



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 Genie Civil



## MEMOIRE

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

**En** : Travaux Publics

**Spécialité** : Voies et Ouvrages d'Art

**Par** : ALLAOUA Housseem Eddine

FIZI Seyf Eddine

### Sujet

**Étude de contournement de la RN32 sur 5 km  
- Ville de Ain-Babouche – W/Oum El-Bouaghi**

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

**Président de Jury**

**Dr. NINOUH Tarek.**

ULT.Tebessa

**Rapporteur**

**Dr. MESSAOUD Farid.**

ULT.Tebessa

**Examineur**

**Dr. SOLTANI Mohammed Reda.**

ULT.Tebessa

Promotion : 2021/2022

## Remerciements

*Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné l'envie, le courage et la force pour mener à terme ce travail,*

*Au terme de ce travail, nous exprimons :*

*Toutes nos reconnaissances à notre encadreur Mr : Messaoud Farid, pour tous les efforts qu'il a fournis pour nous faciliter et aider à accomplir notre travail, nous le remercions pour ses conseils avisés qui ont rendu ce travail possible.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Une attention toute particulière va à ma femme, pour le soutien moral qu'elle m'apporté.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

*Merci à tous*

## *Dédicace*

*Grace à Allah le toute puissant, qui nous a donné la volonté, qui nous éclairé vers  
le bon chemin,*

*Que nul ne peut se faire sans désir,*

*Nous dédions cette étude à nos parents pour leurs affections et amours.*

*A nos femmes.*

*A nos enfants.*

*A nos frères et sœurs.*

*A toute la famille.*

*A tous nos collègues et nos amis.*

*ALLAOUA Housseem Eddine*

*et*

*FIZI Seyf Eddine*

## Résumé

Ce travail consiste à faire une étude technique d'un projet routier, intitulé « Etude de contournement de la ville d'Ain Babouche sur 5 km, du PK: 42+200 au PK: 38+000 avec un aménagement de deux carrefours giratoires», qui intègre au projet global de futur dédoublement de la RN32 reliant la ville d'Oum el Bouaghi à l'intersection de la RN102, et va mettre fin au problème de congestion à l'entrée de la ville, lié à la fluidité de la circulation et la capacité d'absorption du nombre galopant des usagers. Cette route est étudiée selon les normes algériennes existantes qui suscitent, essentiellement, le confort et la sécurité des usagers, en assurant une structure fiable le long de la durée de vie de l'infrastructure. La structure de la chaussée est dimensionnée par la méthode CBR et la méthode algérienne de dimensionnement des chaussées neuves du CTPP. Ce travail est ensuite complété par l'aménagement de deux carrefours giratoires, l'étude de l'assainissement et la signalisation routière et aussi le calcul de devis quantitatif et estimatif du projet.

**Mots-clés** : Contournement, Trafic routier, Chaussée, Carrefour giratoire, Signalisation routière.

## **Abstract**

This work consists in carrying out a technical study of a road project, entitled "Study of bypassing the city of Ain Babouche over 5 km, from PK: 42+200 to PK: 38+000 with the development of two roundabouts" , which integrates the overall project for the future doubling of the RN32 linking the city of Oum el Bouaghi to the intersection of the RN102, and will put an end to the problem of congestion at the entrance to the city, linked to the fluidity of the circulation and the capacity to absorb the galloping number of users. This road is designed according to the existing Algerian standards which essentially provide comfort and safety to users, ensuring a reliable structure throughout the life of the infrastructure. The pavement structure is dimensioned by the CBR method and the Algerian method of dimensioning of new pavements of the CTPP. This work is then completed by the development of two roundabouts, the study of sanitation and road signs and also the calculation of the quantitative and estimated estimate of the project.

**Key words:** Bypass, Road traffic, Pavement, Roundabout, Road signs.

## ملخص

هذا العمل هو إجراء دراسة تقنية لمشروع طريق بعنوان "دراسة الطريق الإجتنابي لمدينة عين ببوش على مسافة 5 كيلومتر، من ن.ك: 200+42 إلى ن.ك: 000+38 مع تهيئة إلتفافين دوارانيين"، التي تدمج في المشروع العام المستقبلي لإزدواجية الطريق الوطني رقم 32 الذي يربط مدينة أم البواقي بتقاطع الطريق الوطني 102، ويضع حدا لمشكلة الازدحام عند مدخل المدينة، المرتبطة بتدفق حركة المرور والقدرة على استيعاب العدد الهائل من المستخدمين. تمت دراسة هذا الطريق وفقا للمعايير الجزائرية الحالية التي تؤدي أساسا إلى راحة وأمن المستخدمين، من خلال توفير هيكل موثوق به طوال فترة حياة البنية التحتية. تم تصميم هيكل الطريق باستخدام طريقة CBR والطريقة الجزائرية لتصميم الطرق الجديدة CTPP. ويستكمل هذا العمل بعد ذلك بتهيئة إلتفافين دوارانيين، ودراسة تصريف المياه وإشارات الطرق وحساب الأسعار الكمية والتقديرية للمشروع.

**الكلمات الرئيسية:** طريق إجتنابي- حركة المرور- طريق-التفاف دوراني - إشارات الطريق

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Resumé**

**Abstract**

**ملخص**

## **TABLE DES MATIERES**

<b>Liste des figures</b> .....	i
<b>Liste des tableaux</b> .....	v
<b>Liste des symboles</b> .....	viii
<b>Introduction générale</b> .....	1

### **Chapitre I. Présentation générale**

<b>1 Présentation générale</b> .....	2
1.1 Généralités sur la Daïra d'Ain Babouche.....	2
1.2 Description du réseau routier actuel.....	3
<b>2 Morphologie du site</b> .....	4
2.1 Relief .....	4
2.2 Environnement .....	5
2.3 Contexte géologique général.....	5
2.4 Géologie de site.....	6
2.5 Hydrographie.....	6
2.6 Sismicité de la Région.....	6
2.7 En matière d'agrégats et de sable .....	7
<b>3 Cadre de l'étude</b> .....	8
3.1 Environnement de la route .....	8
3.2 Catégorie de la route .....	9
3.3 Vitesse de référence .....	9

---

<b>4</b>	<b>Présentation du projet</b> .....	9
<b>5</b>	<b>Objectif du projet</b> .....	10

## **Chapitre II. Etude de trafic**

<b>1</b>	<b>Introduction</b> .....	11
<b>2</b>	<b>Présentation du Projet</b> .....	11
<b>3</b>	<b>Analyse du Trafic</b> .....	11
3.1	Définitions.....	11
3.2	Différents type de trafic .....	12
3.3	Capacité de la route .....	12
3.4	Projection futur du trafic .....	12
3.4.1	Trafic à horizon donné.....	12
3.4.2	Trafic effectif.....	13
3.4.3	Débit de pointe horaire normale .....	13
3.4.4	Débit horaire admissible.....	13
3.4.5	Nombre de voies.....	14
<b>4</b>	<b>Application au projet</b> .....	14

## **Chapitre III. Tracé en plan**

<b>1</b>	<b>Introduction</b> .....	17
<b>2</b>	<b>Règles à respecter dans le trace en plan</b> .....	17
<b>3</b>	<b>Les éléments du trace en plan</b> .....	18
<b>4</b>	<b>Règles pour l'utilisation des rayons en plan</b> .....	21
<b>5</b>	<b>Les conditions de raccordement</b> .....	22
5.1	Condition optique.....	22

---



---

5.2	Condition de confort dynamique.....	22
5.3	Condition de gauchissement .....	23
<b>6</b>	<b>Rayons et divers associés à la vitesse de de base.....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Choix du tracé en plan .....</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Calcul d'axe.....</b>	<b>26</b>
8.1	Introduction.....	26
8.2	Procédés de calcul.....	26
8.3	Calcul manuel des raccordements.....	26
8.3.1	Courbe avec clothoïde.....	26

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

<b>1</b>	<b>Définition .....</b>	<b>32</b>
<b>2</b>	<b>Règles à respecter lors de la conception du profil en long.....</b>	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>Coordination du tracé en plan et du profil en long .....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>Déclivités.....</b>	<b>33</b>
4.1	Déclivité minimum.....	33
4.2	Déclivité maximum .....	33
<b>5</b>	<b>Raccordement en profil en long .....</b>	<b>34</b>
5.1	Raccordement convexes (angle saillant).....	34
5.2	Raccordement concave (angle rentrant).....	36
<b>6</b>	<b>Détermination pratique du profil en long .....</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>Calcul des points de tangente .....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>Application au projet.....</b>	<b>38</b>

---

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

<b>1 Définition</b> .....	40
<b>2 Les éléments du profil en travers</b> .....	40
<b>3 Classification du profil en travers</b> .....	41
3.1 Le profil en travers type.....	41
3.2 Le profil en travers courant .....	41
<b>4 Application au projet</b> .....	42

## **Chapitre VI. Cubatures**

<b>1 Introduction</b> .....	44
<b>2 Définition</b> .....	44
<b>3 Méthode de calcul des cubatures</b> .....	44
<b>4 Application au projet</b> .....	46

## **Chapitre VII. Etude géotechnique**

<b>1 Introduction</b> .....	47
<b>2 Les Essais d'identification (Physiques)</b> .....	47
2.1 Analyses granulométriques .....	47
2.2 Limites d'Atterberg.....	48
2.3 Equivalent de sable .....	48
<b>3 Les Essais Mécaniques</b> .....	49
3.1 Essai Proctor.....	49
3.2 Essai C.B.R (California Bearing Ratio) .....	49
3.3 Essai Los Angeles .....	50

---

---

3.4 Essai Micro Deval .....	51
<b>4 Essais Chimiques .....</b>	<b>53</b>
<b>5 Essais in situ .....</b>	<b>53</b>
5.1 Les Forages .....	53
5.2 L'essai pressiométriques .....	53
5.3 Essais Penetrometriques.....	53
5.3.1 Pénétrömètre statique .....	53
5.3.2 Pénétrömètre dynamique.....	53
<b>6 Application sur le projet .....</b>	<b>54</b>
<b>7 Reconnaissance Géotechniques In-situ .....</b>	<b>54</b>
7.1 Programme de reconnaissance .....	54
7.2 Description lithologique des puits de reconnaissance.....	54
<b>8 Essais en Laboratoire .....</b>	<b>57</b>
8.1 Programme des essais .....	57
8.2 Résultats de la reconnaissance en laboratoire .....	57
8.3 Caractéristiques physiques des sols .....	58
8.4 Caractéristiques mécaniques des sols.....	58
8.5 Classification des sols support .....	59

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

<b>1 Introduction .....</b>	<b>60</b>
<b>2 Principe de la constitution des chaussées .....</b>	<b>60</b>
<b>3 Les différents types des chaussées .....</b>	<b>61</b>
3.1 Couche de surface .....	62
3.2 Couche de base.....	62

---

---

3.3 Couche de fondation .....	62
3.4 Couche de forme .....	63
<b>4 Les différents facteurs déterminants pour dimensionnement de la chaussée .....</b>	<b>63</b>
4.1 Trafic .....	63
4.2 Matériaux .....	63
4.3 Environnement .....	63
4.4 Le sol support .....	64
4.5 La qualité de la réalisation .....	64
<b>5 Méthodes de dimensionnement .....</b>	<b>64</b>
5.1 Méthode C.B.R (California Bearing Ratio) .....	65
5.2 Notion de l'épaisseur équivalente .....	65
5.3 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves .....	66
<b>6 Application au projet .....</b>	<b>67</b>
6.1 Méthode C.B.R .....	67
6.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves .....	69
A. Tronçon 1 (PK 0+000 au PK 3+000) .....	70
B. Tronçon 2 (PK 3+000 au PK 6+000) .....	78
<b>7 Conclusion .....</b>	<b>81</b>

## **Chapitre IX. Assainissement**

<b>1 Introduction .....</b>	<b>82</b>
<b>2 Objectif de l'assainissement .....</b>	<b>82</b>
<b>3 Définitions des termes hydrauliques .....</b>	<b>82</b>
3.1 Bassin versant .....	82
3.2 Collecteur principal (canalisation) .....	82

---

---

3.3	Chambre de visite (cheminée).....	83
3.4	Sacs .....	83
3.5	Fosses de crêtes .....	83
3.6	Décente d'eau.....	83
3.7	Les regards .....	83
<b>4</b>	<b>Choix des ouvrages d'évacuation</b> .....	<b>83</b>
<b>5</b>	<b>Estimation des débits d'apports et de saturation</b> .....	<b>84</b>
5.1	Débits d'apports .....	84
5.2	Coefficient de ruissellement.....	84
5.3	Détermination de l'intensité de la pluie .....	85
<b>6</b>	<b>Dimensionnement des ouvrages d'évacuation</b> .....	<b>87</b>
6.1	Dimensionnement des buses .....	87
6.2	Dimensionnement des dalots.....	87
<b>7</b>	<b>Application au projet</b> .....	<b>88</b>

## **Chapitre X. Aménagement des Carrefours**

<b>1</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>88</b>
<b>2</b>	<b>Aménagement des carrefours</b> .....	<b>88</b>
<b>3</b>	<b>Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour</b> .....	<b>88</b>
<b>4</b>	<b>Choix de l'aménagement</b> .....	<b>89</b>
<b>5</b>	<b>Les types de carrefours</b> .....	<b>89</b>
5.1	Carrefour à trois branches (en T) .....	89
5.2	Carrefour à trois branches (en Y).....	89
5.3	Carrefour à quatre branches (en croix).....	90
5.4	Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire.....	90

---

---

<b>6 Conditions d'implantation</b> .....	91
6.1 Visibilité.....	91
6.2 Lisibilité .....	94
6.3 Les îlots .....	94
6.4 Distance entre carrefours.....	95
<b>7 Application au projet</b> .....	96

## **Chapitre XI. Signalisation et éclairage**

<b>1 Introduction</b> .....	98
<b>2 Objectifs de signalisation routière</b> .....	98
<b>3 Categories de signalisation</b> .....	98
<b>4 Les critères de conception de la signalisation</b> .....	99
<b>5 Types de signalisation</b> .....	99
5.1 Signalisation verticale .....	99
5.1.1 Signalisation avancée .....	99
5.1.2 Signalisation de position .....	99
5.1.3 Signalisation de direction .....	99
5.2 Signalisation horizontale .....	99
5.2.1 Marques longitudinales .....	100
5.2.2 Marques transversales .....	101
5.2.3 Autres marquages .....	102
5.2.4 Caractéristiques générales des marques .....	103
5.2.5 Autres signalisations horizontales .....	103
<b>6 Application au projet</b> .....	103
<b>7 Eclairage</b> .....	105

---

7.1 Introduction .....	105
7.2 Catégories d'éclairage .....	105
7.3 Paramètres d'implantation des luminaires .....	105
7.4 Application au projet.....	106
<b>Conclusion générale</b> .....	109

**Devis quantitatif et estimatif**

**Références Bibliographiques**

**Annexes**

---

## Liste des Figures

### Chapitre I. Présentation générale

<b>Figure 1.1</b>	Dairas limitrophes de la Daïra d’Ain-Babouche.....	2
<b>Figure 1.2</b>	Communes de la wilaya d’Oum El-Bouaghi .....	2
<b>Figure 1.3</b>	Plan directeur d’aménagement et d’urbanisme .....	3
<b>Figure 1.4</b>	Réseau routier de la Wilaya d’Oum El-Bouaghi.....	4
<b>Figure 1.5</b>	Extrait de la carte topographique – Oum El-Bouaghi.....	5
<b>Figure 1.6</b>	Extrait de la Carte géologique-Ain-Babouche-.....	6
<b>Figure 1.7</b>	Carte de zonage sismique de l’Algérie. ....	7
<b>Figure 1.8</b>	Début du projet (Pk 42+200) .....	8
<b>Figure 1.9</b>	Fin du projet (Pk 38+000).....	8
<b>Figure 1.10</b>	Plan de situation.....	10

### Chapitre II. Etude de trafic

<b>Figure 2.1.</b>	Répartition de trafic sur les routes nationales de la Wilaya d’Oum El Bouaghi ...	15
--------------------	---	----

### Chapitre III. Tracé en plan

<b>Figure 3.1</b>	Les éléments du tracé en plan .....	18
<b>Figure 3.2</b>	Vue aérienne de tracé adopté .....	25
<b>Figure 3.3</b>	Raccordement N°01 .....	28
<b>Figure 3.4</b>	Les paramètres de la liaison S1S3 .....	30

### Chapitre IV. Profil en long

<b>Figure 4.1</b>	Profil en long type .....	34
<b>Figure 4.2</b>	Calcul des raccords .....	37
<b>Figure 4.3</b>	Deux pentes de sens contraires .....	37
<b>Figure 4.4</b>	Deux pentes de même sens .....	38



## Chapitre V. Profil en travers

<b>Figure 5.1</b>	Profil en travers type (chaussée bidirectionnelle) .....	41
<b>Figure 5.2</b>	Profil en travers type (Cas 1) .....	42
<b>Figure 5.3</b>	Profil en travers type (Cas 2) .....	43

## Chapitre VI. Cubatures

<b>Figure 6.1</b>	Méthode de calcul des volumes de terre entre deux profils en travers consécutifs.	44
<b>Figure 6.2</b>	Surfaces des cubatures .....	45
<b>Figure 6.3</b>	Schématisation de la Méthode de Mr. SARRAUS .....	45

## Chapitre VII. Etude géotechnique

<b>Figure 7.1</b>	Courbe granulométrique typique .....	47
<b>Figure 7.2</b>	Limites d'Atterberg.....	48
<b>Figure 7.3</b>	Essai Proctor .....	49
<b>Figure 7.4</b>	Essai CBR .....	50
<b>Figure 7.5</b>	Essai d'imbibition: durée 4 jours .....	50
<b>Figure 7.6</b>	Principe de l'essai Los-Angeles.....	51
<b>Figure 7.7</b>	Appareillage de l'essai Los-Angeles.....	51
<b>Figure 7.8</b>	Principe de l'essai Micro Deval.....	52
<b>Figure 7.9</b>	Mode opératoire de l'essai Micro Deval.....	52
<b>Figure 7.10</b>	Appareillage de l'essai Micro Deval.....	52
<b>Figure 7.11</b>	Localisation du projet.....	54
<b>Figure 7.12</b>	Puit k01 .....	55
<b>Figure 7.13</b>	Puit k03 .....	56
<b>Figure 7.14</b>	Puit k04 .....	56
<b>Figure 7.15</b>	Puit k05 .....	56
<b>Figure 7.16</b>	Puit k06.....	56

## Chapitre VIII. Dimensionnement de corps de chaussée

<b>Figure 8.1</b>	Coupe transversale d'une chaussée souple .....	61
<b>Figure 8.2</b>	Types des chaussées .....	61
<b>Figure 8.3</b>	Démarche de dimensionnement des chaussées neuves (catalogue) .....	67
<b>Figure 8.4</b>	Dimension du corps de chaussée avec la méthode CBR .....	68
<b>Figure 8.5</b>	Dimension du corps de chaussée avec la méthode CBR .....	69
<b>Figure 8.6</b>	Carte climatique d'Algérie.....	70
<b>Figure 8.7</b>	Classe du trafic.....	71
<b>Figure 8.8</b>	Mode de fonctionnement de la structure .....	73

## Chapitre X. Aménagement des carrefours

<b>Figure 10.1</b>	Carrefours en T .....	90
<b>Figure 10.2</b>	Carrefours en Y .....	91
<b>Figure 10.3</b>	Carrefours en croix.....	91
<b>Figure 10.4</b>	Carrefour giratoire.....	92
<b>Figure 10.5</b>	Construction des triangles de visibilité, en fonction du régime de priorité.....	94
<b>Figure 10.6</b>	Condition de visibilité pour la manœuvre de tourne-à-gauche ....	94
<b>Figure 10.7</b>	Îlots séparateurs sur les branches des giratoires de rayon $R_g \geq 15$ m .....	95
<b>Figure 10.8</b>	Îlots séparateurs sur les branches des giratoires de rayon $R_g < 15$ m.....	96

## Chapitre XI. Signalisation et éclairage

<b>Figure 11.1</b>	Types de modulation .....	101
<b>Figure 11.2</b>	Signalisation stop sur chaussée .....	101
<b>Figure 11.3</b>	Flèche de rabattement .....	102
<b>Figure 11.4</b>	Flèches de sélection .....	102
<b>Figure 11.5</b>	Signalisation de type A .....	104
<b>Figure 11.6</b>	Signalisation de type B .....	104
<b>Figure 11.7</b>	Signalisation de type C .....	104

---

<b>Figure 11.8</b> Signalisation de type D .....	104
<b>Figure 11.9</b> Signalisation de direction type E .....	105
<b>Figure 11.10</b> Eclairage sur TPC.....	106
<b>Figure 11.11</b> Eclairage sur accotement.....	106
<b>Figure 11.12</b> Eclairage de Giratoire.....	107

## Liste des Tableaux

### ChapitreI Présentation générale

<b>Tableau 1.1.</b>	Environnement de la route .....	9
---------------------	---------------------------------	---

### ChapitreII Etude de trafic

<b>Tableau 2.1</b>	Coefficient d'équivalence 'P' .....	13
<b>Tableau 2.2</b>	Coefficient 'K <sub>1</sub> ' .....	14
<b>Tableau 2.3</b>	Coefficient 'K <sub>2</sub> ' .....	14
<b>Tableau 2.4</b>	Valeur de la capacité .....	16

### ChapitreIII Tracé en plan

<b>Tableau 3. 1</b>	Rayons et divers associés (vitesse 80 Km /h) .....	24
<b>Tableau 3. 2</b>	Tableau des sommets .....	25
<b>Tableau 3. 3</b>	Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé.....	26
<b>Tableau 3. 4</b>	Tableau de comparaison.....	31

### ChapitreIV Profil en long

<b>Tableau 4. 1</b>	Variation de la pente maximale en fonction de la vitesse de base .....	34
<b>Tableau 4. 2</b>	Les valeurs des rayons en angle saillant RV .....	35
<b>Tableau 4. 3</b>	Les valeurs des rayons en angle rentrant R'V .....	36
<b>Tableau 4. 4</b>	Sommets .....	38

### ChapitreVII Etude géotechnique

<b>Tableau 7. 1</b>	Résultats de la reconnaissance en laboratoire .....	57
---------------------	---	----

## Chapitre VIII Dimensionnement de corps de chaussée

<b>Tableau 8. 1</b>	Coefficient d'équivalence 'a' .....	66
<b>Tableau 8. 2</b>	Choix des températures équivalentes .....	70
<b>Tableau 8. 3</b>	Type de réseau principal .....	70
<b>Tableau 8. 4</b>	Classes de portance des sols .....	72
<b>Tableau 8. 5</b>	Classe de sol support .....	72
<b>Tableau 8. 6</b>	Fiches structures de réseau RP1 .....	72
<b>Tableau 8. 7</b>	La structure adoptée .....	73
<b>Tableau 8. 8</b>	Coefficient d'agressivité .....	74
<b>Tableau 8. 9</b>	Performances mécaniques des matériaux bitumineux .....	75
<b>Tableau 8. 10</b>	Risques adoptés pour le réseau RP1 .....	76
<b>Tableau 8. 11</b>	Valeur de $t$ .....	76
<b>Tableau 8. 12</b>	Caractéristiques des couches.....	77
<b>Tableau 8. 13</b>	Résultats obtenus.....	77
<b>Tableau 8. 14</b>	Vérification Alize III.....	77
<b>Tableau 8. 15</b>	Sur classement avec une couche de forme en matériau non traité.....	78
<b>Tableau 8. 16</b>	La structure adoptée .....	79
<b>Tableau 8. 17</b>	Caractéristiques des couches.....	80
<b>Tableau 8. 18</b>	Résultats obtenus.....	80
<b>Tableau 8. 19</b>	Vérification Alize III (GB $e_p=15$ cm et GB $e_p=20$ cm) .....	80

## ChapitreIX Etude d'assainissement

<b>Tableau 9.1</b>	Coefficient de ruissellement .....	84
<b>Tableau 9.2</b>	Variation de Gauss 'U' .....	84
<b>Tableau 9.3</b>	Localisation des ouvrages hydrauliques.....	87

## ChapitreX Aménagement des carrefours

<b>Tableau 10.1</b>	Temps de franchissement selon la largeur de la route franchie et le régime de priorité.....	93
<b>Tableau 10.2</b>	Distance minimale conseillée entre deux carrefours successifs aménagés, et possibilité de dépassement résiduelle, selon les vitesses pratique .....	97
<b>Tableau 10.3</b>	Listing de 1 <sup>er</sup> giratoire (îlot central) .....	97
<b>Tableau 10.4</b>	Listing de 2 <sup>eme</sup> giratoire (îlot central).....	97

## ChapitreXI Signalisation et éclairage

<b>Tableau 11.1</b>	Les modulations des lignes discontinues . .....	100
<b>Tableau 11.2</b>	Fiche technique d'un système d'éclairage ALL-IN-ONE .....	107

