



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 département



N° d'ordre : M ...../GCA/2021

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière :** Génie Civil

**Spécialité :** Voies et Ouvrages d'Arts (VOA)

### *Thème*

**ETUDE DE L'EVITEMENT DE LA VILLE DE AIN SEFRA ENTRE LE  
CHEMIN DE WILAYA N° 05 ET LA ROUTE NATIONAL N° 06 SUR UN  
LINEAIRE DE 3,950kms WILAYA DE NAAMA**

*Présenté par :*

- Mr RAHO Miloud.
- Mr BELGHALMIA Nadji.

*Soutenu le 01/07 / 2021 devant le jury composé de :*

**Président** : Mr. TALIA Ahmed

**Examineur:** Mr. ROUAM SERIK Mohamed

**Encadreur** : Mme. ELMASACRI Setti

**Co-encadreur** : Mr. BOUARFA Zohir

**Année Universitaire : 2020 / 2021**



## REMERCIEMENTS



*Au début nous remercions ALLAH de nous avoir donné la volonté et le courage et aussi la patience de faire et d'entreprendre n'importe quel travail ou une action.*

*En second lieu, Nous adressons nos vifs et chaleureux remerciements à notre encadrant **Mr. BOUARFA Zohir** et nos professeurs pour ces conseils et soutiens.*

*Nous tenons également à remercier les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont apporté à notre travail, et qui nous feront le plaisir de l'apprécier.*

*Nous remercions tous nos enseignants durant toute notre cursus universitaire.*

*Enfin nous remercions toutes les personnes qui, de près Ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail*



## **SOMMAIRE**

<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
-----------------------------------	-----------

### **CHAPITRE 01 : PRESENTATION DU PROJET**

1.1 Présentation du projet .....	02
1.2 Présentation de la Wilaya de Naama.....	02
1.3 L'objectif de ce projet .....	05
1.4 Levé topographique .....	05
1.5 Présentation des logiciels utilisés .....	06

### **CHAPITRE 02 : ETUDE DE TRAFIC**

2.1- Introduction.....	10
2.2- Analyse de trafic.....	10
2.3- Calcul de capacité.....	11
2.3.1- Calcul des trafics effectifs.....	12
2.3.2- Calcul du débit de point horaire normal.....	13
2.3.3- Calcul du débit horaire admissible.....	13
2.3.4- Calcul le nombre de voies.....	14
2.4- Application au projet.....	15

### **CHAPITRE 03 : . ETUDE GEOMETRIQUE DE LA ROUTE**

3..1 Introduction .....	17
3..2- Les routes peuvent être classées d'après plusieurs critères.....	17
3..3- Classification administrative des routes en Algérie.....	17
3..3.1- Définitions.....	18
3.1.1 - Chemins communaux.....	18
3.1.2 - Chemins nationaux.....	18
3..3.1.3 - Chemins de wilaya.....	18
3.1.4 - Les autoroutes.....	18
3.2- Catégorie de la route.....	18
3.4- environnement.....	23
3.4.1- La dénivelée cumulée moyenne.....	23
3.4.2- Sinuosité.....	27
3.2- Catégorie de la route.....	28
3.5- Vitesse de référence.....	29

#### **CHAPITRE 04 : CHOIX DE LA VARIANTE**

4.1.	Introduction .....	32
4.2.	Types des contraintes.....	32
4.3.	Choix de la variante.....	32
4.3.1 -	Descriptif de la variante n°01.....	33
4.3.2 -	Descriptif de la variante n°02.....	34
4.4.	Comparaisons des variantes.....	35
4.4.1-	Analyse multicritères.....	35
4.4.2-	Identification des critères retenus.....	35
4.4.3-	Définition de quelques critères liés aux projets neufs.....	36
4.4.5.	Conclusion.....	39

#### **CHAPITRE 05 :TRACE EN PLAN**

5.1.	Introduction .....	40
5.2.	Règles à respecter dans tracé en plan .....	40
5.3.	Les éléments de tracé en plan .....	41
5.3.1 -	Alignement .....	41
5.2 -	Arc de cercle .....	42
5.2.1	Stabilité en courbe ( les rayons).....	42
5.3-2	Courbe de raccordement .....	45
5.4-	Combinaison des éléments du tracé en plan .....	49

#### **CHAPITRE 06-DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE**

VI.1.	Introduction .....	55
VI.2.	Principale de la constitution des chaussées.....	55
VI.3.	La chaussée .....	56
VI.4.	Les différentes types de chaussée .....	56
6.4.1-	Chaussée souple .....	57
6.4.2-	Chaussée semi-rigide.....	59
6.4.3-	Chaussée rigide .....	59
VI.5.	Les facteurs qui influents sur le dimensionnement.....	60
VI.6.	Les principes méthodes de dimensionnement.....	60
6.6.1-	Méthode de Shook et Finn.....	60
6.6.2-	Méthode de l'indice C.B.R.....	61
6.6.3-	Méthode du catalogue des structures.....	63
VI.7-	Application au projet.....	64
VI.8	Conclusion.....	66

### **CHAPITRE 07- PROFIL EN LONG**

VII.1-	Introduction .....	70
VII.2-	Règles a respecter dans le trace en profil en long.....	70
VII.3-	Coordination du tracé en plan et profil en long .....	71
VII.4-	Eléments du profil en long .....	71
7.4.1-	La ligne rouge .....	71
7.4.2-	Déclivités.....	72
7.4.1.1-	Déclivité minimum .....	72
7.4.1.2-	Déclivité maximum .....	72
VII.5.	Raccordement en profil en long .....	73
7.5.1.	Raccordement convexe (Angle Saillant).....	73
7.5.2	Raccordement convexe (Angles Rentrant).....	76
7.6.	Application au projet .....	77

### **CHAPITRE 08- PROFIL EN TRAVERS**

VIII.1.	Définition .....	79
VIII.2.	Modernisation du profil en travers .....	79
VIII.3.	Elément constitutifs du profil en travers .....	79
VIII.4.	Classification du profil en travers .....	81
VIII.5.	Application au projet .....	81

### **CHAPITRE 09- CUBATURE**

X.1.	Généralités .....	82
X.2.	Définition .....	82
X.3.	Méthode de calcul des cubatures .....	82
10.3.2	Application .....	84
X.4.	Calcul des cubature de terrassement .....	84

### **CHAPITRE 10.IMPLANTATION**

XIV.1.	Définition .....	85
XIV.2.	Plan de piquetage des axes des voies .....	85
14.2.1.	Implantation planimétrique des sommets .....	85
XIV.4.	Implantation de courbes .....	85
14.4.1.	Raccordement circulaire .....	85
14.4.2.	Raccordement progressif.....	86

### **CHAPITRE 11-ETUDE ESTIMATIVE**

XV.1.	Devis quantitatif .....	88
XV.2.	Devis estimatif .....	88

Conclusion générale  
Bibliographie  
Les annexes

## I-PRÉSENTATION DU PROJET

### I.1. PRESENTATION DU PROJET :

Conformément aux prévisions du schéma directeur routier et autoroutier (2005 - 2025), ayant posé les jalons d'une configuration optimale du réseau routier existant, susceptible de satisfaire convenablement les demandes futures de transport routier et autoroutier, tout en garantissant la sécurité et le confort escomptés par les usagers, en vue de mieux accompagner le développement socioéconomique de l'Algérie à l'horizon 2025.

Dans ce cadre, la Direction des Travaux Publics de la Wilaya de Naama a exprimé le besoin de l'étude de l'Évitement de la ville de AinSafra avec franchissement de passage à niveau (Chemin de fer).

### I.2. PRESENTATION DE LA WILAYA DE NAAMA :

#### PRESENTATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE

NAAMA, wilaya frontalière avec le royaume du Maroc, est limitée:

**Au Nord**, par les wilayas de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès,

**Au Sud**, par la wilaya de Béchar,

**A l'Ouest**, par la frontière marocaine,

**A l'Est**, par la wilaya d'El BAYADH.

**Nombre de daïras:** 04.

**Nombre de communes:** 12.

**Superficie:** 29.500 km<sup>2</sup>

#### RESEAU ROUTIER

Le réseau économique de base de la wilaya est constitué essentiellement des axes suivants: plus importantes agglomérations sont situées sur cet axe, avec un trafic d'environ 3500véhicules par jour.

– La RN47 relie les daïras d'AIN-SEFRA et ASLA à la wilaya d'EL-BAYADH sur

□ La RN22, sur 130 Km, relie les wilayas de Tlemcen et de SIDI-BEL-ABBES aux wilayas du sud.

un linéaire de 57, 500 Km.

|| La RN13, au 40Km, située à la limite Nord -Ouest de la wilaya, draine le flux de la

wilaya de Sidi-Bel-Abbès vers la RN22 et relie également la frontière marocaine. Concernant le chemin de fer, une seule ligne existe, celle de MOHAMMADIA-BECHAR. Il s'agit d'une voie étroite qui longe la RN06 sur tout le territoire de la wilaya. Un projet consistant dans le réaménagement de cette ligne, en voie normale, est en cours de réalisation.

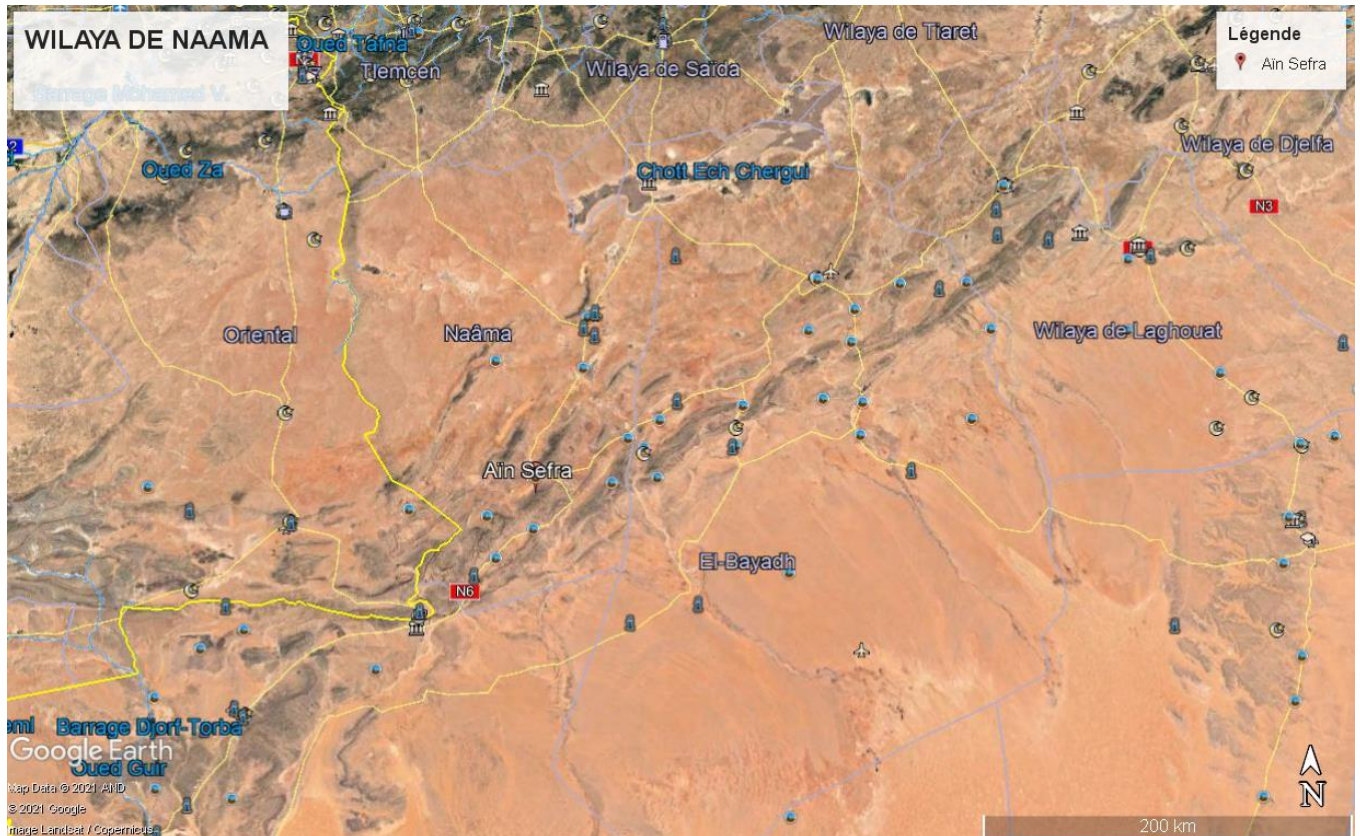


Figure n° 1-1 : Situation de la Wilaya de **NAAMA**.

Naamaest caractérisée par un climat continental sec est froid en hiver et chaud en été. Il est de type semi-aride dans le Sud et le Centre et Subhumide dans le massif de l'Ouarsenis. La pluviométrie varie entre 400 et 500 mm/an et la température entre -10°C et 45 °C.La population de la Wilaya de Naama était de 202 254 habitants contre 12 communes dépassaient alors la barre des 20 000 habitants en 2008.

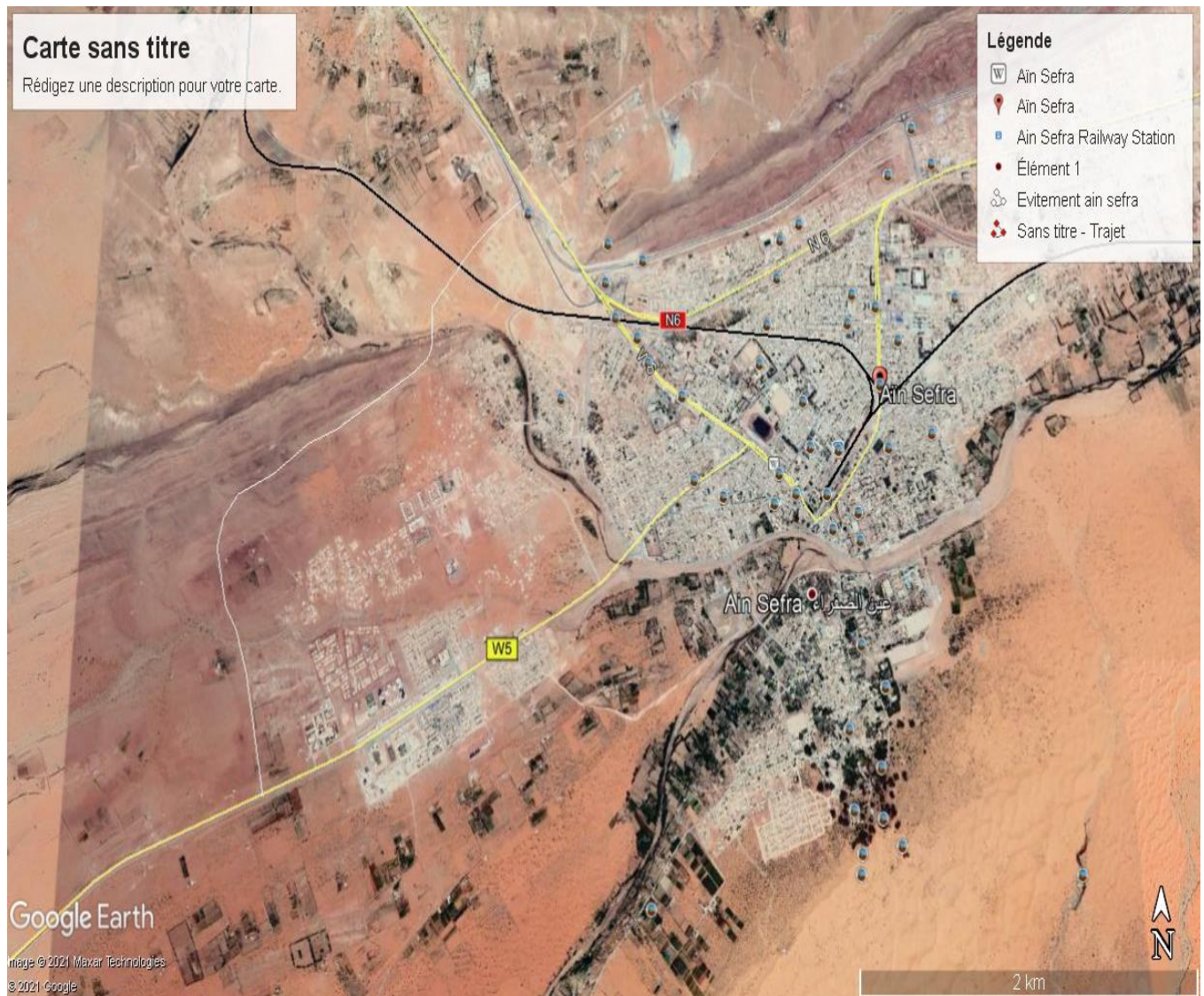


Figure n° 1-2 : Présentation du projet.



### **I.3. L'OBJECTIF DE CE PROJET :**

Vu la progression du tissu urbain de la ville de Ain Safra et augmentation de sa population , et la disposition de cette dernier d'un seul accès , d'où l'interet de renforcer le réseau routier de la ville et fluidifier la circulation.

Les principaux objectifs du projet sont :

- Assurer à l'usager un niveau de service en rapport avec le trafic résultant du développement économique de la région .
- Décongestionner le trafic urbain.
- Réduire le temps de parcours .
- Améliorer le cadre de vie des habitants.

### **I.4. LEVE TOPOGRAPHIQUE :**

Le levé topographique a été exécuté par une équipe topographique avec des appareils de mesures suivantes :

Mesure de distance.

Mesure d'angle.

Mesure des altitudes.

L'appareil utilisé est un tachéomètre automatique TC 09.

Une polygonale de base a été tracée suivant un système de coordonnées Indépendant.

Les stations de la polygonale ont été matérialisées.

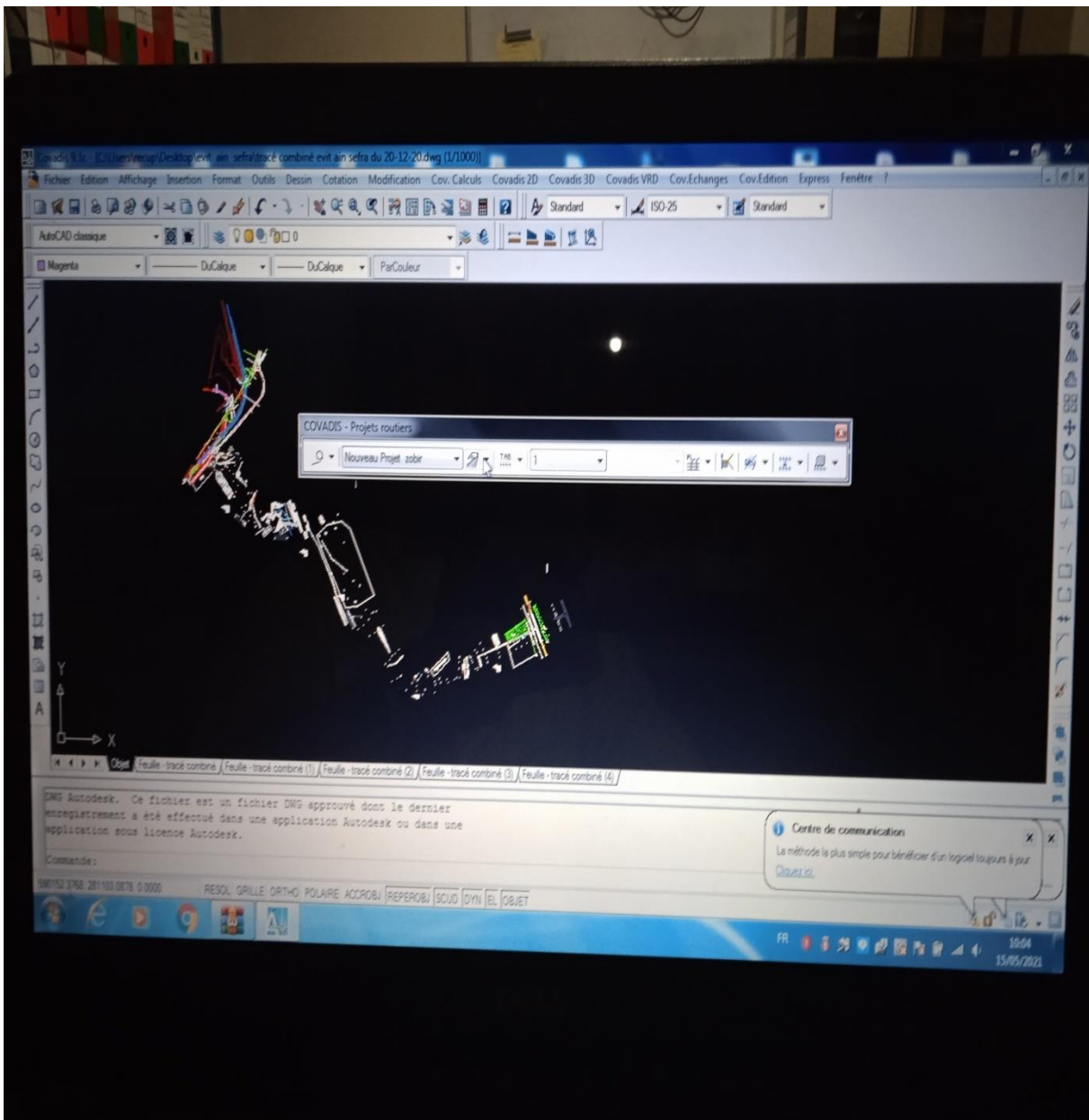
Les données interprétées du levé topographique (point de la polygonale, système de coordonnées, point planimétrique et altimétrique etc...) sont représentées sur un tracé en plan et listing d'implantation.

