



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Republique Algerienne Democratique Et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة العربي التبسي - تبسة

Université Larbi Tébessi- Tébessa –

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Civil

## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de Master Académique**

En : **Travaux Publics**

Spécialité : **Voies et Ouvrages D'arts**

Par : **AYEB Ghanem**  
**RAIS Haroun**

Encadré par : **Professeur NINOUH Tarek**

### MEMOIRE

# Etude de contournement de la mine de phosphate de Djebel el Onk (RN16) sur 5Km

Présenté et soutenu publiquement, le 13 / 06 / 2022, devant le jury composé de :

**M. ROULI AHMED**

PROFESSEUR

Président

**M. NINOUH TAREK**

PROFESSEUR

Rapporteur

**M. FARID MESSAOUD**

MAA

Examineur

Promotion : 2021/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# DEDICACES



*Tout d'abord je tiens à remercier le dieu puissant.  
Je dédie ce modeste travail à ma très chère  
mère Ainsi que mon père Belkhir*

*Qui ont su être à mes côtés dans les moments difficiles sans lesquels je n'aurai pas abouti à ce stade d'étude, ainsi que chaque instant de bonheur qu'ils m'ont procuré, fasse dieu que je puisse les honorés.*

*Le projet de fin de cycle qu'on a l'honneur de présenter, a été bien exécuté grâce à la participation exceptionnelle de notre encadrement.*

*A mes chers frères : Nafaa, mouiz, Dhafer .*

*A ma chère sœur :*

*Malouka Atous mes  
oncles et tantes.*

*A Mon ami et binôme Rais Haroun qui était mon frère durant tout le cycle d'étude.*

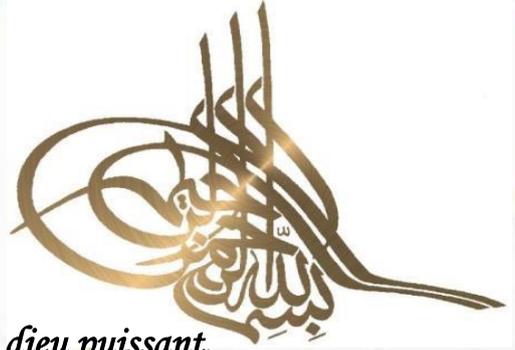
*A tous mes amis : Salah, Islam, Wassim, Housseem, Doha, Mizou, Majdi, Piss,  
, Oubaid, Tayeb, Mohcen, Marimar, Rahou, Baha, Feryelle, Alil, Malek, Satari,  
Aissou, Souma, Iheb, Hcine..... et à toute ma promotion(2022) et mon groupe de master.*

*A la future dame AYEBA*

*Enfin à tous ceux qui me reconnaîtront...*

*Ecrit par : AyeB Ghanem*

# DEDICACES



*Tout d'abord je tiens à remercier le dieu puissant.*

*Je dédie ce modeste travail à ma très chère  
mère Ainsi que mon père **Med Lakhdar** رحمه الله,*

*Qui ont su être à mes côtés dans les moments difficile sans lesquels je n'aurai  
pas abouti à ce stade d'étude, ainsi que chaque instant de bonheur qu'ils  
m'ont procuré, fasse dieu que je puisse les honorés.*

*Le projet de fin de cycle qu'on a l'honneur de présenter, a été bien exécuté  
grâce à la participation exceptionnelle de notre encadrement.*

*A mon cher frère : **Tarek**,  
A ma chère sœur : **Imen**.  
A tous mes oncles et  
tantes.*

*A Mon ami et binôme **Ayeb Ghanem** qui était mon frère durant tout le  
cycle d'étude.*

*A tous mes amis : **Aissou**, **Rayane**, **No9ta**, **Salah**, **Wassim**, **Mizou**, **Houssem**,  
**Islem**, **Majdi**, **Pisst**, **Mouh**, **Daha**, ..... et à toute ma promotion (2022) et mon  
groupe de master.*

*A la future dame RAIS  
Enfin à tous ceux qui me reconnaîtront...*

*Ecrit par : **Rais Haroun***

# Remerciements

*Louange à Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur*

*Mr : NINOUH TAREK pour les orientations et les conseils qu'il a su nous prodiguer durant l'évolution de notre projet.*

*Nous voudrions aussi remercier Dr : MESSAOUD.F, Prof : ROUILIA, Dr : AYEB.B, Dr : LABED.A, Dr : BOUZRED, Dr : SOLTANI.R, Dr : FERNEN, Prof : HAOUAM, Prof : HARKATI.*

*Nos remerciements vont également à tous ceux et celles qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.*

## LISTE DES NOTATIONS

- ✓ **T.J.M.A** : Trafic moyen journalier annuel
- ✓ **TMJA<sub>h</sub>** : trafic à l'horizon (année de mise en service 2021)
- ✓ **TMJA<sub>o</sub>** : Trafic à l'année zéro (origine 2019)
- ✓ **T<sub>eff</sub>** : trafic effectif
- ✓ **U.V.P** : Unité de véhicule particulier
- ✓ **V<sub>r</sub>** : vitesse de référence en km/h
- ✓ **L<sub>min</sub>** : Une longueur minimale d'alignement
- ✓ **L<sub>max</sub>** : Une longueur maximale
- ✓ **ft** : Coefficient de frottement transversal
- ✓ **RHM** : Rayon horizontal minimal absolu
- ✓ **R<sub>hn</sub>** : Rayon minimal normal
- ✓ **R<sub>hd</sub>** : Rayon au dévers minimal
- ✓ **R<sub>hnd</sub>** : Rayon minimal non déversé
- ✓ **S** : Surlargeur
- ✓ **R** : rayon de l'axe de la route.
- ✓ **A** : paramètre de la Clothoïde.
- ✓ **σ** : Angle polaire.
- ✓ **Δ<sub>d</sub>** : variation de dévers
- ✓ **L** : longueur de raccordement.
- ✓ **l** : Largeur de la chaussée.
- ✓ **I<sub>min</sub>** : Déclivité minimum
- ✓ **I<sub>max</sub>** : Déclivité maximum
- ✓ **R<sub>v</sub>** : rayon vertical (m).
- ✓ **R<sub>vm</sub>** : rayon vertical minimal absolue
- ✓ **R<sub>vn</sub>** : rayon vertical minimal normal.
- ✓ **D<sub>0</sub>** : distance d'arrêt (m) ;
- ✓ **H<sub>0</sub>** : hauteur de l'œil (m) ;
- ✓ **H<sub>1</sub>** : hauteur de l'obstacle (m).
- ✓ **R<sub>v'</sub>** : rayon minimum du cercle de raccordement.
- ✓ **D<sub>1</sub>** : Distance d'arrêt.
- ✓ **D** : changement des devers ;

## LISTE DES NOTATIONS

---

- ✓ **T** : la tangente
- ✓ **H** : la flèche
- ✓ **Teff** : trafic effectif
- ✓ **Q** : Débit de pointe horaire normale
- ✓ **P** : coefficient d'équivalence pris pour convertir les poids lourds.
- ✓ **Z** : le pourcentage de poids lourds
- ✓ **Q<sub>adm</sub>** : Débit admissible
- ✓ **K1/ K2** : coefficient correcteur
- ✓ **C<sub>th</sub>** : capacité théorique.
- ✓ **N** : Le nombre des voies
- ✓ **p1/p2** : des pentes
- ✓ **BB** : béton bitumineux.
- ✓ **GB** : grave bitume.
- ✓ **ES** : enduit superficiel.
- ✓ **M.T.L.H** : matériaux traités aux liants hydrauliques.
- ✓ **M.N.T.L.H** : matériaux non traités aux liants hydrauliques.
- ✓ **G.N.T** : grave non traitée.
- ✓ **D.B.C** : dalle en béton de ciment.
- ✓ **D.B.A.C** : dalle en béton armé continu.
- ✓ **B.M** : béton maigre.
- ✓ **P.F.S** : plate-forme support.
- ✓ **NE** : Trafic cumulé équivalent
- ✓ **C** : étant le facteur de cumul sur la période de calcul
- ✓ **n** : durée de vie.
- ✓ **τ** : Taux de croissance de trafic
- ✓ **C.B.R**: California Bearing Ratio
- ✓ **e** : épaisseur équivalente
- ✓ **I** : indice CBR (sol support)
- ✓ **N** : désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- ✓ **TPL<sub>i</sub>** : La classe de trafic

## LISTE DES TABLEAUX

**Chapitre I : Généralités sur les routes**

<b>Tableau.1.1:</b> Types d'environnements. [B40, 1977].....	<b>08</b>
--	-----------

**Chapitre II : Etude de Trafic**

<b>Tableau 2.1 :</b> coefficient d'équivalence« P ».....	<b>15</b>
<b>Tableau 2.2.</b> Environnement de la route.....	<b>15</b>
<b>Tableau 2.3 :</b> valeur du coefficient k1.....	<b>16</b>
<b>Tableau 2.4 :</b> valeur du coefficient k2.....	<b>16</b>
<b>Tableau 2.5:</b> valeur de Cth.....	<b>17</b>
<b>Tableau 2.6 :</b> coefficient d'équivalence (p).....	<b>19</b>
<b>Tableau 2.7 :</b> coefficient (k1).....	<b>19</b>
<b>Tableau 2.8:</b> valeur de Cth.....	<b>20</b>
<b>Tableau 2.9 :</b> valeur de la capacité théorique.....	<b>20</b>

**Chapitre IV : Profil en long**

<b>Tableau 4.1:</b> Déclivité maximale Selon le B40.....	<b>39</b>
<b>Tableau 4.2 :</b> les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge.....	<b>41</b>
<b>Tableau 4.3 :</b> Les points du profil en long.....	<b>43</b>
<b>Tableau 4.4 :</b> les coordonnées par calcul automatique.....	<b>43</b>

**Chapitre VIII : Dimensionnement de corps de chaussée**

<b>Tableau 8.1 :</b> Coefficients d'équivalence pour chaque matériau [CTTP.1970].....	<b>78</b>
<b>Tableau.8.2 :</b> Classes de portance à long terme du sol support [CTTP.2001].....	<b>80</b>
<b>Tableau.8.3</b> Classe portance du sol terrassé avec couche de forme en matériau non traité [CTTP.2001].....	<b>81</b>
<b>Tableau 8.4 :</b> Les zones climatiques de l'Algérie [CTTP.2001].....	<b>81</b>

**Chapitre IX : Assainissement**

<b>Tableau 9.1 :</b> Valeurs des coefficients de ruissellement.....	<b>92</b>
<b>Tableau 9.2 :</b> Tableau récapitulatif des ouvrages et buses.....	<b>92</b>

**Chapitre XI : Signalisation**

<b>Tableau 11.1 :</b> Les caractéristiques de tous les types des lignes adoptées.....	<b>104</b>
<b>Tableau 11.2 :</b> Les caractéristiques des lignes discontinues.....	<b>105</b>

## LISTE DES FIGURES

**Chapitre I : Généralités sur les routes**

<b>Figure.1.1</b> : Les Chaussées romaines.....	<b>03</b>
<b>Figure.1.2</b> Route macadam.....	<b>04</b>
<b>Figure.1.3</b> Classification des routes en Algérie. [T. NINOUEH, 2018].....	<b>07</b>
<b>Figure.1.4</b> Variation longitudinale du relief. [MERDAS.A, 2018].....	<b>08</b>
<b>Figure.1.5</b> Profil en travers [NINOUEH.T, 2020].....	<b>09</b>
<b>Figure.1.6</b> Coupe transversale d'une chaussée. [EHG, 2010].....	<b>09</b>

**Chapitre II : Etude de Trafic**

<b>Figure 2.2.</b> Comptage automatique.....	<b>12</b>
<b>Figure 2.2.</b> Comptage automatique.....	<b>13</b>

**Chapitre III : Tracé en plan**

<b>Figure 3.1</b> : les éléments du tracé de plan.....	<b>24</b>
<b>Figure 3.2</b> : force centrifuge.....	<b>25</b>
<b>Figure 3.3</b> Les éléments de la clothoïde.....	<b>28</b>

**Chapitre IV : Profil en long**

<b>Figure 4.1</b> : Élément géométriques du profil en long.....	<b>37</b>
<b>Figure 4.2</b> : Raccordement convexe.....	<b>37</b>

**Chapitre V: Profil en travers**

<b>Figure 5.1</b> Exemple d'un profil en travers déblai [NINOUEH.T, 2020].....	<b>46</b>
<b>Figure 5.2</b> Les éléments constitutifs du profil en travers sont [B40.1977].....	<b>46</b>
<b>Figure 5.3</b> profil en travers type de la section courante à 02 voies.....	<b>49</b>

**Chapitre VI : Cubature**

<b>Figure.6.1.</b> Calcul par la moyenne des aires [NINOUEH.T, 2020].....	<b>53</b>
<b>Figure.6.2.</b> Utilisation de la notion de distance d'application [NINOUEH.T, 2020].....	<b>53</b>

**Chapitre VII: Etude Géotechnique**

<b>Figure7.1.</b> Localisation du tracé sur la carte géologique de l'Algérie.....	<b>57</b>
<b>Figure 7.2.</b> Tamiseuse à vibrations.....	<b>59</b>
<b>Figure 7.3.</b> L'appareil de Casa grande.....	<b>59</b>
<b>Figure 7.4.</b> Essai au bleu de méthylène.....	<b>60</b>
<b>Figure 7.5</b> : L'essai équivalent de sable.....	<b>60</b>
<b>Figure 7.6.</b> L'essai Proctor.....	<b>61</b>
<b>Figure 7.7.</b> L'essai CBR.....	<b>62</b>
<b>Figure 7.8.</b> L'essai Los Angeles.....	<b>62</b>
<b>Figure 7.9.</b> L'essai micro DEVAL.....	<b>63</b>
<b>Figure 7.10.</b> ABYSS 75.....	<b>64</b>
<b>Figure 7.11.</b> Le pressiomètre MENARD.....	<b>66</b>

**Chapitre VIII : Dimensionnement de corps de chaussée**

<b>Figure 8.1.</b> Les niveaux de réseau principal [CTTP.2001].....	<b>80</b>
<b>Figure 8.2</b> La démarche du catalogue du CTTP.....	<b>82</b>

**Chapitre X : Carrefour giratoire**

<b>Figure 10.1</b> : Carrefour à trois branches (en T).....	<b>94</b>
<b>Figure 10.2</b> : Carrefour à trois branches (en Y).....	<b>94</b>
<b>Figure 10.3</b> : Carrefour à quatre branches (en croix).....	<b>95</b>
<b>Figure 10.4</b> Carrefour giratoire.....	<b>96</b>

## Résumé

Les phosphates sont l'une des plus importantes richesses naturelles du pays. Ils sont classés au troisième rang mondial en termes de réserves prouvées. Le grand gisement de Djebel Onk, au sud de la wilaya de Tébessa, renferme à lui seul plus de la moitié des réserves de l'Algérie. Le gouvernement mise beaucoup sur le phosphate de Djebel Onk qui doit devenir un centre de développement économique d'exploitation et de transformation massif.

La route RN16 traverse l'usine de traitement du phosphate qui se trouve à la sortie de la ville de Bir El Ater. Le trafic important sur la RN16 empêche, souvent, la circulation du matériel roulant opérant dans la mine. Un projet de contournement de la mine de 16 km qui entre dans le cadre de la modernisation de réseau routier de la région a été programmé pour fluidifier la circulation autour de la mine du phosphate où le trafic routier est souvent dense.

Notre objectif, à travers l'étude d'un tronçon de 5 km de ce projet est la récolte des données nécessaires pour le calcul du trafic et la conception de la nouvelle route (tracé en plan, profil en long, profils en travers et le carrefour giratoire). La structure de la chaussée est calculée par la méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTTP. Ce travail est ensuite complété par l'étude de l'assainissement et de la signalisation routière et aussi le calcul de devis quantitatif et estimatif du projet.

**Mots clés :** contournement, route, chaussée, trafic, carrefour

## الملخص

الفوسفات هي واحدة من أهم الموارد الطبيعية في البلاد. وهي تحتل المرتبة الثالثة في العالم من حيث الاحتياطيات المؤكدة. تحتوي الرواسب الكبيرة لجبل العنق، جنوب ولاية تبسة، وحدها على أكثر من نصف احتياطيات الجزائر. تراهن الحكومة كثيرا على فوسفات جبل العنق الذي يجب أن يصبح مركزا للتنمية الاقتصادية للاستغلال والتحول الهائل. يعبر الطريق RN16 مصنع معالجة الفوسفات الذي يقع عند مخرج بلدة بئر العاتر. غالبا ما تمنع حركة المرور الكثيفة على RN16 المعدات المتحركة والشاحنات العاملة في المنجم. وتمت برمجة مشروع لتجاوز المنجم الذي يبلغ طوله 16 كيلومترا، وهو جزء من تحديث شبكة الطرق في المنطقة، لتحسين تدفق حركة المرور حول منجم الفوسفات، حيث غالبا ما تكون حركة المرور على الطريق كثيفة.

هدفنا، من خلال دراسة قسم 5 كم من هذا المشروع هو جمع البيانات اللازمة لحساب حركة المرور وتصميم الطريق الجديد (محور الطريق/المقطع الطولي/المقطع العرضي/محور الدوران)؛ يتم حساب هيكل الرصيف بطريقة تصميم الطريق الجديد الجزائرية. ثم يكتمل هذا العمل من خلال دراسة - تصريف المياه والاشارات المرورية والكشف الكمي والتقدير.

**الكلمات المفتاحية:** الطريق الإجتنابي، الطريق، رصيف، المرور، مفترق الطرق.

## Abstract

Phosphates are one of the country's most important natural resources. They are ranked third in the world in terms of proven reserves. The large deposit of Djebel Onk, in the south of the wilaya of Tébessa, alone contains more than half of Algeria's reserves. The government is betting a lot on the phosphate of Jebel Onk which must become a center of economic development of exploitation and massive transformation.

The RN16 road crosses the phosphate processing plant which is located at the exit of the town of Bir El Ater. The heavy traffic on the RN16 often prevents the circulation of rolling stock operating in the mine. A project to bypass the 16 km mine, which is part of the modernization of the region's road network, has been programmed to ease traffic around the phosphate mine, where road traffic is often dense.

Our objective, through the study of a 5 km section of this project is to collect the data necessary for the calculation of traffic and the design of the new road (outline, long profile, cross profile and roundabout). The structure of the pavement is calculated by the method of the CTPP's New Pavement Sizing Catalogue. This work is then completed by the study of sanitation and road signs and also the calculation of quantitative and estimated estimates of the project.

**Keywords:** bypass, road, roadway, traffic, crossroads

## TABLE DES MATIERES

<b>Introduction Générale .....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I : Généralités sur les routes.</b>	
I.1.Introduction.....	03
I.2.Définition de la route.....	03
I.2.1 Historique.....	03
I.4.Construction des chaussées.....	04
I.4. Les caractères de la circulation routière.....	05
I.5. Détermination du niveau de service.....	05
5.1. Définition.....	06
I.6 Classification des routes.....	06
6.1. Classification d'utilité pratique et de situation .....	06
6.2. Classification d'ordre fonctionnel et type d'usage.....	06
6.3 Classification d'ordre constructif.....	06
6.4 Classification faisant état de la nature du trafic.....	06
6.5 Classification d'ordre administratif et juridique.....	07
I.7. Environnement de la route Ej.....	08
I.8.Terminologie .....	09
I.9. Conclusion.....	09
<b>Chapitre II : Etude de Trafic.</b>	
II.1.Introduction.....	11
II.2.l'analyse du trafic.....	11
2.1. Le comptage.....	11
2.2. Les Enquêtes de circulation.....	13
II.3. Les différents types du trafic.....	13
II.4. modèle de présentation du trafic.....	14
II.5. Capacité pratique de la route.....	14
5.1. Trafic journalier annuel à l'année horizon .....	14
5.2. Trafic effectif.....	15
5.3. Environnement de la route.....	15
5.4. Débit horaire .....	16
II.6. Calcul du nombre de voies .....	17
II.7. Application au projet .....	17
<b>Chapitre III : Tracé en plan.</b>	
III.1 Introduction.....	23
III.2 Conception et Approche.....	23
III.3 Règles a respecté dans le trace en plan .....	23
III.4 Les éléments du trace en plan .....	24
4.1 Les alignements.....	24
4.2 Arc de cercle.....	25
4.3 Stabilité en courbe.....	25
4.3.1.Rayon minimal absolu (RHm) .....	25
4.3.2.Rayon minimal absolu (RHm) .....	26
4.3.3.Rayon minimal normal RHn.....	26
4.3.4.Rayon au devers minimal RHd.....	27
4.3.5. Rayon minimal non déversé RHnd.....	27

## TABLE DES MATIERES

---

III.5.Raccordement progressifs (Clothoïde) .....	27
5.1. Les conditions de raccordement.....	28
5.1.1. Condition de stabilité.....	28
5.1.2. Condition de confort optique.....	29
5.1.3. Condition de confort dynamique.....	29
5.1.4 Condition de gauchissement.....	30
5.2. Combinaison des éléments du tracé en plan.....	30
III.6 Exemple de trace en plan.....	31
III.7 Calcul de Gisement.....	31
III.8 .Calcul de la courbe de raccordement progressif.....	32
III.9 .Conclusion.....	34

### **Chapitre IV : Profil en long.**

IV.1.Introduction.....	36
IV.2.Règles à respectées.....	36
IV.3.Les éléments de composition du profil en long.....	36
IV.4. Coordination du tracé en plan et profil en long.....	37
IV5. Déclivités.....	38
5.1. La déclivité minimum.....	38
5.2. La déclivité maximum.....	38
5.3. Rampe maximale.....	38
IV.6. Raccordement en profil en long.....	39
6.1. Raccordement convexes (Angle saillant) .....	39
6.2. Raccordements concaves (angle rentrant) .....	41
IV.7.Exemple de calcul.....	41
IV.8 Conclusion.....	43

### **Chapitre V: Profil en travers.**

V.1 Introduction.....	45
V.1.2 Profil en travers type.....	45
V.2.2 Profil en travers courant.....	45
V.2. Les éléments constitutifs du profil en travers sont.....	46
V.3 Conclusion.....	48

### **Chapitre VI : Cubature.**

VI.1.Introduction.....	51
VI.2.Définition.....	51
VI.3. Cubature Des Terres.....	51
VI.4. Méthodes de calcul des cubatures.....	51
VI.5.Description de la méthode de la moyenne des aires.....	52
VI.6. Mouvements des Terres.....	54
6.1 Définition.....	54
6.2 Moment de transport.....	54
6.3 Foisonnement d'un Sol.....	54
VI.7.Calcul de la cubature.....	55

### **Chapitre VII: Etude Géotechnique.**

VII.1. Introduction.....	57
VII.2. L'objet de l'étude géotechnique.....	58
VII.3. Les moyens de la reconnaissance.....	58

## TABLE DES MATIERES

---

VII.4. Les essais de laboratoire.....	58
VII.5. Application au projet.....	64
5.1. Données du site .....	64
5.1.1. Situation et topographie.....	64
5.1.2. Contexte géologique.....	64
5.2. Reconnaissance géotechnique in situ.....	64
5.2.1. Programme et moyens de reconnaissance .....	64
5.2.2. Lithologies du terrain .....	64
5.2.3. Données pressiométriques.....	65
5.2.4. Classification.....	65
5.3. Essais en laboratoire.....	68
5.3.1. Programme des essais.....	68
5.3.3. Caractéristiques physiques.....	69
VII.6. CONCLUSION.....	72

### **Chapitre VIII : Dimensionnement de corps de chaussée.**

VIII.1. Introduction.....	74
VIII. 2. Les différents facteurs influant sur le dimensionnement.....	74
VIII 3. Chaussée.....	75
3.1. Définition.....	75
3.2. Les Différentes couches de chaussée .....	76
3.3. La couche de forme [LCPC.1994] .....	76
3.4. Les couches d'assise .....	76
3.5. La couche de surface.....	76
VIII.4. Méthodes de dimensionnement.....	76
4.1. Méthode C.B.R (California- Bearing Ratio) .....	77
4.2. Méthode A.A.S.H.O: (American Association of State Highway Officials) [JOEFFROY.G; SAUTEREY.R] .....	78
4.3. Méthode d'Asphalte Institute.....	78
4.4. Méthode Algérienne du Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTP.....	79
VIII.5. Application au projet.....	83
5.1. Choix de la structure de chaussée.....	83
5.2. Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support.....	83
VII 6. Conclusion.....	86

### **Chapitre IX : Assainissement.**

IX.1 Introduction.....	89
IX.2 Objectifs de l'assainissement.....	89
IX.3. Définition des termes hydraulique.....	89
IX.4 Assainissement de la chaussée.....	90
IX.5 Etude Hydrologique.....	91
5.1 Drainage des eaux.....	91
5.2 Estimation du débit de pointe.....	91
5.3 Coefficient de ruissellement « C » .....	91
IX.6 Donnée hydrologique.....	92

### **Chapitre X : Carrefour giratoire.**

X.1 Introduction.....	94
X.2 Les différents types de carrefour.....	94

## TABLE DES MATIERES

---

2.1 Carrefour à trois branches (en T) .....	95
2.2 Carrefour à trois branches (en Y) .....	95
2.3 Carrefour à quatre branches (en croix) .....	95
2.4 Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire.....	95
X.3 Données essentielles à l'aménagement d'un carrefour.....	96
X.4 Principes généraux d'aménagement d'un carrefour.....	96
4.1 La Visibilité.....	96
4.2 Triangle de Visibilité.....	96
X.5 Données de Base.....	97
5.1 Les Îlots.....	97
5.2 Îlot Directionnel.....	97
5.3 Couloirs d'entrée et de sortie.....	97
X.6 Application au projet.....	97

### **Chapitre XI : Signalisation.**

XI.1.Introduction.....	101
XI.2.Objectif de la signalisation routière.....	101
XI.3.Règles à respecter pour la signalisation.....	101
XI.4.Catégorie de la signalisation.....	101
XI.5.Types de signalisation.....	102
5.1 Signalisation verticale.....	102
5.1.1. Signaux de danger.....	102
5.1.2. Signaux comportant une prescription absolue.....	102
5.1.3. Signaux à simple indication.....	102
5.1.4. Signaux de position des dangers.....	102
5.2. Signalisation horizontale.....	102
5.2.1 Les lignes.....	103
5.2.2 Les flèches directionnelles.....	103
5.2.3 Les voies réservées.....	103
5.2.4 Les autres marquages au sol.....	103
5.3. Caractéristiques générales des marques.....	103
XI.6.Application au projet.....	105

### **Chapitre XIII : Devis Estimatif.....109**

### **CONCLUSTION GENERALE.....111**

### **Références bibliographiques**

### **ANNEXES**

# Présentation du projet

## **I.1 Localisation**

La wilaya de Tébessa est située au Nord-Est de l'Algérie et s'étend sur une superficie de 14252 km<sup>2</sup> localisée sur l'espace de transition entre le Tell et le Sahara Sud- Est (ligne de démarcation : ligne de crête des monts de Nememchas), c'est aussi un territoire frontalier avec la Tunisie, en effet (28) communes s'allongent du Nord au Sud sur une longueur de près de 280 km.

Elle se rattache, naturellement, à l'immense étendu steppique du pays, elle est limitée :

- Au Nord par la wilaya de Souk Ahras ;
- A l'Ouest par les wilayas d'Oum El Bouaghi et Khenchela ;
- Au Sud par la wilaya d'El-Oued ;
- A l'Est, sur 300 Km de frontières, par la Tunisie.

La daïra de Bir el-Ater est une circonscription administrative algérienne située à 87 km au sud de Tébessa. Son chef-lieu est situé sur la commune éponyme de Bir el -Ater.

La daïra de Bir el -Ater compte 83626 habitants sur une superficie de 2 552 km<sup>2</sup>. La densité de population du daïra de Bir el -Ater est donc de 33 hab./km<sup>2</sup>

## **I.2 Localisation du projet**

Notre projet consiste à l'étude d'un tronçon routier de 5 km du contournement (sur 16 Km de la RN 16) de la mine de phosphate de Djebel EL Onk, à la commune de Bir el –Ater.

## **I.3 Description du projet**

Dans le cadre de l'investissement de l'état algérien pour augmenter le taux de production du phosphate de la mine de Djebel el Onk, le tronçon de la route RN16 qui traverse la zone où se trouve la mine va connaître un fort mouvement interne du poids lourds et d'engins. Alors la fluidité du trafic sera très affectée, d'où la nécessité de contourner la mine est indispensable.

La direction des travaux publics de la Wilaya de Tébessa a opté pour la réalisation du contournement de Djbel EL Onk sur 16 km.



**Figure I.1** : Tracé du projet

#### **I.4 Objectif du projet**

D'après les termes de références, l'étude du contournement de Jebel E L Onk sur 16 km est une partie de l'aménagement de la Route Nationale N°16 qui s'inscrit dans le cadre d'actualisation du schéma directeur du réseau routier de la Wilaya de Tébessa :

- Optimiser la production du phosphate au niveau de la mine Jebel El Onk ;
- Réduire le temps de transport des transitaires ;
- Assurer le confort et la sécurité des usagers de la route ;
- Moderniser le réseau routier.

## Introduction générale

Le réseau routier occupe une place stratégique dans notre système de transport, puisqu'il supporte plus de 85% du volume de transport de marchandises et de voyageurs. La RN16 est l'une des plus longues routes nationales en Algérie. D'une longueur de plus de 620 km, elle est située à l'extrême-est de l'Algérie. La route nationale N°16 relie la ville portuaire d'Annaba à l'Oasis de Touggourt en passant par les wilayas de Souk Ahras, de Tébessa et d'El Oued. Mais dans sa partie reliant Bir El Ater à Négrine et sur une distance de plus de 16 km, la route est souvent bondée empêchant la circulation du matériel roulant opérant dans la mine, car la RN16 la traverse surtout du côté de l'usine de traitement du phosphate se trouvant à la sortie de la ville de Bir El Ater. Et pour mettre un terme à ce problème, un grand projet routier est programmé pour décongestionner le trafic routier à la sortie de la ville minière.

Vu l'importance de la route existante qui doit supporter l'intensité du trafic actuel, notre travail consiste à faire la conception et l'étude d'un tronçon routier de 5 km de ce contournement sur la RN16.

Après une présentation théorique de la route et ses éléments constitutifs nous avons déterminé les caractéristiques géométriques en appliquant les normes algériennes B40. Pour le calcul de la structure de la chaussée, la méthode algérienne de calcul des chaussées neuves de l'organisme national de contrôle technique des travaux publics CTPP a été appliquée. Un carrefour à sens giratoire est proposé dans cette étude pour assurer le confort et la sécurité de tous les usagers de la route.

Le manuscrit est composé de 12 chapitres, y compris une introduction générale concernant le travail effectué et des conclusions générales.

# I

# Généralités sur les Routes

## I.1.Introduction

La route née du passage répété d'homme et d'animaux sur un même itinéraire. La route est une voie de communication qui permet de relier tous les points d'un territoire, elle assure la liaison et la continuité des transports entre les autres voies de communication..[T.NINOUE, 2020].

Le réseau routier a été construit dans le but de permettre le transport de personnes et de marchandises sur des distances variables. De plus, il permet d'offrir la possibilité d'accéder, selon la classification du réseau, à tous les points du territoire d'un pays.

## I.2.Définition de la route

« Le mot route vient du mot latin « viarupta » qui signifie « voie frayée » c'est donc une voie de communication terrestre permettant de relier un point à une autre, un village à un autre, etc. Nous allons également définir la route moderne comme étant « un espace correctement aménagé pour recevoir un ou plusieurs courants de circulation construite dans le respect des règles d'art ». [FRANCO OLIVIER 1999]

## I.3 Historique

Les premières véritables chaussées furent construites par les Romains pour leurs voies impériales, avec un objectif essentiellement utilitaire, celui de permettre un déplacement rapide des légions en différents points de l'empire, quelles que soient les conditions météorologiques.

Les chaussées de cette époque étaient déjà constituées de plusieurs couches de matériaux, parfaitement codifiées, avec de grandes dalles en pierres posées sur un béton de chaux.



**Figure.1.1** : Les Chaussées romaines

Avec l'apparition des véhicules plus lourds et plus nombreux, et le début de la mécanisation des travaux, on voit se développer les structures à base de « hériçon » et de « macadam ». Les chaussées de l'époque étaient composées de blocs de 250 mm environ pour le « hériçon » et de pierres cassées 40/70 mm pour le « macadam », bloquées avec de l'argile. Depuis les années 50, avec les nouvelles conditions de trafic, notamment les poids lourds avec son essieu simple de 13 tonnes, les anciennes solutions type empierrement ou macadam se sont avérées insuffisantes, et l'on a été amené à généraliser l'emploi de matériaux agglomérés par un liant tant pour le corps de chaussée que pour la surface. [T.NINOUE, 2018]



**Figure.1.2** Route macadam

#### **I.4.Construction des chaussées**

L'objet premier des constructeurs de routes est la réalisation de chaussées résistantes aux passages des véhicules. La chaussée a donc pour but de permettre la circulation en toute saison et sans autre intervention qu'un simple entretien de sa surface, un deuxième avantage des chaussées est d'offrir aux véhicules des surfaces unies, peu sonores, confortables et sûres. Les procédés de construction doivent être économiques et les matériaux utilisés doivent être résistants vu l'importance des surfaces devant être pourvues de chaussées. Les matériaux utilisés sont des matériaux pierreux provenant de roches concassées ou de gisement de graviers. Les chaussées sont constituées par des empilements de couches successives de matériaux auxquelles on a été amené à leur conférer l'imperméabilité et cohésion grâce à deux liants produits à grande échelle :

- ✓ Liants hydrocarbonés (bitume - goudron);
- ✓ Liants hydrauliques (ciment).

Concevoir une chaussée, c'est à la fois éditer les normes auxquelles il convient que les matériaux satisfassent et décider de la nature et de l'épaisseur des couches successives à réaliser. Il est toujours possible de concevoir plusieurs types de chaussées techniquement équivalentes, c'est à dire procurant le même service aux usagers et constructibles. Mais ces diverses solutions n'entraînent pas, forcément, les mêmes dépenses de construction. Il importe donc au stade de l'étude de connaître le coût de chacune des solutions. [A.NEHAOUAL, 2013].

### **I.5. Détermination du niveau de service**

Le niveau de service Nij d'une route de catégorie Ci se développant dans un environnement, est caractérisé par le respect de seuils relatifs aux critères suivants [A.NEHAOUAL, 2013]

- Vitesse du véhicule ;
- Paramètres physiques fondamentaux du comportement de l'utilisateur (temps de réaction, condition de visibilité, condition de confort) ;
- Paramètres caractéristiques de la dynamique des véhicules (coefficient de frottement pneus chaussées, accélération, décélération, dévers maximal) ;
- Géométrie (largeur des voies, gabarit) ;
- Qualité rendue à l'utilisateur (débit horaire admissible) ;
- Permanence de la liaison ;
- Incidence sur les régions traversées.