## Liste des Symboles

- A** : Paramètre de la Clothoïde.
- a<sub>i</sub>** : coefficients d'équivalence
- BB** : Béton Bitumineux
- CW** : Chemin de wilaya
- C** : Catégorie de la route
- C.E.V** : Coût d'exploitation du véhicule
- C<sub>th</sub>** : Capacité théorique
- C.B.R:** California Bearing Ratio
- Cr** : Coefficient de ruissellement
- C<sub>v</sub>** : Coefficient de variation climatique
- d<sub>min</sub>** : Devers minimal
- d<sub>max</sub>** : Devers maximal
- d<sub>1</sub>** : Distance d'arrêt
- d<sub>m</sub>** : Distance de visibilité de dépassement normale
- d<sub>N</sub>** : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement
- E** : Environnement de la route
- Es** : Equivalent de sable
- e<sub>eq</sub>** : Épaisseur équivalente
- f<sub>L</sub>** : Coefficient de frottement longitudinal
- f<sub>t</sub>** : Coefficient de frottement transversal
- GB** : Grave Bitume
- GC** : Grave concassé
- GNT** : Graves non traitées
- h<sub>1</sub>** : Hauteur de l'obstacle (m).
- I<sub>CBR</sub>** : Indice CBR (sol support)

**$I_{\min}$**  : Déclivité minimum

**$I_{\max}$**  : Déclivité maximum

**$I_P$**  : Indice de plasticité

**$K_1$**  : Coefficient qui dépend de l'environnement

**$K_2$**  : Coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route

**$K_{\theta}$**  : Facteur lie à la température

**$K_{ne}$**  : Facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

**$K_r$**  : Facteur lié au risque et aux dispersions.

**$K_c$**  : Facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbé sur la chaussée

**$L_{\max}$**  : Longueur maximale d'un alignement

**$L_{\min}$**  : Longueur minimale d'un alignement

**$L$**  : Longueur de la clothoïde

**$LA$**  : Los Angeles

**$l$**  : Largeur de la chaussée.

**$MDE$**  : Micro Deval

**$MTB$**  : Matériaux traités aux bitumes

**$M.T.L.H$**  : Matériaux traités aux liants hydrauliques.

**$M.N.T.L.H$**  : Matériaux non traités aux liants hydrauliques.

**$N$**  : Nombre des voies

**$NE$**  : Trafic cumulé équivalent

**$n$**  : Durée de vie

**$PL$**  : Poids lourds

**$P$**  : Charge par roue

**$P_j$**  : Pluie moyenne journalière.

**$Q_a$**  : Débits d'apports

**$Q_{adm}$**  : Débit admissible



**R** : Rayon de la courbe de raccordement

**RN** : Route nationale

**RHmin** : Rayon horizontal minimal absolu

**RHn** : Rayon minimal normal

**RHd** : Rayon minimal normal

**RHnd** : Rayon minimal non déversé

**RVm** : Rayon min-absolu

**RV** : Rayon min- normal

**RVd** : Rayon Dépassement

**Rg** : Rayon de giratoires

**SD** : Surface de Déblai

**SR** : Surface de Remblai

**Si** : Classes de portance des sols

**SN** : Dispersion sur la loi de fatigue.

**Sh** : Dispersion sur les épaisseurs.

**t** : Fractile de la loi normale

**t<sub>c</sub>** : Temps De Concentration

**t<sub>1</sub>** : Temps de perception réaction

**TJMA** : Trafic journalier moyen annuel

**TPLi** : Nombre PL par jour et par sens à l'année de mise en service

**TCEi** : Trafic cumule équivalent

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

**TPC** : Terre-plein centrale

**T.V.N** : Tout venant naturel

**T.V.O** : Tout venant d'oued

**U.V.P** : Unité de véhicule particulier

**V<sub>b</sub>** : Vitesse de base

$W_L$  : Limite de liquidité

$W_P$  : Limite de plasticité

$W$  : Teneur en eau du sol

$W_{d\text{OPM}}$  : Teneur en eau optimum Proctor normal

$Z$  : Pourcentage de poids lourds

$\delta$  : La dispersion

$\Delta_d$  : la variation de dévers

$\varepsilon_Z$  : Déformation verticale

$\varepsilon_{Z,\text{adm}}$  : Déformation admissible verticale

$\varepsilon_t$  : Déformation de traction

$\varepsilon_{t,\text{adm}}$  : Déformation admissible de traction

$\gamma_d$  : Densité sèche

$\sigma$  : Angle polaire.

$\tau$  : Taux d'accroissement annuel

# **Introduction Générale**

## Introduction Générale

Parmi les domaines des travaux publics, celui de l'infrastructure routière qui revête une importance particulière dans notre pays, c'est un facteur générateur de développement économique, et il constitue la base de toute opération du développement.

Ce travail consiste à faire une étude technique d'un projet routier, intitulé « Etude de contournement de la ville d'Ain-Babouche sur 5 km, du PK: 42+200 au PK: 38+000 avec un aménagement de deux carrefours giratoires», qui intègre au projet global de futur dédoublement de la RN32 reliant la ville d'Oum El-Bouaghi à l'intersection de la RN102 », et va mettre fin au problème de congestion à l'entrée de la ville, lié à la fluidité de la circulation et la capacité d'absorption du nombre galopant des usagers.

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 CTTP a été appliquée. deux carrefours giratoires sont proposés dans cette étude pour assurer le confort et la sécurité de tous les usagers de la route au niveau des intersections .

Pour cela nous avons élaboré un travail en 11 chapitres, y compris une introduction générale est ensuite complété par le dimensionnement de corps de chauséé ainsi l'aménagement de deux carrefours giratoires, l'étude de l'assainissement et la signalisation routière et aussi le calcul de devis quantitatif et estimatif du projet,et une conclusion générale .

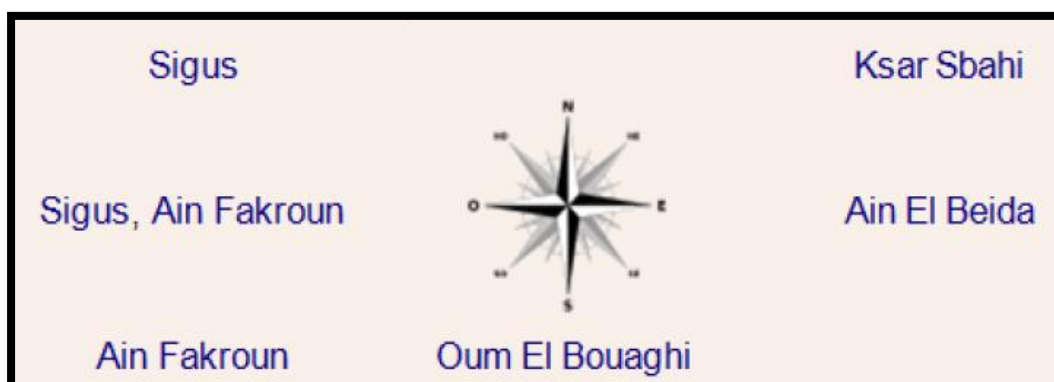
# **Chapitre 1**

## **Présentation Générale**

## 1 Présentation générale

### 1.1 Généralités sur la Daïra d'Ain Babouche

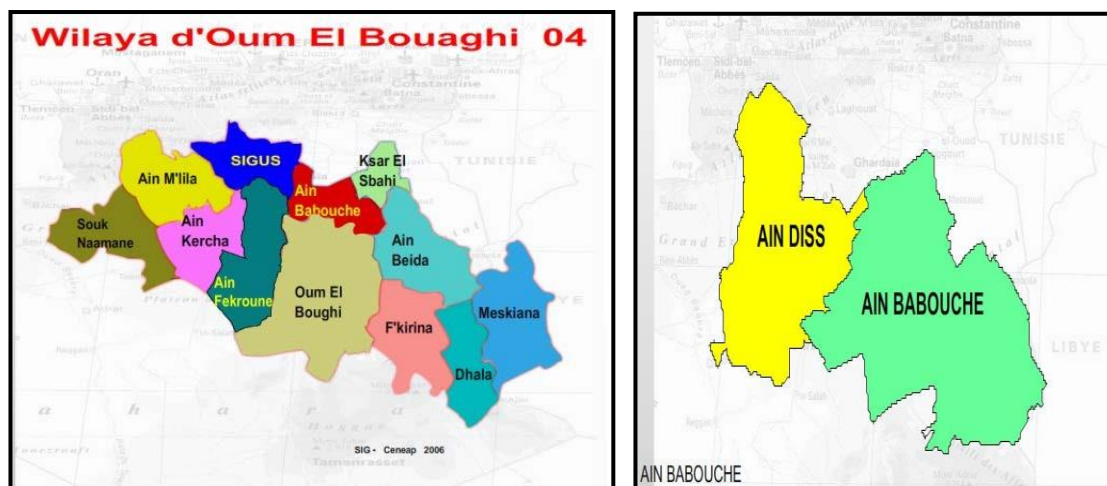
La daïra d'Ain Babouche est une collectivité publique territoriale algérienne située au Nord- Centre de la Wilaya d'Oum El-Bouaghi à une dizaine de kilomètres (9.6 km) (Figure 1.1).



**Figure 1.1** Daïras limitrophes de la Daïra d'Ain Babouche

Ain Babouche est parmi les plus grandes agglomérations de la wilaya d'Oum el Bouaghi; elle est composée de deux communes : Ain-Babouche et Ain Diss (Figure 1.2).

Sa superficie est de 322 km<sup>2</sup> et compte environ 18 896 habitants.

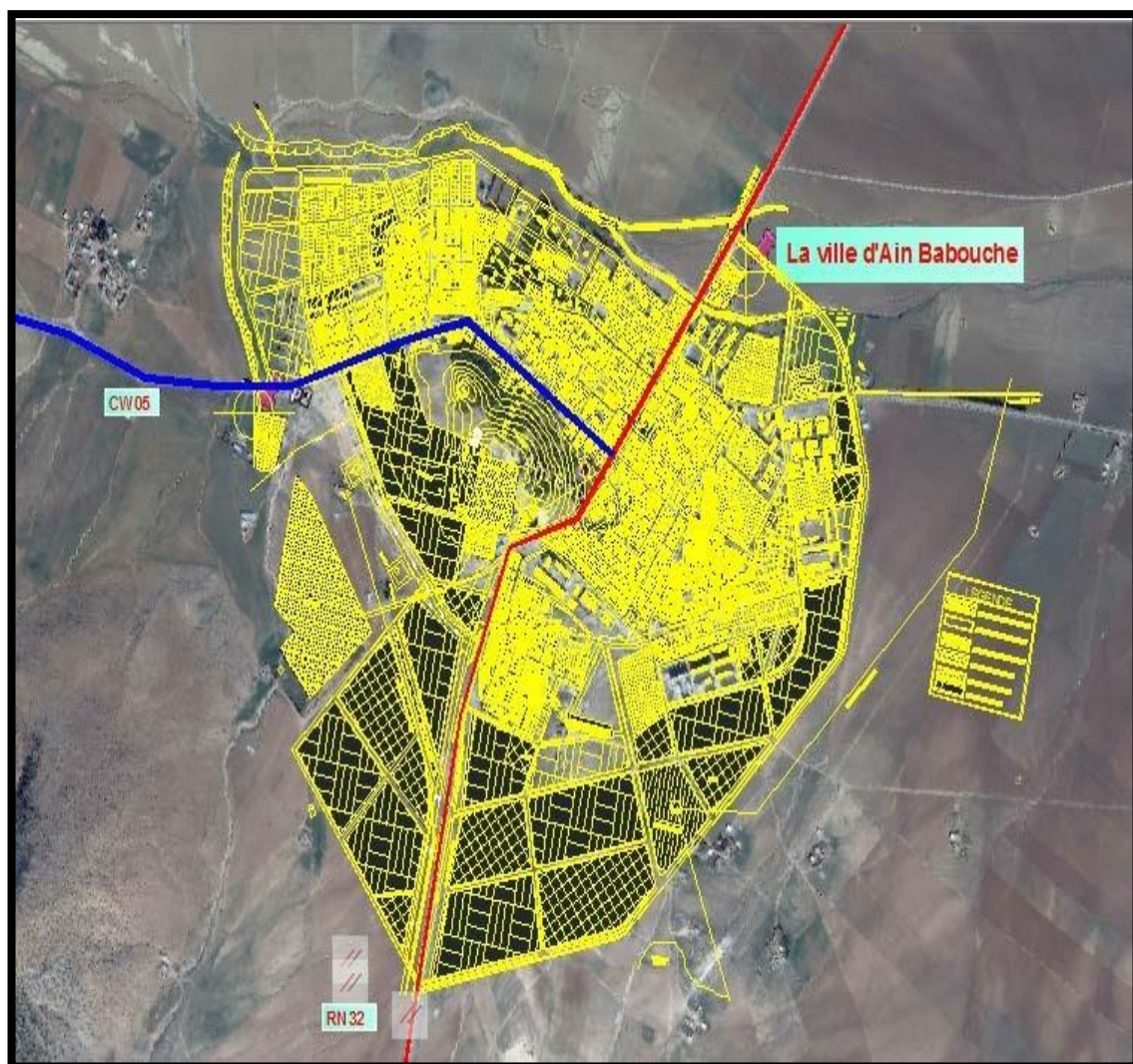


**Figure 1.2** Communes de la wilaya d'Oum **El-Bouaghi**

## 1.2 Description du réseau routier actuel

Les axes routiers (Routes nationales et chemins wilaya) susceptible de générer le trafic vers notre projet d'étude sont :

- Route nationale (RN) : Il s'agit de la route nationale RN 32, relie Oum El-Bouaghi à la Commune de Ain Babouche et elle s'étend vers la route nationale RN 102, (Figure 1.4).
- Chemin de wilaya (CW) : On peut citer le chemin de wilaya CW05 qui relie les deux communes Ain Diss à Ain Babouche, (Figure 1.3).



**Figure 1.3** Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme

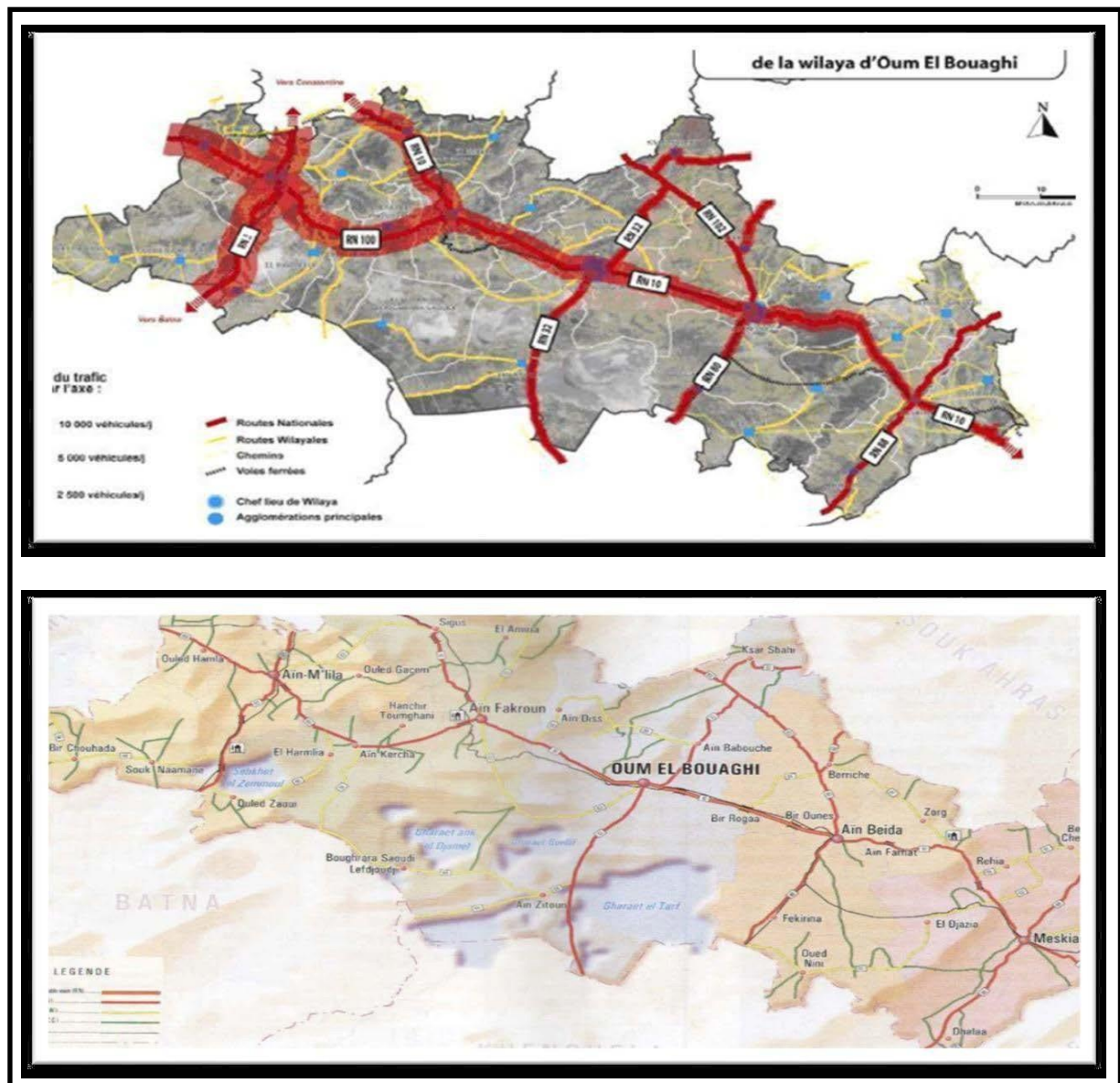


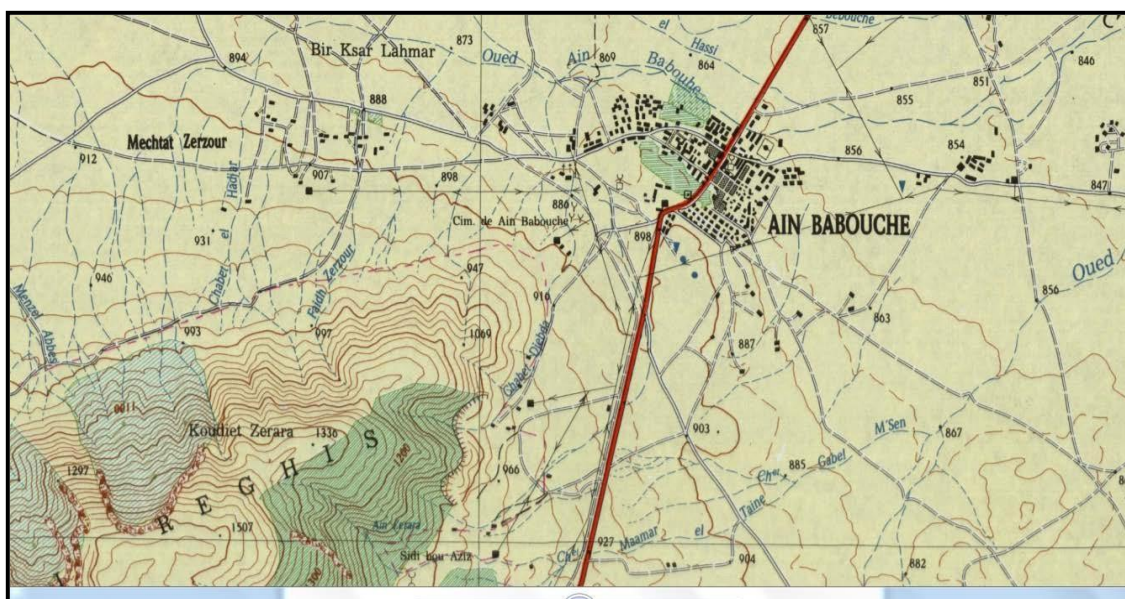
Figure 1.4 Réseau routier de la Wilaya d'Oum El Bouaghi.

## 2 Morphologie du site

### 2.1 Relief

- Le relief de la commune d'Ain Babouche est relativement plat.
- Les altitudes varient entre 850 et 898 m.
- Au Sud-Ouest on trouve Djebel Sidi Rghiss et au Nord-Est on trouve Oued Ain Babouche, Shaâbet Safel El Hassi et au sud-ouest Shaâbet Djebda (Figure 1.5) [1].





**Figure 1.5** Extrait de la carte topographique – Oum El-Bouaghi.

## 2.2 Environnement

La région d'étude est caractérisée par une variété plus ou moins faible (par rapport à d'autres régions en Algérie) de familles des plantes qui s'y rencontrent au niveau de la ville objet d'étude. Elle est localisée dans le secteur compris entre la région de l'Atlas Saharien et Tellienne (en grande partie), qui est doté d'un climat continental, ce secteur appartient à l'étage de végétation semi-aride à hiver froid et été chaude. On classe deux types de végétaux dominé :

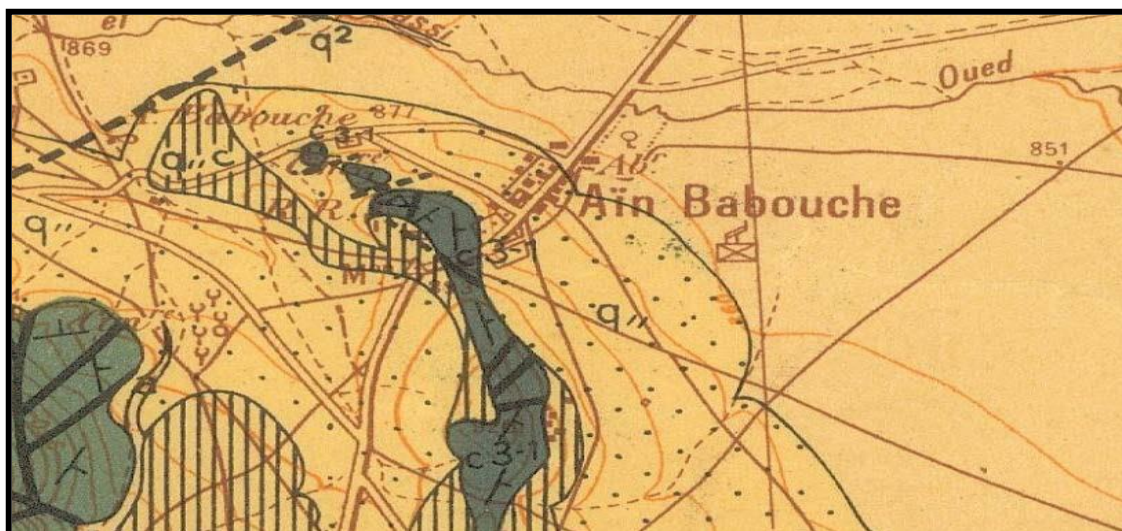
- Les arbres
- Les herbacées

La diversité de la faune de la région peut être caractérisé par l'existantes de certain espèces de mammifères et d'oiseaux [1].

## 2.3 Contexte géologique général

La région d'étude est située entièrement dans les hautes plaines d'El-Aurès, Le site se caractérise par une pente douce et la région d'étude par un terrain sédimentaire qui présente des quaternaires ancien, des alluvions caillouteuses des plateaux, peu épaisse, du calcaires subrécifaux et des alluvions actuelles et récentes. Existence des terrains agricoles au nord-ouest favorisent l'infiltration directe des eaux de pluie. Les montagnes telliennes au nord de la wilaya sont calcaires ainsi que les Horsts. Sur les piémonts de ces montagnes, de beaux sols limoneux de couleur saumon se sont formés grâce à l'apport de l'érosion des montagnes environnantes et de son épandage sur les hautes plaines. Ils se

dégradent à mesure que l'on se rapproche des lacs salés. Les massifs montagneux sont parfois recouverts de forêts de pins d'Alep issus de reboisements (Figure 1.6). L'érosion est très forte dans cette région ; la combinaison sols nus et pluviométrie violente sur une courte durée érode rapidement les sols qui à terme forment des badlands (ravinelements).



**Figure 1.6** Extrait de la Carte géologique-Ain Babouche-

## 2.4 Géologie de site

- Alluvions actuelles ou récentes (A) : constitué par des sables, des graviers et des limons
- Villafranchien (QC) : il s'agit essentiellement des encroûtements de calcaires fragmentés par l'érosion.
- Quaternaire ancien (Q) : alluvions caillouteuses des plateaux, peu épaisses ; dépôt lacustre des poudingues ; remplissage continental et lacustre du bassin de Montcalm [1].

## 2.5 Hydrographie

Le territoire du projet n'est pas traversé par des cours d'eau remarquable, l'Oued Ain Babouche est un oued qui traverse la zone d'étude ; son importance varie selon Les éléments climatiques tels la température, les précipitations, l'humidité de l'aire, les vents,... etc, associés aux paramètres physiques comme la lithologie, les pentes et la couverture végétale qui joue un rôle important sur le régime hydrographique des cours d'eau [1].

## 2.6 Sismicité de la Région

D'après le règlement parasismique algérien (RPA 99 / version 2003), la wilaya d'Oum El Bouaghi est classée au zone « I » c'est-à-dire zone à sismicité faible. Le document



### 3 Cadre de l'étude

Notre étude a pour objectif de concevoir en phase APD (avant-projet détaillé) d'un tronçon routier (contournement) situé au sud de la ville d'Ain Babouche sur 4.8 km. (Intersection avec la RN 32 début : Pk 42+200, fin : Pk 38+000) (Figures 1.8 et 1.9).



