



N° d'ordre : M ...../GCA/2022

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTERACADEMIQUE

**Filière : Travaux Publics**

**Spécialité : VOA**

*Thème*

**DEDOUBLEMENT DE LA RN22 ENTRE LES  
VILLES TERNY ET BENI SNOUS SUR 6 KM**

**Présenté par :**

- Mr SAHRAOUI Mohamed Amin
- Mr MOULAI HACENE Hamza

***le jury composé de :***

**Président :** Mr KERAOUTI Rabah

**Examineur :** Mr TALIA Ahmed

**Encadrant :** Mr BOUHALOUFA Ahmed

**Co-Encadrant :** Mr BOUARFA Zouhir

**Année Universitaire : 2021/2022**

# REMERCIEMENT

Avant tout nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir donné la chance d'étudier, et nous avoir armé par la force, le courage et la patience afin d'accomplir cette mission de formation MASTER.

En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur le co-encadreur Mr.BOUARFA Zouhir et Président Mr KERAOUTI Rabah et Examineur Mr TALIA Ahmed les assistantes Mme GUERZOU Tourkia et Mr.RAHIM Sidali. Son compétence et son orientation.

# Résumé

La construction d'une nouvelle infrastructure routière, la réhabilitation, la modernisation, le renforcement, l'élargissement et le dédoublement des routes sont des types de travaux routiers programmés par les services compétents, à savoir le ministère des travaux publics, les directions des travaux publics, les services techniques des communes, pour permettre le développement des réseaux routiers. Le présent travail objet du mémoire de master, porte sur le dédoublement d'un tronçon routier situé sur la route nationale RN22 dans la wilaya de Tlemcen. Le linéaire du tronçon étudié est de 06 km entre les villes terny et Beni Snous.

## ملخص

إن إنشاء البنية التحتية للطرق الجديدة ، وإعادة تأهيلها ، وتحديثها ، وتقويتها ، وتوسيعها ، وازدواجيتها ، هي أنواع من أعمال الطرق المبرمجة من قبل الدوائر المختصة ، وهي وزارة الأشغال العامة ، ومديريات مرافق الأشغال ، والخدمات الفنية البلدية ، لتمكين تطوير شبكات الطرق. يتعلق موضوع العمل الحالي لأطروحة الماجستير بازواجية مقطع طريق يقع على الطريق بولاية تلمسان. يبلغ طول المقطع المدروس 06 كم بين RN22 الوطني مدينتي ترني وبني سنوس.

## ABSTRACT

The construction of new road infrastructure, the rehabilitation, modernization, strengthening, widening and duplication of roads are types of road works programmed by the competent services, namely the Ministry of Public Works, the Directorates of Works utilities, municipal technical services, to enable the development of road networks. The present work object of the master's thesis, concerns the duplication of a road section located on the national road RN22 in the wilaya of Tlemcen. The length of the section studied is 06 km between the towns of Terny and Beni Snous.



# SOMMAIRE

Dédicace

Remerciement

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction générale ..... 01

## Chapitre I : Présentation et contexte du projet

I-1- Contexte de projet ..... 03

I-2 - Découpage administratif .....04

I-3 - Infrastructures routières ..... 04

I-4 -Infrastructures portuaires ..... 04

I-5-Donnes de base ..... 04

I-5-1- levé topographique ..... 04

I-5-2-Catégorie de la route ..... 05

I-5-3-Trafic ..... 05

## Chapitre II : Etude des variantes

II-1-Tracé En Plan ..... 07

II-1-1-Définition ..... 07

II-1-2-Règles à respecter dans le tracé en plan ..... 07

II-1-3-Les éléments de tracé en plan ..... 07

II-1-3-1-Alignement droit ..... 08

II-1-3-2- Règles concernant la longueur des alignements ..... 08

II-1-3-3- Arcs en cercle ..... 08

II-1-4- Les variantes ..... 09

II-1-4-1- Calcul de gisement de distance et des angles au centre ..... 09

II-1-4-2- Détermination des éléments des raccordements circulaires .....	10
II-1-4-3- Environnement de la route .....	11
II-1-4-4- La vitesse de référence .....	11
II-1-4-5- Courbes en plan .....	11
II-1-4-6- Calcul des Cubatures Approchées .....	12
II-2- Etude des variantes.....	14
II-2-1- Etude de la variante .....	14
II-2-1-1- Introduction .....	14
II-2-1-2- Les données de tracé en plan .....	15
II-2-1-3- Environnement de la route .....	15
II-2-1-4- La vitesse de référence .....	21
II-2-1-5- Stabilité en courbe .....	21

### **Chapitre III : Profil en long**

III-1- Définition .....	39
III-2- La ligne de projet (ligne rouge) .....	39
III-3- Règles à respecter dans le tracé du profil en long .....	39
III-4- Les éléments de composition du profil en long .....	40
III-5- Coordination entre le tracé en plan et le profil en long .....	40
III-6- Déclivité .....	40
III-7- Les raccordements en profil en long .....	41
III-8- Eléments nécessaires au calcul du profil en long .....	44
III-9- Détermination pratique du profil en long .....	45
III-10- Application de projet .....	47

### **Chapitre IV : Etude du trafic**

IV-1- Introduction .....	60
IV-2- Analyse de trafic .....	60
IV-3- Mesure des trafics .....	60
IV-4- Différents types de trafic .....	61
IV-4-1- Trafic normal.....	61
IV-4-2 Trafic dévie .....	61

IV-4-3 Trafic induit .....	62
IV-4-4- Trafic total .....	62
IV-5- Calcul de la capacité .....	62
IV-5-1- Définition de la capacité .....	62
IV-5-2- Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon .....	62
IV-5-3- Calcul de trafic effectif .....	62
IV-5-4- débit de point horaire normal .....	63
IV-5-5- Débit horaire admissible .....	63
...63	
IV-5-6- Déterminations du nombre des voies .....	64
IV-6- Application de projet .....	64
IV-6-1- Projection future de trafic .....	64
IV.6.2 Calcul du trafic effectif .....	65
IV-6-3- Débit de pointe horaire normal .....	65
IV-6-4- La capacité admissible .....	65
IV.6.5 : Le nombre des voies .....	66
IV-7- Conclusion.....	66

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

V-1- Introduction .....	78
V-2- La chaussée .....	78
VI-2-1 Définition .....	78
V-2-2 Différents types de chaussées .....	79
V-2-2-1- Chaussée souple .....	79
V-2-2-2- Chaussée semi-rigide .....	80
V-2-2-3 - Chaussée rigide .....	81
V-3- Les Différents Facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement .....	81
V-3-1 - Trafic .....	82
V-3-2 – Environnement .....	82
V-3-3 - Le Sol Support .....	82
V-3-4 – Matériaux .....	83
V-4- Méthodes De Dimensionnement .....	83
V-4-1- Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio) .....	83
V-4-2- Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials) .....	84

V-4-3- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves .....	85
V-5- Application au Projet .....	85
V-5- 1- Données de l'étude .....	85
V-5- 2- Répartition de trafic .....	86
V-5- 3- Calcul d'épaisseur .....	86
V-5- 4- Epaisseur équivalente .....	86

## **Chapitre VI : Profil en travers**

VI-1- Définition .....	89
VI-2- Types De Profil En Travers .....	89
VI-2-1- profil en travers type .....	89
VI-2-2- profil en travers courants .....	89
VI-3- Les éléments de composition du profil en travers .....	89
VI-4- Application au projet .....	91

## **Chapitre VII : Cubatures et mouvements des terres**

VII-1- Introduction .....	93
VII-2- Cubatures terrassements.....	93
VII-3- Méthode utilisée .....	93
VII-3-1- Description de la Méthode .....	93
VII-4- Mouvement des terres .....	94
VII-4-1- Métré de terrassement .....	94
VII-4-2- Foisonnement .....	95
VII-4-3- Moment de transport .....	95
VII-4-4- Distance moyenne de transport .....	95
VII-4-5- Epure de LALANNE .....	95
VII-4-6- Principe de l'épure de LALANNE .....	96
VII-4-7- Etablissement de l'épure de LALANNE .....	96
VII-4-8- Ligne de répartition des sens de transport .....	96
VII-5- Calculs des cubatures .....	97

## **Chapitre VIII : Signalisation routière**

VIII -1- Introduction .....	101
-----------------------------	-----



VIII-2- L'objectif de la signalisation routière .....	101
VIII-3- Règles à respecter pour la signalisation .....	101
VIII-4- Types de signalisations .....	101
VIII -5- Caractéristiques générales des marques .....	104
VIII-6- Application au projet .....	104
VIII-7- Eclairage .....	106
VIII-7-1- Introduction.....	106
VIII-7-2- Catégorie d'éclairage.....	106
VIII-7-3- Paramètre de l'implantation des luminaires.....	106
VIII-7-4- Application au projet.....	107
VIII-7- Conclusion .....	107
<b>Devis</b> .....	<b>109</b>
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>110</b>

## **ANNEXE**

# Liste des tableaux

<b>Tableau II.1: Tableau II.1: Les données de tracé en plan.....</b>	<b>16</b>
<b>Tableau II.2 : dénivelé de profil .....</b>	<b>19</b>
<b>Tableau II.3: Classification de terrain et Dénivelée cumulée .....</b>	<b>24</b>
<b>Tableau II.4: Sinuosité .....</b>	<b>24</b>
<b>Tableau II.5 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité .....</b>	<b>25</b>
<b>Tableau II.6 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40. ....</b>	<b>25</b>
<b>Tableau II.7: Devers en fonction de l'environnement .....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau II.8 : Valeur du coefficient ft .....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau II.9 : Valeur du coefficient « F"» .....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau II.10: Tableau récapitulatif.....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau II.11: les rayons en plan.....</b>	<b>27</b>
<b>Tableau II.12 : choix des rayons .....</b>	<b>27</b>
<b>Tableau III.1: Valeur de déclivité maximal .....</b>	<b>31</b>
<b>Tableau III.2 : Rayons convexes .....</b>	<b>33</b>
<b>Tableau- III.3 : Rayons concaves (angle rentrant). Cat3, V80 .....</b>	<b>34</b>
<b>Tableau III.4 : Caractéristique des rayons verticaux .....</b>	<b>37</b>
<b>Tableau III.5: profil en long .....</b>	<b>37</b>
<b>Tableau IV.1 coefficient d'équivalence "p" (selon le B40) .....</b>	<b>43</b>
<b>Tableau IV.2 : Coefficient « K1 » .....</b>	<b>43</b>
<b>Tableau IV.3: Coefficient « K2» .....</b>	<b>43</b>
<b>Tableau IV.4 : valeurs de <i>Cth</i> capacité théorique du profil en travers en régime stable .....</b>	<b>44</b>
<b>Tableau IV.5 : résultats du calcul de trafic .....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau V. 1 : la portance de sol en fonction de l'indice de CBR .....</b>	<b>52</b>
<b>Tableau V. 2 : Les classes de portance des sols .....</b>	<b>53</b>
<b>Tableau V.3: Coefficient d'équivalence .....</b>	<b>54</b>
<b>Tableau V.4 :des différentes couches.....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau VII.1: cubatures .....</b>	<b>67</b>
<b>Tableau. VIII.1 : Caractéristiques des lignes discontinues .....</b>	<b>79</b>

## *Liste des figures*

<b>Figure I.1</b> Carte géographique de la wilaya de Tlemcen .....	04
<b>Figure I.2</b> carte du réseau routier de la wilaya de Tlemcen .....	05
<b>Figure I.3</b> Levé topographique .....	05
<b>Figure II.1</b> : Les éléments de tracé en plan .....	08
<b>Figure II.2</b> : Détermination de l'angle au centre.....	11
<b>Figure II.3</b> Les éléments d'un raccordement circulaire .....	11
<b>Figure II.4</b> Schéma représentant la surface entre profil .....	14
<b>Figure II.5</b> Calcul de surfaces cas de remblai .....	14
<b>Figure II.6</b> Calcul de surfaces cas de déblai .....	15
<b>Figure II.7</b> La dénivelée cumulée moyenne H/L .....	23
<b>Figure III.1</b> Eléments du profil en long .....	34
<b>Figure III.2</b> Pratiques du profil en long .....	35
<b>Figure V.1</b> Structure type d'une chaussée souple .....	50
<b>Figure V.2</b> Structure type d'une chaussée semi-rigide .....	51
<b>Figure V.3</b> Structure type d'une chaussée rigide .....	51
<b>Figure V.4</b> Différentes couches du corps de chaussée.....	<b>57</b>
<b>Figure VI.1</b> Les éléments constitutifs du profil en travers .....	60
<b>Figure VII.1</b> Schéma représentant la surface entre profil .....	64
<b>Figure VII.2</b> L'épure de LALANNE .....	66

<b>Figure VII.3</b> Sens de transport .....	66
<b>Figure VIII.1</b> Types de modulation .....	79
<b>Figure VIII.2</b> Flèche de signalisations.....	80
<b>Figure VIII.3</b> Signalisations Verticales.....	81
<b>Figure VIII.4</b> Paramètres de l'implantation des luminaires.....	83

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le projet de dédoublement du tronçon de la RN22 entre les villes terny et Beni Snous sur 6 Km s'inscrit dans un schéma de développement global de cet axe socio-économique et stratégique à la fois.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste à faire la conception du dédoublement d'un tronçon routier RN22 entre les villes terny et Beni Snous sur 6 Km .

Les études de conception vont permettre de mettre au point les modalités pratique qui permettront sa construction. Elle impose bien des études préalables pour définir : nombre de voies, dimensions et structure de la chaussée, caractéristiques de la couche de surface.

Le trafic sur cet axe est très intense avec une forte présence de poids lourds, ainsi la réalisation de ce projet finalisera le dédoublement entre les villes Terny et Beni snous .

**Chapitre I**  
**Présentation Et Contexte**  
**Du Projet**

## PRESENTATION ET CONTEXTE DU PROJET

Suite à la demande de la direction des travaux publics de la wilaya de Tlemcen; du ministère des travaux publics de la république algérienne démocratique et populaire, désignée par le terme « client », le projet concernant l'étude préliminaire, avant-projet sommaire et avant-projet détaillé d'un Dédouement de la RN22 entre les villes terny et Beni Snous sur 6 Km .

### I-1 - CONTEXTE DE PROJET :

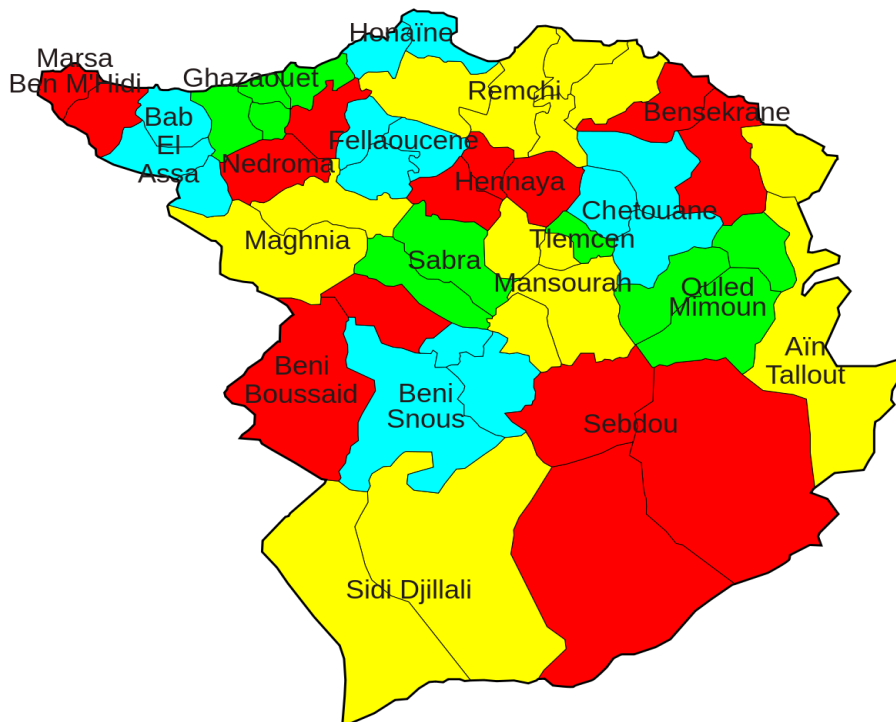
La Wilaya de Tlemcen est située sur le littoral Nord-ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km. C'est une wilaya frontalière avec le Maroc, avec une superficie de 9 017,69 km<sup>2</sup>. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 432 km à l'Ouest de la capitale, Alger. La wilaya se situe à l'extrémité nord-ouest du pays et occupe l'Oranie occidentale, elle S'étend du

littoral au Nord à la steppe au Sud<sup>3</sup>. Elle est délimitée :

- au nord, par la Méditerranée
- à l'ouest, par le Maroc
- au sud, par la wilaya de Naâma
- à l'est, par les wilayas de Sidi-Bel-Abbes et Aïn Témouchent

### I-2 - DECOUPAGE ADMINISTRATIF :

La wilaya de Tlemcen compte :  
20 daïras, et compte 53 communes .



**Figure I.1** : Carte géographique de la wilaya de Tlemcen .

### **I-3 - INFRASTRUCTURES ROUTIERES :**

La wilaya de Tlemcen est accessible par un réseau très dense de voies de communications totalisant 4188 km, entre autoroutes (100km), routes nationales (764km), chemins de wilaya (1190km) et chemins communaux (2134km).