## I.5. PRESENTATION DES LOGICIELS UTILISÉS :

### I.5.1. AUTOCAD

AUTOCAD est un logiciel de dessin et conception assisté 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 les 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

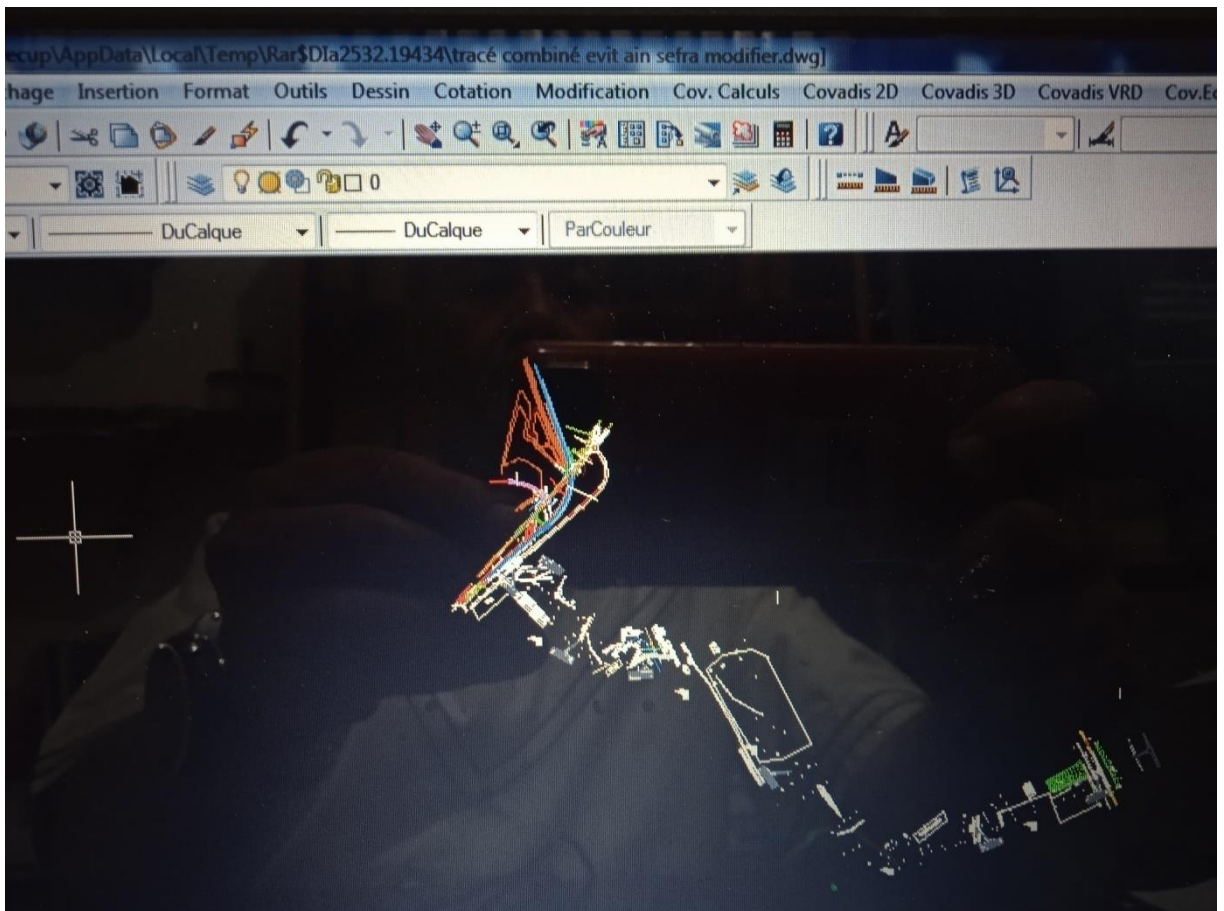


Figure n° 1-3 : Logiciel d'AUTOCAD.

### I.5.2. COVADIS

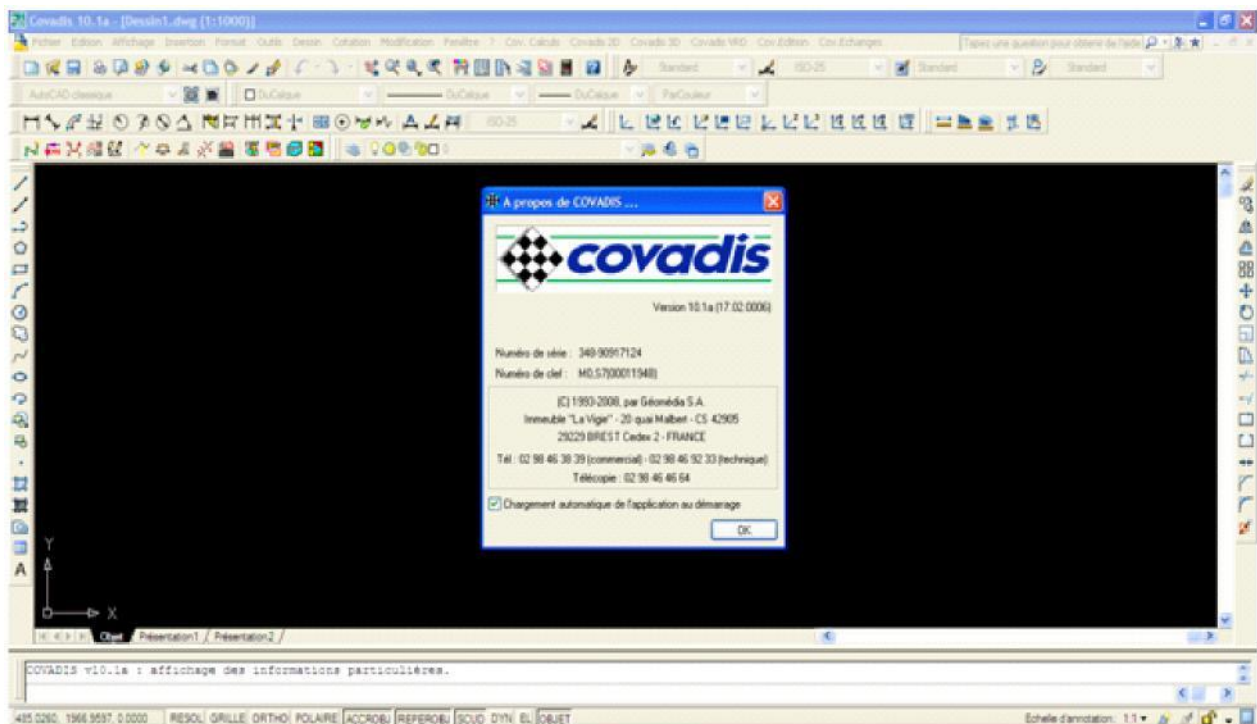
COVADIS est un logiciel simple et interactif de topographie et de conception VDR, il garantit une approche globale ainsi qu'une maîtrise totale de tous projets d'aménagements.

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

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

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

**COVADIS** nous permet notamment de réaliser nos calculs tonométrique, nos plans topographique, en plus nos projet de lotissements, nos aménagements urbains, nos réfections de voiries, nos projet VRD, nos calculs hydrauliques, nos dimensionnements de réseaux, etc.



**Figure n° 1- 4 :** Logiciel de COVADIS.

Son utilisation reste toujours très simple pour des géomètres ou des projecteurs. COVADIS est donc l'applicatif d'AUTOCAD dédié aux géomètres, aux bureaux d'études VRD aux entreprise de BTP et aux collectivités locales territoriales. Il regroupe, en un seul logiciel, l'ensemble des fonctionnalités « métiers » suivants :

Topographie

Dessin assisté

Projets de lotissements

Modèle Numérique de terrain Conception 3D

Terrassement multi plats - formes Projet linéaires (voirie, route) Réseaux divers

Giratoires et épure de giration Métrés et bordereaux

Rendu 3D

## **II.A :ETUDE DE TRAFIC**

### **II.A.1-Introduction :**

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

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

- La nature des flux, pour déterminer les points d'échange.
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les investissements.
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

### **II.A.2- ANALYSE DE TRAFIC :**

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

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

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

### **DEFINITION:**

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

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

### II.A.3-CALCUL DE LA CAPACITE:

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

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

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

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

avec :  $TJMA_0$  : le trafic à l'année zéro.

$TJMA_h$  : le trafic à l'année horizon.

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

### II.A.3.1-Calcul des trafics effectifs :

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

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

Le trafic effectif donné par la relation :

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

$T_{\text{eff}}$  : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

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

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

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



**II.A.3.2-Calcul du débit de point horaire normal :**

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

$$Q = \frac{1}{n} T_{\text{eff}} \text{ avec } \frac{1}{n}: \text{ Coefficient de pointe prise égale } 0.12$$

Q : est exprimé en uvp/h.

**II.3.3-Calcul du débit horaire admissible :**

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

$K_1$  : coefficient lié à l'environnement.

$K_2$  : coefficient de réduction de capacité.

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

Avec :

❖ Valeurs de  $K_1$  :

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

❖ Valeurs de  $K_2$  :

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

❖ Valeurs de Cth :

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

**II.A.3.4-Calcul le nombre de voies :**

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

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

Avec : S : coefficient dissymétrie en général =  $\frac{2}{3}$

$Q_{adm}$  : débit admissible par voie.

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

**Détermination du nombre des voies :*****Cas D'une Chaussée Bidirectionnelles :***

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

***Cas D'une Chaussée Unidirectionnelle:***

Le nombre de voie par chaussées et le nombre le plus proche du rapport:  $n = S \times Q / Q_{adm}$

**II.A.4-APPLICATION AU PROJET :****Les données de trafic :**

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

- L'environnement E1 et catégorie Cat1 :  $K_1=0,75$  et  $K_2=1$

- Le trafic à l'année 2014 TJMA<sub>total 2014</sub> =4504 v/j.
- Taux de croissance annuelle de trafic :  $\tau= 4\%$ .
- La durée de vie:20ans.
- Le pourcentage de poids lourds PL= 34%.
- Année de mise en service : 2017.
- P= 3

### Calcule le nombre de voie

❖ Trafic à l'année 2014:

- $TJMA_n = (1 + \tau)^n TJMA_{2014}$
- $TJMA_{2017} = (1 + 0.04)^3 \times 4504$
- $TJMA_{2017} = 5066.38 \text{ v/j}$
- $TJMA_{2037} = (1 + 0.05)^{20} \times 5066.38$   
= 11095.39V/j

❖ Trafic effectif :

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

$$T_{\text{eff}_{2037}} = [(1 - 0.34) + 3 \times 0.34] \times 11095.39$$

$$T_{\text{eff}_{2037}} = 18640.25 \text{ V/j}$$

❖ Capacité prévisible :

$$Q_{2037} = 0.12 \times 18640.25$$

$$Q_{2037} = 2236.83 \text{ uvp/h}$$

❖ **Capacité admissible :**

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

$$Q_{adm} = 1 \times 0.75 \times 2000$$

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

❖ **Nombre de voie :**

$$N = \frac{S \cdot Q}{Q_{adm}}$$

$$N = \frac{2}{3} * \frac{2236.83}{1500}$$

$$N = 0.99 \text{ voie} \approx 1 \text{ voies /sens}$$

TJMA <sub>2104</sub> (V /J)	TMJA <sub>2017</sub> (v/j)	TMJA <sub>2037</sub> (V /J)	Teff <sub>2037</sub> (uvp/j)	Q <sub>2037</sub> (uvp/j)	N VOIES
4504	5066.38	11095.39	18640.25	2236.83	1 /SENS

**Tableau5 : les calculs sont représentés dans le tableau suivant**

**Conclusion :**

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

### **III.. ETUDE GEOMETRIQUE**

#### **III.1-Introduction :**

La route est l'une des voies de communication la plus utilisée qui permet de relier tous les points d'un territoire. La route est également définie comme une vaste plateforme bien dégagée comportant deux ou plusieurs voies, devant résister aux efforts statiques et dynamiques des véhicules (léger, lourd) et dont les caractéristiques géométriques correspondent à des réglementations et normes bien précis.

#### **III.2- Les routes peuvent être classées d'après plusieurs critères :**

- Du point de vue administratif : d'après l'appartenance du maniable
- Du point de vue technique : vitesse de référence établie en fonction des conditions du terrain

#### **III.3- Classification administrative des routes en Algérie :**

- a. chemins communaux
- b. chemins départementaux
- c. chemins nationaux
- d. les autoroutes.

### III..3.1-Définitions :

#### .3.1.1 - Chemins communaux :

Dépendant de la commune. On distingue 2 types, l'un appelé chemin rural : et qui par définition assure la liaison, entre habitations rurales et les propriétés agricoles. L'autre appelé chemin urbain : et qui par définition est la voie à l'intérieur de l'agglomération urbaine.

#### .3.1.2- Routes nationales :

Sa construction et son entretien relèvent de la responsabilité du ministère des travaux publics.

#### .3.1.3- Chemins de wilaya :

Sa construction et son entretien relevant de la responsabilité de la wilaya.

#### .3.1.4- Les autoroutes :

Sont des routes nationales et internationales réservées à la grande circulation mécanique rapide

### .3.2- Catégorie de la route :

L'infrastructure routière en Algérie est classée en 5 catégories fonctionnelles correspondantes aux conditions économiques et administratives assignées à la politique d'aménagement du territoire.

- **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourds 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

### 3.4- environnement :

Le **B40** propose trois classes d'environnement (E1, E2, E3)

chaque classe d'environnement est caractérisée par deux

indicateurs a savoir :

- La dénivelée cumulée moyenne ( $H/L$ )
- La sinuosité( $\sigma$ )

#### 3.4.1-La dénivelée cumulée moyenne :

C'est la somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire. Le rapport de la dénivelée cumulée total  $H$  à la longueur total de l'itinéraire  $L$  permet de mesurer la variation longitudinale du relief.

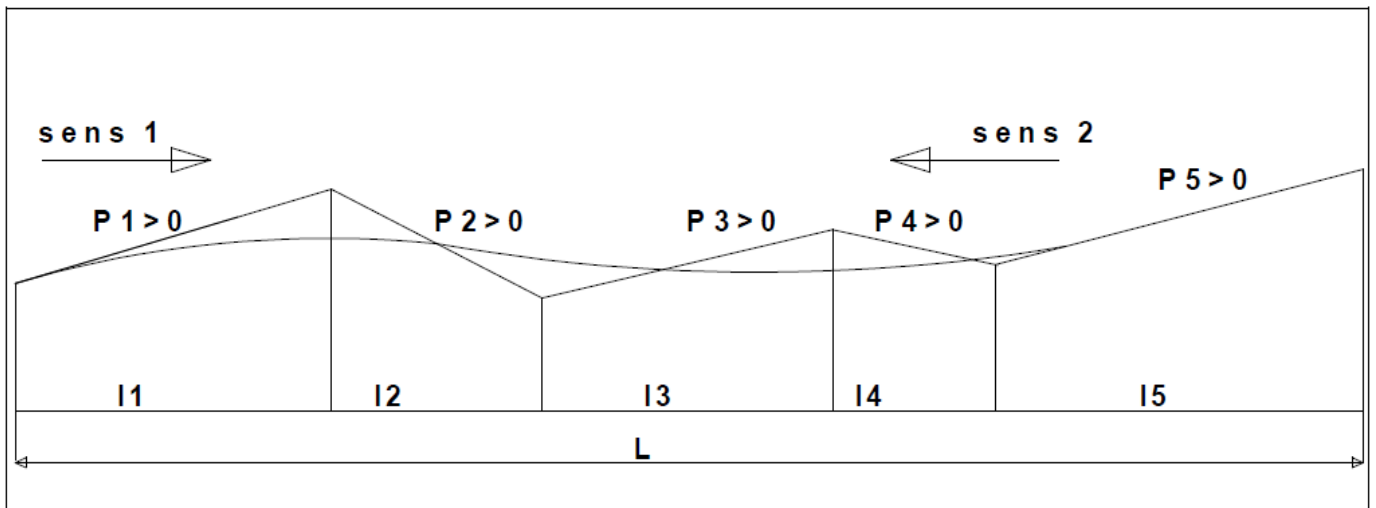


Figure 1 : La dénivelée cumulée moyenne  $h/L$

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

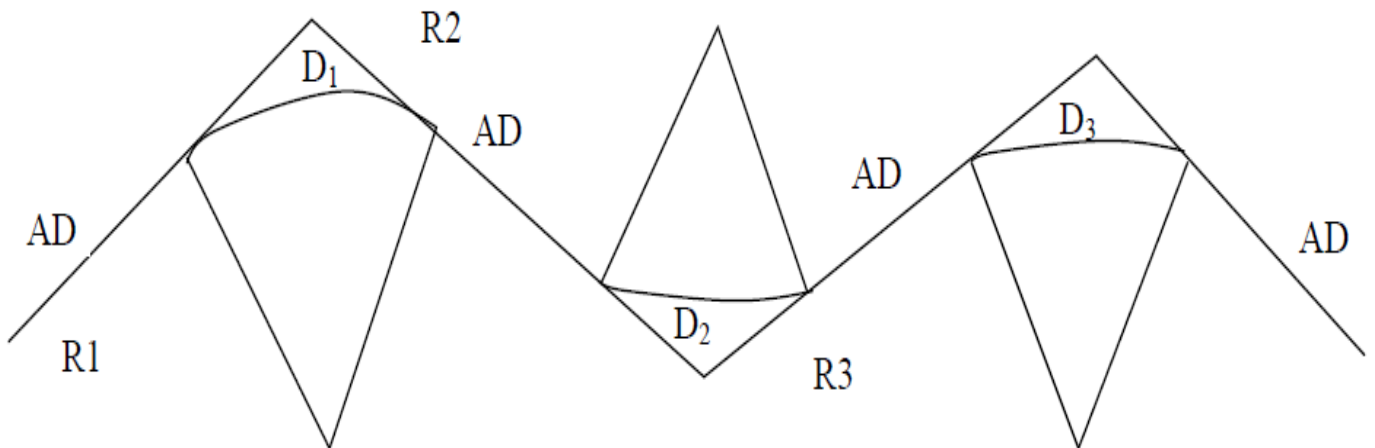
**Tableau N°1: Détermination de la nature du terrain**

**3.4.2-Sinuosité :**

La sinuosité T d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur  $L_s$  sur la longueur totale de l'itinéraire.

$$T = (\text{longueur sinueuse des sections dont } R_i < 200\text{m}) / L_{\text{total}}$$

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



**Figure 2 : sinuosité**



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

**Tableau N°2 : Classification de la sinuosité**

Sinuosité \ Relief	FAIBLE (T<0.1)	MOYENNE 0.1<T<0.3	FORTE T>0.3
PLAT (h/L<1.5%)	<b>E1</b>	<b>E2</b>	*****
VALLONNE (1.5%< h/L<4%)	<b>E2</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
MONTAGNEUX (h/L>4%)	*****	<b>E3</b>	<b>E3</b>

**Tableau 3 :L'environnement de la route**

Source : normes techniques d'aménagement des routes manuel du projet B40

### 3.5- Vitesse de référence :

La vitesse de référence ( $V_r$ ) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométrique set autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

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

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

**Tableau 2: Vitesse de référence.**

Source : normes techniques d'aménagement des routes manuel du projet B40

### 3.6-Temps de perception- réaction :

Le temps de perception – réaction est le temps nécessaire pour la mise en œuvre du dispositif de freinage lors d'une situation imprévue exigeant un ralentissement.

