$ m
Optique	$L3 \geq 30.71$ m	$L3 \geq 35$ m	$L3 \geq 25.77$ m
chevauchement	$\tau = 4.3339$ gr	$\tau = 3.5389$ gr	$\tau = 4.5093$ gr
	$\square\square 2 = 15.57$ gr	$\square\square 2 = 1.7959$ gr	$\square\square 2 = 13.0654$ gr
	Pas de chevauchement	Pas de chevauchement	Pas de chevauchement
L max	142,82 m	189,73 m	120 m
L choisie	143 m	189 m	120 m

Conditions	4 <sup>eme</sup> virage	5 <sup>eme</sup> virage	6 <sup>eme</sup> virage
Gauchissement	$L1 \geq 60$ m	$L1 \geq 54$ m	$L1 \geq 183,30$ m
Confort dynamique	$L2 \geq 1.18$ m	$L2 \geq 1.18$ m	$L2 \geq 3.61$ m
Optique	$L3 \geq 12.88$ m	$L3 \geq 12.88$ m	$L3 \geq 39.51$ m
	$\square\square 2 = 6.53$ gr	$\square\square 2 = 6.53$ gr	$\square\square 2 = 20.03375$ gr
	Pas de chevauchement	Pas de chevauchement	Pas de chevauchement

L max	60 m	54 m	183,30 m
L choisie	60 m	54m	184 m

### Variation du dévers dans la clothoïde

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

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

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

##### Bord extérieur

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

$$d_{int} = \begin{cases} d_{min} & \text{si } x < \frac{6L}{\Delta d} \\ d_{ext} & \text{si } x > \frac{6L}{\Delta d} \end{cases} \quad \text{III.10}$$

### Calcul des devers extérieurs et intérieurs

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

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
1	0.000	1432.061	1432.060	188329.298	2637590.807	196.785g	2.50	-2.50
2	30.000	1431.679	1432.047	188359.260	2637592.321	196.785g	2.50	-2.50
3	60.000	1431.750	1432.034	188389.221	2637593.836	196.785g	2.50	-2.50
4	90.000	1431.701	1432.020	188419.183	2637595.350	196.785g	2.50	-2.50
5	120.000	1431.435	1432.007	188449.145	2637596.865	196.785g	2.50	-2.50
6	150.000	1431.618	1431.994	188479.107	2637598.379	196.785g	2.50	-2.50
7	180.000	1431.531	1431.981	188509.068	2637599.894	196.785g	2.50	-2.50
8	210.000	1431.079	1431.967	188539.030	2637601.408	196.785g	2.50	-2.50
9	240.000	1431.293	1431.954	188568.992	2637602.923	196.785g	2.50	-2.50

10	270.000	1431.677	1431.941	188598.954	2637604.437	196.785g	2.50	-2.50
11	300.000	1431.338	1431.928	188628.915	2637605.952	196.785g	2.50	-2.50
12	330.000	1431.098	1431.915	188658.877	2637607.466	196.785g	2.50	-2.50
13	360.000	1430.997	1431.901	188688.839	2637608.981	196.785g	2.50	-2.50
14	390.000	1430.940	1431.888	188718.801	2637610.495	196.785g	2.50	-2.50
15	420.000	1430.895	1431.875	188748.762	2637612.010	196.785g	2.50	-2.50
16	450.000	1430.890	1431.862	188778.724	2637613.524	196.785g	2.50	-2.50
17	480.000	1431.117	1431.848	188808.686	2637615.039	196.785g	2.50	-2.50
18	510.000	1430.914	1431.835	188838.648	2637616.553	196.785g	2.50	-2.50
19	540.000	1430.948	1431.822	188868.609	2637618.068	196.785g	2.50	-2.50
20	570.000	1430.942	1431.809	188898.571	2637619.582	196.785g	2.50	-2.50
21	600.000	1431.022	1431.796	188928.533	2637621.097	196.785g	2.50	-2.50
22	630.000	1431.085	1431.782	188958.495	2637622.611	196.785g	2.50	-2.50
23	660.000	1430.874	1431.769	188988.456	2637624.126	196.785g	2.50	-2.50
24	690.000	1430.989	1431.756	189018.418	2637625.640	196.785g	2.50	-2.50
25	720.000	1431.038	1431.743	189048.380	2637627.155	196.785g	2.50	-2.50
26	750.000	1431.111	1431.729	189078.342	2637628.669	196.785g	2.50	-1.17
27	780.000	1430.975	1431.717	189108.303	2637630.184	196.785g	2.50	1.07
28	799.178	1430.975	1431.719	189127.456	2637631.152	196.785g	2.50	2.50
29	810.000	1431.047	1431.725	189138.261	2637631.767	195.974g	2.50	2.50
30	840.000	1431.228	1431.759	189168.162	2637634.191	193.727g	2.50	2.50
31	870.000	1431.316	1431.818	189197.958	2637637.668	191.480g	2.50	2.50
32	900.000	1431.465	1431.903	189227.613	2637642.195	189.234g	2.50	2.50
33	930.000	1431.678	1432.014	189257.090	2637647.765	186.987g	2.50	2.50
34	960.000	1431.916	1432.150	189286.351	2637654.372	184.740g	2.50	2.50
35	990.000	1432.185	1432.312	189315.362	2637662.007	182.493g	2.50	2.50
36	1020.000	1432.776	1432.500	189344.085	2637670.661	180.246g	2.50	2.50

37	1050.000	1433.151	1432.714	189372.485	2637680.324	177.999g	2.50	2.50
38	1080.000	1433.752	1432.953	189400.526	2637690.982	175.752g	2.50	2.50
39	1110.000	1433.813	1433.218	189428.173	2637702.624	173.505g	2.50	2.50
40	1140.000	1433.886	1433.503	189455.393	2637715.233	171.258g	2.50	2.50
41	1170.000	1433.870	1433.789	189482.150	2637728.796	169.011g	2.50	2.50
42	1200.000	1433.920	1434.075	189508.413	2637743.294	166.765g	2.50	2.50
43	1230.000	1434.155	1434.362	189534.147	2637758.709	164.518g	2.50	2.50
44	1260.000	1434.455	1434.648	189559.322	2637775.024	162.271g	2.50	2.50
45	1290.000	1434.779	1434.935	189583.905	2637792.216	160.024g	2.50	2.50
46	1320.000	1435.054	1435.221	189607.866	2637810.265	157.777g	2.50	2.50
47	1350.000	1435.370	1435.507	189631.175	2637829.149	155.530g	2.50	2.50
48	1380.000	1435.681	1435.794	189653.804	2637848.843	153.283g	2.50	2.50
49	1410.000	1436.006	1436.080	189675.723	2637869.323	151.036g	2.50	2.50
50	1440.000	1436.360	1436.366	189696.906	2637890.564	148.789g	2.50	2.50
51	1470.000	1436.729	1436.653	189717.326	2637912.540	146.543g	2.50	2.50
52	1500.000	1437.017	1436.939	189736.959	2637935.222	144.296g	2.50	2.50
53	1530.000	1437.357	1437.225	189755.778	2637958.583	142.049g	2.50	2.50
54	1560.000	1437.670	1437.512	189773.762	2637982.593	139.802g	2.50	2.50
55	1590.000	1437.942	1437.798	189790.887	2638007.223	137.555g	2.50	2.50
56	1620.000	1438.335	1438.085	189807.132	2638032.442	135.308g	2.50	2.50
57	1650.000	1438.684	1438.391	189822.477	2638058.219	133.061g	2.50	2.50
58	1680.000	1438.976	1438.723	189836.903	2638084.521	130.814g	2.50	2.50
59	1710.000	1439.227	1439.081	189850.392	2638111.315	128.567g	2.50	2.50
60	1712.550	1439.248	1439.112	189851.495	2638113.615	128.376g	2.50	2.50
61	1740.000	1439.490	1439.464	189863.330	2638138.383	128.376g	2.50	0.45
62	1770.000	1439.838	1439.873	189876.263	2638165.451	128.376g	2.50	-1.79
63	1800.000	1440.967	1440.307	189889.197	2638192.520	128.376g	2.50	-2.50

64	1830.000	1441.871	1440.767	189902.131	2638219.589	128.376g	2.50	-2.50
65	1860.000	1442.500	1441.253	189915.064	2638246.658	128.376g	2.50	-2.50
66	1890.000	1442.922	1441.765	189927.998	2638273.727	128.376g	2.50	-2.50
67	1920.000	1443.279	1442.298	189940.931	2638300.795	128.376g	2.50	-2.50
68	1950.000	1443.599	1442.833	189953.865	2638327.864	128.376g	2.50	-2.50
69	1980.000	1444.350	1443.368	189966.799	2638354.933	128.376g	2.50	-2.50
70	2010.000	1445.161	1443.903	189979.732	2638382.002	128.376g	2.50	-2.50
71	2040.000	1445.705	1444.439	189992.666	2638409.071	128.376g	2.50	-2.50
72	2070.000	1446.087	1444.974	190005.600	2638436.140	128.376g	2.50	-2.50
73	2100.000	1446.847	1445.509	190018.533	2638463.208	128.376g	2.50	-2.50
74	2130.000	1447.658	1446.044	190031.467	2638490.277	128.376g	2.50	-2.50
75	2160.000	1448.425	1446.580	190044.401	2638517.346	128.376g	2.50	-2.50
76	2190.000	1449.233	1447.129	190057.334	2638544.415	128.376g	2.50	-2.50
77	2220.000	1450.059	1447.692	190070.268	2638571.484	128.376g	2.50	-2.50
78	2250.000	1450.308	1448.270	190083.202	2638598.552	128.376g	2.50	-2.50
79	2270.113	1450.023	1448.666	190091.873	2638616.700	128.376g	2.50	-2.50
80	2280.000	1449.882	1448.863	190096.106	2638625.635	127.957g	2.50	-2.50
81	2310.000	1449.790	1449.472	190108.588	2638652.914	126.684g	2.50	-2.50
82	2340.000	1450.098	1450.095	190120.523	2638680.438	125.410g	2.50	-2.50
83	2370.000	1450.744	1450.733	190131.905	2638708.194	124.137g	2.50	-2.50
84	2400.000	1451.419	1451.387	190142.729	2638736.173	122.864g	2.50	-2.50
85	2430.000	1452.247	1452.055	190152.992	2638764.363	121.591g	2.50	-2.50
86	2460.000	1452.980	1452.738	190162.688	2638792.752	120.317g	2.50	-2.50
87	2490.000	1453.522	1453.437	190171.816	2638821.329	119.044g	2.50	-2.50
88	2520.000	1454.123	1454.150	190180.369	2638850.083	117.771g	2.50	-2.50
89	2546.447	1454.680	1454.789	190187.432	2638875.569	116.648g	2.50	-2.50
90	2550.000	1454.754	1454.875	190188.351	2638879.002	116.648g	2.50	-2.50