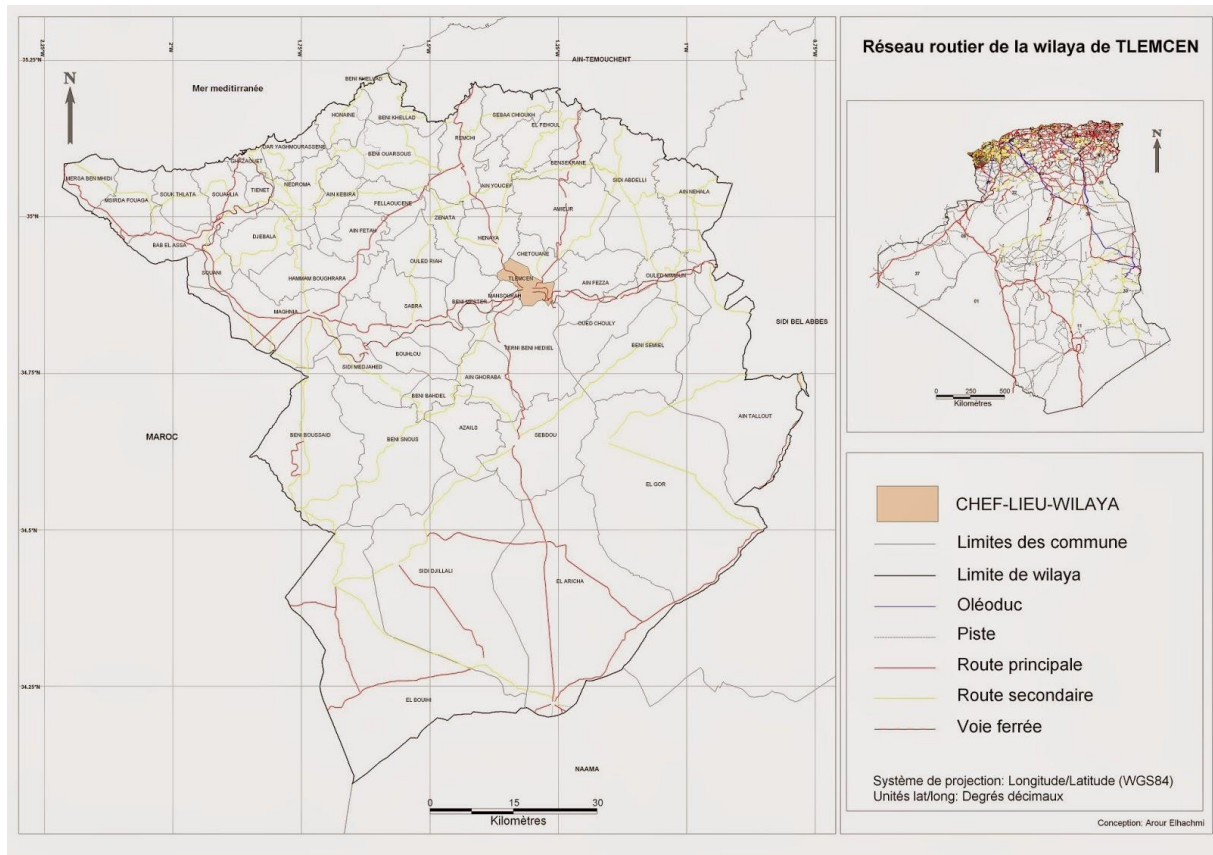


Figure I.2 : carte du réseau routier de la wilaya de Tlemcen .

## I-5-DONNES DE BASE :

### I-5-1- Levé topographique :

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

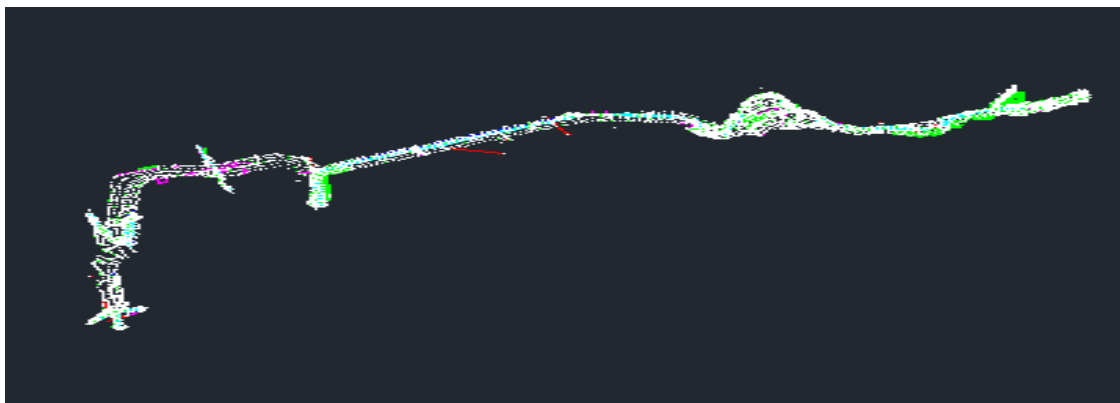


Figure I.3 : Levé topographique.

### I-5-2- Catégorie de la route :

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

Les routes Algérienne sont classées cinq catégorie fonctionnelles et sont comme suit :

- **Catégorie 1** : Liaison entre les grands centres économique et les centres industriels lourdes considérés deux a deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers réseau de base ci-dessus.
- **Catégorie 2** : Liaison des pôles d'industries de transformation entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légers 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.

**La catégorie de notre route est la catégorie 01.**

### I-5-3-Trafic :

- Trafic Moyen Journalier Annuel TJMA = 4000V/J
- Le pourcentage (%) des poids lourds Z = 26%
- Taux de croissance annuel du trafic  $\tau = 6\%$
- Durée d'étude et d'exécution : n= 5 ans
- Durée de vie : 20 ans

# **Chapitre II**

## **Etude Des Variantes**

## II-1- TRACE EN PLAN :

### II-1-1- Définition :

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal. Le tracé en plan d'une route est constitué en général par une succession des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif. Le tracé en plan d'une route est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route. Le tracé en plan d'une route doit permettre d'assurer de bonne sécurité et de confort.

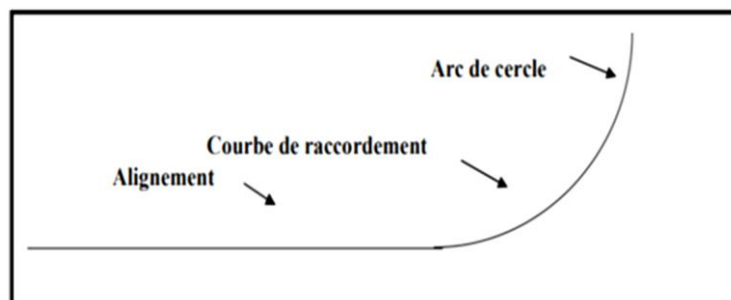
### II-1-2- Règles à respecter dans le tracé en plan :

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

- Respecter les normes de l'ARP (l'aménagement des routes principales) ;
- Éviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières ;
- Adapter au maximum le terrain naturel pour éviter les terrassements importants ;
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Éviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques. Si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement;
- Éviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques ;
- De recourir de préférence à des alignements droits (au moins 50 % du linéaire pour permettre l'implantation de carrefours et une visibilité de déplacement dans de bonnes conditions) alternant avec des courbes moyennes (de rayon supérieur au rayon minimal, et ne dépassant guère le rayon non déversée).

### II-1-3- Les éléments de tracé en plan :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments géométriques:



**Figure II.1** : Les éléments de tracé en plan.

### II-1-3-1- Alignement droit:

Bien qu'au principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes modernes est restreint. La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- Eblouissement causé par les phares ;
- Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents ;
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés ;
- Mauvaise adaptation de la route au paysage.

La longueur des alignements dépend de :

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

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grands rayons. Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droits d'une section de route. Il est recommandé de limiter ce pourcentage de 40 à 80 %.

### II-1-3-2- Règles concernant la longueur des alignements :

Une longueur minimale d'alignement  $L_{\min}$  devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant **cinq (5) secondes** à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercle.

- $L_{\min} = 5 \times \frac{VB}{3.6}$       **VB:** vitesse de base en **km/h**

Une longueur maximale  $L_{\max}$  est prise égale à la distance parcourue pendant **soixante (60) secondes**

- $L_{\max} = 60 \times \frac{VB}{3.6}$

### II-1-3-3- Arcs en cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

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

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

### II-1-4- Les variantes :

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements droits raccordés par des arcs de cercles. Notre présente étude s'effectue sur les étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de notre variante ainsi que les angles au centre des parties circulaires.
- L'environnement de la route.
- Dénivelée cumulée.
- Sinuosité.
- Vitesse de référence  $V_r$ .
- Les rayons en plan RHm, RHN, Rhd et RHnd.
- Choix des rayons.
- Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- Déclivités « profil en long ».
- Cubatures approchées.

#### II-1-4-1- Calcul de gisement de distance et des angles au centre :

##### ❖ Gisement :

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

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

##### • Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :

$$\begin{aligned} G &= g && \text{si } (\Delta X > 0 \text{ et } Y > 0) \\ G &= 200 - g && \text{si } (\Delta X > 0 \text{ et } Y < 0) \\ G &= 200 + g && \text{si } (\Delta X < 0 \text{ et } Y < 0) \\ G &= 400 - g && \text{si } (\Delta X < 0 \text{ et } Y > 0) \end{aligned}$$

##### ❖ Distance :

La distance  $S_1S_2$  est donnée par la relation :

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

❖ L'angle au centre :

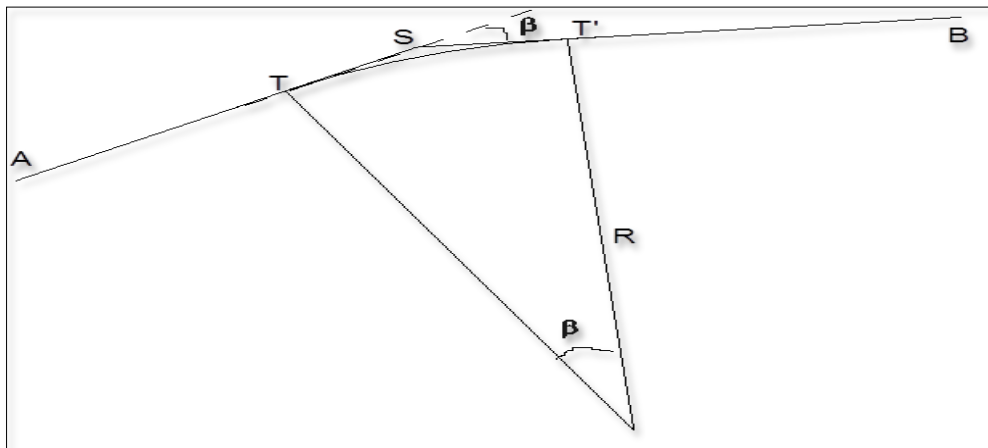


Figure II.2 : Détermination de l'angle au centre.

D'après le cas de Figure. II.1, l'angle au centre  $\beta$  est donné par :  $\beta = G_{SB} - G_{AS}$

II-1-4-2- Détermination des éléments des raccordements circulaires :

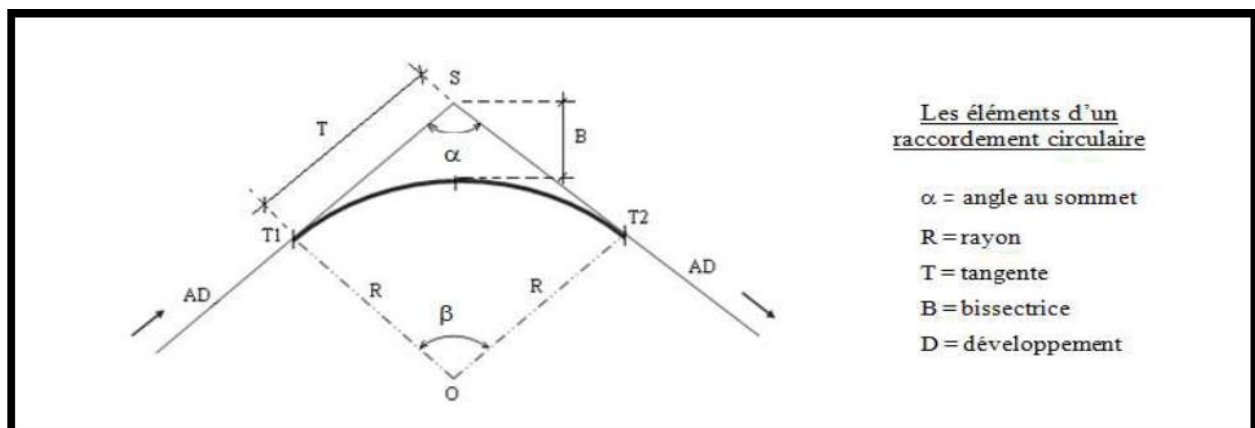


Figure II. 3 : Les éléments d'un raccordement circulaire.

• angles de déviation au sommet  $\alpha$  :

Quand on prolonge les alignements droits confondus avec l'axe de route.

❖ La tangente

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

❖ Bissectrice :

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

❖ **La développée :**

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

❖ **La flèche :**

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

**II-1-4-3- Environnement de la route : « E »**

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

- La dénivelée cumulée moyenne.
- La sinuosité.

**II-1-4-4- La vitesse de référence :**

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

- La catégorie.
- L'environnement.

**II-1-4-5- Courbes en plan :**

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

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

❖ **Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :**

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

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



❖ **Le rayon minimal normal (RHN) :**

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

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

❖ **Le rayon au devers minimal RHd :**

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

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

$D_{\min} = 2.5\%$  en catégorie 1 – 2

$D_{\min} = 3\%$  en catégorie 3– 4

❖ **Le rayon non déversé RHnd :**

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

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

**II-1-4-6- Calcul des Cubatures approchés :**❖ **Méthode de calcul approximatif :**

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

Par conséquent

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

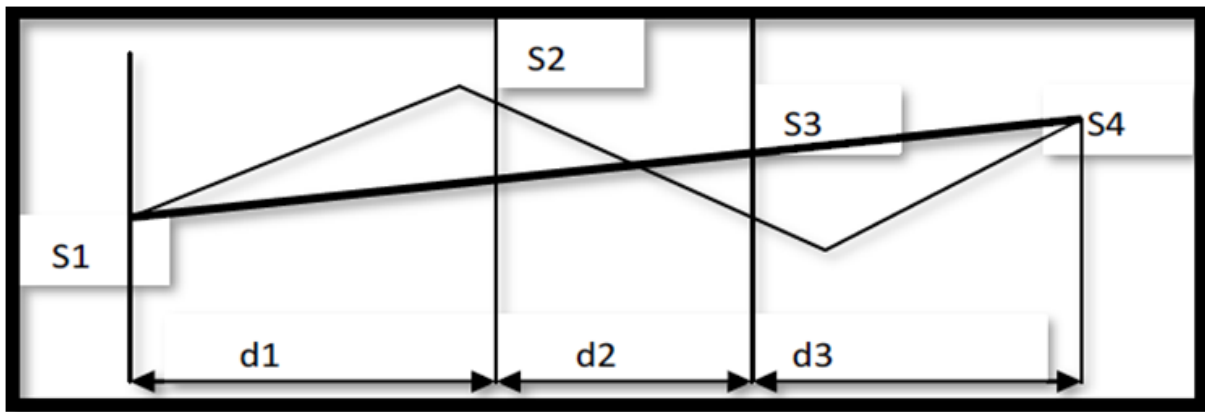


Figure II.4 : Schéma représentant la surface entre profil.

❖ Calcul des surfaces :

• En remblai :

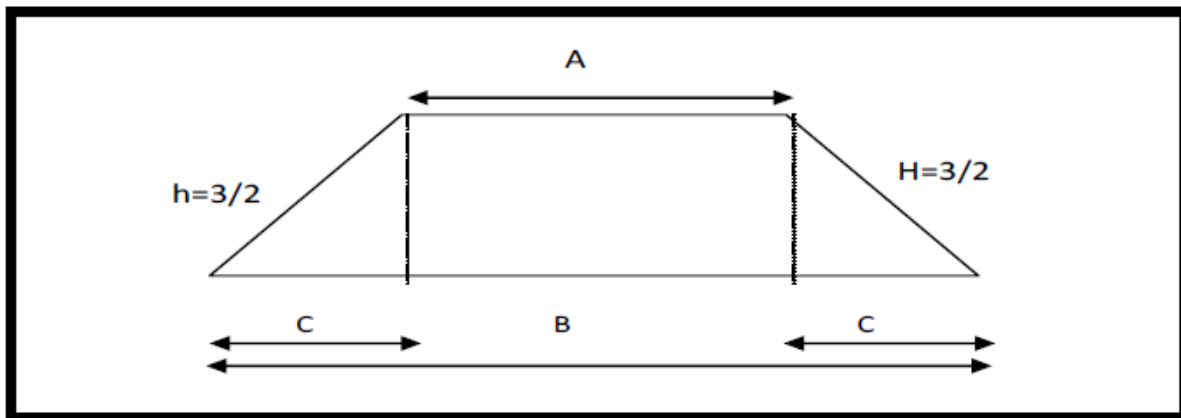


Figure II.5: Calcul de surfaces cas de remblai.