**3-8..ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE :**

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

1. La dénivelée cumulée moyenne H/L.
2. La sinuosité σ.

**3.8.1- Dénivelée cumulée moyenne :**

La dénivelée cumulée moyenne est le cumule de toutes les dénivelée (différence de hauteur) sur la longueur de l’itinéraire.

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

**P** : Pente du terrain.

**L** : Longueur de l’itinéraire  $l = l_1 + l_2 + \dots + l_n + l_2 +$

N° du code	1	2a	2b	3
Classification	plat	Plat mais inondable	vallonne	montagneux
H/L dénivelée cumulée moyenne	H/L < 1.5%	H/L = 1.5%	1.5% < H/L < 4%	H/L < 4%

**Tableau n °2-1 :Classification d’environnement.**

Le tableau ci-après nous donne la dénivelée moyenne cumulée de chaque profil.

N° de profil	Distance Cumulée	Distance Partielle	C.T.N (m)	Δ h
<b>1</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>772.48</b>	
<b>2</b>	<b>50.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.51</b>	<b>-4.02</b>
<b>3</b>	<b>100.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.16</b>	<b>0.35</b>

<b>4</b>	<b>150.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.40</b>	<b>02.4</b>
<b>5</b>	<b>200.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.27</b>	<b>-0.13</b>
<b>6</b>	<b>250.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.95</b>	<b>0.68</b>
<b>7</b>	<b>300.00</b>	<b>50.00</b>	<b>778.44</b>	<b>1.49</b>
<b>8</b>	<b>350.00</b>	<b>50.00</b>	<b>780.24</b>	<b>1.80</b>
<b>9</b>	<b>400.00</b>	<b>50.00</b>	<b>781.56</b>	<b>1.32</b>
<b>10</b>	<b>450.00</b>	<b>50.00</b>	<b>781.75</b>	<b>0.19</b>
<b>11</b>	<b>500.00</b>	<b>50.00</b>	<b>781.74</b>	<b>-0.01</b>
<b>12</b>	<b>550.00</b>	<b>50.00</b>	<b>781.20</b>	<b>-0.54</b>
<b>13</b>	<b>600.00</b>	<b>50.00</b>	<b>779.41</b>	<b>-1.79</b>
<b>14</b>	<b>650.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.62</b>	<b>-2.79</b>
<b>15</b>	<b>700.00</b>	<b>50.00</b>	<b>773.86</b>	<b>-2.76</b>
<b>16</b>	<b>750.00</b>	<b>50.00</b>	<b>771.67</b>	<b>-2.19</b>
<b>17</b>	<b>800.00</b>	<b>50.00</b>	<b>770.10</b>	<b>-1.66</b>
<b>18</b>	<b>850.00</b>	<b>50.00</b>	<b>769.05</b>	<b>-1.05</b>
<b>19</b>	<b>900.00</b>	<b>50.00</b>	<b>768.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>20</b>	<b>950.00</b>	<b>50.00</b>	<b>767.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>21</b>	<b>1000.00</b>	<b>50.00</b>	<b>766.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>22</b>	<b>1050.00</b>	<b>50.00</b>	<b>765.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>23</b>	<b>1100.00</b>	<b>50.00</b>	<b>764.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>24</b>	<b>1150.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>25</b>	<b>1200.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.50</b>	<b>-0.55</b>
<b>26</b>	<b>1250.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.20</b>	<b>-0.30</b>
<b>27</b>	<b>1300.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.91</b>	<b>-0.29</b>

<b>28</b>	<b>1350.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.62</b>	<b>-0.29</b>
<b>29</b>	<b>1400.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.33</b>	<b>-0.29</b>
<b>30</b>	<b>1450.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.03</b>	<b>-0.30</b>
<b>31</b>	<b>1500.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.74</b>	<b>-0.29</b>
<b>32</b>	<b>1550.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.45</b>	<b>-0.29</b>
<b>33</b>	<b>1600.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.15</b>	<b>-0.30</b>
<b>34</b>	<b>1650.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.86</b>	<b>-0.29</b>
<b>35</b>	<b>1700.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.57</b>	<b>-0.29</b>
<b>36</b>	<b>1750.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.51</b>	<b>-0.06</b>
<b>37</b>	<b>1800.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.89</b>	<b>0.38</b>
<b>38</b>	<b>1850.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.28</b>	<b>0.39</b>
<b>39</b>	<b>1900.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.67</b>	<b>0.39</b>
<b>40</b>	<b>1950.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.07</b>	<b>0.40</b>
<b>41</b>	<b>2000.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.46</b>	<b>0.39</b>
<b>42</b>	<b>2050.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.77</b>	<b>0.31</b>
<b>43</b>	<b>2100.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.15</b>	<b>0.38</b>
<b>44</b>	<b>2150.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.52</b>	<b>0.37</b>
<b>45</b>	<b>2200.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.84</b>	<b>0.68</b>
<b>46</b>	<b>2250.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.41</b>	<b>0.57</b>
<b>47</b>	<b>2300.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.81</b>	<b>0.40</b>
<b>48</b>	<b>2350.00</b>	<b>50.00</b>	<b>764.20</b>	<b>0.39</b>
<b>49</b>	<b>2400.00</b>	<b>50.00</b>	<b>764.28</b>	<b>0.08</b>
<b>50</b>	<b>2450.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.74</b>	<b>-0.54</b>
<b>51</b>	<b>2500.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.64</b>	<b>-1.10</b>

<b>52</b>	<b>2550.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.44</b>	<b>-1.20</b>
<b>53</b>	<b>2600.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.24</b>	<b>-1.20</b>
<b>54</b>	<b>2650.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.05</b>	<b>-1.19</b>
<b>55</b>	<b>2700.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.85</b>	<b>-1.20</b>
<b>56</b>	<b>2750.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.03</b>	<b>-0.82</b>
<b>57</b>	<b>2800.00</b>	<b>50.00</b>	<b>756.96</b>	<b>-0.07</b>
<b>58</b>	<b>2850.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.03</b>	<b>0.07</b>
<b>59</b>	<b>2900.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.09</b>	<b>0.06</b>
<b>60</b>	<b>2950.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.15</b>	<b>0.06</b>
<b>61</b>	<b>3000.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.21</b>	<b>0.06</b>
<b>62</b>	<b>3050.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.22</b>	<b>0.01</b>
<b>63</b>	<b>3100.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.22</b>	<b>0.00</b>
<b>64</b>	<b>3150.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.47</b>	<b>0.25</b>
<b>65</b>	<b>3200.00</b>	<b>50.00</b>	<b>758.09</b>	<b>0.62</b>
<b>66</b>	<b>3250.00</b>	<b>50.00</b>	<b>758.72</b>	<b>0.62</b>
<b>67</b>	<b>3300.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.34</b>	<b>0.62</b>
<b>68</b>	<b>3350.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.96</b>	<b>0.62</b>
<b>69</b>	<b>3400.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.58</b>	<b>0.62</b>
<b>70</b>	<b>3450.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.21</b>	<b>0.61</b>
<b>71</b>	<b>3500.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.76</b>	<b>0.55</b>
<b>72</b>	<b>3550.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.84</b>	<b>0.08</b>
<b>73</b>	<b>3600.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.80</b>	<b>-0.04</b>
<b>74</b>	<b>3650.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.77</b>	<b>-0.03</b>
<b>75</b>	<b>3700.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.16</b>	<b>0.49</b>

<b>76</b>	<b>3750.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.79</b>	<b>0.63</b>
<b>77</b>	<b>3774.00</b>	<b>22.00</b>	<b>763.10</b>	<b>0.31</b>
				<b>51.45</b>

**Tableau n °2-2 :Calcul dénivelée cumulée moyenne.**

$$\mathbf{H = 51.45\ m \quad L = 3950.00\ m \quad H/L = 0.013}$$

$$\mathbf{H/L = 1.30\ \% < 1.5\ \% \rightarrow \text{terrain plat}}$$

**3.8.2- Sinuosité :**

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

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

**a - Calcul de la sinuosité :**

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

$$\mathbf{\sigma = 0.001 \leq 0.1}$$

Dans notre projet nous n'avons pas des rayons inférieurs ou égaux à 200 m.

$\sigma \leq 0.10$  alors la sinuosité est faible selon les normes de (B-40).

Avec :

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

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

**Tableau n °2-3 : Classification selon la sinuosité.**

Dans notre projet nous n'avons pas des rayons inférieurs ou égaux à 200 m.

$\sigma \leq 0.10$  alors la sinuosité est faible selon les normes de (B-40).

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

**Tableau n° 2-4 : Environnement de la route existante.**

Dans notre cas nous avons :

- Un terrain : Plat
- La Sinuosité : faible
- L'environnement de la route est : E1

### **3.8.3. CATEGORIE DES ROUTES:**

Selon le B40 (norme technique d'aménagement des routes Algériennes) les routes sont classées en cinq catégories fonctionnelles. correspondant aux finalités économiques et administratives.



Les cinq catégories de la route sont :

**Catégorie 1:** Liaison entre les grands centres économique et industrie lourde.

**Catégorie 2 :** Liaison entre les centres d'industrie de transformation et d'industrie légères.

**Catégorie 3 :** Liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de daïra non desservis par le réseau de CAT 1 et CAT 2.

**Catégorie 4 :** Liaison des centres de vie non reliés au réseau de CAT 1-2-3.

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

*Dans le cas de notre projet, vue l'importance de la route elle se situe dans la catégorie 2.*

#### **3.8.4. LA VITESSE DE REFERENCE DU PROJET :**

La vitesse de projet est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route. Compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales.

On entend par conditions normales :

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

##### **a- Classification des routes selon la catégorie :**

- **Route exceptionnelle :** Ce sont des routes avec deux chaussées unidirectionnelles séparées. on admet que leurs tracés comportent quelques points de croisement en plan.

- **Route de 1<sup>ère</sup> catégorie :** Correspond au cas d'un tracé en terrain facile et peu accidenté avec quelque agglomération et croisement.

- **Route de 2<sup>ème</sup> catégorie :** Leur tracé est en terrain accidenté. sortant du cadre de la 1<sup>ère</sup> catégorie.

- **Route de 3<sup>ème</sup> catégorie :** Correspond à une section transversale difficile dans un terrain avec relief accidenté.

- **Route de 4<sup>ème</sup> catégorie :** Représente des sections très difficiles ou leur relief ne permet pas de passer ou de réaliser les routes des catégories supérieures.

Catégorie	exceptionnelle	1 <sup>ère</sup>	2 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>	4 <sup>ème</sup>
Vitesse de référence V <sub>R</sub>	120	100	80	60	40

**Tableau n° 2-5 :** Vitesse de base en fonction de la catégorie de la route.

***b - Classification selon la vitesse de circulation :***

Certaines normes classent les routes en six classes selon leur vitesse de référence.

V <sub>r</sub> (km/h)	40	60	80	100	120
Classe	120	100	80	60	40

**Tableau n° 2-6:** La classe selon la vitesse.

***c- Classification selon le type :***

Les normes françaises classent les routes selon le type :

- **Route de type L** : Désignées par référence à la notion de liaison sont des autoroutes de liaison L80. L100. L120.
- **Route de type T** : Désignées en fonction d'écoulement de transit à moyenne ou grande distance sont des route expresse à une chaussée.
  - T80 : Relief vallonné.
  - T100 : Contrainte de relief faible.
- **Route de type R** : se sent des route multi fonctionnelle constituent par les (artères interurbaines) et les routes locale R60. R80.
  - R60 : Relief vallonné.
  - R80 : Contrainte de relief faible.

**d .VITESSE DE REFERENCE :**

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

1. La catégorie
2. L'environnement

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

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

**Tableau n° 2-7: Vitesse de référence.**

**La vitesse de référence :  $V_r = 80\text{Km/h}$**

### III. ETUDE DE LA ROUTE

#### III.1. INTRODUCTION :

La route existante est composée d'un seul virage. Elle est d'une longueur de 3750 ml  
L'étude géométrique de cette route est axée sur les étapes suivantes :

- ❖ L'environnement de la route.
  - Dénivelée cumulée.
  - Sinuosité.
- ❖ Vitesse de référence  $V_R$ .

#### III.2. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE :

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

3. La dénivelée cumulée moyenne H/L.
4. La sinuosité  $\sigma$ .

##### 3.2.1- Dénivelée cumulée moyenne :

La dénivelée cumulée moyenne est le cumule de toutes les dénivelée (différence de hauteur) sur la longueur de l'itinéraire.

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

**P** : Pente du terrain.

**L** : Longueur de l'itinéraire  $l = l_1 + l_2 + \dots + l_n + l_2 +$

N° du code	1	2a	2b	3
Classification	plat	Plat mais inondable	vallonne	montagneux
H/L dénivelée cumulée moyenne	$H/L < 1.5\%$	$H/L = 1.5\%$	$1.5\% < H/L < 4\%$	$H/L < 4\%$

**Tableau n °2-1 : Classification d'environnement.**

Le tableau ci-après nous donne la dénivelée moyenne cumulée de chaque profil.

N° de profil	Distance Cumulée	Distance Partielle	C.T.N (m)	$\Delta h$
<b>1</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>772.48</b>	
<b>2</b>	<b>50.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.51</b>	<b>-4.02</b>
<b>3</b>	<b>100.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.16</b>	<b>0.35</b>
<b>4</b>	<b>150.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.40</b>	<b>02.4</b>
<b>5</b>	<b>200.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.27</b>	<b>-0.13</b>
<b>6</b>	<b>250.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.95</b>	<b>0.68</b>
<b>7</b>	<b>300.00</b>	<b>50.00</b>	<b>778.44</b>	<b>1.49</b>
<b>8</b>	<b>350.00</b>	<b>50.00</b>	<b>780.24</b>	<b>1.80</b>
<b>9</b>	<b>400.00</b>	<b>50.00</b>	<b>781.56</b>	<b>1.32</b>
<b>10</b>	<b>450.00</b>	<b>50.00</b>	<b>781.75</b>	<b>0.19</b>
<b>11</b>	<b>500.00</b>	<b>50.00</b>	<b>781.74</b>	<b>-0.01</b>
<b>12</b>	<b>550.00</b>	<b>50.00</b>	<b>781.20</b>	<b>-0.54</b>
<b>13</b>	<b>600.00</b>	<b>50.00</b>	<b>779.41</b>	<b>-1.79</b>
<b>14</b>	<b>650.00</b>	<b>50.00</b>	<b>776.62</b>	<b>-2.79</b>
<b>15</b>	<b>700.00</b>	<b>50.00</b>	<b>773.86</b>	<b>-2.76</b>
<b>16</b>	<b>750.00</b>	<b>50.00</b>	<b>771.67</b>	<b>-2.19</b>
<b>17</b>	<b>800.00</b>	<b>50.00</b>	<b>770.10</b>	<b>-1.66</b>
<b>18</b>	<b>850.00</b>	<b>50.00</b>	<b>769.05</b>	<b>-1.05</b>
<b>19</b>	<b>900.00</b>	<b>50.00</b>	<b>768.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>20</b>	<b>950.00</b>	<b>50.00</b>	<b>767.05</b>	<b>-1.00</b>

<b>21</b>	<b>1000.00</b>	<b>50.00</b>	<b>766.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>22</b>	<b>1050.00</b>	<b>50.00</b>	<b>765.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>23</b>	<b>1100.00</b>	<b>50.00</b>	<b>764.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>24</b>	<b>1150.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.05</b>	<b>-1.00</b>
<b>25</b>	<b>1200.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.50</b>	<b>-0.55</b>
<b>26</b>	<b>1250.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.20</b>	<b>-0.30</b>
<b>27</b>	<b>1300.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.91</b>	<b>-0.29</b>
<b>28</b>	<b>1350.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.62</b>	<b>-0.29</b>
<b>29</b>	<b>1400.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.33</b>	<b>-0.29</b>
<b>30</b>	<b>1450.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.03</b>	<b>-0.30</b>
<b>31</b>	<b>1500.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.74</b>	<b>-0.29</b>
<b>32</b>	<b>1550.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.45</b>	<b>-0.29</b>
<b>33</b>	<b>1600.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.15</b>	<b>-0.30</b>
<b>34</b>	<b>1650.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.86</b>	<b>-0.29</b>
<b>35</b>	<b>1700.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.57</b>	<b>-0.29</b>
<b>36</b>	<b>1750.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.51</b>	<b>-0.06</b>
<b>37</b>	<b>1800.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.89</b>	<b>0.38</b>
<b>38</b>	<b>1850.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.28</b>	<b>0.39</b>
<b>39</b>	<b>1900.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.67</b>	<b>0.39</b>
<b>40</b>	<b>1950.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.07</b>	<b>0.40</b>
<b>41</b>	<b>2000.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.46</b>	<b>0.39</b>
<b>42</b>	<b>2050.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.77</b>	<b>0.31</b>
<b>43</b>	<b>2100.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.15</b>	<b>0.38</b>
<b>44</b>	<b>2150.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.52</b>	<b>0.37</b>

<b>45</b>	<b>2200.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.84</b>	<b>0.68</b>
<b>46</b>	<b>2250.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.41</b>	<b>0.57</b>
<b>47</b>	<b>2300.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.81</b>	<b>0.40</b>
<b>48</b>	<b>2350.00</b>	<b>50.00</b>	<b>764.20</b>	<b>0.39</b>
<b>49</b>	<b>2400.00</b>	<b>50.00</b>	<b>764.28</b>	<b>0.08</b>
<b>50</b>	<b>2450.00</b>	<b>50.00</b>	<b>763.74</b>	<b>-0.54</b>
<b>51</b>	<b>2500.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.64</b>	<b>-1.10</b>
<b>52</b>	<b>2550.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.44</b>	<b>-1.20</b>
<b>53</b>	<b>2600.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.24</b>	<b>-1.20</b>
<b>54</b>	<b>2650.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.05</b>	<b>-1.19</b>
<b>55</b>	<b>2700.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.85</b>	<b>-1.20</b>
<b>56</b>	<b>2750.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.03</b>	<b>-0.82</b>
<b>57</b>	<b>2800.00</b>	<b>50.00</b>	<b>756.96</b>	<b>-0.07</b>
<b>58</b>	<b>2850.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.03</b>	<b>0.07</b>
<b>59</b>	<b>2900.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.09</b>	<b>0.06</b>
<b>60</b>	<b>2950.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.15</b>	<b>0.06</b>
<b>61</b>	<b>3000.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.21</b>	<b>0.06</b>
<b>62</b>	<b>3050.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.22</b>	<b>0.01</b>
<b>63</b>	<b>3100.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.22</b>	<b>0.00</b>
<b>64</b>	<b>3150.00</b>	<b>50.00</b>	<b>757.47</b>	<b>0.25</b>
<b>65</b>	<b>3200.00</b>	<b>50.00</b>	<b>758.09</b>	<b>0.62</b>
<b>66</b>	<b>3250.00</b>	<b>50.00</b>	<b>758.72</b>	<b>0.62</b>
<b>67</b>	<b>3300.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.34</b>	<b>0.62</b>
<b>68</b>	<b>3350.00</b>	<b>50.00</b>	<b>759.96</b>	<b>0.62</b>

<b>69</b>	<b>3400.00</b>	<b>50.00</b>	<b>760.58</b>	<b>0.62</b>
<b>70</b>	<b>3450.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.21</b>	<b>0.61</b>
<b>71</b>	<b>3500.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.76</b>	<b>0.55</b>
<b>72</b>	<b>3550.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.84</b>	<b>0.08</b>
<b>73</b>	<b>3600.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.80</b>	<b>-0.04</b>
<b>74</b>	<b>3650.00</b>	<b>50.00</b>	<b>761.77</b>	<b>-0.03</b>
<b>75</b>	<b>3700.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.16</b>	<b>0.49</b>
<b>76</b>	<b>3750.00</b>	<b>50.00</b>	<b>762.79</b>	<b>0.63</b>
<b>77</b>	<b>3774.00</b>	<b>22.00</b>	<b>763.10</b>	<b>0.31</b>
				<b>51.45</b>

**Tableau n °2-2 :Calcul dénivelée cumulée moyenne.**

$$\mathbf{H} = 51.45 \text{ m} \quad \mathbf{L} = 3950.00 \text{ m} \quad \mathbf{H/L} = 0.013$$

$$\mathbf{H/L} = 1.37 \% < 1.5\% \rightarrow \text{terrain plat}$$

### 3.2.2- Sinuosité :

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

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

#### a - Calcul de la sinuosité :

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

$$\sigma = 0.001 \leq 0.1$$



Avec :

- $L_s$  : La somme des développées des rayons inférieur ou égale à 200 m.
- $L$  : La longueur total de la route.
- $L_s = \sum l_i (R \leq 200 \text{ m})$ .