**Figure 1.8** Début du projet (Pk 42+200)



**Figure 1.9** Fin du projet (Pk 38+000)

#### 3.1 Environnement de la route

On constate que le contournement objet de l'étude présente un relief plat à faibles pentes, la zone montagneuse occupe le sud-ouest de la ville d'Ain Babouche ou elle peut toucher le début de projet, Le reste de la zone jusqu'au fin du projet est caractérisé par un relief moyen donc La route en projet est d'environnement E1 (Tableau 1.1) [2].

Tableau 1.1. Environnement de la route

Relief \ Sinuosité	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux		E3	E3

### 3.2 Catégorie de la route

Le choix de la catégorie de la route est influencé par plusieurs facteurs dont les plus importants sont le relief, l'occupation du sol et le trafic.

Le manuel (B40- Normes techniques d'aménagement des routes), établit les normes techniques régissant les routes algériennes. Elles sont classées en Cinq (05) catégories, correspondant aux buts économiques et administratifs des itinéraires retenus.

Cette section a été conçue en phase préliminaire suivant la catégorie C3 [2].

### 3.3 Vitesse de référence

La vitesse de référence (ou de base) est la vitesse la plus élevée que l'on peut atteindre en tout point de cette section de la route, tout en assurant la sécurité et le confort des usagers. Elle permet de définir les caractéristiques minimales de notre tracé, rayons en plan, pente et rampe maximales, dévers maximum.

Donc on retient la vitesse de référence adaptée pour ce projet  $V_b = 80$  km/h.

## 4 Présentation du projet

La ville d'Ain Babouche traversé actuellement par la route nationale RN32 a une situation géographique importante qui à lui donné une importance majeure est asphyxié à cette ville par le fait qu'elle est traversée quotidiennement par un nombre important de véhicules. Cet état nécessite d'envisager une nouvelle infrastructure routière susceptible de prendre en charge les surplus de trafics et par la même une meilleure prise en charge de la fluidité de la circulation d'où le contournement objet de l'étude (Figure 1.10).



Figure 1.10 Plan de situation

## 5 Objectif du projet

L'objectif principal de contournement se résume aux points suivants :

- Déviation de la circulation des poids lourds (PL) de la ville d'Ain Babouche.
- L'augmentation de la capacité de la route.
- Doter la chaussée d'une structure adéquate capable de supporter le trafic actuel et futur.
- L'amélioration du niveau de service de la route.
- Garantir une meilleure fluidité de la circulation.
- Aider L'activité des zones agricoles.
- Réduire le coût d'exploitation du véhicule (C.E.V).
- Diminuer le temps du parcours et réduire le nombre d'accidents.
- Créer en premier lieu une liaison assurant le transfert de trafic de la RN32 passant par la wilaya d'Oum El Bouaghi vers Souk Ahras et Annaba.

# **Chapitre 2**

Etude de trafic

---

## 1 Introduction

Une étude de trafic est une phase fondamentale qui doit intervenir à l'amont de toute réflexion relative à un projet routier. Elle permet de déterminer l'intensité du trafic et son agressivité (poids lourds). Le dimensionnement du corps de chaussée nécessite la connaissance du trafic journalier moyen annuel (TJMA) ainsi que sa répartition sur les différentes catégories de véhicules.

## 2 Présentation du Projet

Les caractéristiques de la route principale RN32 (partie d'agglomération) présentent beaucoup de difficulté pour l'utilisateur qui rendent la vitesse pratiquée très faible, et le temps de parcours plus grands. Ce qui influe sur le niveau de service de cette route.

Cet évitement de la ville Ain Babouche augmentant le confort ou le niveau de service, ainsi que la fluidité du futur trafic.

## 3 Analyse du Trafic [3]

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriée. Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont :

- Les statistiques générales.
- Le comptage sur route (manuel ou automatique).
- Une enquête de circulation.

### 3.1 Définitions

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

- **Trafic de transit** : origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation).
- **Trafic d'échange** : origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange).
- **Trafic local** : trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.
- **Trafic moyen journalier annuel (T.J.M.A)** égal au trafic total de l'année divisé par 365 jours.



- **Unité de véhicule particulier (U.V.P)** exprimé par jour ou par heure, on tient compte de l'impact plus important de certains véhicules, en particulier les poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.

### 3.2 Différents type de trafic

On distingue quatre types de trafic :

- **Trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet.
- **Trafic induit** : C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.
- **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. La déviation du trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.
- **Trafic total** : C'est la somme du trafic annuel et du trafic dévié.

### 3.3 Capacité de la route

On définit la capacité de la route par le nombre maximum des véhicules pouvant raisonnablement passer sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée. La capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

### 3.4 Projection futur du trafic

#### 3.4.1. Trafic à horizon donné

C'est le trafic journalier moyen à l'année n calculer en fonction de trafic de l'année 0 comme suit :

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

Tel que :

$TJMA_n$  : trafic journalier moyen à l'année n.

$TJMA_0$  : trafic journalier moyen à l'année 0.

$\tau$  : taux d'accroissement annuel.

n : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

### 3.4.2. Trafic effectif

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particuliers (uvp), il est déterminé en fonction du type de route et de l'environnement [2].

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

Tel que :

Z : le pourcentage de poids lourds.

P : coefficient d'équivalence qui dépend des nombres de voies et de l'environnement.

**Tableau 2.1** Coefficient d'équivalence 'P'

N <sub>b</sub> de voies	E <sub>1</sub> (facile)	E <sub>2</sub> (moyen)	E <sub>3</sub> (difficile)
2voies	3	6	12
3voies	2.5	5	10
4voies et plus	2	4	8

### 3.4.3. Débit de pointe horaire normale

C'est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon.

$$Q = 0.12T_{\text{eff}} \text{ (UVP/h)}$$

### 3.4.4. Débit horaire admissible

C'est le débit admissible que peut supporter une route :

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

Tel que :

C<sub>th</sub> : La capacité théorique.

K<sub>1</sub> : Coefficient qui dépend de l'environnement. [4]

K<sub>2</sub> : Coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route [4].

**Tableau 2.2** Coefficient 'K<sub>1</sub>'

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

**Tableau 2.3** Coefficient 'K<sub>2</sub>'

Catégorie de la route				
Environnement	1	2	3	4 - 5
E <sub>1</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00
E <sub>2</sub>	0.99	0.99	0.99	0.98
E <sub>3</sub>	0.91	0.95	0.97	0.96

**3.4.5. Nombre de voies**

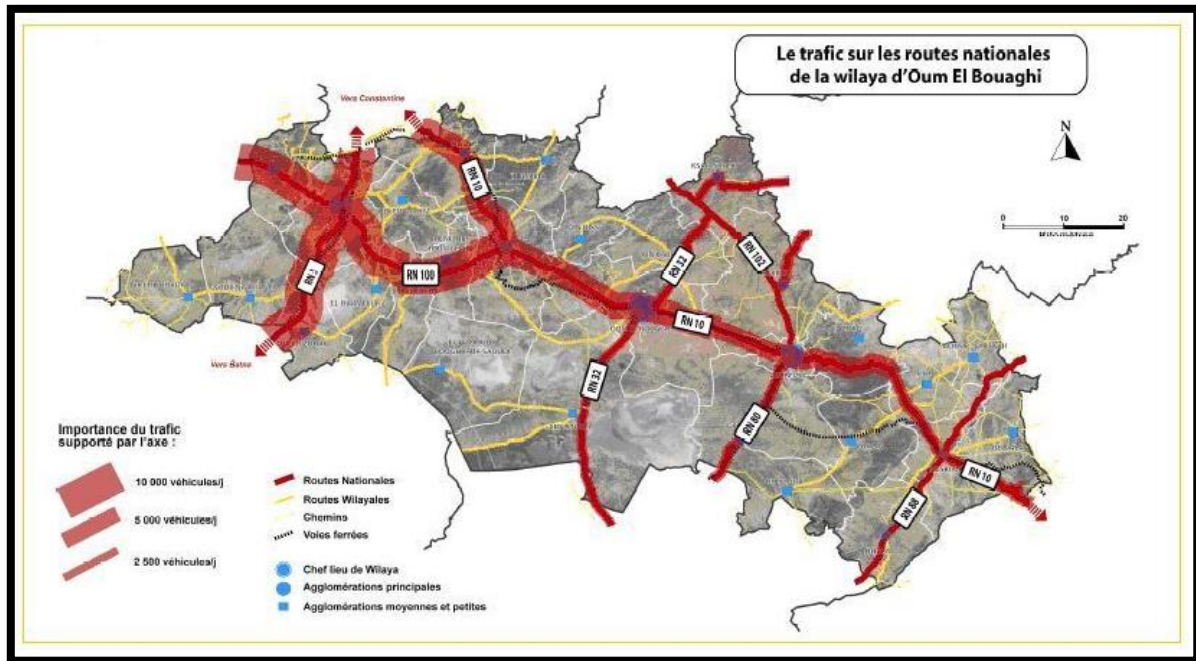
Chaussée bidirectionnelle : On compare Q à Q<sub>adm</sub>.

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

**4 Application au projet**

Pour l'estimation du TJMA de la future voie d'évitement de la ville Ain Babouche en se basant sur les données de trafic effectuées par la DTP de la wilaya d'Oum El Bouaghi (2017), on a supposé les données suivantes :

- Le trafic journalier moyen annuel à l'année 2017(TJMA<sub>2017</sub>) est de 12 000v/j.
- La mise en service est prévue pour l'année 2022.
- La durée de vie est de 20ans.
- Pourcentage de poids lourd : Z=20%.
- Le Taux de croissance du trafic  $\tau = 4\%$ .



**Figure 2.1.** Répartition de trafic sur les routes nationales de la Wilaya d'Oum El Bouaghi .

- **Calcul de TJMA à l'horizon**

$$TJMA_n = (1+\tau)^n \times TJMA_{2017}$$

$$TJMA_{2022} = (1+0.04)^5 \times 12000$$

$$TJMA_{2022} = 14\,600 \text{ v/j}$$

$$TJMA_{2042} = (1+0.04)^{20} \times 14600$$

$$TJMA_{2042} = 31\,990 \text{ v/j}$$

- **Calcul de trafic effectif**

$$P = 3 \quad (C_3, E_1)$$

$$T_{\text{eff}} = [(1-0.20) + 3 \times 0.20] \times 31990$$

$$T_{\text{eff}} = 44\,786 \text{ uvp/j}$$

- **Débit de pointe horaire normale**

$$Q = (1/n) T_{\text{eff}} = 0.12 \times T_{\text{eff}}$$

$$Q = 0.12 \times 44\,786$$

$$Q = 5\,374 \text{ uvp/j}$$

Ce débit prévisible doit être inférieur au débit maximal que notre route peut offrir, c'est le débit admissible.

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

$$Q \leq K_1 \times K_2 \times C_{\text{th}}$$

$$\begin{array}{l}
 C_{th} \geq Q / K_1 \times K_2 \\
 \text{Catégorie } C_3 \\
 \text{Environnement } E_1 \quad K_2 = 1
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} C_{th} \geq Q / K_1 \times K_2 \\ \text{Catégorie } C_3 \\ \text{Environnement } E_1 \quad K_2 = 1 \end{array}} \right\} K_1 = 0.75$$

**Tableau 2.4** Valeur de la capacité

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

Pour notre projet on a une chaussée bidirectionnelle à 2 voies à partir du tableau (tableau 1.4) [4].

$$C_{th} = 2000 \text{ uvp} / \text{h}^2$$

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

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

#### • Conclusion

Vu de volume de trafic attendu et du niveau de service assigné à ce type de route, la nouvelle route sera bidirectionnelle à 2 voies de 3.5 m de largeur et 2 m d'accotement.

#### • Année de saturation

Saturation de la route  $Q = Q_{adm}$  c'est à dire ( $Q_{saturation} = Q_{offre}$ )

$$Q_{offre} = 5\,374 \text{ uvp/j}$$

$$T_{eff} (2022) = [(1 - 0.2) + 3 \times 0.2] \times 14\,600$$

$$T_{eff} (2022) = 20\,440 \text{ uvp/j}.$$

$$Q_{2022} = 0,12 \times 20\,440 = 2\,453 \quad \underline{Q_{2022} = 2\,453 \text{ uvp/h}}$$

Donc :

$$Q_{saturation} (\text{à l'année } h) = Q_{2022} (1 + \tau)^h$$

$$= 2\,453(1 + 0.04)^h = 5\,374$$

$$\Rightarrow n = \frac{\ln\left(\frac{5\,374}{2\,453}\right)}{\ln(1 + 0.04)} = 20.10 \approx 20 \text{ ans} \quad \text{Donc} \quad \underline{n = 20}$$

D'où l'année de saturation de la route est 2042

# Chapitre 3

## Tracé en plan

## 1 Introduction

Le tracé en plan d'une route est constitué d'une succession de courbes et d'alignements droits séparés ou pas par des raccordements progressifs. Il vise à assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort tout en s'intégrant au mieux dans la topographie du site.

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

Le tracé en plan représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont donnés directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

## 2 Règles à respecter dans le trace en plan

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qui nous semblent pertinentes :

- Eviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques. Toutes les courbes horizontales dont le rayon est inférieur à  $R_{Hnd}$  (rayon horizontale non déversé) devront être introduites avec des raccordements progressifs.
- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement du nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter.
- 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 [4].

### 3 Les éléments du tracé 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) :

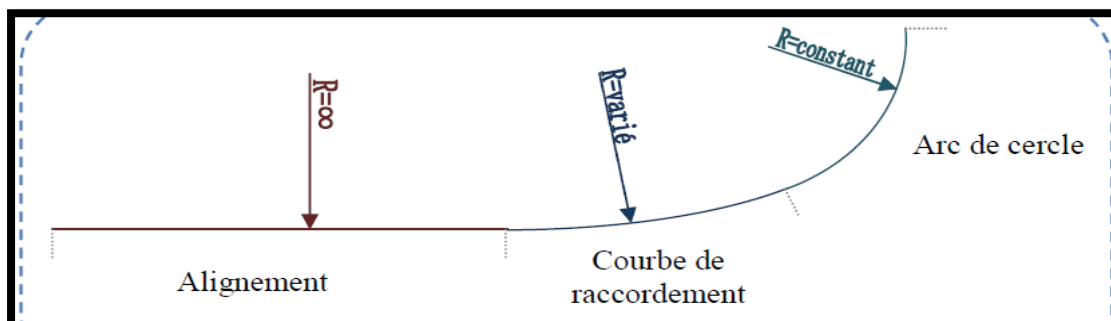


Figure 3.1 Les éléments du tracé en plan

#### 3.1 Les alignements

La droite est l'élément géométrique le plus simple, mais les grands alignements droits sont très déconseillés.

La longueur maximale d'un alignement ne dépasse pas la longueur parcourue par la vitesse de base durant une minute [2].

$$L_{\max} = 60 V_b \quad \text{avec } V_b \text{ en (m/s)}$$

Quant à la longueur minimale elle ne doit pas être inférieure à la distance parcourue avec la vitesse de base durant un temps d'adaptation qui est égale à 5 secondes [2].

$$L_{\min} = 5 V_b \quad \text{avec } V_b \text{ en (m/s)}$$

Avec :  $V = V_b / 3.6$  (km/h) où  $V_b$  est la vitesse de base

#### 3.2 Arc de cercle

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.

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.



### ✓ Stabilité en courbe

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge. Afin de réduire cet effet, on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules. Il est nécessaire de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

### 3.3 Rayon horizontal minimal absolu

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

Ainsi pour chaque  $V_b$  on définit une série de couple (R, d) [2].

### 3.4 Rayon minimal normal

$$RH_n = \frac{(V_b + 20)^2}{127 (f_t + d_{\max})}$$

Le rayon minimal normal (RHn) doit permettre à des véhicules dépassant  $V_b$  de 20 km/h de rouler en sécurité [2].

### 3.5 Rayon au dévers minimal

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

Dévers associé  $d_{\min} = 3\%$  [2].

$$RH_d = \frac{V_b^2}{127 \times 2 \times d_{\min}}$$

### 3.6 Rayon minimal non déversé

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en travers et le dévers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (RHnd) [2].

$$RHnd = \frac{V_b^2}{127.0,035} \quad \text{Cat 1-2} \quad RHnd = \frac{V_b^2}{127 (f' - d \text{ min})} \quad \text{Cat 3-4-5}$$

Avec :

$$f' = 0.07 \quad \text{cat 3}$$

$$f' = 0.075 \quad \text{cat 4 -5}$$

### 3.7 Les raccordements progressifs « Clothoïde »

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croît linéairement de  $R = \infty$  jusqu'à  $R =$  constant), pour assurer :

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

Il y a beaucoup des courbes de raccordement Pour assurer ce confort. Mais la clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans les projets de route.

#### ✓ Expression de la clothoïde

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul.

La courbure est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L (ou longueur de la clothoïde) [2].

Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne

$$K = C \times L ; K = \frac{1}{R} \rightarrow L \times R = \frac{1}{C} \rightarrow \frac{1}{R} = C \times L$$

$$\text{On pose : } \frac{1}{C} = A^2 \Rightarrow \underline{A^2 = L \cdot R}$$

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

## 4 Règles pour l'utilisation des rayons en plan

Il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant des valeurs de rayon supérieur ou égal à RHn que possible.

Les rayons compris entre RHm et RHd sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près entre  $d_{\max}$  et  $d$  (RHm).

- Si  $RHm < R < RHn$  : [2]

$$d = \frac{d^{\max} - d(R^{Hn})}{(1/R^{Hn} - 1/R^{Hd})} (1/R - 1/R^{H\max}) + d^{\max}$$

- Si  $RHn < R < RHd$  : [2]

$$d = \frac{d(R^{Hn} - d^{\min})}{(1/R^{Hn} - 1/R^{Hd})} (1/R - 1/R^{Hd}) + d^{\min}$$

- ✓ Les rayons compris entre RHd et RHnd sont en dévers minimal  $d_{\min}$ .
- ✓ Les rayons supérieurs à RHnd peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

### ❖ Remarque

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

#### • Surlargeur

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

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

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

L : longueur du véhicule (valeur moyenne  $L = 10$  m)

R : rayon de l'axe de la route

## 5 Les conditions de raccordement

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

### 5.1 Condition 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  $3^\circ$  pour être perceptible à l'œil [2].

$$\tau \geq 3^\circ \quad \text{soit} \quad \tau \geq 1/18 \text{ rad.}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rad} \Rightarrow L \geq R/9 \text{ soit } A \geq R/3.$$

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

- Pour  $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1 \text{ m}$  (éventuellement 0.5 m), d'où  $L = \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$
- Pour  $1500 < R \leq 5000 \text{ m}$ ,  $\tau = 3^\circ$  c'est-à-dire  $L = R/9$
- Pour  $R > 5000 \text{ m} \Rightarrow \Delta R = 2.5 \text{ m}$  soit  $L = 7.75\sqrt{R}$

### 5.2 Condition de confort dynamique

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule. La variation de l'accélération transversale est :  $\left(\frac{V^2}{R} - g \cdot \Delta d\right)$

Ce dernier est limité à une fraction de l'accélération de pesanteur :  $Kg = g/0.2 V_b$

Avec une gravitation  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$V_b$  : vitesse de base (km/h)

$R$  : le rayon(m)

$\Delta d$  : la variation de dévers  $\Delta d = (d_{\text{final}} - d_{\text{init}}) \%$  [2].

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

### 5.3 Condition de gauchissement

La demi-chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer

Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte que :  $\Delta p \leq 0.5/V_b$

Nous avons :

$$L \geq 1.\Delta d.V_b$$

NB :la vérification des deux conditions gauchissement plus confort dynamique peut se faire à l'aide d'une seule condition qui consiste à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps du dévers de la demi-chaussée extérieure au virage [2].

$$L \geq 5/36.\Delta d.V_b$$

## 6 Rayons et dévers associés à la vitesse de de base

Le tableau ci- dessous représente les symboles des dévers qui corresponds aux rayons inférieurs à  $R_{Hnd}$  (selon le B40) :

La route est de catégorie C3, dans un environnement E1, avec une vitesse de base  $V_b = 80$  km/h (Tableau 3.1).

**Tableau 3.1** Rayons et dévers associés (vitesse 80 Km /h)

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse (km/h)	V	80
Longueur minimale (m)	$L_{\min}$	112
Longueur maximale (m)	$L_{\max}$	1333
Devers minimal	$d_{\min}$	3
Devers maximal	$d_{\max}$	8
Temps de perception réaction (s)	$t_1$	1.8
Coefficient de Frottement longitudinal	$f_l$	0.43
Coefficient de Frottement transversal	$f_t$	0.15
Distance de freinage (m)	$d_0$	59
Distance d'arrêt (m)	$d_1$	99
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	$d_m$	325
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	$d_N$	500
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	$d_{md}$	200
Rayon horizontal minimal (m)	$R_{Hm}$ (8%)	220
Rayon horizontal normal (m)	$R_{Hn}$ (6%)	375
Rayon horizontal déversé (m)	$R_{Hd}$ (3%)	800
Rayon horizontal non déversé (m)	$R_{Hnd}$ (-3%)	1200

Tableau 3.2 Tableau des sommets

Sommets	X (m)	Y (m)
S1	335510.243	3976535.133
S2	335981.830	3976548.520
S3	336849.340	3976804.330
S4	337559.300	3978196.060
S5	337542.230	3979183.380
S6	337210.500	3980048.040

## 7 Choix du tracé en plan



Figure 3.2 Vue aérienne du tracé adopté [5]

## 8 Calcul d'axe

### 8.1 Introduction

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

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe.

### 8.2 Procédés de calcul

Dans un calcul d'axe, la grande partie est celle de la courbe de clothoïde, cet élément géométrique particulier qui se définit par des formules mathématiques approchées.

### 8.3 Calcul manuel des raccordements [4]

#### 8.3.1 Courbe avec clothoïde

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe (Figure 3.4). La liaison que l'on a choisie se situe au début de notre projet (Liaison1) (Figure 3.3).