91	2580.000	1455.258	1455.602	190196.107	2638907.982	116.648g	2.50	-2.50
92	2610.000	1455.692	1456.328	190203.863	2638936.962	116.648g	2.50	-2.50
93	2640.000	1456.279	1457.055	190211.619	2638965.942	116.648g	2.50	-2.50
94	2670.000	1456.997	1457.781	190219.376	2638994.922	116.648g	2.50	-2.50
95	2700.000	1457.900	1458.508	190227.132	2639023.902	116.648g	2.50	-2.50
96	2730.000	1458.878	1459.234	190234.888	2639052.882	116.648g	2.50	-2.50
97	2760.000	1459.817	1459.961	190242.644	2639081.862	116.648g	2.50	-2.50
98	2790.000	1460.869	1460.687	190250.401	2639110.842	116.648g	2.50	-2.50
99	2820.000	1462.107	1461.414	190258.157	2639139.822	116.648g	2.50	-2.50
100	2850.000	1464.406	1462.140	190265.913	2639168.802	116.648g	2.50	-2.50
101	2880.000	1464.971	1462.866	190273.670	2639197.782	116.648g	2.50	-2.50
102	2910.000	1465.678	1463.550	190281.426	2639226.762	116.648g	2.50	-2.50
103	2940.000	1465.547	1464.077	190289.182	2639255.742	116.648g	2.50	-2.50
104	2970.000	1465.493	1464.440	190296.938	2639284.722	116.648g	2.50	-2.50
105	3000.000	1465.235	1464.639	190304.695	2639313.702	116.648g	2.50	-2.50
106	3030.000	1464.683	1464.675	190312.451	2639342.682	116.648g	2.26	-2.50
107	3060.000	1464.493	1464.547	190320.207	2639371.662	116.648g	-0.08	-2.50
108	3090.000	1464.741	1464.255	190327.963	2639400.642	116.648g	-2.41	-2.50
109	3093.913	1464.779	1464.205	190328.975	2639404.421	116.648g	-2.72	-2.72
110	3120.000	1464.750	1463.800	190336.265	2639429.467	119.416g	-2.72	-2.72
111	3150.000	1462.460	1463.186	190345.985	2639457.845	122.599g	-2.72	-2.72
112	3180.000	1461.517	1462.521	190357.112	2639485.702	125.783g	-2.72	-2.72
113	3183.000	1461.506	1462.455	190358.301	2639488.457	126.101g	-2.72	-2.72
114	3210.000	1462.845	1461.857	190369.616	2639512.969	128.966g	-2.72	-2.72
115	3240.000	1461.782	1461.192	190383.468	2639539.576	132.149g	-0.64	-2.50
116	3244.275	1461.530	1461.098	190385.549	2639543.310	132.602g	-0.31	-2.50
117	3270.000	1460.336	1460.528	190398.155	2639565.735	132.602g	1.70	-2.50

118	3286.000	1459.708	1460.190	190405.996	2639579.682	132.602g	2.50	-1.50
119	3300.000	1459.280	1459.951	190412.856	2639591.886	132.602g	2.50	0.96
120	3328.000	1459.298	1459.642	190426.577	2639616.294	132.602g	5.89	5.89
121	3328.295	1459.293	1459.640	190426.721	2639616.551	132.602g	5.94	5.94
122	3330.000	1459.302	1459.628	190427.548	2639618.042	131.879g	6.24	6.24
123	3360.000	1460.043	1459.562	190439.232	2639645.619	119.146g	7.00	7.00
124	3390.000	1460.237	1459.753	190445.204	2639674.968	106.414g	7.00	7.00
125	3398.000	1460.023	1459.847	190445.796	2639682.945	103.018g	7.00	7.00
126	3420.000	1459.667	1460.201	190445.226	2639704.918	93.681g	4.51	4.51
127	3450.000	1459.986	1460.906	190439.298	2639734.275	80.949g	2.50	-0.77
128	3461.000	1461.317	1461.229	190435.673	2639744.658	76.280g	2.29	-2.50
129	3462.066	1461.492	1461.262	190435.281	2639745.650	75.828g	2.11	-2.50
130	3480.000	1463.403	1461.869	190428.634	2639762.306	75.828g	-1.05	-2.50
131	3495.058	1463.064	1462.448	190423.053	2639776.292	75.828g	-3.70	-3.70
132	3510.000	1464.012	1463.037	190418.215	2639790.422	82.169g	-6.33	-6.33
133	3512.000	1464.172	1463.113	190417.675	2639792.348	83.018g	-6.68	-6.68
134	3540.000	1465.923	1464.093	190412.851	2639819.888	94.902g	-7.00	-7.00
135	3566.000	1467.988	1464.863	190413.022	2639845.855	105.937g	-7.00	-7.00
136	3570.000	1468.629	1464.969	190413.447	2639849.832	107.634g	-7.00	-7.00
137	3600.000	1471.421	1465.665	190419.981	2639879.061	120.367g	-7.00	-7.00
138	3618.204	1470.748	1466.000	190426.739	2639895.952	128.093g	-7.00	-7.00
139	3630.000	1470.026	1466.181	190431.777	2639906.618	128.093g	-4.92	-4.92
140	3660.000	1469.447	1466.517	190444.590	2639933.744	128.093g	0.35	-2.50
141	3690.000	1468.376	1466.673	190457.403	2639960.870	128.093g	2.50	-2.50
142	3720.000	1466.599	1466.648	190470.215	2639987.996	128.093g	2.50	-2.50
143	3750.000	1465.770	1466.444	190483.028	2640015.122	128.093g	2.50	-2.50
144	3770.000	1465.920	1466.208	190491.570	2640033.206	128.093g	2.50	-2.50

145	3780.000	1465.571	1466.062	190495.841	2640042.249	128.093g	2.50	-2.50
146	3810.000	1464.607	1465.618	190508.654	2640069.375	128.093g	2.50	-2.50
147	3840.000	1463.112	1465.173	190521.467	2640096.501	128.093g	2.50	-2.50
148	3870.000	1461.835	1464.728	190534.280	2640123.627	128.093g	2.50	-2.50
149	3900.000	1460.469	1464.283	190547.093	2640150.753	128.093g	2.50	-2.50
150	3930.000	1459.154	1463.838	190559.905	2640177.880	128.093g	2.50	-2.50
151	3960.000	1459.576	1463.393	190572.718	2640205.006	128.093g	2.50	-2.50
152	3990.000	1461.017	1462.948	190585.531	2640232.132	128.093g	2.50	-2.50
153	4020.000	1461.916	1462.504	190598.344	2640259.258	128.093g	2.50	-2.50
154	4050.000	1461.685	1462.059	190611.157	2640286.384	128.093g	2.50	-2.50
155	4080.000	1460.992	1461.614	190623.970	2640313.511	128.093g	2.50	-2.50
156	4110.000	1460.372	1461.169	190636.783	2640340.637	128.093g	2.50	-2.50
157	4140.000	1460.137	1460.724	190649.595	2640367.763	128.093g	2.50	-2.50
158	4170.000	1460.264	1460.279	190662.408	2640394.889	128.093g	2.50	-2.50
159	4200.000	1460.205	1459.826	190675.221	2640422.015	128.093g	2.50	-2.50
160	4230.000	1459.166	1459.359	190688.034	2640449.142	128.093g	2.50	-2.50
161	4260.000	1458.435	1458.878	190700.847	2640476.268	128.093g	2.50	-2.50
162	4266.343	1458.280	1458.775	190703.556	2640482.003	128.093g	2.50	-2.50
163	4290.000	1457.808	1458.383	190713.840	2640503.308	129.168g	2.50	-2.50
164	4320.000	1457.207	1457.875	190727.397	2640530.069	130.533g	2.50	-2.50
165	4350.000	1456.630	1457.353	190741.524	2640556.534	131.897g	2.50	-2.50
166	4380.000	1456.068	1456.816	190756.214	2640582.690	133.261g	2.50	-2.50
167	4410.000	1455.460	1456.266	190771.462	2640608.526	134.625g	2.50	-2.50
168	4440.000	1455.097	1455.702	190787.260	2640634.029	135.989g	2.50	-2.50
169	4470.000	1454.621	1455.125	190803.601	2640659.187	137.353g	2.50	-2.50
170	4500.000	1454.188	1454.533	190820.477	2640683.989	138.718g	2.50	-2.50
171	4530.000	1453.756	1453.927	190837.880	2640708.425	140.082g	2.50	-2.50

172	4560.000	1453.251	1453.308	190855.804	2640732.481	141.446g	2.50	-2.50
173	4590.000	1452.789	1452.675	190874.238	2640756.149	142.810g	2.50	-2.50
174	4620.000	1452.220	1452.028	190893.176	2640779.415	144.174g	2.50	-2.50
175	4650.000	1451.093	1451.367	190912.607	2640802.271	145.539g	2.50	-2.50
176	4680.000	1449.895	1450.692	190932.524	2640824.705	146.903g	2.50	-2.50
177	4697.911	1449.175	1450.283	190944.643	2640837.894	147.717g	2.50	-2.50
178	4710.000	1448.720	1450.004	190952.879	2640846.743	147.717g	2.50	-2.50
179	4740.000	1447.483	1449.301	190973.318	2640868.703	147.717g	2.50	-2.50
180	4770.000	1447.350	1448.586	190993.757	2640890.663	147.717g	2.50	-2.50
181	4800.000	1447.074	1447.866	191014.196	2640912.623	147.717g	2.50	-2.50
182	4830.000	1446.823	1447.146	191034.635	2640934.583	147.717g	2.50	-2.50
183	4860.000	1446.667	1446.426	191055.074	2640956.543	147.717g	2.50	-2.50
184	4890.000	1446.506	1445.706	191075.514	2640978.503	147.717g	2.50	-2.50
185	4920.000	1445.387	1444.986	191095.953	2641000.463	147.717g	2.50	-2.50
186	4950.000	1442.916	1444.266	191116.392	2641022.423	147.717g	2.50	-2.50
187	4980.000	1442.364	1443.546	191136.831	2641044.383	147.717g	2.50	-2.50
188	5000.004	1442.347	1443.066	191150.459	2641059.026	147.717g	2.50	-2.50

### **III.4. LES PARAMETRES CINEMATIQUES**

#### **III.4.1. Introduction**

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

#### **III.4.2. Distance de freinage**

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

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

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

Avec :

$V_R$  : vitesse de référence en Km/h

$i$  : Déclivité en %.

III.11

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

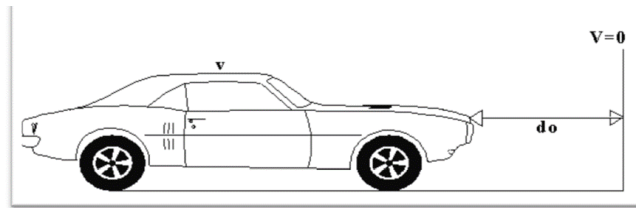


Figure III 7 : Distance de freinage

Tableau III.12 : Coefficient de frottement longitudinal  $f_l$  en fonction de la vitesse (B40).