Avec :

- $A$  : largeur de la chaussée les 2 Accotements.
- $Tg \alpha = P = 2/3 = h/c$
- $c = 3h / 2$
- $h$  : différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel
- $B = A + 2c = A + 3h$

**D'où:**  $S = (A + B) h/2 \Rightarrow SR = Ah + 3 h^2/2$

- En déblai :

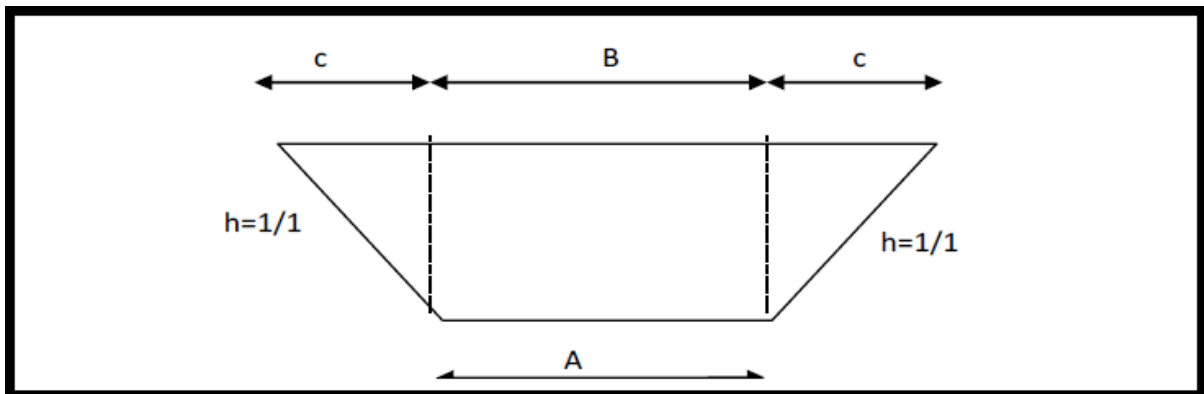


Figure II.6: Calcul de surfaces cas de déblai.

Avec :

- ✓  $h$  : différence entre C.T.N et C.P.
- ✓  $A$  : largeur de la chaussée + 2 accotements
- ✓  $SD = Ah + h^2$

## II-2- Etude des variantes :

### II-2-1- Etude de la variante :

#### II-2-1-1- Introduction :

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

- Le tracé en plan, projection de la route sur u plan horizontal.
  - Le profil en long, développement de l'intersection de la surface de la route avec le Cylindre à génératrice.
  - Le profil en travers, coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe.
  - Les normes fixent les règles relatives à la construction de ces trois éléments.
- L'exigence qui prévalu à l'élaboration des normes sont de deux ordres : sécurité des usagers et capacité des infrastructures a écouler le trafic qu'elles supportent.

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

## II-2-1-2- Les données de tracé en plan :

Tableau II.1: Les données de tracé en plan

AXE EN PLAN					
ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0,000	650993,812	3851065,383
D1	GIS = 292,551g	253,134			
			253,134	650742,409	3851035,831
L1	XC= 650637,340				
	YC= 3851929,677				
	R = -900,000	180,497			
			433,632	650562,239	3851032,816
D2	GIS = 305,318g	685,323			
			1118,955	649879,306	3851090,003
L2	A = 164,317				
	Rf= -270,000				
	L = 100,000				
			1218,955	649780,51	3851104,456
	XC= 649852,196				
	YC= 3851364,765				
	R = -270,000				
	L = 269,089				
			1488,044	649594,693	3851283,572
	Rd= -270,000				
	A = 164,317				
	L = 100,000	469,089			
			1588,044	649576,624	3851381,771
D3	GIS = 392,344g	41,423			
			1629,467	649571,655	3851422,895
L3	XC= 648181,766				
	YC= 3851254,941				
	R = 1400,000	272,859			
			1902,327	649512,813	3851688,892
D4	GIS = 379,937g	118,228			
			2020,555	649476,166	3851801,298
L4	A = 122,474				
	Rf= -250,000				
	L = 60,000				
			2080,555	649459,875	3851859,004
	XC= 649705,129				
	YC= 3851907,484				
	R = -250,000				
	L = 143,027				
			2223,582	649472,681	3851999,506
	Rd= -250,000				

	A = 122,474				
	L = 60,000	263,027			
			2283,582	649499,138	3852053,315
D5	GIS = 31,637g	86,015			
			2369,597	649540,145	3852128,926
L5	XC= 649540,137				
	YC= 3852128,931				
	R = 0,010	0,009			
			2369,606	649540,146	3852128,935
D6	GIS = 374,545g	326,936			
			2696,542	649412,876	3852430,081
L6	XC= 648491,757				
	YC= 3852040,800				
	R = 1000,000	39,034			
			2735,576	649396,983	3852465,731
D7	GIS = 372,060g	72,439			
			2808,015	649366,201	3852531,304
L7	XC= 650226,166				
	YC= 3852934,989				
	R = -950,000	74,755			
			2882,77	649337,129	3852600,153
D8	GIS = 377,069g	63,648			
			2946,418	649314,696	3852659,717
L8	XC= 648472,451				
	YC= 3852342,505				
	R = 900,000	36,601			
			2983,019	649301,103	3852693,698
D9	GIS = 374,480g	156,258			
			3139,277	649240,129	3852837,569
L9	XC= 647398,681				
	YC= 3852057,140				
	R = 2000,000	3,233			
			3142,51	649238,865	3852840,544
D10	GIS = 374,377g	290,835			
			3433,345	649124,944	3853108,139
L10	XC= 647284,760				
	YC= 3852324,734				
	R = 2000,000	3,381			
			3436,726	649123,617	3853111,249
D11	GIS = 374,270g	141,56			
			3578,286	649067,947	3853241,403
L11	A = 236,643				
	Rf= -700,000				
	L = 80,000				
			3658,286	649037,898	3853315,532

	XC= 649696,169				
	YC= 3853553,606				
	R = -700,000				
	L = 502,323				
			4160,609	649043,686	3853807,113
	Rd= -700,000				
	A = 236,643				
	L = 80,000	662,323			
			4240,609	649075,472	3853880,514
D12	GIS = 27,229g	95,942			
			4336,552	649115,269	3853967,813
L12	A = 204,939				
	Rf= 400,000				
	L = 105,000				
			4441,552	649154,573	3854065,093
	XC= 648772,023				
	YC= 3854181,951				
	R = 400,000				
	L = 148,111				
			4589,663	649170,934	3854211,448
	Rd= 400,000				
	A = 209,762				
	L = 110,000	363,111			
			4699,663	649152,829	3854319,854
D13	GIS = 386,548g	115,745			
			4815,408	649128,552	3854433,024
L13	A = 209,762				
	Rf= -400,000				
	L = 110,000				
			4925,408	649110,447	3854541,43
	XC= 649509,358				
	YC= 3854570,928				
	R = -400,000				
	L = 152,679				
			5078,086	649128,168	3854692,146
	Rd= -400,000				
	A = 111,355				
	L = 31,000	293,679			
			5109,086	649138,322	3854721,434
D14	GIS = 22,068g	27,378			
			5136,464	649147,623	3854747,183
L14	A = 111,355				
	Rf= 300,000				
	L = 41,333				
			5177,797	649160,766	3854786,362

	XC= 648872,264				
	YC= 3854868,619				
	R = 300,000				
	L = 76,667				
			5254,465	649172,19	3854861,962
	Rd= 300,000				
	A = 109,545				
	L = 40,000	158,001			
			5294,465	649171,3	3854901,944
D15	GIS = 397,169g	127,692			
			5422,156	649165,622	3855029,51
L15	A = 109,544				
	Rf= 195,000				
	L = 61,538				
			5483,695	649159,665	3855090,691
	XC= 648968,641				
	YC= 3855051,517				
	R = 195,000				
	L = 140,753	202,291			
			5624,448	649086,142	3855207,14
D16	GIS = 341,171g	0,895			
			5625,343	649085,428	3855207,679
L16	XC= 649251,135				
	YC= 3855427,147				
	R = -275,000				
	L = 153,202				
			5778,545	648994,445	3855328,478
	Rd= -275,000				
	A = 134,907				
	L = 66,182	219,384			
			5844,727	648975,739	3855391,916
D17	GIS = 384,298g	58,795			
			5903,522	648961,384	3855448,932
<b>LONGUEUR DE L'AXE</b>			<b>5903,522</b>		

**II-2-1-3- Environnement de la route :**

**A)- Dénivelée moyenne cumulée « H/L » :**

**Tableau II.2 : dénivelé de profil**

<b>N° DE PROFIL</b>	<b>D cumulées</b>	<b>Z</b>	<b>Dn</b>
<b>P1</b>	0	1243,85	0,00
<b>P2</b>	40	1241,36	-2,49
<b>P3</b>	80	1239,88	-1,48

<b>P4</b>	120	1236,4	-3,48
<b>P5</b>	160	1233,83	-2,57
<b>P6</b>	200	1232,69	-1,14
<b>P7</b>	240	1232,41	-0,28
<b>P8</b>	280	1234,69	2,28
<b>P9</b>	320	1236,33	1,64
<b>P10</b>	360	1235,73	-0,60
<b>P11</b>	400	1238,28	2,55
<b>P12</b>	440	1239,91	1,63
<b>P13</b>	480	1238,65	-1,26
<b>P14</b>	520	1236,92	-1,73
<b>P15</b>	560	1235,09	-1,83
<b>P16</b>	600	1233,26	-1,83
<b>P17</b>	640	1231,42	-1,84
<b>P18</b>	680	1229,59	-1,83
<b>P19</b>	720	1227,76	-1,83
<b>P20</b>	760	1225,93	-1,83
<b>P21</b>	800	1224,1	-1,83
<b>P22</b>	840	1222,26	-1,84
<b>P23</b>	880	1220,43	-1,83
<b>P24</b>	920	1218,6	-1,83
<b>P25</b>	960	1216,77	-1,83
<b>P26</b>	1000	1214,93	-1,84
<b>P27</b>	1040	1213,1	-1,83
<b>P28</b>	1080	1211,27	-1,83
<b>P29</b>	1120	1209,48	-1,79
<b>P30</b>	1160	1207,6	-1,88
<b>P31</b>	1200	1205,77	-1,83
<b>P32</b>	1240	1203,94	-1,83
<b>P33</b>	1280	1202,11	-1,83
<b>P34</b>	1320	1200,27	-1,84
<b>P35</b>	1360	1198,44	-1,83
<b>P36</b>	1400	1196,61	-1,83
<b>P37</b>	1440	1194,78	-1,83
<b>P38</b>	1480	1192,94	-1,84
<b>P39</b>	1520	1191,11	-1,83
<b>P40</b>	1560	1189,28	-1,83
<b>P41</b>	1600	1187,44	-1,84
<b>P42</b>	1640	1195,61	8,17
<b>P43</b>	1680	1186,78	-8,83
<b>P44</b>	1720	1181,95	-4,83
<b>P45</b>	1760	1177,12	-4,83
<b>P46</b>	1800	1178,28	1,16
<b>P47</b>	1840	1180,45	2,17
<b>P48</b>	1880	1176,62	-3,83
<b>P49</b>	1920	1179,79	3,17



<b>P50</b>	1960	1180,95	1,16
<b>P51</b>	2000	1172,92	-8,03
<b>P52</b>	2040	1164,99	-7,93
<b>P53</b>	2080	1161,46	-3,53
<b>P54</b>	2120	1166,63	5,17
<b>P55</b>	2160	1160,7	-5,93
<b>P56</b>	2200	1154,96	-5,74
<b>P57</b>	2240	1160,13	5,17
<b>P58</b>	2280	1154,3	-5,83
<b>P59</b>	2320	1149,46	-4,84
<b>P60</b>	2360	1147,63	-1,83
<b>P60</b>	2400	1145,8	-1,83
<b>P61</b>	2440	1143,97	-1,83
<b>P62</b>	2480	1144,2	0,23
<b>P63</b>	2520	1147,63	3,43
<b>P64</b>	2560	1141,25	-6,38
<b>P65</b>	2600	1138,08	-3,17
<b>P66</b>	2640	1141,11	3,03
<b>P67</b>	2680	1136,34	-4,77
<b>P68</b>	2720	1135,77	-0,57
<b>P69</b>	2760	1135,4	-0,37
<b>P70</b>	2800	1135,22	-0,18
<b>P71</b>	2840	1134,11	-1,11
<b>P72</b>	2880	1134,9	0,79
<b>P73</b>	2920	1134,85	-0,05
<b>P74</b>	2960	1134,78	-0,07
<b>P75</b>	3000	1134,68	-0,10
<b>P76</b>	3040	1134,57	-0,11
<b>P77</b>	3080	1134,46	-0,11
<b>P78</b>	3120	1134,35	-0,11
<b>P79</b>	3160	1134,24	-0,11
<b>P80</b>	3200	1134,13	-0,11
<b>P81</b>	3240	1134,02	-0,11
<b>P82</b>	3280	1133,95	-0,07
<b>P83</b>	3320	1133,43	-0,52
<b>P84</b>	3360	1134,37	0,94
<b>P85</b>	3400	1135,67	1,30
<b>P86</b>	3440	1135,25	-0,42
<b>P87</b>	3480	1133,96	-1,29
<b>P88</b>	3520	1132,84	-1,12
<b>P89</b>	3560	1130,88	-1,96
<b>P90</b>	3600	1131,01	0,13
<b>P91</b>	3640	1132,13	1,12
<b>P92</b>	3680	1133,26	1,13
<b>P93</b>	3720	1134,36	1,10
<b>P94</b>	3760	1135,3	0,94

<b>P95</b>	3800	1136,03	0,73
<b>P96</b>	3840	1136,56	0,53
<b>P97</b>	3880	1136,9	0,34
<b>P98</b>	3920	1137,03	0,13
<b>P99</b>	3960	1136,98	-0,05
<b>P100</b>	4000	1137,13	0,15
<b>P101</b>	4040	1136,78	-0,35
<b>P102</b>	4080	1137,04	0,26
<b>P103</b>	4120	1136,29	-0,75
<b>P104</b>	4160	1136,84	0,55
<b>P105</b>	4200	1135,79	-1,05
<b>P106</b>	4240	1136,58	0,79
<b>P107</b>	4280	1137,89	1,31
<b>P108</b>	4320	1138,33	0,44
<b>P109</b>	4360	1139,04	0,71
<b>P110</b>	4400	1138,69	-0,35
<b>P111</b>	4440	1139,22	0,53
<b>P112</b>	4480	1137,97	-1,25
<b>P113</b>	4520	1135,91	-2,06
<b>P114</b>	4560	1138,86	2,95
<b>P115</b>	4600	1139,92	1,06
<b>P116</b>	4640	1140,96	1,04
<b>P117</b>	4680	1143,71	2,75
<b>P118</b>	4720	1145,66	1,95
<b>P119</b>	4760	1148,61	2,95
<b>P120</b>	4800	1150,56	1,95
<b>P121</b>	4840	1152,51	1,95
<b>P122</b>	4880	1154,46	1,95
<b>P123</b>	4920	1155,41	0,95
<b>P124</b>	4960	1154,36	-1,05
<b>P125</b>	5000	1154,81	0,45
<b>P126</b>	5040	1153,56	-1,25
<b>P127</b>	5080	1154,82	1,26
<b>P128</b>	5120	1155,07	0,25
<b>P129</b>	5160	1155,9	0,83
<b>P130</b>	5200	1157,82	1,92
<b>P131</b>	5240	1158,29	0,47
<b>P132</b>	5280	1159,97	1,68
<b>P133</b>	5320	1160,85	0,88
<b>P134</b>	5360	1165,33	4,48
<b>P135</b>	5400	1164,92	-0,41
<b>P136</b>	5440	1164,23	-0,69
<b>P137</b>	5480	1162,54	-1,69
<b>P138</b>	5520	1160,85	-1,69
<b>P139</b>	5560	1159,46	-1,39
<b>P140</b>	5600	1157,77	-1,69

<b>P141</b>	5640	1156,78	-0,99
<b>P142</b>	5680	1154,39	-2,39
<b>P143</b>	5720	1152,4	-1,99
<b>P144</b>	5760	1150,91	-1,49
<b>P145</b>	5800	1149,03	-1,88
<b>P146</b>	5840	1147,34	-1,69
<b>P147</b>	5880	1145,95	-1,39
<b>P148</b>	5903,52	1144,65	-1,30
		DN totale=	-99,2

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.

$$D_c = \frac{|\sum_{P_i > 0} P_i L_i + \sum_{P_i < 0} P_i L_i|}{L}$$

**P** : pente du terrain.

**L** : longueur de l'itinéraire (L=L1+L2+L3+...Ln).

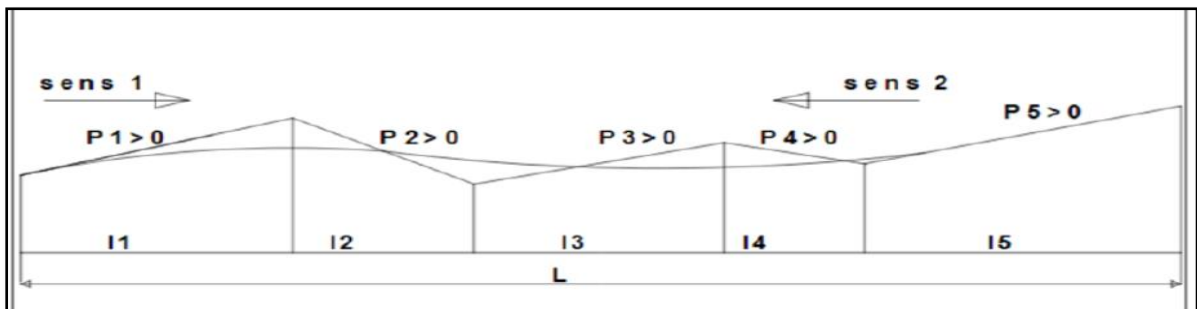


Figure II.7: La dénivelée cumulée moyenne H/L.