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suit (Tableau 3.3) :

**Tableau 3.3** Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé

$V_b = 80 \text{ km/h}$	X(m)	Y(m)	$R_1(m)$
S <sub>1</sub>	335510.243	3976535.133	400
S <sub>2</sub>	335981.830	3976548.520	
S <sub>3</sub>	336849.340	3976804.330	

#### ❖ Calcul des distances

$$|\Delta x^{1,2}| = 471.59 \text{ m} \quad |\Delta y^{1,2}| = 13.39 \text{ m}$$

$$|\Delta x^{2,3}| = 867.51 \text{ m} \quad |\Delta y^{2,3}| = 255.81 \text{ m}$$

$$D_{S_1S_2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 471.777 \text{ m}$$

$$D_{S_2S_3} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 904.440 \text{ m}$$



❖ **Détermination de L**➤ **Condition de confort optique**

$$R \leq 1500 \text{ m} \Rightarrow \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$$

R (400) < 1000 on prend  $\Delta R = 0.5$

$$\text{Donc } L = \sqrt{24 \times 400 \times 1} = 69.282 \text{ m} \dots\dots\dots 1$$

➤ **Condition de (confort dynamique+ gauchissement)**

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

$$RH_n \leq R \leq RH_d$$

$$\Delta d = d - (-3) \quad , d = d_{\min} + \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RH_d} \right) \frac{d_{\min} - d_{RH_n}}{\frac{1}{RH_d} - \frac{1}{RH_n}} \Rightarrow d = 5.65 \%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \cdot (5.65\% - (-3\%)) \cdot 80$$

$$L \geq 96,078 \text{ m} \dots\dots\dots 2$$

De 1 et 2 on obtient :  $L = \max (69.282 \text{ et } 96,078)$

Donc on prend :  $L = 96,078 \text{ m}$

❖ **Calcul du paramètre A**

On sait que :  $A^2 = L \cdot R$

$$A = \sqrt{L \cdot R} = 196,039$$

Donc on prend les valeurs de logiciel autopiste (Figure 3.3) (calcul automatique en fonction de la valeur de rayon (R = 400) A = 162.374 alors  $L = A^2 / R = 65.913 \text{ m}$

La condition  $\frac{R}{3} \leq A_{\min} \leq R$  est vérifiée ( $133.33 \leq A_{\min} = 162.374 \leq 400$ )

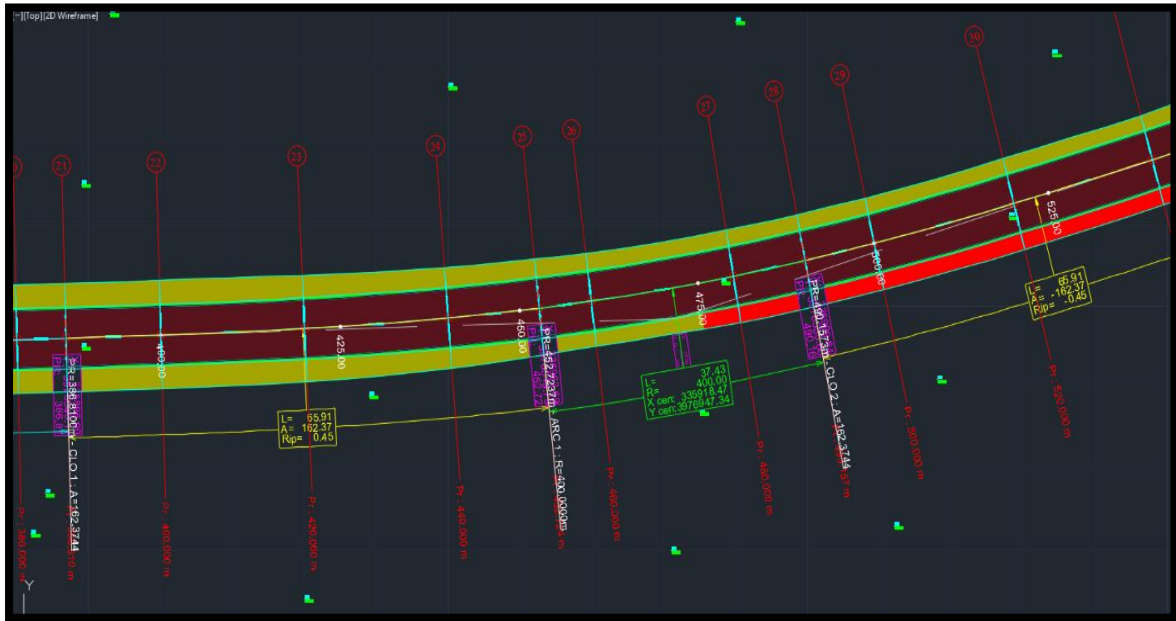


Figure 3.3 Raccordement N°01

#### ❖ Calcul des Gisements

- Le Gisement  $G_{S1}^{S2}$  :

$$G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S1}^{S2} = \arctg\left(\frac{|471.59|}{|133.91|}\right)$$

$$G_{S1}^{S2} = 98.193 \text{ gr}$$

- Le Gisement  $G_{S2}^{S3}$  :

$$G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}\right) \Rightarrow G_{S2}^{S3} = \arctg\left(\frac{|867.51|}{|255.81|}\right)$$

$$G_{S2}^{S3} = 81.745 \text{ gr}$$

#### ❖ Calcul de l'angle(200 - $\gamma$ )

$$\phi = |G_{S1}^{S2} - G_{S2}^{S3}| = 16.448 \text{ gr}$$

$$\gamma = (200 - \phi) = 200 - 16.446 = 183.551 \text{ gr}$$

❖ **Calcul de l'angle  $\tau$** 

$$\tau = \frac{L}{2 \cdot R} \times \frac{200}{\pi} = \frac{65.913}{2.400} \times \frac{200}{\pi} = 5.245 \text{ gr}$$

❖ **Vérification de non chevauchement**

$$\tau = 5.245 \text{ gr}$$

$$\frac{\phi}{2} = \frac{16.446}{2} = 8.224 \text{ gr D'où : } \tau < \frac{\phi}{2} \Rightarrow \text{Pas de chevauchement}$$

❖ **Calcul  $\Delta R$** 

$$\Delta R = \frac{L^2}{24R} = \frac{65.913^2}{24 \times 400} = 0.453 \text{ m}$$

❖ **Calcul des coordonnées  $X_c$  et  $Y_c$** 

$$X_c = \frac{A^2}{2 \times R} = 32,957 \text{ m}$$

$$Y_c = R + \Delta R = 400 + 0.453 = 400,453 \text{ m}$$

❖ **Calcul  $XF$  et  $YF$** 

$$XF = L \left( 1 - \frac{L^2}{40 \times R^2} \right) = \left( 1 - \frac{(65.913)^2}{40 \times 400^2} \right) 65.913 = 65.869 \text{ m}$$

$$YF = \frac{L^2}{6 \times R} = 1.810 \text{ m}$$

❖ **Calcul de la tangente  $X_s$** 

$$X_s = X_c + (R + \Delta R) \operatorname{tg} \left( \frac{\phi}{2} \right) = 32.957 + (400 + 0.453) \operatorname{tg} (8.224) = 84,979 \text{ m}$$

❖ **Calcul des Coordonnées  $SL$** 

$$SL = \sqrt{XF^2 + YF^2} = \sqrt{(65.864)^2 + (1.807)^2} = 65.890 \text{ m}$$

❖ **Calcul des Coordonnées  $c$  (partie circulaire)**

$$\alpha = (200 - \gamma - 2\tau) = 200 - 183,5515 - (2 \times 5,245) = 5,958 \text{ gr}$$

$$c = 2R \sin (\alpha/2) = (2 \times 400) \sin (5.958 / 2) = 37,422 \text{ m}$$

❖ Calcul de  $\sigma$  ou  $\omega$ 

$$\omega = \text{Arctg} (Y_F / X_F) = \text{Arctg} (1.810 / 65.913) = 1.571 \text{ gr} = 1,749 \text{ gr}$$

$$\sigma = \text{Arctg} (X_F / Y_F) = \text{Arctg} (65.913 / 1.810) = 88.42 \text{ gr} = 98,251 \text{ gr}$$

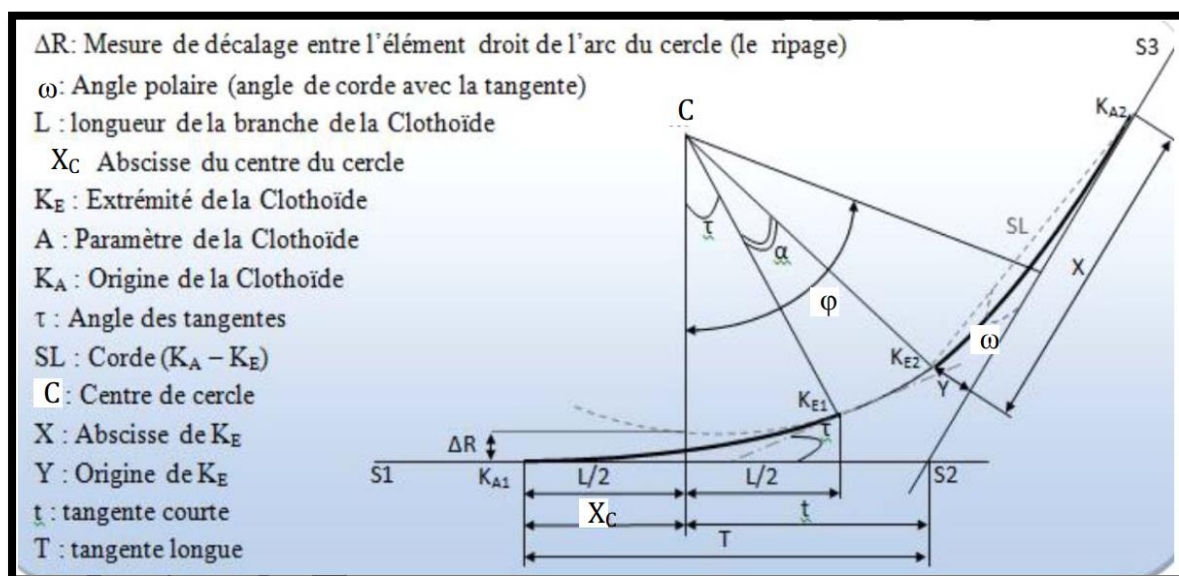


Figure 3.4 Les paramètres de la liaison S1S3

## ❖ Calcul des coordonnées des points singuliers

$$\begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} + (Ds1s2 - Xs) \sin(G_{S1}^{S2}) \\ X_{KA1} = 33510.243 + (471,777 - 84,979) \sin(98,193) = 335896,885 \text{ m} \\ Y_{KA1} = Y_{S1} + (Ds1s2 - Xs) \cos(G_{S1}^{S2}) \\ Y_{KA1} = 3976535.133 + (471,777 - 84,979) \cos(98,193) = 3976546,109 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KA2} = X_{S2} + Xs \sin(G_{S2}^{S3}) \\ X_{KA2} = 335981.830 + 84,979 \sin(81,745) = 336063,339 \text{ m} \\ Y_{KA2} = Y_{S2} + 507.675 \cos(G_{S2}^{S3}) \\ Y_{KA2} = 3976548.520 + 84,979 \cos(81,745) = 3976572,555 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE1} = X_{KA1} + SL \sin(G_{S1}^{S2} - \omega) \\ X_{KE1} = 335896,885 + 65,893 \sin(98,193 - 1,749) = 335962,676 \text{ m} \\ Y_{KE1} = Y_{KA1} + SL \cos(G_{S1}^{S2} - \omega) \\ Y_{KE1} = 3976546,109 + 65,893 \cos(98,193 - 1,749) = 3976549,787 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_{KE2} = X_{KA2} - SL \sin(G_{S2}^{S3} + \omega) \\ X_{KE2} = 336063,339 - 65,893 \sin(81,745 + 1,749) = 335999,648 \text{ m.} \\ Y_{KE2} = Y_{KA2} - SL \cos(G_{S2}^{S3} + \omega) \\ Y_{KE2} = 3976572,555 - 65,893 \cos(81,745 + 1,749) = 3976555,662 \text{ m.} \end{cases}$$

Le tableau ci-dessous contient la comparaison des résultats calculées avec celles obtenues dans le logiciel autopiste (Tableau 3.4)

**Tableau 3. 4** Tableau de comparaison

Symboles	Valeur calculée (m)	Listing de tabulation d'axe (m)
$X_{KA1}$	335896,885	335896.897
$Y_{KA1}$	3976546,109	3976546.110
$X_{KA2}$	336063,339	336063.336
$Y_{KA2}$	3976572,555	3976572.554
$X_{KE1}$	335962,676	335962.688
$Y_{KE1}$	3976549,787	3976549.788
$X_{KE2}$	335999,648	335999.645
$Y_{KE2}$	3976555,662	3976555.660

Le trace en plan du projet est présenté en Annexe A.

# **Chapitre 4**

## Profil en long

## 1 Définition

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

C'est en général une succession d'alignement droit (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires [3].

Pour chaque point du profil en long, on doit déterminer :

- L'altitude du terrain nature
- L'altitude du projet
- La déclivité du projet

## 2 Règles à respecter lors de la conception du profil en long

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

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones des dévers nuls dans une pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai. Assurer une coordination entre le tracé en plan et le profil en long. Les combinaisons des alignements et des courbes en profil en long doivent obéir à certaines règles notamment :
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage [3].

### 3 Coordination du tracé en plan et du profil en long

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin de [3]:

- Avoir une vue satisfaisante de la route en assurant des conditions de visibilité minimale.
- Prévoir de loin l'évolution du tracé.
- Distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours échangeurs, etc.).

Pour éviter les défauts résultants d'une mauvaise coordination tracé en plan- profil en long, des règles sont à suivre :

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

### 4 Déclivités

On appelle déclivité d'une route la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nombre de pente pour les descentes et rampe pour montées [3].

#### 4.1 Déclivité minimum

Dans les zones où le terrain est plat, la pente d'une route ne doit être au-dessus de 0,5 % et de préférence 1% si possible afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux de pluie le long de la route au bord de la chaussée [3].

#### 4.2 Déclivité maximum

La déclivité dépend de [3] :

- Conditions d'adhérence.
- Vitesse maximum de poids lourd.
- Condition économique.

La pente maximale du projet sera inférieure ou égale à ( $i_{\max} = 6\%$ ) dans le franchissement de la côtière (Tableau 4.1).

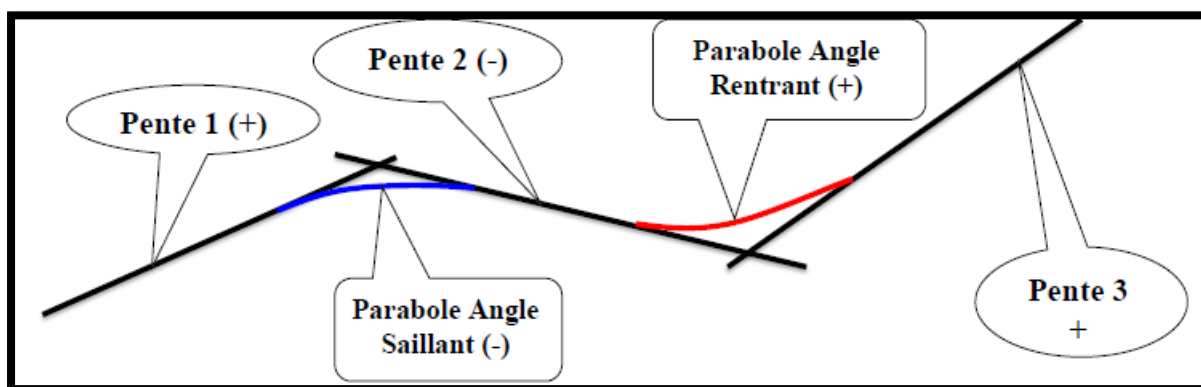


**Tableau 4. 1** Variation de la pente maximale en fonction de la vitesse de base [2]

$V_b$ Km/h	40	60	80	100	120	140
$I_{max}$ %	8	7	6	5	4	4

## 5 Raccordement en profil en long

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long (Figure 4.1) [4].

**Figure 4.1** Profil en long type

Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort.

On distingue deux types :

### 5.1 Raccordement convexes (angle saillant)

Les rayons minimums admissibles des raccords paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité, leur conception doit satisfaire aux conditions [4] :

- Condition de confort.
- Condition de visibilité.

#### i. Condition de confort

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

$g/40$  (cat 1-2) et  $g/30$  (cat 3-4-5), le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à:  $V_b^2 / R_v \leq g/40$  ou  $V_b^2 / R_v \leq g/30$  avec  $g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$  et  $V = V/3.6$   
 D'où :  $R_{v_{\min}} = 0,3 V_b$  (cat 1-2) ;  $R_{v_{\min}} = 0,23 V_b$  (cat 3-4-5)

Tel que :

$R_v$  : le rayon vertical (m).

$V_b$  : vitesse de référence (km/h) [3].

## ii. Condition de visibilité

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle 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 l'expression [4] :

$$RV \geq \frac{d_0^2}{2(h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \times h_1})} \text{ Avec :}$$

$d_0$  : distance de visibilité nécessaire (m)

$R_v$  : rayon de cercle de raccordement

$h_0$  : hauteur de l'œil (m)

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés pour les normes en fonction de la vitesse de base et la catégorie, pour choix bidirectionnelle, une vitesse de base  $V_b = 80 \text{ Km/h}$  et pour une catégorie 3 on a le (Tableau 4.2) [2]:

**Tableau 4. 2** Les valeurs des rayons en angle saillant RV

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	$R_{V_m}$	3 500
Min- normal	$R_{V_n}$	8 000
Dépassement	$R_{V_d}$	9 000

## 5.2 Raccordement concave (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 aperçoive un obstacle assez tôt pour disposer de la distance d'arrêt, donc la distance de visibilité ici toujours égale à la distance d'arrêt simple  $d_1$ , le rayon qui correspond est donné par la relation suivante [2] :

$$R'V = \frac{d_1^2}{(1.5+0.035 \times d_1)} \quad \text{Avec :}$$

$R_V$  : rayon de cercle de raccordement

$d_1$  : distance d'arrêt simple (m).

Pour une vitesse  $V_b = 80$  Km/h et catégorie 3 on a le (Tableau 4.3) [2]:

**Tableau 4.3** Les valeurs des rayons en angle rentrant  $R'V$

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min-absolu	$R'V_m$	1 600
Min -normal	$R'V_n$	2 400

## 6 Détermination pratique du profil en long

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

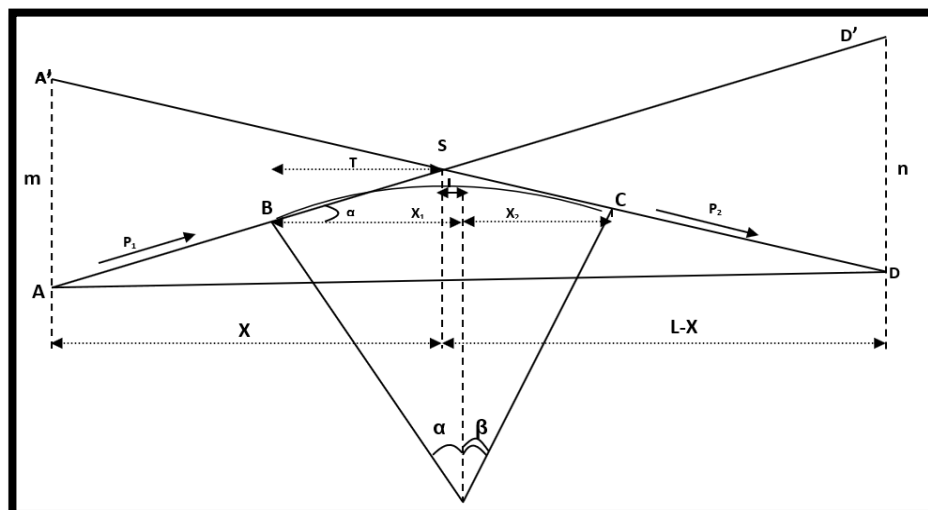
$$X^2 + Y^2 - 2RY = 0$$

À l'équation de la parabole

$$X^2 - 2RY = 0 \quad Y = \frac{X^2}{2R}$$

Pratiquement, le calcul des raccordements se fait de la façon suivante (Figure 4.2) :

- Les coordonnées (abscisse, altitude) Donnée par les points A, D ;
- La pente  $P_1$  Donnée par la droite (AS) ;
- La pente  $P_2$  Donnée par la droite (DS).

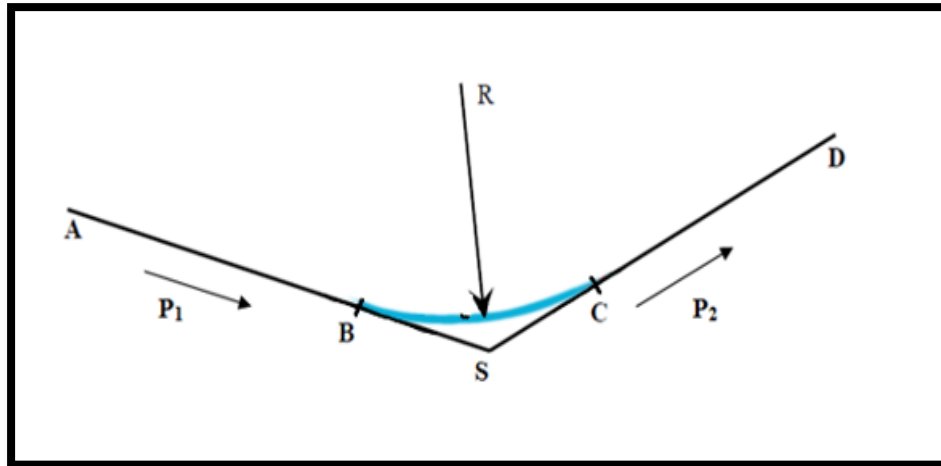


**Figure 4.2** Calcul des raccordements .

## 7 Calcul des points de tangente

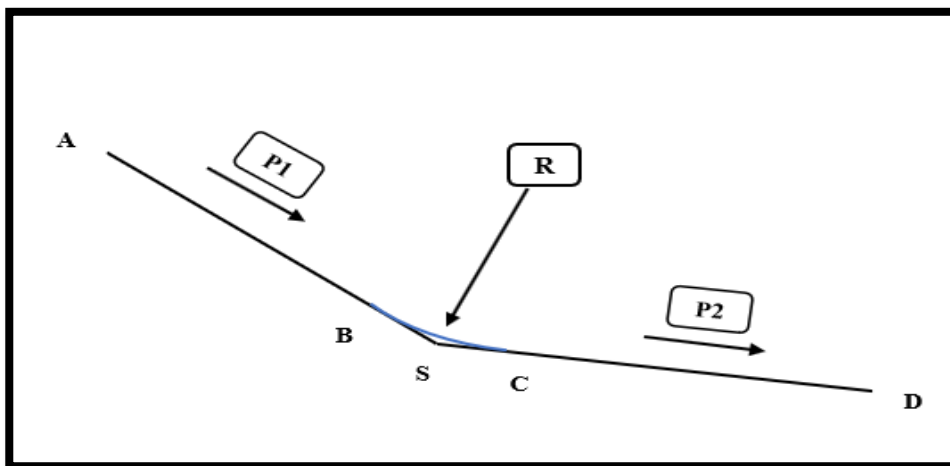
$$T = \frac{R}{2} |P_1 \pm P_2|$$

- On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires (Figure 4.3).



**Figure 4.3** Deux pentes de sens contraires

- On prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens (Figure 4.4).



**Figure 4.4** Deux pentes de même sens

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

$$B \begin{cases} S_B = S_S - T \\ Z_B = Z_S + T \cdot P_1 \end{cases} \quad C \begin{cases} S_C = S_S + T \\ Z_C = Z_S - T \cdot P_2 \end{cases}$$

## 8 Application au projet

Tableau 4.4 Sommets

Sommets		
N°	Abscisse	Altitude
1	0.000	920.388
2	320.000	908.821
3	1253.505	885.712
4	1740.000	882.698
5	3000.000	855.450
6	4000.000	852.520
7	4805.284	854.827

### 8.1 Exemple de calcul de profil en long (raccordement N°1 ; R = 20 000 m)

$$A: \begin{cases} S_A = 0.00 \text{ m} \\ Z_A = 920.388 \text{ m} \end{cases}$$

$$S: \begin{cases} S_S = 320 \text{ m} \\ Z_S = 908.821 \text{ m} \end{cases}$$

$$D: \begin{cases} S_D = 1253.505 \text{ m} \\ Z_D = 885.712 \text{ m} \end{cases}$$

- Calcul des pentes

$$i_1 = |(Z_S - Z_A) / (S_S - S_A)| = |(908.821 - 920.388) / (320 - 0)| = 3.615 \%$$

$$i_2 = |(Z_S - Z_D) / (S_S - S_D)| = |(908.821 - 885.712) / (320 - 1253.505)| = 2.475 \%$$

- Calcul des tangentes

$$T = (|i_1| + |i_2|) \times R / 2 = (3.615 + 2.475) \times 20\,000 / 2 = 113.920 \text{ m}$$

- Calcul des flèches

$$H = T^2 / 2R = (113.920)^2 / (2 \times 20\,000) = 0.324 \text{ m}$$

- Calcul des coordonnées des points de tangentes

- ✓ Calcul des coordonnées du point B

$$\begin{cases} S_B = S_S - T = 320 - 113.920 = 206.080 \text{ m} \\ Z_B = Z_S - T \times i_1 \% = 908.821 + 113.920 \times 3.615 \% = 912.939 \text{ m} \end{cases}$$

**✓ Calcul des coordonnées du point C**

$$\begin{cases} S_C = S_s + T = 320 + 113.920 = 433.920 \text{ m} \\ Z_C = Z_s - T \times i_2 \% = 908.821 - 113.920 \times 2.475 \% = 906.001 \text{ m} \end{cases}$$

**• Calcul de la longueur de la courbe**

$$L = 2 \times T = 2 \times 113.920 = 227.840 \text{ m.}$$

Le profil en long du projet est présenté en Annexe **B**.

# Chapitre 5

## Profils en travers

## 1 Définition

Profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc...).

## 2 Les éléments du profil en travers [3]

- **La chaussée**  
C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.
- **La largeur roulable**  
Elle comprend les sur largeurs de la chaussée, la chaussée et la bande d'arrêt.
- **Plateforme**  
C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terres pleines et les bandes d'arrêts.
- **L'assiette**  
C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.
- **L'emprise**  
C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (talus, exutoires, etc...) limitée par le domaine public.
- **Les accotements**  
En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent généralement les éléments suivants :
  - ✓ Une bande de guidage.
  - ✓ Une bande d'arrêt.
  - ✓ Une berme extérieure.
- **Le terre-plein central**  
Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :
  - ✓ Les sur largeurs de la chaussée (bande de guidage).
  - ✓ Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.



- **Le fossé**

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

### 3 Classification du profil en travers [3]

Ils existent deux types de profil :

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

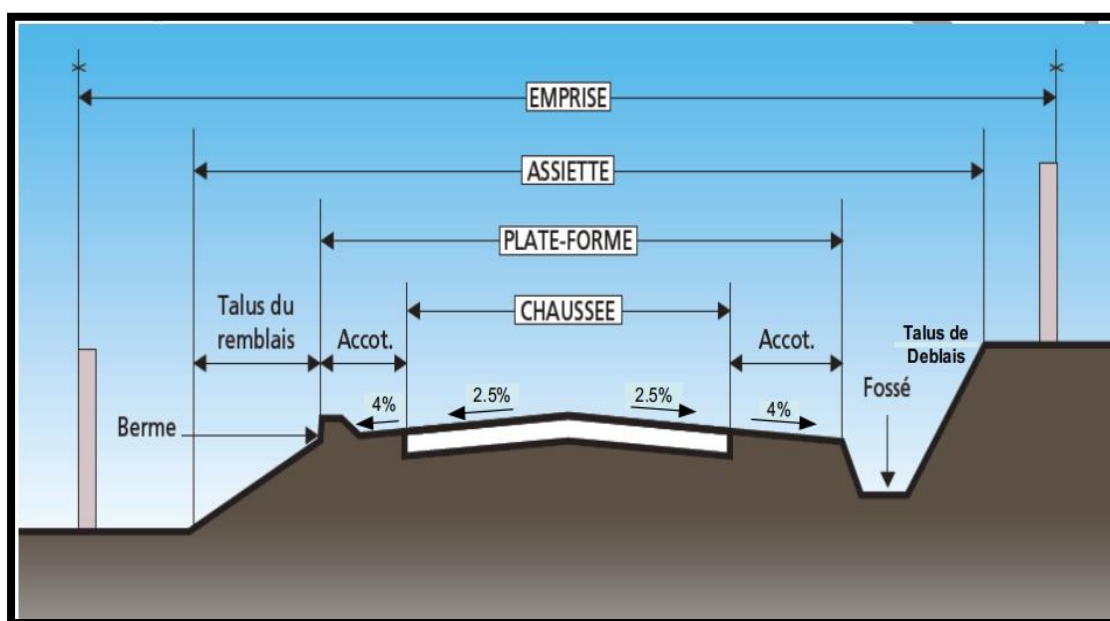
#### 3.1 Le profil en travers type

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement des routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

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.