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

**Tableau n °2-3 : Classification selon la sinuosité.**

Dans notre projet nous n'avons pas des rayons inférieurs ou égaux à 200 m.

$\sigma \leq 0.10$  alors la sinuosité est faible selon les normes de (B-40).

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

**Tableau n° 2-4 : Environnement de la route existante.**

Dans notre cas nous avons :

- Un terrain : Plat
- La Sinuosité : faible
- L'environnement de la route est : E1

### 3.2.3. CATEGORIE DES ROUTES:

Selon le B40 (norme technique d'aménagement des routes Algériennes) les routes sont classées en cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives.

Les cinq catégories de la route sont :

**Catégorie 1:** Liaison entre les grands centres économique et industrie lourd.

**Catégorie 2 :**Liaison entre les centres d'industrie de transformation et d'industrie légères.

**Catégorie 3 :**Liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de daïra non desservis par le réseau de CAT 1 et CAT 2.

**Catégorie 4 :**Liaison des centres de vie non reliés au réseau de CAT 1-2-3.

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

**Dans le cas de notre projet, vue l'importance de la route elle se situe dans la catégorie 2.**

### 3.2.4. LA VITESSE DE PROJET :

La vitesse de projet est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route. Compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales.

On entend par conditions normales :

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

**a- Classification des routes selon la catégorie :**

- **Route exceptionnelle** :Ce sont des routes avec deux chaussées unidirectionnelles séparées. on admet que leurs tracés comportent quelques points de croisement en plan.

- **Route de 1<sup>ère</sup> catégorie** : Correspond au cas d'un tracé en terrain facile et peu accidenté avec quelque agglomération et croisement.

- **Route de 2<sup>ème</sup> catégorie** : Leur tracé est en terrain accidenté. sortant du cadre de la 1<sup>ère</sup> catégorie.
- **Route de 3<sup>ème</sup> catégorie** :Correspond à une section transversale difficile dans un terrain avec relief accidenté.
- **Route de 4<sup>ème</sup> catégorie** : Représente des sections très difficiles ou leur relief ne permet pas de passer ou de réaliser les routes des catégories supérieures.

Catégorie	exceptionnelle	1 <sup>ère</sup>	2 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>	4 <sup>ème</sup>
Vitesse de référence V <sub>R</sub>	120	100	80	60	40

**Tableau n° 2-5** : Vitesse de base en fonction de la catégorie de la route.

***b - Classification selon la vitesse de circulation :***

Certaines normes classent les routes en six classes selon leur vitesse de référence.

V <sub>r</sub> (km/h)	40	60	80	100	120
Classe	120	100	80	60	40

**Tableau n° 2-6:** La classe selon la vitesse.

***c- Classification selon le type :***

Les normes françaises classent les routes selon le type :

- **Route de type L** :Désignées par référence à la notion de liaison sont des autoroutes de liaison L80. L100. L120.
- **Route de type T** :Désignées en fonction d'écoulement de transit à moyenne ou grande distance sont des route expresse à une chaussée.
  - T80 : Relief vallonné.
  - T100 : Contrainte de relief faible.
- **Route de type R** : se sent des route multi fonctionnelle constituent par les (artères interurbaines) et les routes locale R60. R80.
  - R60 : Relief vallonné.

- R80 : Contrainte de relief faible.

**d .VITESSE DE REFERENCE :**

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

3. La catégorie
4. L'environnement

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

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

**Tableau n° 2-7: Vitesse de référence.**

**La vitesse de référence :  $V_r = 80\text{Km/h}$**

## **IV-CHOIX DE LA VARIANTE**

### **IV.1. INTRODUCTION :**

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain en tenant compte des obligations suivantes :

- Une obligation de sécurité et confort, pour diminuer les accidents et la fatigue des usages et la nuisance.
- Une obligation d'économie globale en vue de réduire le cout d'investissement et d'exploitation.

### **IV.2. TYPES DES CONTRAINTES :**

L'investigation sur site nous permet de constater que le relief du présent tronçon est plat à vallonne. Les conditions géologiques sont simples, il n'y a pas de risques géologiques très marqués et il n'y a pas de points sensibles qui influencent le tracé non plus.

Les principales contraintes du tronçon sont comme suit :

Les routes nationales et chemins de fer.

Les réseaux (électricité, conduites d'eau, gazoducs, oléoducs, conduites D'irrigations etc.)

Les champs des fruits « l'oranges, figuier etc... ».

L'oueds et cours d'eau.

### **IV.3. CHOIX DE LA VARIANTE :**

Dans cette phase on va étudier deux variantes afin de trouver la meilleure solution adapté pour la réalisation de notre projet :

#### 4.3.1 - Descriptif de la Variante n° 01 :

Cette variante consiste à étudier l'évitement de la ville de AIN SAFRA sur un linéaire 3.5 km.

Ce tracé prend origine la route nationale RN06, il se développe vers Le Sud sur un terrain Vallonné.

Au PK 0+220 un passage supérieur a été projeté sur le chemin de fer qui mène vers Tiaret, la Projection de ce PS rentre dans le cadre du programme nationale d'élimination des passages à Niveaux.

Au PK 0+375, le tracé franchir un oued, d'où la projection d'un pont.

Du PK 0+425 au PK1+250, le tracé se développe vers le sud à fin d'éviter les terrains Agricoles et les habitations.

Au PK 1+275, un giratoire a été projeté en intersection avec la route existant, pour permettre l'accès à la ville.

La route continue vers le Nord sur un terrain moyennement vallonné.

Du PK1+850 au PK 2+800, une attention particulière a été faite sur la nature des terrains agricoles existants, d'où la préservation des vergers.

Au PK 2+450, un poteau électricité de très haute tension (THT) a été évité.

Du PK 2+200 au PK3+450, le tracé passe sur le pied de la montagne, afin de

minimiser les grands terrassements et réduire les pentes et les rampes.

Plusieurs ouvrages hydrauliques ont été projeté sur les écoulements existents et les points bas. Le tracé continue son développement vers le Nord en empruntant une piste existantes pour minimiser les dégâts sur les terre agricole jusqu'à joindre la route existante.

#### **4.3.2 - Descriptif de la variante n°02 :**

La variante N°2 consiste à étudier l'évitement de la ville de AIN SAFRAi sur un linière 3.5 km.

Ce tracé prend origine la route nationale RN06 , il se développe vers Le Sud sur un terrain plat à vallonné.

Au PK 0+260 un passage supérieur a été projeté sur le chemin de fer qui mène vers Tiaret, la projection de ce PS rentre dans le cadre du programme nationale d'élimination des passages à niveaux.

Au PK 0+375, le tracé franchis un oued, le lit de oued dans cette section est relativement large d'où la projection d'un pont important de 100 ML.

Du PK 0+400 au PK1+350, le tracé se développe sur un terrain plat de nature agricole.

Au PK1+400, un giratoire a été projeté en intersection avec la route existant, pour permettre l'accès à la ville.

La route continue vers le Nord sur un terrain moyennement vallonnée.

Plusieurs obstacles ont été évité tel que les réseaux électriques MT et HT.

Du PK 2+600 le tracé passe au-delà de parcelles de terrains destiner à la culture d'arbre fruitier, d'où le passage inévitable de cette variante dans la montagne, cela va engendrer des terrassements important.

Plusieurs ouvrages hydrauliques ont été projetés sur les écoulements existents et les points bas.

Le tracé continu son développement vers le Nord en empruntant une piste existantes pour minimiser les dégâts sur les terre agricole jusqu'à joindre la route existante.

#### **IV.4. COMPARAISONS DES VARIANTES :**

##### **4.4.1-Analyse Multicritères :**

L'analyse multicritères permis de décrire les enjeux du projet et constitue un outil permettant de révéler des préférences selon un certain nombre de critères préalablement définis conjointement avec le maître d'ouvrage.

Adaptée au projet de réalisation de l'évitement de la ville de Mahdia, cette analyse permettra d'apprécier et d'éclairer le choix entre les deux variantes de tracé définies au regard des critères retenus. Ces derniers sont affectés d'une note d'appréciation qualitative et quantitative traduisant l'importance et le poids accordé à chacun d'entre eux.

A travers ces évaluations, le décideur disposera au final d'un outil lui permettra de faire son appréciation propre et de tester la fiabilité des résultats finaux.

##### **4.4.2-Identification des Critères Retenus :**

Plusieurs critères ont été identifiés comme pertinents pour l'analyse en vue d'opérer un choix et de dégager la variante de tracé optimale. Ces critères fournissent également un ordre de grandeur des effets du projet, ils se basent sur :

- a) Les coûts de l'investissement.
- b) Les impacts sociaux
- c) Démolition d'habitation
- d) Traversée des forêts.
- e) Traversée des cours d'eau.
- f) Longueur de l'itinéraire.
- g) Les nuisances sonores.
- h) L'impact sur l'environnement.
- i) Impact sur plan de circulation urbain.
- j) Délai, difficulté de réalisation et contraintes géologiques.

##### **4.4.3-Définition de Quelques Critères Liés aux Projets Neufs :**



**Géométrie:**

Ce critère évalue les difficultés liées à l'intégration d'une voie nouvelle en fonction de sa géométrie.

**Géotechnique – Géologie :**

Ce critère évalue notamment les difficultés techniques à la réalisation d'une voie nouvelle au vu des terrains en place sur la zone d'étude (socle rocheux, présence de formations superficielles dont certaines sont représentées par des matériaux fins et évolutifs pouvant présenter des problèmes de tassement, franchissement des cours d'eau le plus perpendiculairement possible à leur lit, ...). De plus, ce critère prend en compte les risques naturels liés (cavités souterraines, zones potentiellement compressibles, éboulements, glissements de terrains).

**Environnement :**

Ce critère permet d'évaluer les impacts d'une voie nouvelle sur le milieu naturel, c'est-à-dire sur les habitats, la faune et la flore. Les impacts sur les milieux naturels sont principalement de deux ordres : impact d'emprise (atteinte aux habitats, destruction des compartiments vitaux de certaines espèces, atteintes aux sites de reproduction, ...) et les impacts indirects (dégradation de l'état de conservation des habitats, fragmentation des populations, obstacles aux déplacements, ...). Les impacts sont plus ou moins importants selon la sensibilité des milieux (espèces protégés, habitats d'intérêts communautaires, milieux rares ...).

**Agriculture :**

Ce critère joue un rôle prépondérant dans la réalisation d'une voie nouvelle. Ce critère évalue les conséquences d'une voie nouvelle sur l'agriculture en considérant d'une part les emprises sur les parcelles agricoles, entraînant une diminution des surfaces et d'autre part les effets de coupures pouvant se traduire par une séparation des îlots, des allongements de parcours. Les impacts sont plus ou moins importants selon la sensibilité des zones agricoles.

**Milieu Humain - Socio-Économie :**

Ce critère évalue les impacts d'une voie nouvelle sur le milieu humain et en particulier sur le foncier bâti (préservation de l'habitat), sur les activités (desserte), sur les documents d'urbanisme (notamment les Espaces Boisés Classés), sur les réseaux (lignes de transport électrique haute tension par exemple), sur le patrimoine culturel et archéologique. Il prend également en compte les conséquences économiques du projet.

**Le Trafic:**

Ce critère évalue les impacts de la voie nouvelle en termes de volume de trafic, de temps de parcours, de distances et de niveau de service.

**Bruit :**

Ce critère évalue d'une part l'impact sonore de la voie nouvelle et d'autre part l'exposition de la population aux nuisances sonores (nombre d'habitations affectées par classe de bruit) dans une bande d'étude de 100 mètres de part et d'autre de l'axe.

**Comparaison des variantes :**

<b>Critères</b>	<b>Variante 1</b>	<b>Variante 2</b>
Longueur du tracé (Km)	3.95	4.80
Volume du remblai (m <sup>3</sup> )	30668	45005
Volume de déblai (m <sup>3</sup> )	50412	150350
Quantité du Béton Bitumineux (BB en Tonne)	11520	14746
Quantifié de Grave Bitume (GB en Tonne)	15840	20275
Quantité de GNT (m <sup>3</sup> )	15000	19200
Nombre de Ponts (U)	02	02
Nombre d'ouvrages d'assainissements	03	07
Superficie de terrain agricole (Ha)	11.25	13.8
Coût en Milliard de Centime (MDC)	30	35
Délais de réalisation en mois	12 Mois	16 Mois

**Tableau n° 4-1 : Comparaison des variantes.**

<b>Critères</b>	<b>Unité</b>	<b>Variante N°1</b>	<b>Variante N°2</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>
Longueur Total de l'itinéraire	ML	3950.00	4800.00	+	-
Pourcentage alignement droit	%	55	82	+	-
Pourcentage courbe	%	35	18	+	+
Rayon minimal en plan	M	250	500	+	+
Rayon maximal en plan	M	1500	2500	+	-

**Tableau n° 4-2 : Le choix de variante.**

**4.4.5. CONCLUSION:**

- L'analyse multicritère des deux variantes a été réalisée en fonction de ces contraintes et critères cités ci-dessus.
  - L'évaluation économique et la comparaison technique entre les deux variantes de tracé ont fait ressortir l'intérêt de choisir la variante 01 comme variante retenue.
- Tous les critères des deux variantes, on a opté directement sur le choix apparent (variante N°1).

## **V-TRACE EN PLAN**

### **V.1-Introduction**

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain.

Le tracé en plan est la représentation sur un plan horizontal de l'axe de la route, il est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes ; il est caractérisé par la vitesse de référence appelé ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires a tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes se fait à l'aide de Clothilde qui assure un raccordement progressif est variation de dévers nécessaire à la sécurité et le confort des usagers de la route.

### **V.2-Règles à respecter dans tracé en plan :**

Pour faire un bon tracé en plan dans les normes on doit respecter certaines recommandations :

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Éviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Éviter au maximum les propriétés privées.
- Appliquer les normes du B40.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.

### V.3-Les éléments de tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments géométriques

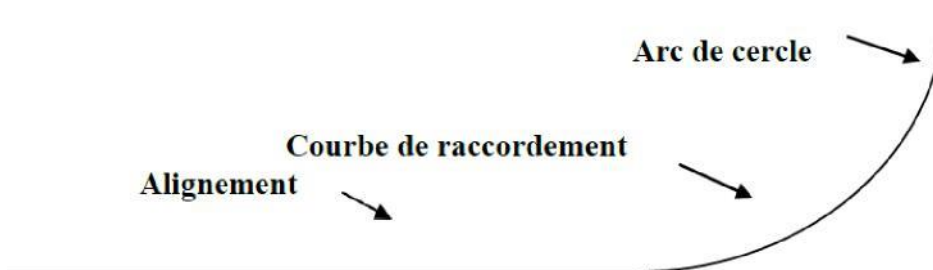


Figure 1 : Éléments géométriques constituant le tracé en plan

L'élément du tracé en plans sont:

- Les Alignements droit.
- l'arc de cercle.
- Courbe de raccordement

#### 5.3.1- ALIGNEMENT :

Il est l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint. La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- Difficulté de conduite et monotonie qui peuvent engendrer des accidents ou malaises chez le conducteur.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- Mauvaise adaptation de la route au paysage, il n'y a pas d'harmonie avec l'aspect des reliefs.

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

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

Donc la longueur des alignements dépend de :

- la vitesse VR, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- des sinuosités précédentes et suivantes de l'alignement.
- du rayon de courbure de ces sinuosités.

□ **Longueur minimum :**

Celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps d'adaptation :

$$L_{\min} = T \cdot VR \qquad T = 3 \text{ sec vitesse faible}$$

$$T = 5 \text{ sec} \qquad T = 5 \text{ sec vitesse fort}$$

$$L_{\min} = 5.80 \cdot (1000/3600) = 139 \text{ m} \qquad L_{\min} = \mathbf{111.00m}$$

□ **Longueur maximum :**

$$L_{\max} = 60 \cdot VR$$

VR : Vitesse en (m /s)

$$L_{\max} = 60 \cdot 80 \cdot (1000/3600) = 1667 \text{ m}$$

<b>L max=1333m</b>
--------------------

**2) : ARC DE CERCLE :**

Les courbes sont limitées par l'intervention de trois termes :

- Stabilité des véhicules en courbes.
- Visibilité.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de faibles rayons.

□ **Stabilité en courbe :**

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicule, en fait de fortes inclinaisons d'ou cours à augmenter le rayon.

$$d = (Vr^2/R * g) - ft \longrightarrow Vr^2(Km/h)/127 R - ft$$

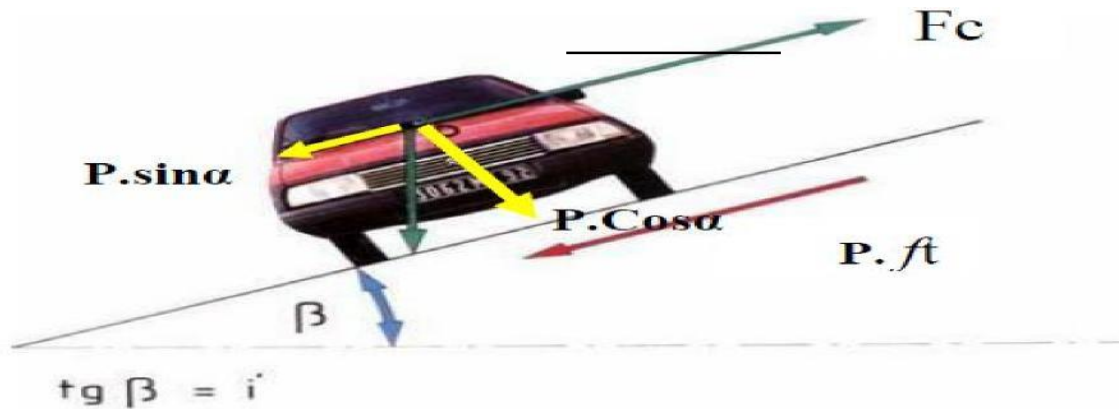
Ou :

ft: Coefficient du frottement transversale;

R: Le rayon de courbure;

Vr: Vitesse de référence.

d: Divers.



Dans la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

⇒ **Rayon horizontal minimal absolu :**

$$RH_{min} = \frac{V_r^2}{127(ft + d_{max})}$$

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

⇒ **Rayon minimal normal :**

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

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

Avec :

$d_{max} = 7\%$  pour catégorie 1 et 2.

$d_{max} = 8\%$  pour les catégories 3 et 4.

$d_{max} = 9\%$  pour la catégorie 5.