### **I.6. Classification des routes**

En vue de faire une classification correcte des chaussées routières, il faut connaître les matériaux qui peuvent être utilisés dans les couches routières par leurs caractéristiques intervenant dans les méthodes de dimensionnement adoptées, et leur comportement en exploitation, qui peut conduire, par des études de longue durée malheureusement, à des conclusions intéressantes destinées à influencer les étapes de calcul de dimensionnement, les technologies d'exécution, l'implémentation de nouvelles solutions, etc.

Une classification quelle qu'elle soit est en général conçue à partir d'un certain point de vue, selon une certaine base de jugement c'est à dire selon un critère qui peut être [A.NEHAOUAL, 2013]

- 1- D'utilité pratique et de situation ;
- 2- D'ordre fonctionnel et type d'usage ;
- 3- D'ordre constructif ;
- 4- Faisant état de la nature du trafic ;

5- D'ordre administratif et juridique.

### **I.6.1. Classification d'utilité pratique et de situation [T. NINOUEH, 2018]**

- Les voiries urbaines ;
- Les routes interurbaines ;
- Les routes « de rase campagne », sont une autre dénomination des routes interurbaines ;
- Les routes forestières, situées en forêt ;
- Les routes de montagnes, soumises à des contraintes particulières d'aménagement et d'entretien.

### **I.6.2. Classification d'ordre fonctionnel et type d'usage**

- Le réseau autoroutier : Regroupe l'ensemble des infrastructures autoroutières.
- Le réseau national : Rassemble essentiellement les routes interrégionales et celles qui relient entre elles les agglomérations principales (généralement plus de 25 000 habitants).

Le réseau régional fait le lien entre les agglomérations secondaires (généralement de 5000 à 25000 habitants) et entre celles-ci et les agglomérations principales.

- Le réseau collecteur : Relie les petites agglomérations (moins de 5000 habitants) à celles qui sont plus importantes.
- Le réseau local : Permet de relier les petites agglomérations entre elles et d'accéder aux propriétés.
- Le réseau d'accès aux ressources : Mène à des zones d'exploitation forestière ou minière, à des chantiers hydroélectriques ou à des zones de récréation et de conservation de compétence gouvernementale. [A.NEHAOUAL, 2013]

### **I.6.3 Classification d'ordre constructif**

- Mode d'exploitation et financement.
- Nature du revêtement, le réseau routier est constitué à la fois de routes revêtues et de routes non revêtues. On distingue les routes revêtues des routes en terre. Parmi les routes revêtues, il y a les routes revêtues en enrobés, en enduits superficiels (couche de bitume ou émulsion de bitume et de gravillons) et les routes en béton [T. NINOUEH, 2018].

### **I.6.4 Classification faisant état de la nature du trafic**

D'après les campagnes de comptage une classification de réseau algérien a été établie selon la consistance du trafic (RN1, RN5 et RN4 sont les routes les plus chargées) [A. NEHAOUAL, 2013].

### I.6.5 Classification d'ordre administratif et juridique

Elle est fondée sur les notions de propriétés, de financement et d'entretien, éventuellement aussi sur la question des compétences en matière de planification générale et d'approbation des projets définitifs [A. NEHAOUAL, 2013].

- Catégorie de la route

L'ensemble des itinéraires de l'ALGERIE peut être classé en cinq catégories fonctionnelles, correspondant aux finalités économiques et administratives assignées par la politique d'aménagement du territoire [B40, 1977]

**Catégorie 1** : Liaisons entre les grands centres économiques, les centres d'industrie lourde (A)

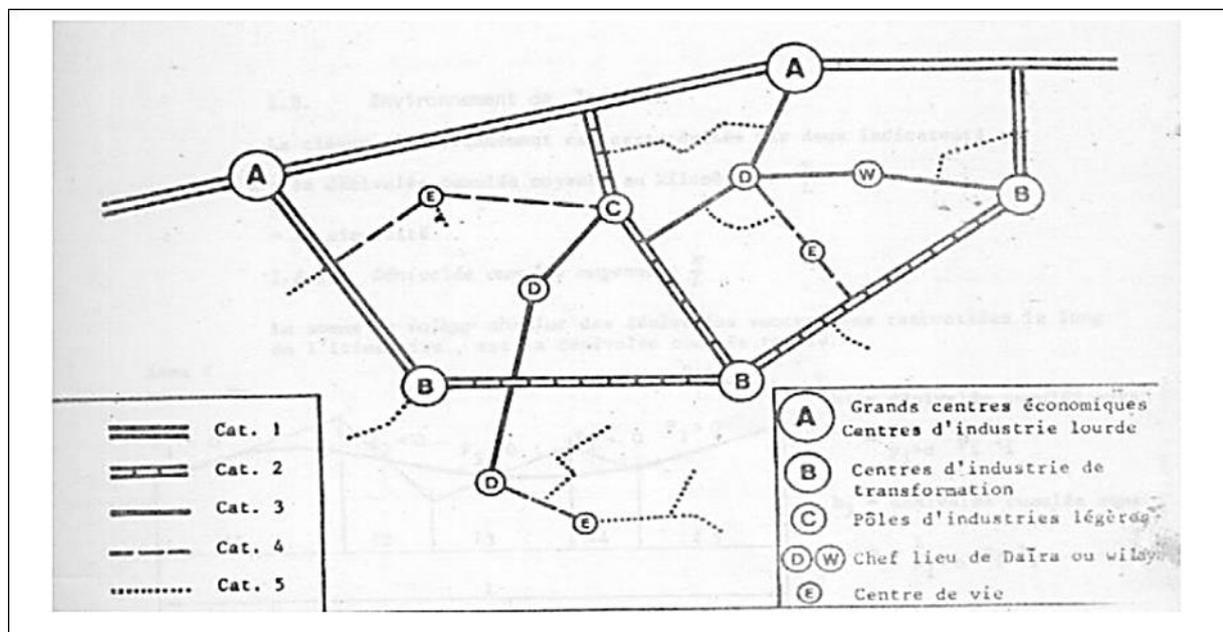
Liaisons assurant le rabattement des centres d'industrie de transformation (B) sur ce réseau.

**Catégorie 2** : Liaisons entre les centres d'industrie de transformation (B), Liaisons assurant le rabattement des pôles d'industries légères diversifiées (C) sur le réseau précédent (Cat .1.)

**Catégorie 3** : Liaisons des chefs-lieux de daïra et de wilaya (D) non desservis par le réseau précédent, avec le réseau des catégories 1 et 2.

**Catégorie 4** : Liaisons des centres de vie (E) avec le réseau des catégories 1 et 3.

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



**Figure.1.3** Classification des routes en Algérie. [A. NEHAOUAL, 2013].

## I.7. Environnement de la route Ej

L'environnement de la route est caractérisé par :

- Dénivelée cumulé moyenne au Km :  $h / L$  permettant de mesurer la variation longitudinale du relief

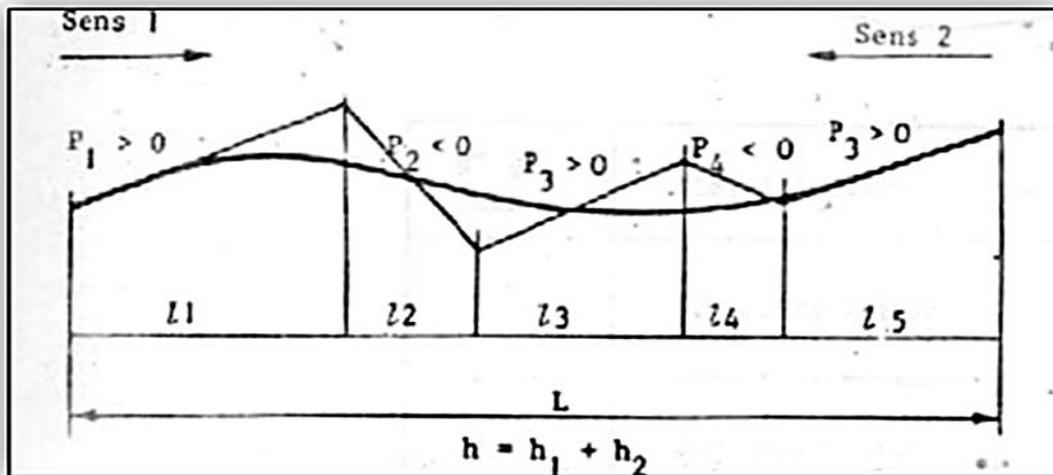


Figure.1.4 Variation longitudinale du relief. [MERDAS.A, 2018]

Avec

$h$  : dénivelée totale =  $\sum h_i = \sum p_i \cdot L_i$  et  $L$  : longueur itinéraire.

$h/L \leq 1,5\%$  → terrain plat

$1,5\% < h/L \leq 4\%$  → terrain vallonné

$h/L > 4\%$  → terrain montagneux

- Sinuosité moyenne :  $\sigma = l_s / L =$  longueur des courbes de  $R \leq 200m$  / longueur totale

$l_s = l_1 + \dots + l_5$  ( $R \leq 200m$ )

$L = LAB$

$\sigma \leq 0,1$  → sinuosité faible

$0,1 < \sigma \leq 0,3$  → sinuosité moyenne

$\sigma > 0,3$  → sinuosité fort

Tableau.1.1: Types d'environnements. [B40, 1977]

Relief/sinuosité	Environnement		
	Faible	Moyenne	Fort
Plat	E1	E2	/
Vallonnée	E2	E2	E3
Montagneux	/	E3	E3

## I.8.Terminologie : [NINOUH.T, 2020]

- La route : est placée sur le terrain qui est naturel avant tous travaux ou préparé après exécution des terrassements
- L'emprise de la route : Partie du terrain appartenant a la collectivité, affectée a la route et a ses dépendances, qui coïncide avec le domaine public.
- Assiette : la surface du terrain, réellement, occupée par la route (y compris les talus), c'est-à-dire dans les limites des terrassements ;
- Plate-forme : la surface du terrain comprend la chaussée, plus accotements et éventuellement le terre-plein central T.P.C
- Chaussée : la surface aménagée de la route sur laquelle circule, réellement, les véhicule ;
- Voie de circulation : la partie de la chaussée réservée a un fil de véhicules (largeur de 3 à 3,5m) ;
- Accotement : une zone latérale qui borde extérieurement la chaussée , aménagé pour le stationnement en cas de panne , pour la circulation des piétons , les cyclistes , ils sont dérasés au même niveau de la chaussée

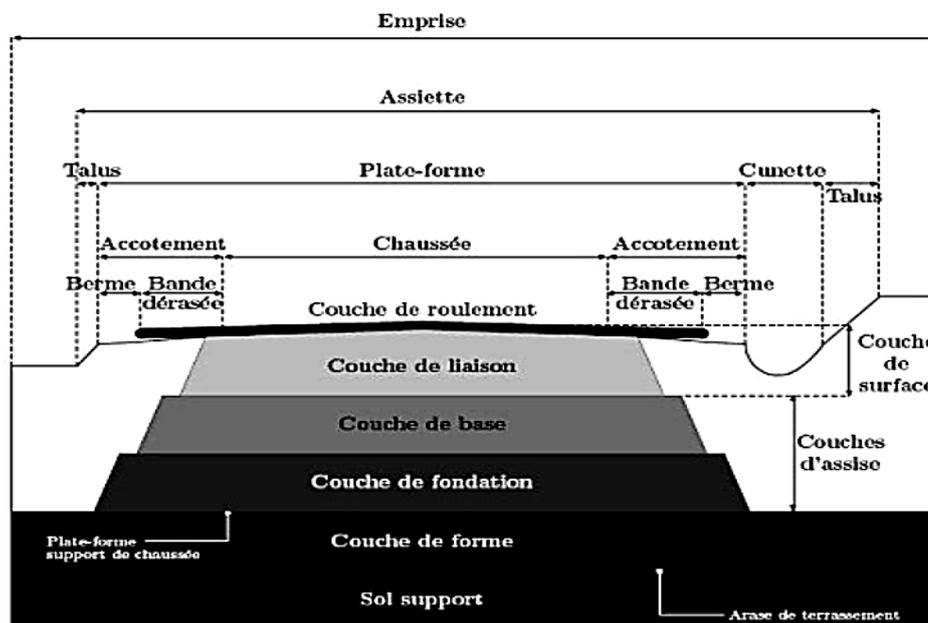


Figure.I.6 Coupe transversale d'une chaussée. [EHG, 2010]

## I.9. Conclusion

Dans ce chapitre on a donné un aperçu sur l'historique des routes, ses classifications, et des notions générales sur les routes.

# II

# Etude de Trafic

## II.1.Introduction

Tout projet d'étude d'infrastructure routière doit, impérativement contenir une évaluation et une analyse précise du trafic supporté, car le dimensionnement de la chaussée (largeur et épaisseur) est lié à cette sollicitation. La résolution de ce problème consiste à déterminer la largeur des voies et leur nombre, d'après le trafic prévisible à l'année d'horizon.

L'étude de trafic représente une approche essentielle dans la conception des réseaux routiers. L'analyse de trafic est destinée à éclairer des décisions relatives à la politique des transports. Cette conception est basée sur des prévisions des trafics sur les réseaux routiers nécessaires :

- Pour définir les caractéristiques techniques des différentes tranches de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues.
- Pour estimer les coûts de fonctionnement des véhicules ;
- Pour estimer les coûts d'entretien du réseau routier, qui sont fonction du volume de circulation ;
- Apprécier la valeur économique des projets routiers.

## II.2. Analyse du trafic

Connaissant le débit actuel et son développement dans l'avenir, on déterminera la largeur de la chaussée pour qu'elle puisse écouler dans les conditions acceptables des fortes circulations prévisibles. Pour effectuer ces calculs qui nous donnerons le nombre des voies à adopter pour ce tronçon, nous exploiterons les résultats obtenus à partir des comptages effectués.

Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont classées en trois catégories:

- Le comptage automatique et manuel ;
- Enquêtes de circulation (origine, destination) ;
- Statistiques générales (estimer la valeur économique et le cout d'entretien du projet).

**2.1. Le comptage :** C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux Types de comptage :

- **Comptage manuel**

La méthode du comptage manuel consiste à positionner un observateur en bordure de la route qui note ou enregistre à l'aide d'un compteur ou d'un ordinateur le nombre de véhicules qu'il voit passer



**Figure 2.1.** Comptage manuel

- **Comptage automatique**

Il est effectué à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par tube en caoutchouc tendue en travers de la chaussée.

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

- **Les comptages permanents**

Ils sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité des routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national, Chemin de Wilaya les plus circulés.

- **Les comptages temporaires**

Ils s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur le reste des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournants.



**Figure 2.2.** Comptage automatique

## 2.2. Les Enquêtes de circulation

Pour résoudre la plupart des problèmes d'aménagement ou d'exploitation routière il est insuffisant de connaître la circulation en un point donné sur une route existante ; il est souvent nécessaire de connaître les différents courants de circulation, leurs formation, leur aboutissement en d'autres termes de connaître l'origine et la destination des différents véhicules.

## II.3. Différents types du trafic

- **Trafic normal** : C'est le trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet.
- **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant d'autres routes ayant la même destination. La dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents Itinéraires permettant d'atteindre la même destination.
- **Trafic induit** : C'est le nouveau trafic résultant des déplacements des usagers suite à la requalification de l'ancien aménagement routier ;
- **Trafic total** : Représente le trafic sur le nouvel aménagement. Il est égal à la somme du trafic induit et du trafic dévié.

## II.4. Modèle de présentation du trafic

Dans l'étude des projections du trafic, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constitue des ensembles homogènes en matière d'évolution ou d'affectation. Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

- Prolongation de l'évolution passée ;
- Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques ;
- Modèle gravitaire ;
- Modèle de facteur de croissance.

### Prolongation de l'évolution passée

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

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

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

Où :

- $n$  : nombre d'années entre l'arrivée et l'origine.
- $T_0$ : le trafic à l'année d'origine 0.
- $\tau$  : est le taux de croissance géométrique

## II.5. Capacité pratique de la route

On définit la capacité de la route par le nombre maximal des véhicules pouvant raisonnablement passer sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) pendant une période de temps bien déterminée.

### II.5.1. Trafic journalier annuel à l'année horizon

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

Tel que :

**TJMA<sub>h</sub>** : trafic journalier moyen à l'année  $n$ .

**TJMA<sub>0</sub>** : trafic journalier moyen à l'année d'origine 0.

$\tau$  : taux d'accroissement annuel.

$n$  : nombre d'années à partir de l'année d'origine

### II.5.2. Trafic effectif

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

$$T_{eff} = [(1 - PI) + PI \cdot P] TJMAh$$

**Teff** : trafic effectif à l'année horizon en (uvp/jour).

**PI** : pourcentage de poids lourds (%).

**P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route et l'environnement

**Tableau 2.1** : coefficient d'équivalence« P ».

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

### II.5.3. Environnement de la route

Trois classes d'environnements (**E1, E2 et E3**) ont été proposées dans le rapport **B40** du ministère des travaux publics. Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne au kilomètre ;
- La sinuosité.

**Tableau 2.2.** Environnement de la route.

Sinuosité(Relief)	Environnement		
	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	X
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	X	E3	X

### II.5.4. Débit de pointe horaire

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route l'année horizon ou bien c'est le débit de pointe horaire calculé par la formule suivante

$$Q = 1/n \times T_{eff}$$

Avec :

**1/n**: Coefficient de pointe prise (d'après B40).

**Q** : débit de pointe horaire exprimé en UVP/h.

### II.5.5. Débit horaire admissible

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

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

Tel que :

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

**K2** : Coefficient de réduction de capacité ;

**C<sub>th</sub>** : Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

**Tableau 2.3** : valeur du coefficient k1.

Environnement	E1	E2	E3
<b>K1</b>	0.75	0.85	0.9à0.95

**Tableau 2.4** : valeur du coefficient k2.

Environnement	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
<b>E1</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>E2</b>	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
<b>E3</b>	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

En Algérie, les routes sont classées en cinq catégories :

- La catégorie C1 : liaison entre deux grands centres économiques et des centres d'industrie lourde ;
- La catégorie C2 : liaison des pôles d'industries de transformation entre eux ;
- La catégorie C3 : liaison des chefs-lieux de daïra et ceux de wilaya ;
- La catégorie C4 : liaison de tous les centres de vie avec le chef-lieu de daïra ;
- La catégorie C5 : routes pistes non comprises dans les catégories précédentes ;

**Tableau 2.5:** valeur de Cth.

	Capacité théorique (Cth)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	150000 uvp/h

## II.6. Calcul du nombre de voies

### II.6.1 Cas d'une chaussée bidirectionnelle

On compare  $Q$  à  $Q_{adm}$  pour les divers types de routes, et on prend le profil permettant d'avoir  $Q \leq Q_{adm}$ .

### II.6.2 Cas d'une chaussée unidirectionnelle

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du «  $N$  » avec :

$$N = (S \times Q) / Q_{adm}.$$

Tel que :

$S$  : coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.

$Q_{adm}$ : débit admissible par voie

## II.7. Application au projet

### II.7.1 Les données du trafic

On a les données suivantes :

Année de comptage : 2021

Année de mise en service : 2022

Année horizon : 2042

Taux de croissance :  $\tau=4\%$

Pourcentage en poids lourds : 25%

Trafic journalier TJMA (2021) = 3500 véh/j

### II.7.2. Calcul du trafic journalier moyen annuel

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

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

Avec

- ❖ TJMA<sub>h</sub> : le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2022)
- ❖ TJMA<sub>0</sub> : le trafic à l'année de référence (origine 2021).
- ❖ n : nombres d'années.
- ❖ τ : taux d'accroissement du trafic (%).
- ❖ **Trafic de l'année de mise en service**

$$TJMA_{2022} = (1 + \tau)^n \times TJMA_{2021}$$

$$= (1 + 0.04)^1 \times 3500 = 3640 \text{ véh/j}$$

$$TJMA_{2022} = 3640 \text{ véh/j}$$

- ❖ **Trafic à l'année horizon (2042)**

$$TJMA_{2042} = (1 + \tau)^{20} \times TJMA_{2022}$$

$$= (1 + 0.04)^{20} \times 3640 = 7967 \text{ véh/j}$$

$$TJMA_{2042} = 7976 \text{ véh/j}$$

- ❖ **Calcul du trafic effectif**

Le trafic effectif est donné par la formule suivante :

$$T_{\text{effc}} = [(1-z) + p \times z] TJMA_h$$

Avec :

- ❖ T<sub>effc</sub> : trafic effectif à l'année horizon en (uvp/jour).
- ❖ Z : pourcentage de poids lourd Z = 25%
- ❖ P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds

**Tableau 2.6** : coefficient d'équivalence (p)

Environnement	E1	E2	E3
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

Pour notre évitement l'environnement est **E1 (Relief : Plat ; Sinuosité : Faible)**, donc et d'après le tableau le coefficient d'équivalence Est : **p=3**

$$T_{\text{effec}}(2042) = [(1-z) + z \times p] T_{JMA_{2042}}$$

$$T_{\text{effec}}(2042) = [(1-0.25) + (0.25 \times 3)] \times 7976 = 11964 \text{ uvp/j}$$

$$T_{\text{effec}}(2042) = 11964 \text{ uvp/j}$$

❖ **Débit de pointe horaire normale**

$$Q(2042) = 0.12 \times T_{\text{effec.}}(2042)$$

$$= 0.12 \times 11964 = 1436 \text{ uvp/h}$$

Avec :

(1/n) : coefficient de pointe horaire pris est égale à 0,12.

Q : débit de pointe horaire ;

n : nombre d'heure, (n=8 heures) ;

$T_{\text{effec.}}$  : trafic effectif.

### II.7.3 Débit horaire admissible par voie

La relation qui exprime le débit est :

$$Q_{\text{adm}} = K1 \times K2 \times CTH$$

Avec :

❖ K1, K2 : coefficients correcteur

❖ CTH: capacité théorique.

**Tableau 2.7** : coefficient (k1)

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

**Tableau 2.8:** valeur de  $C_{th}$ .

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

L'environnement est de type (E1) d'où  $K1 = 0.75$

Catégorie de notre route est de C1 et son environnement de type E1 d'où  $K2 = 1.00$

**Tableau 2.9** valeur de la capacité théorique

Environnement	Catégorie de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
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

A partir du tableau :  $C_{th} = 2270$  uvp/h

D'où  $Q_{adm} = 0.75 \times 1.00 \times 2270 = 1703$  uvp/h

$Q_{adm} = 1703$  uvp/h

#### ❖ Détermination de nombre de voie

Notre projet est une route à une chaussée bidirectionnelle (évitement) donc :

**On compare « Q » à «  $Q_{adm}$  » et on adopte le profil auquel correspond la valeur de «  $Q_{adm}$  » la plus proche de Q.**

Donc la route est : **02 voies de 4 m**

#### ❖ Calcul de l'année de saturation

On a :

$$T_{eff2022} = [(1 - 0,25) + 3 \cdot 0,25] \cdot 3640 = 5460 \text{ (uvm/j).}$$

$$T_{eff2022} = 5460 \text{ (uvm/j).}$$

$$Q_{2022} = 0,12 \times 5460 = 656 \text{ (uvm/j).}$$

Donc :

$$Q_{\text{Saturation}} = 4 \times Q_{\text{adm}}$$

$$Q_{\text{Saturation}} = 4 \times 1703 = 6812 \text{ (uvp/j)}.$$

$$Q_{\text{Saturation}} = (1 + \tau)^n \times Q_{2021} \Rightarrow n = \frac{\log\left(\frac{Q_{\text{saturation}}}{Q_{\text{adm}}}\right)}{\log(1+\tau)}$$

$$Q_{\text{Saturation}} = \log(6812/656) / \log(1+0,04) = 59 \text{ ans.}$$

**Donc : L'année de saturation = 2022+59=2081**

# III

## Tracé en plan

### III.1 INTRODUCTION

Le tracé en plan est constitué par la projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route. Il vise à assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort tout en s'intégrant au mieux dans la topographie du site.

La disposition générale du tracé en plan est dans ses grandes lignes déterminée par un ensemble de contraintes identifiées dans le cadre des études préalables et relevant des domaines de l'environnement, de la topographie, de la géologie ou de l'habitat croisées avec les fonctionnalités attendues de la voie (localités à desservir, points de passage obligés pour le tracé, etc.).

Le tracé en plan est profondément marqué par l'influence de la dynamique des véhicules : leur stabilité n'est acquise qu'à condition de respecter les lois liant vitesse du véhicule, rayon de courbure du tracé en plan et dévers de chaussée (comprenant l'effet des forces centrifuges). Il faut tenir compte également de l'influence des facteurs physiologiques intervenant lors de la conduite et éventuellement des problèmes de visibilité. [NINOUE.T, 2020]

### III.2 Conception et Approche

L'approche d'étude de contournement est différente des études en site urbain et différente également des études de renforcement et réhabilitation pour cela l'approche suivante a été adoptée :

- Avoir un tracé avec un maximum de fluidité en respectant les normes techniques (rayons au-dessous de minimum) comme indiqué au B40 ;
- Economiser les quantités de terrassement (déblais/remblais) afin de minimiser le coût du projet ;
- Minimiser le nombre de franchissement du gazoduc Enrico Mattei afin de réduire le nombre d'ouvrages d'art ;
- Mise en place d'un corps de chaussée adéquat qui supporte le trafic passant (poids lourd).

### III.3 Règles à respecter dans le tracé en plan

Le tracé en plan doit assurer aux usagers un trajet confortable et une bonne qualité de service dont le niveau est cependant fonction des difficultés du site.

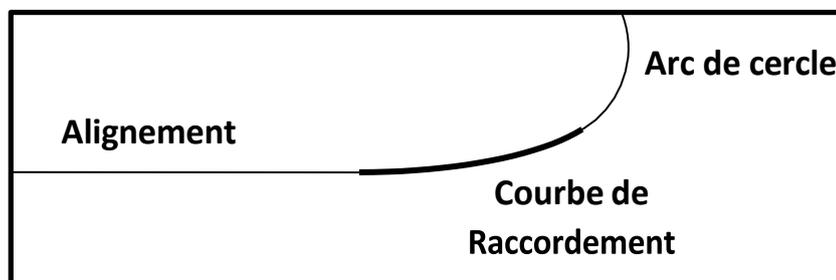
Les normes de conception géométriques de tracé et de directives opérationnelles ont été développées à partir des normes et directives routières en usage en Algérie plus particulièrement les normes techniques d'aménagement des routes « B40 ».

Dans ce qui suit, nous allons citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes :

- Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à  $R_{Hnd}$  (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- L'adoption de rayon minimal absolu est à éviter dans la mesure du possible. En règle générale, on l'adopte si cela n'augmente pas le coût de façon trop sensible des valeurs de rayons supérieur ou égal au rayon minimum normal.
- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds en minimisant le nombre d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.

### III.4 Les éléments de la trace en plan

L'axe du tracé en plan est constitué d'une succession des alignements, des liaisons et des arcs de cercles comme il est schématisé ci-dessous :



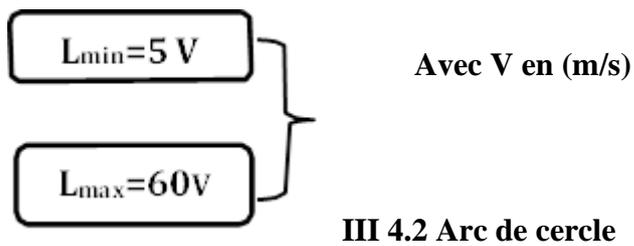
**Figure 3.1** : les éléments du tracé de plan

#### III.4.1 Les alignements

Il existe une longueur minimale d'alignement  $L_{min}$  qui devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse de base considérée.

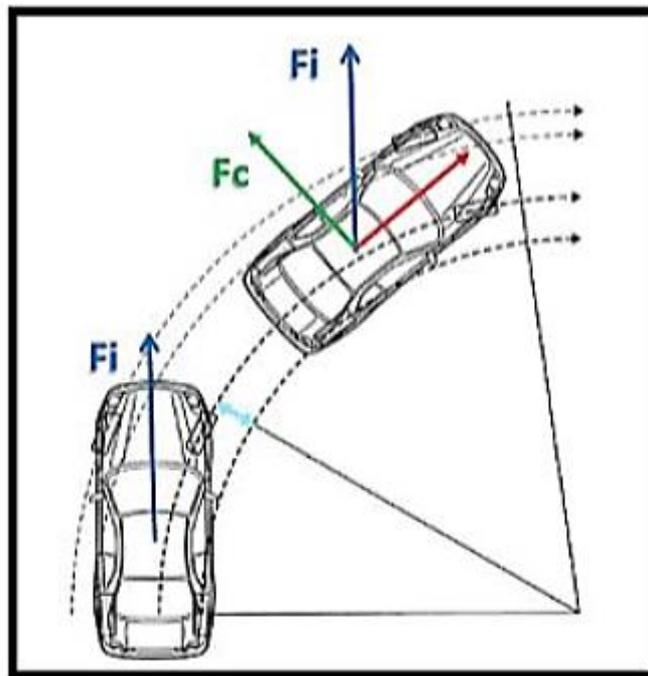
Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C.

La longueur maximale  $L_{max}$  est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.



Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

- La stabilité des véhicules ;
- L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon ;
- La visibilité dans les tranchées en courbe.



**Figure 3.2** : force centrifuge

### III.4.3 Stabilité en courbe

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire de cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules.

#### III.4.3.1. Rayon minimal absolu (RHm)

C'est le rayon qui assure la stabilité des véhicules à la vitesse de référence lorsqu'il est associé au dévers maximal. Ce rayon est employé généralement dans les conditions les plus difficiles (régions montagneuses).

$$R \geq \frac{V_r^2}{g(F_t + d)}$$

- $V_r$  : vitesse de référence (m/s).
- $g$  : gravitation (m/s<sup>2</sup>).
- $F_t$  : coefficient de frottement transversal.
- $d$  : dévers.

Avec :

- $V = v \cdot 3.6$  et  $g = 10 \text{ m/s}^2$

#### III.4.3.2. Rayon minimal absolu (RHm)

C'est le rayon qui assure la stabilité des véhicules à la vitesse de référence lorsqu'il est associé au dévers maximal. Ce rayon est employé généralement dans les conditions les plus difficiles (régions montagneuses).

$$RHm = \frac{V_r^2}{127(F_t + d_{max})}$$

- $V_r$  : vitesse de référence en (km/h).
- $d_{max}$  : devers maximal (7%).
- $F_t$  : coefficient de frottement transversal donne par le (B40).
- NB : aucun rayon < RHm.
- Au devers maximal ( $d_{max}$ ) correspond le rayon absolu RHm.

#### III.4.3.3. Rayon minimal normal RHn

Le rayon minimum normal RHn doit permettre aux véhicules dépassant la vitesse de référence ( $V_r$ ) de 20 Km/h de rouler en toute sécurité.

Avec :  $RHn (VB) = RHm (V_r + 20)$

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

#### I.4.3.4. Rayon au dévers minimal RHd

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

Avec :

- $d_{min} = 2.5\%$  pour les catégories (1-2).
- $d_{min} = 3\%$  pour les catégories (3-4-5).

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

#### I.4.3.5. Rayon minimal non déversé RHnd

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

➤ (cat 1-2) →

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 \times 0.035}$$

➤ (cat 3-4-5) →

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

- $f' = 0.07$  catégorie (3).
- $f' = 0.075$  catégorie (4-5).

### III.5. Raccordement progressif (Clothoïde)

Les courbes de rayons  $R$  inférieure à  $RHnd$  sont introduites par des raccords progressifs. Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais Progressivement (courbe dont la courbure croit linéairement de  $R=\infty$  jusqu'à  $R=\text{constant}$ ), pour assurer :

- La stabilité transversale de véhicule ;
- Le confort des passagers de véhicule ;
- La transition de la chaussée ;
- Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

### Expression mathématique de la Clothoïde

- Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne L.

$$K = C \times L \div K = \frac{1}{R} \implies L \times R = \frac{1}{C} \implies \frac{1}{R} = C \cdot R$$

On pose :  $\frac{1}{C} = A^2$



$$L \times R = A^2$$

C'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du Rayon R est constant.

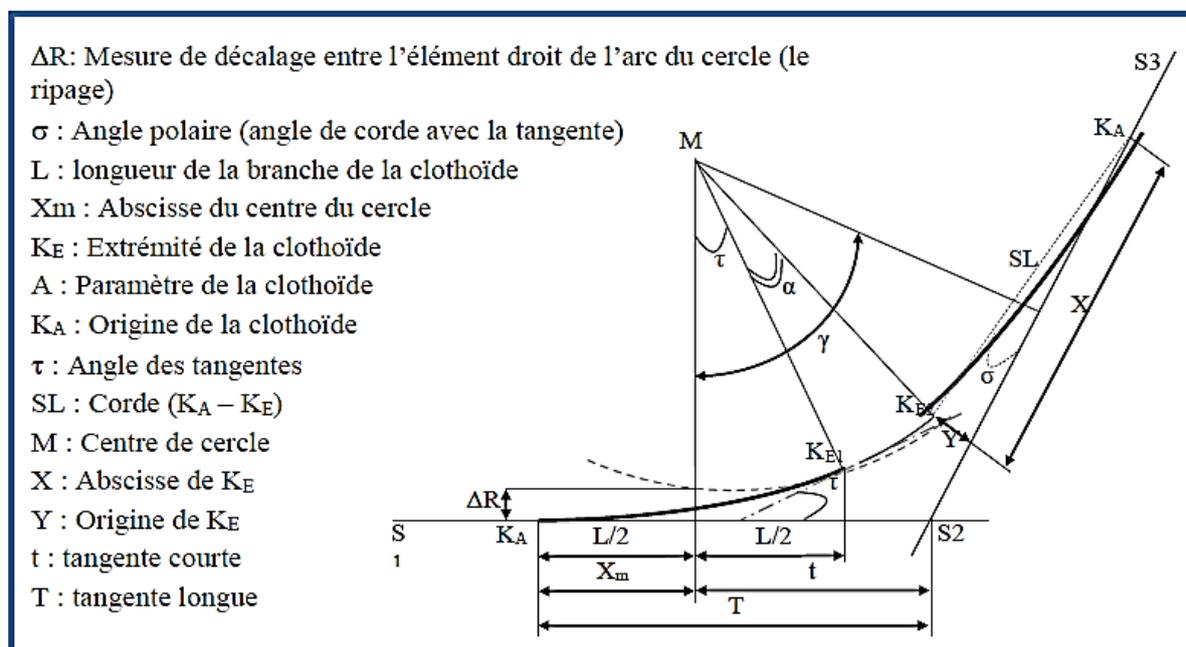


Figure 3.3 Les éléments de la clothoïde.

#### III.5.1. Les conditions de raccordement

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes :

##### III.5.1.1. Condition de stabilité

S'il n'y a pas de courbe de raccordement entre l'alignement et l'arc de cercle de la courbe la force centrifuge fait brusquement son apparition au point de tangence l'accélération  $V^2/R$  tend subitement à faire dévier le véhicule de sa trajectoire normale.