#### 3.2 Le profil en travers courant

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distance de 20 m (Figure 5.1) [4].

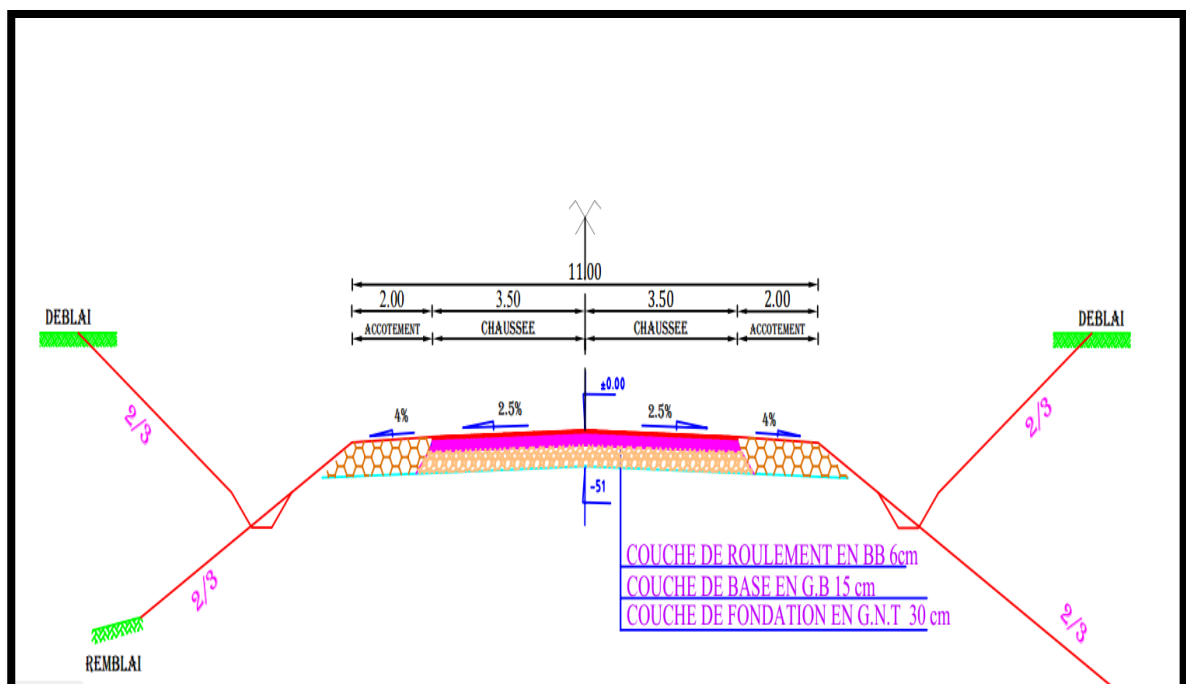


**Figure 5.1** Profil en travers type (chaussée bidirectionnelle)

## 4 Application au projet

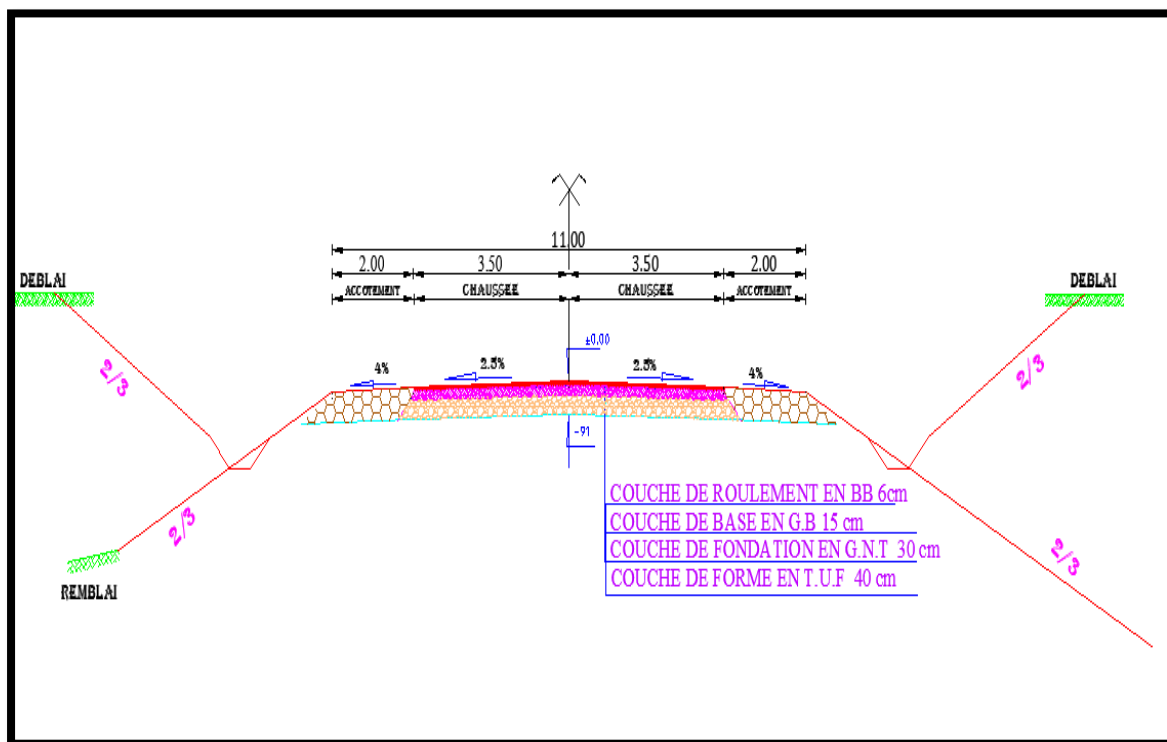
Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour l'évitement sera composé d'une chaussée bidirectionnelle. Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- **Cas 1** : du PK : 0+000 au PK : 2+400 (Figure 5.2)
  - ✓ Chaussée de deux voies de 3.5m :  $2 \times 3.5 = 7.00$  m.
  - ✓ Accotement de 2.00 m :  $2 \times 2 = 4.00$  m.
  - ✓ Fossé : Ouverture = 1,5m ; Profondeur = 0,5 m
  - ✓ Première pente  $p_1 = 45\%$  ; Deuxième pente  $p_2 = 45\%$
  - ✓ Talus de remblai : (H/V = 3/2)
  - ✓ Talus de déblai : (H/V = 3/2)
  - ✓ Corps de la chaussée
    - ❖ Couche de surface BB = 6 cm
    - ❖ Couche de base GB = 15 cm
    - ❖ Couche de fondation GNT = 30 cm



**Figure 5.2** Profil en travers type (Cas 1)

- **Cas 2** : du PK : 2+400 au PK : 4+800 (Figure 5.3)
  - ✓ Chaussée de deux voies de 3.5 m :  $2 \times 3.5 = 7.00$  m
  - ✓ Accotement de 2.00 m :  $2 \times 2 = 4.00$  m
  - ✓ Fossé : Ouverture = 1,5m ; Profondeur = 0,5 m
  - ✓ Première pente p1 = 45% ; Deuxième pente p2 = 45 %
  - ✓ Talus de remblai : (H/V = 3/2)
  - ✓ Talus de déblai : (H/V = 3/2)
  - ✓ Corps de la chaussée :
    - ❖ Couche de surface BB = 6 cm
    - ❖ Couche de base GB = 15 cm
    - ❖ Couchee de fondation GNT = 30 cm
    - ❖ Couchee de forme TUF = 40 cm



**Figure 5.3** Profil en travers type (Cas2)

Les profils en travers du projet sont présentés en Annexe C.

# Chapitre 6

## Cubatures

## 1 Introduction

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont objectif primordial 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 longs 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".

## 2 Définition

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprochée et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet. Le profil en long et le profil en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente [3]. Les éléments qui permettent cette évolution sont :

- Le profil en long.
- Les profils en travers.
- Les distances entre les profils en travers.

## 3 Méthode de calcul des cubatures

Les cubatures sont des calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans un projet (Figure 6.1) [4].

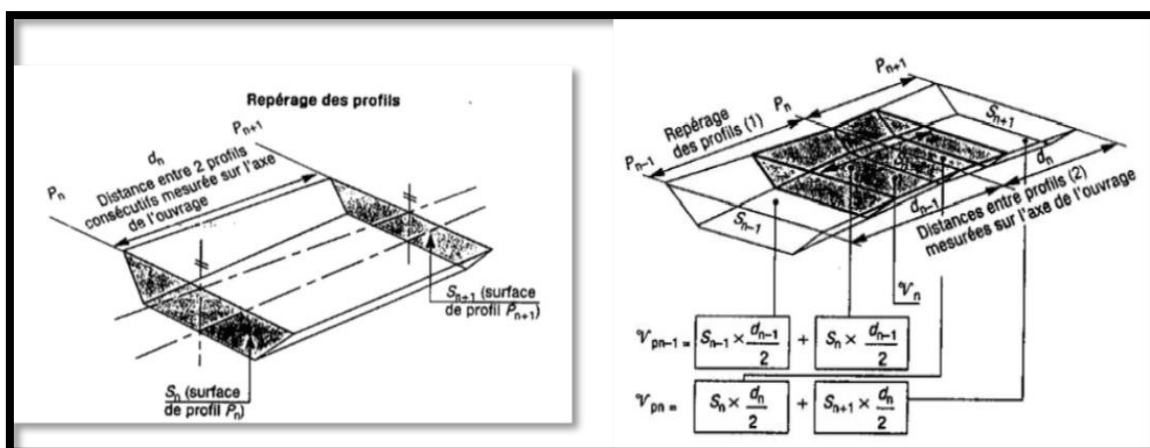
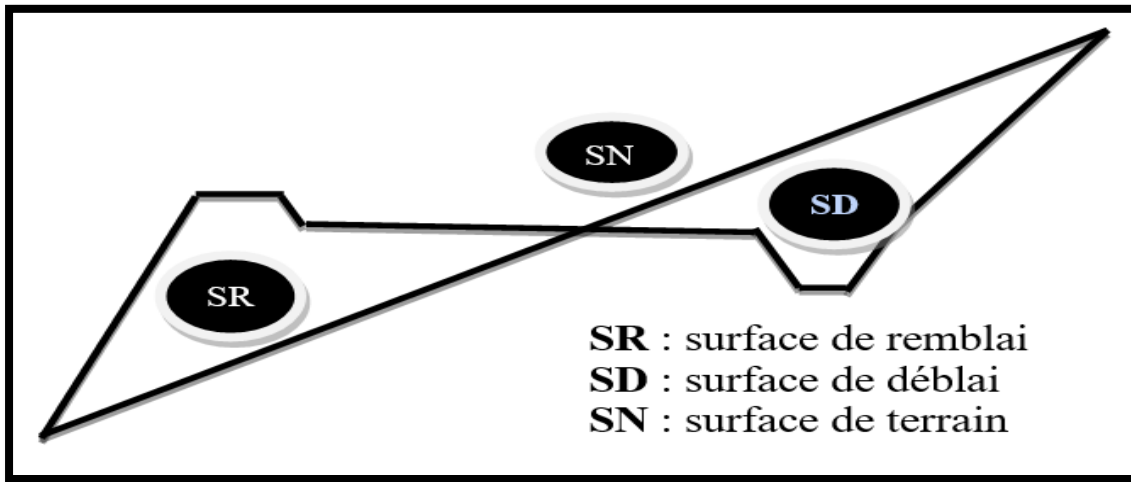


Figure 6.1 Méthode de calcul des volumes de terre entre deux profils en travers consécutifs.

Le travail consiste à calculer les surfaces : Surface de Déblai (SD) et Surface de Remblai (SR) pour chaque profil en travers, puis on les soustrait pour trouver la section volume (Figure 6.2) [3].



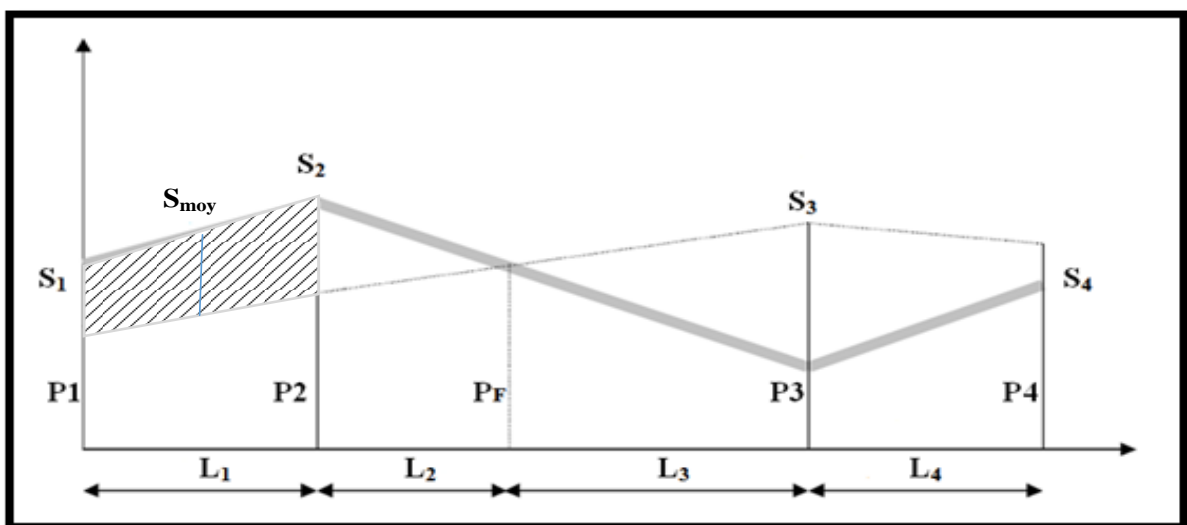
**Figure 6.2** Surfaces des cubatures.

On utilise la méthode de **SARRAUS**, qu'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs (Figure 6.2).

• **Formule de M<sup>r</sup> SARRAUS**

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume de Déblai ou de Remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs [4].

En utilisant la formule qui calcul les volumes pour le cas typique montré en Figure 6.3



**Figure 6.3** Schématisation de la Méthode de Mr. SARRAUS

Le volume compris entre les deux profils en travers  $P_n$  et  $P_{n+1}$  de section  $S_n$ ,  $S_{n+1}$  respectivement sera égale à :

$$V_n = \frac{L_n}{6} \times (S_n + S_{n+1} + 4S_{\text{moy}})$$

Pour un calcul plus simple, on a considéré que :  $S_{\text{moy}} = \frac{S_n + S_{n+1}}{2}$

Avec :

$L_n$  : la distance comprise entre les deux profils  $P_n$  et  $P_{n+1}$ .

$S_n$  et  $S_{n+1}$  : les surfaces des profils en travers successifs ;

$S_{\text{moy}}$  : la surface du profil en travers à mi-distance de  $P_n$  et  $P_{n+1}$ .

La formule ci-dessus s'appliquera selon la Figure 6.3, comme suite :

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 : V_1 = L_1 \times \left( \frac{S_1 + S_2}{2} \right)$$

$$\text{Entre } P_2 \text{ et } P_F : V_2 = L_2 \times \left( \frac{S_2 + 0}{2} \right)$$

$$\text{Entre } P_F \text{ et } P_3 : V_3 = L_3 \times \left( \frac{0 + S_3}{2} \right)$$

$$\text{Entre } P_3 \text{ et } P_4 : V_4 = L_4 \times \left( \frac{S_3 + S_4}{2} \right)$$

$$\text{Le volume total } V : \quad V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

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

## 4 Application au projet

Dans notre projet, le calcul s'effectue à l'aide de logiciel autopiste (les résultats de calcul des cubatures sont joints en Annexe **D**).

# **Chapitre 7**

## Étude Géotechnique



## 1 Introduction

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisé, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation, pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques, mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettre de résister à toutes ces charges pendant toute sa durée de vie. La qualité de la construction des chaussées joue, à ce stade, un rôle primordial celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser.

## 2 Les Essais d'identification (Physiques)

### 2.1 Analyses granulométriques

C'est un essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension (grosseur). Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite « courbe granulométrique ».

L'analyse granulométrique est réalisée par « Tamisage » pour les particules de dimension supérieure à  $80\mu\text{m}$  et par « Sédimentométrie » pour les particules fines de dimension inférieure à  $80\mu\text{m}$ . (Figure 7.1)

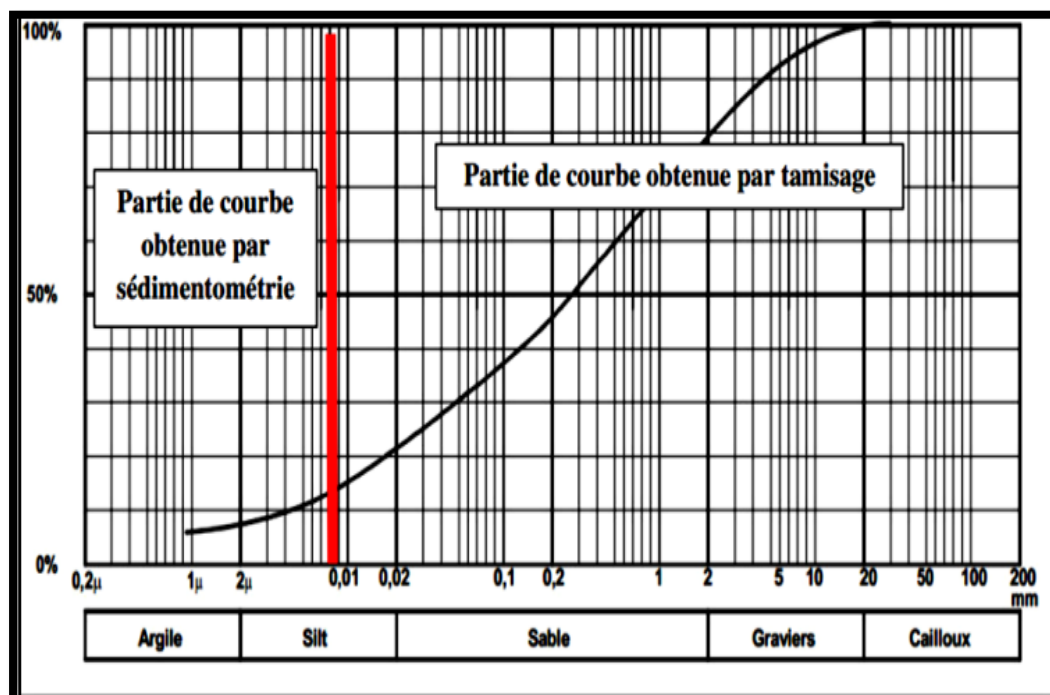


Figure 7.1 Courbe granulométrique typique

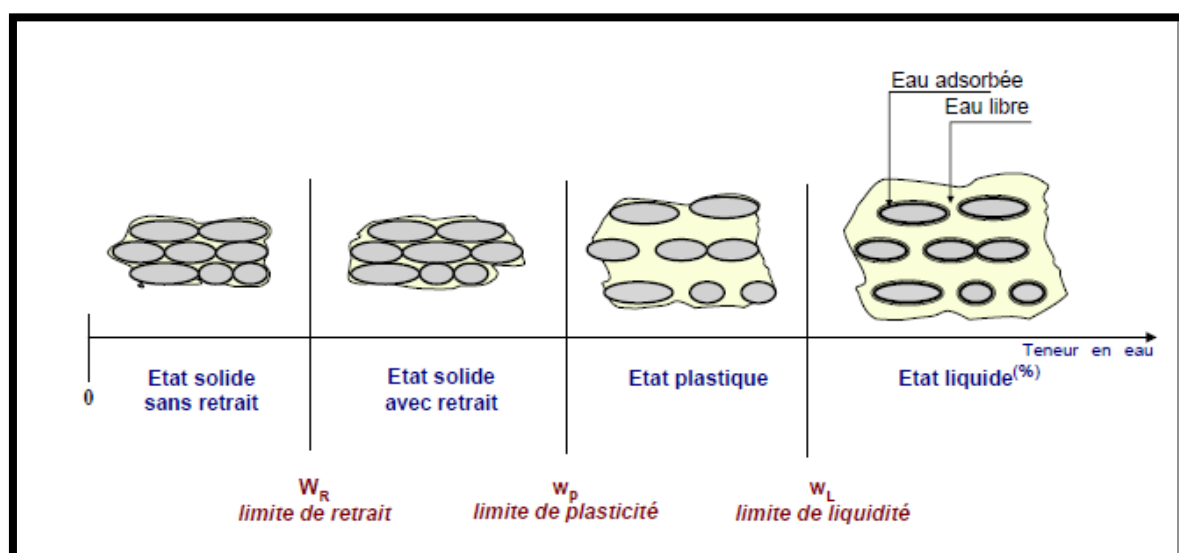
## 2.2 Limites d'Atterberg

Ce sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance. La consistance d'un sol peut varier dans de larges limites avec :

- La quantité d'eau interstitielle que contiennent ses pores
- L'épaisseur des couches d'eau adsorbée qui enrobent ses pores.

Les limites d'Atterberg sont alors, des constantes physiques conventionnelles qui marquent les seuils entre (Figure 7.2) :

- Le passage d'un sol de l'état liquide à l'état plastique (limite de liquidité ;  $w_L$ )
- Le passage d'un sol de l'état plastique à l'état solide (limite de plasticité ;  $w_P$ )



**Figure 7.2** Limites d'Atterberg.

Ces limites d'Atterberg (limites de liquidité et de plasticité) sont les teneurs en eau pondérales correspondantes à des états particuliers d'un sol. Elles visent à déterminer le domaine hydrique dans lequel un sol argileux a un comportement plastique. Ces limites ont pour valeur la teneur en eau du sol à l'état de transition considéré, exprimée en pourcentage du poids du matériau sec. Les sols qui présentent des limites d'Atterberg voisines, c'est à dire qui ont une faible valeur de l'indice de plasticité ( $I_P = W_L - W_P$ ), sont donc très sensibles à une faible variation de leur teneur en eau.

## 2.3 Equivalent de sable

Les sables utilisés dans différents domaines ne sont pas tous propres, ils contiennent plusieurs impuretés (éléments fins et des fines argileuses) adhérentes à la surface

des grains. Il est démontré dans la pratique que ces impuretés agissent de manière défavorable sur les qualités mécaniques et de comportement, des bétons et des matériaux de chaussées. Cette proportion relative d'impureté doit être limitée dans les granulats et en particulier dans le sable pour lequel on effectue l'essai de propreté appelé "équivalent de sable». Cet essai consiste à faire flocculer, dans des conditions normalisées de temps, d'agitation et avec une solution spéciale, les impuretés du sable. L'équivalent de sable est un indicateur caractérisant la propreté d'un sable ou d'un grave. Il indique la teneur en éléments fins, d'origine essentiellement argileuse, végétale ou organique à la surface des grains. Ce terme désigne également l'essai qui permet de déterminer cet indicateur. On parle « d'essai d'équivalent de sable».