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

Pour notre projet : Cat 1

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



$f_l = 0.36$

- En alignement droit

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v_r^2}{g \times f_l} \quad \text{III.12}$$

- En rampe

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v_r^2}{g \times (f_l + i)} \quad \text{III.13}$$

- En pente

$$d_0 = 0.04 \times \frac{v_r^2}{g \times (f_l - i)} \quad \text{III.14}$$

### III.5. Temps de perception et de réaction

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

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

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

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

Dans une attention concentrée

$t = 2s$  pour un obstacle imprévisible

$t = 0.6s$  pour un obstacle prévisible

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

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

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

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

$$d_1 = v \times t$$

Avec  $V$  : m/s et  $t$  : s

### III.6 Distance d'arrêt

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

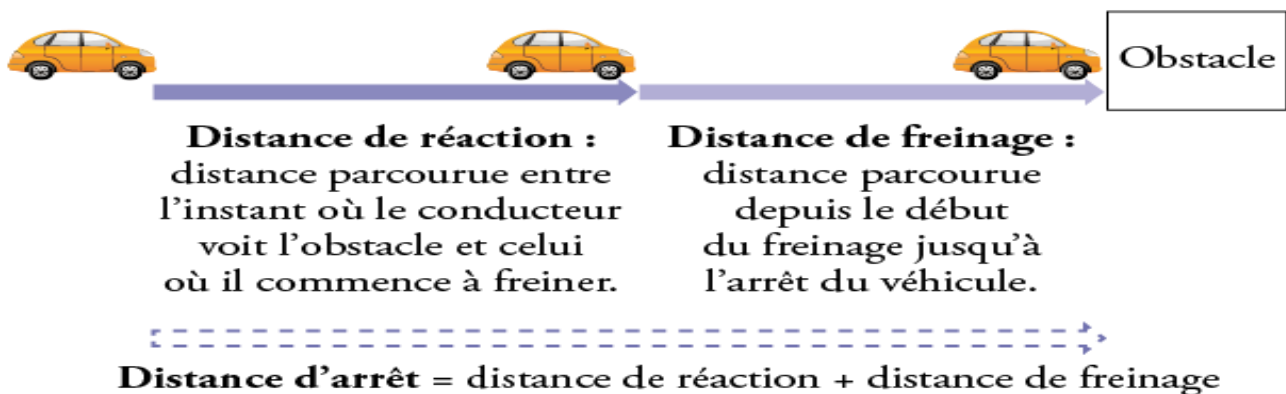


Figure III.8 : Temps de perception-réaction.

- **En alignement droit**

Pour  $V_r < 100 \text{ Km/h}$  et quand  $t = 2s$  :

$$d = d_0 + 0.55 \times V_r \quad \text{III.15}$$

Pour  $V_r \geq 100\text{Km/h}$  et quand  $t = 1.8s$

$$d = d_0 + 0.50 \times V_r \quad \text{III.16}$$

- **En courbe**

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

Pour  $V_r \leq 100\text{Km/h}$  et quand  $t = 2 \text{ s}$  :

$$d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r \quad \text{III.17}$$

Pour  $V_r > 100 \text{ km/h}$  et quand  $t = 1.8 \text{ s}$

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

### III.7. Distance de perception

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

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

$$d_p = d + \frac{6}{3.6} \cdot V_R \quad \text{III.18}$$

### III.8. Espacement entre deux véhicules

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

La distance de freinage ne change pas et reste  $d_0$ , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction du second véhicule un feu arrière de stop de premier véhicule.

L'espacement sera donc théoriquement :

$$d'_2 = d_2 + v \times t' + l$$

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

$l$  : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend  $t' = 0.75 \text{ s}$

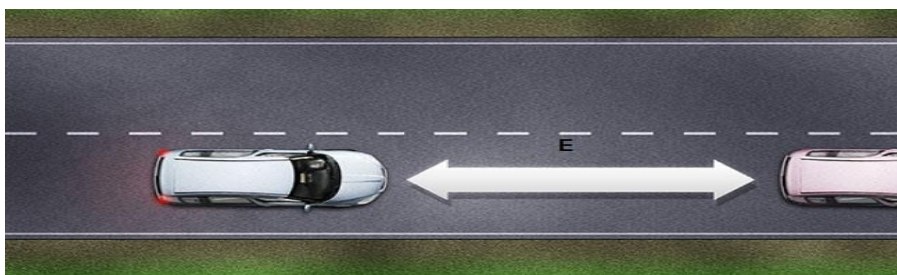
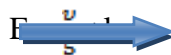
En général, on prend  $t = 3 \text{ s}$

Distance de sécurité sera donc :

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

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

Sachons que  $V = \frac{v}{3.6}$  et  $t' = 0.75 \text{ s}$



**Figure III.09** : l'espacement entre deux véhicules

### **III.9. Distance de visibilité de dépassant et de manœuvre**

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

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

**Tableau III.13** : les différentes distances selon les normes B40

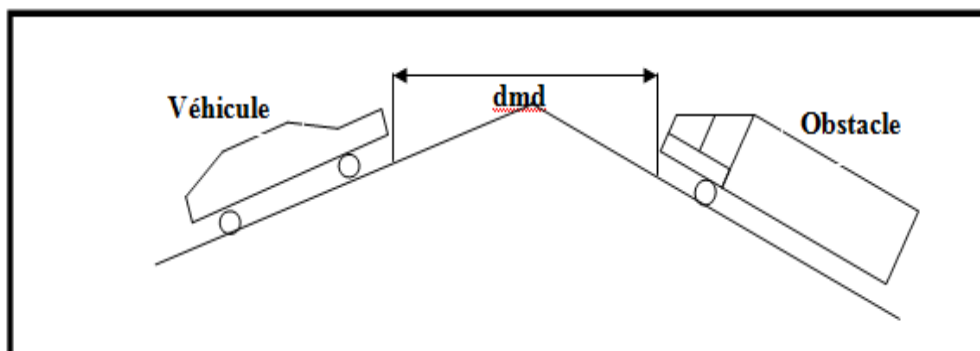
V (Km/ h)	40	60	80	100	120	140
<b>Dvd<sub>f</sub></b>	4 V	4 V	4V	4,2 V	4,6 V	5 V
<b>(m)</b>	160	240	320	420	550	700
<b>Dvd<sub>N</sub></b>	6 V	6 V	6 V	6,2 V	6,6 V	7 V
<b>(m)</b>	240	360	480	620	790	980
<b>Dmd (m)</b>	70	120	200	300	425	/

Avec :

**Dvd<sub>f</sub>** : distance de visibilité et de dépassement court ou forcé

**Dvd<sub>N</sub>** : distance de visibilité et de dépassement normale

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



**Figure III.10** : Distance de visibilité de manœuvre et de dépassement « dmd »

## IV .8. Application De Projet

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

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

### 1. Distance de freinage

En palier avec : i=0

$$d_0(m) = \frac{(0,04 * v^2)}{g (f-i)} = 111.11m \quad \text{III.19}$$

En rampe avec : i = 1.561 %

$$d_0(m) = \frac{(0,04 * v^2)}{g (f-i)} = \frac{(0,04 * 100^2)}{10 (0,36 + 0,01561)} = 106.49m \quad \text{III.20}$$

En Pente avec : i = -0.799%

$$d_0(m) = \frac{(0,04 * v^2)}{g (f-i)} = \frac{(0,04 * 100^2)}{10 (0,36 - 0,00799)} = 113.63m \quad \text{III.21}$$

**Tableau III.14 : distance de freinage**

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

## 2. Distance d'arrêt

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

### 2.1. En alignement droit

$i = 0 \%$  :

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

$$d_1(m) = 161.11 \text{ m}$$

$i = 1.561 \%$  :

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

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

$i = 3.903 \%$  :

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

$$d_1(m) = 174.6222 \text{ m}$$

**Tableau III.15** : distance d'arrêt

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

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

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

### 3.1 Pour un dépassement court ou en force

D'après le tableau 2 :

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

### 3.2 Pour un dépassement normal

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

### 3.3. Distance de manœuvre

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

### 4. Espacement entre 2 véhicules

$$E = 8 + 0.2 \times v + 0.003 \times v^2$$

$$E = 8 + 0.2 \times 100 + 0.003 \times 100^2$$

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

## **III.10. PROFIL EN LONG**

### **III.10.1 Introduction**

Un profil en long de voirie est une coupe verticale qui suit l'axe central de la voirie. Le profil en long est un graphique sur lequel on reporte les points du terrain naturel et ceux de l'axe du projet de voirie. On s'appuie sur ce document pour dessiner les profils en travers. Distances et altitudes sont données en mètres au centimètre près. On choisit en général un plan de comparaison d'altitude inférieure à l'altitude du point le plus bas du projet ou du terrain naturel.

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

### **III.10.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long**

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

### III.10.3 Les éléments de composition du profil en long :

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

### III.10.4 Les types de rayons :

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

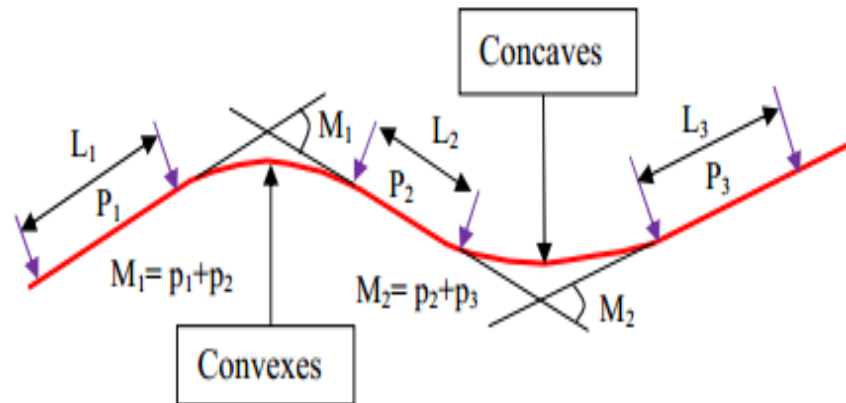


Figure III.11 : Élément géométriques du profil en long

### III.10.5. Coordination du tracé en Plan et Du profil en long

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

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

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

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

### III.10.6 Déclivités

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

### III.10.7 Déclivité minimale

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

### III.10.8 Déclivité maximale

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

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

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

**Tableau III.16 : Valeur de la déclivité maximale**

<b>Vb(km/h)</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>140</b>
<b>Imax(%)</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

### III.10.9 Raccordements en profil en long

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

### III.10.10 Raccordements convexes (angle saillant)

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

Leur conception doit satisfaire aux conditions de :

- confort.
- visibilité.

#### \*Condition de confort

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

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

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

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

$R_v$  : c'est le rayon vertical (m).

$V$  : vitesse de référence (km/h).

#### \*Condition de visibilité

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

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

d1 : Distance d'arrêt (m)

h0 : Hauteur de l'œil (m)

h1 : Hauteur de l'obstacle (m)

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})} \quad \text{III.11}$$

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

h<sub>0</sub> = 1.1 m, h<sub>1</sub> = 0.15 m

On trouve :

$$R_v m = a \times d_1^2 \quad \text{III.12}$$

Avec :

a= 0.24 pour les catégories 1 et 2.

a=0.22 pour les catégories 3, 4 et 5.

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

**Tableau III.17: Rayon convexes (angle saillant)**

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

### III.10.11 Raccordements concaves (angle rentrant)

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

$$R_v' = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)} \quad \text{III.13}$$

Avec : R<sub>v</sub>' : rayon minimum du cercle de raccordement.

d<sub>1</sub> : distance d'arrêt.