Le conducteur éprouve alors un sentiment d'insécurité et réagit d'instinct en braquant son volant généralement plus qu'il n'en faudrait. Il a tendance à exagérer et de prendre le virage à la corde.

La trajectoire réelle du véhicule n'est alors plus un cercle, mais une autre courbe de rayon progressif. On a donc intérêt pour la sécurité des usagers de donner au tracé une forme aussi proche que possible de cette trajectoire réelle.

### III.5.1.2. Condition de confort optique

C'est une condition qui permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels.

- L'orientation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \tau \geq \frac{1}{18} \text{ rd}$$

$$\tau = \frac{L}{2R} > \frac{1}{18} \text{ rd} \rightarrow L > \frac{R}{9} \text{ soit } A \geq \frac{R}{3}$$

- Règles générales (B40) :

$$R \leq 1500\text{m } \Delta R = 1\text{m (éventuellement 0.5m)}$$

$$L = \sqrt{24R\Delta R}$$

$$1500 < R \leq 5000\text{m } L = R/9$$

$$R > 5000\text{m } \Delta R = 2.5\text{m } L = 7.5\sqrt{R}$$

### III.5.1.3. Condition de confort dynamique

C'est l'introduction trop brutale de la force centrifuge qui est dangereuse pour la stabilité du véhicule et inconfortable pour l'utilisateur.

Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et la courbure, de façon à respecter les conditions de stabilité du véhicule et limiter ainsi l'accélération transversale.

- Cette condition est donnée par la formule suivante :

$$L = \frac{v_r^2}{18} \left( \frac{v_r^2}{127R} - \Delta d \right)$$

- L : Longueur de raccordement.
- Vr : Vitesse de référence (Km/h).
- Δd : La variation de dévers (Δd = dfinal - dinit) en (%).

### III.5.1.4 Condition de gauchissement

Cette condition a pour objectif d'assurer à la route un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du dévers. Elle correspond à la limitation de la variation du dévers à 2 % par seconde de parcours à la vitesse de référence du calcul de l'itinéraire.

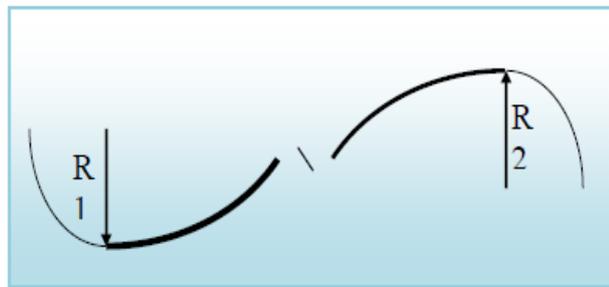
$$L \geq \frac{\Delta d \cdot V_r}{7.2}$$

- L : Longueur de raccordement.
- Vr : Vitesse de référence (Km/h).
- Δd : La variation de dévers (Δd = dfinal - dinit) en (%).

### III.5.2. Combinaison des éléments du tracé en plan

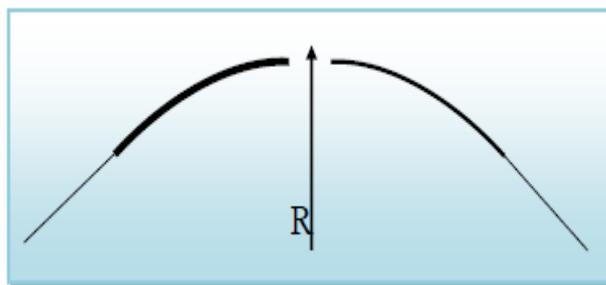
#### Courbe en S

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

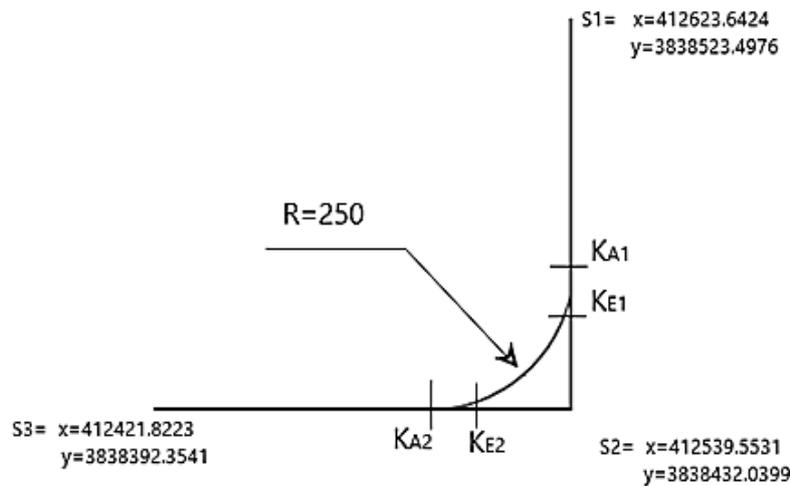


#### Courbe à sommet

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



### III.6 Exemple de tracé en plan



### III.7 Calcul de Gisement

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

$$\begin{cases} |\Delta x| = |X_{P_2} - X_{P_1}| = 84.0691m \\ |\Delta y| = |Y_{P_2} - Y_{P_1}| = 91.458m \end{cases}$$

$$G_{S_1}^{S_2} = 100 - \text{Arctg} \left( \frac{|\Delta y|}{|\Delta x|} \right) = 20.2344 \text{ grade}$$

$$\begin{cases} |\Delta x| = |X_{P_3} - X_{P_2}| = 117.7308m \\ |\Delta y| = |Y_{P_3} - Y_{P_2}| = 39.685m \end{cases}$$

$$G_{S_2}^{S_3} = 100 - \text{Arctg} \left( \frac{|\Delta y|}{|\Delta x|} \right) = 279.3022 \text{ grade}$$

$$\begin{cases} |\Delta x| = |X_{P_3} - X_{P_1}| = 201.8201m \\ |\Delta y| = |Y_{P_3} - Y_{P_1}| = 131.143m \end{cases}$$

$$G_{S_1}^{S_3} = 100 - \text{Arctg} \left( \frac{|\Delta y|}{|\Delta x|} \right) = 63.3157 \text{ grade}$$

### III.8. Calcul de la courbe de raccordement progressif

Calcul de L :

On prend un rayon  $R=250$  m, d'après B40 le rayon est inférieur à  $R_{hd}$  Le divers de la courbe  $d_1=7\%$ .

$$L \geq \frac{5}{36} \times \Delta d \times V_B$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta d = |d_1 - d_2| = |7 + 2.5| = 9.5\% \\ V_B = 80 \text{ km/h} \end{array} \right.$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 9.5 \times 80 = 105.555 \text{ m}$$

**Le paramètre A :**

$$A = \sqrt{L \times R} = 162.44 \text{ m}$$

On a la condition optique :

$$\text{On a : } \frac{R}{3} \leq A \leq R \rightarrow \text{Donc : } 83.33 \text{ m} \leq 162.44 \text{ m} \leq 250 \text{ m (vérifié).}$$

**Calcul des angles:**

$$\alpha_1 = |G_{P_3}^{P_3} - G_{P_1}^{P_2}| \rightarrow \alpha_1 = 43.0813 \text{ grade}$$

$$\alpha_2 = |G_{P_2}^{P_3} - G_{P_1}^{P_3}| \rightarrow \alpha_2 = 15.9865 \text{ grade}$$

$$\alpha_1 = 200 - (\alpha_1 + \alpha_2) \rightarrow \alpha_3 = 141 \text{ grade}$$

$$\gamma = 200 - \alpha_3 = 59 \text{ grade}$$

$$\tau = \frac{200 \times L}{2\pi \times R} = \frac{200 \times 105.555}{2\pi \times 250} \approx 13.44 \text{ grade}$$

**Vérification de non chevauchement :**

$$2\tau = 26.88 \text{ grade}$$

D'où  $2\tau < \gamma \rightarrow$  pas de chevauchement

$$\gamma = 59 \text{ grade}$$

**Calcul des distances :**

$$\overline{S_1 S_2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 124.226 \text{ m}$$

$$\overline{S_2 S_3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 124.24m$$

**Calcul de l'abscisse du centre du cercle :**

$$Xm = \frac{A^2}{2 \times R} = \frac{162.44}{500} = 52.77m$$

**Abscisse de KE :**

$$X = L \left( 1 - \frac{L^2}{40R^2} \right) = 105.08m$$

**Abscisse de KE :**

$$Y = \left( \frac{L^2}{6R} \right) = 7.43m$$

**Calcul de tangente :**

$$T = Xm + (R + \Delta R) \tan\left(\frac{\gamma}{2}\right) = 52.77 + (250 + \Delta R) \tan(29.5) = 178.62m$$

**Calcul des coordonnées SL :**

$$SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{105.08^2 + 7.43} \approx 105.34m$$

**Calcul de  $\sigma$  :**

$$\sigma = \text{Arctg}\left(\frac{Y}{X}\right) = 4.49 \text{ grade}$$

**Calcul de l'arc :**

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 59 - 26.88 = 32.12 \text{ grade}$$

$$\widehat{K_{E1} K_{E2}} = \frac{R \times \pi \times \alpha}{200} = \frac{250 \times \pi \times 32.12}{200} = 126.071m$$

**Calcul des coordonnées des points singuliers :**

$$K_{A1} = \begin{cases} X_{K_{A1}} = X_{S_2} - T \times \sin(G_{S1}^{S2}) = 412483.7314m \\ Y_{K_{A1}} = Y_{S_2} - T \times \cos(G_{S1}^{S2}) = 3838262.366m \end{cases}$$

$$K_{E1} = \begin{cases} X_{K_{E1}} = X_{K_{A1}} + SL \times \sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 412509.5185m \\ Y_{K_{E1}} = Y_{K_{A1}} + SL \times \cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) = 383928.5009m \end{cases}$$

$$K_{A2} = \begin{cases} X_{K_{A2}} = X_{S_3} - (S_2 S_3 - T) \times \sin(G_{S2}^{S3}) = 412473.3535m \\ Y_{K_{A2}} = Y_{S_3} - (S_2 S_3 - T) \times \cos(G_{S2}^{S3}) = 3838409.724m \end{cases}$$

$$K_{E2} = \begin{cases} X_{K_{E2}} = X_{K_{A2}} - SL \times \sin(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 412371.409m \\ Y_{K_{E2}} = Y_{K_{A2}} - SL \times \cos(G_{S2}^{S3} + \sigma) = 3838383.194m \end{cases}$$

**III.9 .Conclusion**

Les résultats calculés manuellement sont approchés aux résultats de calcul automatique d'axe.

**Remarque :**

Les résultats de calcul automatique d'axe sont joints dans l'annexe

# IV

## Profil en long

### **IV.1.Introduction**

Le profil en long est une coupe longitudinale de la route suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé, développé et représenté sur un plan à deux échelles différentes.

Le profil en long se caractérise par une succession de déclivités ou de parties horizontales liées et par des raccordements circulaires ou paraboliques. Il constitue un développement suivant son axe sur lequel sont représentés le terrain naturel et le projet [NINOUEH.T, 2020].

### **IV.2.Règles à respecter**

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur [B40.1977] :

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

### **IV.3.Les éléments de composition du profil en long**

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :[NINOUEH.T]

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

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

Les types de rayons :

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

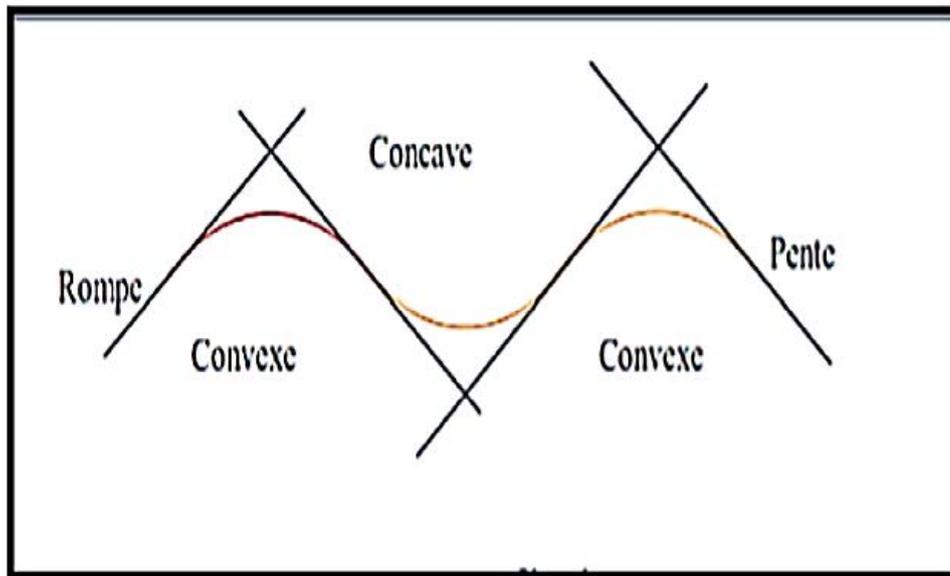


Figure 4.1 : Éléments géométriques du profil en long.

#### IV.4. Coordination du tracé en plan et profil en long

Elle doit viser essentiellement à :

- Assurer les conditions minimales de visibilité ;
- Favoriser la perception générale du tracé : rechercher la cohérence du tracé en plan, du profil en long et de la topographie générale du site ;
- Il faut en outre éviter les combinaisons défavorables telles qu'une longue descente rapide suivie d'un point difficile du tracé en plan ;
- De distinguer, clairement, les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.).
- Pour assurer ces derniers objectifs on respecte les conditions suivantes : Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important ;
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition :  $R_{vertical} > 6 R_{horizontal}$  pour éviter un défaut d'inflexion.
  - Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas

de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

## **IV5. Déclivités**

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontale. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montés [B40

### **Normes Techniques d'aménagement des Routes]**

#### **5.1. La déclivité minimum**

Dans un terrain plat on n'emploie généralement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement, des eaux pluviales s'effectue facilement le long de la route au bord de la chaussée.

On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

- Au moins 0,5% et de préférences 1 %, si possible.
- $I_{\min} = 0,5 \%$  dans les longues sections en déblai : pour que l'ouvrage d'évacuation des eaux ne soit pas trop profondément.
- $I_{\min} = 0,5 \%$  dans les sections en remblai prévues avec des descentes d'eau.

#### **5.2. La déclivité maximum**

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

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

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

Donc la déclivité maximale dépend de :

- La condition d'adhérence ;
- La vitesse minimum de PL ;
- La condition économique.

#### **5.3. Rampe maximale**

Actuellement les poids lourds sont capables de gravir de forte rampe, mais ils ne le font qu'à faible vitesse et au prix d'une forte consommation de carburant.

Tout cela induit à :

- Une faible vitesse et gêne de circulation ;
- Une consommation excessive de carburant d'où le prix de revient élevé pour le transport ;
- La rampe maximale correspond à la valeur pour laquelle le véhicule n'avance plus et commence à patiner.

**Tableau 4.1:** Déclivité maximale Selon le B40

Vitesse (Km/h)	40	60	80	100	120
Rampe max (%)	8	7	6	5	4

## IV.6. Raccordement en profil en long

Deux déclivités de sens contraire doivent se raccorder en profil en long par une courbe. Le rayon de raccordement et la courbe choisie doivent assurer le confort des usagers et la visibilité satisfaisante.

On distingue deux types de raccordement

### 6.1. Raccordement convexes (Angle saillant)

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

- Leur conception doit satisfaire à 3 conditions :

- a) Condition de confort dynamique ;
- b) Condition de visibilité ;
- c) Condition d'esthétique.

#### a) Condition de confort dynamique

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable donc cette accélération doit être limitée.

La limitation de l'accélération verticale est donnée comme suit :

$g/40$  pour cat.1-2

$Vr^2/Rv < g/40$

Pour  $g=10m/s$

$$Rv_{min} = \begin{cases} 0.3 Vr^2 & \text{pour cat 1 - 2} \\ 0.23 Vr^2 & \text{3 - 4 - 5} \end{cases}$$

### b) Condition de visibilité

Elle intervient, seulement, dans les raccords des points hauts comme condition supplémentaire à celle de condition de confort. Il faut que deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{d_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \times h_1})}$$

Avec

- $d_1$  : distance de visibilité (m).
- $h_0$  : hauteur de l'œil (m).
- $h_1$  : hauteur de l'obstacle (m).
- $R_v$  : Rayon vertical (m).

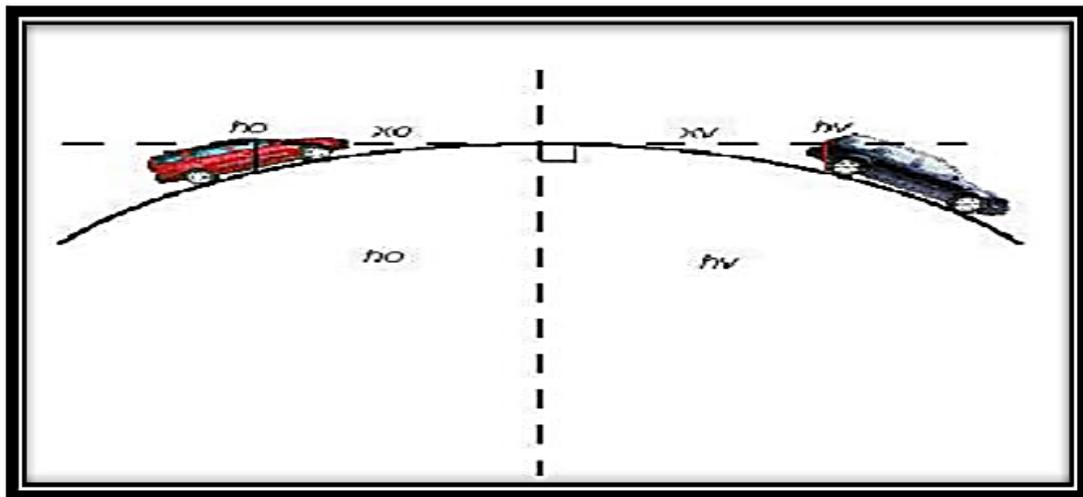


Figure 4.2 : Raccordement convexe.

### c) Condition d'esthétique

Une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à procurer à l'utilisateur une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et ( $b > 50$ ) pour des dévers  $d < 10\%$  „spécial échangeur“.

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

Avec :

- $\Delta d$ : changement de dévers (%);
- $R_{vmin}$  : Rayon vertical minimum (m).

## 6.2. Raccordements concaves (angle rentrant)

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

$$R'v = \frac{d1^2}{(1.5+0.035 \times d1)}$$

Avec :

- $R'v$ : Rayon minimum du cercle de raccordement.
- $d1$  : Distance d'arrêt.

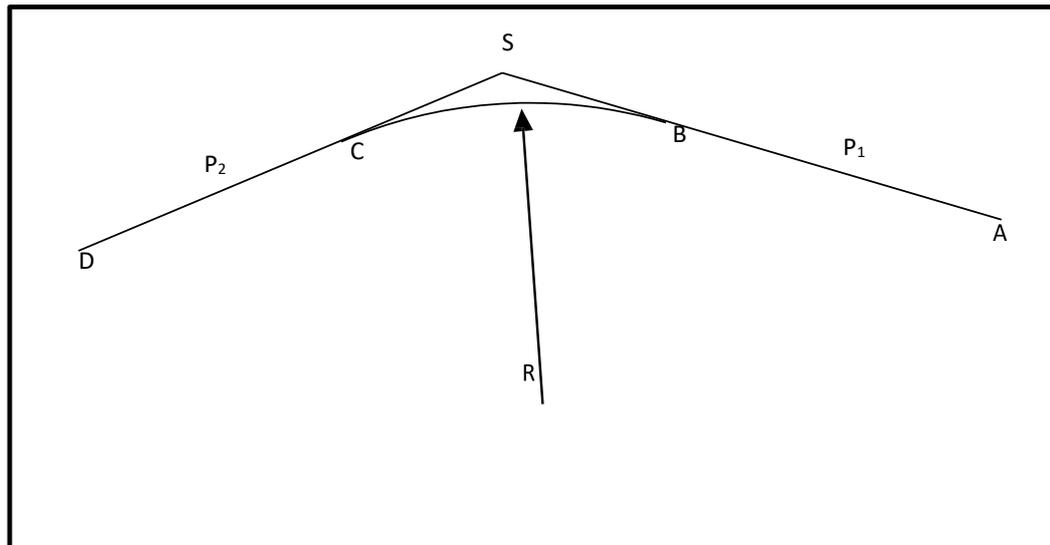
## IV.7.Exemple de calcul

### Les données de base

Pour notre cas, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge. Ces paramètres sont donnés par le tableau suivant (selon le B40)

**Tableau 4.2** les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge.

Catégorie		C1
environnement		E1
Vitesse de base (Km/h)		80
Rayon en angle saillant RV	Route Bidirectionnelle : (02 voies) RVm1 (minimal absolu) en m RVn1 (minimal normal) en m	4500 10000
Rayon en angle rentrant RV	Route Bidirectionnelle : (02 voies) RVm1 (minimal absolu) en m RVn1 (minimal normal) en m	2400 3000



**Tableau 4.3** Les points du profil en long :

A	S	D
X = 3318.05	X = 3354.35	X = 3425.02
Z = 857.733	Z = 857.43	Z = 857.05

Rayon R= 10000 m

**Calcul des pentes :**

$$P_1 = \frac{Z_S - Z_A}{X_S - X_A} \rightarrow P_1 = -0.83\%$$

$$P_2 = \frac{Z_D - Z_S}{X_D - X_S} \rightarrow P_2 = -0.54\%$$

**Calcul des tangentes :**

$$T = \frac{10000}{2} \times (|-0.0083| + |-0.0054|) \rightarrow T = 68.5\text{m}$$

**Calcul de la flèche B<sub>X</sub> :**

$$B_X = \frac{T^2}{2 \times R} = \frac{68.5^2}{2 \times 10000} \rightarrow B_X = 0.235\text{m}$$

**Calcul des coordonnées des points de tangents :**

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T = 3354.35 - 68.5 & \rightarrow X_B = 3285.85 \\ Z_B = Z_S + T \times |P_1| = 857.43 + 68.5 \times |-0.0083| & \rightarrow Z_B = 857.999 \end{cases}$$

$\rightarrow B (3285.85; 857.99)$

$$C \begin{cases} X_C = X_S + T = 3354.35 + 68.5 & \rightarrow X_C = 3422.85 \\ Z_C = Z_S - T \times |P_2| = 857.43 - 68.5 \times |-0.0054| & \rightarrow Z_C = 857.06 \end{cases}$$

$\rightarrow C(3422.85; 857.06)$

**Calcul de la longueur de raccordement :**

$$L = 2 \times T = 2 \times 68.5 \rightarrow L = 137m$$

**Calcul des coordonnées du point J :**

$$\begin{cases} X_{J/A} = R \times P_1 = 10000 \times |-0.0083| & = 83 \\ Z_{J/A} = X_{J/A} \times P_1 - \frac{\left(\frac{X_J}{A}\right)^2}{2 \times R} = 83 \times |0.0083| - \frac{(83)^2}{20000} & = 0.345 \end{cases}$$

$$J \begin{cases} X_J = X_B + X_{J/A} = 3285.85 + 83 \rightarrow X_J = 3368.85 \\ Z_J = Z_B + Z_{J/A} = 857.999 - 0.345 \rightarrow Z_J = 857.654 \end{cases}$$

$\rightarrow J(3368.85 ; 857.654)$

**Tableau 4.4 :** les coordonnées par calcul automatique

Elements Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
<b>Pente 13</b>	<b>Pente</b>	<b>-0.82 %</b>	<b>22.435</b>	<b>3318.046</b>	<b>857.733</b>
<b>Parabole 13</b>	<b>parabole</b>	<b>-0.82%</b>			
	<b>Rayon</b>	<b>10000.000 m</b>			
	<b>Sommet Absc.</b>	<b>3422.789 m</b>			
	<b>Sommet Alt.</b>	<b>857.209 m</b>			
<b>Pente 14</b>	<b>Pente</b>	<b>-0.55 %</b>	<b>56.800</b>	<b>3368.218</b>	<b>857.358</b>
	<b>Pente</b>	<b>-0.55 %</b>			
<b>Pente 13</b>	<b>Pente</b>	<b>-0.82 %</b>	<b>22.435</b>	<b>3318.046</b>	<b>857.733</b>
<b>Parabole 13</b>	<b>Pente</b>	<b>-0.82 %</b>	<b>27.736</b>	<b>3340.482</b>	<b>857.548</b>

## IV.8 Conclusion

Les résultats calculés manuellement sont approchés aux résultats de calcul automatique d'axe.

# 5

## Profil en travers

## V.1 Introduction

Le profil en travers d'une route est une coupe transversale menée selon un plan perpendiculaire à l'axe de la route. Il contient la ligne de la future route et arbitrairement la ligne du terrain naturel.

Le choix du profil en travers doit assurer à tout moment l'écoulement du trafic actuel et prévisible dans de bonnes conditions de sécurité, de confort et l'évacuation des eaux de pluie

Il existe deux types de profil en travers :

-Profil en travers ;

-Profil en travers type.

### V.1.2 Profil en travers type

Le profil en travers type est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe du tracé projeté déterminé par le projeteur dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais ou mixte). L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

Les profils types ont pour but de définir les caractéristiques transversales de la route à projeter. Il n'est besoin que d'un seul profil type si la route présente les mêmes caractéristiques transversales sur toute sa longueur, s'il n'est pas le cas, on est obligé d'établir autant des profils en travers type (2 ou 3) tant qu'il y aura de tronçon de la route ayant des différentes caractéristiques.

Sur les profils en travers types le terrain naturel n'est pas figurée que d'une façon arbitraire et comme élément auxiliaire de rattachement. [NINOUH T.2020]

### V.2.2 Profil en travers courant

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance régulière (10, 15, 20,25 m...). Qui servent à calculer les cubatures.

Il existe trois types de profils en travers:

- Les profils en remblai ;
- Les profils en déblai ;
- Les profils mixtes.

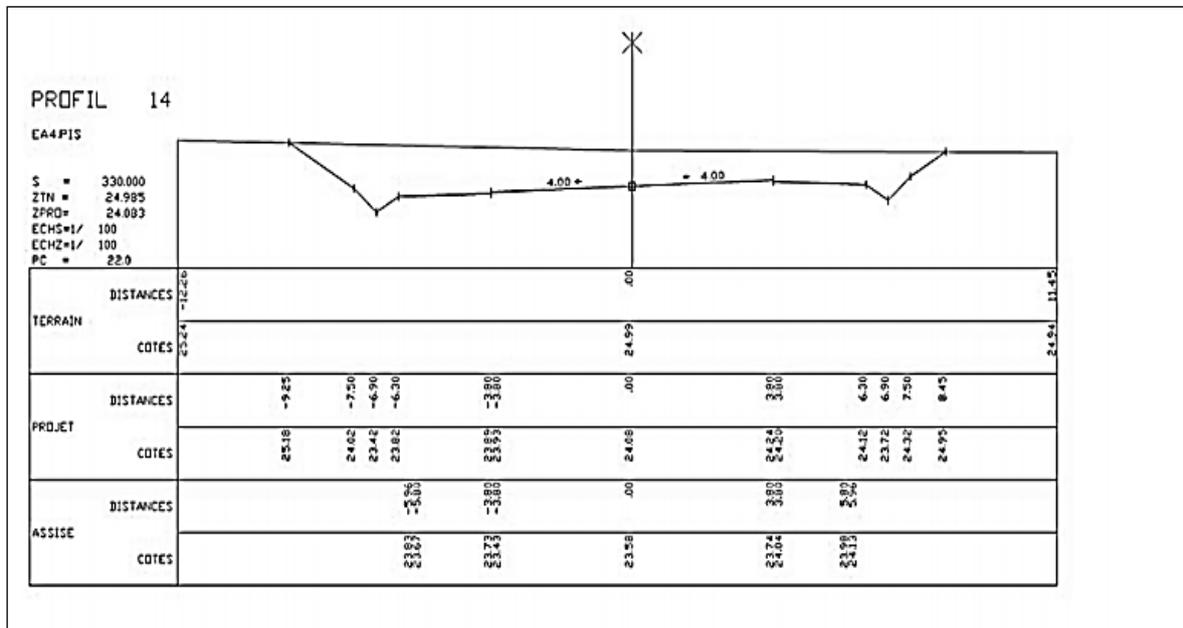


Figure 5.1 Exemple d'un profil en travers déblai [NINOUEH.T, 2020]

## V.2. Les éléments constitutifs du profil en travers

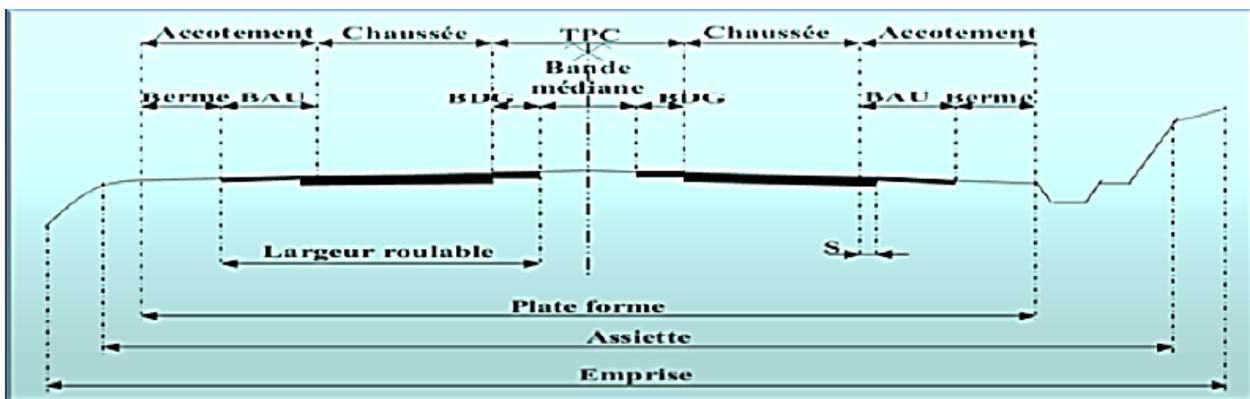


Figure 5.2 Les éléments constitutifs du profil en travers sont [B40.1977]

### -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. Chaque chaussée comporte de 2 à 4 voies de circulation larges de 3.50 m.

### -Terre-plein central (T.P.C)

Le T.P.C assure la séparation matérielle des deux sens de circulation. Sa largeur résulte de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane

**-Bande dérasée de gauche (B.D.G)**

Elle est destinée à permettre de légers écarts de trajectoire et à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité. Elle contribue dans les courbes à gauche au respect des règles de visibilité

**-Bande médiane**

Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, à implanter certains équipements (barrières de sécurité, supports de signalisation, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux). Sa largeur dépend, pour le minimum, des éléments qui y sont implantés.

**-Accotement**

L'accotement comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) revêtue et bordée à l'extérieur d'une berme.

**-Zone de sécurité**

La largeur de la zone de sécurité est, à compter du bord de la chaussée, de 10 m.

Dans la zone de sécurité, doit être isolé, si non exclu, tout dispositif agressif constitué par un :

- obstacle : arbre, poteau, maçonnerie, support de signalisation directionnelle, paroi rocheuse, appui d'ouvrage d'art.
- caniveau non couvert.
- fossé dépassant 50 cm de profondeur, sauf s'il s'agit d'un fossé de pentes inférieures à 25 %.
- talus de déblai ou un merlon dont la pente dépasse 70 %.
- remblai de plus de 4 m de haut, dont la pente dépasse 25 %, ou de plus de 1 m en cas de dénivellation brutale.

**-Berme**

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements : barrières de sécurité, et signalisation verticale. Sa largeur qui dépend surtout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place est de 1.00 m minimum ; mais elle peut être intégrée à un dispositif d'assainissement dont la pente ne dépasse pas 25%.

**-Emprise**

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route, c'est-à-dire dans les limites du domaine public.

**-Assiette**

C'est la surface du terrain réellement occupée par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.

**-Plate-forme**

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la chaussée, les accotements, éventuellement le terre-plein central et les bandes d'arrêts

**-Fossé**

C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir, collecter et à cheminer les eaux de ruissellement, de pluie, provenant de la route et des talus

**-Talus**

Le talus est l'inclinaison de terrain qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue. Cette inclinaison exprimée par une fraction (A/B) telle que :

- **A** : la distance sur la base du talus.

- **B** : la hauteur du talus En terre de moyenne cohésion, l'inclinaison de talus est de (3/2) pour les remblais et (1/1) pour les déblais.

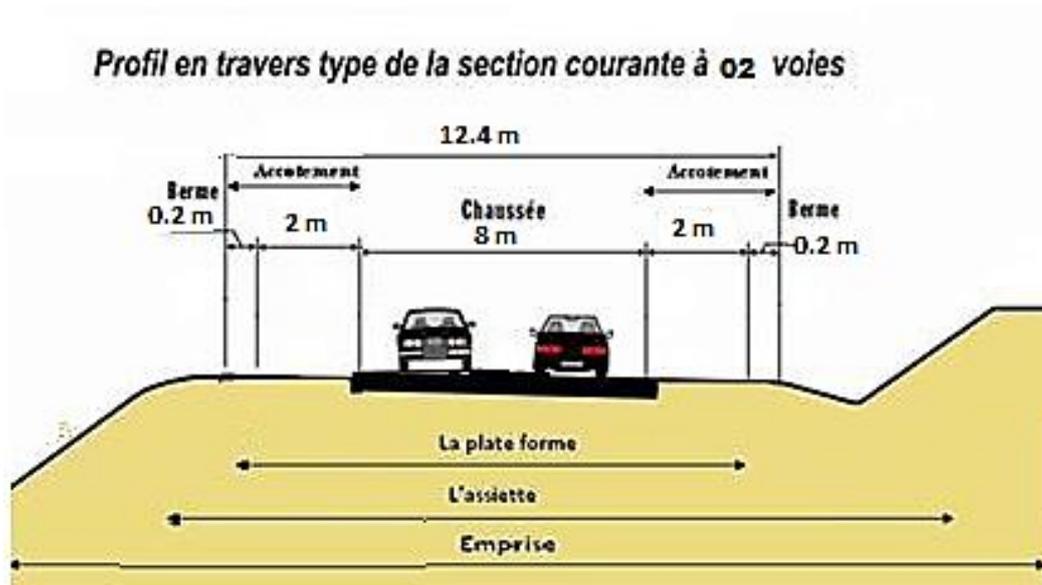
**Changement de devers**

La variation du dévers est, habituellement, linéaire le long du raccordement progressif.

**V.3 Conclusion**

Finalement en résumé le profil en travers de notre projet dans le tableau ci-dessous

Description	Largeur (m)	nombre	Largeur totale (m)
• 02 Voie de circulation	4	2	8
• Accotement	2	2	4
• La berme	0.2	2	0.4
<b>total 12.4</b>			
<b>dévers en section droite</b>			
- Chaussée	2,5 % vers l'extérieur. 30% vers l'extérieur.		
- Berme extérieure			
<b>dévers en courbe</b>			
- Chaussée	7 % (maximum).		