$F_t$  : coefficient de frottement transversal.

Vitesse (Km/h) ⇒	40	60	80	100	120	140
Catégorie de la route 41,						
Catégorie 1-2	0.20	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09
Catégorie 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	

tableau 1 : coefficient de frottement transversal



⇒ **Rayon au dévers minimal :**

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

Dévers associé  $d_{min} = 2.5\%$ .

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

⇒ **Rayon minimal non déversé:**

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 ( $R_{hnd}$ ).

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127(f'' -$$

\*  $f'' =$  Catégories 1 et 2

\*  $f'' = 0.07$  cat 3 et  $f'' = 0.075$  cat 4 et 5.

Pour notre projet la route à aménager sera adaptée pour une vitesse de référence de 100 km/h qui correspond à la catégorie 2 environnement E1 selon la norme établie par l'ICTAAL 2000 on peut avoir le tableau suivant :

Dévers	Cat 2
d min	-2.50%
d max	8.00%
Ft =	0.11
F''	0.06

Paramètres	Symboles	valeur
Vitesse (Km/h)	Vr	80
Rayon horizontale minimal(m)	RHm (7%)	250
Rayon horizontale non déversé (m)	RHnd (2.5%)	1400

**Tableau 2 : rayons du tracé en plan**

□ **SUR LARGEUR :**

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

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

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

L : longueur du véhicule (valeur moyenne L = 10 m R :  
rayon de l'axe de la route

**5.3.2- COURBE DE RACCORDEMENT (C.R) :**

Une trace rationnelle de route moderne comportera des alignements, des arcs de cercle et entres eux, des tronçons de raccordement de courbure progressive, passant de la courbure 0 (R = infini) à l'extrémité de l'alignement à la courbure 1/R au début du cercle du virage.

**a. Rôle et nécessité de C.R :**

- 1) Stabilité transversale des véhicules.
- 2) Confort des passages en véhicules.
- 3) Transition de la forme de la chaussée.
- 4) Tracé élégant, souple fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

**b. Type de courbes de raccordement :**

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont la condition désirée d'une variation continue de la courbe, on a trois types de courbes suivantes :

- **parabole cubique :**

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

- **Lemniscate :**

Courbe utilisé pour certains problèmes de tracé de route par exemple trèfle d'autoroute sa courbure est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur à partir du point d'inflexion ou centre de symétrie.

- **Clothoïde :**

La Clothoïde, c'est une spirale à point asymétrique dont la courbure croit proportionnellement à l'arc, elle a pour équation  $A^2 = L.R$ .

A : paramètre de Clothoïde.

L : longueur de raccordement.

R : rayon de courbure

□ **Expression mathématique de la Clothoïde :**

Courbure K linéairement proportionnellement à la longueur curviligne

$$L.K = C.L$$

On pose:  $1/C = A^2$

$$\boxtimes L.R = A^2$$

□ **Élément de la Clothoïde :**

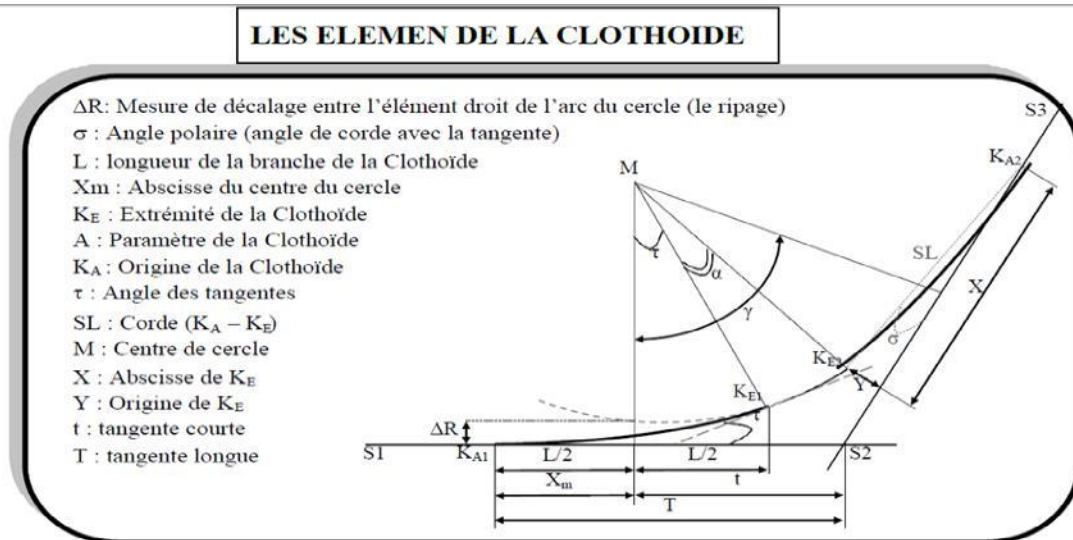


Figure 1 : les éléments de la Clothoïde

□ **Le choix d'une Clothoïde doit respecter les conditions suivantes :**

✚ **Condition optique :**

La Clothoïde doit aider à la lisibilité de la route on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être ≤3° pour être perceptible à l'œil.

$$R > A \leq R/3$$

□ **Règle générale (B40):**

- $R \leq 1500m \Delta R = 1m$  (éventuellement 0,5 m)  $L = 24R\Delta R$
- $1500 < R \leq 5000m L \geq R/9$ .
- $R > 5000m \Delta R = 2,5m L = 7,75 R$

✚ **Condition confort dynamique :**

Cette condition consiste à limite pendant le temps de parcourue Δt du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale.

Vr : vitesse de référence en (km/h)  $L = \frac{Vr^2}{3.6} \times \frac{\Delta d}{2\%}$

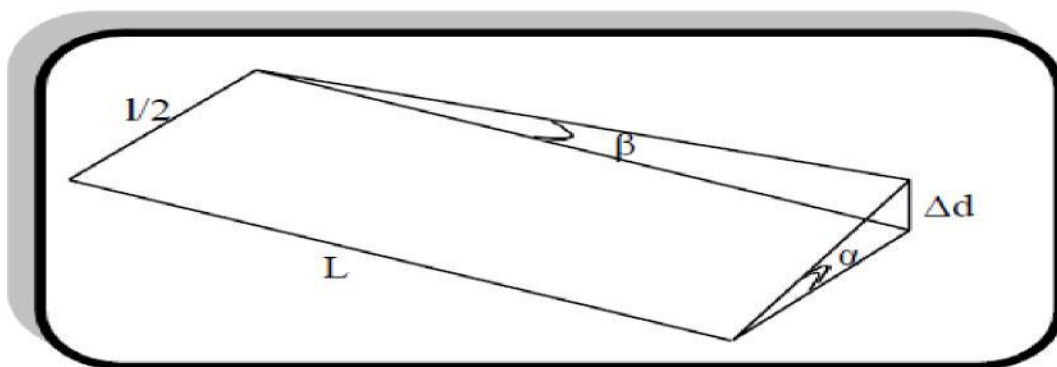
R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

### c) Condition de gauchissement :

Les demies chaussées extérieures au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de tel sorte  $\Delta p < 0,5/VR$ .



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

L : longueur de raccordement.

l : largeur de la chaussée.

$\Delta d$  : variation de dévers.

#### Nota :

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

Cette variation est limitée à 2%.

$$L \geq 5/36 \cdot \Delta d \cdot Vr$$

#### V.4- Combinaison des éléments du tracé en plan :

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

##### COURBE EN S :

Une courbe constituée de deux arcs de Clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.

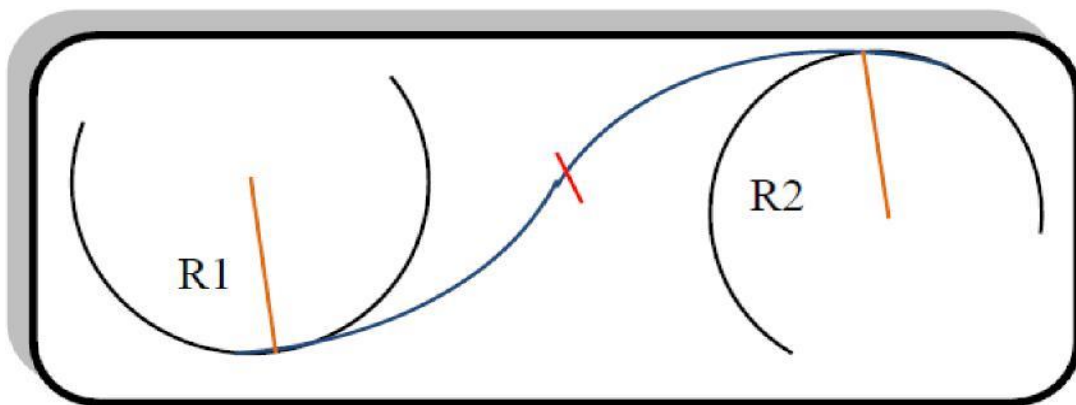


Figure 2 : Courbe en S

##### COURBE A SOMMET :

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

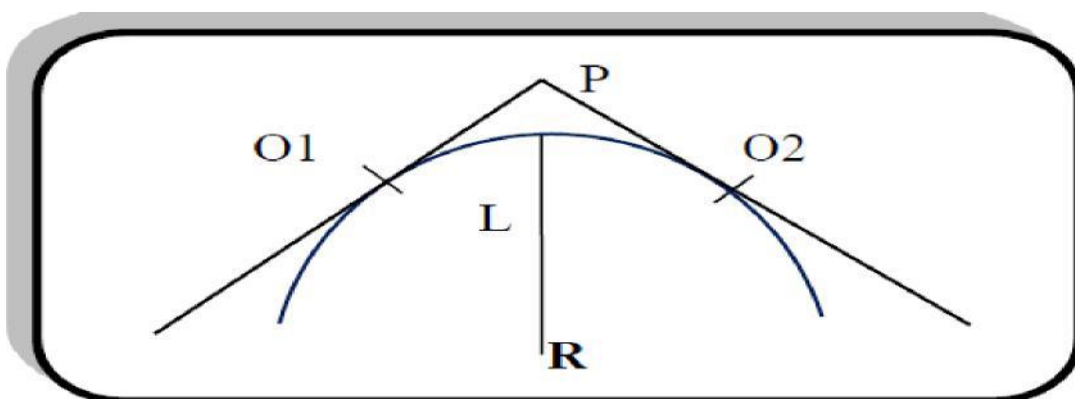


Figure 3 : Courbe à sommet

##### COURBE EN C :

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

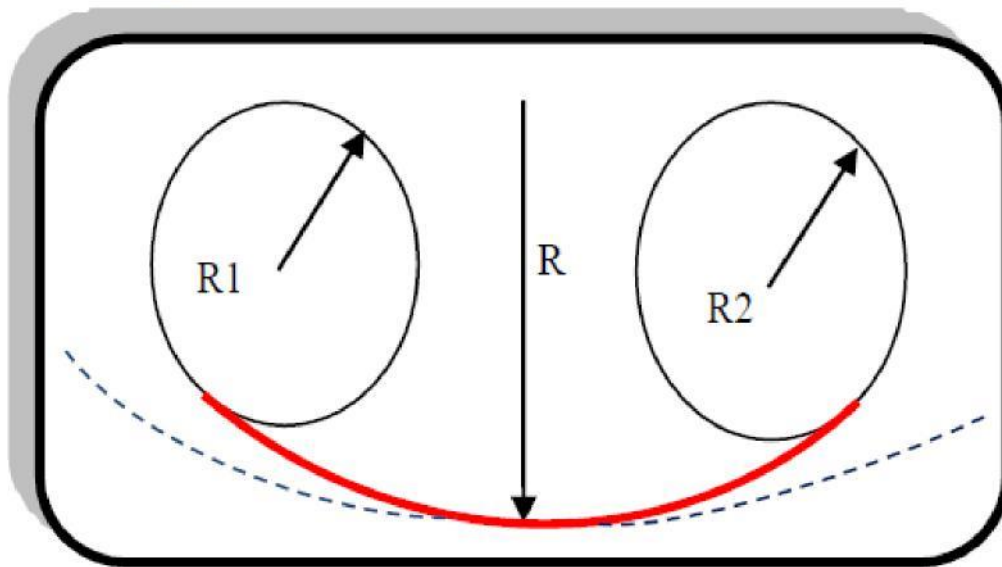


Figure 4 : Courbe à sommet

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

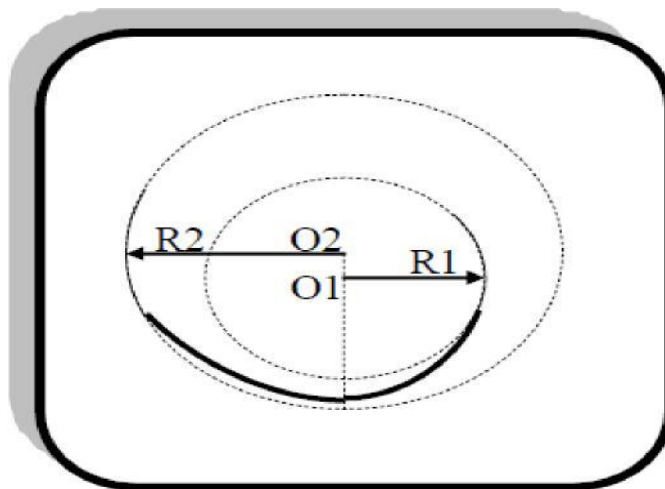


Figure 5 : raccordant en Ovale

### CALCUL D'AXE:

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

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

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

### 5-5 APPLICATION AU PROJET:

$$Vr=80\text{km/h}; d \text{ max}=8\%; d_{\text{min}}=2.5\%; ft=0, 11$$

- **Rayon horizontal minimal absolu :**

$$RH \text{ min} = \frac{Vr^2}{127(ft + d \text{ max})} = \frac{80^2}{127(0.11+0.08)} = 265.23 \text{ m}$$

- **Rayon minimal normal :**

$$RH \text{ n} = \frac{(Vr + 20)^2}{127(ft + d \text{ max} - 2\%)} = \frac{(80+20)^2}{127(0.11+0.08-0.02)} = 463.17\text{m}$$

- **Rayon au devers minimal RHd :**

$$RH \text{ d} = \frac{Vr^2}{127(2 d \text{ min})} = \frac{80^2}{127(2.0*0.025)} = 1007.87 \text{ m}$$



- Rayon minimal non devers RH nd :

$$RH\ nd = \frac{Vr^2}{127(0.035)} = \frac{80^2}{127(0.035)} = 1441.44\ m$$

$$RH\ nd = 1.43 * RHd = 1.43 * 1008 = 1441.44 = 1442.00\ m$$

Tableau 3 : Récapitulatif des Résultats

Rayon minimal absolu Rhm		Rayon minimal normal Rhn		Rayon au dévers minimal Rhd		Rayon minimal non déversé Rhnd	
Calcul	B40	Calcul	B40	Calcul	B40	Calcul	B40
266	250	463	450	1008	1000	1442	1400

Les conditions de raccordement :

- Condition optique :

$$R < 1500 \Delta R = \sqrt{24 R \cdot \Delta R} \quad L = \sqrt{24 * 463 * 1}$$

$$= 105.41 = 106\ m$$

□ Condition confort dynamique :

$$L = V_r / 3.6 * \Delta d / 2 \% = 80 / 3.6 * 10.5 / 2 = 22.22 * 4.75 = 116.66m$$

$$\Delta d = d_{min} + d_{max} = 2.5 + 8 = 10.5 m$$

□ Condition confort gauchissement :

$$L = X \cdot \Delta d / 0.5 = 4.5 \cdot 10.5 / 0.5 = 94.50 m$$

$$X = 3.5 + 1 = 4.5m$$

$$\Delta d = 10.5 m$$

$$L = \max(\text{opt} ; \text{gau} ; \text{dyn}) = L \text{ dynamique } 117m$$

L optique	L dynamique	L gauchissement
<b>106m</b>	<b>117 m</b>	<b>95 m</b>

□ Surlargeur :

$$S = L^2 / 2R \quad L=10 \quad = \text{longueur de véhicule}$$

$$S = 100^2 / 2 * 463$$

$$S = 1.07m$$

□ Éléments et paramètres de clothoïde :

$$A^2 = R \times L = 463 \times 117 = 5417m^2$$

$$A = 232.74 = 233m$$

**V.5-Paramètre fondamentaux :**

D'après le règlement des normes algériennes B40, pour un environnement **E2** et une catégorie **C1** avec aussi une vitesse de 100 km/h on définit les paramètres suivants :

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (Km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	Lmin	110
Longueur maximale (m)	Lmax	1333
Devers minimal (%)	D min	2.5
Devers maximal (%)	D max	8
Temps de perception réaction (s)	T1	1.8
Frottement transversal	ft	0.11

**Tableau 4: Paramètres fondamentaux**

**5.6-Conclusion:**

Donc les règles de dimensionnement du tracé en plan visent à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort adapté à chaque catégorie de route.

## VI-DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

### VI.1. INTRODUCTION :

Le corps de chaussée est dimensionné pour supporter la circulation du trafic pour une durée bien déterminée. Il est défini comme étant l'épaisseur des différentes couches et matériaux qui seront mis en place pour constituer le corps de chaussée.

On doit non seulement penser au trafic existant mais aussi au trafic futur, ce qui nous amène à définir le taux d'accroissement de la circulation et le type de véhicules empruntant cette route. Le dimensionnement d'une chaussée est conditionné par trois familles de paramètres, qui sont les suivantes :

- Le trafic (l'importance de la circulation et surtout l'intensité du trafic en poids lourds).
- La portance du sol support désignée par son indice **C. B. R.**
- la durée de service.

### VI.2. PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES :

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.
- Des chocs.
- Des intempéries.
- Des efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.

### VI.3. LA CHAUSSEE :

#### Définition:

- **Au sens géométrique :** La surface aménagée de la route sur laquelle circule les véhicules.
- **Au sens structurel :** L'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

### VI.4. LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :

Il existe trois types de chaussée:

1. Chaussée souple.
2. Chaussée semi - rigide.
3. Chaussée rigide.

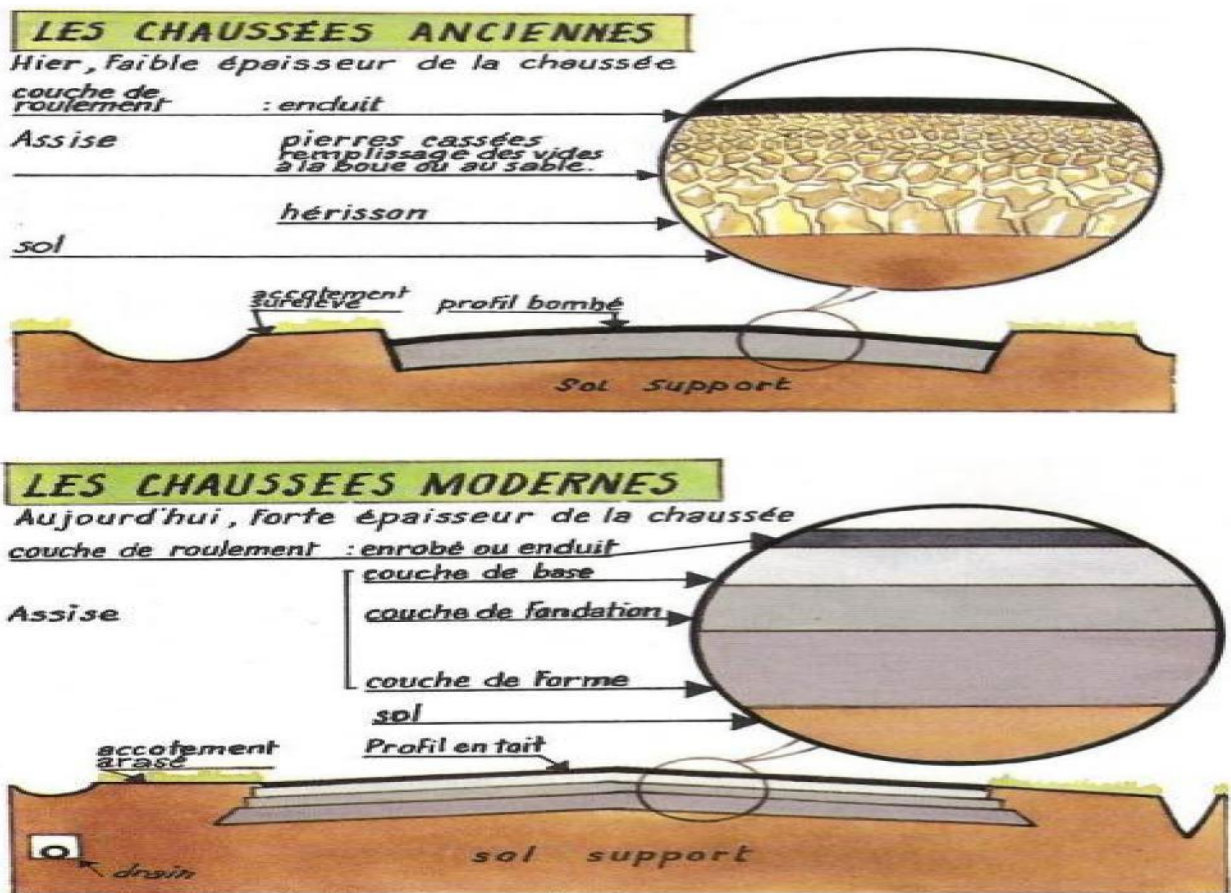


Figure n° 9-1 : Types de chaussée.