❖  $\frac{g}{40}$  Pour la CAT 1-2.

a. Rayon minimal absolu :

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

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

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

b. Rayon minimal normal :

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

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

$$R_{vn} = R_{vm(V_r+20)}$$

$$R_{vn} = 0.3 \times 120^2 = 4320m$$

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

a. Rayon minimal absolu :

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

b. Rayon minimal normal :

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

**Tableau III.18** Rayon convexes (angle rentrant)

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

**A. Détermination pratiques du profil en long :**

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

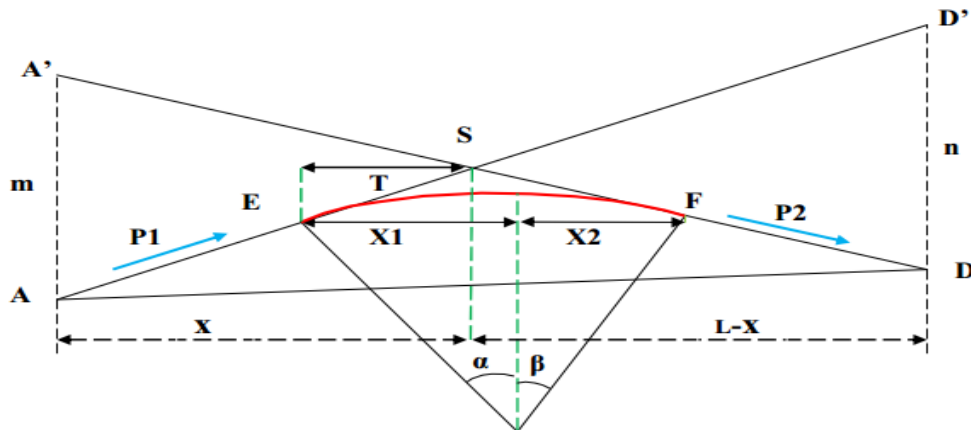
$$X^2 + Y^2 - 2RY = 0$$

À l'équation de la parabole :

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

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

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



**Figure III.12** : Schéma de la courbe du profil en long

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

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

**\*Calcul de la tangente**

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

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

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

**Tableau III.20** : rayons en profil en long selon les données

<b>Catégorie</b>		<b>C<sub>1</sub></b>
<b>Environnement</b>		<b>E<sub>1</sub></b>
<b>Vitesses de base (Km/h)</b>		<b>100</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rayon en angle saillant R<sub>v</sub></b></li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>	<b>Route unidirectionnelle : (2x2 voies)</b>	<b>6000</b>
	<b>R<sub>vm1</sub> (minimal absolu) en m</b>	<b>12000</b>
	<b>R<sub>vn1</sub> (minimal normal) en m</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rayon en angle rentrant R<sub>v</sub></b></li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>	<b>Route unidirectionnelle : (2x2 voies)</b>	<b>3000</b>
	<b>R<sub>vm1</sub> (minimal absolu) en m</b>	<b>4200</b>
	<b>R<sub>vn1</sub> (minimal normal) en m</b>	

- **Calcul des coordonnées du sommet de la parabole :**

$$\begin{cases} X1 = R \times P \\ Y1 = \frac{P^2 * R}{2} \end{cases} ; \begin{cases} X2 = R \times P' \\ Y2 = \frac{P'^2 * R}{2} \end{cases}$$

Pour R = 3000 m :

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

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

### 1- Calcul des tangentes

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

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

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

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

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

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

Exemple : Pour R = 3000 m

$$\begin{cases} P = 1.561\% \\ P' = 3.903\% \end{cases}$$

Donc :

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

### 2- Calcul de la flèche

La flèche est donnée par :

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

Exemple : Pour R = 3000 m

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

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

**Tableau III.19** :Les résultats des calculs des tangentes et les flèches du projet

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
D1	PENTE= -0.044 %	770.442	0.000	1432.060
PR1	S= 785.8722 Z=1431.7169 R = 35000.00	349.521	770.442	1431.720
D2	PENTE= 0.955 %	492.143	1119.963	1433.311
PR2	S= 1278.0149 Z=1436.4147 R = 35000.00	290.242	1612.106	1438.009
D3	PENTE= 1.784 %	246.324	1902.348	1441.983
PR3	S= 1078.3865 Z=1436.8311 R = 60000.00	382.656	2148.672	1446.377
D4	PENTE= 2.422 %	357.033	2531.328	1454.423
PR4	S= 3021.5470 Z=1464.6815 R = -5500.00	254.988	2888.361	1463.069
D5	PENTE= -2.215 %	131.862	3143.349	1463.333
PR5	S= 3352.7213 Z=1459.5544 R = 3500.00	217.510	3275.211	1460.413
D6	PENTE= 4.000 %	8.256	3492.721	1462.354
PR6	S= 3700.9769 Z=1466.6846 R = -5000.00	274.145	3500.977	1462.685
D7	PENTE= -1.483 %	391.910	3775.122	1466.135
PR7	S= 3203.1516 Z=1467.4699 R = -65000.00	596.008	4167.032	1460.323
D8	PENTE= -2.400 %	236.964	4763.040	1448.753
			5000.004	1443.066
LONGUEUR DE L'AXE		5000.004		

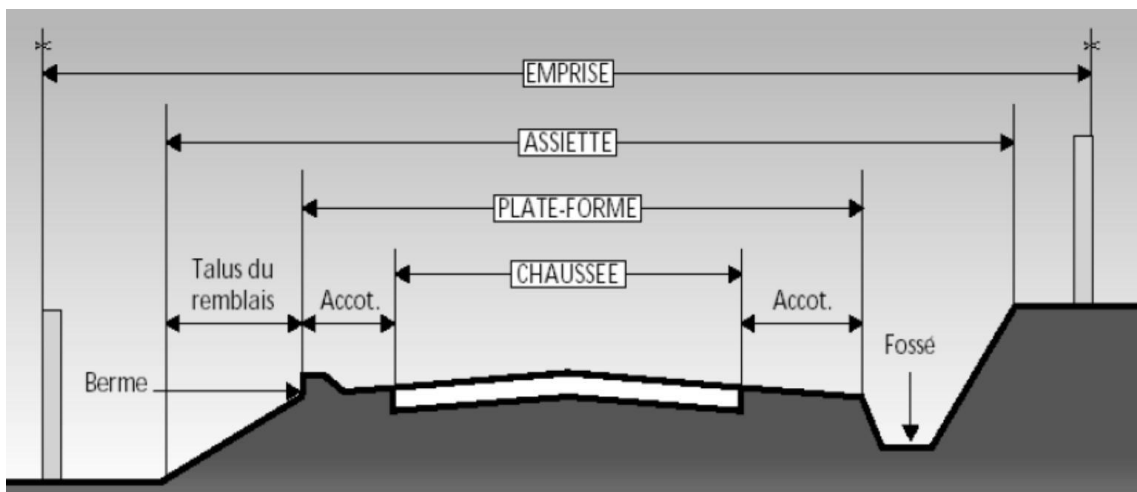
## **III.11. PROFIL EN TRAVERS**

### **III.11.1 Introduction**

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

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

### **III.11.2 Les éléments constitutifs du profil en travers**



**Figure III.13 :** Profil en travers type.

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

**a) Emprise :**

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

**b) Assiette :**

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

**c) Plate-forme :**

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

**d) Chaussée :**

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

**e) Accotements :**

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

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

L'accotement assure les fonctions suivantes :

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

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

**f) Bande dérasée :**

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

**g) B.D.G :**

Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

**h) Berme :**

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

**I) B.A.U :**

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

**j) Sur largeur S :**

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

**k) Bande médiane :**

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

**Classification de profil en travers**

Ils existent deux types de profil :

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

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

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes. L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant-métré des terrassements. Aussi il contient tous les éléments constructifs de route, dans toutes les situations (en remblai, en déblai).

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

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

Il se rapporte aux points bien particuliers telle que :

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

### **a) Application au Projet**

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

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée :  $(3.5 \times 2) = 7$  m
- Accotement :  $1,5 \times 2 = 3$  m
- Plateforme : 10 m

## **III.12. CUBATURES**

### **III.12.1 Définition:**

Les cubatures de terrassement c'est l'évaluation des cubes de déblai et remblai que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet :

Les éléments qui permettent cette évaluation sont :

- ✓ Le profil enlong.
- ✓ Les profils entravers.
- ✓ Les distances entre les profils.

Le profil en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de point suffisamment proches pour les lignes joignent ces points différent le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

### **Remarque :**

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai et pour notre projet on a utilisé le logiciel **PISTE**.

**Le tableau de calcul**

**Tableau III.20 : Quantité de déblai-remblai**

N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	FONDATIONJ	BASE	ROULEMENT	ACCOTE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0,00	0,00	90,00	47,40	21,00	15,75	6,30	22,30
2	30,00	17,00	1,10	62,50	42,00	31,50	12,60	42,10
3	60,00	0,70	10,40	61,00	42,00	31,50	12,60	39,40
4	90,00	4,60	3,70	61,60	42,00	31,50	12,60	40,70
5	120,00	84,30	0,00	66,20	42,00	31,50	12,60	44,70
6	150,00	19,50	0,40	62,80	42,00	31,50	12,60	42,50
7	180,00	40,20	0,00	63,70	42,00	31,50	12,60	43,50
8	210,00	198,80	0,00	71,70	42,00	31,50	12,60	44,70
9	240,00	117,40	0,00	68,00	42,00	31,50	12,60	44,70
10	270,00	0,00	14,50	60,70	42,00	31,50	12,60	38,30
11	300,00	90,20	0,00	66,50	42,00	31,50	12,60	44,60
12	330,00	173,10	0,00	70,50	42,00	31,50	12,60	44,70
13	360,00	206,60	0,00	72,10	42,00	31,50	12,60	44,70
14	390,00	223,40	0,00	72,90	42,00	31,50	12,60	44,70
15	420,00	235,70	0,00	73,50	42,00	31,50	12,60	44,70
16	450,00	232,70	0,00	73,30	42,00	31,50	12,60	44,70
17	480,00	141,40	0,00	69,00	42,00	31,50	12,60	44,70
18	510,00	212,00	0,00	72,30	42,00	31,50	12,60	44,70
19	540,00	194,60	0,00	71,50	42,00	31,50	12,60	44,70
20	570,00	192,00	0,00	71,40	42,00	31,50	12,60	44,70
21	600,00	157,00	0,00	69,80	42,00	31,50	12,60	44,70
22	630,00	129,00	0,00	68,50	42,00	31,50	12,60	44,70
23	660,00	202,70	0,00	71,90	42,00	31,50	12,60	44,70
24	690,00	154,60	0,00	69,60	42,00	31,50	12,60	44,70
25	720,00	131,60	0,00	68,50	42,00	31,50	12,60	44,70
26	750,00	106,10	0,00	67,40	42,00	31,50	12,60	44,70
27	780,00	132,80	0,00	57,60	34,40	25,80	10,30	36,60
28	799,18	84,80	0,00	35,40	21,00	15,75	6,30	22,30
29	810,00	99,30	0,00	47,40	28,60	21,45	8,60	30,40
30	840,00	91,90	0,00	67,10	42,00	31,50	12,60	44,70
31	870,00	81,00	0,00	66,40	42,00	31,50	12,60	44,60
32	900,00	58,90	0,00	65,30	42,00	31,50	12,60	44,20
33	930,00	26,20	1,10	63,50	42,00	31,50	12,60	42,80
34	960,00	6,10	12,90	61,90	42,00	31,50	12,60	40,90
35	990,00	0,00	101,00	78,70	42,00	31,50	12,60	42,00
36	1020,00	0,00	291,50	97,60	42,00	31,50	12,60	44,70
37	1050,00	0,00	374,40	99,80	42,00	31,50	12,60	44,70
38	1080,00	0,00	563,60	104,40	42,00	31,50	12,60	44,70