**Figure 5.3** profil en travers type de la section courante à 02 voies

# VI

## Cubature

## VI.1.Introduction

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont pour objectif de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général. Ces actions sont, nécessaires, et fréquemment constatées sur les profils en long et les profils en travers.

La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai).

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle « les cubatures des terrassements».

## VI.2.Définition

Les cubatures est le nombre de déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprochée et sous adjacente à la cote du projet. Le calcul du volume des remblais et des déblais est nécessaire.

Il permet entre autres de :

- Choisir entre plusieurs variantes de projet.
- Estimer les dépenses post-terrassement.
- Prévoir le mouvement des terres, la méthode à appliquer et le nombre des engins de terrassement à utiliser.

## VI.3. Cubature des Terres

Avant de calculer le volume des terres compris dans une butte en déblai, ou dans un remblai, il faut déterminer au préalable les surfaces des différents profils en travers. Deux types de profil en travers peuvent se rencontrer :

- **Profils homogènes** : ce sont des profils complètement en remblais ou complètement en déblai.

- **Profils mixtes** : ce sont des profils partiellement en remblais et complètement en déblai.

## VI.4. Méthodes de calcul des cubatures

Les cubatures sont les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifient le calcul ; parmi lesquelles on cite :

- Méthode de la moyenne des aires (Méthode de Sarraus) ;
- Méthode de l'aire moyenne ;
- Méthode de la longueur applicable ;
- Méthode approchée.

### VI.5.Description de la méthode de la moyenne des aires

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

$$V = h/6 \times (S1 + S2 + 4S0) \quad \text{VI.1}$$

h : hauteur entre deux profils.

S0 : surface limitée à mi- distances des profils. S1 : surface de profil en travers P1.

S2 : surface de profil en travers P2.

Pour éviter un calcul très long, on simplifie la formule VI.1 en considérant comme très voisines les deux expressions SMOY et ((S1+S2))/2.

Alors on obtient:

$$V_i = \frac{L_i}{2} \times (S_i + S_{i+1})$$

Donc les volumes seront:

$$\text{Entre P1 et P2 : } V1 = L1/2 \times (S1 + S2)$$

$$\text{Entre P2 et PF : } V2 = L2/2 \times (S2 + 0)$$

$$\text{Entre PF et P3 : } V3 = L3/2 \times (0 + S3)$$

$$\text{Entre P3 et P4 : } V4 = L4/2 \times (S3 + S4)$$

En additionnant membre à membre les expressions précédentes, on obtiendra le volume total des terrassements suivant :

$$V = \frac{L_1}{2} S_1 + \frac{L_1 + L_2}{2} S_2 + \frac{L_2 + L_3}{2} \times 0 + \frac{L_3 + L_4}{2} S_3 + \frac{L_4}{2} S_4$$

Avec:

$$S_f = 0$$

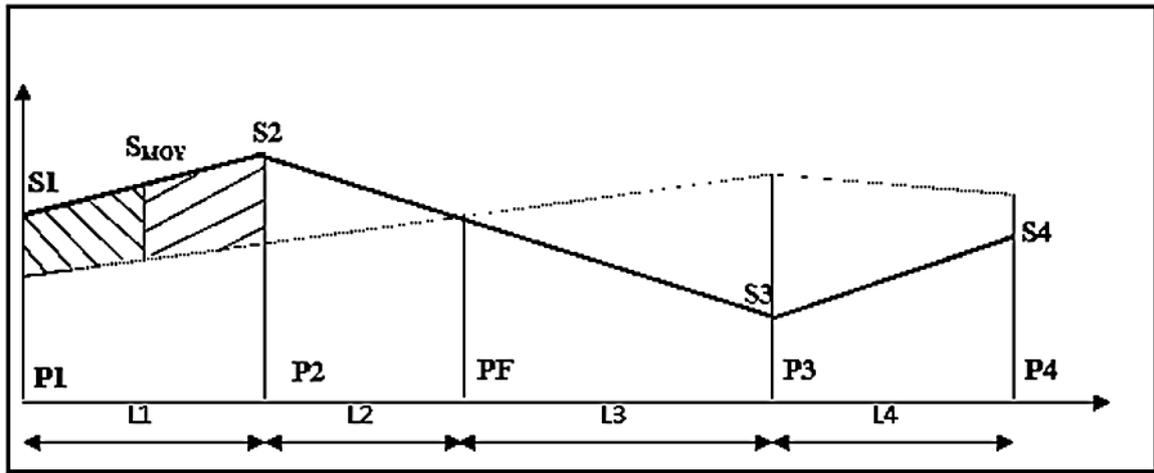


Figure.6.1.Calcul par la moyenne des aires [NINOUH.T, 2020]

Donc le volume V situé de part et d'autre du profil Pn peut s'écrire sous la forme

$$V_n = \frac{(d_n + d_{n-1})}{2} \times (S_n)$$

Avec :

- ✓  $V_n$ : volume engendré par le profil
- ✓  $S_n$  : surface du profil

$\frac{(d_n + d_{n-1})}{2}$  : Longueur d'application (Distance d'application)

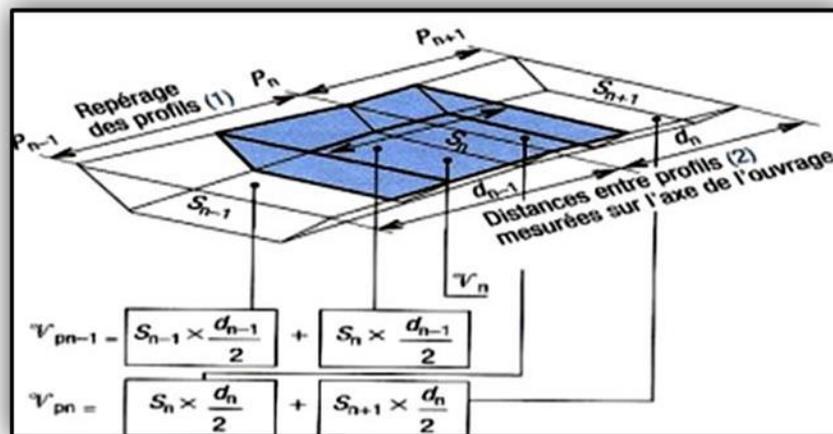


Figure.6.2.Utilisation de la notion de distance d'application [NINOUH.T, 2020]

## VI.6. Mouvements des Terres

### VI.6.1 Définition

L'opération qui consiste à transporter les terres de déblai ou d'emprunt en remblai ou en dépôt dite : mouvement des terres.

Deux facteurs interviennent à cette opération :

- Les cubes de terre à transporter ;
- distance de transport ;

A cet effet, on cherche toujours la distance minimale de transport, en ramenant les terres des emprunts. Ou en évacuant les terres aux dépôts les plus proches

### VI.6.2 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 de mouvement des terres est de trouver la distance moyenne minimale de transport pour minimiser le prix de ce dernier.

### VI.6.3 Foisonnement d'un Sol

L'une des propriétés des sols est le changement de volume qui est une fonction directement liée à la densité du matériau sol. Dès les premiers instants de la manipulation des sols ces derniers augmentent de volume c'est que l'on appelle foisonnement des sols.

Lors du foisonnement les sols passe par une décompression du matériau qui est pénétré par du vide entre les particules plus ou moins grosses et les cailloux ou gravillons présent dans le sol, souvent la teneur en eau joue un rôle assez important.

Lorsque les sols, après leurs remaniements sont remis en place ils occupent un volume beaucoup plus grand que celui qu'ils avaient précédemment. Cette augmentation de volume est appréciée par le coefficient de foisonnement **Cf**.

**V<sub>f</sub>** volume après remaniement et **V<sub>i</sub>** le volume avant remaniement. **C<sub>f</sub>** dépend de la nature des sols.

**VI.7.Calcul de la cubature**

Dans notre projet, le calcul automatique s'effectue à l'aide de logiciel **piste**.

Les résultats de calcul des cubatures sont joints en annexe.

<b><u>Volume déblai</u> : 22 635 m<sup>3</sup></b>
<b><u>Volume remblai</u> : 18 504 m<sup>3</sup></b>

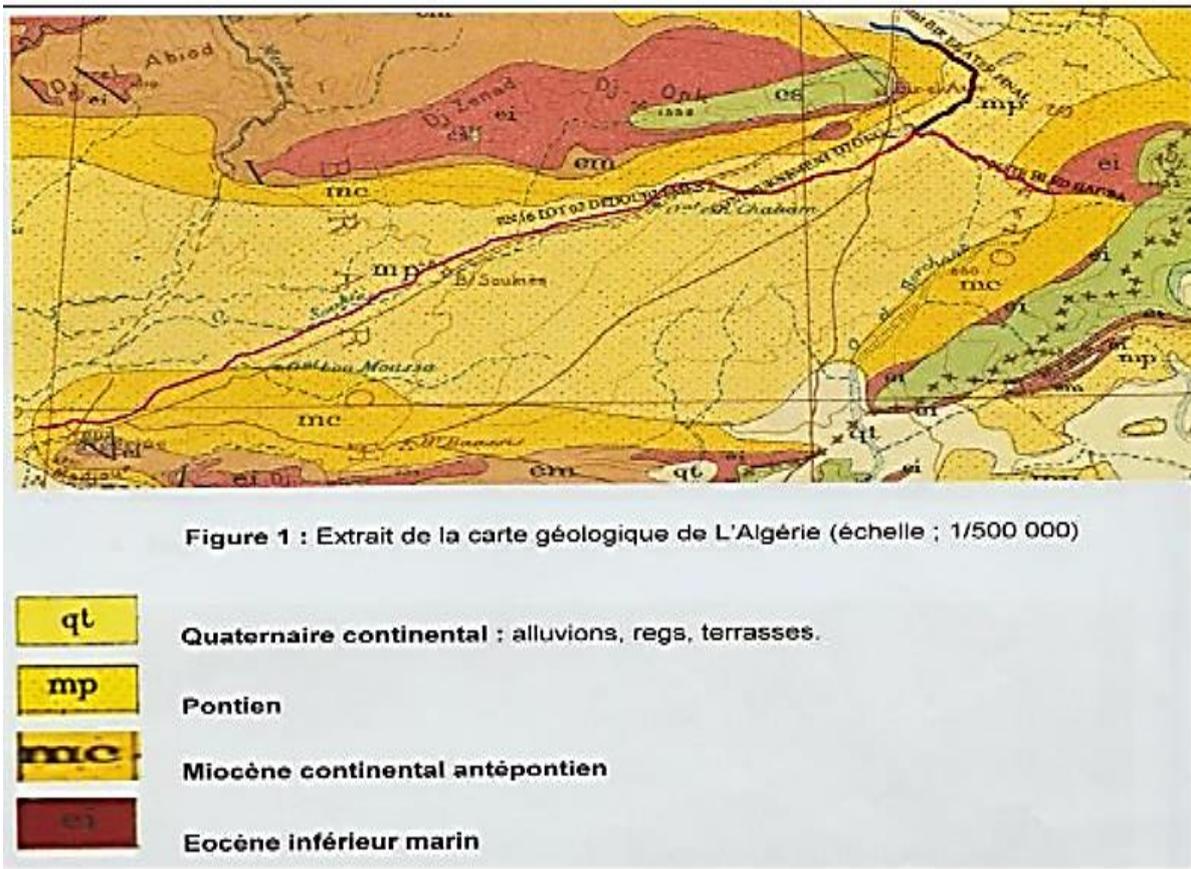
# VII

## Etude Géotechnique

## VII.1. Introduction

Conformément au contrat établi avec la D.T.P de la wilaya de **Tébessa**, le laboratoire d'analyses et d'études géotechniques **Aiche Géo Sol** \*sis à **Sétif** a réalisé l'investigation géotechnique relative au projet de dédoublement de la **RN°16** entre **EL MALABIODE** et la limite de la wilaya d'EL OUED sur 157 Kms/ lot n° :02 / BIR EL ATER – NEGRINE sur 71 Kms WILAYA DE **TEBESSA**.

Réalisation du contournement de la mine de phosphate de **DJEBEL ONK** de la RN°16 sur 16kms (notre projet de fin d'étude).



**Figure7.1.** Localisation du tracé sur la carte géologique de l'Algérie est (échelle ; 1/500000)

L'étude géotechnique consiste à donner les précautions nécessaires concernant le sol ou sera implanté notre aménagement. Pour cela, on effectue dans le sol des prélèvements et des excavations qui permettent de renseigner sur la nature des terrains. On réalise ensuite des essais sur les prélèvements au laboratoire, pour obtenir les caractéristiques physiques et mécaniques des terrains, qui vont supporter les charges apportées par les différentes couches de la chaussée. Le concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé l'axe. Cette étude lui permettra, de dimensionner la chaussée.

## **VII.2. L'objet de l'étude géotechnique**

La géotechnique permet la classification des matériaux provenant des déblais pour étudier la possibilité de leur réutilisation en couches de remblais et la détermination de la classe du sol support permettant la définition et le dimensionnement du corps de chaussée.

Par ailleurs, pour les déblais importants, les essais de laboratoire permettront de déterminer les caractéristiques géotechniques nécessaires à l'étude de la stabilité de leurs talus.

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- D'établir le projet de terrassement ;
- De définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée ;
- D'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements ;
- Pour le dimensionnement du corps de chaussé et éventuellement les fondations des ouvrages d'arts dans la phase d'étude ;
- La sécurité en évaluant la stabilité des talus et des remblais ;
- De préserver l'environnement et les ressources naturelles.

## **VII.3. Les moyens de la reconnaissance**

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'un tracé routier sont essentiellement :

- L'étude des archives et documents existants ;
- Les visites sur site et les essais « in-situ » ;
- Les essais au laboratoire.

## **VII.4. Les essais de laboratoire**

Les essais réalisés en laboratoire sont :

- a. Les essais d'identification.
- b. Les essais mécaniques.

### **VII.4.1 Les essais d'identification**

#### **VII.4.1.1. Teneur en eau naturelle**

La mesure de la teneur en eau d'un sol, d'un granulat ou d'un matériau de façon plus générale est une action des plus caractéristiques courantes en géotechnique, qui permet d'approcher certaines mécaniques (masse volumique) et d'apprécier la consistance d'un sol.

#### **VII.4.1.2. Analyse granulométrique**

Il s'agit du tamisage des particules dont le diamètre est supérieur à 80µm. Cette analyse permet de distinguer entre les sols fins, sols sableux (riche en fines) et sol graveleux (pauvre

en fines), c'est un essai qui a pour objectif de déterminer la répartition des grains suivant leurs dimensions ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique qui donne le pourcentage des passants cumules en fonction du diamètre des particules (reportée sur une échelle semi-logarithmique).



**Figure 7.2.** Tamiseuse à vibrations

#### **VII.4.1.3.Limites d'ATTERBERG**

Lorsque' on fait croître progressivement la teneur en eau d'un sol préalablement séché et pulvérisé, il passe d'un état solide ou très consistant à rupture fragile à un état plastique (grandes déformations sans rupture) puis à l'état liquide.



**Figure 7.3.** L'appareil de Casagrande

#### VII.4.1.4. Essai au bleu de méthylène

Les molécules de bleu de méthylène ont pour propriété de se fixer sur les surfaces externes et internes des feuillets d'argile, la quantité de bleu adsorbée par **100 grammes** de sol s'appelle « Valeur Au Bleu » du sol et est notée **VBS**, la **VBS** reflète globalement :

- La teneur en argile (associée à la surface externe des particules) ;
- L'activité de l'argile (associée à la surface interne).

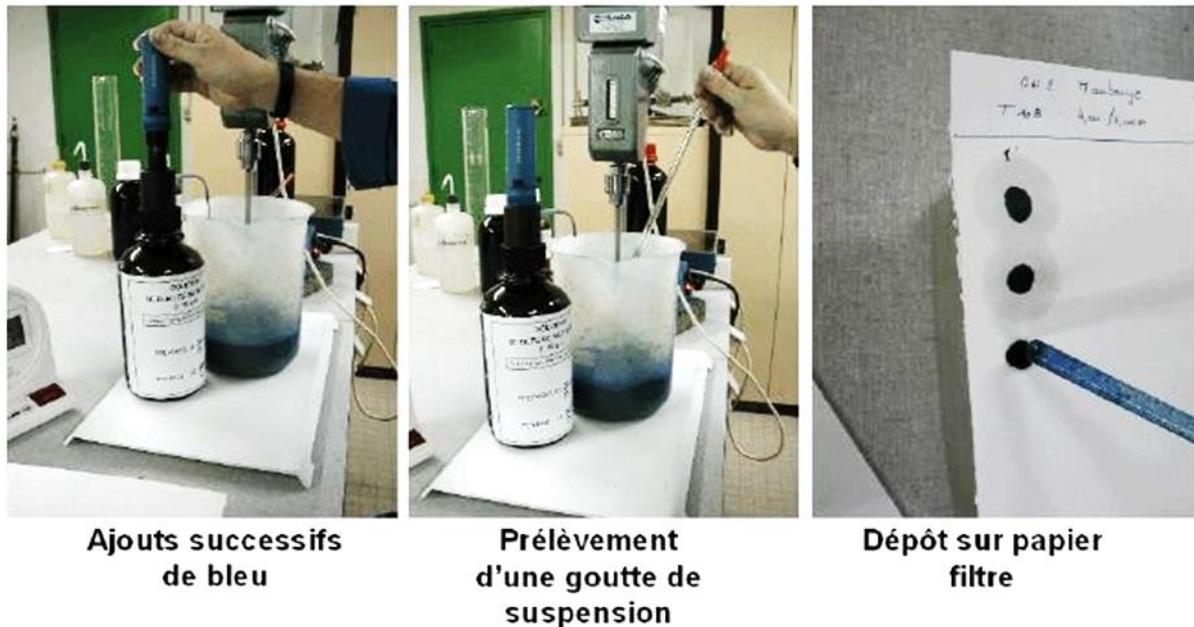


Figure 7.4. Essai au bleu de méthylène

#### VII.4.1.5. Equivalent de sable (ES)

L'essai d'équivalent de sable permet de mesurer la propreté d'un sable utilisé pour la composition des matériaux routier et les sables à béton. L'essai consiste à séparer les particules fines contenues dans le sol des éléments sableux plus grossiers, une procédure normalisée permet de définir un coefficient d'équivalent de sable qui quantifie la propreté du sable.



Figure 7.5 : L'essai équivalent de sable

## VII.4.2. Les essais mécaniques

### VII.4.2.1. Essai PROCTOR

L'essai Proctor est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol prévu pour l'étude, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».



**Figure 7.6.** L'essai Proctor

L'essai est répété plusieurs fois des échantillons portés à des teneurs en eau croissantes (4% ,6% ,10%,14%).

Deux variantes de l'essai Proctor sont couramment pratiquées.

-L'essai Proctor normal rend assez bien compte des énergies de compactage pratiquées pour les remblais.

-L'essai Proctor modifié : le compactage est beaucoup plus poussé et correspond aux énergies de mises en œuvre pour les couches de forme et les couches de chaussée.

### VII.4.2.2 Essai CBR

Cet essai a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements.

L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR modifié) avec 3 énergies de compactage 55c/c ; 25c/c ; 10c/c et imbibé pendant 4 jours. Il ne concerne que les sols cohérents.



Figure 7.7. L'essai CBR

#### VII.4.2.3. Essai Los Angeles

Essai de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau en déterminant la résistance à la fragmentation par choc des granulats.

Le principe de l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1,6mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine Los Angeles. Le coefficient Los Angeles (**LA**) est donné, en pourcentage par le rapport des éléments passant au tamis de **1,60 mm** séché après lavage (**M1**) et de la masse initiale des grains intacts (**M0**).

L'essai s'applique aux granulats d'origine naturelle ou artificielle utilisés dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de roulement).

Une valeur de **LA < 30** est recommandée pour la couche de forme ainsi que les différentes couches d'une structure de chaussée. Plus la valeur **LA** est élevée, moins le granulat est dur.



Figure 7.8. L'essai Los Angeles

#### VII.4.2.4. Essai Micro-DEVAL

L'essai Micro-DEVAL a pour but de mesurer la résistance à l'usure du matériau. L'attrition est reproduite par une combinaison de frottements réciproques et de chocs modérés. Deux types d'essais sont généralement pratiqués, essai à sec ou humide.

Fournissant une évaluation à l'aptitude du granulat à se transformer dans la chaussée sous l'action mécanique des véhicules, il s'applique à tous les matériaux, quelle que soit la nature minéralogique. L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1,6 mm (tamis de 1,6 mm) produits dans la machine Deval par les frottements réciproques.



Figure 7.9. L'essai micro DEVAL

### VII.5. Application au projet

#### VII.5.1. Données du site

##### VII.5.1.1. Situation et topographie

Le site devant recevoir l'implantation de l'ouvrage d'art en question est localisé à l'entrée sud-ouest du village de BIR EL ATER, il s'agit d'un terrain plat ayant une topographie régulière et uniforme, dont la stabilité paraît acquise et aucun risque particulier n'est à craindre

##### VII.5.1.2. Contexte géologique

La description géologique des principaux faciès géologique caractérisant la plane de TEBESSA EL OUED montre :

- une formation triasique sous forme de diapir disloquant les formations sus-jacentes, affleurant en bordure du bassin versant ;
- une formation carbonatée représentée par d'importances couches de calcaire fissurés et marnes d'âge crétacé, cette formation est très nette au niveau des bordures de la plaine.
- un important dépôt alluvionnaire Mio-Plio-Quaternaire (sable-argiles-limons et graviers) qui

occupe la surface de tout la plaine et surtout au piedmont des relief d'accidents en discordance avec les formation précédentes.

## VII.5.2. RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE IN SITU

### VII.5.2.1. Programme et moyens de reconnaissance

Conformément au contrat établi avec le maitre d'ouvrage, le programme de reconnaissance consiste en la réalisation de :

-(03) sondages carottes de 20 m de profondeur ont été exécutés l'aide d'une sondeuse très puissante dit (ABYSS 75 ), ces essais permettront de :

- reconnaître le sol en profondeur ;
- visualiser l'homogénéité et l'épaisseur des formations rencontrées.
- prélever des échantillons intacts pour la réalisation des essais au laboratoire

-(02) sondages pressiométrique de 20m de profondeur ont été exécutés au moyen d'un pressiomètre Ménard, il s'agit d'un chargement statique de terrain en place, effectué grâce à une sonde cylindrique dilatable radialement introduite dans le forage réalisé.

L'essai permet d'obtenir une courbe de variation volumique du sol en fonction de la contrainte appliquée, et de définir une relation contrainte-déformation du sol en place dans l'hypothèse d'une déformation plane.



**Figure 7.10.** La machine ABYSS 75

### VII.5.2.2. Lithologies du terrain

Les formations rencontrées au droit des sondages carottés réalisés confirment le contexte géologique sis précédemment, il s'agit d'un terrain meuble constitué, principalement, par une mince couche d'alluvion (sable renfermant des graves et cailloux), succédé par une épaisse couche d'argile sableuse renfermant des graves et cailloux, l'ensemble repose partir de (14à15m) de profondeur sur une couche d'argile marneuse renfermant des passages sablo-

graveleux, à savoir :

**\*sondage carotté n°1 :**

-0.0/2.0m : sable peu argileux renfermant des graves et cailloux

-2.0/14m : argile sableuse renfermant des graves et cailloux

-14/20m : argile marneuse renfermant des passages sablo-graveleux consolidés

**\*sondage carotté n°2 :**

-0.0/2.0m : sable renfermant des graves et cailloux

-2.0/15m : argile sableuse renfermant des passages de sable fin

-15/20m : argile marneuse renfermant des passages sablo-graveleux

**\*sondage carotté n°3 :**

-0.0/3.0m : sable peu argileux renfermant des graves et cailloux

-3.0/15.5m : argile sableuse renfermant des graves et cailloux

-15.5/20m : argile marneuse renfermant des passages sablo-graveleux

### **VII.5.2.3. Données pressiométriques**

L'essai pressiométrique est un essai de chargement statique du terrain en place, effectuée grâce à une sonde cylindrique dilatable radialement introduite dans un forage.

L'essai permet d'obtenir une courbe de variation volumique du sol en fonction de la contrainte appliquée, et de définir une relation contrainte déformation du sol en place dans l'hypothèse d'une déformation plane.

On détermine trois paramètres :

-Le Module de déformation du sol (E) (module de Ménard ou module pressiométrique).

-La pression de fluage (Pf).

-La pression limite (Pl).

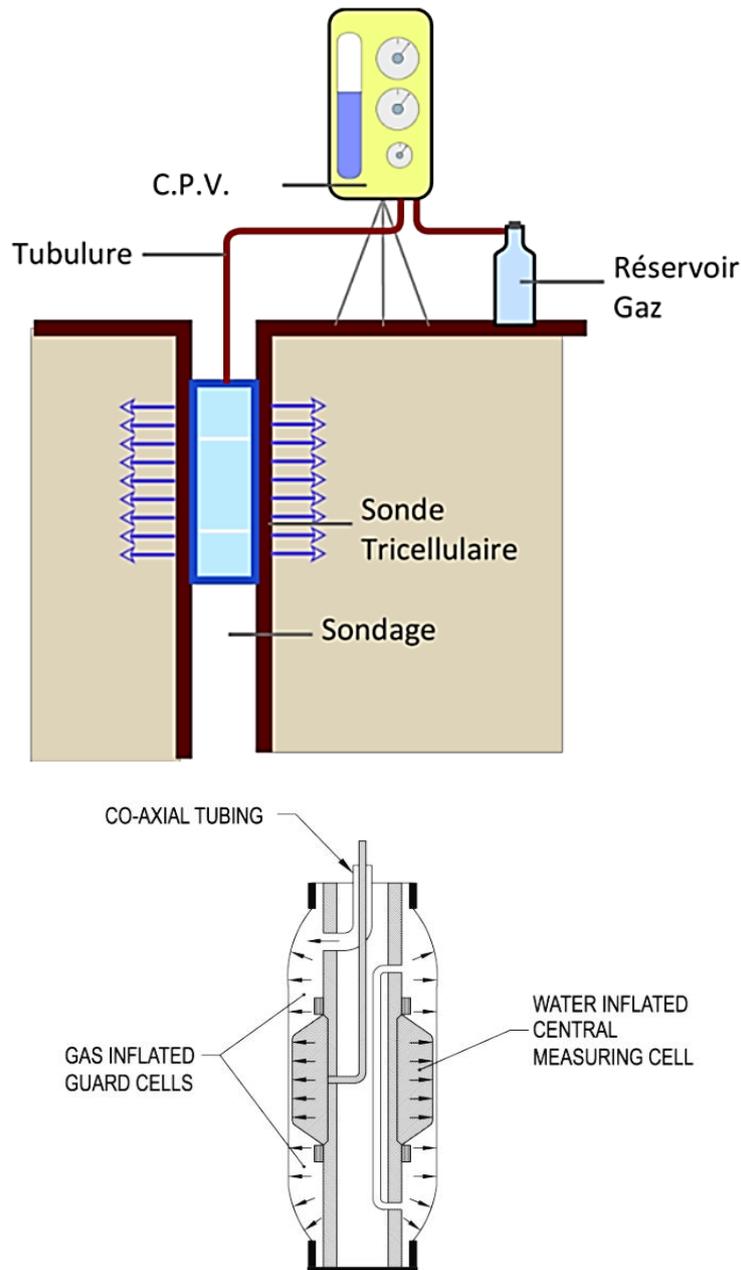
Appareillage :

Le pressiomètre MENARD comporte :

1) Un contrôleur pression volume : C.P.V

2) Sonde de mesure constituée d'une cellule remplie de sable par l'eau et de deux cellules de garde entourant la cellule de mesure et remplies par un gaz dont le rôle est de créer un champ cylindrique de contraintes sur les parois de forage.

3) Les tubes de connexion, concentriques, conduisent l'eau et le gaz comprimés aux sondes.



**Figure 7.11.** Le pressiomètre MENARD

L'examen des valeurs de la pression limite et de module pressiométrique obtenues permet de distinguer la présence de deux horizons de comportement pressiométrique différents, à savoir:

- **Horizon I :**

Il concerne les neuf à dix premiers mètres de profondeur, il est constitué par une mince couche d'alluvions, légèrement, grossières reposant sur une couche d'argile sableuse renfermant des graves et cailloux, cette nature du sol est normalement consolidée, en présentant les paramètres pressiométriques suivants :

SP N°01 :

$$5 \leq Pl(\text{bar}) \leq 13$$

$$56 \leq E(\text{bar}) \leq 217$$

SP N°02 :

$$5.3 \leq Pl(\text{bar}) \leq 14.6$$

$$49 \leq E(\text{bar}) \leq 221$$

- **Horizon II :**

Cet horizon débute à partir de 9 à 10m environ, il est constitué par la partie inférieure de la couche d'argile sableuse sus indiquée et la couche d'argile marneuse renfermant des passages sablo-graveleux parfois consolidés.

Cette stratigraphie ayant un aspect plus consistant et plus consolidé en se référant au rapport (E/Pl), dont les valeurs de pression limite et de module pressiométrique résultantes sont résumées comme suit :

SP N°01:

$$15 \leq Pl(\text{bar}) \leq 23$$

$$261 \leq E(\text{bar}) \leq 614$$

SP N°02:

$$15 \leq Pl(\text{bar}) \leq 22$$

$$275 \leq E(\text{bar}) \leq 54$$

#### VII.5.2.4. Classification des sites

Les sites sont classés ; selon les règlements parasismiques algérienne RPA99/version 2003 ; en quatre (04) catégories en fonction des propriétés mécaniques des sols qui les constituent.

- Catégorie S1 (site rocheux) :

Roche ou autre formation géologique caractérisée par une vitesse moyenne d'onde de cisaillement ( $V_s$  supérieur à 800m/s).

- Catégorie S2 (site ferme) :

Dépôts de sables et de graviers très denses et/ou d'argile sur consolidée sur 10 à 20m d'épaisseur avec  $V_s$  400m/s à partir de 10m de profondeur.

- Catégorie S3 (site meuble) :

Dépôts épais de sables et graviers moyennement denses ou d'argile moyennement raide avec  $V_s$  200m/s à partir de 10m de profondeur.

➤ Catégorie S4 (site très meuble) :

Dépôts de sables lâches avec ou sans présence de couches d'argile molle avec  $V_s < 200$ m/s dans les 20 premiers mètres.

Dépôts d'argile molle à moyennement raide avec  $V_s < 200$ m/s dans les 20 premiers mètres.

catégorie	Type de sol	Qc(mpa) (c)	N (d)	Pl(mpa) (e)	Ep (mpa)	Qu (MPA )	Vs (m/s)
<b>S1</b>	<b>Rocheux</b>	-	-	>5	>100	>10	>800
<b>S2</b>	<b>Ferme</b>	>15	>50	>2	>0.4	>0.4	400-800
<b>S3</b>	<b>Meuble</b>	1.4-15	10-50	1-2	5-20	0.1-0.4	200-400
<b>S4</b>	<b>Très meuble</b>	<15	<10	<1	<5	<0.1	100-200

La lithologie de terrain qui est composée par une formation meuble en surface à compacte de plus en allant en profondeur, a permis de qualifier le site dans la catégorie S3 et S2 (site meuble à ferme), à savoir :

Désignation		Pl (bars) Moyenne	Catégorie	Type de sol
Sondage pressiométrique	Horizon			
Sp1	<b>Horizon I</b>	9.8	S3	<i>Meuble</i>
	<b>Horizon II</b>	19.3	S2	<i>Ferme</i>
Sp 2	<b>Horizon I</b>	9.6	S3	<i>Meuble</i>
	<b>Horizon II</b>	19.2	S2	<i>Ferme</i>

### VII.5.3. ESSAIS EN LABORATOIRE

#### VII.5.3.1. Programme des essais

Afin de déterminer les caractéristiques géotechniques des sols rencontrés lors de reconnaissance par sondage carotté, des analyses ont été effectuées en laboratoire sur des échantillons intacts (essais d'identification et essais mécaniques).:

**a. Essais physiques**

- Teneur en eau naturelle ( $W_n$ - $S_r$ )
- Densité humide et sèche ( $\gamma_h$ ,  $\gamma_d$ ).
- plasticité ( $W_l$ - $W_p$ - $I_p$ - $A_c$ - $I_c$ ).
- Granulométrie et sédimentométrie.

**b. Essais mécaniques**

- Angle de frottement interne ( $\Phi_u$ ).
- Cohésion non drainée ( $C_u$ ).

**c. Essais chimiques**

- Teneur en carbonates ( $Ca CO_3$ ).
- Teneur en gypses.

Les essais en laboratoire ont été exécutés conformément aux normes présentées dans tableau ci-dessous, et sur des échantillons représentatifs de sol prélevés sur chantier.

<b>Essai</b>	<b>Norme correspondante</b>
<b>Teneur en eau naturelle</b>	<b>NF P 94-049-1</b>
<b>Densité humide et sèche</b>	<b>NF P 94-053</b>
<b>Analyse granulométrique</b>	<b>NF P 94-056 ET NF P 94-057</b>
<b>Essai de cisaillements</b>	<b>NF P 94-071-1</b>
<b>Résistance à la compression simple</b>	<b>NF P 94-420 ET NF P 94-425</b>
<b>Analyse chimique</b>	<b>NF P 18-011</b>

**VII.5.3.2. Présentation et interprétation des caractéristiques des sols :**

A partir des résultats de l'ensemble de ces essais, chaque famille de sols définie, a moment de l'établissement des coupes géologiques des travaux de reconnaissance et peut être caractérisée par ses propriétés physiques et mécaniques.