### 6.4.1- Chaussée souple :

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- Les sols et matériaux pierreux granulométrie étalée ou serrée.
- Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissent des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

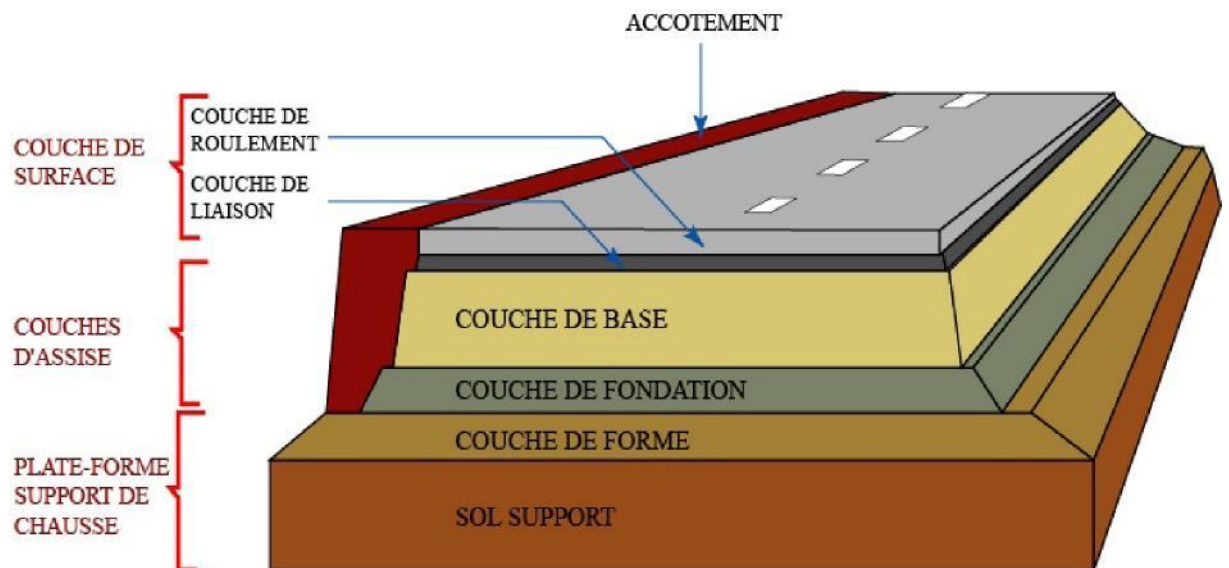


Figure n° 9-2 : Coupe type d'une structure de chaussée souple.

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

#### a. Couche de roulement (surface) :

La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation. Elle est en générale composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

- D'imperméabiliser la surface de chaussée.
- D'assurer la sécurité (par l'adhérence) et le confort des usages (diminution de bruit, bon uni).

La couche de liaison a, pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

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

**b. Couche de base :**

Pour résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes. L'épaisseur de la couche de base est entre 10 et 25 cm.

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

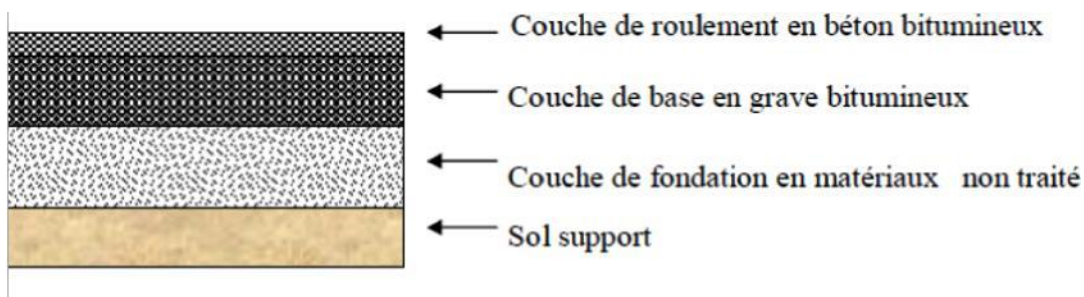
**c. Couche de forme :**

Elle est prévue pour reprendre à certains objectifs à court terme.

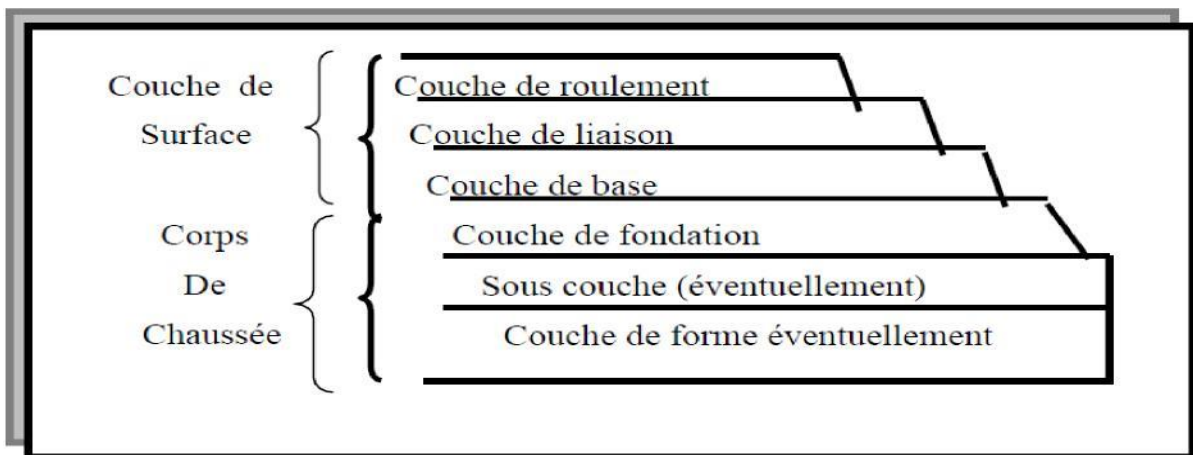
Sol rocheux : joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.

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 compte d'améliorer la portance du sol à long terme, par la couche de forme.



L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 30 et 70 cm.



**Figure n° 9-3 : Coupe type d'une chaussée souple 2.**

**6.4.2- Chaussée semi-rigide:**

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat,...)

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

**6.4.3-Chaussée rigide :**

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

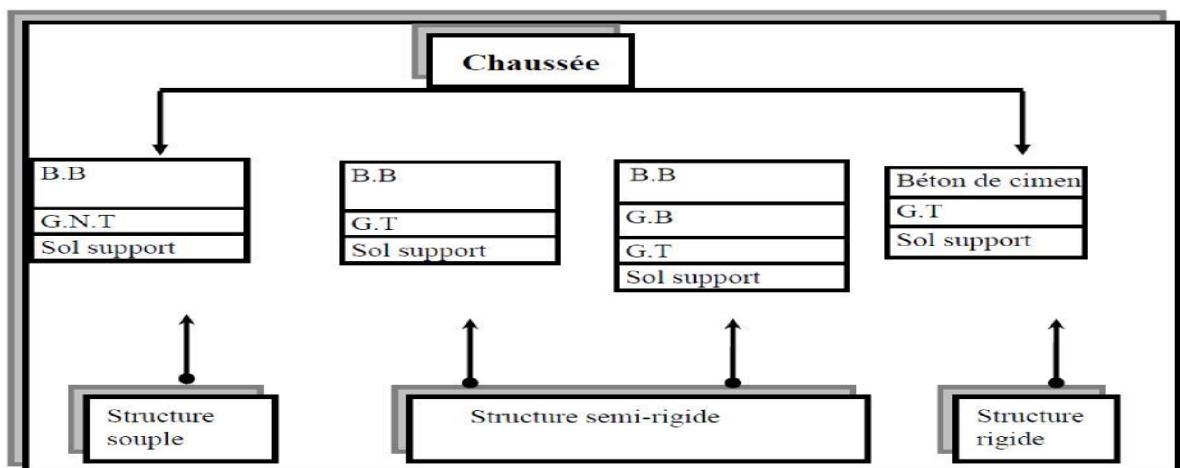
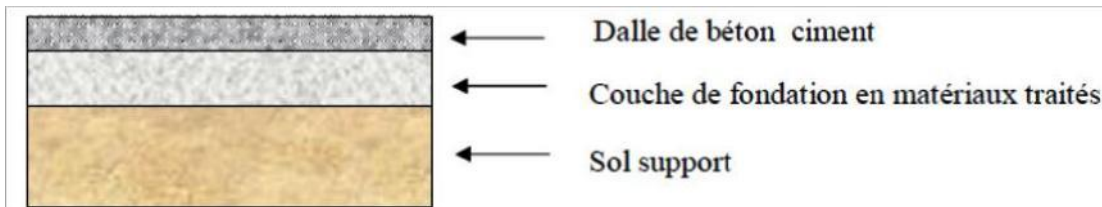


Figure n° 9-4 : Les différentes catégories de chaussée.



**Différents types des chaussées :**

**BB** : Béton bitumineux.

**GB** : Grave bitume.

**GT** : Grave traité.

**GNT** : Grave non traité.

**VI.5. LES FACTEURS QU'INFLUENT SUR LE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES :**

- Trafic.
- Environnement.
- Sol support.
- Matériaux utilisés

**VI.6. LES PRINCIPALES METHODES 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 M5/du comportement des chaussées.

**6.6.1- Méthode de Shook et Finn :**

Basée sur l'analyse des résultats d'essais AASHO à l'aide de modèle statique. Le procédé de calcul de l'épaisseur de la chaussée souple suivant cette méthode nécessite la connaissance de l'indice CBR, l'application du trafic est en fin ramenée les essieux de divers poids à un nombre d'équivalence d'une charge de référence.

Le calcul de l'épaisseur se fait à l'aide de la formule de Shook et Finn, semi empirique, qui est la suivante :

$$T = (-52 + 14\log WL + 3.75L) (2.5/CBR)^{0.4}$$

**Notation:**

**AASHO:**American Association of Highway officials.

**CBR :** Califomian Bearling Ratio (Indice de Portance Californian).

**WL:** Le nombre de passage d'essieu de charge (L) en tonne.

**L :** Charge de l'essieu en tonne.

**6.6.2- Méthode de l'indice C.B.R:**

On prend un échantillon du sol naturel et on le soumet à des expériences mécaniques (essai de poinçonnement) en compactant les éprouvettes à la teneur en eau optimum, cette méthode ne tient pas compte du trafic.

Les abaques, donnant l'épaisseur E des chaussées en fonction de l'indice CBR, de la pression de gonflage des pneus et des nombres de répétition des charges, sont issus de la formule suivante :

$$E = 100 + 150 \sqrt{ICBR + 5}$$

L'influence du trafic ne doit pas être négligée dans le dimensionnement du corps de chaussée, nous en tiendrons donc compte dans la formule améliorée par les anglais :

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

**I :**Indice portant CBR (sans unité).

**N :**Etant le nombre moyen journalier de camions de plus de 1.5 tonnes à vide.

**P :**Charge par voie = 6.5 tonnes (essieu de 13 tonnes).

**E :**Epaisseur totale en cm.

Épaisseur de la couche telle qu'elle vient d'être calculée correspond à un matériau définit ; grave propre bien gradué suivant la disponibilité des matériaux et les caractéristiques qu'il présente, nous pouvons convertir l'épaisseur calculée en divisant par les coefficients d'équivalence données dans le tableau suivant :

Matériauxutilises	Coefficientd'équivalence
Bétonbitumineuxou enrobedense	2.00
Graveciment –gravelaitier	1.50
Gravebitume	1.20à1.70
Graveconcasséeou gravier	1.00
Graveroulée–gravesableuse T.V.O	0.75
Sableciment	1.00à1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

**Tableau n° 9-1** : Les coefficients d'équivalence des matériaux utilisent.

➤ **Coefficients d'équivalence** :

Pour le calcul du coefficientsd'équivalenceon utilise la formule suivante:

$$e = \sum a_i e_i$$

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

$a_1 \times e_1$  : couche de roulement.

$a_2 \times e_2$  : couche de base.

$a_3 \times e_3$  : couche de fondation.

Où:  $c_1, c_2, c_3$  : coefficients d'équivalence.

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

**6.6.3- Méthode du catalogue des structures :**

Cette méthode découle du règlement algérien B60-B61 et elle consiste à déterminer la classe du trafic des poids lourds à la 10eme année et la classification du sol support. Une grille combinant les deux données oriente le projecteur sur le type de chaussée qui lui correspond.

➤ **Détermination de la classe du trafic:**

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

<i>Classe de trafic</i>	<i>Trafic poids lourds cumule sur 15ans</i>
<b>T<sub>0</sub></b>	<b>T &lt; 3.5×10<sup>5</sup></b>
T <sub>1</sub>	3.5×10 <sup>5</sup> < T < 7.3×10 <sup>5</sup>
T <sub>2</sub>	7.3 × 10 <sup>5</sup> < T < 2 × 10 <sup>6</sup>
T <sub>3</sub>	2 × 10 <sup>6</sup> < T < 7.3 × 10 <sup>6</sup>
T <sub>4</sub>	7.3 × 10 <sup>6</sup> < T < 4 × 10 <sup>7</sup>
T <sub>5</sub>	T > 4 × 10 <sup>7</sup>

**Tableau n° 9-2 : Classe de trafic.**

On commence par la détermination du trafic de poids lourds cumulé sur 15 ans et classer dans l'une des classes définies précédemment.

$$Te = Tpl \left[ 1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1}}{\tau} \right] \times 365$$

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

**n** :Durée de vie (n = 20 ans).

**τ** :Taux d'accroissement annuel.

<b>TPLi</b>	<b>TPL3</b>	<b>TPL4</b>	<b>TPL5</b>	<b>TPL6</b>	<b>TPL7</b>
<b>PL/j/sens</b>	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

**Tableau n° 9-3 : Classe de trafic est TPL.**

➤ **Détermination de la classe du sol :**

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

Classe du sol	Indices C.B.R
S1	>40
<b>S2</b>	<b>25-40</b>
S3	10-25
S4	5-10
S5	<5

**Tableau n° 9-4 :Classe du sol.**

**VI.7-APPLICATION AU PROJET :**

**6.7.1- Méthode C.B.R (California-Bearing –Ratio) :**

On a:

**PL% :34%,CBR=6, P=6.5t , TJMA<sub>2037</sub>=11095.39veh/j/1sens.**

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

$$N = PL\% \times ( TJMA_{2042} / 2 )$$

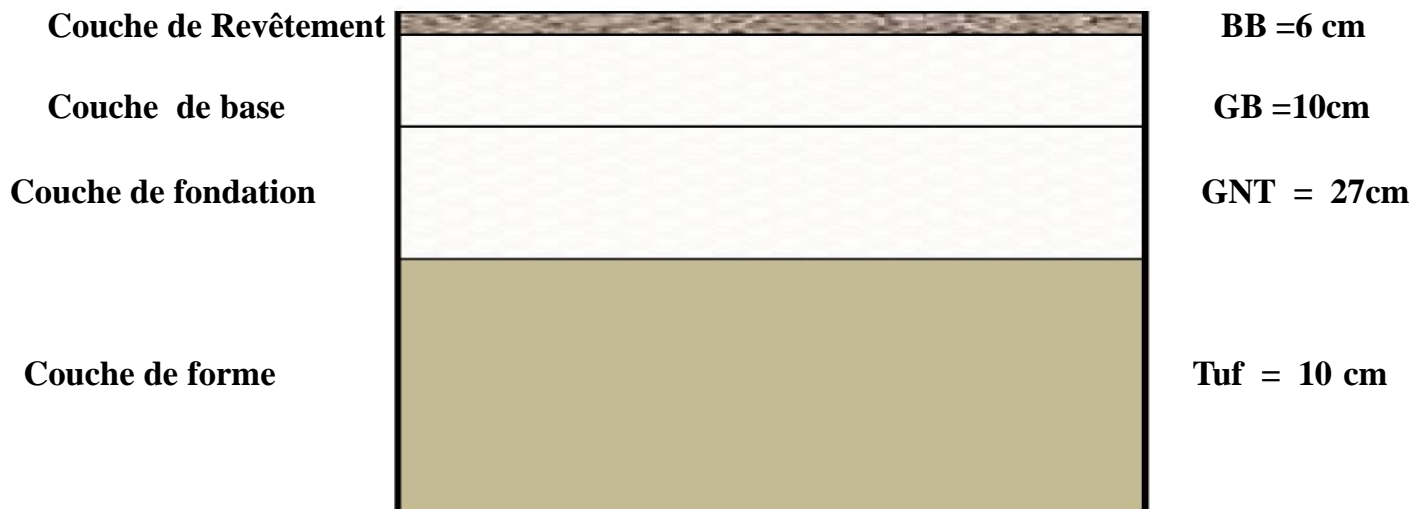
$$N = 0.34 \times ( 11095.39 / 2 ) = \mathbf{1886.21}$$

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6,5} ( 75 + 50 \log 1886.21 / 10 ) )}{6 + 5} = 52.84cm$$

Epaisseur Réelle	Coefficients d'Equivalences	Epaisseur d'Equivalences
6	2	12
10	1.5	15
27	0.8	21.6
10	0.8	8

Béton bitumineux	BB (cm)	6
Grave bitume	GB (cm)	10
GNT(grave concassée )	(cm)	27
Tuf	(cm)	10
<b>TOTAL</b>	<b>(cm)</b>	<b>53</b>

Alors la structure est :



## VI.8. CONCLUSION :

On a opté pour le résultat obtenue par la méthode de CBR qui nous a donner un épaisseur total de 53 cm.

- Couche de roulement de 6 cm on a choisi du béton bitumineux,
- Couche de base de 10 cm en grave bitume
- Couche de fondation de 27 cm en grave concassé
- Couche de forme de 10 cm en tuf.

### 6.8.1-Méthode ALIZE :

#### Présentation du programme ALIZE :

##### a) Les entrées de modèle:

Le dimensionnement d'une chaussée est conditionné par les quatre paramètres suivants :

- **Le trafic :** Le dimensionnement des chaussées se fait à la fatigue.