### 3 Les Essais Mécaniques

#### 3.1 Essai Proctor

L'essai Proctor est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence du compactage et de la teneur en eau ; il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale, afin d'obtenir une densité sèche maximale lors du compactage du sol. Cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « W optimum Proctor ». (Figure 7.3)

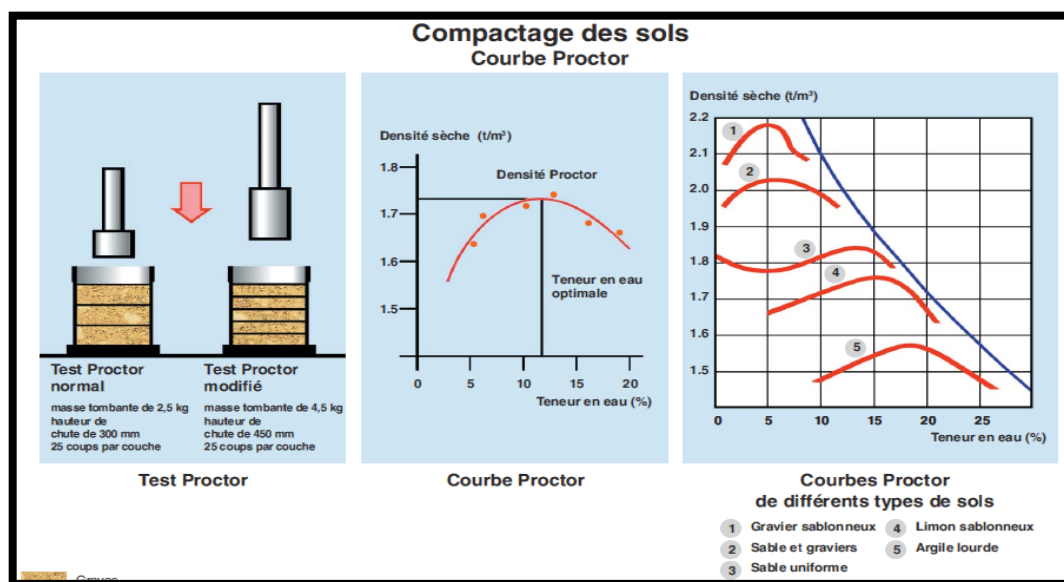


Figure 7.3 Essai Proctor

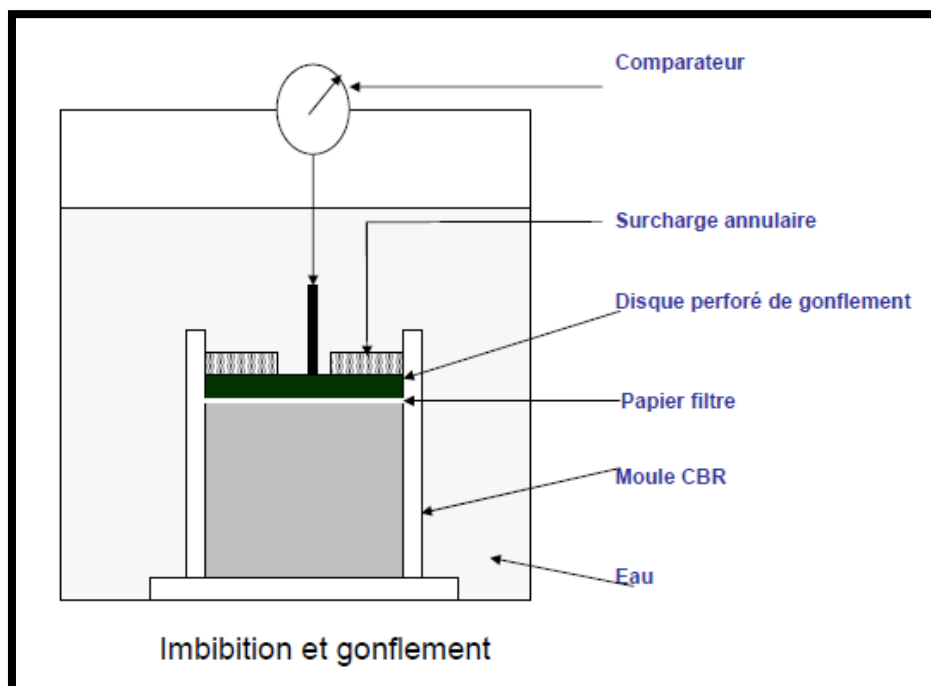
#### 3.2 Essai C.B.R (California Bearing Ratio)

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 (Figure 7.4). 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 trois (3) énergies de compactage 10 coups, 25 coups, et 55 coups et imbibé pendant quatre (4) jours pour les zones arides à semi-aride. (Figure 7.5)



**Figure 7.4** Essai CBR

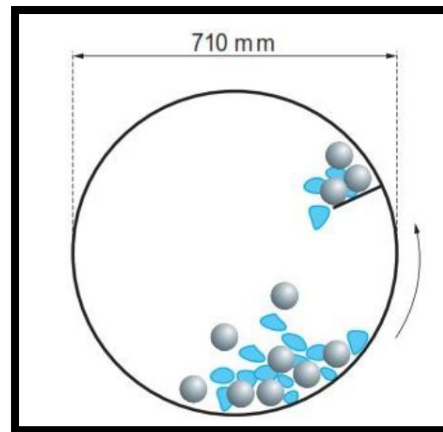


**Figure 7.5** Essai d'imbibition: durée 4 jours

### 3.3 Essai Los Angeles

Cet essai a pour but de mesurer la résistance à la fragmentation par chocs des granulats utilisés dans le domaine routier, et leur résistance par frottements réciproques dans la

machine dite « Los Angeles » (Figure 7.6). La machine Los Angeles comprend : Un cylindre creux en acier de 12 mm d'épaisseur, de diamètre intérieur 711 mm et de longueur 508 mm à l'intérieur de ce cylindre est fixée, dans le plan diamétral, une tablette en acier de largeur 90 mm et d'épaisseur 25 mm entraînée en rotation régulière à raison de 30 à 33 tr/mn. Charge de boulets : Ce sont des boulets sphériques de diamètre 47 mm en acier, de masse comprise entre 420 et 445 g.(Figure 7.7)



**Figure 7.6** Principe de l'essai Los-Angeles.

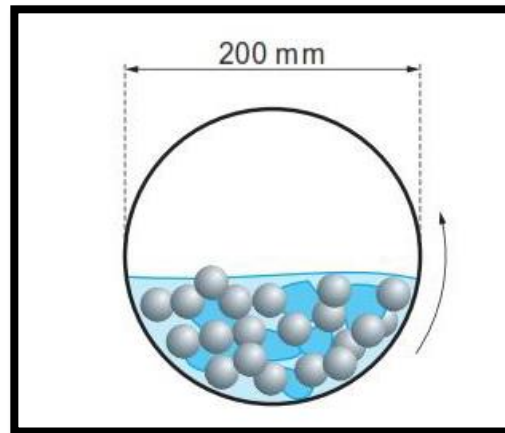


**Figure 7.7** Appareillage de l'essai Los-Angeles

### 3.4 Essai Micro Deval

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau, et la détermination de la dureté d'un matériau en se basant sur le calcul d'un coefficient MDE. On parlera du micro-deval humide (Figure 7.8). L'essai s'effectue sur les gravillons entre 4 et 14 mm et entre 25 et 50 mm. Il consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1.6 mm produite par frottements réciproques,

dans un cylindre en rotation, en présence des charges abrasives et de l'eau (Figures 7.9 et 7.10 ).



**Figure 7.8** Principe de l'essai Micro Deval.



**Figure 7.9** Mode opératoire de l'essai Micro Deval



**Figure 7.10** Appareillage de l'essai Micro Deval

---

## 4 Essais Chimiques

Les essais physico-chimiques : Ceux sont les analyses qui nous rendent compte sur l'état chimique du sol tel que le pH, la conductivité électrique, le taux de CaCO<sub>3</sub> total et actif, le taux de Carbone et matière organique, le taux d'Azote, et tous les éléments qui peuvent exister dans le sol en leurs différentes formes.

## 5 Essais in situ

### 5.1 Les Forages

C'est le seul moyen précis pour reconnaître l'épaisseur et la nature des couches des sols en présence, on y prélève généralement des échantillons de sols remaniés ou intacts pour les besoins d'essais de laboratoire. Les forages permettent aussi de reconnaître le niveau des nappes éventuelles et le suivi de leur niveau à l'aide de types piézométrique.

### 5.2 L'essai pressiométriques

L'essai pressiométriques est un essai de chargement du terrain in situ de la paroi du forage, jusqu'à la rupture, il consiste à gonfler dans le sol une sonde cylindrique, dilatable radicalement, placée dans un forage préalable ; il permet par conséquence d'étudier la phase des petits déplacements du sol en déterminant un module de déformation du forage.

### 5.3 Essais Penetrometriques

#### 5.3.1 Pénétrömètre statique

L'essai de pénétration statique consiste à foncer de manière continue dans le sol, à vitesse lente et constante, un pieu modèle réduit, dont le diamètre compris entre 30 et 100 mm. La résistance à l'enfoncement est mesurée de façon directe et continue, en fonction de la profondeur.

#### 5.3.2 Pénétrömètre dynamique

L'enfoncement du train de tiges est provoqué par la chute d'un mouton tombant d'une hauteur normalisée. On mesure le nombre de coups nécessaires pour obtenir un enfoncement donné (10 cm). On calcule alors la résistance de pointe en fonction de la profondeur.

## 6 Application sur le projet

L'étude géotechnique de ce projet, est basée essentiellement sur des campagnes de reconnaissance effectuées sur terrain, durant lesquelles le laboratoire a réalisé des travaux sur terrain par l'exécution des sondages par puits de reconnaissance, suivi par le prélèvement d'échantillons remaniés pour analyse au laboratoire [6]. Les travaux cités ci-dessus ont pour but d'identifier et d'évaluer la portance du sol support de la chaussée par des essais physico-mécaniques, ainsi pour un mouvement de terre fiable pour réutilisation (Figure 7.11).



Figure 7.11 Localisation du projet

## 7 Reconnaissance Géotechniques In-situ

### 7.1 Programme de reconnaissance

Au cours de notre investigation géotechnique sur terrain, on a réalisé Six (06) sondages par puits de reconnaissance, ainsi on a prélevé des échantillons du sol support pour analyse au laboratoire.

### 7.2 Description lithologique des puits de reconnaissance

Les puits de reconnaissance sont réalisés avec des profondeurs qui varient entre 1.50 et 1.70 m, ils sont réalisés à la pelle mécanique, les sols prélevés seront soumis aux différents essais physico-mécaniques (Figures 7.12 à 7.16 ) [6].



**Puit k01 :PK 0+020**

- 0.0 – 0.30 m : T.V.N
- 0.30 – 1.50 m : limon sableux renferment par des encroutements calcaires peu gypseux.

**Puit k02 :PK 0+950**

- 0.0 – 0.30 m : T.V.N
- 0.30 – 1.50 m : limon sableux renferment par des encroutements calcaires.

**Puit k03 : PK 2+500**

- 0.0 – 0.30 m : T.V.N
- 0.30 – 1.50 m : limon sableux renferment par des encroutements calcaires.

**Puit k04 : PK 3+700**

- 0.0 – 0.80 m : T.V.N
- 0.80 – 1.70 m : argile limoneuse gypseuse.

**Puit k05 : PK 4+250**

- 0.0 – 0.80 m : T.V.N
- 0.80 – 1.70 m : argile limoneuse gypseuse.

**Puit k06 : PK 5+800**

- 0.0 – 0.80 m : T.V.N
- 0.80 – 1.50 m : argile limoneuse gypseuse.



**Figure 7.12** Puit k01



Figure 7.13



Puit k03



Figure 7.14



Puit k04



Figure 7.15



Puit k05



Figure 7.16



Puit k06

D'après les coupes lithologiques susmentionnées en haut de ce paragraphe ; le sol support de la chaussée est tout à fait hétérogène le long du tracé routier, il existe deux formations différentes ; on note :

- **Section n°1 :** la présence de limon sableux renferme par des encroutements calcaires du PK 0+000 au PK 3+000, surmonté par une petite couche de terre végétale (30 cm), les puits k01, k02, k03 sont pratiquement homogènes.
- **Section n°2 :** la présence d'une argile limoneuse gypseuse du PK 3+000 au PK 6+000, surmonté par une épaisse couche de terre végétale (50 cm), les puits k04, k05, k06 sont pratiquement homogènes [6].

## 8 Essais en Laboratoire

### 8.1 Programme des essais

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été effectués [6]:

- **Essais physiques**
  - ✓ Teneur en eau naturelle (NF P 94-050)
  - ✓ Analyse granulométrique (NF P 94-056)
  - ✓ Limite d'Atterberg (NF P 94-051)
- **Essais mécaniques**
  - ✓ Essai Proctor modifié (NF P 94-093)
  - ✓ Essai CBR imbibé (NF P 94-078)

### 8.2 Résultats de la reconnaissance en laboratoire

Les résultats obtenus sont regroupés dans le Tableau 7.1 [6] :

**Tableau 7.1** Résultats de la reconnaissance en laboratoire

N° de Puit	W <sub>n</sub> %	Granularité			Argilosité		OPM		I.CBR	Classe GTR
		D max	2 mm %	80μ %	W <sub>L</sub> %	IP %	γ <sub>d</sub> (t/m <sup>3</sup> )	W <sub>OPM</sub> %		
K 01	13.09	>50 mm	41	11.71	35.51	4.42	1.59	21.3	33.34	C1B4
K 02	14.41	>50 mm	43	20.87	39.20	9.64	1.74	14.8	25.96	C1B6
K 03	9.65	>50 mm	40	19.85	44.35	10.41	1.80	11.6	25.08	C1B6
K 04	11.99	<50 mm	60	40.38	40.28	14.16	1.94	11.5	7.68	A2
K 05	13.98	<50 mm	Matériaux identiques du puit k4							A2
K 06	12.28	<50 mm								A2

### 8.3 Caractéristiques physiques des sols

L'examen des valeurs des différentes caractéristiques permet de porter pour ce type de sol testé les éléments d'appréciation suivants [6] :

#### a) Teneur en eau

Selon que le sol se tient en profondeur inférieur à 2 m, la teneur en eau est faible à moyenne selon le type de sol rencontré, donc pour les limons argileux, elle varie de 11 à 14 %, pour les tufs de 9 à 14 %, en général dans une plage de variation de 9 à 14 %, l'état hydrique des sols est sec à peu humide.

#### b) La granulométrie

Les analyses de granulométrie ont été effectuées sur les échantillons prélevés des différents sondages, laissent paraître la présence des sols comportant des fines et des gros éléments ( $D_{max} > 50$  mm et tamisât à  $80 \mu\text{m} < 35$  %), des sols fins ( $D_{max} \leq 50$  mm et tamisât à  $80 \mu\text{m} > 35$  %).

#### c) Plasticité

La plasticité d'un sol est appréhendée par la méthode classique de limite liquidité et de plasticité. Cet essai exécuté selon le mode opératoire permet de déduire la teneur en eau dite de liquidité ( $W_L$ ), et l'indice de plasticité (IP). Sur les échantillons testés, les valeurs des trois paramètres varient ainsi :

- ✓  $W_L = 35.51$  à  $44.35$  %
- ✓  $WP = 26.12$  à  $33.94$  %
- ✓  $IP = 4.42$  à  $14.16$  %

Un tel seuil de la valeur IP indique que les sols sont peu plastiques.

**NB** : pour les sols homogènes au niveau des puits k04, k05 et k06, on a réalisé les essais physiques et mécaniques seulement sur l'échantillon du puits k04.

#### 8.4 Caractéristiques mécaniques des sols

Par caractéristiques mécaniques, on distingue les caractéristiques de compactage et la portance des sols. Ainsi, ont été effectués les essais Proctor Modifié et CBR à 95 % de l'OPM sur le sol support (Résultats) [6].

- **Essai Proctor modifié** : sera déterminé par  $\gamma_d$  maximum et la teneur en eau optimum des matériaux ( $\gamma_d = 1.59$  à  $1.94$  t/m<sup>3</sup>, W% = 11.5 à 21.3 %)
- **Essais de Poinçonnement CBR** : La détermination de l'indice portant des sols pour le dimensionnement de la chaussée sera effectuée à partir d'essais de poinçonnement de 03 échantillons moulés, aux valeurs proches de celles obtenues lors d'essai Proctor.
- **Essai CBR à 95 % de l'OPM**
  - ✓  $5 < \text{CBR} < 10$  au niveau des puits k 04, k 05, k 06.
  - ✓  $25 < \text{CBR} < 40$  au niveau des puits k 01, k 02, k 03.

#### 8.5 Classification des sols support

Pour classer les sols, nous avons utilisé la classification selon la norme NF P 11 300. Selon cette dernière, les sols analysés se situent respectivement dans les catégories suivantes :

- **Les sols comportant des fines et des gros éléments** : Argile à silex, argiles à meulière, éboulis, moraines, alluvions grossières (C1B4, C1B6).
- **Les sols fins** : Sable fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, argiles et argiles marneuse très plastiques (A2).

Retenir pour le dimensionnement du corps de chaussée, les classes de portance du sol support par section :

- Du PK 0+000 au PK 3+000 avec une classe de portance S1.
- Du PK 3+000 au PK 6+000 avec une classe de portance S3.

# Chapitre 8

## Dimensionnement de corps de Chaussée

## 1 Introduction

On entend par dimensionnement des chaussées l'épaisseur à donner à un corps chaussée, elle doit être suffisante pour qu'elle ait une durée convenable, et non surabondante pour éviter les dépenses superflues. Pour cela la qualité de la construction des chaussées, passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, lui permettant de résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation. La chaussée doit permettre la circulation des véhicules dans les conditions de confort et de sécurité voulue. Si le corps de chaussée se repose sur un sous-sol présentant une portance insuffisante. On est donc amené à 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 car les matériaux seront soumis à pression forte au fur et à mesure qu'il se rapproche de la surface de roulement. Le calcul et la justification des épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée retenue, sont fixes en fonction des paramètres fondamentaux qui sont :

- L'environnement de la route.
- Le trafic.
- La nature du sol support.
- Les matériaux choisis.
- La durée de vie de la chaussée.

## 2 Principe de la constitution des chaussées

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches (Figure. 8.1.) mises en œuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée constituée du sol terrassé (dit sol support) surmonté généralement d'une couche de forme [7]. La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

- De la charge des véhicules.
- Des chocs.
- Des intempéries.
- Des efforts cisaillements [3].

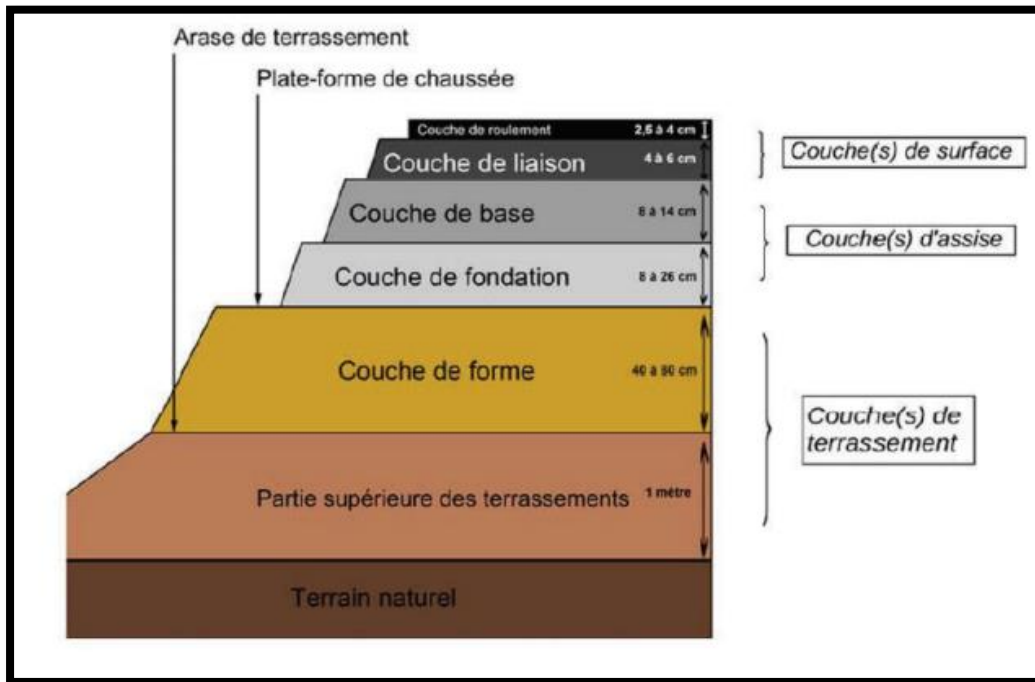


Figure 8.1 Coupe transversale d'une chaussée souple

### 3 Les différents types des chaussées

Il existe deux catégories de chaussées (Figure 8.2) [7]:

- Les chaussées classiques (souples et rigides)
- Les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides)

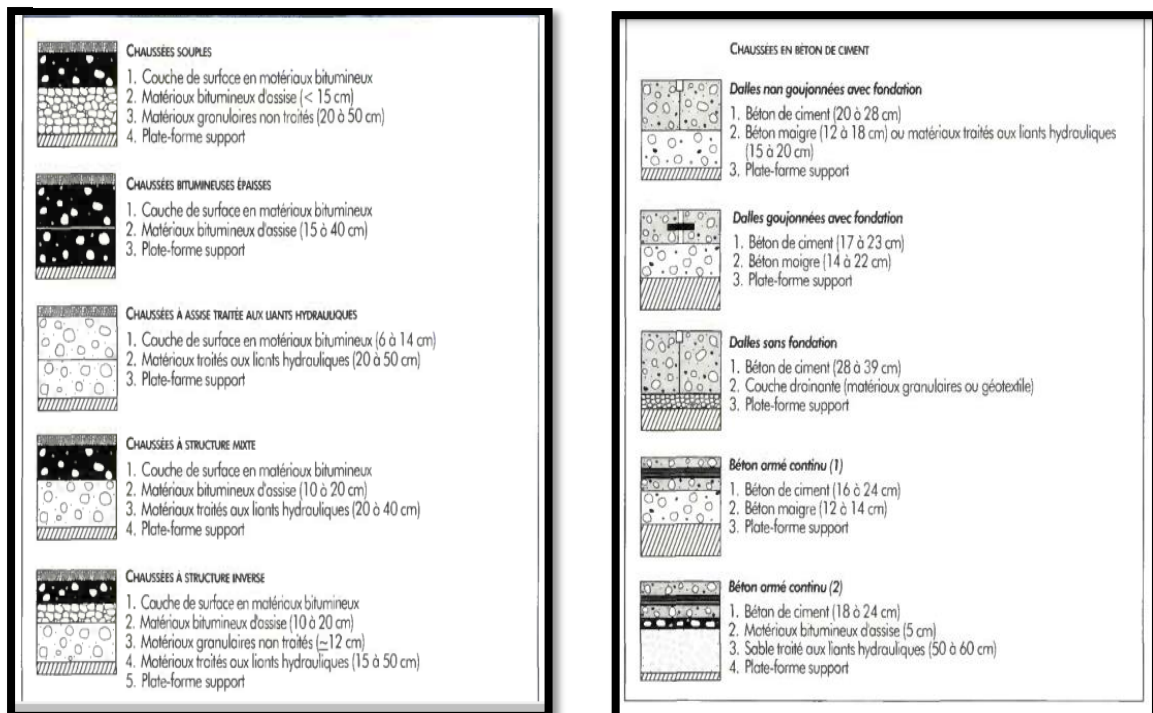


Figure 8.2 Types des chaussées



---

Dans une chaussée souple, on distingue, en partant du haut vers le bas, les couches suivantes :

### 3.1 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.

C'est à l'interface entre la couche de surface et la couche de base que l'on trouvera éventuellement les dispositifs visant à ralentir la remontée des fissures des couches d'assises traitées aux liants hydrauliques. 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 [7]. La couche de surface est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillements provoqués par la circulation. Elle est en générale composée d'une couche de roulement qui a pour rôle :

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

La couche de liaison a, pour rôle essentiel, d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides. L'épaisseur de la couche de roulement en général entre 6 et 8 cm [3].

### 3.2 Couche de base

La couche de base est formée en générale de grave concassée ou de grave bitume, tuf, sable gypseux, Elle a pour rôle essentiel de prendre les efforts verticaux et de répartir les contraintes normales qui en résultent sur la couche de fondation sans se déformer ni se dégrader. L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm [3].

### 3.3 Couche de fondation

La couche de fondation constitue avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base, mais elle constituée d'un matériau non traité de moindre qualité et coût [3].

### **3.4 Couche de forme**

La couche de forme est constituée généralement des matériaux disponibles sur le chantier ou localement, elle sera constituée généralement des matériaux sableux ou graveleux Propres. Elle a pour rôle d'améliorer et d'uniformiser certains sols fins non traitée possédant des caractéristiques géotechniques médiocres Actuellement, on tient compte d'améliorer la portance du sol support à long terme, par la couche de forme. L'épaisseur de la couche de forme est en générale entre 40 et 70 cm [3].

## **4 Les différents facteurs déterminants pour dimensionnement de la chaussée**

### **4.1 Trafic**

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourd, dans ce nouveau catalogue la définition a changé. Conformément à la norme NF P 98-082, les poids lourds sont les véhicules de plus de 35 KN de poids total autorisé en charge. Il convient donc de bien distinguer les données de trafic exprimées suivant l'ancienne définition et suivant celle de la norme.

Il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée [8].

### **4.2 Matériaux**

Un ensemble de normes codifie les différentes familles de matériaux de chaussée, définissant pour chacune d'elles des classes selon la qualité des constituants et certaines propriétés physiques et mécaniques des mélanges. La méthode de dimensionnement s'applique aux familles de matériaux ainsi définies [7].

### **4.3 Environnement**

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations, ainsi la variation de la température intervient dans le choix du liant hydrocarboné, et aussi les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support. L'état hydrique du sol est pris en compte à travers la portance de la partie supérieure des terrassements. Les cycles saisonniers de température qui influent sur les caractéristiques mécaniques des matériaux bitumineux sont pris en compte à travers une température

équivalente. La valeur retenue pour cette température équivalente est 15° C en France métropolitaine. Elle est identique à celle retenue dans le précédent catalogue. Les indices de gel de référence, fixés par les instructions en vigueur, ont été calculés conformément à la norme NF P 98-080-1. Les hypothèses de calcul et la modélisation des chaussées pour la vérification au gel-dégel sont conformes aux indications du Guide de conception et de dimensionnement [8].