### VII.5.3.3. Caractéristiques physiques

#### Paramètres de nature :

N° sondage	Profondeur	Nature de sole	Wn(%)	$\gamma_h(t/m^3)$	$\gamma_h(t/m^3)$	Sr(%)
Sc 01	(2.0_3.0)	Argile sableuse	21.08	1.88	1.55	76
	(5.0-6.0)		19.10	1.90	1.60	75
	(8.0-9.0)		20.10	1.93	1.61	80
	(11-12)		18.53	1.95	1.65	78
	(14-15)	Argile marneuse	17.08	1.97	1.69	77
	(18-19)		14.48	1.99	1.74	71

Sc02	(2.0-3.0)	Argile sableuse	22.01	1.89	1.55	80
	(4.0-5.0)		20.08	1.91	1.59	78
	(8.0-9.0)		20.18	1.92	1.60	79
	(12-13)		18.26	1.94	1.64	77
	(15-16)	Argile marneuse	16.45	1.96	1.68	73
	(18-19)		14.35	1.98	1.73	69

#### \*Teneur en eau naturelle (Wn) et degré de saturation (Sr)

Les mesures de teneur en eau et degré de saturation ont été effectuées sur les échantillons d'argile sableuse et d'argile marneuse, dont les valeurs obtenues sont variables d'un horizon à l'autre, à savoir :

- Argile sableuse :

$$18.2 \leq W_n (\%) \leq 22$$

$$75 \leq S_r (\%) \leq 80$$

- Argile marneuse :

$$14.3 \leq W_n (\%) \leq 17.1$$

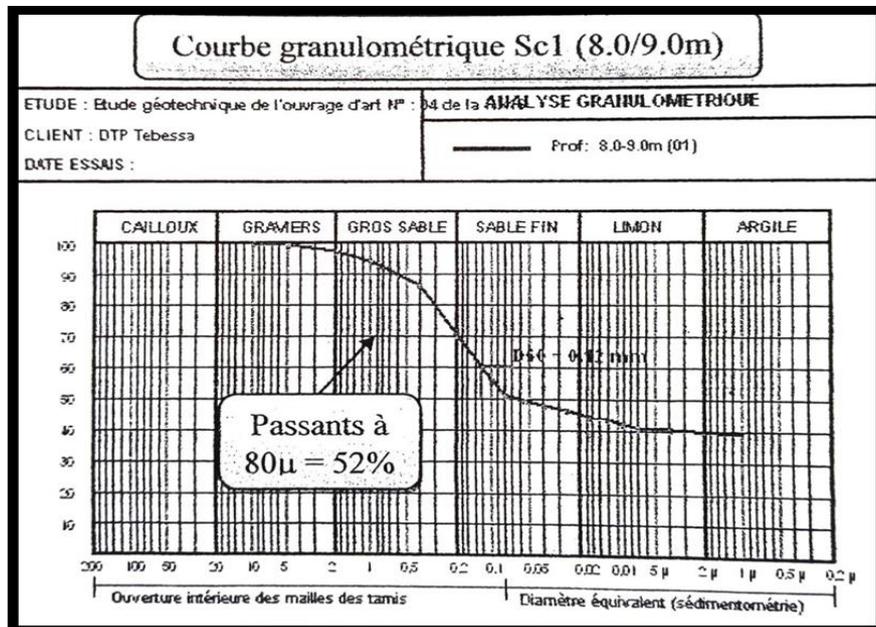
$$69 \leq S_r (\%) \leq 77$$

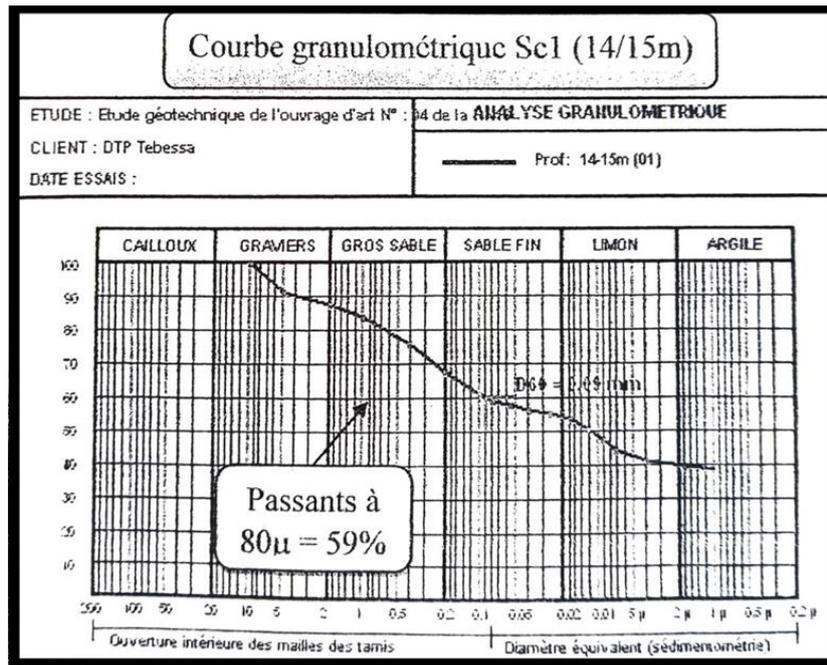
A cet effet, les sols analysés sont moyennement humides au sommet à peu humides de plus en plus en allant en profondeur.

### \*Granulométrie

L'analyse granulométrique est une étape fondamentale pour la classification d'un sol. Cela consiste à mesurer la dispersion des grains d'un suivant leurs dimensions soit par tamisage (NF P94-056) ou bien par la sédimentométrie (NF P94-057).

L'examinations granulométrique de la formation de nature (argile sablo-marneuse) montre qu'il s'agit d'un sol meuble de texture finement grenue, elle est sensible à toute variation hydrique, soit un taux des passants à  $80\mu$  de l'ordre de 48 à 64%.





(Partie de notre projet de fin d'étude)

-Classification de sol :

N° de Section	Indice CBR %	Classification
<b>PK (0+350) - PK (4+100)</b>	<b>14.62 &lt; CBR &lt; 15.1</b>	<b>S2</b>

## VII.6. CONCLUSION

La valeur du CBR pour ces sols est variable entre 14.62 et 15.1 %. Ce qui correspond à la Classe S2.

# VIII

## Dimensionnement de corps de chaussée

### **VIII.1. Introduction**

Le dimensionnement de la structure de chaussée est, la recherche de l'épaisseur à donner à une chaussée, suffisante pour qu'elle ait une durée de vie convenable, et non surabondante pour éviter des dépenses superflues. Pour que la couche de surface ne présente que des déflexions insignifiantes, il faut que les couches qui la supportent offrent une résistance convenable. On est obligé d'apporter sur le sol naturel une épaisseur quelque fois importante, de matériaux choisis, dont la qualité va croître au fur et à mesure qu'on se rapproche de la surface de la chaussée.

Depuis ces dernières années, différentes théories et recommandations ont été faites pour résoudre au mieux le problème des chaussées, mais on peut affirmer qu'il n'existe pas actuellement de méthode universellement acceptée pour le calcul des épaisseurs de chaussées et pour la détermination de leurs différentes couches [NINOUEH.T, 2021].

### **VIII. 2. Les différents facteurs influant sur le dimensionnement**

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont : [NINOUEH 2021]

- Le Trafic ;
- Le sol support ;
- Climat.
- La nature des matériaux utilisés;

#### **VIII. 2.1 Trafic**

La connaissance du trafic (principalement du poids lourd), constitue un des éléments essentiels pour un bon dimensionnement de la structure de chaussée. Ce trafic s'exprime, généralement, par deux paramètres :

- Le TJMA: trafic journalier moyen annuel à l'année de mise en service;
- Le nombre cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit.

Le trafic poids lourd comprend tous les véhicules dont la charge utile est supérieure ou égale à 5 tonnes.

#### **VIII. 2.2 Le climat et l'environnement**

Le climat et l'environnement influent, considérablement, sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations. L'amplitude des variations de

température et la température maximum interviennent dans le choix du liant hydrocarboné. Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en remblai.

### **VIII. 2.3 Le sol support**

Les sols supports sont, en général, classés selon leur portance qui est en fonction de l'indice CBR. Ce dernier est, en principe, mesuré à la teneur en eau d'équilibre à long terme du sol support. Si ce dernier facteur n'est pas connu, on prendra comme paramètres une teneur en eau égale à la limite de plasticité et densité sèche égale à 95 % de la densité à l O.P.M.

### **VIII. 2.4 Les matériaux**

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic PL.

## **VIII 3. Chaussée**

### **VIII 3.1. Définition**

Les chaussées routières sont des structures composites, multicouches, plus ou moins complexes, conçues pour résister sur l'ensemble de leur durée de vie aux multiples sollicitations mécanique (liées principalement au passage de charges lourdes) et climatique (cycles de température, gel, etc.), qui l'une après l'autre, diminuent les performances initiales des matériaux et de leurs interfaces. [NINOUEH.T, 2021]

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, on distingue, généralement, trois différents types de chaussée :

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

### **VIII 3.2. Les différentes couches de chaussée**

En générale, plus on remonte vers la surface, plus on utilise des matériaux élaborés afin d'atteindre les normes de qualité et de résistance exigées.

Les différentes couches sont disposées par ordre croissant de rigidité, du sol vers la surface de la chaussée, les ordres de grandeurs des modules sont 50 MPa environ pour le sol et de 5000MPa environ pour l'enrobé [NINOUEH.T, 2021].

### **VIII 3.2.1 La couche de forme [LCPC.1994]**

Cette couche de transition entre le sol support et le corps de chaussée a une double fonction :

- Pendant la phase de travaux, elle protège le sol support, elle établit une qualité de nivellement et permet la circulation des engins pour l'approvisionnement des matériaux et la construction des couches de chaussée,
- Vis-à-vis du fonctionnement mécanique de la chaussée, elle permet de rendre plus homogènes et éventuellement d'améliorer les caractéristiques dispersées des matériaux de remblai ou du terrain en place ainsi que de les protéger du gel.

Le rôle des couches formant le corps de chaussée :

- les couches d'assise ; fondation et base,
- la couche de surface, peut être distinguée par leur apport aux fonctions que doit assurer la chaussée.

### **VIII 3.2.2 Les couches d'assise**

L'assise de chaussée est, généralement, constituée de deux couches, la couche de fondation surmontée de la couche de base. Ces couches en matériaux élaborés (le plus souvent liés pour les chaussées à trafic élevé) apportent à la chaussée la résistance mécanique aux charges verticales induites par le trafic. Elles répartissent les pressions sur la plate-forme support afin de maintenir les déformations à ce niveau dans des limites admissibles. Pour les chaussées à faible trafic, le rôle de couche de fondation peut être, dans certains cas, assuré par un traitement du sol en place. [LCPC, SETRA .1994]

### **VIII 3.2.3 La couche de surface**

La couche de surface est constituée de la couche de roulement, qui est la couche supérieure de la structure de chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat, et le cas échéant d'une couche de liaison, entre les couches d'assise et la couche de roulement. Des caractéristiques de surface de la couche de roulement dépendent pour une large part la qualité d'usage de la chaussée. La couche de surface contribue en outre à la pérennité de la structure de chaussée en particulier par la fonction d'étanchéité vis-à-vis de l'assise. [LCPC.1994]

## **VIII.4. Méthodes de dimensionnement**

On distingue arbitrairement trois groupes de méthodes de dimensionnement :

- Les méthodes théoriques qui assimilent la chaussée à un édifice justiciable des procédés de l'élasticité ;

- Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées ;
- Les méthodes dites rationnelles combinent les résultats de certaines études théoriques et des essais et constatations faites sur les routes et les pistes en service. Ces méthodes sont les plus répandues et les plus rationnelles. [T. NINOUEH]

#### VIII.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. [LCPC, SETRA, 2009].

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

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) ;

$$N = \text{TH. \% PL}$$

Log: logarithme décimal.

TH: trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans

$$\text{TH} = \frac{T_0}{2} (1 + \tau)^m$$

Avec:

T0 : trafics actuel (v/j).

m : année de prévision.

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

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante

$$e = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$$

L'épaisseur totale à donner à la chaussée est

$c_1 \times e_1$ : couche de roulement.

$c_2 \times e_2$  : couche de base.

$c_3 \times e_3$ :couche de fondation.

Où :

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

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

**Tableau 8.1.** Coefficients d'équivalence pour chaque matériau [CTTP.1970]

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
TUF	0.6
Sable	0.50
Grave bitume	1.50 à 1.70

#### VIII.4.2. Méthode A.A.S.H.O: (American Association of State Highway Officials) [JOEFFROY.G; SAUTEREY.R]

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales. Chaque section reçoit l'application d'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.

### VIII.4.3. Méthode d'Asphalte Institute

Elle basée sur les résultats obtenus des essais AASHO, on prend en considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches. L'épaisseur sera déterminée en utilisant l'abaque de l'asphalte institue [NINOUEH.T, 2020]

### VIII.4.4. Méthode Algérienne du Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTT

L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : trafic, matériaux, sol support et environnement.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelle qui se base sur deux approches :

- Approche théorique ;
- Approche empirique ;

#### Trafic

C'est le trafic poids lourds (véhicules de charge supérieure à 3.5 tonnes).

Le réseau principal noté RP: il se compose de route reliant:

- Les chefs-lieux de wilayas
- Les ports, les aérodromes et les postes frontaliers ;
- Les principales agglomérations et important zone industrielles ;

. Ce réseau principal se décompose en deux niveaux.

- RP1 ( $T > 1500V/J$ ) → RN, Autoroute, et CW ;
- RP2 ( $T < 1500V/J$ ) → R, CW.

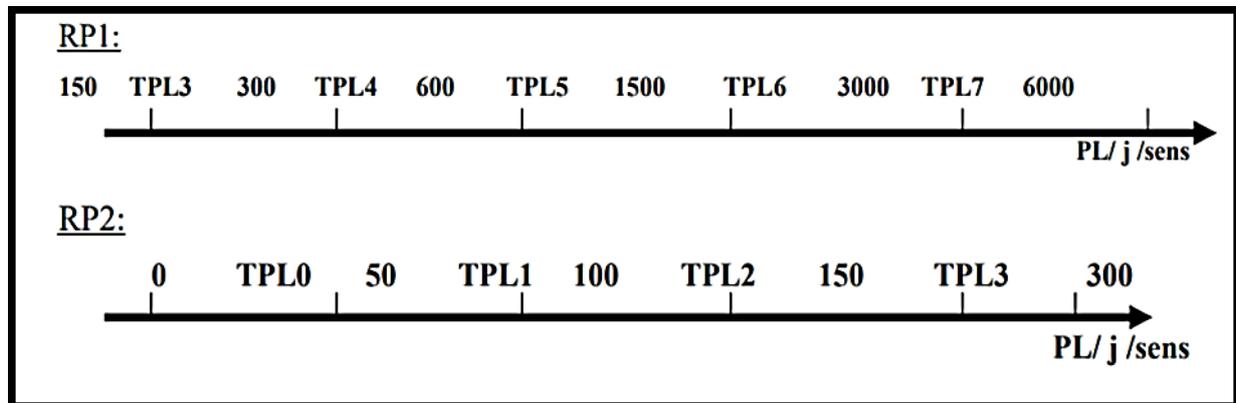
#### • Répartition transversale du trafic

On adoptera les valeurs suivantes :

- Chaussées unidirectionnelles à 2 voies : 90 % du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussées unidirectionnelles à 3 voies : 80 % du trafic PL sur la voie lente de droite.
- Chaussées bidirectionnelles à 2 voies : 50% du trafic PL.
- Chaussées bidirectionnelles à 3 voies : 50% du trafic PL.

• **Détermination de la classe de trafic TPL<sub>i</sub>**

Les classes sont données pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de PL/J sens à l'année de mise en service.



**Figure 8.1.** Les niveaux de réseau principal [CTTP.2001]

**a) Détermination des classes de portance de sols**

Le tableau V.6 du catalogue regroupe les classes des sols de S0 à S4.

**b) Détermination des classes de portance de sols support**

Pour les sols sensibles à l'eau : la portance du sol support est déterminée par

- L'essai CBR imbibé à 4 jours pour les zones climatiques I et II ;
- L'essai CBR immédiat pour les zones climatiques III et IV.

Pour les sols insensibles à l'eau : sols grossiers contenant plus de 25 % d'éléments > 20mm, la portance sera déterminée à partir des essais de chargement à la plaque ou des mesures de déflexions ( $W_{nat} \geq W_{opm}$ ).

-L'essai de plaque le module de sol EV2 la déflexion  $d_c$  (déformation).

-Les deux sont reliés par la relation empirique :  $EV2 \times d_c = 10340$ .

$$\begin{array}{c} \downarrow \quad \downarrow \\ \text{MPA } 1/100\text{mm.} \end{array}$$

Les différentes expériences ont fait ressortir la relation:

$$E \text{ (MPA)} = 5cbr$$

**Tableau.8.2.** Classes de portance à long terme du sol support [CTTP.2001]

Classe du sol support	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
CBR	25-50	50-125	125-200	>200

Il existe différents types de couches de forme suivant le cas de portance du sol terrassé (S<sub>i</sub>) et la classe du sol support visée (S<sub>j</sub>).

**Tableau.**Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**8.3** Classe portance du sol terrassé avec couche de forme en matériau non traité [CTTP.2001]

Classe portance du sol terrassé (Si)	Matériaux de C.F	Epaisseur de C.F	Classe portance du sol support visée (Sj)
<S4	Matériau NT	50cm(en 2c)	S3
S4	Matériau NT	35cm	S3
S4	Matériau NT	60cm(en 2c)	S2
S3	Matériau NT	40cm(en 2c)	S2
S3	Matériau NT	70cm(en 2c)	S1

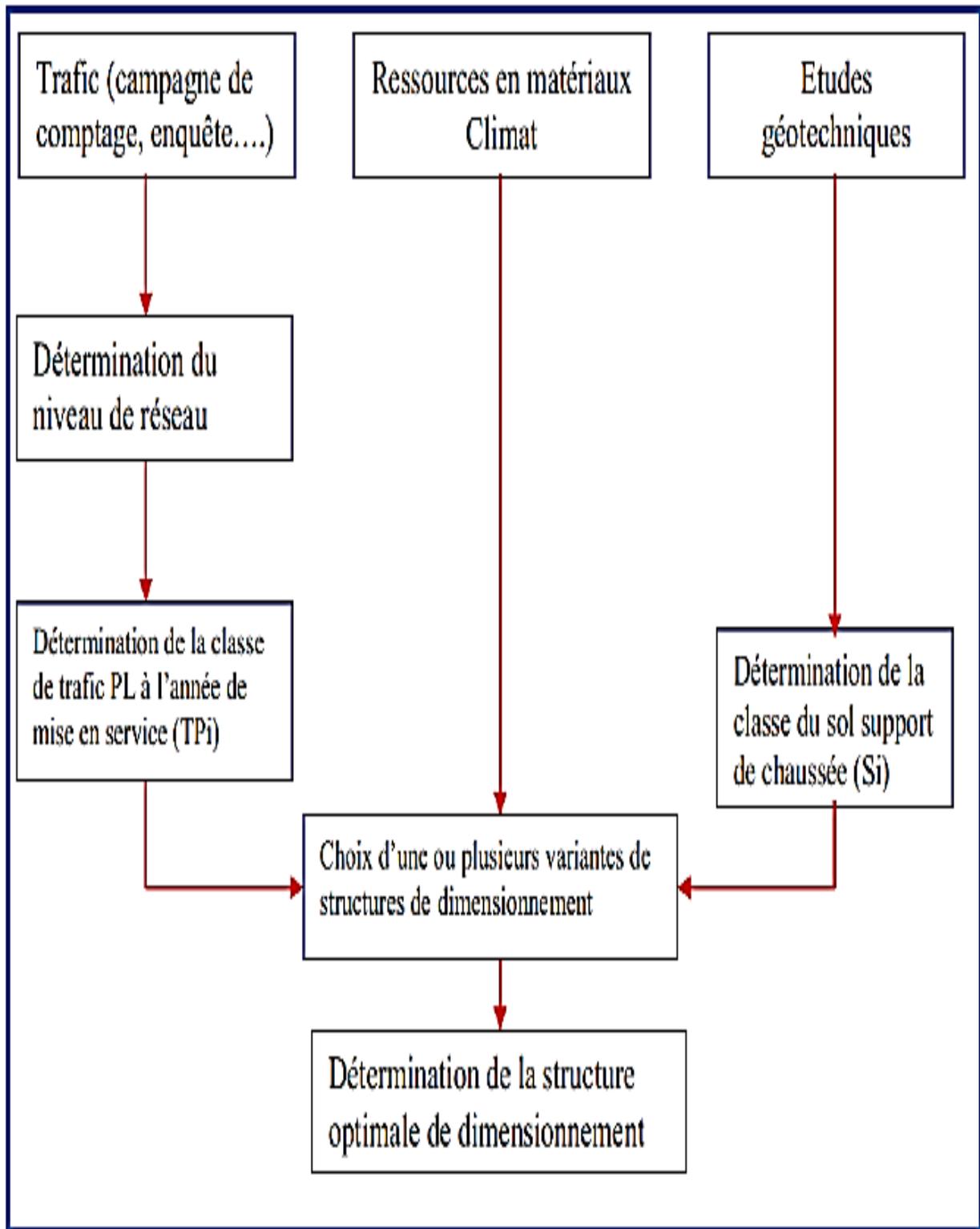
**c) Les zones climatiques**

Les zones climatiques de l'Algérie sont mentionnées dans le tableau suivant (B40) :

**Tableau 8.4.** Les zones climatiques de l'Algérie [CTTP.2001]

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Teq	Région
I	>600	Très humide	20	Nord
II	350-600	Humide	20	Nord, Hauts plateaux
III	100-350	Semi-aride	25	Hauts plateaux
IV	<100	Aride	30	sud

Figure 8.2 La démarche du catalogue du CTPP



## VIII.5. Application au projet

### VIII.5.1. Choix de la structure de chaussée

Les données nécessaires pour l'application de la méthode du catalogue des chaussées neuves « CTTT » :

- Année de comptage : 2021.
- TJMA2022= 3640 v/sens
- Mise en service : 2022
- Durée de vie : 20 ans
- Zone climatique III
- Taux d'accroissement :  $\tau = 4 \%$
- Pourcentage de poids lourds :  $Z = 25 \%$
- C.B.R=15

### VIII.5.2. Détermination du type de réseau

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
<b>RP1</b>	<b>&gt;1500</b>
<b>RP2</b>	<b>&lt;1500</b>

-TJMA= 3640 >1500 v/j alors en a on réseaux principal « RP1 ».

### VIII.5.3. Choix des structures types par niveau de réseau principal

D'après le catalogue de dimensionnement notre choix se fixe sur une structure de type : GB/GC

- Détermination de la classe de trafic  $TPL_i$  :

$$PL = \frac{(3640 \times 0.25)}{2} = 455 \text{ PL/J/sens}$$

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en **TPL4**.

	TPL <sub>0</sub>	TPL <sub>1</sub>	TPL <sub>2</sub>	TPL <sub>3</sub>	TPL <sub>4</sub>	TPL <sub>5</sub>	TPL <sub>6</sub>	TPL <sub>7</sub>
<b>PL/J/sens pour RP1</b>	-	-	-	150 à 300	<b>300 à 600</b>	600 à 1500	1500 à 3000	3000 à 6000

- **Détermination de la portance de sol support de chaussée**

$$E=5 \times \text{CBR}(15) = 75 \text{ MPa}$$

Selon le Fascicule 1 Tableau 2,4 notre sol est classé en S<sub>2</sub>

**Tableau** classes de la portance de sol-support [CTTP.1970]

Classe de sol	Indices CBR
S1	25-40
S2	10-25
S3	5-10
S4	<5

- **La zone climatique**

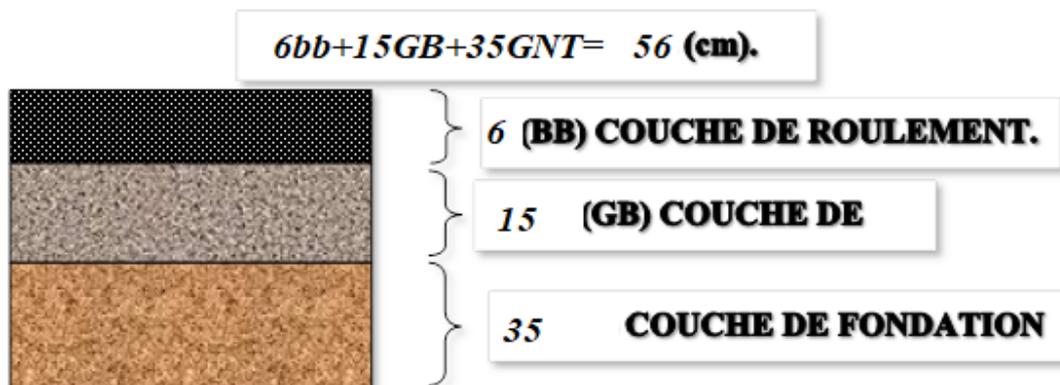
- Pour notre projet la zone climatique II Selon la carte climatique de l'Algérie. Par conséquent d'après les fiches structures pour le RP1 on obtient la structure suivante :
- Durée de vie de 20 ans,
- Taux d'accroissement (4%),
- Portance de sol (S2)
- Classe de trafic (TPL4).

D'après le catalogue on trouve la structure suivante :

**6 cm** : couche de roulement en (B.B) : béton bitumineux.

**15 cm** : couche de base en (G.B) : grave bitume.

**35 cm** : couche de fondation en (GNT) : grave non traité



### VIII.5.4 Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support

Il faudra vérifier que  $\varepsilon_t$  et  $\varepsilon_z$  calculées à l'aide d'alizé III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées par les formules données aux catalogue, c'est-à-dire respectivement a  $\varepsilon_{t, adm}$  et  $\varepsilon_{z, adm}$ .

**Selon les 3 fascicules de catalogue du CTTTP pour notre projet on a :**

- Importance du projet routier : Réseau Principal de Niveau 1(RP1).
- Durée de vie :  $n = 20$  ans.
- Année de mise en service : 2022
- Trafic :  $TPLi = 455$  PL/J/sens
- Taux de croissance :  $\tau = 4\%$
- Coefficient d'agressivité PL :  $A = 0,6$ . (Tableau : 11; fascicule : 2)
- Risque de calcul :  $r = 15\%$ . (Tableau : 5; fascicule : 2)
- La zone climatique: II (Tableau : 7 ; fascicule : 2)
- $\Theta_{eq} = 20^\circ\text{C}$  (Tableau : 8 ; fascicule : 2)
- Sol support : CBR= 15 Classe : S2.
- $ESOL = 5 \times CBR = 5 \times 15 = 75$  Mpa.
- Coefficient de poisson = 0,35
- Condition aux interfaces : Toutes les couches sont collées.
- Coefficient de calage :  $kC = 1,3$  (Tableau : 13 ; fascicule : 2)
- Dispersion sur la loi de fatigue :  $SN = 0,45$  (Tableau : 13 ; fascicule : 2)
- Dispersion sur les épaisseurs (en cm) :  $Sh = 3$  (Tableau : 13 ; fascicule : 2)
- Pente de la fatigue :  $b = -0.146$  (Tableau : 13 ; fascicule : 2)
- Coefficient  $c = 0,02$
- Fractile de la loi normale :  $t = -1,282$  (Tableau : 16 ; fascicule : 2)
- Module complexe du matériau bitumineux à  $10^\circ\text{C}$  :  $E(10^\circ\text{C}) = 12500$  Mpa (Tableau:13 fascicules : 2)
- Module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente :  
 $E(\Theta_{eq} = 30^\circ\text{C})$  GB=3500 Mpa.BB=2500 Mpa (Tableau : 13; fascicule : 2)
- Déformation limite :  $\Theta(10^\circ\text{C}, 25\text{HZ}) = 0,0001$  Mpa. (Tableau : 13 ; fascicule : 2)

- **Calcul du trafic cumulé équivalent (TCEi)**

$$TCE_i = TC_i \cdot A$$

$$TCE_i = TPL_i \times 365 \times ((1 + i)^n - 1) / i = [455 \times 365 \times ((1 + 0.04)^{20} - 1)] / 0.04 \times 0.6$$

Donc

$$TCE_i = 2.967 \times 10^6 \text{ (pl/j/sens).}$$

- **Calcul des déformations admissibles sur le sol support**

$$\epsilon_{z, adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCE_i)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z, ad} = 22 \times 10^{-3} \times (2.967 \times 10^6)^{-0.235} = 6.63 \times 10^{-4}$$

- **Calcul des sollicitations admissibles**

$$\epsilon_{t, adm} = \epsilon_6 (10^\circ C, 25hZ) \times (TCE_i / 10^6)^b \times 10^{-tb\delta} \times K_c$$

**K<sub>ne</sub>**: facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents par la chaussée

$$K_{ne} = (TCE_i / 10^6)^b = 0.85$$

**K<sub>θ</sub>**: facteur lié à température

$$K_{\theta} = \sqrt{(E(10^\circ C) / E(\theta_{eq}))} = \sqrt{(12500 / 3500)} = 1.889$$

**K<sub>r</sub>**: facteur lié au risque et dispersions

$$K_r = 10^{-tb\delta} = 10^{-(-1.282)(-0.146)(0.61)} = 1.704$$

$$\delta = \sqrt{SN^2 + (c \times \frac{s_h}{b})^2} = \sqrt{0.45^2 + (\frac{0.02 \times 3}{0.146})^2} = 0.61$$

Donc  $\delta = 0.61$

$$\epsilon_{t, ad} = 100 \cdot 10^{-6} \times 0.85 \times 1.889 \times 0.768 \times 1.3 = 3.55 \times 10^{-4}$$

**Finalemment on obtient:**

$$\epsilon_{t, ad} = 3.55 \times 10^{-4} \quad / \quad \epsilon_{z, ad} = 6.63 \times 10^{-4}$$

- Vérification des résultats de calcul par Alize III :

```

*
CONTOURNEMENT DJEBEL EL ONK
POSITION DE LA VALEUR MAXIMALE POUR UN JUMELAGE
A SOUS UNE ROUE SIMPLE
B SOUS UNE DES ROUES DU JUMELAGE
C AU CENTRE DU JUMELAGE
A= 12.500 D= 37.500 Q= 6.620
NOMBRE DE COUCHES 4
*****
* Z * EPSILON * SIGMA * EPSILONZ * SIGMAZ *
*****
* .236E-03C* .116E+02B* -.173E-03C* .662E+01A*
* E= 25000. * * * * *
* NU= .35 * * * * *
* * * * *
* .719E-04C* .503E+01B* -.759E-04C* .561E+01B*
----- COLLE -----
* .719E-04C* .583E+01B* -.789E-04C* .561E+01B*
* E= 35000. * * * * *
* NU= .35 * * * * *
* * * * *
* .209E-03C* -.966E+01B* .205E-03B* .106E+01B*
----- COLLE -----
* .209E-03C* -.132E+00B* .586E-03B* .106E+01B*
* E= 1875. * * * * *
* NU= .25 * * * * *
* * * * *
* .204E-03C* -.365E+00C* .291E-03C* .377E+00C*
----- COLLE -----
* .204E-03C* -.211E-01C* .512E-03C* .377E+00C*
* E= 750. * * * * *
* NU= .35 * * * * *
* H4=INFINI * * * * *
*****
* D * 58.39MM/100 * R=D *
* R * 297.37M * 17362.86M*MM/100 *
*****

```

Alors les résultats obtenus par le catalogue et le logiciel Alizé sont donnés dans le tableau suivant :

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par Alizé III
$\varepsilon_{t,adm} = 3.55 \times 10^{-4}$	$\varepsilon_t = 0.719 * 10^{-4}$
$\varepsilon_{z,adm} = 6.63 \times 10^{-4}$	$\varepsilon_z = 5.12 * 10^{-4}$

D'après les résultats précédents :

$$\begin{cases} \varepsilon_t < \varepsilon_{t, adm} \\ \varepsilon_z < \varepsilon_{z, adm} \end{cases}$$

Donc, On admet la structure de la chaussée **6 BB+ 15 GB+ 35 GNT** car elle est vérifiée.

## **VII 6. Conclusion**

La méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue, nous proposons de l'appliquer aux autres projets.

# IX

## Assainissement

## **IX.1 Introduction**

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires. L'eau est la première ennemie de la route car il pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, ce qui met en jeu la sécurité de l'usager (glissade, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation. [NINOUEH .T]

## **IX.2 Objectifs de l'assainissement**

L'assainissement des routes doit remplir les conditions suivantes :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulent directement sur le revêtement de la chaussée ;
- Le maintien de bonne condition de viabilité ;
- Réduction du cout d'entretien ;
- Eviter les problèmes d'érosion ;
- Garantir la stabilité de l'ouvrage durant toute sa durée de vie.

## **IX.3. Définition des termes hydraulique**

### **1. Bassin versant**

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

[Ancien mémoire de l'E.N.S.T.P 2014]

### **2. Collecteur principal (canalisation)**

C'est la conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

### **3. Chambre de visite (cheminée)**

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent. Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

#### 4. Sacs

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont, fréquemment, équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés, par les eaux superficielles.

#### 5. Fossés de crêtes

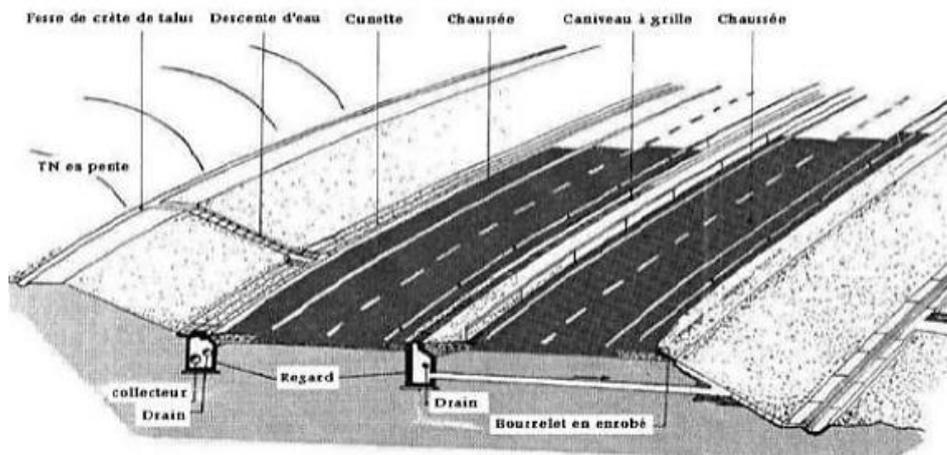
C'est un outil construit à fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

#### 6. Décante d'eau

Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes. Dans les sections d'autoroute en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées, généralement, tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1%, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m.

#### 7. Regards

Ils sont constitués d'un puit vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.



**Figure 9.1** : Différentes parties de l'assainissement

### IX.4 Assainissement de la chaussée

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations.

Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé. [NINOUEH.T]

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux) ;
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot). Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec le moindre coût.

## IX.5 Etude Hydrologique

### 5.1 Drainage des eaux

Les méthodes de calcul des débits de ruissellement utilisent généralement un modèle statique de la relation "pluie - ruissellement" ( $Q = f(I)$ ) et leur application présente la difficulté d'apprécier les caractéristiques physiques et géographiques du bassin versant tels que forme, pente et superficie de l'impluvium ; longueur du cours d'eau principal, temps de parcours ; coefficient de ruissellement, ...etc.

### 5.2 Estimation du débit de pointe

Le calcul du débit maximum limite, de fréquence donnée, à l'intensité moyenne 'I' de la pluie, et de durée 't' égal au temps de concentration, est effectué au moyen d'une formule donnant un débit approché par excès, celle-ci se dérive de la méthode dite rationnelle et elle est donnée par :

$$Q_a = K.C. i_t. A$$

- $Q_a$  : débit d'apport en  $m^3/s$ ;
- $K$  : Coefficient de conversion des unités  $K = 0.278$  ;
- $C$  : coefficient de ruissellement;
- $i_t$ : intensité des pluies maximales en (mm/h) pour une durée  $t$  prise égale au temps de concentration  $T_c$ ;
- $A$  : superficie du bassin versant en ( $km^2$ ).