Caractériser le trafic en vue du dimensionnement c'est en fait déterminer le trafic cumulé équivalent au trafic devant réellement circuler sur cette chaussée pendant sa durée de vie telle qu'elle a été définie. Ce nombre est égale à :

$$N = t \times 365 [1 - (1 + Ta)^{n+1} / 1 - (1 + Ta)]$$

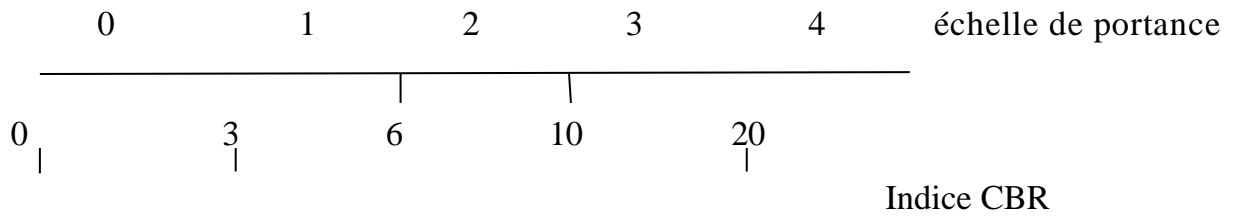
Où :

**t** = Trafic à la mise en service exprimé en nombre de poids lourds par jour et par sens à la mise en service.

**Ta** = Taux de croissance.

**n** = Durée de service.

- **Sol support:** Il se caractérise par sa portance. Les classes de portances sont définies à partir de l'essai de poinçonnement **CBR** avec la correspondance suivante :



Ce découpage a été fait en tenant compte de l'incidence du module de déformation sur l'épaisseur des chaussées.

Portance	Borne
0	$E < 15 \text{ Mpa}$
1	$15 \text{ Mpa} < E < 30 \text{ Mpa}$
2	$30 \text{ Mpa} < E < 50 \text{ Mpa}$
3	$50 \text{ Mpa} < E < 120 \text{ Mpa}$
4	$120 \text{ Mpa} < E$

Tableau n° 9-5 : Classes de portance-Modules correspondants.

- **Matériaux:** Se caractérisent par leurs résistances mécaniques.
- **Climat:** Les conditions climatiques qui peuvent intervenir dans le comportement des structures sont : La pluviométrie et l'action du gel et du dégel. Le premier point est pris indirectement dans le dimensionnement quand on adopte un module pour le sol support. Quant au deuxième point il n'y a généralement pas de problème de gel dans nos régions à climat humide à aride.

**6.8.2.Principe d'utilisation d'ALIZE :**

La méthode de dimensionnement des chaussées par ALIZE n'est en fait qu'une méthode de vérification de structure préalablement établie. Elle passe par les étapes suivantes :

**a. Choix de structure :**

Les principaux types de structures sont les structures souples, les structures semi rigides et les structures rigides. Dans la première étape de l'utilisation du programme d'ALIZE il faut choisir une structure et indiquer son schéma de fonctionnement.



**b. Entrée des données :**

Il s'agit de faire entrer les paramètres de dimensionnement de la structure déjà choisie et qui sont :

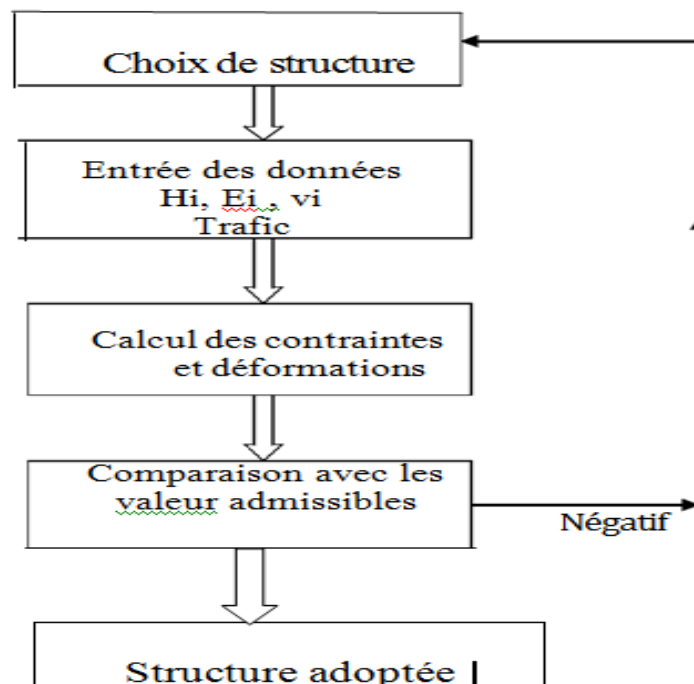
- Paramètres structurels (épaisseur des couches, Matériaux utilisés ( $E_n$ ,  $\nu_n$ )).
- Facteur externe (Trafic)

**c. Calcul des contraintes et déformation :**

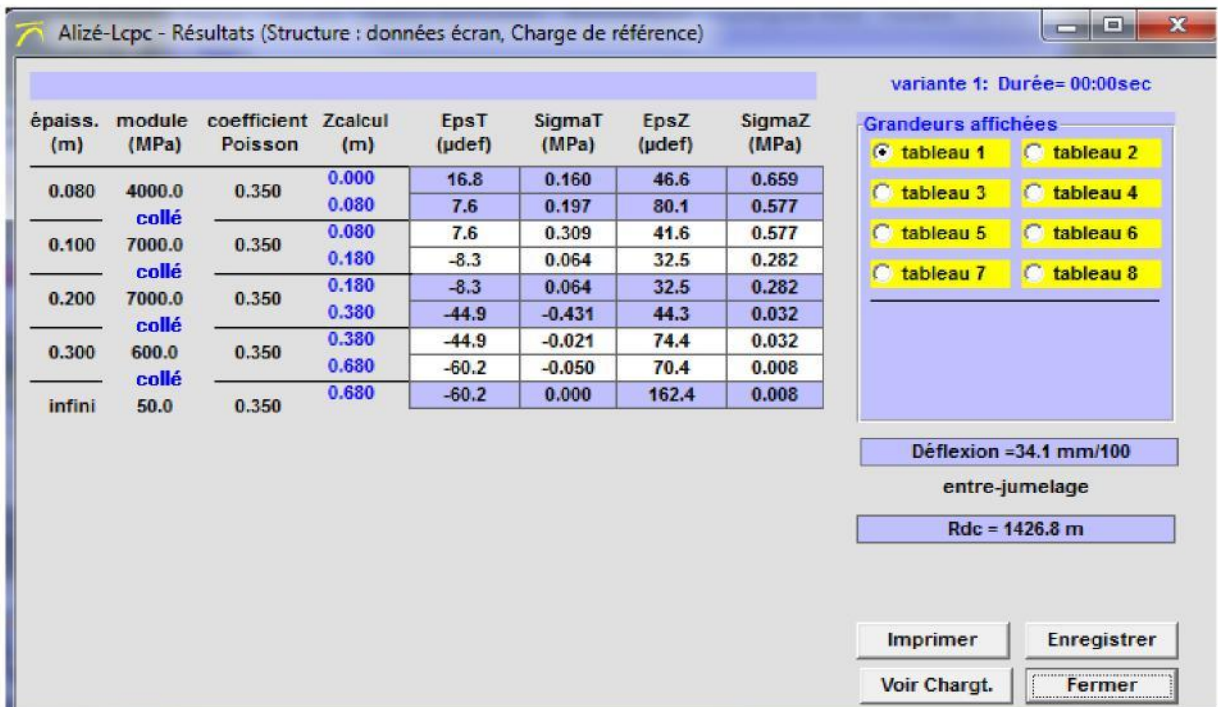
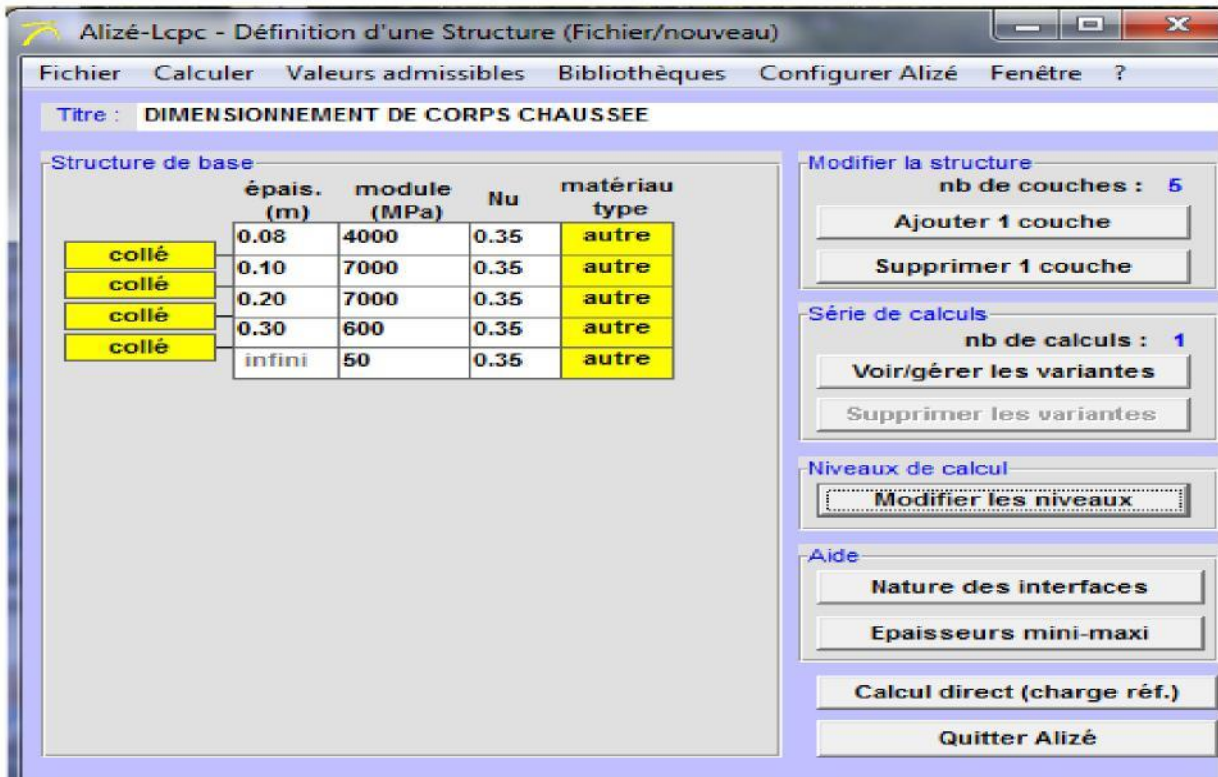
Ce sont les contraintes et déformations horizontales et verticales et qui sont calculées à chaque interface.

**d. Comparaison avec les valeurs admissibles :**

Les valeurs des contraintes et déformations sont déterminées à partir d'une étude du comportement à la fatigue des matériaux utilisés.



Les résultats de logiciel : Exemple de calcul



On a calculé le dimensionnement de corps de chaussé avec deux méthodes et on a vérifié avec logiciel Alizé les résultats.

## VII- PROFIL EN LONG

### VII.1-DEFINITION :

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

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

Le profil en long se compose de droites (les pentes et les rampes) reliées par des raccordements circulaires (qui sont en fait des raccordements paraboliques).

Les pentes et les rampes sont caractérisées par leurs déclivités exprimées en point haut sont dits en angle saillant, ou convexes, les raccordements en point bas sont dits en angle rentrant ou concaves.

### VII.2- REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PROFIL EN LONG :

Le tracé du profil en long doit répondre à plusieurs conditions concernant le confort, la visibilité, la sécurité et l'évacuation des eaux, pour cela il faut respecter certaines règles pratiques régissant celui-ci :

- Respecter les règles du B40 (déclivités Max et Min).
- Éviter les hauteurs excessives des remblais
- Épouser le terrain naturel pour limiter les volumes des déblais et remblais et les équilibrer afin de déterminer le coût.
- Coordonner entre le tracé en plan et le profil en long.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones à dévers nulles en pente en profil en long.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes de paysage.
- Éviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux.

### VII.3-COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :

La route est en effet une surface gauche dont l'aspect pour l'utilisateur et les contraintes qu'elle impose à la conduite des véhicules dépendant non seulement des caractéristiques du tracé en plan et du profil en long considérés séparément, mais aussi et surtout de tous les combinaisons des deux, qui doivent donc être étudiés simultanément.

Et pour assurer ces derniers objectifs, on respecte les conditions suivantes :

- ✓ De distinguer la chaussée et les obstacles éventuels à une distance assez grande pour permettre de manœuvrer ou de s'arrêter.
- ✓ De prévoir de loin l'évolution du tracé sans être abusé par des trompe-l'œil ou gêné par des brisures ou des discontinuités. On doit s'efforcer en particulier de supprimer ou de réduire les «perte de tracé», avec réapparition de la route au sommet d'un point haut, la partie intermédiaire étant dissimulée.
- ✓ D'éviter de placer les points singuliers (carrefours...) dans des courbes à faible rayon, ou dans des zones où la distance de visibilité est réduite.
- ✓ D'assurer de façon globale à l'utilisateur une vision agréable de la route, par une combinaison harmonieuse des courbes, l'aspect des talus et l'environnement général de la route étant intégrés dans cette vision d'ensemble.

### VII.4- ELEMENTS DU PROFIL EN LONG :

#### 7.4.1- La ligne rouge :

C'est la projection de l'axe de la route projetée sur un plan vertical, il indique la limite de la couche de roulement et composé par des déclivités et des raccordements paraboliques.

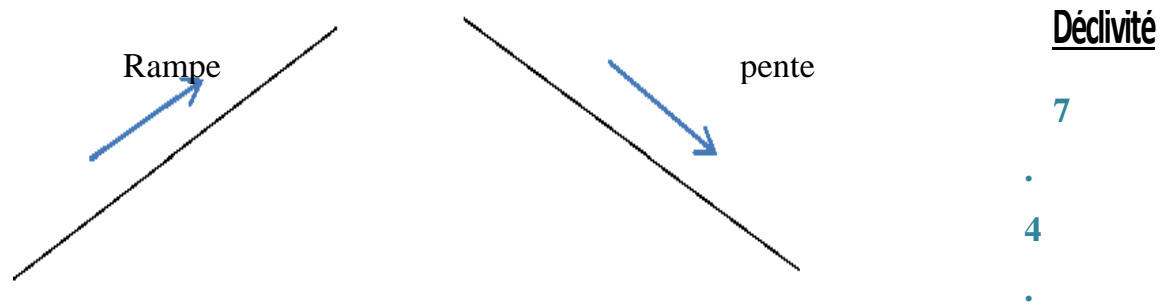
Le calage de la ligne rouge doit se faire tout en respectant les points suivants :

- ✓ Les normes et les caractéristiques géométriques en profil en long (Référence **ISCGRRC** : instruction sur les caractéristiques géométriques des routes de rase campagne).
- ✓ La sécurité de l'utilisateur bon caractéristique géométrique.
- ✓ Le coût du projet (selon les besoins budgétaires).
- ✓ L'équilibre du volume des terrassements (déblai et remblai).

- ✓ La nature du sol (Étude géotechnique).
- ✓ Dimension des ouvrages hydrauliques et ouvrages d'art (débouché linéaire et gabarit).

**7.4.2- Déclivités :**

C'est l'ensemble des pentes et rampes qui compose la route projetée la construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (farinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe). La déclivité d'une route est l'Angle tangente que fait le profil en long avec l'horizontal, on l'appelle pente pour les descentes et rampe pour les montées.



**2.1. Déclivité minimum :**

La stagnation des eaux sur une chaussée étant très préjudiciable à sa conservation et à la sécurité, donc il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5% pour éviter la stagnation des eaux.

**7.4.2.2. Déclivité maximum :**

Il est recommandable d'éviter la déclivité maximum qui dépend de :

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

Environnement Catégorie	Facile	Moyen	Difficile
1-2	4%	5%	6%
3	5%	6%	7%
4	6%	7%	8%
5	7%	8%	9%

**Tableau n° 6-1 : Les valeurs de déclivité.**

## **VII.5. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :**

### **7.5.1. Raccordement convexe ( AngleSaillant):**

Le changement de déclivité des points particuliers sans le profil en long, ce changement est assuré par l'introduction de raccordement circulaire de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt de visibilité . Leur conception doit satisfaire à la condition suivante :

- Condition de confort .
- Condition de visibilité.
- Condition d'esthétique.

#### **a) Condition de confort :**

Lorsque le profil en long comporte une forte courbature de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle soit limitée à ( $0.3\text{m/s}^2$  soit  $g/40$ ), le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$\mathbf{V^2/R_v < g/40}$$

Avec  $\mathbf{g = 10\text{ m/s}^2}$ .

D'où:

$$\mathbf{R_v = 0.3 V^2}$$
 (cat 1-2).

$$\mathbf{R_v = 0.23 V^2}$$
 (cat 3-4-5).

$$\mathbf{R_v = 0.39 V^2}$$
 Autoroute.

Tel que:

$\mathbf{R_v}$  :C'est le rayon vertical (m).

$\mathbf{V}$  :Vitesse de référence (km/h).

**b) Condition de visibilité :**

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

**Avec :**

**d<sub>1</sub> :** 0.5V<sub>r</sub>+ 4 V<sup>2</sup><sub>r</sub>/1000fl

**D<sub>1</sub> :**Distance d'arrêt (m).

**h<sub>0</sub> :** Hauteur de l'œil (m).

**h<sub>1</sub> :** Hauteur de l'obstacle (m).

➤ **Chaussée Unidirectionnelle :** h<sub>0</sub> = 1.10 m

h<sub>1</sub> = 0.15 m pour cat 1,2     $\implies$     **R<sub>vm1</sub> = 0.24.d<sup>2</sup>pour cat 1,2**

h<sub>1</sub> = 0.20 m pour cat 3, 4,5     $\implies$     **R<sub>vm1</sub> = 0.22.d<sub>1</sub><sup>2</sup>pour cat 3,4,5**

➤ **Chassée Bidirectionnelle :**

D<sub>1</sub> = 2V<sub>r</sub>    avec {h<sub>1</sub>=1.10m , h<sub>2</sub>=1.20 m }

R<sub>vm2</sub> = 0.11.d<sup>2</sup>pour cat 1,2

R<sub>vm2</sub> = 0.09.(d<sub>v</sub>d<sub>n</sub>)<sup>2</sup> pour cat 3,4,5

**D<sub>1</sub> :**Distance de manœuvre de dépassement.

		Vr				
		Rayon (m)				
		40	60	80	100	120
Chassée Unidirectionnelle 4 voie au 2x2 voies	Rvm1	300	1000	2500	6000	12000
	Rvn1	1000	2500	6000	12000	18000
Chassée Bidirectionnelle 2 au voies	Rvm2	500	1500	4500	10000	20000
	Rvn2	1500	4500	10000	20000	20000
	Rvd	2500	6000	11000	20000	30000

**Tableau n° 6-2 : Les rayons verticaux en angle saillant cat 1-2.**

		Vr				
		Rayon (m)				
		40	60	80	100	120
Chassée Unidirectionnelle 4 voie au 2x2 voies	Rvm1	250	800	2000	4500	10000
	Rvn1	800	2000	2500	10000	15000
Chassée Bidirectionnelle 2 au voies	Rvm2	450	1300	3500	8000	16000
	Rvn2	1300	3500	8000	16000	16000
	Rvd	2300	5000	9000	1600	27000

**Tableau 6-3 : Rayon verticaux en angle saillant cat 3-4-5.**

**c) Condition d'esthétique :**

Une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à l'usager une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes.



**7.5.2. Raccordement convexe(AnglesRentrant) :**

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 de véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle.

**Conduite de jour :**

$R'_{vm}=0.30.V^2$  pour catégorie 1 et 2

$R'_{vm}=0.23.V^2$  pour catégorie 3,4 et 5

**Conduite de nuit :**

La visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation suivante :

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

		Vr				
		40	60	80	100	120
CAT 1-2	Rayon ( m)					
	R'vm	500	1200	2400	3000	4200
	R'vn	1200	2400	3000	4200	6000
CAT 3-4-5	R'vm	500	1100	1600	2400	3500
	R'vn	1100	1600	2400	3500	4500

**Tableau n° 6-4 : Rayon verticaux en angle rentrant.**

**7.6. APPLICATION DU PROJET :**

- Angle saillant :

Condition de confort :

$Vr^2 / Rv < g/40(\text{Cat 1}) \ 80^2/1920 < 10/40, 5.20 > 0.25$  condition non vérifier.