❖ **Dénivelée cumulée moyenne :**

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

- $\Sigma \Delta H = 99,2 \text{ m}$  ;
- $\Sigma \text{ Distance} = 5903,52 \text{ m}$  ;

$$D_c = \frac{\Sigma \Delta H}{\Sigma \text{ Distance}} = \frac{99,2}{5903,52} = 0.0168 \quad \Rightarrow \quad D_c = 1,68\%$$

Le tableau suivant représente la nature du terrain en fonction de la dénivelée cumulée :

**Tableau II.3:** Classification de terrain et Dénivelée cumulée.

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$Dc < 1.5\%$
2	Plat mais inondable	$Dc = 1.5\%$
3	Terrain vallonné	$1.5\% < Dc \leq 4\%$
4	Terrain montagneux	$Dc > 4\%$

On peut conclure toute en se référant au tableau ci-dessus que le relief : **Terrain vallonné**

### B)-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).

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

Avec :

- **L<sub>s</sub>**: la somme des développées des rayons inférieurs ou égale a 200m ( $R \leq 200m$ ).
- **L** : la longueur total de la route.

Alors **L<sub>s</sub>** = 0 si aucun rayon n'est inférieur a 200m.

**Donc**  $\sigma = 0$ ;

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraire en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité (Voir le tableau suivant) :

**Tableau II.4:** Sinuosité .

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

A partir du tableau ci-dessus, nous pouvons conclure que notre variante est de **sinuosité faible**.


**Environnement de la route :**

Trois types d'environnement sont caractérisés par le croisement des 2 paramètres précédents à partir du tableau suivant :

**Tableau II.5:** Environnement en fonction du relief et de la sinuosité.

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

**Dans notre cas, nous avons :**

Terrain Vallonné  Environnement E2  
Sinuosité faible

**II-2-1-4- La vitesse de référence :**

La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

La catégorie de notre tronçon est **CAT1** et environnement **E2** (Voir Tableau III.7)

**Tableau II.6 :** VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40.

Environnement Catégorie	E1	E2	E3
Cat 1	120-100-80	100- <b>80</b> -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

À partir du **tableau II.7**, La vitesse à considérer selon les normes est : **Vr =80 Km/h.**

**II-2-1-5- Stabilité en courbe :**

- ✓ **Détermination des dévers  $d_{\max}$  et  $d_{\min}$ :**

Tableau II.7: Devers en fonction de l'environnement.

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

✓ Détermination du coefficient transversal  $f_t$  :Tableau II.8 : Valeur du coefficient  $f_t$ .

$V_r$	40	60	80	100	120	140
Cat 1-2	0.22	0.16	0.13	0.11	0.1	0.1
Cat 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	/

✓ Détermination du coefficient  $F''$  en fonction de la catégorie :Tableau II.9 : Valeur du coefficient «  $F''$  ».

Catégories	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5
$F''$	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075

## ✓ Tableau récapitulatif :

Tableau II.10 : Tableau récapitulatif

Vitesse réf	$D_{\max}$	$d_{\min}$	$d=d_{\max}-2\%$	$F_t$	$f'$
80 km/h	7%	.5%	5%	0.13	0.06

## ▪ Détermination des rayons en plan :

## ❖ Le rayon horizontal minimal absolu (RHm) :

$$RHm = \frac{80^2}{127 (0,13 + 0,07)} \longrightarrow RHm = 252 \text{ m}$$

## ❖ Le rayon minimal normal (RHN) :

$$RHN = \frac{(80+20)^2}{127 (0,11 + 0,05)} \longrightarrow RHN = 492 \text{ m}$$

❖ Le rayon au devers minimal RHd :

$$\text{RHd} = \frac{80^2}{127 \cdot 2 \cdot 0,025} \longrightarrow \boxed{\text{RHd} = 1008 \text{ m}}$$

❖ Le rayon non déversé RHnd :

$$\text{RHnd} = \frac{80^2}{127 (0,06 - 0,025)} \longrightarrow \boxed{\text{RHnd} = 1440 \text{ m}}$$

▪ Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes d'aménagements routiers **B40**, pour un environnement E2 et une catégorie C1 et une vitesse de base **VB = 80 km/h** on définit les paramètres dans le tableau suivants :

**Tableau II.11** : les rayons en plan

Paramètres	Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7 %)	252	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5 %)	492	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5 %)	1008	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5 %)	1440	1400

▪ Choix des rayons:

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

A partir du tracé de la variante 1, nous avons pu choisir deux rayons tels que :

**Tableau II.12** : choix des rayons

<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R5</b>	<b>R6</b>	<b>R7</b>
900	270	1400	250	1000	950	900
<b>R8</b>	<b>R9</b>	<b>R10</b>	<b>R11</b>	<b>R12</b>	<b>R13</b>	<b>R14</b>
2000	2000	700	400	400	300	275

**Chapitre III**  
**Profil En Long**



### III-1- DEFINITION :

C'est une coupe longitudinale de terrain suivant un plan vertical passant par l'axe de la route. Il se compose de segments de droite de déclivité en rampe et en pente et de raccordements circulaires, ou parabolique. Ces pentes et rampes peuvent être raccordées entre elles soit par des angles saillants ou par des angles rentrants.

La courbe de raccordement les plus courants utilisés est le parabolique qui facilite l'implantation des points du projet.

Les principes paramètres du choix d'un profil en long sont :

- Un bon écoulement des eaux pluviales
- Une limitation des déclivités suivant norme
- Un rayon de courbure minimum (condition de confort pour les angles rentrants et condition de visibilité pour les angles saillants).

### III-2- LA LIGNE DE PROJET (LIGNE ROUGE) :

Le profil en long donne une idée sur la forme du terrain naturel qui nous permet de choisir la ligne du projet de façon à tenir en compte :

- Equilibrer les surfaces remblais et déblais et d'éviter les grands terrassements.
- Assurer une bonne visibilité
- Assurer un confort dynamique.
- Permettre l'évacuation des eaux en prenant des déclivités supérieures ou égale 0.5%.

### III-3- REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE DU PROFIL EN LONG:

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur:

✓ Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.

✓ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.

✓ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des vers nuls dans une pente du profil en long.

✓ Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve.

- ✓ Eviter une hauteur excessive en remblai.
- ✓ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la
- ✓ Combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règle notamment.
- ✓ Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- ✓ Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- ✓ Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

#### **III-4- LES ELEMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG :**

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

- L'altitude du terrain naturel.
- L'altitude du projet.
- La déclivité du projet

#### **III-5- COORDINATION ENTRE LE TRACE EN PLAN ET LE PROFIL EN LONG :**

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, respecter les règles de visibilité et autant que possible, un certain confort visuel; ces objectifs incite à :

- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :  
 $R \text{ vertical} > 6 \times R \text{ horizontal}$ , pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible.

#### **III-6- DECLIVITE :**

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente) et de confort (Puissance des véhicules en rampe). Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait la ligne rouge du profil en long avec l'horizontal .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

### A) Déclivité minimum :

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits « en palier » sont si possible à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales. la pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante.

Il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 1% et surtout celle inférieure à 0.5 %, pour éviter la stagnation des eaux.

### B) Déclivité maximum :

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

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

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

**Tableau III.1:** Valeur de déclivité maximal.

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

Pour notre cas la vitesse **Vr = 80km/h** donc la pente maximale **Imax =6%**.

**Remarque :** l'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

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

### III-7- LES RACCORDEMENTS EN PROFIL EN LONG :

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

On distingue deux types de raccords :

**A)-Raccords convexes (angle saillant) :**

Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l’œil humain, des obstacles et des distances d’arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire à la condition (confort, visibilité):

❖ **Condition de confort :**

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu’elle est limitée à « g /40(cat 1-2) et g / 30 (Cat 3-4-5) », Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$v^2 /Rv < g /40 \quad g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)} \quad \text{et} \quad v = V/3.6$$

D’OU :

$$\left\{ \begin{array}{l} Rv \geq 0,3 V^2 \quad (\text{cat. 1-2}). \\ Rv \geq 0,23 V^2 \quad (\text{cat 3-4-5}). \end{array} \right.$$

Dans notre cas **Rv min = 0.3 V<sup>2</sup>**

**Tel que :**

**Rv:** c’est le rayon vertical (m) et **V:** vitesse de référence (km /h).

❖ **Condition de visibilité**

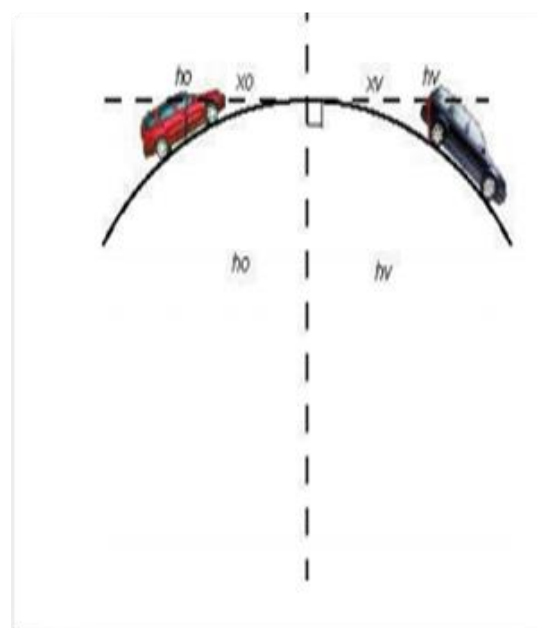
Elle intervient seulement dans les raccords des points hauts comme condition supplémentaire à celle de la condition de confort.

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

Le rayon de raccordement est donne par la formule suivante :

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

- **d :** Distance d’arrêt (m).



- $h_0$  : Hauteur de l'œil (m).
- $h_1$  : Hauteur de l'obstacle (m).

**Dans le cas d'une route unidirectionnelle :**

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

**On trouve:**

- $Rv = a d^2 a = 0.24$  pour cat 1-2
- $Rv = 0.24 d^2$

Les rayons assurant ces deux conditions sont données par les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix unidirectionnelle et pour une vitesse de base  $b=80$  (Km/h) et pour la catégorie 1-2 on a :

**Tableau III.2 : Rayons convexes.**

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	RVm1	2500
Min- normal	RVN1	6000
Dépassement	RVD	4500

### **B)-Raccordements concaves (angle rentrant) :**

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

Cette condition s'exprime par la relation :

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

**Avec :**

$R_v'$  : rayon minimum du cercle de raccordement.

$d_1$  : distance d'arrêt.

$$\frac{g}{40} \text{ pour la CAT 1-2.}$$

### **❖ Rayon minimal absolu :**

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

$$R_{vm} (V_r) = (0.3 \times V_r)^2 = (0.3 \times 80)^2 = 2400m$$

❖ **Rayon minimal normal :**

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

$$R_{VN'} = R_{VM'}(v_r + 20).$$

$$R_{vn} = 0.3 (V_r + 20)^2$$

$$R_{vn} = 0.3 \times 10000 = 3000 m$$

Les valeurs retenues pour les rayons absolus sont récapitulées dans le tableau suivant :

**Tableau- III.3 :** Rayons concaves (angle rentrant). Cat1, V80.

Rayon	Symbole	Valeur
Min-absolu	R' V <sub>m</sub>	2400
Min -normal	R' VN	3000

**Condition esthétique :**

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et **(b > 50)** pour des devers **d < 10%** (spécial échangeur).

$$R_{v_{min}} = 100 \times \frac{50}{\Delta d (\%)}$$

**Avec :**

**d :** changement des devers.

**R<sub>vmin</sub> :** rayon vertical minimal.

**III-8- ELEMENTS NECESSAIRE AU CALCUL DU PROFIL EN LONG :**

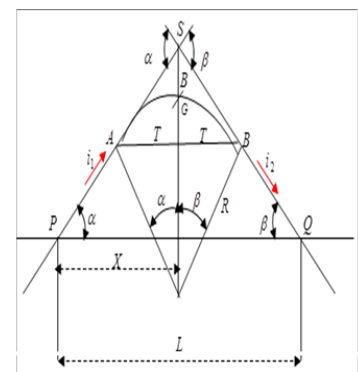
Après la projection des pentes du profil en long on procède au calcul des coordonnées des points de tangence en coordonnées rectangulaires.

**Avec :**

**A et B :** extrémité du raccordement

**G :** milieu de raccordement situé sur la variante

**B :** bissectrice.



**Figure III.1** Eléments du profil en long

- P, Q : deux points connus sur  $i_1, i_2$
- Q : centre du cercle de rayon R
- T : tangente de part et l'autre du sommet
- X : distance entre le sommet et un point P sur  $i_1$
- S : sommet ou point de changement de déclivité
- L : distance entre les deux points

**III-9- DETERMINATION PRATIQUE DU PROFIL EN LONG :**

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle :  $X^2 + Y^2 - 2 R Y = 0$ .

À l'équation de la parabole  $X^2 - 2 R Y = 0 \Rightarrow Y = \frac{x^2}{2R}$

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

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A.D.
- Donnée La pente  $P_1$  de la droite (AS).
- Donnée la pente  $P_2$  de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.

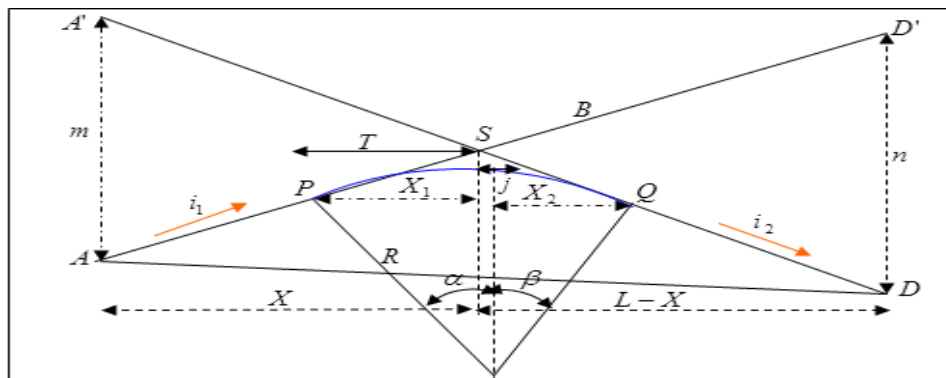


Figure III.2 : Pratiques du profil en long.

❖ Détermination de la position du point de rencontre(s) :

On a :

$$Z_A = Z_D' + L p_2 m = Z_{A'} - Z_A$$

$$Z_D = Z_{A'} + L p_1 n = Z_D - Z_D'$$

Les deux triangles A'SA et SDD' sont semblables donc :

$$m/n = x/(L-x) \Rightarrow x = m \cdot L / (n+m)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} XS = X + XA \\ ZS = p_1 X + ZA \end{array} \right.$$

❖ **Calculs De La Tangente :**

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

La tangente (**T**) permet de positionner les pentes de tangentes **B** et **C**.

L'équation de la parabole est:

$$Y = \frac{X^2}{2R}$$

$$\cos\alpha_1 = \frac{T}{AS} \Rightarrow T = AS \cdot \cos\alpha_1$$

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

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

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

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

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

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

❖ **Projection Horizontale De La Longueur De Raccordement :**

$$LR = 2T$$

❖ **Calcul De La Flèche :**

$$H = T^2 / 2R$$



❖ **Calcul de la flèche Et de l'altitude d'un Point courant M Sur La courbe :**

$$M \quad \left\{ \begin{array}{l} HX = x^2 / 2R \\ ZM = ZB + X p_1 - X^2 / 2R \end{array} \right.$$



**III-10- APPLICATION DE PROJET :**

**Tableau III.4 :** Caractéristique des rayons verticaux.

<b>Catégorie</b>	C1	
<b>Environnement</b>	E2	
<b>Vitesse (km/h)</b>	80	
<b>Rayon en angle saillant RV</b> 	Route unidirectionnelle :	(2×2 voies)
	RVm1 (minimal absolu) en m	2500
	RVn1 (minimal normal) en m	6000
<b>Rayon en angle rentrant RV</b> 	Route unidirectionnelle :	(2×2 voies)
	RVm1 (minimal absolu) en m	2400
	RVn1 (minimal normal) en m	3000
<b>Déclivité maximale Imax (%)</b>	6	

**1. Calcul des tangentes :**

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

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

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

$$T = T' = \frac{Rv}{2} |P1 + P2|$$

- Dans le cas ou les déclivités sont de même sens :

$$T = \frac{Rv}{2} |P1 - P2|$$

**TABLEAU III.5 :** profil en long

PROFIL EN LONG				
ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0,000	1243,845
<b>D1</b>	PENTE= 6,296 %	138,924		
			138,924	1252,592
<b>PR1</b>	S= 296,3148 Z=1257,5460			

	R = -2500,00	271,917		
			410,841	1254,923
<b>D2</b>	PENTE= -4,581 %	2037,004		
			2447,846	1161,606
<b>PR2</b>	S= 2814,3301 Z=1153,2120			
	R = 8000,00	344,675		
			2792,52	1153,242
<b>D3</b>	PENTE= -0,273 %	459,959		
			3252,48	1151,988
<b>PR3</b>	S= 3279,7418 Z=1151,9506			
	R = 10000,00	309,095		
			3561,574	1155,922
<b>D4</b>	PENTE= 2,818 %	139,545		
			3701,12	1159,855
<b>PR4</b>	S= 3926,5856 Z=1163,0321			
	R = -8000,00	215,191		
			3916,311	1163,026
<b>D5</b>	PENTE= 0,128 %	245,7		
			4162,011	1163,341
<b>PR5</b>	S= 4153,0202 Z=1163,3353			
	R = 7000,00	332,271		
			4494,282	1171,654
<b>D6</b>	PENTE= 4,875 %	692,434		
			5186,716	1205,411
<b>PR6</b>	S= 5298,8447 Z=1208,1444			
	R = -2300,00	209,294		
			5396,01	1206,092
<b>D7</b>	PENTE= -4,225 %	507,512		
			5903,522	1184,652
<b>LONGUEUR DE L'AXE 5903,522</b>				

# **Chapitre IV**

## **Etude Du Trafic**

### IV-1- INTRODUCTION :

Une étude de trafic est une étape très importante qui doit intervenir à l'amont de toute réflexion relative à un projet routier. Elle permet de déterminer l'intensité du trafic, caractérisé par le trafic journalier moyen annuel (TJMA), et d'autre part, l'agressivité des véhicules poids lourds définie par le nombre de poids lourds circulant sur le tronçon de route étudié.