### 5.3 Coefficient de ruissellement « C »

Il dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants : la couverture végétale, la forme, la pente. Il peut être choisi suivant le tableau 5.1.

**Tableau 9.1 :** Valeurs des coefficients de ruissellement

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revetu en enrobes	0.80 à 0.95	0.95
Accotement ( sol légèrement perméable)	0.15 à 0.40	0.40
Talus	0.10 à 0.30	0.30
Terrain naturel	0.05 à 0.20	0.20

## IX.6 Donnée hydrologique

Une analyse de synthèse effectuée par l'ANRH a montré que, pour la région de Tébessa :

-pluie moyenne journalière PJ=49mm

-L'exposant climatique b= 0.35

-Le coefficient de variation climatique  $C_v = 0$

**Tableau 9.2.** Tableau récapitulatif des ouvrages et buses

N° BV	PK	N° Profile	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Solution	Les ouvrage sur la route neuf
1	1+880	95	1.11	NEUF	Passage busé en béton 1Φ1000mm
2	2+300	116	2.2	NEUF	Passage busé en béton 2Φ1000mm
3	2+660	134	2.15	NEUF	Passage busé en béton 2Φ1000mm
4	3+220	162	3.44	NEUF	Passage busé en béton 3Φ1000mm
5	3+320	167	3.36	NEUF	Passage busé en béton 3Φ1000mm
6	3+520	177	2.11	NEUF	Passage busé en béton 2Φ1000mm
7	3+680	185	1.07	NEUF	Passage busé en béton 1Φ1000mm

# X

## Carrefour giratoire

## X.1 Introduction

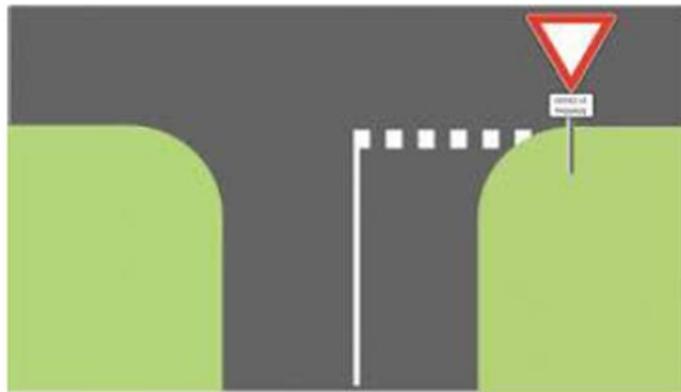
Un carrefour est un lieu d'intersection deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables.

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

## X.2 Les différents types de carrefour

### 2.1 Carrefour à trois branches (en T)

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



**Figure 10.1 :** Carrefour à trois branches (en T)

### 2.2 Carrefour à trois branches (en Y)

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



**Figure 10.2 :** Carrefour à trois branches (en Y)

### 2.3 Carrefour à quatre branches (en croix)

Il s'agit d'un carrefour à quatre branches dont deux de ces branches sont à peu près dans le prolongement des deux autres branches et pour lequel l'angle de ces prolongements est de  $75^\circ$  ou davantage tout en restant inférieur à  $105^\circ$ .



**Figure 10.3 :** Carrefour à quatre branches (en croix)

### 2.4 Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire

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

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

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou avale). Aucune intersection ne subsiste; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse, relativement, faible.

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

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



**Figure 10.4** Carrefour giratoire

### **X.3 Données essentielles à l'aménagement d'un carrefour**

Le choix d'un aménagement de carrefour doit s'appuyer sur un certain nombre des données essentielles concernant la valeur de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans la future.

Les types et les causes des accidents constatés dans le cas de l'aménagement d'un carrefour existant.

- Les vitesses d'approche à vide pratiques ;
- Les caractéristiques des sections adjacentes et des carrefours voisins ;
- Le respect d'homogénéité de tracé ;
- La surface neutralisée par l'aménagement ;
- La condition topographique.

### **X.4 Principes généraux d'aménagement d'un carrefour**

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

#### **X.4.1 La Visibilité**

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

En cas de visibilité insuffisante, il faut prévoir :

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

#### **X.4.2 Triangle de Visibilité**

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

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

#### **X.5 Données de Base**

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires ;
- La vitesse d'approche à vide ( $V_0$ ) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré ;
- Les conditions topographiques.

##### **X.5.1 Les Îlots**

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

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

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

##### **X.5.2 Îlot Directionnel**

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

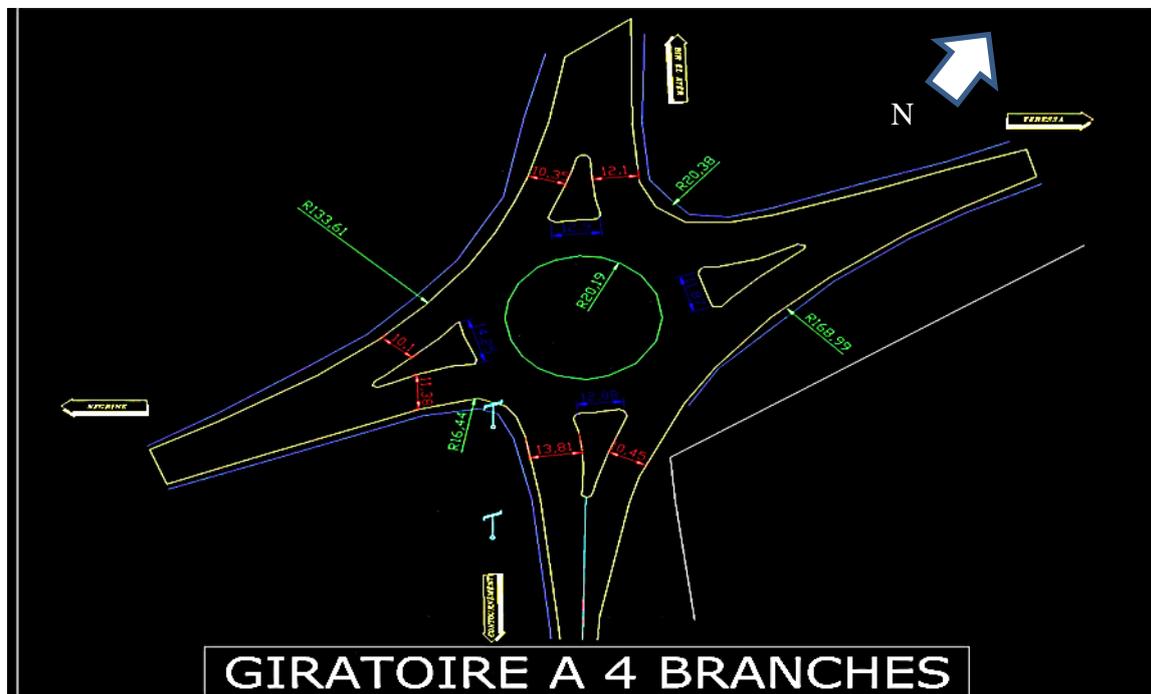
##### **X.5.3 Couloirs d'entrée et de sortie**

Longueur moyenne des Couloirs d'entrée et de sortie dans un carrefour giratoire entre 4m et 5m.

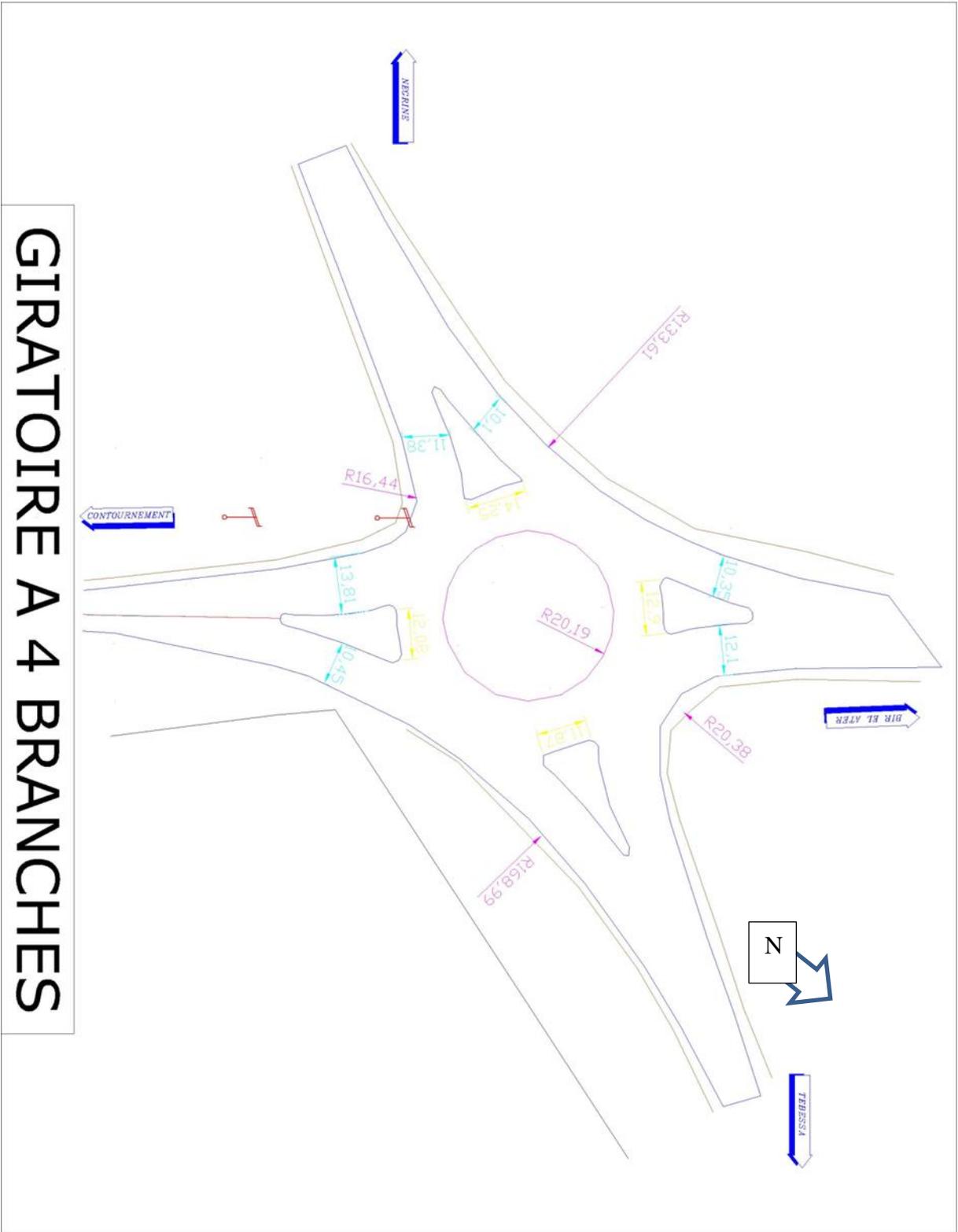
## X.6 Application au projet

Pour assurer l'écoulement du trafic au niveau des jonctions, nous avons prévu d'aménager un carrefour plan, il sera de type giratoire et offre la priorité à la liaison pour les raisons suivantes :

- Le trafic sur la route est très important ;
- L'avantage de sécurité ;
- stockage de véhicule à l'intérieure de giratoire.



GIRATOIRE A 4 BRANCHES



# XI Signalisation

## **XI.1.Introduction**

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. La signalisation routière est composée de panneaux, du marquage au sol et des feux. Elle permet d'informer l'utilisateur des règles en vigueur et de l'orienter dans ses déplacements. Bien conçue et réalisée, elle réduit les causes d'accident et facilite la circulation. Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Par conséquent, le but de la signalisation est d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation.

## **XI.2.Objectif de la signalisation routière**

- La signalisation routière a pour objet :
- De rendre plus sûr et plus facile la circulation routière.
- D'identifier ou rappeler une réglementation.
- D'indiquer et de rappeler les diverses prescriptions particulières.
- De communiquer des informations relatives à l'usage de la route.
- De signaler un danger.

## **XI.3.Règles à respecter pour la signalisation**

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

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

## **XI.4.Catégorie de la signalisation**

On distingue :

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

## **XI.5.Types de signalisation**

On distingue trois types de signalisation :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.
- Signalisation spéciale (portiques)

### **XI.5.1 Signalisation verticale**

La signalisation verticale est l'ensemble des signaux conventionnels implantés verticalement 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, qui transmettent un message grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur, et leur forme.

Elles peuvent être classées dans quatre classes :

- Signaux de danger.
- Signaux comportant une prescription absolue.
- Signaux à simple indication.
- Signaux de position des dangers.

#### **XI.5.1.1. Signaux de danger**

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

#### **XI.5.1.2. Signaux comportant une prescription absolue**

L'objet de la signalisation de prescription est de porter à la connaissance des usagers de la route les interdictions et obligations particulières.

#### **XI.5.1.3. Signaux à simple indication**

L'objet de la signalisation d'indication est de porter à la connaissance des usagers de la route des informations utiles à la conduite des véhicules.

#### **XI.5.1.4. Signaux de position des dangers**

Les signaux de position des dangers: Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

## **XI.5.2. Signalisation horizontale**

La signalisation horizontale est l'ensemble des indications peintes et dessinées au sol. Elle comprend les lignes, les flèches, les indications de voies spécialisées et quelques marquages spécifiques. Tous ces marquages au sol permettent d'identifier les différentes parties de la route et de savoir où vous devez rouler et où vous ne devez pas rouler.

### **XI.5.2.1 Les lignes**

Commençons par les lignes situées au milieu de la chaussée. Ces lignes vous indiquent votre position sur la chaussée. Selon le type de lignes, le dépassement et le changement de direction sont autorisés ou interdits.

#### **a- La ligne continue**

Il est strictement interdit de la franchir. Tout chevauchement est également formellement interdit.

#### **b- La ligne discontinue**

Elle sépare les deux voies de circulation et vous permet d'effectuer un dépassement ou de changer de direction.

### **XI.5.2.2 Les flèches directionnelles**

Parfois, sur des routes assez larges avec plusieurs voies, des flèches directionnelles marquées au sol vous renseignent sur la voie à prendre selon la direction que vous suivez.

- Flèches de rabattement;
- Flèches de sélection unidirectionnelle;
- Flèches de sélection bidirectionnelle,

### **XI.5.2.3 Les voies réservées**

Les voies des bus et les pistes et bandes cyclables.

### **XI.5.2.4 Les autres marquages au sol**

- Les passages piétons ;
- Les arrêts de bus ;
- Marquage d'îlots séparateurs avec hachures.

## **XI.5.3. Caractéristiques générales des marques**

Les couleurs utilisées pour les marquages sur la chaussée est le blanc et le jaune. , dont le jaune est pour T4 et de la délimitation du TPC, et le blanc pour d'autres marquages.

Les caractéristiques des peintures ou matériaux utilisés, notamment la durabilité et le rétro-réfléchissement.

Les largeurs de ligne sont définies par rapport à une unité U Les valeurs de U sont :

U = 7,5 cm sur autoroutes et voies rapides urbaines. U = 6 cm sur les routes et voies urbaines.

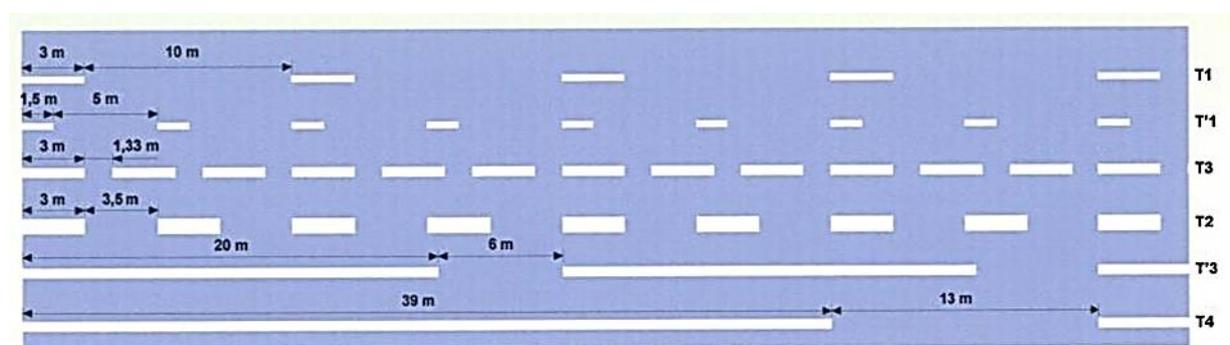
U = 5 cm sur toutes les autres routes qui ne sont pas nationales.

La valeur de U doit être homogène sur tout un itinéraire.

**Tableau 11.1** : Les caractéristiques de tous les types des lignes adoptées

modulation	désignations des marques	largeur
Continue	Délimitation de terre-plein central (TPC)	3U
	Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies	3U
T1	Ligne axiale ou de délimitation de voie	2U
T2	Délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement	5U
	Ligne de rive de chaussée	3U
T3	Ligne d'annonce d'une ligne continue	2U
T'3	Ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans les bretelles de raccordement	3U
T4	Ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence, en section courante (hors bretelles de raccordement) sur autoroutes et routes à chaussées séparées et à carrefours dénivelés	3U
T'2	Ligne " CÉDEZ-LE-PASSAGE "	50 cm

### Caractéristiques des lignes discontinues



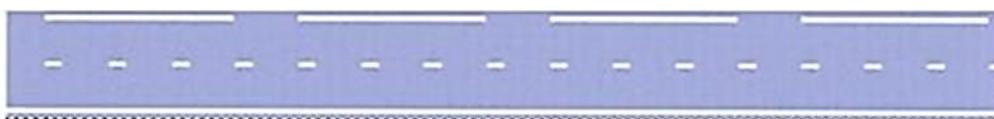
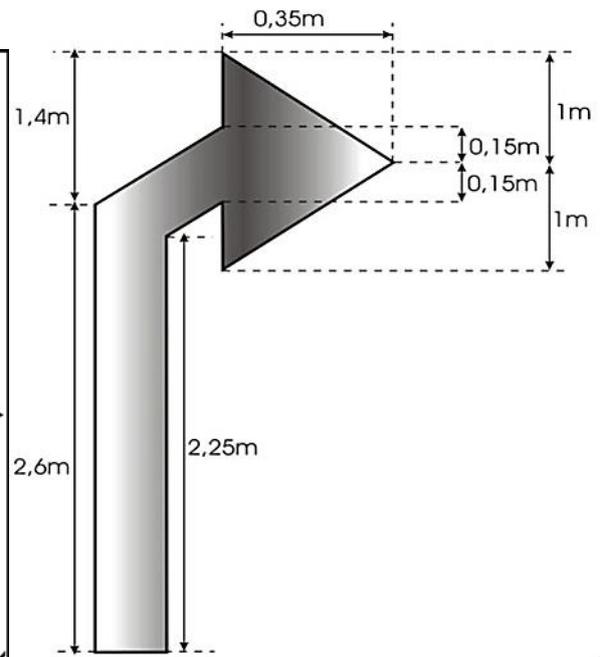
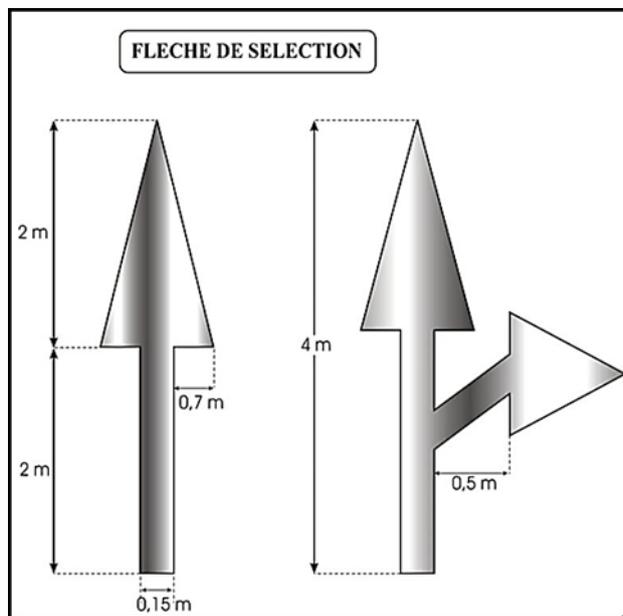
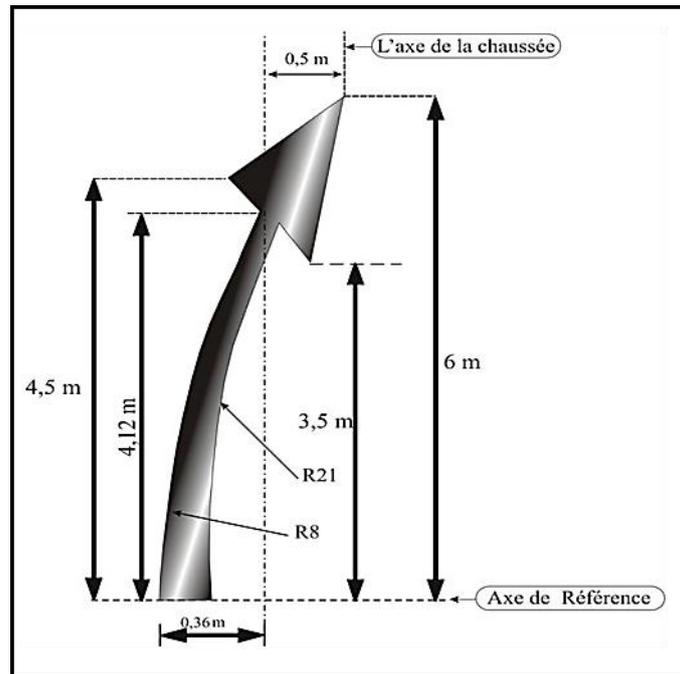
**Tableau 11.2** : Les caractéristiques des lignes discontinues

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs	Rapport plein/vide	Couleur
Axial longitudinal	<b>T1</b>	3	10	1/3	Blanc
	<b>T'1</b>	1.5	5	1/3	Blanc
	<b>T3</b>	3	1.33	3	Blanc
rive	<b>T2</b>	3	3.5	1	Blanc
	<b>T'3</b>	20	6	3	Blanc
	<b>T4</b>	39	13	3	Jaune
transversal	<b>T'2</b>	0.5	0.5	1	Blanc
délimitation du TPC	<b>LC</b>				Jaune

### **XI.6. Application au projet**

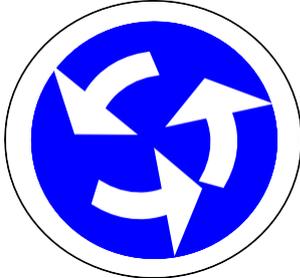
- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A) ;
- Panneaux de signalisation d'intersection ou de restriction (type C) ;
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D) ;
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

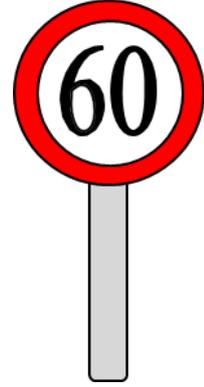
Exemple des signalisations horizontales



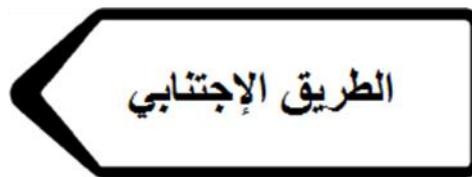
## Exemple des signalisations verticales :

	
<b>A1b</b> Virage à gauche	<b>A1a</b> Virage à droite
	
<b>AB3a</b> Cédez le passage à l'intersection. Signal de position	

	
<b>AB25</b> Carrefour à sens giratoire	<b>Giratoire</b>



vitesses limitées (C11a)



# **XIII**

## **Devis Estimatif**

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
1- Installation du chantier	forfait	01	10 000 000,00	10 000 000,00
2-Acquisition des terrains	M2	7 500	1 000,00	7 500 000,00
<b>3- Terrassements</b>				
Déblais en terrain meuble mis en dépôt	M3	22 635	600,00	13 581 000 ,00
Remblais En tout venant carrière	M3	18 504	1 000,00	18 504 000,00
Décapage de terre végétale	M2	75 000	120,00	9 000 000,00
<b>SOUS TOTAL Terrassements</b>				<b>41 085 000,00</b>
<b>4- Chaussée</b>				
couche de fondation (30 cm GC)	M <sup>3</sup>	12 024	2 000,00	24 048 000,00
Base en (GB) (d=2,2 t/m3)	T	10 582	9 000,00	95 238 000,00
Couche de roulement en (BB) (d=2,35	T	5 652	10 000,00	56 520 000,00
Accotement en (TVC)	M <sup>3</sup>	9 850	1 000,00	9 850 000,00
couche d'imprégnation	M2	41 800	200,00	8 360 000,00
couche d'accrochage	M2	40 600	200,00	8 120 000,00
<b>SOUS TOTAL Chaussée</b>				<b>202 136 000,00</b>
<b>7- ASSAINISSEMENT</b>				
Fossé en béton	ML	4 460	4 000,00	17 840 000,00
Fossé en terre	ML	5 460	200,00	1 092 000,00
BUSES Φ1000	ML	200	40 000,00	8 000 000,00
<b>SOUS TOTAL ASSAINISSEMENT</b>				<b>26 932 000,00</b>
<b>8-Signalisation</b>				
Signalisations vertical	U	35	10 000	350 000,00
Ligne continue	ML	2500	400,00	1 000 000,00
Ligne discontinue	ML	2500	300,00	750 000,00
<b>SOUS TOTAL Signalisation</b>				<b>2 100 000,00</b>
<b>TOTAL (H.T)</b>				<b>289 753 000,00</b>
<b>T.V.A 19%</b>				<b>55 053 070,00</b>
<b>TOTAL TTC</b>				<b>344 806 070,00</b>

**Arrêté le présent devis quantitatif et estimatif à la somme :**

**Trois cent quarante-quatre millions huit cent six mille soixante-dix  
DINARS ALGERIEN**

# Conclusion Générale

## Conclusion Générale

En générale, l'étude d'une route requiert la maîtrise des connaissances de base dans les différentes sciences de l'ingénieur telle que la géotechnique, l'hydraulique, les infrastructures routières et aussi l'économie.

La conception de la route nous a conduits à découvrir le sens et le reflex d'un ingénieur pour choisir la solution la plus avantageuse.

De plus l'étude nous a fait connaître le système à suivre pour atteindre des objectifs nécessaires pour la réussite de la conception d'un projet routier : le confort, la sécurité et la durabilité.

Ainsi l'utilisation des logiciels de conception telle que : Autopiste, Piste, Covadis, Autocade, et Allizé, nous a montré à quelle point peut-on raccourcir les délais de l'étude et résoudre les différents problèmes quelques soient leurs difficultés.

La consultation des références bibliographiques nous a donné une idée comment récolter et développer des informations nécessaires pour l'élaboration de notre étude.

Tous ceux-ci nous ont amenés à conquérir des techniques tout à fait nouvelles pour notre jeune expérimentation dans le domaine des travaux publics.

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**ANRH.** (Agence national des ressources hydrauliques).

**B 40.** Etudes Générales Techniques Et Economiques Des Aménagements Routiers Normes Techniques D'aménagement Des Routes, MTP .10/1977, P.281.

**Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves « CTTP », ALGER (2001)**

**DTP TEBESSA.** Le service spécialisé de la Direction des Travaux Publics de la wilaya de Tébessa

**ENSTP :** Anciennes mémoires de Fin d'étude.

**G, JOEFFROY ; R, SAUTEREY.** Dimensionnement des chaussées. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées ,1991. p244.

**LCPC.** Collection Techniques et méthodes des laboratoires des Ponts et Chaussées, 2001, p.148.

**LCPC ; SETRA.** Guide technique ; Conception et dimensionnement des structures de chaussées. Paris : Bagnaux, décembre 1994.p250.

**LCPC ; SETRA.** Guide technique ; dimensionnement des structures de chaussées. 2009. P63.

**LCPC ; SETRA.,** Catalogue des structures types de chaussées neuves. Paris ministres de l'équipement des transports et du logement ; Bagnaux, 1998.p297.

**LCPC. SETRA.,** Chapitre 2 caractéristiques générales des chaussées. Guide technique, Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme, 1994.

**LCPC, SETRA.,.** Service d'Études Techniques des routes et autoroutes. PARIS. 2006

**LCPC ; SETRA.,** Réalisation des remblais et des couches de forme ; Guide technique fascicule 1et2. 2ème édition. Paris: Bagnaux, juillet 2000.pp 1-84 p 102.

**MEKADDEM.A GOURARIA.** Réhabilitation de la route nationale RN97 (SIDI BEL ABBES –MASKARA) sur un tronçon de 19Km. 2014.

**MERDAS. A.,** Cours route 5 chapitres 1 généralité, Université Ferhat Abbas de Sétif Département de Génie Civil. 2018

**Mr BOULARAK,** Cours d'hydraulique ENSTP 4eme année, (ASSAINISSEMENT), page (9-10- 11), (2012/2013)

**NINOUH. T.,** Cours routes, Représentation graphique des routes. Université de Larbi Tébessa, Tébessa, 2020-2021.

**NINOUH. T.,** Cours routes 2 et 3. Université de Larbi Tébessi, Tébessa, 2020-2021.

**NEHAOUA. A.,** Cours route I. Faculté, Technologie - Université Ferhat Abbas. Sétif .2013.P.12.

**OLIVIER.F.,** Manuel, Mais in imchoot pratique de formation pour cadre des techniques de bureau d'études, Genève, 1999, tome 1.

**SETRA** (Recommandation pour l'assainissement routier).

**SIGNALISATION ROUTIERE.** Signalisation routière du 15 juillet 1974 (NA 6305.NA16308.NA16310)

**OLIVIER.F.**, Manuel, Mais in imchoot pratique de formation pour cadre des techniques de bureau d'études, Genève, 1999, tome 1.

**Moteurs de recherche :**

- <http://www.Youtube.com>.
- <http://www.cours-genie-civil.com>
- <http://www.google.com>
- <http://www.Wikipedia.com>
- <http://www.earth.google.com>

**Outils informatiques**

**LOGICIEL PISTE.** Conception d'infrastructures linéaires, SETRA France

**Logiciel autopiste**

**COVADIS**

**ALIZE**

**Google Earth**

# Annexes

## Profils En Travers

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.1	0.000	Droite 1	Aucun	845.724	Aucun	301.136	413551.692	3842852.270	0.00	0.00
P.2	20.000	Droite 1	Aucun	845.139	Aucun	301.136	413551.335	3842832.273	0.00	0.00
P.3	40.000	Droite 1	Aucun	844.556	Aucun	301.136	413550.978	3842812.276	0.00	0.00
P.4	60.000	Droite 1	Aucun	844.111	Aucun	301.136	413550.621	3842792.279	0.00	0.00
P.5	80.000	Droite 1	Aucun	843.753	Aucun	301.136	413550.264	3842772.283	0.00	0.00
P.6	100.000	Droite 1	Aucun	843.368	Aucun	301.136	413549.907	3842752.286	0.00	0.00
P.7	120.000	Arc 1	Aucun	842.959	Aucun	301.147	413549.550	3842732.289	0.00	0.00
P.8	140.000	Arc 1	Aucun	842.588	Aucun	301.274	413549.170	3842712.293	0.00	0.00
P.9	160.000	Arc 1	Aucun	842.169	Aucun	301.402	413548.749	3842692.297	0.00	0.00
P.10	180.000	Arc 1	Aucun	841.287	Aucun	301.529	413548.289	3842672.302	0.00	0.00
P.11	200.000	Arc 1	Aucun	840.334	Aucun	301.656	413547.789	3842652.309	0.00	0.00
P.12	220.000	Droite 2	Aucun	841.247	Aucun	302.060	413547.148	3842632.319	0.00	0.00
P.13	240.000	Droite 2	Aucun	840.980	Aucun	302.060	413546.501	3842612.329	0.00	0.00
P.14	260.000	Droite 2	Aucun	840.733	Aucun	302.060	413545.854	3842592.340	0.00	0.00
P.15	280.000	Droite 2	Aucun	840.466	Aucun	302.060	413545.206	3842572.350	0.00	0.00
P.16	300.000	Droite 2	Aucun	840.100	Aucun	302.060	413544.559	3842552.361	0.00	0.00
P.17	320.000	Droite 2	Aucun	840.052	Aucun	302.060	413543.912	3842532.371	0.00	0.00
P.18	340.000	Droite 2	Aucun	839.855	Aucun	302.060	413543.265	3842512.382	0.00	0.00
P.19	360.000	Droite 2	Aucun	839.691	Aucun	302.060	413542.618	3842492.392	0.00	0.00
P.20	380.000	Droite 2	Aucun	839.542	Aucun	302.060	413541.971	3842472.403	0.00	0.00
P.21	400.000	Droite 2	Aucun	839.397	Aucun	302.060	413541.323	3842452.413	0.00	0.00
P.22	420.000	Droite 2	Aucun	839.255	Aucun	302.060	413540.676	3842432.424	0.00	0.00
P.23	440.000	Droite 2	Aucun	839.124	Aucun	302.060	413540.029	3842412.434	0.00	0.00
P.24	460.000	Arc 2	Aucun	839.009	Aucun	302.121	413539.377	3842392.445	0.00	0.00
P.25	480.000	Arc 2	Aucun	838.825	Aucun	302.249	413538.691	3842372.456	0.00	0.00
P.26	500.000	Arc 2	Aucun	838.731	Aucun	302.376	413537.965	3842352.470	0.00	0.00
P.27	520.000	Droite 3	Aucun	838.620	Aucun	302.482	413537.199	3842332.484	0.00	0.00
P.28	540.000	Droite 3	Aucun	838.498	Aucun	302.482	413536.419	3842312.500	0.00	0.00
P.29	560.000	Droite 3	Aucun	838.313	Aucun	302.482	413535.639	3842292.515	0.00	0.00
P.30	580.000	Droite 3	Aucun	838.179	Aucun	302.482	413534.860	3842272.530	0.00	0.00
P.31	600.000	Droite 3	Aucun	838.030	Aucun	302.482	413534.080	3842252.545	0.00	0.00
P.32	620.000	Droite 3	Aucun	837.868	Aucun	302.482	413533.301	3842232.560	0.00	0.00
P.33	640.000	Droite 3	Aucun	837.671	Aucun	302.482	413532.521	3842212.576	0.00	0.00
P.34	660.000	Droite 3	Aucun	837.473	Aucun	302.482	413531.741	3842192.591	0.00	0.00
P.35	680.000	Droite 3	Aucun	837.229	Aucun	302.482	413530.962	3842172.606	0.00	0.00
P.36	700.000	Droite 3	Aucun	836.959	Aucun	302.482	413530.182	3842152.621	0.00	0.00
P.37	720.000	Droite 3	Aucun	836.727	Aucun	302.482	413529.402	3842132.636	0.00	0.00
P.38	740.000	Droite 3	Aucun	836.487	Aucun	302.482	413528.623	3842112.652	0.00	0.00
P.39	760.000	Droite 3	Aucun	836.274	Aucun	302.482	413527.843	3842092.667	0.00	0.00
P.40	780.000	Droite 3	Aucun	836.073	Aucun	302.482	413527.063	3842072.682	0.00	0.00
P.41	800.000	Droite 3	Aucun	835.865	Aucun	302.482	413526.284	3842052.697	0.00	0.00
P.42	820.000	Droite 3	Aucun	835.647	Aucun	302.482	413525.504	3842032.712	0.00	0.00
P.43	840.000	Droite 3	Aucun	835.528	Aucun	302.482	413524.724	3842012.728	0.00	0.00
P.44	860.000	Droite 3	Aucun	835.256	Aucun	302.482	413523.945	3841992.743	0.00	0.00
P.45	880.000	Droite 3	Aucun	834.995	Aucun	302.482	413523.165	3841972.758	0.00	0.00
P.46	900.000	Droite 3	Aucun	834.697	Aucun	302.482	413522.385	3841952.773	0.00	0.00
P.47	920.000	Arc 3	Aucun	834.414	Aucun	302.601	413521.588	3841932.789	0.00	0.00
P.48	940.000	Arc 3	Aucun	834.148	Aucun	302.729	413520.751	3841912.807	0.00	0.00
P.49	960.000	Arc 3	Aucun	833.864	Aucun	302.856	413519.874	3841892.826	0.00	0.00
P.50	980.000	Arc 3	Aucun	833.606	Aucun	302.983	413518.957	3841872.847	0.00	0.00
P.51	1000.000	Arc 3	Aucun	833.383	Aucun	303.111	413518.001	3841852.870	0.00	0.00
P.52	1020.000	Arc 3	Aucun	833.157	Aucun	303.238	413517.004	3841832.895	0.00	0.00
P.53	1040.000	Arc 3	Aucun	832.941	Aucun	303.365	413515.967	3841812.922	0.00	0.00
P.54	1060.000	Droite 4	Aucun	832.717	Aucun	303.404	413514.900	3841792.950	0.00	0.00
P.55	1080.000	Droite 4	Aucun	832.530	Aucun	303.404	413513.831	3841772.979	0.00	0.00
P.56	1100.000	Droite 4	Aucun	832.409	Aucun	303.404	413512.762	3841753.007	0.00	0.00
P.57	1120.000	Droite 4	Aucun	832.192	Aucun	303.404	413511.693	3841733.036	0.00	0.00
P.58	1140.000	Droite 4	Aucun	831.147	Aucun	303.404	413510.624	3841713.064	0.00	0.00
P.59	1160.000	Droite 4	Aucun	831.874	Aucun	303.404	413509.555	3841693.093	0.00	0.00