#### **4.4 Sol support**

La caractérisation des sols supports, le choix des matériaux utilisables pour la couche de forme et leurs conditions de mise en œuvre sont ceux fixés en France par le guide technique Réalisation des remblais et des couches de forme publié en 1992. La caractérisation mécanique du sol support et de la couche de forme est précisée dans la partie IV. Pour le dimensionnement de la structure de chaussée, en général, le sol support est décrit par une valeur de module d'Young réversible considérée comme représentative de l'état hydrique le plus défavorable (période de dégel exclue) [7].

Les plates-formes sont définies à partir :

- De la nature et de l'état du sol ;
- De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme [3].

#### **4.5 Qualité de la réalisation**

Les dispositions de la présente méthode de dimensionnement s'appliquent à des situations pour lesquelles les prescriptions et les règles de l'art concernant la fabrication et la mise en œuvre des matériaux sont respectées. Celles-ci permettent d'assurer l'homogénéité des compositions et des caractéristiques mécaniques. Ces facteurs étant maîtrisés, il subsiste néanmoins le fait que la réalisation est affectée de variations aléatoires d'épaisseur des couches. Le calcul de dimensionnement prend en compte cette dispersion en retenant des valeurs tirées d'observations sur des chantiers normalement conduits, et modulées selon la nature des méthodes de mise en œuvre et de contrôle utilisées [7].

### **5 Méthodes de dimensionnement**

Toutes les méthodes existantes de dimensionnement du corps de chaussée s'appuient sur la force portante du sol, le trafic et les caractéristiques mécaniques des matériaux constituant les

différentes couches. Notre corps de chaussée sera dimensionné avec les deux méthodes suivantes :

- Méthode CBR.
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.

### 5.1 Méthode C.B.R (California Bearing Ratio)

C'est une méthode (Semi-Empirique) qui est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à 90-100 % de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau de moins de 15 cm. Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivant la théorie de BOUSSINESQ, soit inférieure à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

- $I_{CBR}$  : indice CBR. 
$$e = \frac{100 + 150 \sqrt{P}}{I_{CBR} + 5}$$

En tenant compte de l'influence du trafic, la formule suivant :

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

- N : désigne le nombre moyen de camion de plus 1500 kg à vide.
- P : charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).
- e : Epaisseur equivalent.

### 5.2 Notion de l'épaisseur équivalente

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques différentes des couches, et l'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient « a » appelé coefficient d'équivalence. L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des équivalents des couches :

$$e_{eq} = \sum e_i (\text{réel}) \times a_i$$

$e_1$  : épaisseur réelle de la couche de roulement.

$e_2$  : épaisseur réelle de la couche de base.

$e_3$  : épaisseur réelle de la couche de fondation.

$a_1, a_2, a_3$ : sont Les coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches  $e_1, e_2, e_3$ .

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant (Tableau 8.1) :

**Tableau 8.1** Coefficient d'équivalence 'a' [3]

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence 'a'
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	0.7 à 0.8
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.60 à 1.70

### Remarque

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe  $e_1$  et  $e_2$  et on calcul  $e_3$ , généralement les épaisseurs adoptées en Algérie sont :

BB : 5-8 cm      GB : 10-20 cm      GC : 15-30 cm      TVO : 30 cm et plus

### 5.3 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

L'utilisation d'un catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres fondamentaux utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussée, rappelons-le, trafic, matériaux, sol support, environnement (Figure 8.3) [9] .

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.

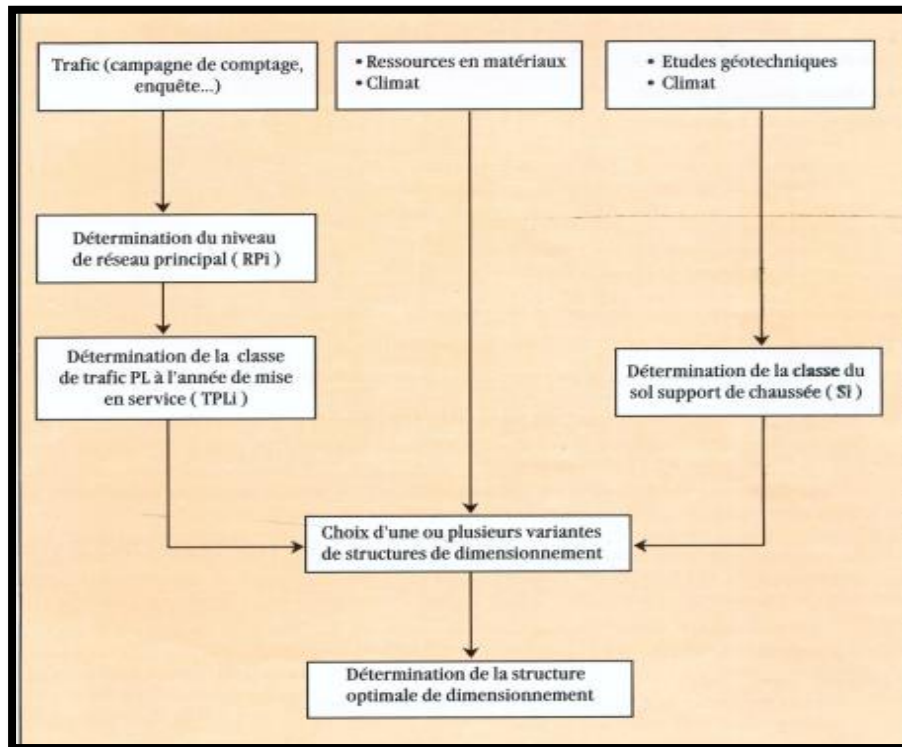


Figure 8.3 Démarche de dimensionnement des chaussées neuves (catalogue)

## 6 Application au projet

D'après l'étude géotechnique de chapitre 07, on admet que :

( $I_{CBR} = 25$ ) du PK 0+000 au PK 3+000 avec une classe de portance S1

( $I_{CBR} = 7.68$ ) du PK 3+000 au PK 6+000 avec une classe de portance S3

### 6.1 Méthode C.B.R

#### A. Du PK 0+000 au PK 3+000 avec $I_{CBR} = 25$ :

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

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

e : Epaisseur équivalente

N : Nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide

$I_{CBR}$  : Indice CBR (sol support)

On a :

Z = % PL = 20 %

$I_{CBR} = 25$  %

zone climatique II.

- **Détermination de  $N_{PL2042}$**

$$TJMA_{2022} = 14\,600 \text{ v/j}$$

$$= 7\,300 \text{ v/j/sens}$$

$$N_{PL2042} = TJMA_{2022} \times \% PL \times (1 + \tau)^{20}$$

$$= 7\,300 \times 0.20 \times (1 + 0.04)^{20}$$

$$= 3\,200 \text{ PL/j/sens}$$

- **Détermination De L'épaisseur Equivalente**

$$E_{\acute{e}q} = [100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log_{10} (N/10))] / (ICBR + 5)$$

$$E_{\acute{e}q} = [100 + \sqrt{\frac{13}{2}} (75 + 50 \log (3200/10))] / (25 + 5)$$

$$e_{\acute{e}q} = 20.35 \text{ cm} \Rightarrow E_{\acute{e}q} = 21 \text{ cm}$$

$$e_{\acute{e}q} = a_1 \cdot e_1 + a_2 \cdot e_2 + a_3 \cdot e_3 \quad \text{Avec :}$$

$e_1$  : épaisseur réelle de la couche de roulement.

$e_2$  : épaisseur réelle de la couche de base.

$e_3$  : épaisseur réelle de la couche de fondation.

$a_i$  : coefficients d'équivalence.

- **Calcul De L'épaisseur  $E_3$**

On propose les épaisseurs  $e_1$  et  $e_2$ , en suit en détermine  $e_3$

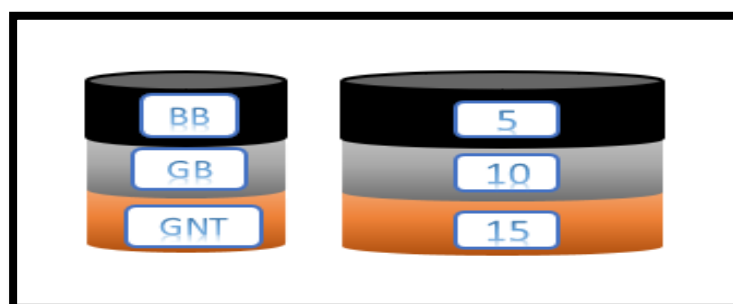
$$e_1 = 5 \text{ cm de béton bitumineux (BB)} \Rightarrow a_1 = 2.0$$

$$e_2 = 10 \text{ cmdela grave bitume (GB)} \Rightarrow a_2 = 1,5$$

$$e_3 = ? \text{ Épaisseurde GC (GNT)} \Rightarrow a_3 = 1$$

$$E_{\acute{e}q} = 5 \times 2 + 10 \times 1,5 + 1 \times e_3 = 21 \text{ cm.}$$

Donc la structure proposée est Comme l'indique la figure suivante (Figure 8.4) :



**Figure 8.4** Dimension du corps de chaussée avec la méthode CBR

**B. Du PK 3+000 au PK 6+000 avec  $I_{CBR}=7.68$  :**

- **Détermination De L'épaisseur Equivalente**

$$e_{\text{éq}} = [100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log_{10} (N/10))] / (I_{CBR} + 5)$$

$$e_{\text{éq}} = [100 + \sqrt{\frac{13}{2}} (75 + 50 \log (3200/10))] / (7.68 + 5)$$

$$e_{\text{éq}} = 32.84 \text{ cm} \Rightarrow e_{\text{éq}} = 33 \text{ cm}$$

$$e_{\text{éq}} = a_1 \cdot e_1 + a_2 \cdot e_2 + a_3 \cdot e_3 \quad \text{Avec :}$$

$e_1$  : épaisseur réelle de la couche de roulement.

$e_2$  : épaisseur réelle de la couche de base.

$e_3$  : épaisseur réelle de la couche de fondation.

$a_i$  : coefficients d'équivalence.

- **Calcul De L'épaisseur  $e_3$**

On propose les épaisseurs  $e_1$  et  $e_2$ , en suit en détermine  $e_3$

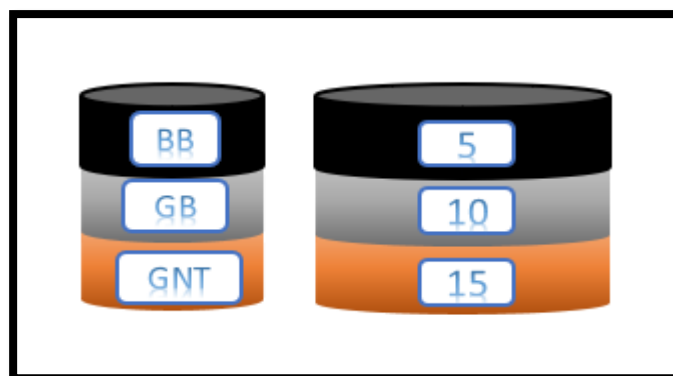
$$e_1 = 5 \text{ cm de béton bitumineux (BB)} \Rightarrow a_1 = 2$$

$$e_2 = 10 \text{ cm de la grave bitume (GB)} \Rightarrow a_2 = 1,5$$

$$e_3 = ? \text{ Épaisseur de GC (GNT)} \Rightarrow a_3 = 1$$

$$e_{\text{éq}} = 5 \times 2 + 10 \times 1,5 + 1 \times e_3 = 33 \text{ cm} \Rightarrow e_3 = 08 \text{ cm}$$

Donc la structure proposée est Comme l'indique la figure suivante (Figure 8.5) :



**Figure 8.5** Dimension du corps de chaussée avec la méthode CBR



## 6.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

### A. Du PK 0+000 au PK 3+000 avec $I_{CBR} = 25$ :

- **Détermination de la zone climatique**

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique II ( $350 < 600$  mm/an)(Figure 8.6) [9].

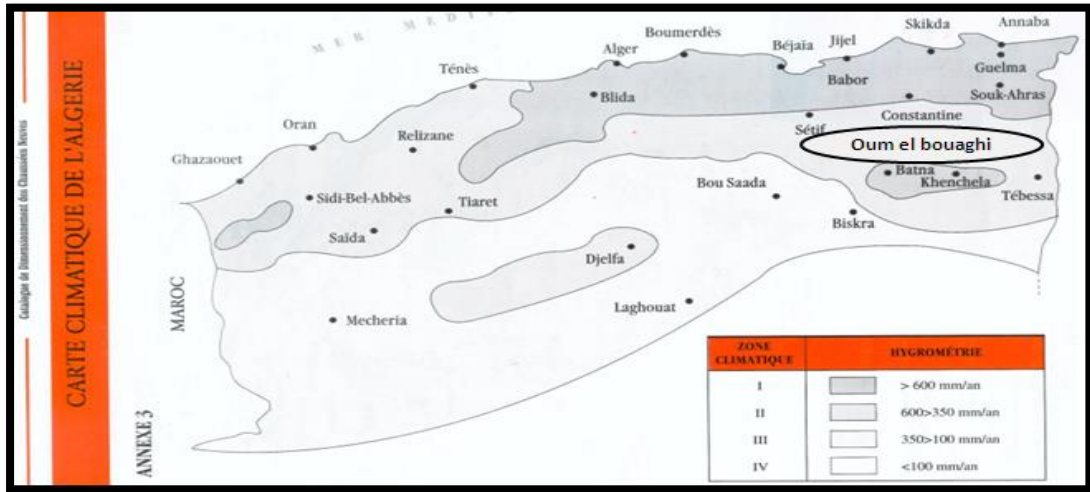


Figure 8.6 Carte climatique d'Algérie

Température équivalente $\theta_{eq}$ (°C)	Zone climatique		
	I et II	III	IV
	20	25	30

Tableau 8.2 Choix des températures équivalentes

Donc on prend une température équivalente égale à 20°C (Tableau 8.2) [9].

- **Détermination Du Type De Réseau**

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante (Tableau 8.3):

Tableau 8.3 Type de réseau principal

Réseau principal	Trafic (véhicules/jour)
RP1	> 1500
RP2	<1500

On a:  $TJMA_{2017} = 12\,000 > 1500 \text{ v/j} \Rightarrow$  Donc le réseau principal est de niveau 1 (RP1).

- **Définition du poids lourd**

Un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 3.5 tonnes de poids total autorisé en charge.

- **Répartition transversale du trafic**

En l'absence d'informations précises sur la répartition de poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera la valeur suivante :

- Chaussée bidirectionnelle à 2 voies : 50 % du trafic PL sur la voie lente de droite.

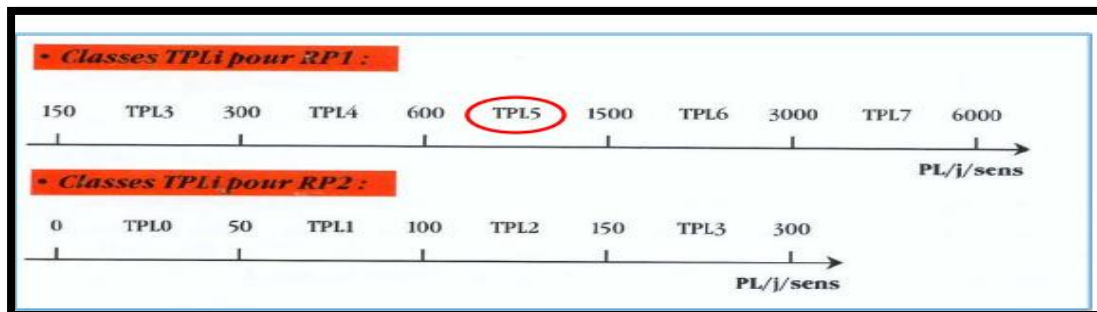
$$TPL_{2022} = TJMA_{2017} \times (1 + \tau)^5 \times 0.5 \times 0.2$$

$$TPL_{2022} = 12\,000 \times (1 + 0.04)^5 \times 0.5 \times 0.2$$

$$TPL_{2022} = 1\,460 \text{ PL/J / sens}$$

- **Détermination de la classe de trafic (TPLi)**

Les classes de trafic (TPLi) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL par jour et par sens à l'année de mise en service (Figure 8.6) [9] .



**Figure 8.7** Classe du trafic

$TPL = 1\,460 \text{ (PL/j/sens)}$   $\longrightarrow$  La classe de trafic est  $TPL_5$  (pour RP1)

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

Le tableau ci-dessous regroupe les classes de portance des sols par ordre croissant de S4 à S0. Cette classification sera également utilisée pour les sol-support de chaussée (Tableau 8.4) [9].

**Tableau 8. 4** Classes de portance des sols

Portance (S <sub>i</sub> )	CBR
S <sub>4</sub>	<5
S <sub>3</sub>	5-10
S <sub>2</sub>	10 -25
S <sub>1</sub>	25-40
S <sub>0</sub>	> 40

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir : S<sub>3</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>0</sub>. Les valeurs des modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante (Tableau 8.5) [9]:

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

**Tableau 8. 5** Classe de sol support

Classes de sol-support	S <sub>3</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>
Module (MPa)	25-50	50-125	125-200	>200

$$E(\text{Mpa}) = 5 \times 25 = 125 \text{ (Mpa)} \longrightarrow \text{classe S1}$$

- **Choix des structures types**

D'après le catalogue de dimensionnement (fascicule II), on à choisir une structure de type (GB/GNT)(Tableau 8.6) [10].

**Tableau 8. 6** Fiches structures de réseau RP1

Types de Matériaux	Fiche structure n <sup>o</sup>	Type structure	Zones climatiques (*)
<b>1 - MTB (Matériaux traités au bitume)</b>	1	GB/GB	I , II
	2	GB/GNT	I , II
	3	GB/GNT	III
	4	GB/SG1	IV
	5	GB/TUF1	III
<b>2 - MTLH (matériaux traités liants hydrauliques)</b>	6	GL/GL	I , II
	7	BCg/GC	I , II




*GB : Grave Bitume, GNT : Grave non traitée, SG1 : Sable gypseux de classe 1, GL : grave-laitier, GC : grave ciment, BCg : béton de ciment goujonné, TUF 1 : Tuf de classe 1.*

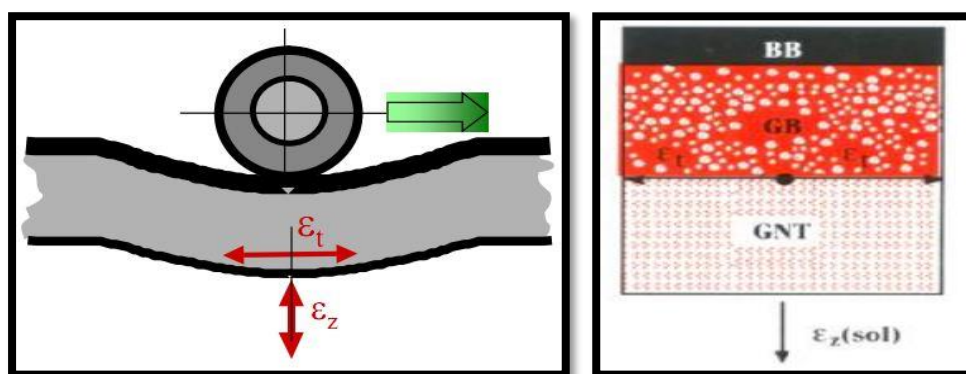
- **Choix des différentes couches constituant la chaussée**

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique II , durée de vie de 20 ans , taux d'accroissement (4 %), portance de sol (S1) et une classe de trafic (TPL5).

Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule III) nous a proposé la structure suivante: 6 BB + 14 GB + 30 GNT (Tableau 8.7) [11] .

**Tableau 8.7** La structure adoptée

2		RESEAU PRINCIPAL DE NIVEAU 1 (RP1)			GB/GNT
FICHE STRUCTURE GRAVE BITUME/GRAVE NON TRAITEE					
Type : MTB					
Zone climatique : I et II					
Durée de vie : 20 ans, taux d'accroissement : 4%					
TPLi	Si	S2	S1	S0	
	PL/j/sens	50 MPa	125 MPa	200 MPa	
6000					
TPL7					
3000					
TPL6					
1500			↓		
TPL5					
600					



**Figure 8.8** Mode de fonctionnement de la structure

- **Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support**

Il faudra vérifier que  $\epsilon_t$  et  $\epsilon_z$  calculées à l'aide d'alizé III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculée c'est-à-dire respectivement a  $\epsilon_{t,adm}$  et  $\epsilon_{z,adm}$  (figure 8.8) [10].

$$\varepsilon_Z < \varepsilon_{Z.adm} \text{ et } \varepsilon_t < \varepsilon_{t.adm}$$

Tableau 8. 8 Coefficient d'agressivité

Niveau de réseau principal (RPI)	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RPI	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB , GB/Tuf , GB/SG...	0,6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL , BCg/GC	1

❖ **Calcul de trafic cumulé équivalent**

$$TCE_i = TPL_i \times \frac{(1 + \tau)^n - 1}{\tau} \times A \times 365$$

$$TCE_i = 1\,460 \times \frac{(1+0.04)^{20}-1}{0.04} \times 365 \times 0.6$$

$$TCE_i = 9.52 \times 10^6$$

❖ **Calcul de sollicitations admissibles**

○ **Déformations admissibles verticales**

$$\varepsilon_{z.ad} = 22 \cdot 10^{-3} \times TCE_i^{-0.235} \quad \text{Donc :} \quad \varepsilon_{z.ad} = 504 \times 10^{-6}$$

○ **Calcul de la déformation admissible de traction  $\varepsilon_{t.adm}$**

La valeur admissible de tractions est donnée par la relation suivante :

$$\varepsilon_{t.ad} = \varepsilon_6(10^\circ \text{C}, 25\text{Hz}) \times k_{ne} \times k_\theta \times k_r \times k_c$$

➤  $\varepsilon_6(10^\circ \text{C}, 25 \text{ Hz})$  : déformation limite détenue au bout de  $10^6$  cycles avec une probabilité de rupture de 50 % à  $10^\circ \text{C}$  et 25 Hz (essai de fatigue).

➤  $K_\theta$  : facteur lié à la température.

➤  $K_{ne}$  : facteur lié au nombre cumulé d'essieux équivalents supporté par la chaussée.

➤  $K_r$  : facteur lié au risque et aux dispersions.

➤  $K_c$  : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement absorbé sur la chaussée.

$$\text{Avec :} \quad K_r = 10^{-tb\delta}$$

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

$$K_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^{\circ}\text{C})}{E(\theta_{eq})}}$$

- b : pente de la droite de fatigue ( $b < 0$ ).
- $E(10^{\circ}\text{C})$  : module complexe du matériau bitumineux à  $10^{\circ}\text{C}$ .
- $E(\theta_{eq})$  : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente qui est fonction de la zone climatique considérée.

$$\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} Sh\right)^2}$$

- SN : dispersion sur la loi de fatigue.
- Sh : dispersion sur les épaisseurs.
- c : coefficient égal à 0.02
- t : fractile de la loi normale qui est en fonction du risque adopté (r %).

$$\varepsilon_{t \text{ adm}} = \varepsilon_6(10^{\circ}\text{C}, 25\text{Hz}) \times (\text{TCE}_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^{\circ}\text{C})}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times K_c.$$

Les performances mécaniques relatives aux différents types de matériaux sont données dans le tableau suivant dans le fascicule II comme suit (Tableau 8.9) [10] :

**Tableau 8.9** Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Matériau (MTB)	E(30°C, 10Hz) (Mpa)	E(25°, 10Hz) (Mpa)	E(20°, 10Hz) (Mpa)	E(10°, 10Hz) (Mpa)	$\varepsilon_6(10^{\circ}, 25\text{Hz}) (10^{-6})$	-1/b	SN	Sh (cm)	$\nu$	kc Calage
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0,35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6,84	0,45	3	0,35	1,3

Alors d'après le tableau ci-dessus du Catalogue de dimensionnement des Chaussées Neuves on résume les paramètres suivants :

- $\theta_{eq}$  = température équivalent ( $\theta_{eq} = 20^{\circ}\text{C}$ )  $\Rightarrow E(20^{\circ}, 10\text{Hz}) = 7000 \text{ MPa}$ .
- Classe de trafic (TPL<sub>5</sub>).
- Risque adopté pour le réseau RP<sub>1</sub> et la classe du trafic TPL<sub>5</sub> (r = 10 %) (Tableau 8.10) [10].

**Tableau 8. 10** Risques adoptés pour le réseau RP1.

	Classe de trafic (TPI <sub>i</sub> ) (PL J/sens)	TPI3	TPI4	TPI5	TPI6	TPI7
Risque (%)	GB/GB, GB/GNT..	20	15	10	5	2
	GL/GL	15	10	5	2	2
	BCg/GC	12	10	5	2	2

- c : coefficient égal 0.02
- t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté donc (t = -1.282) (Tableau 8.11) [10].