39	1110,00	0,00	461,50	102,10	42,00	31,50	12,60	44,70
40	1140,00	0,00	357,20	99,90	42,00	31,50	12,60	44,70
41	1170,00	0,00	186,90	80,50	42,00	31,50	12,60	41,10
42	1200,00	0,00	105,70	80,00	42,00	31,50	12,60	43,10
43	1230,00	3,40	19,00	61,00	42,00	31,50	12,60	38,60
44	1260,00	2,00	59,40	78,20	42,00	31,50	12,60	43,60
45	1290,00	0,00	68,20	78,00	42,00	31,50	12,60	43,10
46	1320,00	1,00	66,40	78,20	42,00	31,50	12,60	43,50
47	1350,00	0,00	76,20	78,00	42,00	31,50	12,60	42,90
48	1380,00	0,00	85,20	77,90	42,00	31,50	12,60	42,50
49	1410,00	0,00	98,90	77,60	42,00	31,50	12,60	41,50
50	1440,00	0,00	123,30	77,30	42,00	31,50	12,60	39,70
51	1470,00	0,00	194,70	95,10	42,00	31,50	12,60	44,70
52	1500,00	0,00	198,30	95,40	42,00	31,50	12,60	44,70
53	1530,00	0,00	222,80	96,10	42,00	31,50	12,60	44,70
54	1560,00	0,00	235,00	96,40	42,00	31,50	12,60	44,70
55	1590,00	0,00	232,30	96,50	42,00	31,50	12,60	44,70
56	1620,00	0,00	278,60	97,30	42,00	31,50	12,60	44,70
57	1650,00	0,00	294,60	97,60	42,00	31,50	12,60	44,70
58	1680,00	0,00	272,80	97,00	42,00	31,50	12,60	44,70
59	1710,00	0,00	120,80	51,90	22,80	17,10	6,80	24,20
60	1712,55	0,00	109,10	47,80	21,00	15,75	6,30	22,30
61	1740,00	0,00	188,00	91,40	40,20	30,15	12,10	42,80
62	1770,00	0,00	187,90	96,10	42,00	31,50	12,60	44,70
63	1800,00	0,00	526,60	104,20	42,00	31,50	12,60	44,70
64	1830,00	0,00	728,90	108,20	42,00	31,50	12,60	44,70
65	1860,00	0,00	825,60	110,50	42,00	31,50	12,60	44,70
66	1890,00	0,00	779,00	109,20	42,00	31,50	12,60	44,70
67	1920,00	0,00	702,20	107,90	42,00	31,50	12,60	44,70
68	1950,00	0,00	602,00	105,70	42,00	31,50	12,60	44,70
69	1980,00	0,00	669,80	106,50	42,00	31,50	12,60	44,70
70	2010,00	0,00	800,70	109,40	42,00	31,50	12,60	44,70
71	2040,00	0,00	855,80	110,50	42,00	31,50	12,60	44,70
72	2070,00	0,00	850,10	110,70	42,00	31,50	12,60	44,70
73	2100,00	0,00	984,80	113,60	42,00	31,50	12,60	44,70
74	2130,00	0,00	1228,20	119,00	42,00	31,50	12,60	44,70
75	2160,00	0,00	1233,20	118,40	42,00	31,50	12,60	44,70
76	2190,00	0,00	1270,30	118,80	42,00	31,50	12,60	44,70
77	2220,00	0,00	1584,80	127,70	42,00	31,50	12,60	44,70
78	2250,00	0,00	1087,70	101,20	35,10	26,33	10,50	37,30
79	2270,11	0,00	459,00	56,00	21,00	15,75	6,30	22,30
80	2280,00	0,00	483,40	71,70	27,90	20,93	8,40	29,70
81	2310,00	0,00	350,80	99,50	42,00	31,50	12,60	44,70
82	2340,00	0,00	198,40	95,70	42,00	31,50	12,60	44,70

83	2370,00	0,00	199,30	95,70	42,00	31,50	12,60	44,70
84	2400,00	0,00	213,50	96,00	42,00	31,50	12,60	44,70
85	2430,00	0,00	281,60	97,60	42,00	31,50	12,60	44,70
86	2460,00	0,00	289,30	97,90	42,00	31,50	12,60	44,70
87	2490,00	0,00	226,20	96,30	42,00	31,50	12,60	44,70
88	2520,00	0,00	134,00	73,60	39,50	29,63	11,90	36,90
89	2546,45	0,00	56,10	39,20	21,00	15,75	6,30	20,70
90	2550,00	0,00	60,30	43,90	23,50	17,63	7,00	23,40
91	2580,00	19,00	7,80	62,40	42,00	31,50	12,60	40,40
92	2610,00	108,60	0,00	67,50	42,00	31,50	12,60	44,50
93	2640,00	168,30	0,00	70,50	42,00	31,50	12,60	44,60
94	2670,00	157,00	0,00	68,90	42,00	31,50	12,60	44,10
95	2700,00	83,50	0,30	64,60	42,00	31,50	12,60	42,30
96	2730,00	16,70	54,70	79,90	42,00	31,50	12,60	44,30
97	2760,00	0,00	39,40	59,80	42,00	31,50	12,60	36,40
98	2790,00	0,00	268,80	96,50	42,00	31,50	12,60	44,70
99	2820,00	0,00	557,90	105,00	42,00	31,50	12,60	44,70
100	2850,00	0,00	1416,00	122,30	42,00	31,50	12,60	44,70
101	2880,00	0,00	1320,80	120,90	42,00	31,50	12,60	44,70
102	2910,00	0,00	1332,50	121,00	42,00	31,50	12,60	44,70
103	2940,00	0,00	964,50	114,00	42,00	31,50	12,60	44,70
104	2970,00	0,00	727,80	108,30	42,00	31,50	12,60	44,70
105	3000,00	0,00	491,60	103,10	42,00	31,50	12,60	44,70
106	3030,00	0,00	187,80	82,00	42,00	31,50	12,60	42,70
107	3060,00	0,00	130,30	78,80	42,00	31,50	12,60	40,60
108	3090,00	0,00	229,40	57,00	23,70	17,78	7,10	25,20
109	3093,91	0,00	236,80	51,50	21,00	15,75	6,30	22,30
110	3120,00	0,10	596,90	100,30	39,30	29,48	11,80	41,70
111	3150,00	142,90	0,00	67,30	42,00	31,50	12,60	44,60
112	3180,00	144,50	0,00	41,80	23,10	17,33	6,90	24,20
113	3183,00	111,70	0,00	37,40	21,00	15,75	6,30	21,60
114	3210,00	0,00	734,00	107,50	39,90	29,93	12,00	42,40
115	3240,00	0,10	303,50	53,00	24,00	18,00	7,20	23,30
116	3244,28	0,30	231,60	46,30	21,00	15,75	6,30	21,60
117	3270,00	68,30	214,30	71,50	29,20	21,90	8,80	31,10
118	3286,00	59,20	116,30	50,50	21,00	15,75	6,30	22,30
119	3300,00	93,60	107,90	69,20	29,40	22,05	8,80	31,30
120	3328,00	25,80	112,60	44,10	19,80	14,85	5,90	21,10
121	3328,30	1,90	7,90	3,10	1,40	1,05	0,40	1,50
122	3330,00	32,10	120,50	49,20	22,20	16,65	6,70	23,60
123	3360,00	0,10	451,40	105,70	42,00	31,50	12,60	44,70
124	3390,00	42,10	390,60	69,70	26,60	19,95	8,00	28,30
125	3398,00	61,80	250,00	56,10	21,00	15,75	6,30	22,30
126	3420,00	244,50	219,50	96,50	36,40	27,30	10,90	38,70

127	3450,00	154,90	0,00	50,30	28,70	21,53	8,60	30,50
128	3461,00	6,30	35,90	17,30	8,40	6,30	2,50	9,00
129	3462,07	7,70	75,50	27,50	13,30	9,98	4,00	14,10
130	3480,00	0,10	559,20	63,80	23,10	17,33	6,90	24,60
131	3495,06	0,00	464,30	61,70	21,00	15,75	6,30	22,30
132	3510,00	0,00	318,20	35,90	11,90	8,93	3,60	12,60
133	3512,00	0,00	578,90	64,10	21,00	15,75	6,30	22,30
134	3540,00	0,30	1431,90	122,10	37,80	28,35	11,30	40,20
135	3566,00	0,20	1134,00	74,20	21,00	15,75	6,30	22,30
136	3570,00	0,10	1482,50	86,10	23,80	17,85	7,10	25,30
137	3600,00	0,10	3262,00	138,70	33,70	25,28	10,10	35,90
138	3618,20	0,10	1711,90	82,10	21,00	15,75	6,30	22,30
139	3630,00	0,10	1974,00	108,00	29,30	21,98	8,80	31,10
140	3660,00	0,00	1905,40	133,10	42,00	31,50	12,60	44,70
141	3690,00	0,00	1085,80	115,60	42,00	31,50	12,60	44,70
142	3720,00	0,00	139,30	78,40	42,00	31,50	12,60	39,80
143	3750,00	143,10	63,60	78,00	35,00	26,25	10,50	37,20
144	3770,00	17,90	43,60	42,50	21,00	15,75	6,30	22,30
145	3780,00	47,70	3,50	43,50	28,00	21,00	8,40	26,30
146	3810,00	253,70	0,00	74,50	42,00	31,50	12,60	44,70
147	3840,00	717,60	0,00	93,30	42,00	31,50	12,60	44,70
148	3870,00	1152,10	0,00	107,00	42,00	31,50	12,60	44,70
149	3900,00	1691,00	0,00	123,50	42,00	31,50	12,60	44,70
150	3930,00	2262,10	0,00	138,20	42,00	31,50	12,60	44,70
151	3960,00	1728,50	0,00	124,90	42,00	31,50	12,60	44,70
152	3990,00	657,60	0,00	91,60	42,00	31,50	12,60	44,70
153	4020,00	89,10	0,00	66,40	42,00	31,50	12,60	44,70
154	4050,00	19,30	0,00	63,00	42,00	31,50	12,60	42,90
155	4080,00	122,30	0,00	68,50	42,00	31,50	12,60	44,70
156	4110,00	170,00	0,00	70,20	42,00	31,50	12,60	44,70
157	4140,00	90,90	0,00	66,50	42,00	31,50	12,60	43,70
158	4170,00	0,00	156,30	79,60	42,00	31,50	12,60	39,80
159	4200,00	0,00	335,60	98,20	42,00	31,50	12,60	44,70
160	4230,00	0,00	152,30	80,80	42,00	31,50	12,60	41,10
161	4260,00	20,40	49,20	49,70	25,40	19,05	7,60	27,00
162	4266,34	22,60	35,80	41,00	21,00	15,75	6,30	22,30
163	4290,00	69,70	56,40	74,60	37,60	28,20	11,30	39,90
164	4320,00	111,40	3,00	65,00	42,00	31,50	12,60	39,60
165	4350,00	140,30	1,40	67,20	42,00	31,50	12,60	40,80
166	4380,00	156,00	1,50	68,30	42,00	31,50	12,60	40,60
167	4410,00	170,10	0,00	69,80	42,00	31,50	12,60	44,40
168	4440,00	93,70	0,60	65,50	42,00	31,50	12,60	42,00
169	4470,00	58,90	4,50	63,40	42,00	31,50	12,60	39,90
170	4500,00	18,60	78,80	81,20	42,00	31,50	12,60	44,50