## Annexes

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.60	1180.000	Droite 4	Aucun	832.303	Aucun	303.404	413508.486	3841673.122	0.00	0.00
P.61	1200.000	Droite 4	Aucun	832.426	Aucun	303.404	413507.417	3841653.150	0.00	0.00
P.62	1220.000	Droite 4	Aucun	832.521	Aucun	303.404	413506.348	3841633.179	0.00	0.00
P.63	1240.000	Arc 4	Aucun	832.790	Aucun	303.530	413505.260	3841613.208	0.00	0.00
P.64	1260.000	Arc 4	Aucun	833.099	Aucun	303.657	413504.131	3841593.240	0.00	0.00
P.65	1280.000	Arc 4	Aucun	833.427	Aucun	303.784	413502.963	3841573.274	0.00	0.00
P.66	1300.000	Arc 4	Aucun	833.783	Aucun	303.912	413501.755	3841553.311	0.00	0.00
P.67	1320.000	Droite 5	Aucun	834.229	Aucun	303.993	413500.510	3841533.350	0.00	0.00
P.68	1340.000	Droite 5	Aucun	834.745	Aucun	303.993	413499.256	3841513.389	0.00	0.00
P.69	1360.000	Droite 5	Aucun	835.276	Aucun	303.993	413498.003	3841493.428	0.00	0.00
P.70	1380.000	Droite 5	Aucun	835.942	Aucun	303.993	413496.749	3841473.468	0.00	0.00
P.71	1400.000	Droite 5	Aucun	836.596	Aucun	303.993	413495.496	3841453.507	0.00	0.00
P.72	1420.000	Droite 5	Aucun	837.296	Aucun	303.993	413494.242	3841433.546	0.00	0.00
P.73	1440.000	Droite 5	Aucun	838.102	Aucun	303.993	413492.989	3841413.586	0.00	0.00
P.74	1460.000	Droite 5	Aucun	838.961	Aucun	303.993	413491.735	3841393.625	0.00	0.00
P.75	1480.000	Droite 5	Aucun	839.804	Aucun	303.993	413490.482	3841373.664	0.00	0.00
P.76	1500.000	Droite 5	Aucun	840.773	Aucun	303.993	413489.228	3841353.704	0.00	0.00
P.77	1520.000	Droite 5	Aucun	841.756	Aucun	303.993	413487.975	3841333.743	0.00	0.00
P.78	1540.000	Droite 5	Aucun	842.995	Aucun	303.993	413486.721	3841313.782	0.00	0.00
P.79	1560.000	Droite 5	Aucun	843.934	Aucun	303.993	413485.468	3841293.822	0.00	0.00
P.80	1580.000	Droite 5	Aucun	844.645	Aucun	303.993	413484.214	3841273.861	0.00	0.00
P.81	1600.000	Droite 5	Aucun	845.515	Aucun	303.993	413482.961	3841253.900	0.00	0.00
P.82	1620.000	Droite 5	Aucun	846.379	Aucun	303.993	413481.707	3841233.940	0.00	0.00
P.83	1640.000	Droite 5	Aucun	847.240	Aucun	303.993	413480.453	3841213.979	0.00	0.00
P.84	1660.000	Droite 5	Aucun	848.114	Aucun	303.993	413479.200	3841194.018	0.00	0.00
P.85	1680.000	Droite 5	Aucun	849.035	Aucun	303.993	413477.946	3841174.057	0.00	0.00
P.86	1700.000	Droite 5	Aucun	849.929	Aucun	303.993	413476.693	3841154.097	0.00	0.00
P.87	1720.000	Clothoïde 1	Aucun	850.858	Aucun	304.024	413475.438	3841134.136	0.00	0.00
P.88	1740.000	Clothoïde 1	Aucun	851.824	Aucun	304.216	413474.149	3841114.178	0.00	0.00
P.89	1760.000	Clothoïde 1	Aucun	852.832	Aucun	304.585	413472.772	3841094.225	0.00	0.00
P.90	1780.000	Clothoïde 1	Aucun	853.880	Aucun	305.131	413471.252	3841074.283	0.00	0.00
P.91	1800.000	Clothoïde 1	Aucun	854.915	Aucun	305.853	413469.533	3841054.357	0.00	0.00
P.92	1820.000	Clothoïde 1	Aucun	855.997	Aucun	306.751	413467.561	3841034.455	0.00	0.00
P.93	1840.000	Clothoïde 1	Aucun	856.802	Aucun	307.825	413465.281	3841014.586	0.00	0.00
P.94	1860.000	Clothoïde 2	Aucun	857.548	Aucun	309.062	413462.639	3840994.761	0.00	0.00
P.95	1880.000	Clothoïde 2	Aucun	858.201	Aucun	310.223	413459.617	3840974.991	0.00	0.00
P.96	1900.000	Clothoïde 2	Aucun	858.804	Aucun	311.208	413456.262	3840955.275	0.00	0.00
P.97	1920.000	Clothoïde 2	Aucun	859.348	Aucun	312.017	413452.629	3840935.607	0.00	0.00
P.98	1940.000	Clothoïde 2	Aucun	859.806	Aucun	312.649	413448.775	3840915.983	0.00	0.00
P.99	1960.000	Clothoïde 2	Aucun	860.069	Aucun	313.105	413444.752	3840896.391	0.00	0.00
P.100	1980.000	Clothoïde 2	Aucun	860.212	Aucun	313.384	413440.617	3840876.824	0.00	0.00
P.101	2000.000	Clothoïde 2	Aucun	860.176	Aucun	313.488	413436.422	3840857.268	0.00	0.00
P.102	2020.000	Droite 6	Aucun	859.851	Aucun	313.488	413432.217	3840837.715	0.00	0.00
P.103	2040.000	Droite 6	Aucun	859.476	Aucun	313.488	413428.011	3840818.163	0.00	0.00
P.104	2060.000	Clothoïde 3	Aucun	859.202	Aucun	313.899	413423.769	3840798.618	0.00	0.00
P.105	2080.000	Clothoïde 3	Aucun	858.954	Aucun	315.428	413419.232	3840779.140	0.00	0.00
P.106	2100.000	Clothoïde 4	Aucun	858.765	Aucun	317.790	413414.073	3840759.818	0.00	0.00
P.107	2120.000	Clothoïde 4	Aucun	858.683	Aucun	319.307	413408.300	3840740.670	0.00	0.00
P.108	2140.000	Droite 7	Aucun	858.625	Aucun	319.706	413402.241	3840721.610	0.00	0.00
P.109	2160.000	Droite 7	Aucun	858.444	Aucun	319.706	413396.148	3840702.560	0.00	0.00
P.110	2180.000	Droite 7	Aucun	858.421	Aucun	319.706	413390.056	3840683.511	0.00	0.00
P.111	2200.000	Clothoïde 5	Aucun	858.719	Aucun	319.746	413383.962	3840664.462	0.00	0.00
P.112	2220.000	Clothoïde 5	Aucun	858.724	Aucun	320.387	413377.781	3840645.441	0.00	0.00
P.113	2240.000	Clothoïde 5	Aucun	858.821	Aucun	321.815	413371.292	3840626.523	0.00	0.00
P.114	2260.000	Arc 7	Aucun	858.993	Aucun	324.026	413364.266	3840607.799	0.00	0.00
P.115	2280.000	Clothoïde 6	Aucun	859.219	Aucun	326.355	413356.541	3840589.352	0.00	0.00
P.116	2300.000	Clothoïde 6	Aucun	859.385	Aucun	327.924	413348.252	3840571.151	0.00	0.00
P.117	2320.000	Clothoïde 6	Aucun	859.589	Aucun	328.708	413339.628	3840553.106	0.00	0.00
P.118	2340.000	Droite 8	Aucun	859.721	Aucun	328.804	413330.889	3840535.117	0.00	0.00
P.119	2360.000	Droite 8	Aucun	860.193	Aucun	328.804	413322.146	3840517.129	0.00	0.00
P.120	2380.000	Droite 8	Aucun	859.883	Aucun	328.804	413313.402	3840499.142	0.00	0.00
P.121	2400.000	Droite 8	Aucun	859.497	Aucun	328.804	413304.659	3840481.154	0.00	0.00
P.122	2420.000	Droite 8	Aucun	859.203	Aucun	328.804	413295.915	3840463.167	0.00	0.00

## Annexes

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.123	2440.000	Droite 8	Aucun	859.230	Aucun	328.804	413287.172	3840445.179	0.00	0.00
P.124	2460.000	Droite 8	Aucun	859.297	Aucun	328.804	413278.428	3840427.192	0.00	0.00
P.125	2480.000	Droite 8	Aucun	859.713	Aucun	328.804	413269.685	3840409.204	0.00	0.00
P.126	2500.000	Droite 8	Aucun	860.161	Aucun	328.804	413260.941	3840391.217	0.00	0.00
P.127	2520.000	Droite 8	Aucun	860.310	Aucun	328.804	413252.197	3840373.229	0.00	0.00
P.128	2540.000	Droite 8	Aucun	860.371	Aucun	328.804	413243.454	3840355.242	0.00	0.00
P.129	2560.000	Droite 8	Aucun	860.428	Aucun	328.804	413234.710	3840337.254	0.00	0.00
P.130	2580.000	Arc 8	Aucun	860.515	Aucun	328.298	413226.024	3840319.239	0.00	0.00
P.131	2600.000	Arc 8	Aucun	860.633	Aucun	327.661	413217.514	3840301.140	0.00	0.00
P.132	2620.000	Arc 8	Aucun	860.769	Aucun	327.025	413209.186	3840282.956	0.00	0.00
P.133	2640.000	Arc 8	Aucun	860.964	Aucun	326.388	413201.040	3840264.691	0.00	0.00
P.134	2660.000	Arc 8	Aucun	861.380	Aucun	325.751	413193.076	3840246.344	0.00	0.00
P.135	2680.000	Droite 9	Aucun	861.170	Aucun	325.510	413185.262	3840227.934	0.00	0.00
P.136	2700.000	Droite 9	Aucun	862.320	Aucun	325.510	413177.460	3840209.519	0.00	0.00
P.137	2720.000	Droite 9	Aucun	863.109	Aucun	325.510	413169.659	3840191.103	0.00	0.00
P.138	2740.000	Droite 9	Aucun	860.985	Aucun	325.510	413161.857	3840172.687	0.00	0.00
P.139	2760.000	Droite 9	Aucun	860.944	Aucun	325.510	413154.056	3840154.272	0.00	0.00
P.140	2780.000	Droite 9	Aucun	860.890	Aucun	325.510	413146.254	3840135.856	0.00	0.00
P.141	2800.000	Droite 9	Aucun	860.779	Aucun	325.510	413138.452	3840117.441	0.00	0.00
P.142	2820.000	Arc 9	Aucun	860.602	Aucun	326.184	413130.574	3840099.058	0.00	0.00
P.143	2840.000	Arc 9	Aucun	860.394	Aucun	327.033	413122.456	3840080.780	0.00	0.00
P.144	2860.000	Arc 9	Aucun	860.147	Aucun	327.882	413114.095	3840062.611	0.00	0.00
P.145	2880.000	Arc 9	Aucun	859.904	Aucun	328.730	413105.492	3840044.556	0.00	0.00
P.146	2900.000	Droite 10	Aucun	859.630	Aucun	329.145	413096.681	3840026.602	0.00	0.00
P.147	2920.000	Droite 10	Aucun	859.325	Aucun	329.145	413087.842	3840008.661	0.00	0.00
P.148	2940.000	Droite 10	Aucun	859.017	Aucun	329.145	413079.002	3839990.721	0.00	0.00
P.149	2960.000	Clothoïde 7	Aucun	858.723	Aucun	329.143	413070.162	3839972.780	0.00	0.00
P.150	2980.000	Clothoïde 7	Aucun	858.425	Aucun	329.038	413061.334	3839954.834	0.00	0.00
P.151	3000.000	Clothoïde 7	Aucun	858.105	Aucun	328.764	413052.560	3839936.862	0.00	0.00
P.152	3020.000	Clothoïde 7	Aucun	857.798	Aucun	328.324	413043.886	3839918.841	0.00	0.00
P.153	3040.000	Clothoïde 7	Aucun	857.531	Aucun	327.715	413035.361	3839900.749	0.00	0.00
P.154	3060.000	Clothoïde 7	Aucun	857.252	Aucun	326.940	413027.033	3839882.565	0.00	0.00
P.155	3080.000	Clothoïde 7	Aucun	857.055	Aucun	325.997	413018.951	3839864.271	0.00	0.00
P.156	3100.000	Clothoïde 7	Aucun	856.847	Aucun	324.887	413011.165	3839845.849	0.00	0.00
P.157	3120.000	Arc 10	Aucun	856.694	Aucun	323.632	413003.725	3839827.284	0.00	0.00
P.158	3140.000	Arc 10	Aucun	856.728	Aucun	322.359	412996.657	3839808.575	0.00	0.00
P.159	3160.000	Clothoïde 8	Aucun	856.743	Aucun	321.128	412989.962	3839789.730	0.00	0.00
P.160	3180.000	Clothoïde 8	Aucun	856.902	Aucun	320.058	412983.609	3839770.766	0.00	0.00
P.161	3200.000	Clothoïde 8	Aucun	857.069	Aucun	319.156	412977.550	3839751.706	0.00	0.00
P.162	3220.000	Clothoïde 8	Aucun	857.208	Aucun	318.421	412971.737	3839732.569	0.00	0.00
P.163	3240.000	Clothoïde 8	Aucun	857.325	Aucun	317.853	412966.120	3839713.374	0.00	0.00
P.164	3260.000	Clothoïde 8	Aucun	857.409	Aucun	317.453	412960.650	3839694.137	0.00	0.00
P.165	3280.000	Clothoïde 8	Aucun	858.990	Aucun	317.220	412955.274	3839674.873	0.00	0.00
P.166	3300.000	Droite 11	Aucun	857.834	Aucun	317.154	412949.944	3839655.596	0.00	0.00
P.167	3320.000	Droite 11	Aucun	857.249	Aucun	317.154	412944.620	3839636.318	0.00	0.00
P.168	3340.000	Droite 11	Aucun	857.129	Aucun	317.154	412939.296	3839617.040	0.00	0.00
P.169	3360.000	Droite 11	Aucun	857.393	Aucun	317.154	412933.972	3839597.761	0.00	0.00
P.170	3380.000	Droite 11	Aucun	857.932	Aucun	317.154	412928.648	3839578.483	0.00	0.00
P.171	3400.000	Droite 11	Aucun	857.432	Aucun	317.154	412923.324	3839559.204	0.00	0.00
P.172	3420.000	Droite 11	Aucun	856.765	Aucun	317.154	412918.000	3839539.926	0.00	0.00
P.173	3440.000	Droite 11	Aucun	856.578	Aucun	317.154	412912.676	3839520.648	0.00	0.00
P.174	3460.000	Droite 11	Aucun	856.378	Aucun	317.154	412907.352	3839501.369	0.00	0.00
P.175	3480.000	Droite 11	Aucun	856.173	Aucun	317.154	412902.028	3839482.091	0.00	0.00
P.176	3500.000	Arc 11	Aucun	855.982	Aucun	317.178	412896.701	3839462.814	0.00	0.00
P.177	3520.000	Arc 11	Aucun	855.728	Aucun	317.203	412891.365	3839443.538	0.00	0.00
P.178	3540.000	Arc 11	Aucun	855.469	Aucun	317.229	412886.023	3839424.265	0.00	0.00
P.179	3560.000	Arc 11	Aucun	855.111	Aucun	317.254	412880.672	3839404.994	0.00	0.00
P.180	3580.000	Arc 11	Aucun	854.637	Aucun	317.279	412875.314	3839385.725	0.00	0.00
P.181	3600.000	Arc 11	Aucun	854.113	Aucun	317.305	412869.948	3839366.459	0.00	0.00
P.182	3620.000	Droite 12	Aucun	853.132	Aucun	317.322	412864.575	3839347.194	0.00	0.00
P.183	3640.000	Droite 12	Aucun	853.622	Aucun	317.322	412859.200	3839327.930	0.00	0.00
P.184	3660.000	Droite 12	Aucun	852.327	Aucun	317.322	412853.825	3839308.666	0.00	0.00
P.185	3680.000	Droite 12	Aucun	852.705	Aucun	317.322	412848.449	3839289.401	0.00	0.00

## Annexes

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.186	3700.000	Droite 12	Aucun	853.257	Aucun	317.322	412843.074	3839270.137	0.00	0.00
P.187	3720.000	Droite 12	Aucun	853.144	Aucun	317.322	412837.699	3839250.873	0.00	0.00
P.188	3740.000	Droite 12	Aucun	853.008	Aucun	317.322	412832.324	3839231.609	0.00	0.00
P.189	3760.000	Droite 12	Aucun	852.936	Aucun	317.322	412826.949	3839212.345	0.00	0.00
P.190	3780.000	Droite 12	Aucun	852.910	Aucun	317.322	412821.574	3839193.081	0.00	0.00
P.191	3800.000	Droite 12	Aucun	852.835	Aucun	317.322	412816.199	3839173.816	0.00	0.00
P.192	3820.000	Droite 12	Aucun	852.671	Aucun	317.322	412810.824	3839154.552	0.00	0.00
P.193	3840.000	Droite 12	Aucun	852.570	Aucun	317.322	412805.449	3839135.288	0.00	0.00
P.194	3860.000	Droite 12	Aucun	852.506	Aucun	317.322	412800.074	3839116.024	0.00	0.00
P.195	3880.000	Droite 12	Aucun	852.392	Aucun	317.322	412794.699	3839096.760	0.00	0.00
P.196	3900.000	Droite 12	Aucun	852.187	Aucun	317.322	412789.324	3839077.495	0.00	0.00
P.197	3920.000	Droite 12	Aucun	851.960	Aucun	317.322	412783.949	3839058.231	0.00	0.00
P.198	3940.000	Droite 12	Aucun	851.760	Aucun	317.322	412778.574	3839038.967	0.00	0.00
P.199	3960.000	Droite 12	Aucun	851.510	Aucun	317.322	412773.199	3839019.703	0.00	0.00
P.200	3980.000	Droite 12	Aucun	851.217	Aucun	317.322	412767.824	3839000.439	0.00	0.00
P.201	4000.000	Droite 12	Aucun	850.803	Aucun	317.322	412762.449	3838981.174	0.00	0.00
P.202	4020.000	Droite 12	Aucun	850.407	Aucun	317.322	412757.074	3838961.910	0.00	0.00
P.203	4040.000	Droite 12	Aucun	849.999	Aucun	317.322	412751.699	3838942.646	0.00	0.00
P.204	4060.000	Droite 12	Aucun	849.583	Aucun	317.322	412746.324	3838923.382	0.00	0.00
P.205	4080.000	Arc 12	Aucun	849.202	Aucun	317.371	412740.946	3838904.119	0.00	0.00
P.206	4100.000	Arc 12	Aucun	848.885	Aucun	317.499	412735.536	3838884.864	0.00	0.00
P.207	4120.000	Arc 12	Aucun	848.588	Aucun	317.626	412730.089	3838865.620	0.00	0.00
P.208	4140.000	Arc 12	Aucun	848.347	Aucun	317.753	412724.603	3838846.387	0.00	0.00
P.209	4160.000	Arc 12	Aucun	848.072	Aucun	317.881	412719.078	3838827.166	0.00	0.00
P.210	4180.000	Droite 13	Aucun	847.863	Aucun	317.905	412713.528	3838807.951	0.00	0.00
P.211	4200.000	Droite 13	Aucun	847.713	Aucun	317.905	412707.977	3838788.737	0.00	0.00
P.212	4220.000	Droite 13	Aucun	847.532	Aucun	317.905	412702.426	3838769.523	0.00	0.00
P.213	4240.000	Droite 13	Aucun	847.293	Aucun	317.905	412696.874	3838750.308	0.00	0.00
P.214	4260.000	Droite 13	Aucun	846.988	Aucun	317.905	412691.323	3838731.094	0.00	0.00
P.215	4280.000	Droite 13	Aucun	846.689	Aucun	317.905	412685.772	3838711.880	0.00	0.00
P.216	4300.000	Droite 13	Aucun	846.867	Aucun	317.905	412680.221	3838692.666	0.00	0.00
P.217	4320.000	Droite 13	Aucun	846.898	Aucun	317.905	412674.670	3838673.452	0.00	0.00
P.218	4340.000	Droite 13	Aucun	846.854	Aucun	317.905	412669.119	3838654.237	0.00	0.00
P.219	4360.000	Droite 13	Aucun	846.822	Aucun	317.905	412663.568	3838635.023	0.00	0.00
P.220	4380.000	Clothoïde 9	Aucun	846.817	Aucun	317.961	412658.015	3838615.810	0.00	0.00
P.221	4400.000	Clothoïde 9	Aucun	846.827	Aucun	318.774	412652.349	3838596.629	0.00	0.00
P.222	4420.000	Clothoïde 9	Aucun	846.834	Aucun	320.553	412646.293	3838577.569	0.00	0.00
P.223	4440.000	Clothoïde 9	Aucun	846.837	Aucun	323.296	412639.565	3838558.736	0.00	0.00
P.224	4460.000	Clothoïde 9	Aucun	846.866	Aucun	327.004	412631.893	3838540.269	0.00	0.00
P.225	4480.000	Arc 13	Aucun	846.942	Aucun	331.676	412623.022	3838522.349	0.00	0.00
P.226	4500.000	Arc 13	Aucun	847.263	Aucun	336.769	412612.784	3838505.174	0.00	0.00
P.227	4520.000	Arc 13	Aucun	847.599	Aucun	341.862	412601.206	3838488.873	0.00	0.00
P.228	4540.000	Arc 13	Aucun	847.551	Aucun	346.955	412588.363	3838473.549	0.00	0.00
P.229	4560.000	Arc 13	Aucun	847.913	Aucun	352.047	412574.336	3838459.300	0.00	0.00
P.230	4580.000	Arc 13	Aucun	848.712	Aucun	357.140	412559.215	3838446.218	0.00	0.00
P.231	4600.000	Arc 13	Aucun	848.168	Aucun	362.233	412543.097	3838434.386	0.00	0.00
P.232	4620.000	Arc 13	Aucun	846.405	Aucun	367.326	412526.085	3838423.880	0.00	0.00
P.233	4640.000	Arc 13	Aucun	845.055	Aucun	372.419	412508.288	3838414.767	0.00	0.00
P.234	4660.000	Arc 13	Aucun	844.233	Aucun	377.512	412489.819	3838407.105	0.00	0.00
P.235	4680.000	Arc 13	Aucun	843.573	Aucun	382.605	412470.797	3838400.944	0.00	0.00
P.236	4700.000	Arc 13	Aucun	844.758	Aucun	387.698	412451.344	3838396.323	0.00	0.00
P.237	4720.000	Arc 13	Aucun	845.435	Aucun	392.791	412431.584	3838393.271	0.00	0.00
P.238	4740.000	Clothoïde 10	Aucun	844.311	Aucun	397.759	412411.643	3838391.801	0.00	0.00
P.239	4760.000	Clothoïde 10	Aucun	842.291	Aucun	1.877	412391.646	3838391.769	0.00	0.00
P.240	4780.000	Clothoïde 10	Aucun	840.228	Aucun	5.031	412371.679	3838392.879	0.00	0.00
P.241	4800.000	Clothoïde 10	Aucun	838.400	Aucun	7.219	412351.775	3838394.825	0.00	0.00
P.242	4820.000	Clothoïde 10	Aucun	836.701	Aucun	8.442	412331.930	3838397.304	0.00	0.00
P.243	4840.000	Droite 14	Aucun	834.658	Aucun	8.727	412312.114	3838400.014	0.00	0.00
P.244	4860.000	Droite 14	Aucun	833.386	Aucun	8.727	412292.302	3838402.747	0.00	0.00
P.245	4880.000	Droite 14	Aucun	832.201	Aucun	8.727	412272.489	3838405.480	0.00	0.00
P.246	4900.000	Droite 14	Aucun	830.981	Aucun	8.727	412252.677	3838408.213	0.00	0.00
P.247	4920.000	Droite 14	Aucun	829.721	Aucun	8.727	412232.865	3838410.946	0.00	0.00
P.248	4940.000	Droite 14	Aucun	828.088	Aucun	8.727	412213.052	3838413.679	0.00	0.00

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers	
									Gauche	Droite
P.249	4960.000	Droite 14	Aucun	826.475	Aucun	8.727	412193.240	3838416.412	0.00	0.00
P.250	4980.000	Droite 14	Aucun	825.522	Aucun	8.727	412173.427	3838419.145	0.00	0.00
P.251	5000.000	Droite 14	Aucun	824.723	Aucun	8.727	412153.615	3838421.878	0.00	0.00
P.252	5020.000	Droite 14	Aucun	823.416	Aucun	8.727	412133.803	3838424.611	0.00	0.00
P.253	5040.000	Droite 14	Aucun	823.496	Aucun	8.727	412113.990	3838427.344	0.00	0.00

## Profil En Long Projet

Profil En Long Projet				
Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -1.99 %	157.093	0.000	845.724
Parabole 1	Pente -1.99 %	87.379	157.093	842.594
	Rayon 8000.000 m			
	Sommet Absc. 316.477 m			
	Sommet Alt. 841.007 m			
Pente 2	Pente -0.90 %	215.608	244.472	841.331
Parabole 2	Pente -0.90 %	79.840	460.080	839.390
	Rayon 50000.000 m			
	Sommet Absc. 910.110 m			
	Sommet Alt. 837.365 m			
Pente 3	Pente -0.74 %	100.243	539.920	838.735
Parabole 3	Pente -0.74 %	79.674	640.163	837.993
	Rayon -20000.000 m			
	Sommet Absc. 492.087 m			
	Sommet Alt. 838.541 m			
Pente 4	Pente -1.14 %	128.221	719.837	837.244
Parabole 4	Pente -1.14 %	37.956	848.058	835.784
	Rayon 20000.000 m			
	Sommet Absc. 1075.808 m			
	Sommet Alt. 834.487 m			
Pente 5	Pente -0.95 %	152.719	886.014	835.388
Parabole 5	Pente -0.95 %	564.512	1038.733	833.939
	Rayon 9500.000 m			
	Sommet Absc. 1128.885 m			
	Sommet Alt. 833.511 m			
Pente 6	Pente 4.99 %	162.669	1603.245	845.354
Parabole 6	Pente 4.99 %	294.954	1765.914	853.477
	Rayon -5000.000 m			
	Sommet Absc. 2015.577 m			
	Sommet Alt. 859.710 m			
Pente 7	Pente -0.91 %	83.929	2060.868	859.505
Parabole 7	Pente -0.91 %	89.675	2144.797	858.744
	Rayon 5000.000 m			
	Sommet Absc. 2190.088 m			
	Sommet Alt. 858.539 m			
Pente 8	Pente 0.89 %	50.780	2234.472	858.736
Parabole 8	Pente 0.89 %	60.531	2285.251	859.187
	Rayon -10000.000 m			
	Sommet Absc. 2374.020 m			
	Sommet Alt. 859.581 m			
Pente 9	Pente 0.28 %	27.701	2345.782	859.541
Parabole 9	Pente 0.28 %	130.776	2373.483	859.619
	Rayon 20000.000 m			
	Sommet Absc. 2317.008 m			
	Sommet Alt. 859.540 m			
Pente 10	Pente 0.94 %	92.996	2504.259	860.416

Profil En Long Projet				
Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 10	Pente 0.94 % Rayon -10000.000 m Sommet Absc. 2690.880 m Sommet Alt. 861.725 m Pente -1.23 %	216.412	2597.254	861.287
Pente 11	Pente -1.23 %	265.427	2813.666	860.971
Parabole 11	Pente -1.23 % Rayon 5000.000 m Sommet Absc. 3140.486 m Sommet Alt. 857.335 m Pente 0.51 %	86.956	3079.093	857.712
Pente 12	Pente 0.51 %	85.281	3166.049	857.401
Parabole 12	Pente 0.51 % Rayon -5000.000 m Sommet Absc. 3276.893 m Sommet Alt. 857.902 m Pente -0.82 %	66.717	3251.330	857.837
Pente 13	Pente -0.82 %	22.435	3318.046	857.733
Parabole 13	Pente -0.82 % Rayon 10000.000 m Sommet Absc. 3422.789 m Sommet Alt. 857.209 m Pente -0.55 %	27.736	3340.482	857.548
Pente 14	Pente -0.55 %	56.800	3368.218	857.358
Parabole 14	Pente -0.55 % Rayon -5000.000 m Sommet Absc. 3397.733 m Sommet Alt. 857.123 m Pente -2.24 %	84.632	3425.018	857.048
Pente 15	Pente -2.24 %	104.516	3509.651	855.870
Parabole 15	Pente -2.24 % Rayon 2000.000 m Sommet Absc. 3658.934 m Sommet Alt. 853.030 m Pente 0.40 %	52.711	3614.167	853.531
Pente 16	Pente 0.40 %	25.004	3666.878	853.045
Parabole 16	Pente 0.40 % Rayon -10000.000 m Sommet Absc. 3731.601 m Sommet Alt. 853.224 m Pente -0.41 %	81.070	3691.882	853.145
Pente 17	Pente -0.41 %	72.398	3772.952	853.138
Parabole 17	Pente -0.41 % Rayon -10000.000 m Sommet Absc. 3803.999 m Sommet Alt. 852.924 m Pente -1.82 %	141.098	3845.350	852.839
Pente 18	Pente -1.82 %	93.124	3986.448	851.260
Parabole 18	Pente -1.82 % Rayon 10000.000 m Sommet Absc. 4262.020 m Sommet Alt. 847.896 m Pente -0.92 %	90.340	4079.572	849.561
Pente 19	Pente -0.92 %	116.389	4169.912	848.321

Profil En Long Projet					
Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Pente / Rayon		Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 19	Pente	-0.92 %	198.800	4286.301	847.249
	Rayon	10000.000 m			
	Sommet Absc.	4378.409 m			
	Sommet Alt.	846.824 m			
	Pente	1.07 %			
Pente 20	Pente	1.07 %	34.749	4485.100	847.394
Parabole 20	Pente	1.07 %	127.624	4519.849	847.764
	Rayon	-2000.000 m			
	Sommet Absc.	4541.187 m			
	Sommet Alt.	847.878 m			
	Pente	-5.31 %			
Pente 21	Pente	-5.31 %	184.292	4647.473	845.054
Parabole 21	Pente	-5.31 %	103.181	4831.765	835.260
	Rayon	5000.000 m			
	Sommet Absc.	5097.480 m			
	Sommet Alt.	828.200 m			
	Pente	-3.25 %			
Pente 22	Pente	-3.25 %	98.289	4934.947	830.841
Parabole 22	Pente	-3.25 %	104.303	5033.236	827.646
	Rayon	-5000.000 m			
	Sommet Absc.	4870.703 m			
	Sommet Alt.	830.288 m			
	Pente	-5.34 %			
Pente 23	Pente	-5.34 %	88.045	5137.539	823.168
Parabole 23	Pente	-5.34 %	98.283	5225.585	818.469
	Rayon	10000.000 m			
	Sommet Absc.	5759.258 m			
	Sommet Alt.	804.229 m			
	Pente	-4.35 %			
Pente 24	Pente	-4.35 %	130.716	5323.867	813.707
Parabole 24	Pente	-4.35 %	127.663	5454.583	808.016
	Rayon	10000.000 m			
	Sommet Absc.	5889.973 m			
	Sommet Alt.	798.538 m			
	Pente	-3.08 %			
Pente 25	Pente	-3.08 %	317.114	5582.246	803.272
Parabole 25	Pente	-3.08 %	169.046	5899.360	793.514
	Rayon	5000.000 m			
	Sommet Absc.	6053.224 m			
	Sommet Alt.	791.147 m			
	Pente	0.30 %			
Pente 26	Pente	0.30 %	78.602	6068.406	791.170
Parabole 26	Pente	0.30 %	293.219	6147.008	791.408
	Rayon	-5000.000 m			
	Sommet Absc.	6162.190 m			
	Sommet Alt.	791.431 m			
	Pente	-5.56 %			
Pente 27	Pente	-5.56 %	221.063	6440.227	783.701
Parabole 27	Pente	-5.56 %	185.110	6661.290	771.408
	Rayon	5000.000 m			
	Sommet Absc.	6939.328 m			
	Sommet Alt.	763.678 m			
	Pente	-1.86 %			
Pente 28	Pente	-1.86 %	365.754	6846.400	764.541