En réponse à ces insuffisances une réhabilitation du tronçon étudié est envisagée en vue d'améliorer l'offre de transport et assurer une meilleure sécurité et fluidité de trafic.

Le trafic à prendre en compte pour un projet constitue une des données de base pour la définition des caractéristiques géométriques de la route ainsi que pour le dimensionnement de la chaussée.

Il décrit la méthodologie de l'enquête, les comptages du trafic, l'analyse des résultats et leur projection.

- ✓ P1 : Véhicule particulier.
- ✓ P2 : Taxis.
- ✓ P3 : camionnette.
- ✓ P4 : Camion à 2 essieux.
- ✓ P5 : Camion à 3 essieux.
- ✓ P6 : Autobus.
- ✓ P7 : Tracteur.

### IV-2- ANALYSE DE TRAFIC :

Pour connaître en un point et un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage, ces derniers nécessitent une logistique et une organisation appropriées.

L'analyse de circulation sur les diverses artères des réseaux routiers sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination de dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

### IV-3- MESURE DES TRAFICS :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Les comptages : sont permettent de quantifier le trafic.
- Les enquêtes : sont permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

#### a) Comptages : (technique n'identifiant pas les véhicules)

- Comptages manuels.

- Comptages automatiques.
- Comptages directionnels.
- Comptage directionnel par numéro de voiture ou film.

### **b) Compactages manuels :**

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

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

#### **❖ Comptages automatiques :**

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires.

#### **❖ Compactages directionnels :**

Le comptage directionnel de trafic se fait aux intersections gérées par priorités, aux carrefours à feux et aux giratoires. Il permet de déterminer les flux en fonction de leur direction.

### **c) Enquêtes simplifiées :**

- ❖ Enquêtes par relève minéralogique
- ❖ Enquêtes par cartes
- ❖ Enquêtes papillons

### **d) Enquêtes complètes :**

- ❖ Enquêtes par interview le long de la route
- ❖ Enquête par interview à domicile ou enquêtes ménages

## **IV-4- DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC :**

### **IV-4-1- Trafic normal :**

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

### **IV-4-2 Trafic dévie :**

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

**IV-4-3 Trafic induit :**

C'est le trafic des nouveaux déplacements de personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement tous s'effectuaient vers d'autres destinations.

**IV-4-4- Trafic total :**

C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

**IV-5- CALCUL DE LA CAPACITE :****IV-5-1- Définition de la capacité :**

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

La capacité dépend:

✓ Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, Il est beaucoup moins en rase campagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible).

✓ Des conditions météorologiques.

✓ Des caractéristiques géométriques de la route.

**IV-5-2- Calcul de trafic moyen journalier (TJMA) horizon :**

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

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

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.

**IV-5-3- Calcul de trafic effectif :**

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

Le trafic effectif est donné par la relation :

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

$T_{eff}$  : trafic effectif à l'horizon.

$Z$  : pourcentage de poids lourds (%)

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

**Tableau IV.1** coefficient d'équivalence "p" (selon le B40)

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies	2	4	8

**IV-5-4- débit de point horaire normal :**

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif a l'horizon, il est exprimé en (uvp) et donné par formule :

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

Avec :

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

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

**Q** : est exprimé en UVP/h

**IV-5-5- Débit horaire admissible :**

Le débit horaire admissible est le nombre de véhicules toléré pouvant passer en un point donné pendant une heure, il est déterminé par la formule suivante :

$$Q_{\text{adm}} = K1 + K2 \times (\text{uvp/h})$$

Avec :

**K1** : coefficient lié à l'environnement.

**K2** : coefficient de réduction de capacité.

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

- **Valeur de K1 :**

**Tableau IV.2** : Coefficient « K1 ».

Environnement	E1	E2	E3
K <sub>1</sub>	0.75	0.85	0.90-0.95

- **Valeurs de K2:**

**Tableau IV.3:** Coefficient « K2».

Env et CAT	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 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

**Tableau IV.4** : valeurs de **C<sub>th</sub>** capacité théorique du profil en travers en régime stable

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

**IV-5-6- Déterminations du nombre des voies :**

Le nombre de voies de circulation est variable selon le volume de circulation projeté à terme et les niveaux de services attendus.

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

On compare **Q** a **Q<sub>admet</sub>** en prend le profil permettant d'avoir :

$$Q \leq Q_{adm}$$

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

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

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

**Avec :**

**n**: le nombre de voie.

**Q<sub>adm</sub>** : Débit admissible par voie.

**S** : coefficient dissymétrie, en général=2/3.

**IV-6- APPLICATION DE PROJET :**

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la DTP de Mostaganem qui sont suivants :

- Le trafic à l'année de compactage 2016 **TJMA<sub>2016</sub>**= 4000v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté **τ** = 6%
- La vitesse de base sur le tracé **V<sub>b</sub>** = 80 km/h
- Le pourcentage moyen de poids lourds **Z** = 26%
- n= 10 ans (étude + réalisation)
- L'année de mise en service sera en **2020**
- Environnement E2 – Catégorie **C1**
- La durée de vie estimée de **20 ans**
- Coefficient d'équivalence pour le poids lourd : **p=6.5**



**IV-6-1- Projection future de trafic :**

L'année de mise en service (2020)

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

Avec :

**T<sub>n</sub>**: trafic à l'horizon (année de mise en service 2030)

**T<sub>0</sub>** : trafic à l'année zéro (origine 2020)

$$TMJA_{2020} = 4000(1+0.06)^{10} = 7163 \text{ v/j}$$

Donc :  $T_1 = 7163 \text{ v/j}$

Trafic à l'année horizon (2040) pour une durée de vie de 20 Ans :

$$TMJA_{2045} = 7163 (1+0,06)^{20} = 22974 \text{ v/j}$$

Donc :  $T_{2050} = 22974 \text{ v/j}$

**IV.6.2 Calcul du trafic effectif :**

$$T^{\text{eff}} = [(1-Z) + PZ].TMJA$$

Avec :

- P : coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds pour une route à deux voies et un environnement E2 on a P=6.
- Z: le pourcentage de poids lourds est égal à 14 %.

$$T_{\text{eff}} = [(1-0.26) + (3 \times 0.26)] \times 22974 = 34920 \text{ uvp/j}$$

Donc :  $T_{\text{eff}} = 34920 \text{ v/j}$

**IV-6-3- Débit de pointe horaire normal :**

➤ Année de mise en service :

$$Q (\text{uvp/h}) = 0.12 \times 34920 = 4190.4 \text{ uvp/j}$$

**IV-6-4- La capacité admissible :**

$$Q_{\text{adm}} = K1 \times K2 \times C_{th}$$

Avec :

**K1** : coefficient correcteur pris égale à 0.99 pour E2 et Cat 1.

**K2** : coefficient correcteur pris égale à 0,85 pour E2.

**C<sub>th</sub>** : capacité théorique pris égale à 1800 uvp/h pour route à 2 voies de 3,5 m

$$Q_{adm} = 0,85 \times 0,99 \times 2000$$

**Donc :**

$$Q_{adm} = 1683 \text{ v/j}$$

#### IV.6.5 : Le nombre des voies :

$$N = (2/3) \times \left( \frac{Q}{Q_{adm}} \right)$$

$$N = \left( \frac{2}{3} \right) \times \left( \frac{4190,4}{1683} \right) = 1,66 \text{ Donc : } N = 2 \text{ voies /sens}$$

Les résultats de calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.5 : résultats du calcul de trafic**

<b>TJMA<sub>2020</sub></b> (v/j)	<b>TJMA<sub>2030</sub></b> (v/j)	<b>TJMA<sub>2050</sub> (v/j)</b> <b>Teff</b>	<b>Teff<sub>2050</sub></b> (uvp/j)	<b>Q</b> (uvp/j)	<b>N</b>
4000	7163	22974	34920	4190.4	2

#### IV-7- CONCLUSION :

Le profil en travers retenu pour notre projet est défini comme suit :

- Une Chaussée bidirectionnelle
- Le nombre de la voie : 2 voies
- La largeur de la chaussée :  $2 \times 3.50 = 7.00\text{m}$
- La largeur de l'accotement : 2.50 m
- Plateforme : 12.00 m

**Chapitre V**  
**Dimensionnement du**  
**corps de chaussée**

## V-1- INTRODUCTION :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

Et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas ...etc. Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée.

Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

- ❖ Le trafic.
- ❖ L'environnement de la route (le climat essentiellement).
- ❖ Le sol support.

## V-2- LA CHAUSSEE :

### V-2-1 Définition :

D'après l'exécution des terrassements, y'compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet.

A la suite, la chaussée est appelée à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature.
- reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel, la chaussée est définie comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

### V-2-2 Différents types de chaussées:

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

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

#### V-2-2-1- Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction.

Les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformable que les couches inférieures.

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

En principe une chaussée peut avoir en ordre les 03 couches suivantes :

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

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés.

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

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

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

##### b)- Couche de base:

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

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

**c)- Couche de fondation:**

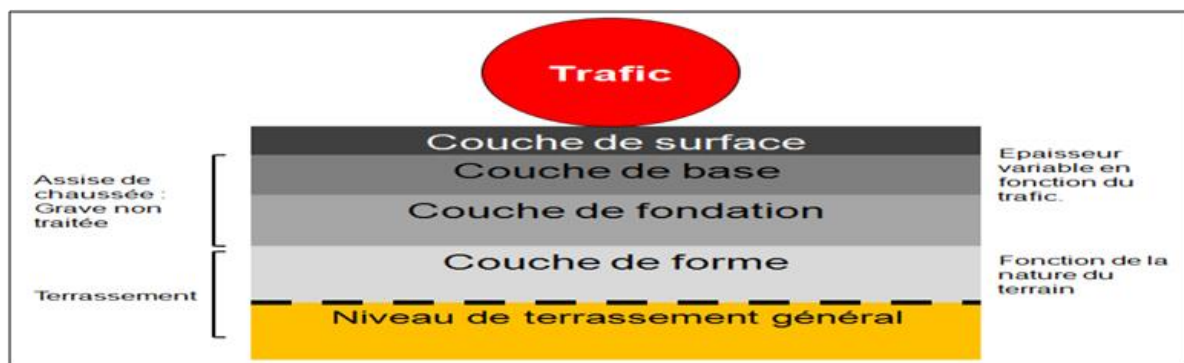
Complètement en matériaux non traités (en Algérie), elle substitue en partie le rôle du sol support, en permettant l'homogénéisation des contraintes transmises par le trafic.

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

**d)- Couche de forme:**

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

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



**Figure V.1 :** Structure type d'une chaussée souple.

**V-2-2-2- 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 mm.
- 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.

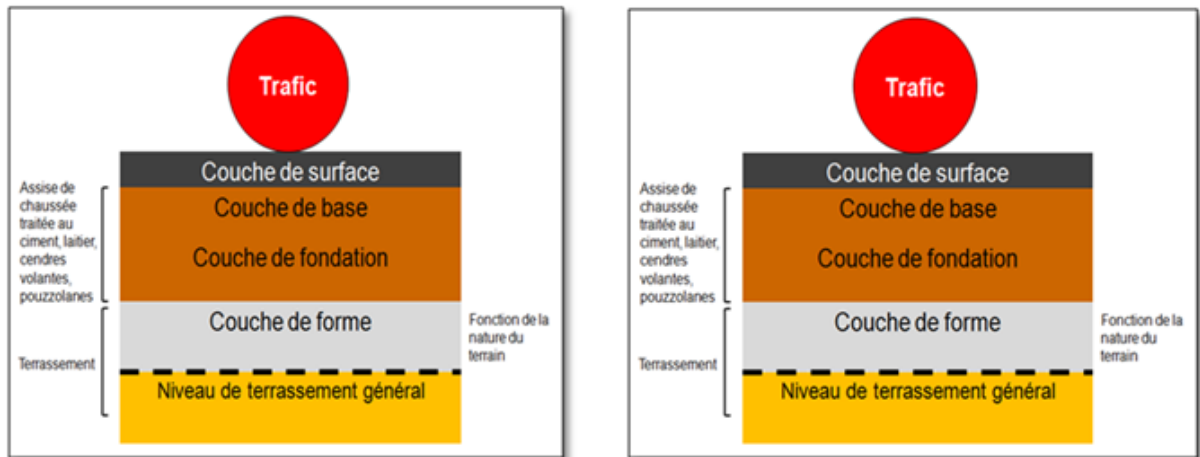


Figure V.2 : Structure type d'une chaussée semi-rigide.

### ➤ V-2-2-3 - Chaussée rigide :

- Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de la chaussée souple) qui, en fléchissant élastiquement sous les charges, transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement : elle peut être traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.
- Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautiques).



Figure V.3 : Structure type d'une chaussée rigide.

### ➤ V-3- LES DIFFERENTS FACTEURS A PRENDRE EN COMPTE POUR LE DIMENSIONNEMENT:

- Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont :

**V-3-1 - Trafic :**

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

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

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

**V-3-2 - Environnement:**

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi :

La variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support. Donc, l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, propriétés des matériaux bitumineux et conditionne.

**V-3-3 - Le Sol Support:**

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

Les plates formes sont définies à partir :

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

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

**Tableau V. 1 :** la portance de sol en fonction de l'indice de CBR.

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



### Détermination de la classe du sol:

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

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

**Tableau V. 2 :** Les classes de portance des sols.

Portance (Si)	CBR
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

#### V-3-4 - Matériaux:

Les matériaux utilisés doivent résister à des sollicitations répétées un très grand nombre de fois (le passage répété des véhicules lourds).

### V-4- METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

Nous avons deux grandes familles de méthodes :

- Celle qui utilise la structure de la chaussée à travers un modèle mécanique pour la détermination des contraintes et déformations, cette méthode est dite rationnelle.
- L'autre qui consiste à observer le comportement sous trafic des chaussées (réelles ou expérimentales) et d'en déduire les règles pratiques du dimensionnement, et c'est la méthode empirique.

Cette dernière contient elle-même les méthodes suivantes :

#### V-4-1- Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

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

**Avec:**

**e:** épaisseur équivalente

**I:** indice CBR (sol support)

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

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

**Log:** logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e_{eq} = a1 \times e1 + a2 \times e2 + a3 \times e3$$

**a1×e1 :** couche de roulement

**a2×e2 :** couche de base

**a3× e3 :** couche de fondation

**Où: c1, c2, c3 :** coefficients d'équivalence.

**e1, e2, e3 :** épaisseurs réelles des couches.

**Coefficient d'équivalence :**

**Tableau V.3:** Coefficient d'équivalence.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobé dense	2.0
Grave ciment – grave laitier	1.50.
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.5 à 0.75

### **V-4-2- Méthode A.A.S.H.O (American Association of State Highway Officials):**

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales.

Chaque section reçoit environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs :

- L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- L'influence des charges et de leur répétition.

### **V-4-3- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :**

Le dimensionnement par la méthode du catalogue de dimensionnement (méthode rationnelle) passe par la détermination des contraintes et déformations admissibles des matériaux sous l'effet du trafic considéré et la durée de vie escomptée.

Les sollicitations subies par les matériaux sous l'effet du trafic seront ensuite calculées et comparées aux sollicitations admissibles. Le développement de l'outil informatique a fait que les méthodes de dimensionnement rationnelles sont devenues plus accessibles. Avec la facilité de résolution des équations multiples à dérivées partielles, des logiciels comme Alizé.

C'est un logiciel qui modélise les structures multicouches et calcule les contraintes transversales et radiales ainsi que les déformations à travers les couches de chaussées. Pour cela, il faut :

- Le type de poids lourd et la charge standard.
- Le nombre de couches composant la chaussée, leur épaisseur et le mode de liaison entre ces différentes couches.
- Les caractéristiques pour chaque matériau composant la chaussée : le module de Young E et le coefficient de Poisson.

## **V-5- APPLICATION AU PROJET :**

### **V-5- 1- Données de l'étude :**

Chaussée unidirectionnelle à trois voies,

- Le trafic à l'année 2020 :  $TJMA_{2020} = 4000 \text{ v/j}$ .

- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté  $\tau = 6 \%$
- Le pourcentage moyen de poids lourds  $Z = 26 \%$
- La durée de vie estimée de 20 ans
- ICBR = 4

### V-5- 2- Répartition de trafic :

- Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :

$$\text{TPL} = \text{TMJA} \% \text{ PL}$$

$$\text{TPL} = 4000 \times 0.26 = 1040 \text{ V/j}$$

- Calcul du trafic du VPL a l'année horizon :

$$\text{TPL}_{2040} = \text{TPL} \times (1 + \tau)^{20}$$

$$\text{TPL}_{2040} = 1040 \times (1 + 0.06)^{20}$$

$$\text{TPL}_{2040} = 3335 \text{ VPL/j}$$

### V-5- 3- Calcul d'épaisseur:

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{3335}{10})}{4 + 5}$$

$$e = 68 \text{ cm}$$

### V-5- 4- Epaisseur équivalente :

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

Chaque matériau est donné par son coefficient d'équivalence :

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

$$e_1 = 8 \text{ cm} \text{ soit un coefficient équivalent : } a_1 = 2 \rightarrow e_1 \times a_1 = 16 \text{ cm}$$

#### b- Couche de base en grave bitume

$$e_2 = 13 \text{ cm} \text{ soit un coefficient équivalent : } a_2 = 1.5 \rightarrow e_2 \times a_2 = 19.5 \text{ cm}$$

#### b- Couche de base en grave concasé

$$e_3 = 18 \text{ cm} \text{ soit un coefficient équivalent : } a_3 = 1 \rightarrow e_3 \times a_3 = 18 \text{ cm}$$

#### c- Couche de fondation en Tuf

On a le coefficient équivalent  $a_3 = 0.50$

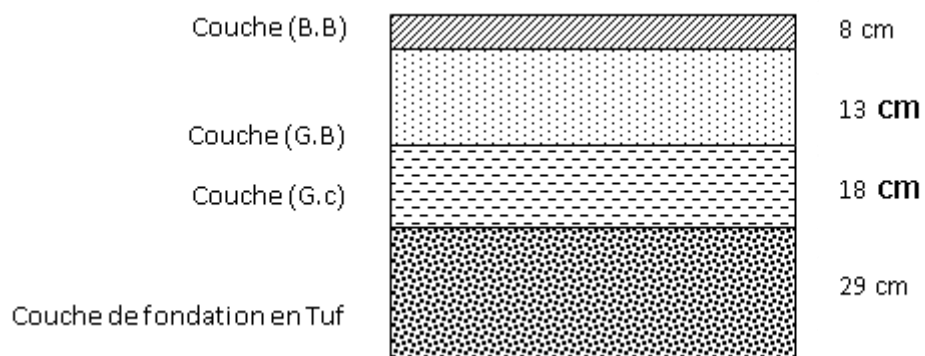
$$e_{\text{équi}} = a_1e_1 + a_2e_2 + a_3e_3 + a_4e_4 = 69 \text{ cm}$$

$$a_4e_4 = e_{\text{équi}} - a_1e_1 - a_2e_2 - a_3e_3 = 69 - 16 - 19.5 - 18 = 14,5 \text{ cm}$$

$$e_4 = 14 / 0.50 = 29 \text{ cm}$$

**Tableau V.4** :des différentes couches

Couches	Matériaux utilisés	épaisseur totale réelle (cm)	épaisseur équivalente (cm)
Couche de revêtement	BB	8	16
	GB	13	19.5
Couche de base	GC	18	18
Couche de fondation	Tuf	30	15
		68	≈ 68



**Figure V.4:** Différentes couches du corps de chaussée

**Chapitre VI**  
**Profile En Travers**

## VI-1- DEFINITION:

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

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 « Profil en travers » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc...).

## VI-2- TYPES DE PROFIL EN TRAVERS:

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers :

### VI-2-1- profil en travers type :

Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

### VI-2-2- profil en travers courants :

Se sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (Accidenté ou plat).

## VI-3- Les éléments de composition du profil en travers:

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

### a) - La chaussée :

C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

### b) - La largeur roulable:

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

### c) - La plate forme :

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.

### d) - Assiette :

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

**e) - L'emprise :**

C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances elle coïncidant généralement avec le domaine public.

**f) - Les accotements :**

Les accotements sont les zones latérales de la plate forme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

Ils comportent généralement les éléments suivants :

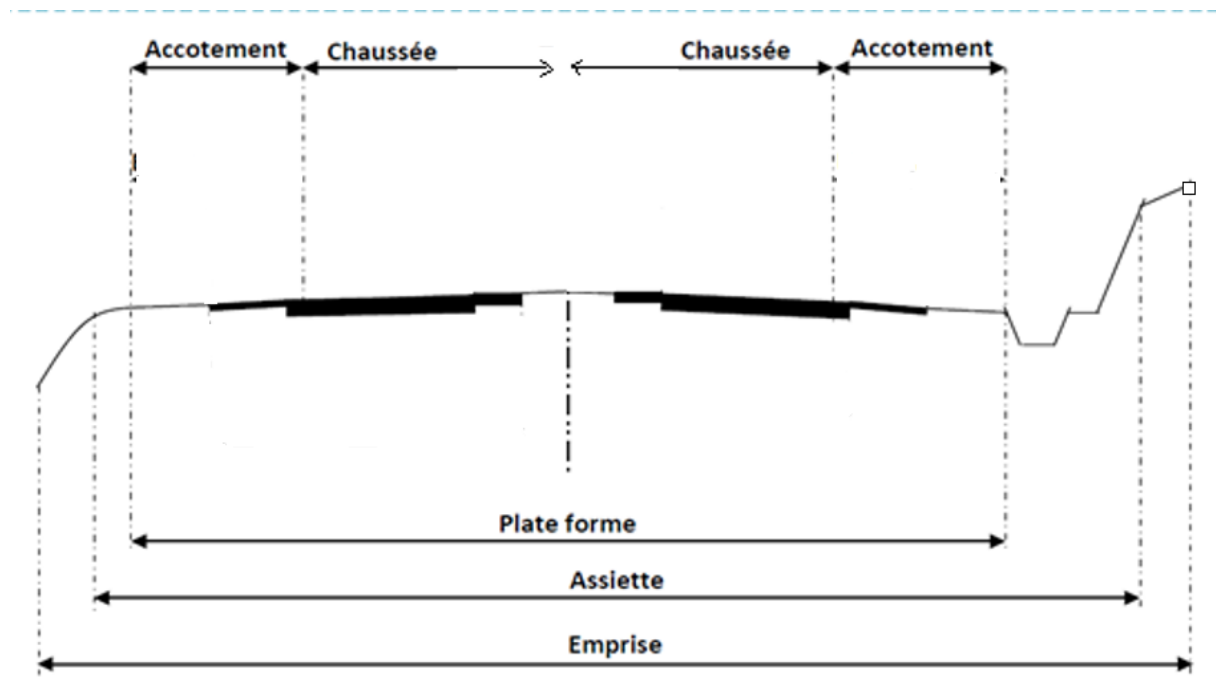
- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

**g) - 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.

**h) - 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.



**Figure VI.1:** Les éléments constitutifs du profil en travers.



**VI-4- Application au projet :**

Après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé une Chaussée bidirectionnelle à deux voies (une voie par sens).

- Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- **Chaussée** :  $7 \times 2 = 14$  m
- **Accotement** :  $2.5 \times 2 = 5$  m.
- **Plate-forme** : 19m.

**Chapitre VII**  
**Cubatures et Mouvements**  
**des Terres**

### VII-1- INTRODUCTION:

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

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

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 le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

### VII-2- CUBATURES TERRASSEMENTS :

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

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

### VII-3- Méthode utilisée :

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

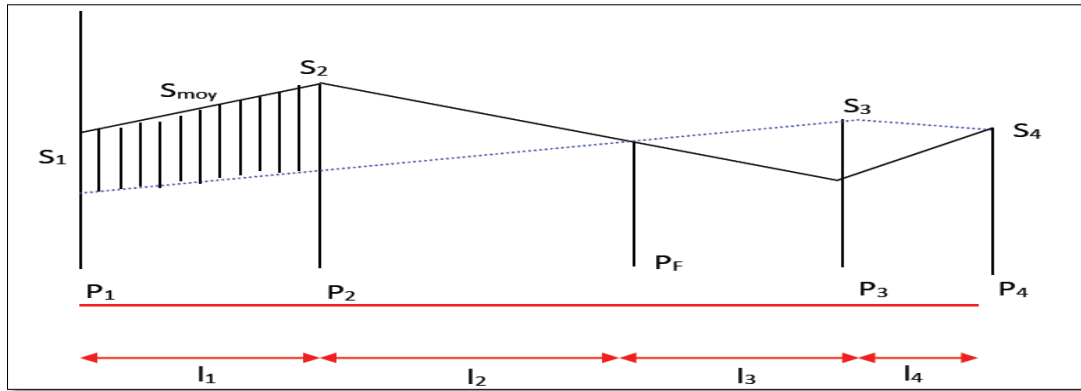
#### VII-3-1- Description de la Méthode:

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

Où  $h$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_0$  désignant respectivement :

- Hauteur entre deux profils.
- Hauteur des deux profils.

Surface limitée à mi-distances des profils ; ici à la figure ci-dessous on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.



**Figure VII.1:** Schéma représentant la surface entre profil.

Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1 et S2 sera égale à :  $V = \frac{L_1}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_{moy})$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions **Smoy** et  $\frac{S_1 + S_2}{2}$

$$\text{Ceci donne : } V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

Donc les volumes seront :

$$\text{❖ Entre P1 et P2} \quad V_1 = \frac{l_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

$$\text{❖ Entre P2 et PF} \quad V_2 = \frac{l_2}{2} \times (S_2 + 0)$$

$$\text{❖ Entre PF et P3} \quad V_3 = \frac{l_3}{2} \times (0 + S_3)$$

En additionnant membres à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

$$V = \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{l_1 + l_2}{2} S_2 + \frac{l_2 + l_3}{2} 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4$$

On voit l'utilité de placer les profils PF puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

## VII-4- MOUVEMENT DES TERRES :

### VII-4-1- Métré de terrassement :

C'est une méthode quantitative qui consisté à évaluer les cubes du déblai et du remblai existant dans un projet, l'opération qui consiste à transporter les terres de déblais ou d'emprunt en remblai ou en dépôt dite mouvement des terres.

A cette opération deux facteurs interviennent :

- Les cubes des terres à transporter.
- Distance de transport.

A cet effet, on cherche toujours la distance minimale de transport :

- En évacuant l'excès de déblai aux dépôts les plus proches.
- En ramenant les terres des emprunts les plus proche.

#### **VII-4-2- Foisonnement :**

On appelle la propriété que présente les sols d'augmenter le volume lorsqu'on les manipule, il se produit à ce moment par suite de la décompression de matériaux de vides partiels, entre les particules plus ou moins grosses et les cailloux.

Lorsqu'on remet en place les sols remaniés, ils ne représentent par le volume qu'ils occupaient précédemment dans la majorité des cas.

Le foisonnement des matériaux est très variable. Suivant la nature du sol, on a pris le coefficient de foisonnement pour les terres qui seront transportées égale à 20%.

#### **VII-4-3- Moment de transport :**

C'est le produit du volume transporté par la distance de transport  $M = v \times d$

**Avec :**

**v** : volume transporté

**d** : distance de transport

Le but de l'étude des mouvements des terres est de trouver la distance moyenne minimale de transport pour minimiser le prix de ce dernier.

#### **VII-4-4- Distance moyenne de transport :**

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n v_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

#### **VII-4-5- Epure de LALANNE :**

Elle consiste à rechercher les transports des terres des plus économiques entre les déblais réutilisables, les dépôts, le remblai et les emprunts.

Dans le cas de profil mixtes (remblai et déblai), on ne prendra en compte que la cube de terre restant après compensation dans les profils.

Le but de l'épure consiste à obtenir la somme minimum des moments de transports qui dépend de la ligne horizontale dite de répartition choisie.

#### **VII-4-6- Principe de l'épure de LALANNE :**

Il s'agit maintenant de déterminer le détail des transports des terres d'un profil à un autre et d'un ou plusieurs lieux d'emprunts à des profils ou depuis des profils vers des emprunts dans le cas d'un excès de remblai.

C'est pour cela qu'on établit l'épure de LALANNE.

#### VII-4-7- Etablissement de l'épure de LALANNE:

L'épure de LALANNE est un moyen de représentation graphique des terrassements effectués, et s'établit de la façon suivante :

- On représente les volumes par des lignes verticales dont la longueur est proportionnelle aux cubes représentés
- On trace une ligne horizontale initiale appelé ligne des terres sur laquelle on porte l'échelle choisie l'emplacement des profils en travers.
- On porte les déblais de bas en haut et les remblais de haut en bas sautant d'un profil à un autre par un échelon horizontal en cumulant les cubes à chaque profil et comptant les déblais comme positif et les remblais comme négatif.

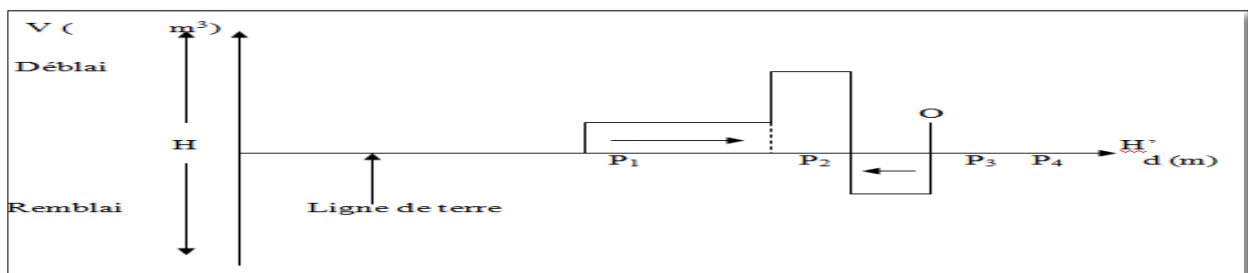


Figure VII.2:L'épure de LALANNE.

#### VII-4-8- Ligne de répartition des sens de transport:

On cherche à partager cette épure dans sa hauteur par une ligne horizontale qui pourra être différente ou non de l'horizontal (H, H'), et qui suivra la ligne de répartition, (LR) de la direction des transports ; ce ci devra se faire de gauche à droite pour les volumes situés au-dessus de cette ligne et de droite à gauche pour les volumes situés au-dessous de cette ligne.

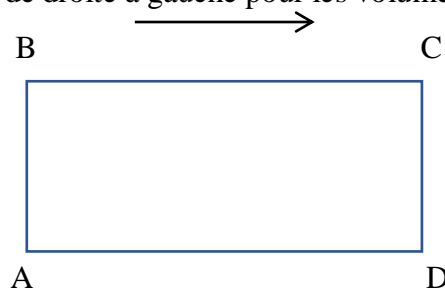


Figure IX.3 : Sens de transport.

La flèche indique qu'il conviendra de transporter le déblai AB pour combler le remblai CD, situé à la distance AD, le rectangle ABCD a pour surface le produit AB par la distance AD ; cette surface est appelée moment de transport.

### VII-5- Calculs des cubatures :

Le tableau ci-après représente le calcul des cubatures :

**Tableau VII.1:** cubatures

VOLUMES TERRASSEMENT			
N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI
1	0,00	0,00	165,30
2	20,00	0,00	517,40
3	40,00	0,00	699,30
4	60,00	0,00	760,50
5	80,00	0,00	991,00
6	100,00	0,00	975,00
7	120,00	0,00	1158,10
8	140,00	0,00	1223,30
9	160,00	0,00	1041,60
10	180,00	0,00	620,90
11	200,00	9,40	225,60
12	220,00	71,80	148,40
13	240,00	100,60	173,20
14	253,13	46,60	131,10
15	260,00	55,90	210,90
16	280,00	20,20	437,70
17	300,00	1,60	561,20
18	320,00	0,00	661,70
19	340,00	11,00	602,90
20	360,00	24,90	570,50
21	380,00	36,80	566,90
22	400,00	6,20	592,30
23	420,00	0,00	706,20
24	433,63	0,00	390,00
25	440,00	0,00	478,10
26	460,00	0,00	701,60
27	480,00	0,00	220,30
28	500,00	771,70	0,00
29	520,00	1828,00	0,00
30	540,00	2811,90	0,00
31	560,00	3707,10	0,00
32	580,00	4669,30	0,00
33	600,00	5828,40	0,00
34	620,00	6750,80	0,00

35	640,00	7570,70	0,00
36	660,00	7690,90	0,00
37	680,00	7430,10	0,00
38	700,00	6907,20	0,00
39	720,00	6529,30	0,00
40	740,00	6373,20	0,00
41	760,00	5893,20	0,00
42	780,00	5530,60	0,00
43	800,00	5449,40	0,00
44	820,00	5179,20	0,00
45	840,00	5223,20	0,00
46	860,00	5779,30	0,00
47	880,00	6900,20	0,00
48	900,00	7857,80	0,00
49	920,00	8133,40	0,00
50	940,00	6689,40	0,00
51	960,00	6268,20	0,00
52	980,00	5732,80	0,00
53	1000,00	4805,50	0,00
54	1020,00	3142,00	0,00
55	1040,00	1735,10	0,00
56	1060,00	766,60	0,00
57	1080,00	132,20	118,20
58	1100,00	0,00	541,10
59	1118,96	0,00	432,00
60	1120,00	0,00	459,80
61	1140,00	0,00	1057,80
62	1160,00	0,00	1200,80
63	1180,00	0,00	1174,70
64	1200,00	0,00	1004,70
65	1218,96	0,00	473,60
66	1220,00	0,00	497,90
67	1240,00	0,00	937,40
68	1260,00	0,00	1077,80
69	1280,00	0,00	1432,50
70	1300,00	0,00	1595,30
71	1320,00	0,00	1723,40
72	1340,00	0,00	1798,80
73	1360,00	0,00	2069,10
74	1380,00	0,00	2318,40
75	1400,00	0,00	2676,80
76	1420,00	0,00	2735,20
77	1440,00	0,00	2672,60
78	1460,00	0,00	2789,50
79	1480,00	0,00	1885,00



80	1488,04	0,00	1269,70
81	1500,00	0,00	1799,80
82	1520,00	0,00	1742,70
83	1540,00	0,00	896,50
84	1560,00	0,00	914,00
85	1580,00	0,00	616,20
86	1588,04	0,00	407,80
87	1600,00	0,00	496,60
88	1620,00	1,60	125,40
89	1629,47	47,60	16,70
90	1640,00	181,50	0,00
91	1660,00	453,10	0,00
92	1680,00	473,00	0,00
93	1700,00	496,00	0,00
94	1720,00	406,80	0,00
95	1740,00	317,80	0,00
96	1760,00	163,20	0,00
97	1780,00	284,40	0,00
98	1800,00	277,80	0,00
99	1820,00	476,50	0,00
100	1840,00	724,30	0,00
101	1860,00	1064,10	0,00
102	1880,00	1329,30	0,00
103	1900,00	888,80	0,00
104	1902,33	809,40	0,00
105	1920,00	1725,10	0,00
106	1940,00	2416,00	0,00
107	1960,00	3251,50	0,00
108	1980,00	3054,20	0,00
109	2000,00	2054,40	0,00
110	2020,00	354,20	0,00
111	2020,56	327,90	0,00
112	2040,00	0,00	547,10
113	2060,00	0,00	1650,40
114	2080,00	0,00	1191,20
115	2080,56	0,00	1156,60
116	2100,00	0,00	1915,50
117	2120,00	0,00	1268,20
118	2140,00	9,20	545,50
119	2160,00	108,60	137,30
120	2180,00	248,90	29,00
121	2200,00	279,20	19,10
122	2220,00	137,80	16,80
123	2223,58	103,90	19,20
124	2240,00	245,30	72,70