171	4530,00	0,00	126,80	80,70	42,00	31,50	12,60	42,60
172	4560,00	0,00	168,70	80,10	42,00	31,50	12,60	39,70
173	4590,00	0,00	280,60	98,70	42,00	31,50	12,60	44,70
174	4620,00	0,00	317,10	99,50	42,00	31,50	12,60	44,70
175	4650,00	6,10	89,10	80,80	42,00	31,50	12,60	44,00
176	4680,00	120,20	0,00	54,70	33,50	25,13	10,10	35,70
177	4697,91	132,80	0,00	36,90	21,00	15,75	6,30	22,30
178	4710,00	244,50	0,00	54,70	29,50	22,13	8,80	31,30
179	4740,00	601,20	0,00	88,70	42,00	31,50	12,60	44,70
180	4770,00	332,30	0,00	76,70	42,00	31,50	12,60	44,70
181	4800,00	150,70	0,00	68,60	42,00	31,50	12,60	44,70
182	4830,00	4,20	8,00	60,60	42,00	31,50	12,60	38,60
183	4860,00	0,00	302,10	97,70	42,00	31,50	12,60	44,70
184	4890,00	0,00	569,60	103,80	42,00	31,50	12,60	44,70
185	4920,00	0,00	385,30	99,40	42,00	31,50	12,60	44,70
186	4950,00	392,50	0,00	80,50	42,00	31,50	12,60	44,70
187	4980,00	254,90	0,00	63,20	35,00	26,25	10,50	37,20
188	5000,00	45,80	0,00	22,90	14,00	10,50	4,20	14,90
		17915,00	54605,00	14837,00	7000,00	5250,00	2100,00	7298,00

<b>Volume cumulé déblais (m<sup>3</sup>)</b>	54605
<b>Volume cumulé remblais (m<sup>3</sup>)</b>	17915
<b>Volume excès remblai m<sup>3</sup></b>	36690

### **III.13. Assainissement**

#### **III.13.1. Définition**

L'assainissement c'est l'évacuation des eaux usées, pluviales et industrielles. L'eau est le premier ennemi de la route, car elle influe sur la viabilité de la chaussée d'une part, et d'autre c'est le problème de longévité de l'ouvrage, d'où la nécessité d'une protection contre la nocivité des eaux. La présente étude hydraulique, nécessite la connaissance des données hydrauliques pour la détermination des débits de différente fréquence (décennal, cinquantaine ; centennales) aux diverses travées de la route par écoulement naturel. Pour cela l'entreprise met en place où réalisent des conduites pour que celle-ci soit drainée et collecté avec des réseaux d'assainissements locaux.

#### **III.13.2 Différents systèmes d'assainissement**

Il existe 3 types de réseaux :

- **Le réseau unitaire** : dans ce système toutes les eaux sont recueillies dans un réseau unique de collecte qui aboutit à une station d'opération.
- **Le réseau séparatif** : il comprend un réseau des eaux pluviales et un des eaux usées
- **Le réseau pseudo-séparatif** : c'est un réseau mixte.

#### **Le choix du réseau dépend de**

- La topographie du site
- Des répartitions démographiques et l'emplacement de la station d'épuration
- Des conditions du rejet (destination des eaux)

## **Le drainage**

Le drainage est toujours essentiel qui conditionne le comportement de la route. Lorsque la route se dégrade, la cause est fréquemment à rechercher dans une insuffisance du drainage, la dégradation peut prendre un aspect spectaculaire, comme par exemple en période d'inondation, les talus et les déblais glissent, et les remblais sont emportés, ou lorsque l'eau pénètre dans le corps de chaussée et réduit ainsi la capacité portante de l'ensemble de la plateforme au point plus pouvoir supporter la circulation.

Bref, le drainage c'est une évacuation des eaux de surface ou des eaux souterraines excédentaires par des fossés ou par des canalisations, dans un but d'assainissement.

## **Drainage de la route**

Si l'on veut qu'un corps de chaussée réponde à sa fonction, il faut, veiller avec soin à l'évacuation de l'eau qui ruisselle en surface ainsi que celle qui peut s'infiltrer dans les couches inférieures de la chaussée.

La pluie constitue le principal apport d'eau en surface sur une chaussée revêtue, mais au cours de son cheminement vers les fossés, elle peut s'infiltrer dans les accotements. Etant donné qu'il est impossible d'empêcher toute infiltration, on réalise des couches de bases particulièrement denses afin que l'eau ne puisse s'y accumuler, et on exécute les accotements comme faisant partie des couches de bases en utilisant les mêmes matériaux. Pour que l'eau ne stagne pas sur ou à proximité de la route il faut :

- Eviter les pentes nulles.
- Essayer de réduire au maximum les distances ou le dévers avoisinant zéro.
- Réaliser les fossés où il faudrait.
- Réaliser les ouvrages d'évacuation.

Donc l'eau est un des facteurs influents sur la conception d'un projet d'assainissement, pour savoir le degré de son influence, on doit avoir au préalable les données naturelles suivantes :

- La pluviométrie de la région.
- La topographie de la région.
- L'hydrogéologie de la région.

## **Drainage Superficiel**

Les ouvrages essentiels de collecte et d'évacuation des eaux superficielles sont constitués par :

Les fossés ;

- Les ouvrages de transition ;
- Les petits ouvrages transversaux (buses et dalots).

## **Fossés**

Les fossés sont des structures linéaires initialement creusées pour drainer, collecter ou faire circuler des eaux. Bien que de nature artificielle, ces deux types de fossés peuvent potentiellement jouer un rôle majeur comme éléments de la trame bleue. La section du fossé doit être suffisante pour collecter, sans

débordement, les eaux de la plate-forme (chausse et accotements), Une pente minimale de 2,5 mm/m doit être respectée et il est important de vérifier à cette occasion les vitesses maximales afin de prévenir l'érosion.

Erosion des fossés : destruction du fond de canal suite à une forte vitesse d'écoulement d'eau.

### Ouvrages de Transition

Ils assurent soit une fonction de transition (déviation, entonnement, franchissement,...) soit une fonction antiérosive (fosse de crête, descente,...). Les ouvrages de transition les plus importants sont les regards : assurant généralement la liaison entre la collecte de surface et les évacuateurs enterrés.

### Le système passage submersibles

Un passage submersible est, comme son nom l'indique, une voie de circulation qui n'est émergée qu'une partie du temps. Donc est un chemin accessible aux véhicules qui, par intermittence, est recouverte par une étendue d'eau, la rendant alors impraticable ou fortement difficile (il s'agit dans ce cas d'une forme particulière de gué). Un tel type de voie permet d'éviter de construire un pont ou une digue. Le tracé de la route traverse quelques oueds et écoulements d'importance variable.

Pour cela, des passages submersibles sont projetés pour leurs franchissements. Le choix du type de l'ouvrage hydraulique ainsi que sa dimension projeté a été fait en tenant compte de l'importance de l'oued ou de l'écoulement ainsi que la forme du profil en long du tracé.

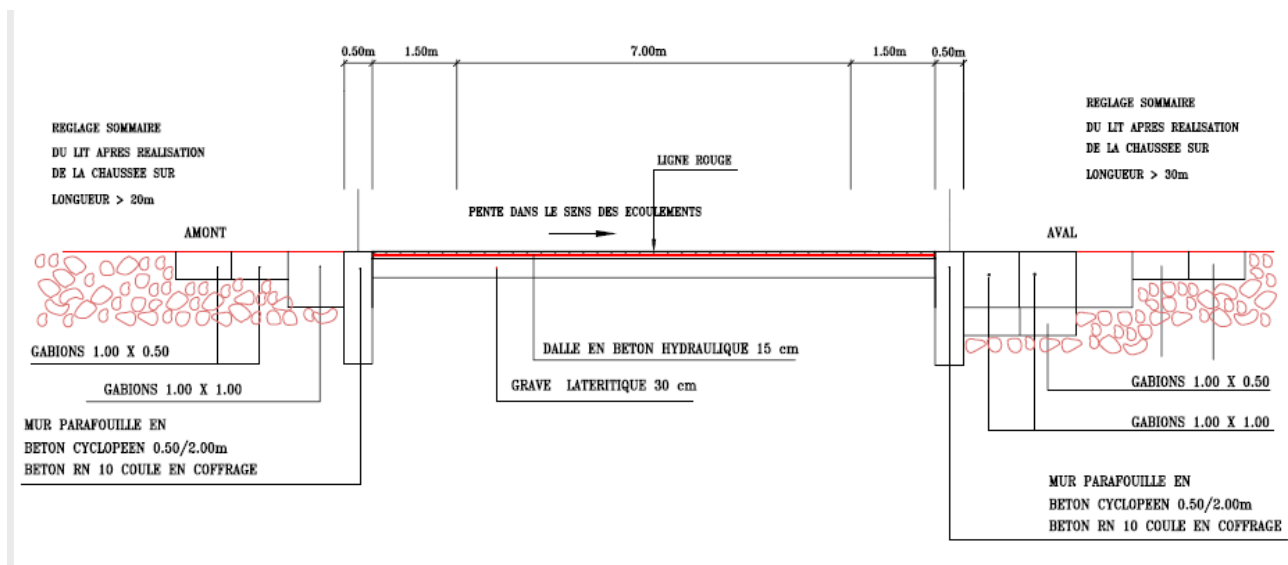


Figure III.15 : détail d'un passage submersible



Les photos ci-dessus illustrent les étapes de réalisation d'un passage submersible

### III.14. SIGNALISATION

#### III. 14.1. Historique de la signalisation

La signalisation routière témoigne des efforts réalisés par l'homme dans la maîtrise de ses moyens de déplacement individuels. Pendant des siècles cette signalisation s'est limitée au repérage des itinéraires, bornes et plaques indicatrices ; mais brutalement tout change ; tout s'accélère.

Le début de siècle dernier voit les automobiles dépasser 100Km/h...et provoquer accident en 1903. Ainsi dès la fin de la guerre mondiale ; apparaissent les premiers panneaux de danger et le début d'une réglementation. Ensuite chaque décennie lui apporte une contribution significative. Signaux de priorité (1920-1930) prescriptions et indications (1930-1940) standardisations et marquage (1940-1950) ; puis chantier ; feu tricolores ; autoroutes ; panneaux ; rétroflexion ; panneaux d'information etc.....

#### **Glissière Sécurité :**

La Glissière Sécurité Compte tenu de l'importance d'assurer la sécurité des usagers de la route.

#### **Bornes et Balises :**

*La Bornes* : il est existant le long de l'itinéraire suivant les indications

*Balises* : Consistèrent en la fourniture et la pose de balises de virage et l'ouvrage (des oueds). Pour assurer la sécurité des usagers de la route.