Profil En Long Projet				
Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 28	Pente -1.86 % Rayon -10000.000 m Sommet Absc. 7026.299 m Sommet Alt. 759.471 m Pente -3.25 %	139.183	7212.154	757.743
Pente 29	Pente -3.25 %	288.068	7351.337	754.188
Parabole 29	Pente -3.25 % Rayon 5000.000 m Sommet Absc. 7801.924 m Sommet Alt. 742.184 m Pente 1.23 %	224.121	7639.405	744.825
Pente 30	Pente 1.23 %	212.665	7863.527	742.563
Parabole 30	Pente 1.23 % Rayon -5000.000 m Sommet Absc. 8137.794 m Sommet Alt. 745.563 m Pente -5.57 %	339.884	8076.191	745.183
Pente 31	Pente -5.57 %	97.128	8416.076	737.819
Parabole 31	Pente -5.57 % Rayon 5000.000 m Sommet Absc. 8791.486 m Sommet Alt. 724.669 m Pente -1.41 %	207.995	8513.204	732.413
Pente 32	Pente -1.41 %	387.309	8721.199	725.163
Parabole 32	Pente -1.41 % Rayon 2000.000 m Sommet Absc. 9136.623 m Sommet Alt. 719.521 m Pente 2.99 %	87.850	9108.509	719.718
Pente 33	Pente 2.99 %	228.877	9196.359	720.413
Parabole 33	Pente 2.99 % Rayon -10000.000 m Sommet Absc. 9723.915 m Sommet Alt. 731.709 m Pente -1.05 %	403.189	9425.236	727.249
Pente 34	Pente -1.05 %	293.251	9828.426	731.163
Parabole 34	Pente -1.05 % Rayon -20000.000 m Sommet Absc. 9912.655 m Sommet Alt. 729.190 m Pente -2.34 %	258.130	10121.677	728.098
Pente 35	Pente -2.34 %	656.799	10379.807	723.735
Parabole 35	Pente -2.34 % Rayon -20000.000 m Sommet Absc. 10569.455 m Sommet Alt. 713.849 m Pente -3.38 %	209.194	11036.607	708.393
Pente 36	Pente -3.38 %	302.815	11245.801	702.413
Parabole 36	Pente -3.38 % Rayon 5000.000 m Sommet Absc. 11717.702 m Sommet Alt. 689.314 m Pente 1.64 %	251.194	11548.616	692.173
Pente 37	Pente 1.64 %	36.515	11799.810	689.988

Profil En Long Projet				
Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Parabole 37	Pente 1.64 % Rayon -10000.000 m Sommet Absc. 12000.540 m Sommet Alt. 691.936 m Pente -0.81 %	245.402	11836.325	690.587
Pente 38	Pente -0.81 %	189.116	12081.727	691.606
Parabole 38	Pente -0.81 % Rayon -4000.000 m Sommet Absc. 12238.368 m Sommet Alt. 690.203 m Pente -5.24 %	176.992	12270.843	690.071
Pente 39	Pente -5.24 %	174.195	12447.835	684.718
Parabole 39	Pente -5.24 % Rayon 10000.000 m Sommet Absc. 13145.697 m Sommet Alt. 661.885 m Pente 0.21 %	544.577	12622.030	675.596
Pente 40	Pente 0.21 %	56.707	13166.608	661.907
Parabole 40	Pente 0.21 % Rayon -10000.000 m Sommet Absc. 13244.225 m Sommet Alt. 662.047 m Pente -2.21 %	242.067	13223.314	662.025
Pente 41	Pente -2.21 %	202.603	13465.381	659.602
Parabole 41	Pente -2.21 % Rayon 2500.000 m Sommet Absc. 13723.273 m Sommet Alt. 654.510 m Pente 2.96 %	129.211	13667.984	655.121
Pente 42	Pente 2.96 %	186.396	13797.195	655.602
Parabole 42	Pente 2.96 % Rayon -2000.000 m Sommet Absc. 14042.729 m Sommet Alt. 661.988 m Pente -4.41 %	147.337	13983.592	661.114
Pente 43	Pente -4.41 %	231.797	14130.928	660.044
Parabole 43	Pente -4.41 % Rayon 5000.000 m Sommet Absc. 14583.222 m Sommet Alt. 644.959 m Pente -0.93 %	174.059	14362.725	649.821
Pente 44	Pente -0.93 %	432.098	14536.784	645.175
Parabole 44	Pente -0.93 % Rayon -5000.000 m Sommet Absc. 14922.444 m Sommet Alt. 641.378 m Pente -4.09 %	157.846	14968.882	641.162
Pente 45	Pente -4.09 %	17.131	15126.728	637.204
Parabole 45	Pente -4.09 % Rayon 2000.000 m Sommet Absc. 15225.573 m Sommet Alt. 634.835 m Pente 0.60 %	93.628	15143.860	636.504
Pente 46	Pente 0.60 %	115.732	15237.487	634.871
			15353.219	635.560
Longueur totale de l'axe 15353.219 mètre(s)				

## TERASSEMENT

<b>REMBLAI</b>	<b>DEBLAI</b>
<b>VOLUME</b>	<b>VOLUME</b>
0,8	49,8
1	49,3
9,1	2,4
20,6	0
15	0,2
11,7	0,8
13,8	0
16,6	0
26,3	1,8
127,1	0
322,5	0
14,2	1,6
24,4	0
43,7	0
81,4	0
97,3	0
86	0
90,7	0
81,9	0
69,7	0
54,1	0
42,9	0
30,8	0
21,8	0
20,2	1
7,3	4,4
0,4	11,1
1,5	38,1
1,4	32,9
0	18,6
0	15,6
0	10,4
5,6	1,2
17,7	0
35,7	0
51,6	0
51,9	0
53,5	0
51,6	0
47,5	0
44,5	0
42,3	0

Annexes

---

17,8	23,8
23,9	19,8
44	0
74,2	0
91,7	0
122,9	0
149,4	0
173	0
184	0
195,5	0
207,9	0
229	0
245,7	0
251,5	0
313,8	0
656,3	0
431	0
322,3	0
325,9	0
341,4	0
321,2	0
311,5	0
296,1	0
287,8	0
265,5	0
234,2	0
208,3	0
162,8	0
130,8	0
95,6	0
50,9	0
5,6	1,3
0	28,7
2,5	106,7
0,4	166,8
0,4	323,7
0,3	328,9
0,4	230,7
0,4	195,3
1	151,1
2,5	111,9
0,4	66,2
0,2	46,6
0	18,4
5,2	7,7

Annexes

---

10,4	1,6
7,9	1
1	10
0,1	68,8
2,9	82,7
0,8	125,9
0,8	171,8
1,3	213,4
1,2	273
1,4	290,4
0,5	340,9
0,5	553,2
0,7	355,7
0,7	287,1
0,4	156,3
0,6	36,8
53,7	0
120,6	0
143,6	0
140,4	3,1
44,3	25,9
33,5	28,3
44,7	38
47,8	93,4
57,5	75,6
52,6	62,6
36,7	63,7
8,2	82,7
0,6	105,1
0,7	156,9
0,7	227
0,6	397,3
0,7	336,4
0,4	106,4
82,3	0
108,3	0
136,8	0
61,1	0
12,5	21,1
34,7	12,5
59,4	0
91,7	0
118,8	0
109,7	0
109,6	0

Annexes

---

75,1	0
0,3	11,4
44,1	0
3,5	338,6
0,3	676,1
78,3	0
66,6	0
41,9	0
18,7	0,1
5,1	3,8
0,3	15,3
0,2	14,7
0,3	14,4
0,3	9,1
4	4,5
11,8	2,4
27,9	0
48,9	0
71,4	0
88	0
102,4	0
109,5	0
106,4	0
98,1	0
103,8	0
83,1	0
90,4	0
70,5	0
52,7	0
39	0
37,4	0
30,4	6,8
0,4	521,6
1,1	197,7
24,2	173,9
17,4	80,6
0,2	215,2
0,6	311,9
0,5	187,2
0,8	8,1
9,5	0,7
9	0,1
0,2	12,7
0,6	67,5
0,6	130,5

Annexes

---

1,1	188,9
0,4	241,6
0,4	226,6
1,3	184,7
14,8	50,8
81,3	178,3
125,7	80,2
27,1	52,3
0,2	117,2
1,2	67,2
4,9	22,5
6,8	16,7
4,4	23,4
1	25,8
1,5	15
2,8	7,7
2,4	8
2,8	27
1,1	15,3
0,2	13,7
0	19
0	23,3
0	35
0	24,8
1,1	15,6
2,6	6,6
8,2	0,8
11	0,5
4,9	3,7
5,5	4,7
3,1	4,3
8	0,1
11,6	0,1
7,5	1,9
7,3	2
13,7	1,9
45,7	0
374,9	0
0	19,9
0,7	72,1
0,8	82,2
1,2	91,3
0,9	89,2
0,5	74,5
0,5	57,1

## Annexes

---

2,5	36
19,2	29,3
49,1	34,6
76,1	75,1
46,9	96,9
70,1	67,1
9,2	151,9
0,3	501,6
0,4	511,5
0,5	138,9
69,9	44,8
49,2	97,1
4,8	213
0,4	1125,8
0,4	2041,5
0,4	1972,1
0,4	1414,1
0,4	949,4
0,4	623,2
0,4	385,4
1,1	55,7
24,4	0
95,5	0
206,2	0
393,6	0
738,1	0
1068,8	0
1398,6	0
1544,3	0
18 503,20	22 634,80

## Annexes

TABULATION								
N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGL E	DEV	DEV
PRO F	CURVILI GN	TN	PROJE T	PROFIL	PROFIL	PROFI L	GAU	DRO
1	0	845,724	845,724	413551,6 92	3842852, 27	301,136 g	2,5	-2,5
2	20	845,139	845,326	413551,3 35	3842832, 27	301,136 g	2,5	-2,5
3	40	844,556	844,927	413550,9 78	3842812, 28	301,136 g	2,5	-2,5
4	60	844,111	844,529	413550,6 21	3842792, 28	301,136 g	2,5	-2,5
5	80	843,753	844,13	413550,2 64	3842772, 28	301,136 g	2,5	-2,5
6	100	843,368	843,732	413549,9 07	3842752, 29	301,136 g	2,5	-2,5
7	120	842,959	843,333	413549,5 5	3842732, 29	301,147 g	2,5	-2,5
8	140	842,588	842,935	413549,1 7	3842712, 29	301,274 g	2,5	-2,5
9	160	842,169	842,537	413548,7 49	3842692, 3	301,402 g	2,5	-2,5
10	180	841,287	842,171	413548,2 89	3842672, 3	301,529 g	2,5	-2,5
11	200	840,334	841,854	413547,7 89	3842652, 31	301,656 g	2,5	-2,5
12	220	841,246	841,588	413547,1 48	3842632, 32	302,060 g	2,5	-2,5
13	240	840,979	841,372	413546,5 01	3842612, 33	302,060 g	2,5	-2,5
14	260	840,734	841,191	413545,8 54	3842592, 34	302,060 g	2,5	-2,5

Annexes

15	280	840,466	841,011	413545,2 06	3842572, 35	302,060 g	2,5	-2,5
16	300	840,1	840,831	413544,5 59	3842552, 36	302,060 g	2,5	-2,5
17	320	840,052	840,651	413543,9 12	3842532, 37	302,060 g	2,5	-2,5
18	340	839,855	840,471	413543,2 65	3842512, 38	302,060 g	2,5	-2,5
19	360	839,69	840,291	413542,6 18	3842492, 39	302,060 g	2,5	-2,5
20	380	839,542	840,111	413541,9 71	3842472, 4	302,060 g	2,5	-2,5
21	400	839,397	839,931	413541,3 23	3842452, 41	302,060 g	2,5	-2,5
22	420	839,254	839,751	413540,6 76	3842432, 42	302,060 g	2,5	-2,5
23	440	839,123	839,571	413540,0 29	3842412, 43	302,060 g	2,5	-2,5
24	460	839,009	839,391	413539,3 77	3842392, 45	302,121 g	2,5	-2,5
25	480	838,825	839,215	413538,6 91	3842372, 46	302,249 g	2,5	-2,5
26	500	838,731	839,047	413537,9 65	3842352, 47	302,376 g	2,5	-2,5
27	520	838,619	838,887	413537,1 99	3842332, 48	302,482 g	2,5	-2,5
28	540	838,497	838,734	413536,4 19	3842312, 5	302,482 g	2,5	-2,5
29	560	838,313	838,586	413535,6 39	3842292, 52	302,482 g	2,5	-2,5
30	580	838,179	838,438	413534,8 6	3842272, 53	302,482 g	2,5	-2,5
31	600	838,031	838,29	413534,0 8	3842252, 55	302,482	2,5	-2,5

Annexes

						g		
32	620	837,868	838,142	413533,3 01	3842232, 56	302,482 g	2,5	-2,5
33	640	837,671	837,994	413532,5 21	3842212, 58	302,482 g	2,5	-2,5
34	660	837,473	837,836	413531,7 41	3842192, 59	302,482 g	2,5	-2,5
35	680	837,23	837,658	413530,9 62	3842172, 61	302,482 g	2,5	-2,5
36	700	836,959	837,46	413530,1 82	3842152, 62	302,482 g	2,5	-2,5
37	720	836,727	837,242	413529,4 02	3842132, 64	302,482 g	2,5	-2,5
38	740	836,487	837,015	413528,6 23	3842112, 65	302,482 g	2,5	-2,5
39	760	836,274	836,787	413527,8 43	3842092, 67	302,482 g	2,5	-2,5
40	780	836,074	836,559	413527,0 63	3842072, 68	302,482 g	2,5	-2,5
41	800	835,865	836,331	413526,2 84	3842052, 7	302,482 g	2,5	-2,5
42	820	835,646	836,104	413525,5 04	3842032, 71	302,482 g	2,5	-2,5
43	840	835,528	835,876	413524,7 24	3842012, 73	302,482 g	2,5	-2,5
44	860	835,256	835,652	413523,9 45	3841992, 74	302,482 g	2,5	-2,5
45	880	834,995	835,446	413523,1 65	3841972, 76	302,482 g	2,5	-2,5
46	900	834,697	835,255	413522,3 85	3841952, 77	302,482 g	2,5	-2,5
47	920	834,414	835,065	413521,5 88	3841932, 79	302,601 g	2,5	-2,5

Annexes

48	940	834,149	834,876	413520,7 51	3841912, 81	302,729 g	2,5	-2,5
49	960	833,865	834,686	413519,8 74	3841892, 83	302,856 g	2,5	-2,5
50	980	833,606	834,496	413518,9 57	3841872, 85	302,983 g	2,5	-2,5
51	1000	833,383	834,306	413518,0 01	3841852, 87	303,111 g	2,5	-2,5
52	1020	833,157	834,117	413517,0 04	3841832, 9	303,238 g	2,5	-2,5
53	1040	832,941	833,927	413515,9 67	3841812, 92	303,365 g	2,5	-2,5
54	1060	832,717	833,761	413514,9	3841792, 95	303,404 g	2,5	-2,5
55	1080	832,53	833,637	413513,8 31	3841772, 98	303,404 g	2,5	-2,5
56	1100	832,409	833,555	413512,7 62	3841753, 01	303,404 g	2,5	-2,5
57	1120	832,192	833,515	413511,6 93	3841733, 04	303,404 g	2,5	-2,5
58	1140	831,147	833,518	413510,6 24	3841713, 06	303,404 g	2,5	-2,5
59	1160	831,874	833,562	413509,5 55	3841693, 09	303,404 g	2,5	-2,5
60	1180	832,303	833,648	413508,4 86	3841673, 12	303,404 g	2,5	-2,5
61	1200	832,426	833,777	413507,4 17	3841653, 15	303,404 g	2,5	-2,5
62	1220	832,522	833,948	413506,3 48	3841633, 18	303,404 g	2,5	-2,5
63	1240	832,791	834,161	413505,2 6	3841613, 21	303,530 g	2,5	-2,5
64	1260	833,099	834,416	413504,1 31	3841593, 24	303,657	2,5	-2,5

Annexes

						g		
65	1280	833,427	834,713	413502,9 63	3841573, 27	303,784 g	2,5	-2,5
66	1300	833,783	835,052	413501,7 55	3841553, 31	303,912 g	2,5	-2,5
67	1320	834,229	835,433	413500,5 1	3841533, 35	303,993 g	2,5	-2,5
68	1340	834,745	835,857	413499,2 56	3841513, 39	303,993 g	2,5	-2,5
69	1360	835,276	836,322	413498,0 03	3841493, 43	303,993 g	2,5	-2,5
70	1380	835,942	836,83	413496,7 49	3841473, 47	303,993 g	2,5	-2,5
71	1400	836,595	837,38	413495,4 96	3841453, 51	303,993 g	2,5	-2,5
72	1420	837,296	837,971	413494,2 42	3841433, 55	303,993 g	2,5	-2,5
73	1440	838,102	838,605	413492,9 89	3841413, 59	303,993 g	2,5	-2,5
74	1460	838,961	839,281	413491,7 35	3841393, 63	303,993 g	2,5	-2,5
75	1480	839,804	840	413490,4 82	3841373, 66	303,993 g	2,5	-2,5
76	1500	840,773	840,76	413489,2 28	3841353, 7	303,993 g	2,5	-2,5
77	1520	841,755	841,562	413487,9 75	3841333, 74	303,993 g	2,5	-2,5
78	1540	842,995	842,407	413486,7 21	3841313, 78	303,993 g	2,5	-2,5
79	1560	843,934	843,293	413485,4 68	3841293, 82	303,993 g	2,5	-2,5
80	1580	844,645	844,222	413484,2 14	3841273, 86	303,993 g	2,5	-2,5

## Annexes

81	1600	845,515	845,193	413482,9 61	3841253, 9	303,993 g	2,5	-2,5
82	1620	846,379	846,191	413481,7 07	3841233, 94	303,993 g	2,5	-2,5
83	1640	847,239	847,189	413480,4 53	3841213, 98	303,993 g	2,5	-2,5
84	1660	848,114	848,188	413479,2	3841194, 02	303,993 g	2,5	-2,5
85	1680	849,035	849,187	413477,9 46	3841174, 06	303,993 g	2,5	-2,5
86	1700	849,929	850,185	413476,6 93	3841154, 1	303,993 g	2,5	-2,5
87	1720	850,859	851,184	413475,4 38	3841134, 14	304,024 g	2,5	-2,5
88	1740	851,825	852,183	413474,1 49	3841114, 18	304,216 g	2,5	-2,5
89	1760	852,832	853,181	413472,7 72	3841094, 23	304,585 g	2,5	-2,5
90	1780	853,881	854,16	413471,2 52	3841074, 28	305,131 g	2,5	-2,5
91	1800	854,916	855,062	413469,5 33	3841054, 36	305,853 g	2,5	-2,5
92	1820	855,897	855,885	413467,5 61	3841034, 46	306,751 g	2,5	-2,5
93	1840	856,802	856,627	413465,2 81	3841014, 59	307,825 g	2,5	-2,5
94	1860	857,549	857,289	413462,6 39	3840994, 76	309,062 g	2,5	-2,5
95	1880	858,202	857,872	413459,6 17	3840974, 99	310,223 g	2,5	-2,5
96	1900	858,804	858,374	413456,2 62	3840955, 28	311,208 g	2,5	-2,5
97	1920	859,349	858,796	413452,6 29	3840935, 61	312,017	2,5	-2,5

## Annexes

						g		
98	1940	859,806	859,138	413448,7 75	3840915, 98	312,649 g	2,5	-2,5
99	1960	860,069	859,401	413444,7 52	3840896, 39	313,105 g	2,5	-2,5
100	1980	860,212	859,583	413440,6 17	3840876, 82	313,384 g	2,5	-2,5
101	2000	860,176	859,685	413436,4 22	3840857, 27	313,488 g	2,5	-2,5
102	2020	859,851	859,708	413432,2 17	3840837, 72	313,488 g	2,5	-2,5
103	2040	859,477	859,65	413428,0 11	3840818, 16	313,488 g	2,5	-2,5
104	2060	859,202	859,512	413423,7 69	3840798, 62	313,899 g	0,61	-2,5
105	2080	858,954	859,331	413419,2 32	3840779, 14	315,428 g	-1,61	-2,5
106	2100	858,765	859,15	413414,0 73	3840759, 82	317,790 g	-1,59	-2,5
107	2120	858,683	858,969	413408,3	3840740, 67	319,307 g	0,63	-2,5
108	2140	858,625	858,788	413402,2 41	3840721, 61	319,706 g	2,5	-2,5
109	2160	858,444	858,63	413396,1 48	3840702, 56	319,706 g	2,5	-2,5
110	2180	858,421	858,549	413390,0 56	3840683, 51	319,706 g	2,5	-2,5
111	2200	858,719	858,549	413383,9 62	3840664, 46	319,746 g	2,01	-2,5
112	2220	858,724	858,629	413377,7 81	3840645, 44	320,387 g	0,47	-2,5
113	2240	858,821	858,785	413371,2 92	3840626, 52	321,815 g	-1,07	-2,5

Annexes

114	2260	858,992	858,963	413364,2 66	3840607, 8	324,026 g	-2,5	-2,5
115	2280	859,219	859,14	413356,5 41	3840589, 35	326,355 g	-1,35	-2,5
116	2300	859,385	859,307	413348,2 52	3840571, 15	327,924 g	0,19	-2,5
117	2320	859,59	859,435	413339,6 28	3840553, 11	328,708 g	1,73	-2,5
118	2340	859,721	859,523	413330,8 89	3840535, 12	328,804 g	2,5	-2,5
119	2360	860,192	859,581	413322,1 46	3840517, 13	328,804 g	2,5	-2,5
120	2380	859,884	859,639	413313,4 02	3840499, 14	328,804 g	2,5	-2,5
121	2400	859,497	859,712	413304,6 59	3840481, 15	328,804 g	2,5	-2,5
122	2420	859,203	859,805	413295,9 15	3840463, 17	328,804 g	2,5	-2,5
123	2440	859,23	859,918	413287,1 72	3840445, 18	328,804 g	2,5	-2,5
124	2460	859,297	860,051	413278,4 28	3840427, 19	328,804 g	2,5	-2,5
125	2480	859,713	860,204	413269,6 85	3840409, 2	328,804 g	2,5	-2,5
126	2500	860,162	860,377	413260,9 41	3840391, 22	328,804 g	2,5	-2,5
127	2520	860,31	860,563	413252,1 97	3840373, 23	328,804 g	2,5	-2,5
128	2540	860,371	860,751	413243,4 54	3840355, 24	328,804 g	2,5	-2,5
129	2560	860,428	860,938	413234,7 1	3840337, 25	328,804 g	2,5	-2,5
130	2580	860,515	861,125	413226,0 24	3840319, 24	328,298	2,5	-2,5

Annexes

						g		
131	2600	860,633	861,312	413217,5 14	3840301, 14	327,661 g	2,5	-2,5
132	2620	860,769	861,474	413209,1 86	3840282, 96	327,025 g	2,5	-2,5
133	2640	860,964	861,596	413201,0 4	3840264, 69	326,388 g	2,5	-2,5
134	2660	861,38	861,677	413193,0 76	3840246, 34	325,751 g	2,5	-2,5
135	2680	861,17	861,719	413185,2 62	3840227, 93	325,510 g	2,5	-2,5
136	2700	862,32	861,721	413177,4 6	3840209, 52	325,510 g	2,5	-2,5
137	2720	863,109	861,683	413169,6 59	3840191, 1	325,510 g	2,5	-2,5
138	2740	860,985	861,604	413161,8 57	3840172, 69	325,510 g	2,5	-2,5
139	2760	860,944	861,486	413154,0 56	3840154, 27	325,510 g	2,5	-2,5
140	2780	860,889	861,328	413146,2 54	3840135, 86	325,510 g	2,5	-2,5
141	2800	860,779	861,13	413138,4 52	3840117, 44	325,510 g	2,5	-2,5
142	2820	860,602	860,893	413130,5 74	3840099, 06	326,184 g	2,5	-2,5
143	2840	860,395	860,648	413122,4 56	3840080, 78	327,033 g	2,5	-2,5
144	2860	860,147	860,402	413114,0 95	3840062, 61	327,882 g	2,5	-2,5
145	2880	859,904	860,157	413105,4 92	3840044, 56	328,730 g	2,5	-2,5
146	2900	859,63	859,911	413096,6 81	3840026, 6	329,145 g	2,5	-2,5

## Annexes

147	2920	859,325	859,666	413087,8 42	3840008, 66	329,145 g	2,5	-2,5
148	2940	859,017	859,42	413079,0 02	3839990, 72	329,145 g	2,5	-2,5
149	2960	858,723	859,174	413070,1 62	3839972, 78	329,143 g	2,5	-2,5
150	2980	858,425	858,929	413061,3 34	3839954, 83	329,038 g	2,5	-2,5
151	3000	858,105	858,683	413052,5 6	3839936, 86	328,764 g	2,5	-2,5
152	3020	857,798	858,438	413043,8 86	3839918, 84	328,324 g	2,5	-2,5
153	3040	857,531	858,192	413035,3 61	3839900, 75	327,715 g	2,5	-2,5
154	3060	857,252	857,947	413027,0 33	3839882, 57	326,940 g	2,5	-2,5
155	3080	857,055	857,701	413018,9 51	3839864, 27	325,997 g	2,5	-2,5
156	3100	856,848	857,499	413011,1 65	3839845, 85	324,887 g	2,5	-2,5
157	3120	856,695	857,377	413003,7 25	3839827, 28	323,632 g	2,5	-2,5
158	3140	856,729	857,335	412996,6 57	3839808, 58	322,359 g	2,5	-2,5
159	3160	856,742	857,373	412989,9 62	3839789, 73	321,128 g	2,5	-2,5
160	3180	856,903	857,472	412983,6 09	3839770, 77	320,058 g	2,5	-2,5
161	3200	857,069	857,574	412977,5 5	3839751, 71	319,156 g	2,5	-2,5
162	3220	857,208	857,677	412971,7 37	3839732, 57	318,421 g	2,5	-2,5
163	3240	857,325	857,779	412966,1 2	3839713, 37	317,853	2,5	-2,5

## Annexes

						g		
164	3260	857,409	857,873	412960,6 5	3839694, 14	317,453 g	2,5	-2,5
165	3280	858,988	857,901	412955,2 74	3839674, 87	317,220 g	2,5	-2,5
166	3300	857,834	857,849	412949,9 44	3839655, 6	317,154 g	2,5	-2,5
167	3320	857,249	857,717	412944,6 2	3839636, 32	317,154 g	2,5	-2,5
168	3340	857,129	857,552	412939,2 96	3839617, 04	317,154 g	2,5	-2,5
169	3360	857,394	857,406	412933,9 72	3839597, 76	317,154 g	2,5	-2,5
170	3380	857,932	857,294	412928,6 48	3839578, 48	317,154 g	2,5	-2,5
171	3400	857,432	857,185	412923,3 24	3839559, 2	317,154 g	2,5	-2,5
172	3420	856,765	857,076	412918	3839539, 93	317,154 g	2,5	-2,5
173	3440	856,578	856,944	412912,6 76	3839520, 65	317,154 g	2,5	-2,5
174	3460	856,379	856,735	412907,3 52	3839501, 37	317,154 g	2,5	-2,5
175	3480	856,173	856,446	412902,0 28	3839482, 09	317,154 g	2,5	-2,5
176	3500	855,982	856,077	412896,7 01	3839462, 81	317,178 g	2,5	-2,5
177	3520	855,727	855,638	412891,3 65	3839443, 54	317,203 g	2,5	-2,5
178	3540	855,469	855,191	412886,0 23	3839424, 27	317,229 g	2,5	-2,5
179	3560	855,111	854,743	412880,6 72	3839404, 99	317,254 g	2,5	-2,5

Annexes

180	3580	854,637	854,295	412875,3 14	3839385, 73	317,279 g	2,5	-2,5
181	3600	854,112	853,848	412869,9 48	3839366, 46	317,305 g	2,5	-2,5
182	3620	853,132	853,409	412864,5 75	3839347, 19	317,322 g	2,5	-2,5
183	3640	853,622	853,119	412859,2	3839327, 93	317,322 g	2,5	-2,5
184	3660	852,327	853,03	412853,8 25	3839308, 67	317,322 g	2,5	-2,5
185	3680	852,705	853,097	412848,4 49	3839289, 4	317,322 g	2,5	-2,5
186	3700	853,257	853,174	412843,0 74	3839270, 14	317,322 g	2,5	-2,5
187	3720	853,144	853,217	412837,6 99	3839250, 87	317,322 g	2,5	-2,5
188	3740	853,008	853,22	412832,3 24	3839231, 61	317,322 g	2,5	-2,5
189	3760	852,936	853,183	412826,9 49	3839212, 35	317,322 g	2,5	-2,5
190	3780	852,91	853,109	412821,5 74	3839193, 08	317,322 g	2,5	-2,5
191	3800	852,835	853,026	412816,1 99	3839173, 82	317,322 g	2,5	-2,5
192	3820	852,671	852,943	412810,8 24	3839154, 55	317,322 g	2,5	-2,5
193	3840	852,57	852,861	412805,4 49	3839135, 29	317,322 g	2,5	-2,5
194	3860	852,506	852,767	412800,0 74	3839116, 02	317,322 g	2,5	-2,5
195	3880	852,392	852,635	412794,6 99	3839096, 76	317,322 g	2,5	-2,5
196	3900	852,186	852,463	412789,3 24	3839077, 5	317,322	2,5	-2,5

Annexes

						g		
197	3920	851,96	852,251	412783,9 49	3839058, 23	317,322 g	2,5	-2,5
198	3940	851,76	851,999	412778,5 74	3839038, 97	317,322 g	2,5	-2,5
199	3960	851,511	851,707	412773,1 99	3839019, 7	317,322 g	2,5	-2,5
200	3980	851,217	851,375	412767,8 24	3839000, 44	317,322 g	2,5	-2,5
201	4000	850,803	851,013	412762,4 49	3838981, 17	317,322 g	2,5	-2,5
202	4020	850,406	850,648	412757,0 74	3838961, 91	317,322 g	2,5	-2,5
203	4040	849,999	850,283	412751,6 99	3838942, 65	317,322 g	2,5	-2,5
204	4060	849,583	849,918	412746,3 24	3838923, 38	317,322 g	2,5	-2,5
205	4080	849,201	849,553	412740,9 46	3838904, 12	317,371 g	2,5	-2,5
206	4100	848,885	849,209	412735,5 36	3838884, 86	317,499 g	2,5	-2,5
207	4120	848,588	848,905	412730,0 89	3838865, 62	317,626 g	2,5	-2,5
208	4140	848,347	848,641	412724,6 03	3838846, 39	317,753 g	2,5	-2,5
209	4160	848,072	848,417	412719,0 78	3838827, 17	317,881 g	2,5	-2,5
210	4180	847,863	848,228	412713,5 28	3838807, 95	317,905 g	2,5	-2,5
211	4200	847,713	848,044	412707,9 77	3838788, 74	317,905 g	2,5	-2,5
212	4220	847,531	847,859	412702,4 26	3838769, 52	317,905 g	2,5	-2,5

Annexes

213	4240	847,293	847,675	412696,8 74	3838750, 31	317,905 g	2,5	-2,5
214	4260	846,988	847,491	412691,3 23	3838731, 09	317,905 g	2,5	-2,5
215	4280	845,69	847,307	412685,7 72	3838711, 88	317,905 g	2,5	-2,5
216	4300	846,868	847,132	412680,2 21	3838692, 67	317,905 g	2,5	-2,5
217	4320	846,898	846,995	412674,6 7	3838673, 45	317,905 g	2,5	-2,5
218	4340	846,853	846,898	412669,1 19	3838654, 24	317,905 g	2,5	-2,5
219	4360	846,822	846,841	412663,5 68	3838635, 02	317,905 g	2,5	-2,5
220	4380	846,817	846,825	412658,0 15	3838615, 81	317,961 g	1,88	-2,5
221	4400	846,827	846,848	412652,3 49	3838596, 63	318,774 g	0,08	-2,5
222	4420	846,834	846,911	412646,2 93	3838577, 57	320,553 g	-1,72	-2,5
223	4440	846,836	847,014	412639,5 65	3838558, 74	323,296 g	-3,52	-3,52
224	4460	846,866	847,157	412631,8 93	3838540, 27	327,004 g	-5,32	-5,32
225	4480	846,942	847,34	412623,0 22	3838522, 35	331,676 g	-7	-7
226	4500	847,262	847,552	412612,7 84	3838505, 17	336,769 g	-7	-7
227	4520	847,599	847,766	412601,2 06	3838488, 87	341,862 g	-7	-7
228	4540	847,551	847,878	412588,3 63	3838473, 55	346,955 g	-7	-7
229	4560	847,912	847,79	412574,3 36	3838459, 3	352,047	-7	-7

Annexes

						g		
230	4580	848,712	847,502	412559,2 15	3838446, 22	357,140 g	-7	-7
231	4600	848,168	847,013	412543,0 97	3838434, 39	362,233 g	-7	-7
232	4620	846,405	846,325	412526,0 85	3838423, 88	367,326 g	-7	-7
233	4640	845,054	845,437	412508,2 88	3838414, 77	372,419 g	-7	-7
234	4660	844,231	844,388	412489,8 19	3838407, 11	377,512 g	-7	-7
235	4680	843,573	843,325	412470,7 97	3838400, 94	382,605 g	-7	-7
236	4700	844,755	842,263	412451,3 44	3838396, 32	387,698 g	-7	-7
237	4720	845,434	841,2	412431,5 84	3838393, 27	392,791 g	-7	-7
238	4740	844,311	840,137	412411,6 43	3838391, 8	397,759 g	-6,08	-6,08
239	4760	842,291	839,074	412391,6 46	3838391, 77	1,877g	-4,28	-4,28
240	4780	840,227	838,011	412371,6 79	3838392, 88	5,031g	-2,48	-2,5
241	4800	838,4	836,948	412351,7 75	3838394, 83	7,219g	-0,68	-2,5
242	4820	836,7	835,885	412331,9 3	3838397, 3	8,442g	1,12	-2,5
243	4840	834,658	834,829	412312,1 14	3838400, 01	8,727g	2,5	-2,5
244	4860	833,386	833,839	412292,3 02	3838402, 75	8,727g	2,5	-2,5
245	4880	832,201	832,93	412272,4 89	3838405, 48	8,727g	2,5	-2,5
246	4900	830,981	832,099	412252,6 77	3838408, 21	8,727g	2,5	-2,5
247	4920	829,721	831,35	412232,8 65	3838410, 95	8,727g	2,5	-2,5
248	4940	828,088	830,677	412213,0 52	3838413, 68	8,727g	2,5	-2,5
249	4960	826,475	830,027	412193,2	3838416,		2,5	-2,5

## Annexes

---

				4	41	8,727g		
250	4980	825,522	829,377	412173,4 27	3838419, 15	8,727g	2,5	-2,5
251	5000	824,723	828,727	412153,6 15	3838421, 88	8,727g	2,5	-2,5
252	5020	823,417	828,077	412133,8 03	3838424, 61	8,727g	2,5	-2,5