125	2260,00	443,60	0,00
126	2280,00	350,10	0,00
127	2283,58	310,20	0,00
128	2300,00	481,30	0,00
129	2320,00	537,80	0,00
130	2340,00	687,30	0,00
131	2360,00	541,50	0,00
132	2369,60	82,70	41,20
133	2380,00	227,60	1,70
134	2400,00	177,80	18,40
135	2420,00	56,40	63,10
136	2440,00	0,00	159,80
137	2460,00	0,00	251,70
138	2480,00	0,00	234,80
139	2500,00	2,30	194,40
140	2520,00	33,90	139,20
141	2540,00	80,50	89,70
142	2560,00	83,60	56,50
143	2580,00	142,00	6,20
144	2600,00	284,70	0,00
145	2620,00	426,50	0,00
146	2640,00	556,30	0,00
147	2660,00	685,90	0,00
148	2680,00	819,10	0,00
149	2696,54	530,80	0,00
150	2700,00	622,80	0,00
151	2720,00	954,50	0,00
152	2735,58	558,50	0,00
153	2740,00	693,90	0,00
154	2760,00	1231,60	0,00
155	2780,00	1354,20	0,00
156	2800,00	1211,70	0,00
157	2808,02	951,40	0,00
158	2820,00	1919,80	0,00
159	2840,00	3193,40	0,00
160	2860,00	1984,70	0,00
161	2880,00	960,10	146,60
162	2882,77	888,70	0,00
163	2900,00	1671,00	0,00
164	2920,00	1839,90	0,00
165	2940,00	1132,90	0,00
166	2946,42	844,60	0,00
167	2960,00	1276,60	0,00
168	2980,00	696,70	0,00
169	2983,02	580,60	0,00

170	3000,00	827,60	0,00
171	3020,00	626,90	0,00
172	3040,00	431,30	0,00
173	3060,00	404,60	0,00
174	3080,00	354,00	0,00
175	3100,00	269,60	6,20
176	3120,00	190,60	44,20
177	3139,28	68,90	38,00
178	3140,00	10,90	6,20
179	3142,51	62,50	40,50
180	3160,00	62,70	91,10
181	3180,00	37,90	96,20
182	3200,00	57,70	93,70
183	3220,00	56,90	117,30
184	3240,00	22,40	167,80
185	3260,00	0,00	279,60
186	3280,00	13,30	214,80
187	3300,00	38,50	203,60
188	3320,00	37,00	196,30
189	3340,00	0,00	410,20
190	3360,00	0,00	463,60
191	3380,00	0,00	414,70
192	3400,00	0,00	219,20
193	3420,00	35,10	43,00
194	3433,35	81,60	1,00
195	3436,73	41,40	0,00
196	3440,00	177,50	0,00
197	3460,00	682,90	0,00
198	3480,00	770,40	0,00
199	3500,00	840,20	0,00
200	3520,00	804,20	0,00
201	3540,00	693,10	0,00
202	3560,00	545,70	0,00
203	3578,29	282,00	0,00
204	3580,00	306,70	0,00
205	3600,00	636,30	0,00
206	3620,00	702,60	0,00
207	3640,00	683,10	0,00
208	3658,29	430,20	0,00
209	3660,00	484,10	0,00
210	3680,00	809,00	0,00
211	3700,00	683,70	0,00
212	3720,00	570,00	0,00
213	3740,00	289,90	0,00
214	3760,00	81,10	40,40

215	3780,00	154,40	57,20
216	3800,00	72,70	109,90
217	3820,00	31,60	337,80
218	3840,00	1,80	684,50
219	3860,00	0,00	670,80
220	3880,00	0,00	544,40
221	3900,00	0,00	402,80
222	3920,00	11,30	276,50
223	3940,00	55,90	181,80
224	3960,00	122,60	117,40
225	3980,00	171,30	114,20
226	4000,00	147,20	108,00
227	4020,00	167,20	79,10
228	4040,00	156,70	72,30
229	4060,00	74,30	45,50
230	4080,00	130,80	33,60
231	4100,00	233,10	55,90
232	4120,00	392,70	57,60
233	4140,00	547,90	31,50
234	4160,00	367,10	0,00
235	4160,61	358,60	0,00
236	4180,00	851,00	0,00
237	4200,00	1034,10	0,00
238	4220,00	1150,20	0,00
239	4240,00	558,60	0,00
240	4240,61	540,70	0,00
241	4260,00	909,00	0,00
242	4280,00	747,50	0,00
243	4300,00	495,60	110,90
244	4320,00	156,00	179,60
245	4336,55	2,20	177,60
246	4340,00	1,30	220,70
247	4360,00	0,00	712,60
248	4380,00	0,00	2154,00
249	4400,00	0,00	3330,40
250	4420,00	0,00	4296,80
251	4440,00	0,00	2197,50
252	4441,55	0,00	1992,00
253	4460,00	0,00	2788,30
254	4480,00	117,70	329,70
255	4500,00	1698,60	0,00
256	4520,00	4450,70	0,00
257	4540,00	6262,10	0,00
258	4560,00	7278,20	0,00
259	4580,00	6455,00	0,00

260	4589,66	4842,70	0,00
261	4600,00	7776,80	0,00
262	4620,00	10902,80	0,00
263	4640,00	10010,00	0,00
264	4660,00	7487,10	0,00
265	4680,00	4633,20	0,00
266	4699,66	1652,50	0,00
267	4700,00	1669,30	0,00
268	4720,00	2558,20	0,00
269	4740,00	2971,00	0,00
270	4760,00	2855,60	0,00
271	4780,00	3956,30	0,00
272	4800,00	4267,40	0,00
273	4815,41	2818,50	0,00
274	4820,00	3548,90	0,00
275	4840,00	5763,90	0,00
276	4860,00	4559,20	0,00
277	4880,00	3141,40	0,00
278	4900,00	1825,50	0,00
279	4920,00	822,90	0,00
280	4925,41	615,30	0,00
281	4940,00	822,10	0,00
282	4960,00	277,10	182,40
283	4980,00	0,00	1012,50
284	5000,00	0,00	1718,80
285	5020,00	0,00	1852,90
286	5040,00	0,00	1936,20
287	5060,00	0,00	1848,90
288	5078,09	0,00	945,10
289	5080,00	0,00	1029,50
290	5100,00	0,00	1349,60
291	5109,09	0,00	918,60
292	5120,00	0,00	1261,00
293	5136,46	0,00	862,10
294	5140,00	0,00	1001,40
295	5160,00	0,00	1468,50
296	5177,80	0,00	680,80
297	5180,00	0,00	727,60
298	5200,00	0,00	1088,80
299	5220,00	0,00	1340,40
300	5240,00	0,00	2055,40
301	5254,47	0,00	1544,20
302	5260,00	0,00	2157,90
303	5280,00	0,00	3169,20
304	5294,47	0,00	1945,90

305	5300,00	0,00	2617,80
306	5320,00	0,00	4428,40
307	5340,00	0,00	4956,10
308	5360,00	0,00	4123,80
309	5380,00	0,00	3367,40
310	5400,00	0,00	2815,70
311	5420,00	0,00	1314,70
312	5422,16	0,00	1165,50
313	5440,00	0,00	1834,90
314	5460,00	0,00	1586,30
315	5480,00	0,00	986,40
316	5483,70	0,00	837,20
317	5500,00	0,00	1475,00
318	5520,00	0,00	1296,70
319	5540,00	0,00	1001,90
320	5560,00	0,00	697,00
321	5580,00	3,70	628,40
322	5600,00	0,00	787,90
323	5620,00	0,00	580,30
324	5624,45	0,00	129,50
325	5625,34	0,00	365,90
326	5640,00	0,00	836,10
327	5660,00	0,00	887,40
328	5680,00	0,00	896,10
329	5700,00	0,00	995,60
330	5720,00	0,00	835,50
331	5740,00	0,00	754,30
332	5760,00	0,00	662,60
333	5778,55	0,00	321,80
334	5780,00	0,00	347,00
335	5800,00	0,00	675,90
336	5820,00	2,00	718,60
337	5840,00	2,10	411,90
338	5844,73	1,30	322,80
339	5860,00	0,00	523,50
340	5880,00	0,00	606,50
341	5900,00	0,00	379,80
342	5903,52	0,00	56,50
		<b>349189,20</b>	<b>171445,60</b>
excès de remblai		177743,60	

- **Volume de déblai total : 349189,20 m<sup>3</sup>**
- **Volume de remblai total : 171445,60 m<sup>3</sup>**
- **Excès de remblai : 177743,60 m<sup>3</sup>**



# **Chapitre VIII**

## **Signalisation Routière**



## VIII -1- INTRODUCTION :

La signalisation routière désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements. Elle comprend deux grands ensembles :

La signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, et la signalisation routière horizontale, constituée des marquages.

## VIII-2- L'OBJECTIF DE LA SIGNALISATION ROUTIERE :

La signalisation routière a pour objet :

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

## VIII-3- REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION :

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

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

## VIII-4- TYPES DE SIGNALISATIONS :

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

### a- Signalisation Verticale :

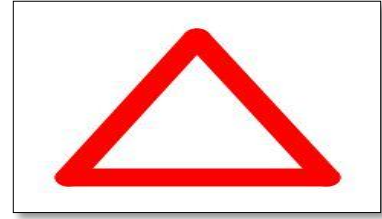
Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

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

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

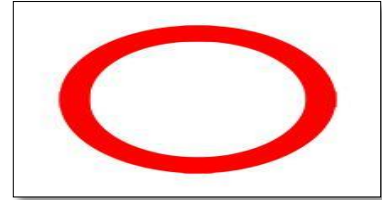
❖ **Signaux de danger :**

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

❖ **Signaux comportant une prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.

❖ **Signaux à simple indication :**

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

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

❖ **Signaux de position des dangers :**

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont un emploi peu fréquent en milieu urbain.

**b- Signalisation Horizontale :**

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

✚ **Marquage longitudinal :**• **Lignes continue :**

Les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.

• **Lignes discontinue :**

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

Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leur intervalles.

Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour les quelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur intervalles.

Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

• **Modulation des lignes discontinues :**

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

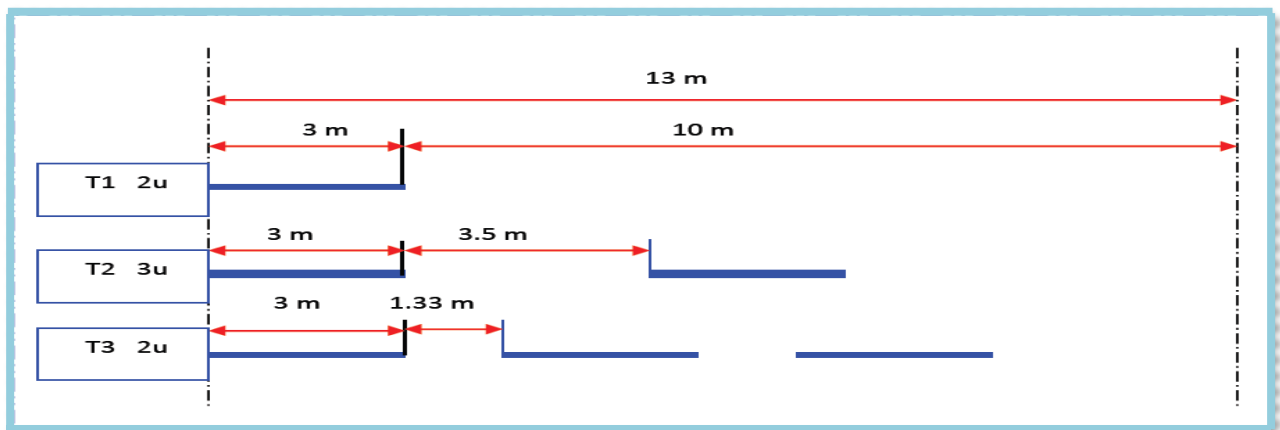


Figure VIII.1 : Types de modulation.

Les modulations des lignes discontinues sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau. VIII.1 : Caractéristiques des lignes discontinues.

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre trait (m)	Rapport Plein/ vide
T1	3.00	10.00	~ 1/3
T2	3.00	3.5	~1
T3	3.00	1.33	~3

✚ **Marquage transversal :**

• **Lignes transversales continue :**

Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

• **Lignes transversales discontinue :**

Éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

➤ **Autre mmarquage :**

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



**Figure VIII.2 :** Flèche de signalisation.

### **X -5- CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES :**

- Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route, à savoir :

U = 7.5cm sur les autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6cm sur les routes et voies urbaines.

U = 5cm pour les autres routes.

### **VIII-6 - APPLICATION AU PROJET :**

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

✚ Signalisation Verticale :









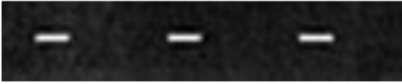

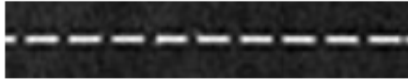
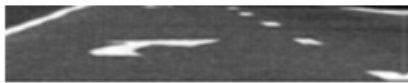



			
<b>A1b</b> Virage à gauche	<b>A1a</b> Virage à droite	<b>AB3a</b> Céder le passage à l'intersection. Signal de position	
			
<b>AB6</b> Indication du caractère prioritaire d'une route	Passage piéton	<b>AB25</b> Carrefour à sens giratoire	<b>B6d</b> Arrêt et stationnement interdits

Tableau VIII.3 : signalisation verticale.

✚ Signalisation horizontale :

	<b>Ligne continue :</b> Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).
	<b>Ligne discontinue :</b> Dépassement et changement de voie autorisés.
	<b>Ligne de dissuasion :</b> Sur des routes étroites ou sinueuses, la ligne de dissuasion remplace une ligne continue, seul le dépassement de véhicules roulant très lentement est autorisé (tracteur agricole, voiturette, cycle...).

	<b>Ligne d'avertissement :</b> Annonce une ligne continue. Des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue.
	<b>Flèches de rabattement :</b> Indiquent la voie dans laquelle il faut se rabattre.
	<b>Ligne mixte :</b> Peut être franchie par le conducteur situé du côté de la ligne discontinue.
	<b>Ligne de rive trait :</b> Sépare la chaussée et l'accotement, peut être franchi pour s'arrêter ou stationner. Dans les sens uniques, la ligne de rive à gauche est continue.
	<b>Hachurage :</b> Sur le nez d'îlot.

## VIII-7- ECLAIRAGE:

### VIII-7-1 INTRODUCTION :

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

### VIII-7-2 CATEGORIES D'ECLAIRAGE:

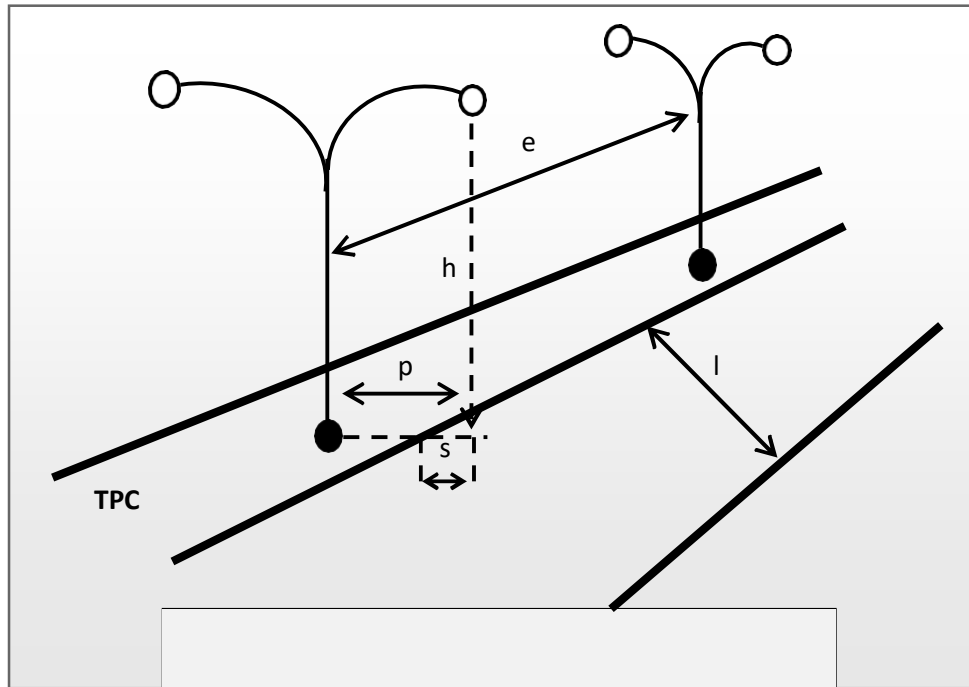
On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

### VIII-7-3 PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES:

- L'espacement (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire: elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.

- La largeur ( $l$ ) de la chaussée.
- Le porte-à-faux ( $p$ ) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb ( $s$ ) par rapport au bord de la chaussée.



**Figure VIII.4 :** Paramètres de l'implantation des luminaires

#### VIII-7-4 APPLICATION AU PROJET:

Eclairage de la voie (le long de la Pénétrante) :

La bordure du TPC doit être parfaitement visible, on adopte à cet effet des dispositifs lumineux on place. Ensuite, les foyers doivent être suffisamment rapprochés pour que les plages d'éclairément se raccordent sans discontinuité. La hauteur des foyers est en général de 8 à 12m, ainsi l'espacement des supports varie de 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré.