#### **Signalisation routière**

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

La présente instruction est destinée à avoir une influence favorable sur le débit des routes et sur la sécurité de leurs usagers ; pour cela devra être guidée et disciplinée par des signaux ; Leurs conditions d'implantation et compris par tous les intéressés. La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

## **L'objet de la signalisation routière :**

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route

## **Catégories de signalisation :**

On distingue :

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

## **Règles à respecter pour la signalisation**

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

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

## **Types de signalisation**

### **• Signalisation Verticale**

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme. Elles peuvent être classées en trois signaux :

#### **• Signaux de danger**

Panneaux d'avertissement de danger (type A) en forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

#### **• Signaux de réglementation se répartissent en trois signaux**

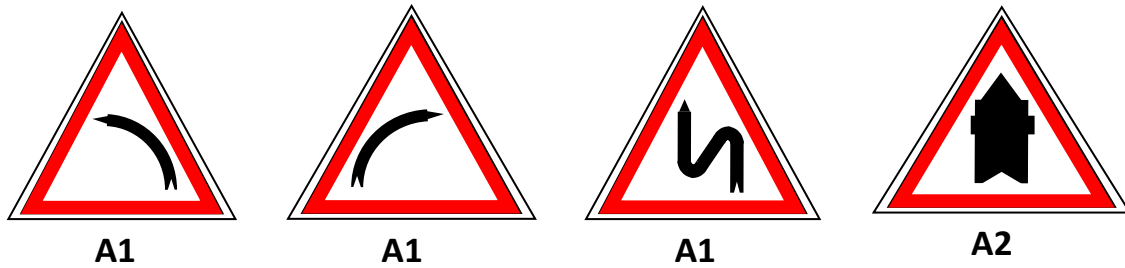
- ✓ Signaux de priorité (type B)
- ✓ Signaux d'interdiction ou de restriction (type C)
- ✓ Signaux d'obligation (type D)
- **Signaux d'indication se subdivisent en :**
  - Signaux d'identification des routes (type E)

- Signaux de pré signalisation (type E)
- Signaux direction (type E)
- Signaux localisation (type E)
- Signaux de confirmation (type E)
- Autres signaux donnant des indications utiles pour conducteur (type E)
- Autres signaux indiquant des installations utiles aux usagers de la route (type F)

**Forme des Signaux (Signalisation Verticale)**

Pour chaque Les trois catégories sont formes des signaux qui suivantes :

**Signaux d'avertissement de dangers : forme triangulaire**

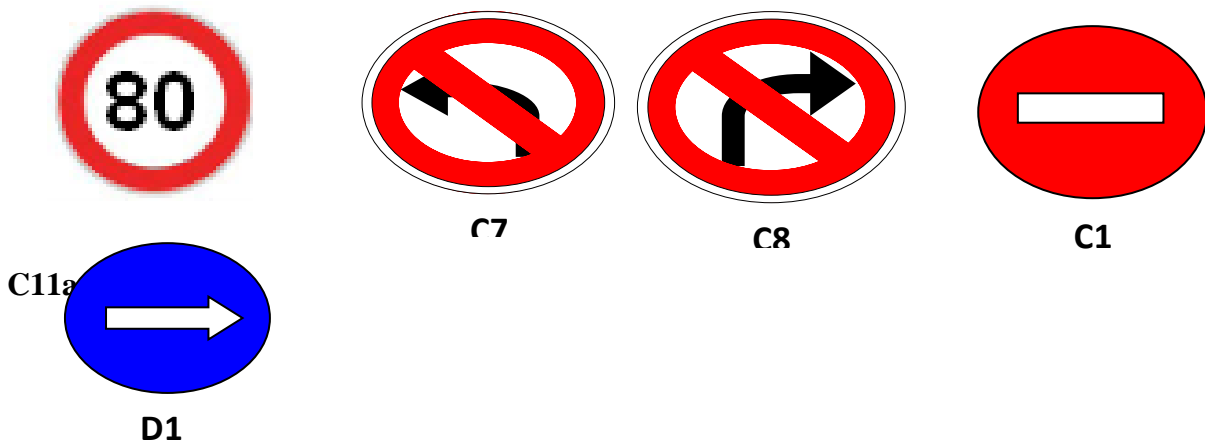


**Signaux réglementation se répartissent:**

- ✓ forme triangulaire ; rectangulaire et autres forme pour (type B)

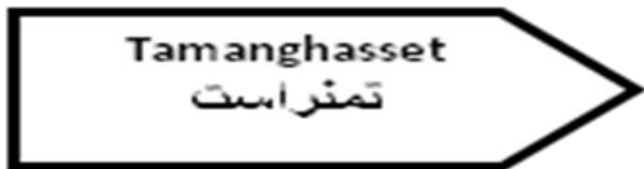
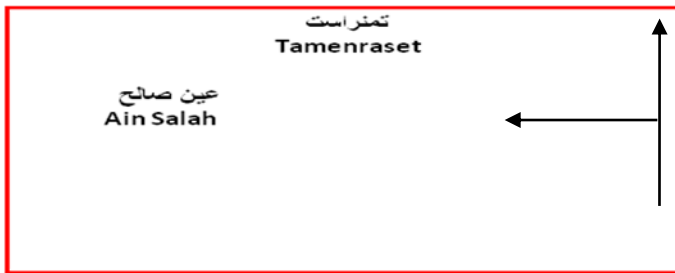


- ✓ forme circulaire pour (type C et D)

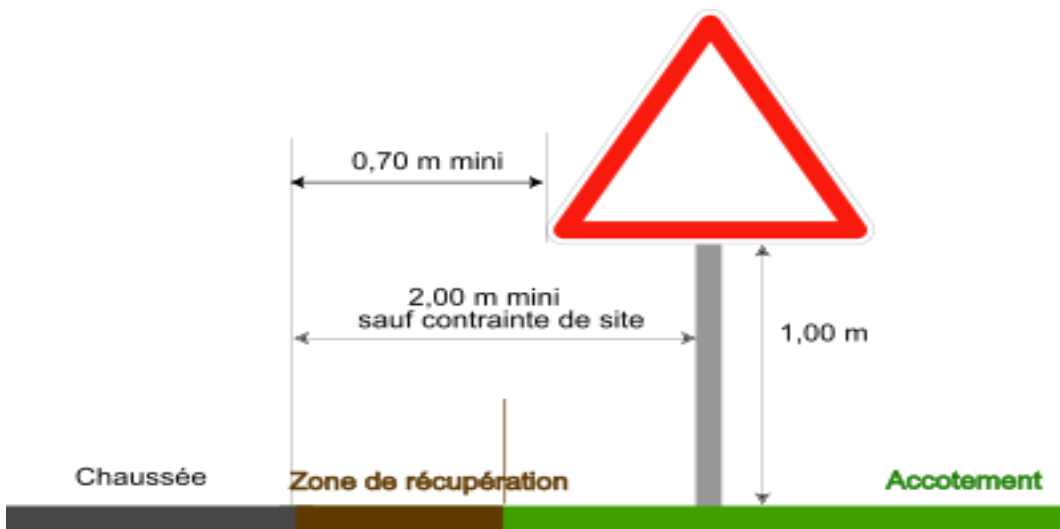


**Figure III.17 : Type de signalisation**

**Signaux d'indiction** : forme générale rectangulaire ; mas certains signaux de direction sont constitués par des rectangles terminés en pointe de flèche.



1. Schéma d'implantation d'un panneau :



**Implantation d'un panneau de danger sur accotement**



## Implantation d'une potence

### 14.8.4. Signalisation Horizontale

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées ont but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation ou à certaines catégories d'usagers.

- ✓ Condition d'emploi des Marquage :
- ✓ Les catégories des Marquage
- ✓ Marquage longitudinal

**Lignes continue** : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches derabatement.

**Lignes discontinue** : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la librecirculation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle.

**Lignes axiales** ou lignes de délimitation de voie pour les quelles la longueur des trait est environ égale ou tiers de leur intervalles.

### Largeur des lignes

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité (u) différente suivant le type de route partie de la chaussée

- U=7.5 cm sur autoroutes et voies rapides.
- U=6 cm sur les routes et voies urbaines dont le trafic dépasse 3000 V/J.
- U=5 cm sur toutes autres routes.

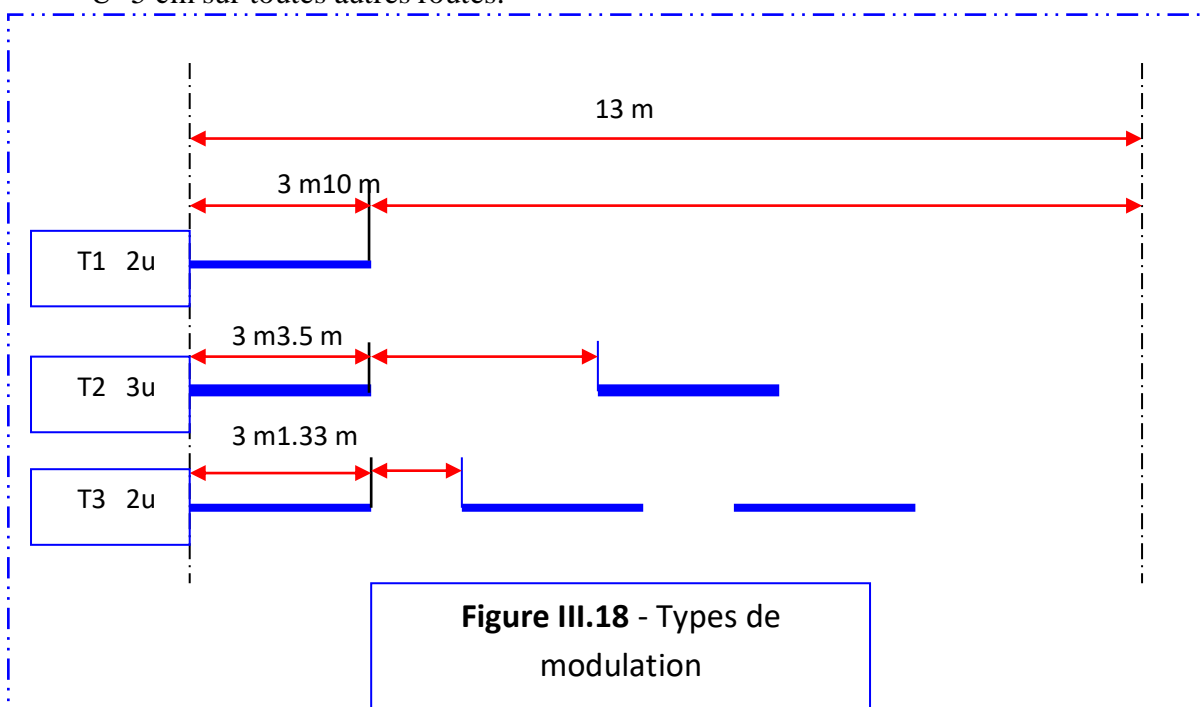


Tableau III.21 Caractéristiques des lignes discontinues

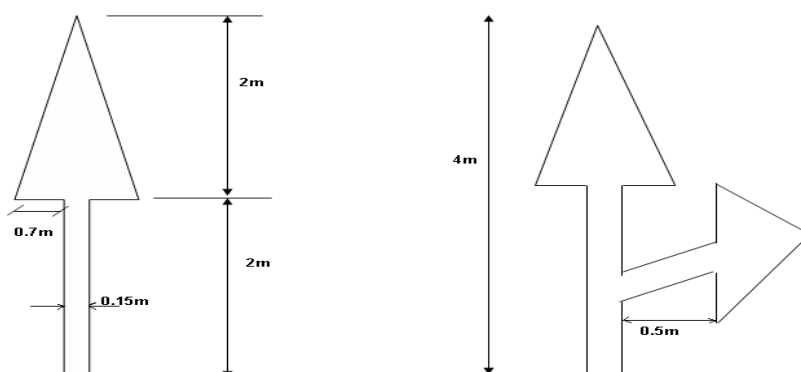
Rapport Plein/Vide	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Longueur du trait (m)	Type de modulation
$\approx 1/3$	10	3	T <sub>1</sub>
	5	1.5	T' <sub>1</sub>
$\approx 1$	3.5	6	T <sub>2</sub>
	0.5	0.5	T' <sub>2</sub>
$\approx 3$	1.33	3	T <sub>3</sub>
	6	20	T' <sub>3</sub>