$Rv = 0.3 * Vr^2(\text{Cat 2}) , Rv = 0.3 * 80^2 = 1920 \text{ m.}$

Condition de visibilité:

Dans notre projet la chaussée unidirectionnel

$$Rv = D^2 / 2 \times \sqrt{h_0 + h_1}$$

$$D_1 = 0.5 Vr + 4 Vr^2 / 1000 \text{ fl} = 111.11 \text{ m} = \mathbf{112 \text{ m.}}$$

$h_0 = 1.10 \text{ m.}$

$h_1 = 0.15 \text{ (cat 1)}$

$$Rv = 0.24 * D_1^2 = \mathbf{3010.56 \text{ m} = 3011 \text{ m.}}$$

**Rv = 3011 m**

- Angle rentrant :

Conduit de jour :  $Rv = 0.30 \times Vr^2$  pour ( cat 2 )  $Rv = 1920 \text{ m.}$

Conduit de nuit :

$$Rv = (d_1^2 / (1.5 + 0.035d_1)) = Rv = (112^2 / (1.5 + 0.035 \times 112)) = \mathbf{2314.39 \text{ m}}$$

**Rv = 2315 m.**

Vitesse de référence	80Km/h E1
<u>Rayon en angle saillant</u>	
- <u>Rayon minimum absolu</u>	2500
- <u>Rayon minimum normal</u>	6000
<u>Rayon en angle rentrant</u>	
- <u>Rayon minimum absolu</u>	2400
Rayon minimum normal	3000

Les valeurs des courbes en angle saillant sont définies de manière à assurer la distance de visibilité de dépassement.

**Pentes longitudinales :**

Le document B40 préconise des valeurs uniques de la déclivité maximale de 6% pour une vitesse de référence de 80 km/h sans distinction entre rampe et pente.

Il en résulte une possibilité de dénivellement des chaussées dans les terrains à topographie difficile.

Désignation des paramètres	Symboles unitaires	Environnement E1
		Moyenne
		80 km/h
Déclivité maximum	Rampes%	6
	pente%	6

## VIII- PROFIL EN TRAVERS

### VIII.1. DÉFINITION :

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

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

### VIII.2. MODERNISATIONS DU PROFIL EN TRAVERS :

La route existante présente un profil en travers caractérisé par une chaussée de largeur variable. En effet La sortie sur site nous a permis, en premier de relevé que la largeur de la chaussée existante n'est pas fixe le long de tracé (varie entre 4met 6m), en second lieu de constater une insuffisance des accotements et leur absences au niveau de certaines sections de la route.

### VIII.3. ELÉMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :

- **La chaussée :** C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.
- **La largeur roulable :** Elle comprend les sur-largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.
- **La plate-forme :** C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terrepleins et les bandes d'arrêts.
- **L'assiette :** C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.
- **L'emprise :** C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, ect...) limitée par le domaine public.

- **Le fossé** : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie.
- **Les accotements** : En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent généralement les éléments suivants :
  - Une bande de guidage.
  - Une bande d'arrêt.
  - Une berme extérieure.
- **Le terre-plein central** : Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées.

Il comprend :

- Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage).
- Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.
- **Bande Dérasé** : Bande contiguë à la chaussée, stabilisée, revêtue ou non, dégagée de tout obstacle ; elle comporte le marquage en rive.
- **B.D.G** : Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.
- **Bande médiane** : Partie non rouable du terre-plein central comprise entre les deux bandes dérasées de gauche.
- **B.D.G** : Bande dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle deux bandes dérasées de gauche.
- **Berme** : Partie latérale non rouable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.
- **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.
- **Sur largeur S** : Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.



Figure n° 7-1 : Éléments constitutifs du profil en travers normal.

#### VIII.4. CLASSIFICATION DE PROFIL EN TRAVERS :

On distingue deux types de profils :

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

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

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

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

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

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

#### VIII.5.APPLICATION AU PROJET :

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée** : $3.5 \times 2 = 7.00m$ .
- Accotement** : $2 \times 2m=4.00m$ .
- Plate-forme** :  $1 \times 11m= 11m$ .
- **Assiette** : $1 \times 18m= 18m$ .

## X- CUBATURE

### X.1.GÉNÉRALITÉS :

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

Pour les voies de circulation ceci est très visible sur les profils en long et les profils en travers courants.

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

Soit par excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge : déblai. Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre se trouvant entre le tracé du projet et celui du naturel.

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

### X.2. DÉFINITION :

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous-jacente à la ligne projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

### X.3. METHODES DE CALCUL DES CUBATURES :

Pour le calcul des surfaces en déblai et en remblai, on a tenu compte de la méthode exacte la surface considérée en des triangles et trapèzes pour cas de déblai.

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

Pour le calcul des cubatures ; on doit tenir compte d'une couche de terre végétale

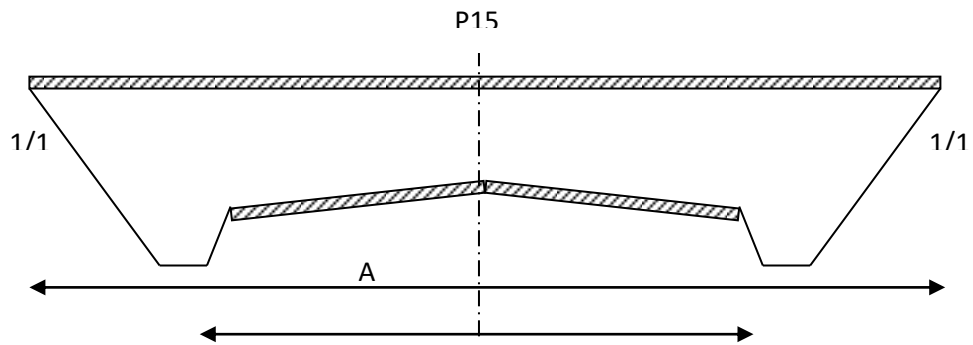
de(0.30m), et de L'épaisseur du corps de chaussée qui est calculé(0,44m).

Laméthodepratiquede calculconsisteàdécomposerlesfiguresquiserésentent surprofil entraversenfigures

géométriquescalculables;ensuitecalculerlessurfaces;puis multiplierleur

somme par la longueur d'application de chaque profil à fin d'avoir le volume suivant la nature du profil.

**Cas de déblai :**



**Figure n° 11-1 :Cubature (Cas de Déblai).**

**B :** Largeur de la chaussée + accotement.

**A :** Emprise.

**e :** Epaisseur du corps de chaussée.

**x :** Epaisseur de la terre végétale :

**Avec :**

**SU:** Surface utilisée.

**SC:** Surface déblai.

**STV:** Surface terrain végétal.

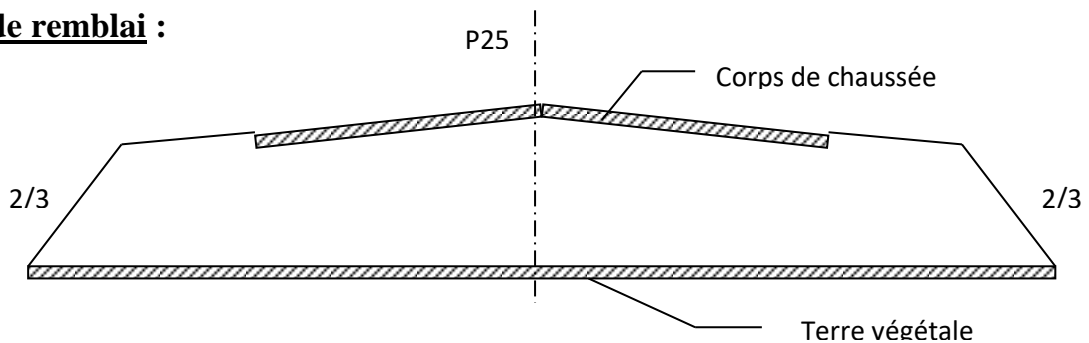
**SCC:** Surface corps de chaussée.

**S<sub>TV</sub> = A . X**

**S<sub>CC</sub> = B . e**

$$SU = SC - STV + SCC$$

**Cas de remblai :**



**Figure n° 11-2 :Cubature (Cas de Remblai ).**



$$SU = SC + STV - SCC$$

### Cas de profil mixte :

Le profil mixte c'est la combinaison des deux cas c'est-à-dire cas de déblai + remblai.

Pour le calcul de la surface d'un profil mixte on calcule la partie de déblai puis la partie de remblai chacun avec ses formules propres.

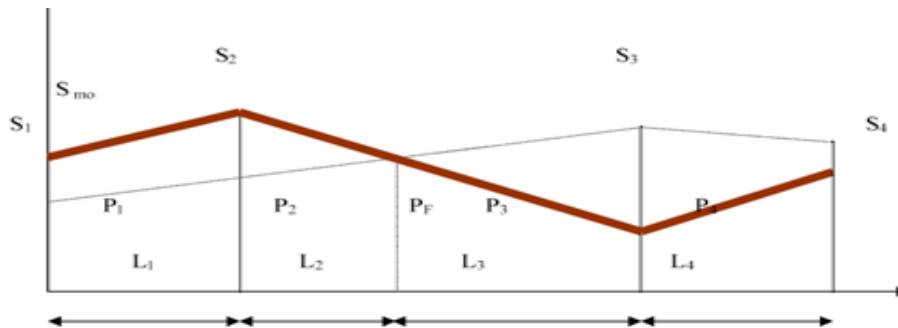


Figure n° 11-3 : Cubature (profil mixte).

### 10.3.1 DESCRIPTION DE LA METHODE :

Le principe de la méthode de la moyenne des aires et de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivant :

$$V = \frac{h}{6} \cdot (S1 + S2 + 4S0)$$

**Avec :**

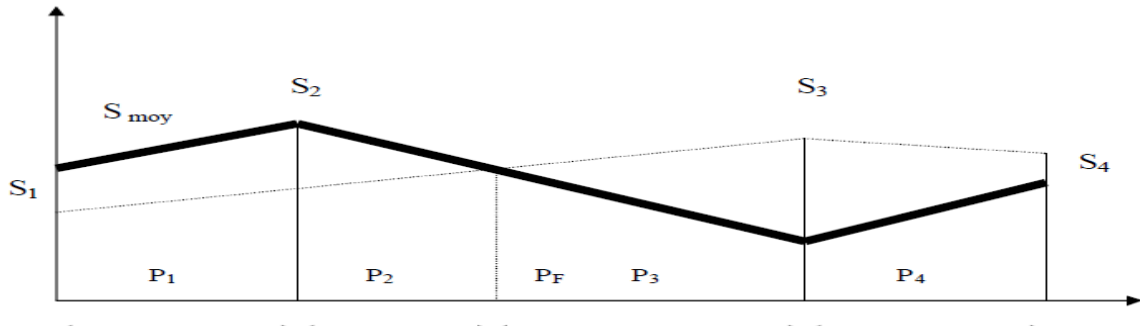
**H :** Hauteur entre deux profils.

**S0 :** Surface limitée à mi- distances des profils.

**S1, S2 :** Surface des deux profils.

**10.3.2 APPLICATION :**

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



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

$$V1 = \frac{L1}{6} \cdot (S1 + S2 + 4Smoy)$$

Pour un calcul plus simple on à considérer que :  $Smoy = \frac{S1 + S2}{2}$

Dou :

$$V1 = L1 \cdot \frac{S1 + S2}{2}$$

Entre P1 et P2  $V1 = L1 \cdot \frac{S1 + S2}{2}$

Entre P2 et PF  $V2 = L2 \cdot \frac{(S1 + 0)}{2}$

Entre PF et P3  $V3 = L3 \cdot \frac{(S1 + 0)}{2}$

Le volume total V:

$$V = \frac{(L1)}{2} S1 + \frac{(L1+L2)}{2} S2 + \frac{(L2+L3)}{2} 0 + \frac{(L3+L4)}{2} S3 + \frac{(L4)}{2} S4$$

**X.4. CALCUL DES CUBATURES DE TERRASSEMENT**

- Le volume cumulé de déblais : **VD = 4 633 m³.**
- Le volume cumulé de remblais : **VR = 74 477 m³.**
- L'excès de remblais : **69 844m³.**

## XIV.IMPLANTATION

### XIV.1. DÉFINITION :

L'implantation est une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet.

Les implantations sont calculées au préalable à partir des éléments graphiques (mesures sur le plan).

### XIV.2.PLAN DE PIQUETAGE DES AXES DES VOIES :

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

#### 14.2.1. IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS ET DES ALIGNEMENTS :

- Par rayonnement :

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

- Par intersection :

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

- Par coordonnées polaires :

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

### XIV.4. IMPLANTATION DE COURBES :

#### 14.4.1. Raccordement circulaire :

- Méthode d'implantation :

**1.Par Abscisses et ordonnées sur la tangente.**

**2. Par Abscisses et ordonnées sur la corde.**

- Par Abscisses et ordonnées sur la tangente :

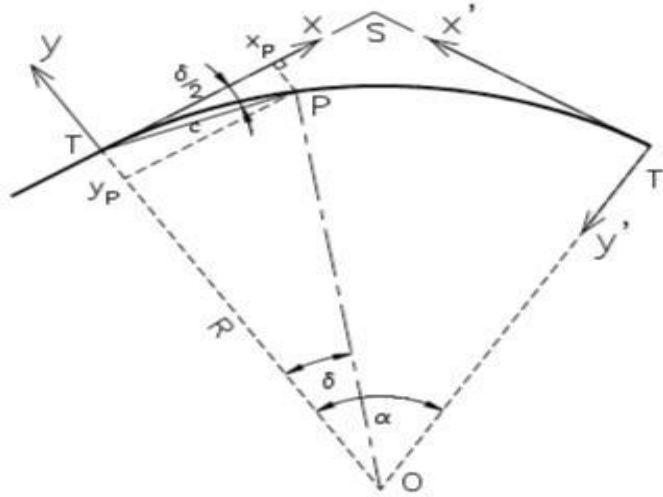


Figure n° 14-1: Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente.

- Par Abscisses et ordonnées sur la corde :

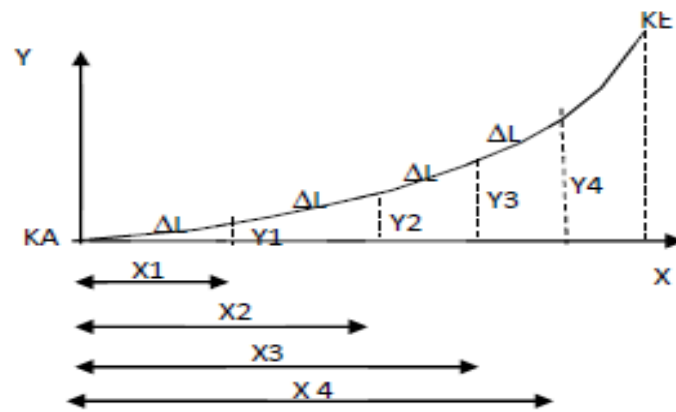
Origine : Point de tangence.

Origine : Milieu de la corde.

- Par coordonnées polaires :

14.4.2.Raccordement progressif :

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



**Figure n° 14.2 : Méthode d'implantation.**

➤ **Piquetage par coordonnées rectangulaires :**

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

➤ **Piquetage par coordonnées Polaires :**

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

**Implantation en altimétrie :**

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

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

## **XV-ETUDE QUANTITATIF ET ESTIMATIVE :**

### **XV.1.DEVIS QUANTITATIF:**

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

### **XV.2. DEVIS ESTIMATIF :**

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

**DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

N°	Désignation Des articles	U	Quantité	P/U	Montant
<b>I-TERRASSEMENT</b>					
01	Décapage de la terre végétale sur 30 cm d'épaisseur y compris évacuation a la Décharge publics ,avec nivellement ,arrosage, et toutes sujétions de bonne exécution.	M2	44000	100,00	4 400 000,00
02	Déblais en terrain toute nature y compris évacuation a la D P et toutes sujétions de bonne exécution.	M3	4630	300,00	1 389 000,00
03	Remblais en matériau sélectionné (tuf) y compris arrosage compactage par couche de 20cm et toutes sujétions de bonne exécution.	M3	74500	500,00	37 250 000.00
04	Couche de forme en tuf sur 10cm d'épaisseur y compris arrosage et compactage et toute sujétion de mise en œuvre.	M3	4400	600	2 640 000.00
<b>II- Corps de chaussée</b>					
05	Couche de base en grave non traité concassé (GNT)0/31,5 sur 27cm d'épaisseur y compris arrosage et compactage et toute sujétion de mise en œuvre.	M3	9000	1500,00	13 500 000.00
06	Rechargement des accotements en tuf y compris arrosage et compactage (Epaisseur = 15 cm) et toute sujétion de mise en œuvre.	M3	2400	800,00	1 920 000,00
07	Imprégnation en cut back 0/1 et toute sujétion de mise en œuvre.	M2	32 000	100,00	3 200 000.00
08	F/Pose une couche de grave bitume sur 0,10m et toute sujétion de mise en œuvre.	T	6400	5500,00	35 200 000.00
09	F/Pose une couche de béton bitumineux sur 0,06m avec couc ,he d'accrochage et toute sujétion de mise en œuvre.	T	3800	5500,00	20 900 000,00
<b>Montant HT</b>					<b>120 399 000,00</b>
<b>TVA 19%</b>					<b>22 875 810.00</b>
<b>Montant TTC</b>					<b>143 274 810,00</b>

Arrêté le présent devis à la somme de( en toutes taxes comprise) :

**Cent Quarante Trois Millions Deux Cent Soixante Quatorze Mille Huit Cent Dix Dinars**

# ANNEXE

## COVADIS - LISTING DE L' AXE EN PLAN DU PROJET DESCRIPTION

	LONGUEUR (m)	abscisse	x	Y
		0,0000	579764,3306	280942,0986
	219,1355			
164,01982				
		219,1355	57881,6918	280757,0398
	20,25			
-90				
		239,3855	579892,6805	280740,0314
580224,9481				
280962,7379				
400				
		400,0675	580006,2061	280627,8471
	20,25			
90				
		420,3175	580023,3439	280617,0612
	185,8167			
135,2236				
		606,1342	580181,4367	280519,4164
	108,9			
-165				
		715,0342	580277,7908	280469,1652
	42,6073			
580360,099				
2800705,227				
250				
		757,6415	580319,0206	280458,6254
	108,9			
165				
		866,5415	580427,6698	280456,4703
	0,852			
96,6426				
		867,3935	580428,5207	280456,5152
	200,704			
224				
		1068,0975	580627,1396	280440,4156
	82,4708			
580541,7277				
280205,4585				
250		1150,5684	580698,6445	280400,0789
	108,9			
-165				



# ANNEXE

elements d'axe		LONGUEUR (m)	abscisse	x	Y
			1259,4684	580772,4808	280320,345
alignement droit		1039,5548			
gisement	157,4888				
			2299,0268	581416,2092	279504,076
clothoide		108,9			
paramètre	-165				
			2407,9268	581489,5114	279423,851
arc de cercle		208,4906			
x centre	581647,7245				
y centre	279617,4188				
rayon	250				
			2616,4174	581684,7703	279370,179
clothoide		108,9			
paramètre	165				
			2725,3174	581788,7793	279401,666
alignement droit		1048,688			
gisement	76,6659				
			3774,0055	582767,8094	279777,493
longueur total		3774,0055			

# Conclusion Générale

Le programme de relance économique, qui vise le développement durable du pays, donne une place importante et un grand intérêt au domaine des Travaux Publics, et qui est intéressé à moderniser et dérouler des infrastructures de qualité, qui permettent d'offrir les meilleurs services aux usagers de la route répondant ainsi à l'offre et la demande de transport.

Sachant très bien que l'algerie souffre considérablement de problèmes de circulation, ce projet donne un nouveau souffle à notre économie en procédant L'évitement de la ville de Ain Safra PK 0+000 au PK 3+950 de la Wilaya de NAAMA.

Pour notre étude, avons strictement appliqué toutes les lignes directrices et recommandations relatives à la route pour contrer les contraintes existantes sur le terrain.

En outre, la principale préoccupation qui a éclairé notre modeste travail a été d'abord la prise en compte du confort et de la sécurité des usagers dans une deuxième fois l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers l'avenir professionnel.