#### VIII-8- CONCLUSION :

La signalisation routière acquiert une grande importance dans un notre projet suivant tous le long de l'itinéraire qui rend la circulation plus faciles sure aux usagers.

L'éclairage serve à garantir aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible car la situation de projet.

**Chapitre IX**  
**Estimation Du Coût**  
**Du Projet**



## XI. ESTIMATION DU COUT DU PROJET

Selon les prix mis à notre disposition le calcul du devis estimatif du projet portera essentiellement sur :

- Décapage de la plate-forme.
- Déblai et Remblai.
- Corps de chaussée.
- Séparateurs.

### XI-1 : Calcul du cout du projet :

**Tableau XI-1 : Devis estimatif.**

N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (DA)	MONTANT
2	Déblais	m <sup>3</sup>	46075,000	325	14974375,000
3	Remblais	m <sup>3</sup>	50443,823	500	25221911,500
<b>Corps de chaussée</b>					
4	F/mise en œuvre de la couche en béton bitumineux 0/10 sur une ép : de 08 cm y compris couche d'imprégnation 0/1 et toute sujétions de mise en œuvre.	T	9542,40	9400	89698560,000
5	F/mise en œuvre de la couche en Grave Bitumineux 0/14 sur une ép : de 13 cm	T	15834,00	9400	148839600,000
	. Rechargement de la plate-forme en grave concassés sur une ép : de 18 cm y compris arrosage, compactage et toutes sujétions de mise en œuvre	T	36288,00	1600	58060800,000
6	. Rechargement de la plate-forme en TUF sur une ép : de 26 cm y compris arrosage, compactage et toutes sujétions de mise en œuvre	T	37128,00	1350	50122800,000
<b>Séparateurs</b>					
7	Type DBA	ML	6000,00	3500	21000000,00
8	Type GBA	ML	6000,00	3500	21000000,00
<b>Assainissement</b>					
9	Fossé en béton	ML	12000,00	2500	30000000,00
<b>Signalisation</b>					
10	Ligne axiale de séparation de voies	ML	6000,00	170	1020000,00
11	Ligne de rive de chaussée (Limite BAU)	ML	12000,00	170	2040000,00
12	Ligne continue (Rive DBA)	ML	12000,00	170	2040000,00
<b>MONTANT EN H T</b>					464018046,50
<b>TVA 19%</b>					88163429,00
<b>MONTANT EN TTC</b>					<b>552181475,50</b>

## CONCLUSION GÉNÉRALE

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

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

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

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

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

**TABULATION**

<b>N°</b>	<b>ABSCI SSE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>ANGLE</b>
<b>1</b>	0	648961,383	3855448,932	284,298g
<b>2</b>	25	648967,487	3855424,689	284,298g
<b>3</b>	50	648973,591	3855400,445	284,298g
<b>4</b>	75	648979,695	3855376,202	284,298g
<b>5</b>	100	648985,997	3855352,011	281,861g
<b>6</b>	125	648994,085	3855328,365	276,177g
<b>7</b>	150	649004,25	3855305,533	270,493g
<b>8</b>	175	649016,409	3855283,699	264,809g
<b>9</b>	200	649030,467	3855263,036	259,125g
<b>10</b>	225	649046,312	3855243,709	253,441g
<b>11</b>	250	649063,817	3855225,872	247,757g
<b>12</b>	275	649082,842	3855209,666	242,073g
<b>13</b>	300	649102,777	3855194,58	241,171g
<b>14</b>	325	649121,665	3855178,243	250,640g
<b>15</b>	350	649137,598	3855159,017	261,251g
<b>16</b>	375	649150,122	3855137,413	271,861g
<b>17</b>	400	649158,887	3855114,031	282,471g
<b>18</b>	425	649163,653	3855089,519	293,082g
<b>19</b>	450	649164,285	3855064,555	303,692g
<b>20</b>	475	649160,768	3855039,833	314,302g
<b>21</b>	500	649154,151	3855015,728	316,797g
<b>22</b>	525	649148,551	3854991,369	311,975g
<b>23</b>	550	649144,81	3854966,657	307,152g
<b>24</b>	575	649142,951	3854941,732	302,329g
<b>25</b>	600	649142,983	3854916,738	297,506g
<b>26</b>	625	649144,907	3854891,818	292,683g
<b>27</b>	650	649148,712	3854867,115	287,860g
<b>28</b>	675	649154,17	3854842,721	285,316g
<b>29</b>	700	649158,047	3854818,049	295,049g
<b>30</b>	725	649158,038	3854793,074	304,996g
<b>31</b>	750	649154,143	3854768,405	314,944g
<b>32</b>	775	649146,606	3854744,586	322,038g
<b>33</b>	800	649138,124	3854721,069	322,038g
<b>34</b>	825	649129,709	3854697,528	320,830g
<b>35</b>	850	649122,42	3854673,619	316,851g
<b>36</b>	875	649116,637	3854649,301	312,872g
<b>37</b>	900	649112,385	3854624,669	308,893g
<b>38</b>	925	649109,68	3854599,82	304,914g
<b>39</b>	950	649108,532	3854574,851	300,935g
<b>40</b>	975	649108,946	3854549,858	296,956g

<b>41</b>	1000	649110,92	3854524,94	292,977g
<b>42</b>	1025	649114,447	3854500,194	288,999g
<b>43</b>	1050	649119,4	3854475,692	286,548g
<b>44</b>	1075	649124,643	3854451,248	286,548g
<b>45</b>	1100	649129,887	3854426,804	286,548g
<b>46</b>	1125	649135,13	3854402,36	286,548g
<b>47</b>	1150	649140,374	3854377,916	286,548g
<b>48</b>	1175	649145,617	3854353,472	286,548g
<b>49</b>	1200	649150,861	3854329,028	286,548g
<b>50</b>	1225	649156,104	3854304,584	286,548g
<b>51</b>	1250	649161,348	3854280,141	286,548g
<b>52</b>	1275	649166,458	3854255,669	288,206g
<b>53</b>	1300	649170,293	3854230,969	292,185g
<b>54</b>	1325	649172,577	3854206,078	296,164g
<b>55</b>	1350	649173,302	3854181,092	300,143g
<b>56</b>	1375	649172,464	3854156,11	304,122g
<b>57</b>	1400	649170,069	3854131,23	308,101g
<b>58</b>	1425	649166,123	3854106,547	312,080g
<b>59</b>	1450	649160,644	3854082,159	316,058g
<b>60</b>	1475	649153,653	3854058,161	320,037g
<b>61</b>	1500	649145,176	3854034,646	324,016g
<b>62</b>	1525	649135,273	3854011,695	327,229g
<b>63</b>	1550	649124,903	3853988,947	327,229g
<b>64</b>	1575	649114,533	3853966,199	327,229g
<b>65</b>	1600	649104,163	3853943,451	327,229g
<b>66</b>	1625	649093,793	3853920,703	327,229g
<b>67</b>	1650	649083,423	3853897,956	327,229g
<b>68</b>	1675	649073,053	3853875,208	327,229g
<b>69</b>	1700	649062,683	3853852,46	327,229g
<b>70</b>	1725	649052,314	3853829,712	327,229g
<b>71</b>	1750	649042,014	3853806,932	326,209g
<b>72</b>	1775	649032,49	3853783,82	323,556g
<b>73</b>	1800	649023,937	3853760,33	320,904g
<b>74</b>	1825	649016,371	3853736,505	318,251g
<b>75</b>	1850	649009,803	3853712,385	315,599g
<b>76</b>	1875	649004,245	3853688,012	312,946g
<b>77</b>	1900	648999,708	3853663,429	310,293g
<b>78</b>	1925	648996,198	3853638,678	307,641g
<b>79</b>	1950	648993,723	3853613,803	304,988g
<b>80</b>	1975	648992,286	3853588,846	302,336g

<b>81</b>	2000	648991,889	3853563,851	299,683g
<b>82</b>	2025	648992,535	3853538,861	297,030g
<b>83</b>	2050	648994,22	3853513,92	294,378g
<b>84</b>	2075	648996,943	3853489,071	291,725g
<b>85</b>	2100	649000,699	3853464,356	289,073g
<b>86</b>	2125	649005,481	3853439,82	286,420g
<b>87</b>	2150	649011,281	3853415,503	283,768g
<b>88</b>	2175	649018,088	3853391,45	281,115g
<b>89</b>	2200	649025,892	3853367,701	278,462g
<b>90</b>	2225	649034,678	3853344,298	275,810g
<b>91</b>	2250	649044,348	3853321,244	274,270g
<b>92</b>	2275	649054,179	3853298,259	274,270g
<b>93</b>	2300	649064,011	3853275,273	274,270g
<b>94</b>	2325	649073,842	3853252,287	274,270g
<b>95</b>	2350	649083,674	3853229,302	274,270g
<b>96</b>	2375	649093,505	3853206,316	274,270g
<b>97</b>	2400	649103,336	3853183,33	274,270g
<b>98</b>	2425	649113,168	3853160,345	274,270g
<b>99</b>	2450	649122,999	3853137,359	274,270g
<b>100</b>	2475	649132,831	3853114,373	274,293g
<b>101</b>	2500	649142,625	3853091,371	274,377g
<b>102</b>	2525	649152,417	3853068,369	274,377g
<b>103</b>	2550	649162,21	3853045,367	274,377g
<b>104</b>	2575	649172,002	3853022,365	274,377g
<b>105</b>	2600	649181,795	3852999,362	274,377g
<b>106</b>	2625	649191,588	3852976,36	274,377g
<b>107</b>	2650	649201,38	3852953,358	274,377g
<b>108</b>	2675	649211,173	3852930,355	274,377g
<b>109</b>	2700	649220,965	3852907,353	274,377g
<b>110</b>	2725	649230,758	3852884,351	274,377g
<b>111</b>	2750	649240,55	3852861,348	274,377g
<b>112</b>	2775	649250,336	3852838,343	274,480g
<b>113</b>	2800	649260,091	3852815,325	274,480g
<b>114</b>	2825	649269,846	3852792,307	274,480g
<b>115</b>	2850	649279,602	3852769,289	274,480g
<b>116</b>	2875	649289,357	3852746,271	274,480g
<b>117</b>	2900	649299,112	3852723,253	274,480g
<b>118</b>	2925	649308,95	3852700,27	273,584g
<b>119</b>	2950	649319,34	3852677,532	272,020g
<b>120</b>	2975	649329,977	3852654,908	272,020g

121	3000	649340,615	3852632,284	272,020g
122	3025	649351,252	3852609,66	272,020g
123	3050	649361,644	3852586,923	273,499g
124	3075	649371,467	3852563,934	275,090g
125	3100	649380,711	3852540,707	276,682g
126	3125	649389,426	3852517,275	277,588g
127	3150	649398,047	3852493,809	277,588g
128	3175	649406,829	3852470,402	276,405g
129	3200	649416,175	3852447,216	274,813g
130	3225	649425,899	3852424,184	274,545g
131	3250	649435,631	3852401,156	274,545g
132	3275	649445,363	3852378,128	274,545g
133	3300	649455,095	3852355,1	274,545g
134	3325	649464,827	3852332,072	274,545g
135	3350	649474,559	3852309,044	274,545g
136	3375	649484,291	3852286,016	274,545g
137	3400	649494,023	3852262,988	274,545g
138	3425	649503,755	3852239,96	274,545g
139	3450	649513,222	3852216,824	276,701g
140	3475	649521,581	3852193,266	279,884g
141	3500	649528,753	3852169,319	283,067g
142	3525	649534,718	3852145,044	286,250g
143	3550	649539,463	3852120,501	289,433g
144	3575	649542,976	3852095,752	292,616g
145	3600	649535,686	3852073,542	339,732g
146	3625	649521,076	3852053,255	339,732g
147	3650	649506,467	3852032,968	339,732g
148	3675	649491,858	3852012,681	339,732g
149	3700	649478,286	3851991,705	332,440g
150	3725	649467,56	3851969,143	324,063g
151	3750	649459,887	3851945,368	315,687g
152	3775	649455,4	3851920,793	307,310g
153	3800	649454,175	3851895,841	298,934g
154	3825	649456,235	3851870,944	290,557g
155	3850	649461,543	3851846,532	282,180g
156	3875	649469,18	3851822,728	279,937g
157	3900	649476,929	3851798,96	279,937g
158	3925	649484,678	3851775,191	279,937g
159	3950	649492,427	3851751,422	279,937g
160	3975	649500,176	3851727,654	279,937g

<b>161</b>	4000	649507,925	3851703,885	279,937g
<b>162</b>	4025	649515,645	3851680,107	280,356g
<b>163</b>	4050	649523,024	3851656,221	281,493g
<b>164</b>	4075	649529,976	3851632,207	282,630g
<b>165</b>	4100	649536,498	3851608,073	283,767g
<b>166</b>	4125	649542,587	3851583,827	284,904g
<b>167</b>	4150	649548,243	3851559,475	286,040g
<b>168</b>	4175	649553,463	3851535,026	287,177g
<b>169</b>	4200	649558,245	3851510,488	288,314g
<b>170</b>	4225	649562,589	3851485,869	289,451g
<b>171</b>	4250	649566,492	3851461,176	290,588g
<b>172</b>	4275	649569,954	3851436,417	291,724g
<b>173</b>	4300	649573,019	3851411,606	292,344g
<b>174</b>	4325	649576,018	3851386,786	292,344g
<b>175</b>	4350	649579,017	3851361,967	292,344g
<b>176</b>	4375	649582,017	3851337,148	292,344g
<b>177</b>	4400	649585,66	3851312,421	287,923g
<b>178</b>	4425	649591,503	3851288,123	282,029g
<b>179</b>	4450	649599,568	3851264,469	276,134g
<b>180</b>	4475	649609,786	3851241,662	270,239g
<b>181</b>	4500	649622,068	3851219,897	264,345g
<b>182</b>	4525	649636,31	3851199,361	258,450g
<b>183</b>	4550	649652,39	3851180,23	252,555g
<b>184</b>	4575	649670,17	3851162,668	246,661g
<b>185</b>	4600	649689,497	3851146,825	240,766g
<b>186</b>	4625	649710,207	3851132,837	234,872g
<b>187</b>	4650	649732,121	3851120,823	228,977g
<b>188</b>	4675	649755,052	3851110,888	223,082g
<b>189</b>	4700	649778,803	3851103,115	217,188g
<b>190</b>	4725	649803,172	3851097,571	211,293g
<b>191</b>	4750	649827,948	3851094,304	205,398g
<b>192</b>	4775	649852,861	3851092,218	205,318g
<b>193</b>	4800	649877,774	3851090,132	205,318g
<b>194</b>	4825	649902,687	3851088,045	205,318g
<b>195</b>	4850	649927,6	3851085,959	205,318g
<b>196</b>	4875	649952,512	3851083,873	205,318g
<b>197</b>	4900	649977,425	3851081,787	205,318g
<b>198</b>	4925	650002,338	3851079,701	205,318g
<b>199</b>	4950	650027,251	3851077,615	205,318g
<b>200</b>	4975	650052,164	3851075,529	205,318g

<b>201</b>	5000	650077,076	3851073,442	205,318g
<b>202</b>	5025	650101,989	3851071,356	205,318g
<b>203</b>	5050	650126,902	3851069,27	205,318g
<b>204</b>	5075	650151,815	3851067,184	205,318g
<b>205</b>	5100	650176,728	3851065,098	205,318g
<b>206</b>	5125	650201,64	3851063,012	205,318g
<b>207</b>	5150	650226,553	3851060,926	205,318g
<b>208</b>	5175	650251,466	3851058,839	205,318g
<b>209</b>	5200	650276,379	3851056,753	205,318g
<b>210</b>	5225	650301,292	3851054,667	205,318g
<b>211</b>	5250	650326,204	3851052,581	205,318g
<b>212</b>	5275	650351,117	3851050,495	205,318g
<b>213</b>	5300	650376,03	3851048,409	205,318g
<b>214</b>	5325	650400,943	3851046,323	205,318g
<b>215</b>	5350	650425,856	3851044,237	205,318g
<b>216</b>	5375	650450,768	3851042,15	205,318g
<b>217</b>	5400	650475,681	3851040,064	205,318g
<b>218</b>	5425	650500,594	3851037,978	205,318g
<b>219</b>	5450	650525,507	3851035,892	205,318g
<b>220</b>	5475	650550,42	3851033,806	205,318g
<b>221</b>	5500	650575,34	3851031,815	204,389g
<b>222</b>	5525	650600,301	3851030,44	202,621g
<b>223</b>	5550	650625,291	3851029,758	200,852g
<b>224</b>	5575	650650,29	3851029,77	199,084g
<b>225</b>	5600	650675,28	3851030,477	197,316g
<b>226</b>	5625	650700,24	3851031,878	195,547g
<b>227</b>	5650	650725,151	3851033,971	193,779g
<b>228</b>	5675	650749,999	3851036,723	192,551g
<b>229</b>	5700	650774,828	3851039,642	192,551g
<b>230</b>	5725	650799,657	3851042,561	192,551g
<b>231</b>	5750	650824,486	3851045,479	192,551g
<b>232</b>	5775	650849,315	3851048,398	192,551g
<b>233</b>	5800	650874,144	3851051,316	192,551g
<b>234</b>	5825	650898,973	3851054,235	192,551g
<b>235</b>	5850	650923,802	3851057,154	192,551g
<b>236</b>	5875	650948,631	3851060,072	192,551g
<b>237</b>	5900	650973,46	3851062,991	192,551g
<b>238</b>	5920,49 2	650993,812	3851065,383	192,551g