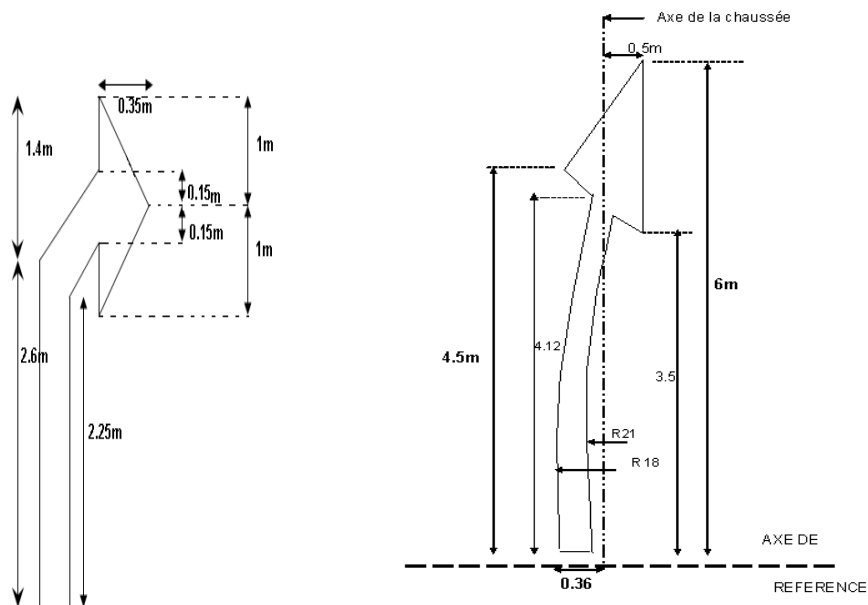
### Les Marquage transversales

- Ligne (STOP)
- Ligne (céder le passage)
- Ligne d'effet des signaux

### Les autres Marquage

- passage pour piétons
- passage pour cyclistes
- flèches de rabattement
- lignes obliques
- marquages relatifs au stationnement
- marquages spéciaux





### Application au projet

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






- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation description (type H).

En ce qui concerne l'unité de largeur des lignes de signalisation horizontale elle est de :

- Pour les routes et voies urbaines :  $U = 6\text{cm}$ .

Pour les bretelles et les voies d'accès :  $U = 5\text{cm}$

**Tableau III.22** des panneaux au projet avec schéma

Nom des panneaux	Schéma
Panneau A1a d'annonce de virage dangereux à droite	 A1a
Panneau A1b d'annonce de virage dangereux à gauche	 A1b
Panneau d'interdiction de dépassement B3	 B3
Panneau indique la vitesse max à ne pas dépassé	 C11
Panneaux description de virage dangereux utiles pour les conduites de véhicules	

### III.15- DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

#### Définition

Le Devis est une pièce principale d'un projet. elle doit donner la description complète et détaillée des Travaux à exécuter.

Le Devis précise particulièrement certains détails du projet insuffisamment mis en lumière par les plans et profils ; les qualités de matériaux ; leur provenance ; les épreuves auxquelles doivent satisfaire.

#### Bordereau des prix :

Cette pièce a une importance toute particulière, en ce sens que la moindre erreur est multipliée ; en fin de compte ; par des quantités souvent considérables.

Au point de vue des dépenses réellement engagées ; l'inconvénient est de faible importance, car les rabais consentis par l'entrepreneur viennent corriger les erreurs.

#### Calculs détaillés de devis quantitatif et estimatif du projet

##### Volume de déblais

$$V = 54605 \text{ m}^3 \text{ (après les tableaux de cubature)}$$

Avec

Coefficient de froissement égal 1.20

$$V_{\text{fois}} = 65526 \text{ m}^3$$

Avec :

$$P_t = P_u \times v$$

$P_t$  : le prix total de matériaux

$P_u$  : prix unitaire

$$P_u = 500 \text{ DA/m}^3$$

$$P_t = 500 \times 54605 = 27302500 \text{ DA}$$

##### 15.2.1 Volume remblai

$$V = 17915 \text{ m}^3 \text{ (après les tableaux de cubature)}$$

Avec

Coefficient de tassement égal 1.03

$$V_{\text{tass}} = 23289,5 \text{ m}^3$$

$$P_u = 900 \text{ DA/m}^3$$

$$P_t = 900 \times 17915 = 16123500 \text{ DA}$$

**Volume couche de corps de chaussée :**

**Volume de Couche de fondation (tuf) :**

$V = 7000 \text{ m}^3$  (après les tableaux de cubature)

$P_u = 1200 \text{ DA/m}^3$

$P_t = 1200 \times 7000 = \mathbf{8400000 \text{ DA}}$

**Volume de Couche de base (grave concassé) :**

$V = 5250 \text{ m}^3$  (après les tableaux de cubature)

$P_u = 1500 \text{ DA/m}^3$

$P = 1500 \times 5250 = \mathbf{13125000 \text{ DA}}$

**Couche d'imprégnation en cut-back 0/1 de  $1.2 \text{ kg/m}^2$  :**

$S = 7 \times (5000 - 700) = 4300 \text{ m}^2$

$P = P_u \times S$

$P = 1000 \times 4300 = \mathbf{4300000 \text{ DA}}$

**Couche d'accrochage en émulsion à raison de  $0,8 \text{ kg/m}^2$**

$S = 7 \times 700 = 4900 \text{ m}^2$

$P = P_u \times S$

$P = 1200 \times 4900 = \mathbf{5880000 \text{ DA}}$

**Volume de couche de roulement (enrobe a froid) :**

$V = 2100 \text{ m}^3$  (après les tableaux de cubature)

$P_u = 15000 \text{ DA/m}^3$

$P = 15000 \times 2100 = \mathbf{31500000 \text{ DA}}$

**Ouvrages hydrauliques**

$L = 700 \text{ m}^3$

$P_u = 15000 \text{ DA/m}^3$

$P = 15000 \times 700 = \mathbf{10500000 \text{ DA}}$

**NB** Le tableau ci-dessus de devis quantitatif et estimatif de 5 km

**Tableau III.23 Bordereaudes prix**

BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES				
N°	Désignation des travaux	Unité	Prix unitaire DA- HT en chiffre	Prix unitaire DA HT en lettres
1	Déblais toute nature y compris évacuation des terres excédentaires, transport et toutes sujétions	mètre cube	500	Cinq cent DA
2	Remblais provenant de déblais y compris transport, compactage arrosage réglage et toutes sujétions de mise en œuvre	mètre cube	900	Neuf cent DA
3	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de forme en tuf sur 20 cm d'épaisseur y compris transport, nettoyage de l'assiette étalage, compactage arrosage réglage, essais de qualité et de compacité et toutes sujétions	mètre cube	1500	Mille cinq cent cinquante DA
4	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de fondation en grave concassée 0/40 sur 15 cm d'épaisseur y compris transport, compactage arrosage réglage essais de qualité et de compacité et toutes sujétions	mètre cube	1200	Mille deux cent DA
5	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'imprégnation en cut - back 0/1 dosé à 1.2kg/m2	mètre cube	2500	Deux mille cinq cent DA
6	Fourniture et mise en œuvre Couche d'accrochage en émulsion cationique à raison de 0,8 kg/m <sup>2</sup>	mètre carré	1200	Deux cent DA
7	Fourniture et mise en œuvre de Revêtement en enrobé à chaud,	Mètre cube	15000	Quinze mille DA
8	Passage submersible à réaliser suivant détail	Mètre linéaire	15000	Quinze mille DA
9	Fourniture et mise en place de plaque de signalisation métallique ancrée au sol par un bloc de béton 30cm x 30cm x 30cm,	Unité	4 000	Quatre mille DA

## DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Réalisation de la route reliant entre Idles- Djanet sur 5km (1<sup>eme</sup> tranche)

**Tableau III.24 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

N°	Désignation	Unité	PU : DA	Quantité	Prix : DA
<b>Installation du chantier</b>					
1	Amené et repli du matériel	U	5000000.00	1.00	5000000.00
<b>TOTAL 1</b>					<b>5000000.00</b>
<b>Terrassement</b>					
2	Déblais toute nature y compris évacuation des terres excédentaires, transport et toutes sujétions	M3	500.00	54605	27302500.00
3	Remblais provenant de déblais y compris décapage des terres végétales (0.2m), transport, compactage, arrosage, réglage et toutes sujétions de mise en œuvre	M3	900.00	17915	16123500.00
<b>TOTAL 2</b>					<b>43426000.00</b>
<b>Corps de chaussées</b>					
4	couche de forme en tuf sur 20 cm	M3	1200.00	7000	8400000.00
5	couche de base en grave concassée sur 15 cm	M3	2500.00	5250	13125000.00
6	couche d'imprégnation en cut - back 0/1 dosé à 1.2 kg/m <sup>2</sup>	M2	1000.00	4300	430000.00
7	Couche d'accrochage en émulsion cationique à raison de 0,8 kg/m <sup>2</sup>	M2	1200.00	4900	5880000.00
8	Revêtement en enrobé à froid d'épaisseur 6 cm	M3	15000.00	2100	31500000.00
<b>TOTAL 3</b>					<b>59335000.00</b>
<b>Assainissement</b>					
9	Passage submersible à réaliser suivant détail	ML	700.00	15000	10500000.00
<b>TOTAL 4</b>					<b>10500000.00</b>
<b>Signalisation</b>					
10	plaque de signalisation métallique	U	4000.00	46	184000.00
<b>TOTAL 5</b>					<b>184000.00</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>118445000.00</b>
				<b>TOTAL HT</b>	<b>118445000.00</b>
				<b>TVA 19 %</b>	<b>22504550.00</b>
				<b>TOTAL EN TTC</b>	<b>140949550.00</b>

Arrêté le présent détail estimatif et quantitatif en T.T.C à la somme de : Cent Quarante millions Neuf cent Quarante Neuf mille Cinq cent Cinquante Dinars Algérien.

## Conclusion Générale

Ce projet de fin d'études a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation. Durant toutes nos années d'études, nous avons essayé de respecter toutes les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement.

Cette étude nous a conduits à chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier dans une zone saharienne comme la wilaya de Tamanrasset.

C'était pour nous une occasion, d'une part, de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics .En outre, cela nous a permis d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique, en l'occurrence, les logiciels : **EXCEL**, **AUTOCAD** et **AUTOPISTE**, vu leur traitement rapide et précision de leurs résultats.

En conséquence, nous pouvons dire que nous avons passé dans le milieu professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

# *Bibliographie*

- [1] Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes "B40".
- [2] Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (C.T.T.P).
- [3] Guide technique de réhabilitation des routes et des terrassements routiers(CTTP).

## **Sites Internet**

- [4] <http://www.mtp.gov.dz/>
- [5] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya\\_de\\_Tamanrasset](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Tamanrasset)