**Tableau 8. 11** Valeur de t

<b>r%</b>	2	3	5	7	10	12	15
<b>t</b>	-2,054	-1,881	-1,645	-1,520	-1,282	-1,175	1,036
<b>r%</b>	20	23	25	30	35	40	50
<b>t</b>	-0,842	-0,739	-0,674	-0,524	-0,385	-0,253	0

$$\delta = \sqrt{Sn^2 + \left(\frac{c}{b}Sh\right)^2} \Rightarrow \delta = \sqrt{(0.45)^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2} \Rightarrow \delta = 0.61$$

- **Application numérique**

$$\varepsilon_{t, adm} = 100 \times 10^{-6} \times (10^6 / 9.52 \times 10^6)^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{7000}} \times 10^{-(1.282 \times 0.61 \times -0.146)} \times 1.3$$

$$\varepsilon_{t, adm} = \mathbf{186.47 \times 10^{-6}}$$

### Verificatin par le logiciel Alize III :

**Tableau 8. 12** Caractéristiques des couches

	Epaisseur (cm)	Module (Mpa)	Coef de poisson v
Couche de roulement	6 BB	4000	0.35
Couche de base	14 GB	7000	0.35
Couche de fondation	30 GNT	500	0.25
Sol support	Infini	60	0.35

Résultats de la simulation :

**Tableau 8. 13** Résultats obtenus

	Déformations admissibles $10^{-6}$	Déformations calculées $10^{-6}$
$\epsilon_z$ sol support	504	365.8
$\epsilon_t$ à la base de GB( $e_p=14$ cm)	386.1	94.6

$$\epsilon_t \text{ calculé} \ll \epsilon_t \text{ adm} \quad \text{et} \quad \epsilon_z \text{ calculé} \ll \epsilon_z \text{ adm}$$

**Tableau 8. 14** Vérification Alize III

Alizé-Lpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

variante 5: Durée= 00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0.060	4000.0	0.350	0.000	57.8	0.471	-4.5	0.660
	collé		0.060	27.1	0.329	54.7	0.586
0.140	7000.0	0.350	0.060	27.1	0.560	15.6	0.586
	collé		0.200	-94.6	-0.873	93.5	0.098
0.300	500.0	0.250	0.200	-94.6	-0.027	215.1	0.098
	collé		0.500	-139.5	-0.083	121.8	0.022
infini	60.0	0.250	0.500	-139.5	-0.004	386.1	0.022

Grandeurs affichées

tableau 1  tableau 2

tableau 3  tableau 4

tableau 5  tableau 6

tableau 7  tableau 8

Déflexion = 46.4 mm/100  
entre-jumelage

Rdc = 660.9 m

Tracer

Imprimer Enregistrer

Variante n-1 Variante n+1

Voir Chargt. Fermer



**B. Du PK 3+000 au PK 6+000 avec  $I_{CBR} = 7.68$  :**

Pour cette section du sol de classe S3 ( $I_{CBR} = 7.68$  entre [5-10])

On surclasse notre sol support avec une couche de forme de 40 cm en 02 couches (S3-S2) suivant le tableau ci-dessous (Tableau 8.15).

**Tableau 8. 15** Sur classement avec une couche de forme en matériau non traité

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériau de couche de forme	Epaisseur de matériau de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
< S4	Matériaux non traités (*)	50 cm (en 2 couches)	S3
S4	//	35 cm	S3
S4	//	60 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	70 cm (en 2 couches)	S1

(\*) Matériaux non traités : Grave non traitée (G.N.T.), matériaux locaux (T.V.O, tufs, etc...)  
Pour l'utilisation des matériaux locaux, il est recommandé de faire une étude spécifique au laboratoire

Pour le dimensionnement de la structure on utilise la formule empirique suivante avec  $I_{CBR} = 10$  (S2) :

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

$$E \text{ (Mpa)} = 5 \times 10 = 50 \text{ (Mpa)} \quad \longrightarrow \quad \text{Classe } S_2$$

- **Choix des différentes couches constituant la chaussée**

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique II, durée de vie de 20 ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL5). Avec toutes ces données le catalogue Algérien (fascicule III) nous a proposé la structure suivante: **6 BB + 20 GB + 30 GNT** (Tableau 8.16) [11].







Tableau 8. 16 La structure adoptée

Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves

**2 RESEAU PRINCIPAL DE NIVEAU 1 (RP1) GB/GNT**

**FICHE STRUCTURE GRAVE BITUME/GRAVE NON TRAITEE**

Type : MTB  
 Zone climatique : I et II  
 Durée de vie : 20 ans, taux d'accroissement : 4%

TPLi PL./sens	S1	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000 TPL7 3000				
3000 TPL6 1500				
1500 TPL5 600				
600 TPL4 300				

- **Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support**

Il faudra vérifier que  $\epsilon_t$  et  $\epsilon_z$  calculées à l'aide d'alizé III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculée c'est-à-dire respectivement a  $\epsilon_{t,adm}$  et  $\epsilon_{z,adm}$ .

$$\epsilon_z < \epsilon_{z,adm} \text{ et } \epsilon_t < \epsilon_{t,adm}$$

$$\epsilon_{z,adm} = 504 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_{t,adm} = 186.47 \times 10^{-6}$$

- **Verificatin par le logiciel Alize III:**

**Tableau 8. 17** Caractéristiques des couches

	Epaisseur (cm)	Module(Mpa)	Coef de poisson v
Couche de roulement	6 BB	4000	0.35
Couche de base	20 GB	7000	0.35
Couche de fondation	30GNT	500	0.25
Couche de forme	40 Tuf	300	0.25
Sol support	Infini	60	0.35

Résultats de la simulation :

**Tableau 8. 18** Résultats obtenus

	Déformations admissibles		Déformations calculées	
	10 <sup>-6</sup>		10 <sup>-6</sup>	
$\epsilon_z$ sol support	504		365.8	
$\epsilon_t$ à la base de GB ( $e_p=15,20$ cm)	130.1	101.6	96	77.2

$$\epsilon_t \text{ calculé} \ll \epsilon_t. \text{ adm} \text{ et } \epsilon_z \text{ calculé} \ll \epsilon_z. \text{ adm}$$

**Tableau 8. 19** Vérification Alize III (GB  $e_p=15$ cm et GB  $e_p=20$  cm)

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT ( $\mu$ def)	SigmaT (MPa)	EpsZ ( $\mu$ def)	SigmaZ (MPa)
0.060	4000.0	0.350	0.000	50.5	0.418	6.4	0.660
	collé		0.060	23.8	0.305	59.7	0.591
0.150	7000.0	0.350	0.210	-87.0	-0.794	86.1	0.096
	collé		0.210	-87.0	-0.022	208.1	0.096
0.300	500.0	0.250	0.510	-96.0	-0.054	102.1	0.025
	collé		0.510	-96.0	-0.029	130.1	0.025
0.200	300.0	0.250	0.710	-137.5	-0.049	128.0	0.014
	glissant		0.710	22.1	0.014	22.3	0.014
0.200	300.0	0.250	0.910	-42.4	-0.012	63.0	0.013
	glissant		0.910	40.2	0.011	87.7	0.013
infini	60.0	0.350	0.910				

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

variante 6: Durée= 00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0.060	4000.0	0.350	0.000	41.3	0.339	25.0	0.660
	collé		0.060	20.2	0.275	67.5	0.606
0.200	7000.0	0.350	0.060	20.2	0.462	27.1	0.606
	collé		0.260	-70.6	-0.638	68.0	0.066
0.300	500.0	0.250	0.260	-70.6	-0.021	149.1	0.066
	collé		0.560	-77.2	-0.044	80.6	0.019
0.200	300.0	0.250	0.560	-77.2	-0.024	101.6	0.019
	glissant		0.760	-108.9	-0.039	102.1	0.012
0.200	300.0	0.250	0.760	16.4	0.011	19.1	0.012
	glissant		0.960	-31.8	-0.009	49.7	0.011
infini	60.0	0.350	0.960	33.2	0.009	71.4	0.011

Grandeurs affichées

tableau 1  tableau 2

tableau 3  tableau 4

tableau 5  tableau 6

tableau 7  tableau 8

Déflexion = 41.6 mm/100

entre-jumelage

Rdc = 989.1 m

Tracer

Imprimer Enregistrer

Variante n-1

Voir Chargt. Fermer

## 7 Conclusion

D'après le tableau ci-dessus, on remarque bien que la méthode de catalogue de dimensionnement de chaussée, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur de structure importante que la méthode CBR, par conséquent la structure retenue:

**6 BB + 15 GB + 30 GNT** pour tout le projet, avec une couche de forme de 40 cm du PK3+000 au PK 6+000, pour les raisons suivantes :

- Structure optimale économique.
- Elle satisfait les conditions de déformabilité.

# **Chapitre 9**

## **Étude d'assainissement**

---

## 1 Introduction

L'hydraulique routière couvre le rétablissement des écoulements naturels, l'assainissement des plateformes de chaussée, le drainage et la lutte contre la pollution routière. L'assainissement routier concerne les volets suivants :

- Le rétablissement des écoulements naturels.
- La collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route.
- La collecte et l'évacuation des eaux internes c'est-à-dire le drainage.
- La lutte contre la pollution routière.

L'évacuation des eaux pluviales est l'une des préoccupations fondamentales dans le domaine des routes, car la présence d'eau sous chaussée a plusieurs inconvénients, inondation, glissement de terrain, érosion, instabilité des talus, et dégradation de chaussée. L'assainissement c'est la prise en charge de l'ensemble de ces phénomènes.

## 2 Objectif de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux de ruissellement de surface de chaussée (danger d'aquaplaning).
- Garantir la stabilité de l'ouvrage pour toute sa durée de vie.
- Réduction du coût d'entretien.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (car l'eau accélère la dégradation de la surface, et augmente la teneur en eau du sol support, entraînant par la suite des variations de portance et diminue les caractéristiques mécaniques de la chaussée)[12].

## 3 Définitions des termes hydrauliques

### 3.1 Bassin versant

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considérée.

### 3.2 Collecteur principal (canalisation)

Conduite principale récoltant les eaux d'autres conduites, dites collecteurs secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

### 3.3 Chambre de visite (cheminée)

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.

### 3.4 Sacs

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.

### 3.5 Fosses de crêtes

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

### 3.6 Décante d'eau

Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

### 3.7 Les regards

Ils sont constitués d'un puits 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.

## 4 Choix des ouvrages d'évacuation

Le choix des ouvrages d'évacuation des eaux superficielles doit s'appuyer sur les deux principes de base suivants :

- L'utilisation d'ouvrage superficiel dont les coûts d'investissement et d'entretiens est plus faible que ceux des ouvrages enterrés.
- dégager les eaux hors de la plate-forme.

On distingue généralement 5 familles d'ouvrages :

- ✓ **La buse circulaire** : Ouvrage hydraulique de section circulaire préfabriqué à forte capacité.

- ✓ **Le dalot** : Ouvrage hydraulique enterré de section rectangulaire préfabriqué ou coulé en place et à forte capacité.
- ✓ **La buse arche** : Ouvrage hydraulique en béton ou métallique utilisé pour le rétablissement des écoulements naturels et caractérisé par sa portée et sa flèche.
- ✓ **L'ouvrage à voûte cintrée** : Ouvrage hydraulique en maçonnerie constituée d'un demi-cercle complet.
- ✓ **Pont**.

## 5 Estimation des débits d'apports et de saturation

### 5.1 Débits d'apports

Le débit d'apport est calculé en appliquons la formule de la méthode Rationnelle :

$$Q_a = K.C.I.A$$

Avec :

K : Coefficient qui permet la conversion des unités (mm/h en l/s).

I : Intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

C : Coefficient de ruissellement.

A : Aire du bassin versant (ha).

- **Remarque importante**

La formule  $Q_a = K.C.i.A$  est empirique, elle a été faite pour les unités suivantes [13]:

$Q_a$  en ( $m^3/s$ ) valable pour :  $i$  en (mm/h) ;  $A$  en ( $km^2$ ) ;  $K= 0.278$  Où

$Q_a$  en (L/s) valable pour :  $i$  en (mm/h) ;  $A$  en (ha) ;  $K= 2.78$

### 5.2 Coefficient de ruissellement

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau reçu sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après (Tableau 9.1) [13]:



**Tableau 9.1** Coefficient de ruissellement

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtement en enrobés	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

### 5.3 Détermination de l'intensité de la pluie

- **Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle**

$$P_j(\%) = \frac{P_j}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \cdot e^{u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

Avec :

$P_j$  : pluie moyenne journalière.

$C_v$  : coefficient de variation climatique.

$U$  : variation de Gauss, donnée par le Tableau 9.2

**Tableau 9.2** Variation de Gauss 'U' [13]

Fréquence (%)	50	20	10	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de Gauss (U)	0,00	0,841	1,282	2,057	2,327

- ✓ Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.
- ✓ Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50ans.
- ✓ Les ponts dimensionnés pour une période de retour 100 ans.

- **Hauteur de pluie de durée**

On la détermine par la formule suivante :

$$P_t(\%) = 1.13 P_j(\%) (t_c/24)^b$$

$P_j$  : pluie journalière maximale annuelle.

$b$  : l'exposant climatique de la région.

$T_c$  : temps de concentration.

- **Temps de concentration**

La durée «  $t_c$  » de l'averse qui produit le débit maximum  $Q$  étant prise égale au temps de concentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi, comme suit [12] :

✓ Lorsque  $A < 5 \text{ km}^2$

$$t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}}$$

✓ Lorsque  $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$

$$t_c = 0,108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

✓ Lorsque  $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8 \sqrt{H}}$$

Où :

$t_c$  : Temps de concentration (heure).

$A$  : Superficie du bassin versant ( $\text{km}^2$ ).

$L$  : Longueur de bassin versant (km).

$P$  : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).

$H$  : Différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

- **L'intensité horaire**

$$i = \frac{P(t)}{t_c}$$

Où :

$i$  : Intensité de la pluie (mm/h).

$t_c$  : Temps de concentration (heure).

$P(t)$  : Hauteur de la pluie de durée  $t_c$  (mm).

- **Débit de saturation**

Le débit de saturation est donné par la formule de MANNING STRICKLER :

$$Q_s = K_{St} \cdot S \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Tel que :

$S$  : section mouillée.

K : coefficient de STRICKLER

R : rayon hydraulique (m).  $R_H = S / P$

J : la pente moyenne de l'ouvrage.

- **Coefficient d'écoulement de MANNING-STRINCKLER**

Les ouvrages sont proposés en béton armé

✓ Pour les dalots un coefficient égal à 70.

✓ Pour les buses un coefficient égal à 80.

## 6 Dimensionnement des ouvrages d'évacuation

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage, sa pente et vérifier sa capacité à évacuer le débit d'apport, et pour cela on utilise la formule :

$$Q_a = Q_s$$

$Q_a$  : débit d'apport en provenance du bassin ( $m^3/s$ ).

$Q_s$  : débit d'écoulement au point de saturation ( $m^3/s$ ).

### 6.1 Dimensionnement des buses

Pour dimensionner les buses on prend  $Q_a = Q_s$

$$Q_s = S \cdot K_{ST} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$S_m : \text{surface mouillée} = \frac{1}{2} \times \pi \times R^2$$

$$R_h : \text{rayon hydraulique} = R/2.$$

$$K_{st} = 80 \text{ (pour les buses).}$$

I : la pente de pose qui vérifié la condition.

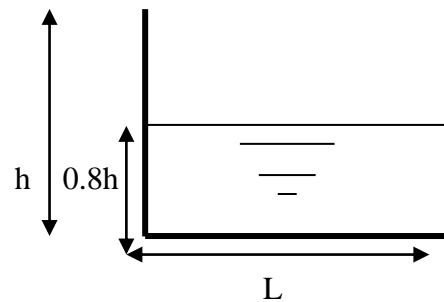
$$Q_s = 80 \cdot (R/2)^{2/3} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot R^2 \cdot (I)^{1/2}.$$

$$Q_s = Q_a \Rightarrow R^{8/3} = 2^{5/3} \cdot Q / \pi \cdot \sqrt{I}$$

### 6.2 Dimensionnement des dalots

La section du dalot est calculée comme pour le fossé, seulement on change la hauteur de remplissage et la hauteur du dalot.

- On fixe la hauteur tenant compte du profil en long et on calcule l'ouverture L nécessaire et on fixe aussi la hauteur de remplissage à  $\rho = 0.8h$ .



On à :

$$\text{Périmètre mouillé : } P_m = 2 \times 0.8 \times h + L$$

$$\text{Section mouillée : } S_m = 0.8 \times h \times L$$

$$\text{Rayon mouillé : } R_m = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0.8 \cdot h \cdot L}{1.6 \cdot h + L}$$

Pente longitudinale de l'ouvrage

$$Q_s = k_s \cdot S \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q_s = K_{st} \times I^{1/2} \times 0.8 \times h \times L \times \left[ \frac{0.8 \cdot h \cdot L}{1.6 \cdot h + L} \right]^{2/3}$$

$K_{st} = 70$  (en béton) et  $I$  peut choisie.

Le débit rapporté par le bassin versant (connu), doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot Ce débit est donné par la formule de MANNING-STRICKLER.

$$Q_s \leq Q_a$$

$$Q_s \leq K_{st} \times i^{1/2} \times 0.8 \times h \times L \times \left[ \frac{0.8 \cdot h \cdot L}{1.6 \cdot h + L} \right]^{2/3} \times 0.8 \times L \times h$$

Et par calcul itérative on tire la valeur de  $h$  qui vérifie cette inégalité.

## 7 Application au projet

Voir l'absence des données pluviométriques nous avons adopté les ouvrages suivants(en prenant en considération la visite de site effectuée). Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau 9.3** Localisation des ouvrages hydrauliques.

Pr	Désignation	Dimensions
69+800	Buse	Ø=1000 mm
220+000	Dalot	2*(L=2m, H=2m)
229+000	Dalot	(L=3m, H=3m)
230+000	Dalot	(L=2m, H=2m)

# **Chapitre 10**

## Aménagement des Carrefours

---

## 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.

## 2 Aménagement des carrefours

L'existence des carrefours ou d'embranchement routier a pour conséquence qu'une aire de chaussée peut être utilisée par des courants de circulation dont les directions sont différentes. L'aménagement des carrefours tend à permettre que ces courants puissent se succéder :

- Sans risque de collision.
- en réduisant au minimum la gêne( freinage, accélération, perte de temps, etc...) causée au véhicule fréquentant le carrefours.
- en laissant subsister des possibilités de débit suffisantes dans les diverses directions.

L'aménagement doit tenir compte à la fois de considération de sécurité, de commodité et de débit. Pour permettre la succession des courants différents sans risque de collision, il existe deux méthodes :

- réserver une partie du temps à chaque courant (circulation intermittente commandée par feux ou par agent de police).
- donner au carrefour et à ses abords des caractéristiques géométriques telles que les conducteurs aient la possibilité de manœuvrer en toute sécurité.

## 3 Données essentielles pour l'aménagement d'un carrefour

Les choix d'un aménagement de carrefour doivent s'appuyer sur un certains nombre des données essentielles concernant :

- Les valeurs de débit de circulation sur les différentes branches et l'intensité des mouvements tournant leur évolution prévisible dans le futur.
- Les types et les causes des accidents constatés dans les cas de l'aménagement d'un carrefour existant.
- Les vitesses d'approches à vide pratique.
- Des caractéristiques sections adjacentes et des carrefours voisins.

- Respect de l'homogénéité de tracé.
- De la surface neutralisée par l'aménagement [3].

## 4 Choix de l'aménagement

Le choix du type d'aménagement se fait en fonction de multiples critères:

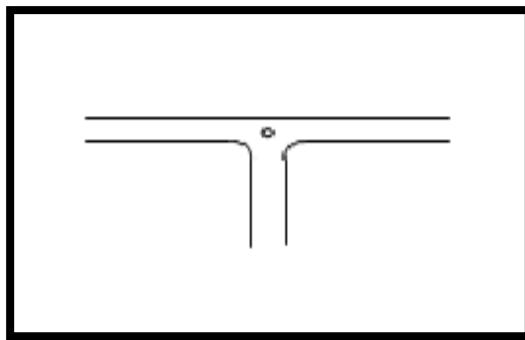
- L'environnement et la topographie du terrain d'implantation.
- L'intensité et la nature du trafic d'échange dans les différents sens de parcours.
- Objectif de fonctionnement privilégié pour un type d'usager.
- Objectif de la capacité choisie.
- Objectif de sécurité.

## 5 Les types de carrefours

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont:

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

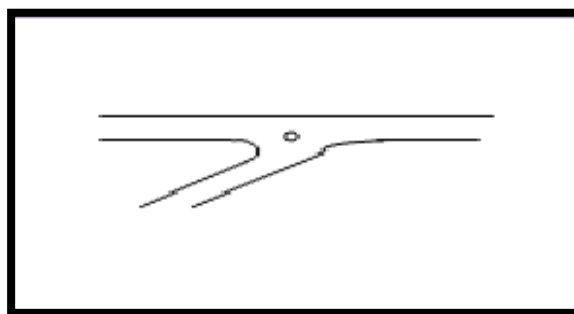
C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable [2].



**Figure 10.1** Carrefours en T

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

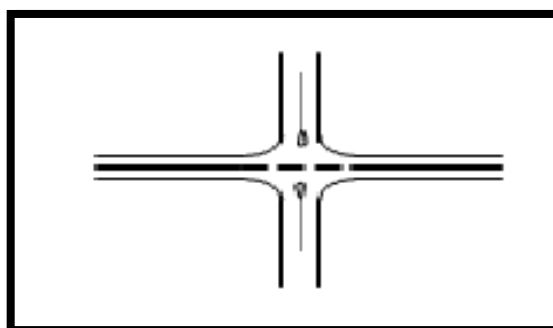
C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°) [2].



**Figure 10.2** Carrefours en Y

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

C'est un carrefour plan à quatre branches où celles-là sont alignées deux à deux formant une intersection en forme de croix [2].



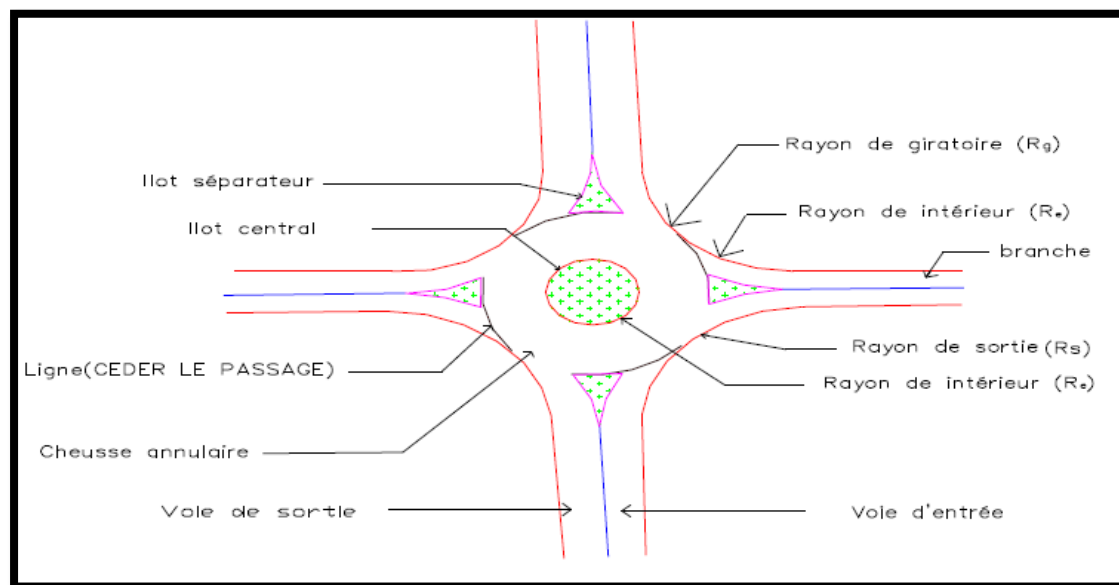
**Figure 10.3** Carrefours en croix

### 5.4 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 du rond point.

Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°). En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé [2].





**Figure 10.4** Carrefour giratoire

## 6 Conditions d'implantation

Les conditions à réunir pour l'implantation d'un carrefour plan ordinaire sont exposées dans les quatre points ci-dessous. Ils traitent successivement de la visibilité, de la lisibilité, de la distance entre deux carrefours, et de la limitation du nombre des carrefours implantés [14].

### 6.1 Visibilité

- **Exigence de visibilité dans un carrefour**

Pour des raisons de sécurité, l'usager de la route non prioritaire ou de l'accès doit disposer du temps nécessaire pour s'informer de la présence d'un autre usager sur la route prioritaire, décider de sa manoeuvre, démarrer et réaliser sa manoeuvre de franchissement, avant qu'un véhicule prioritaire initialement masqué ne survienne. Pour les usagers tournant à gauche vers la route secondaire, un temps équivalent doit être offert vis-à-vis du trafic de sens opposé sur la route principale. Le temps qu'il faut pour franchir la route prioritaire, dit « temps de franchissement », est naturellement fonction de sa largeur [14].

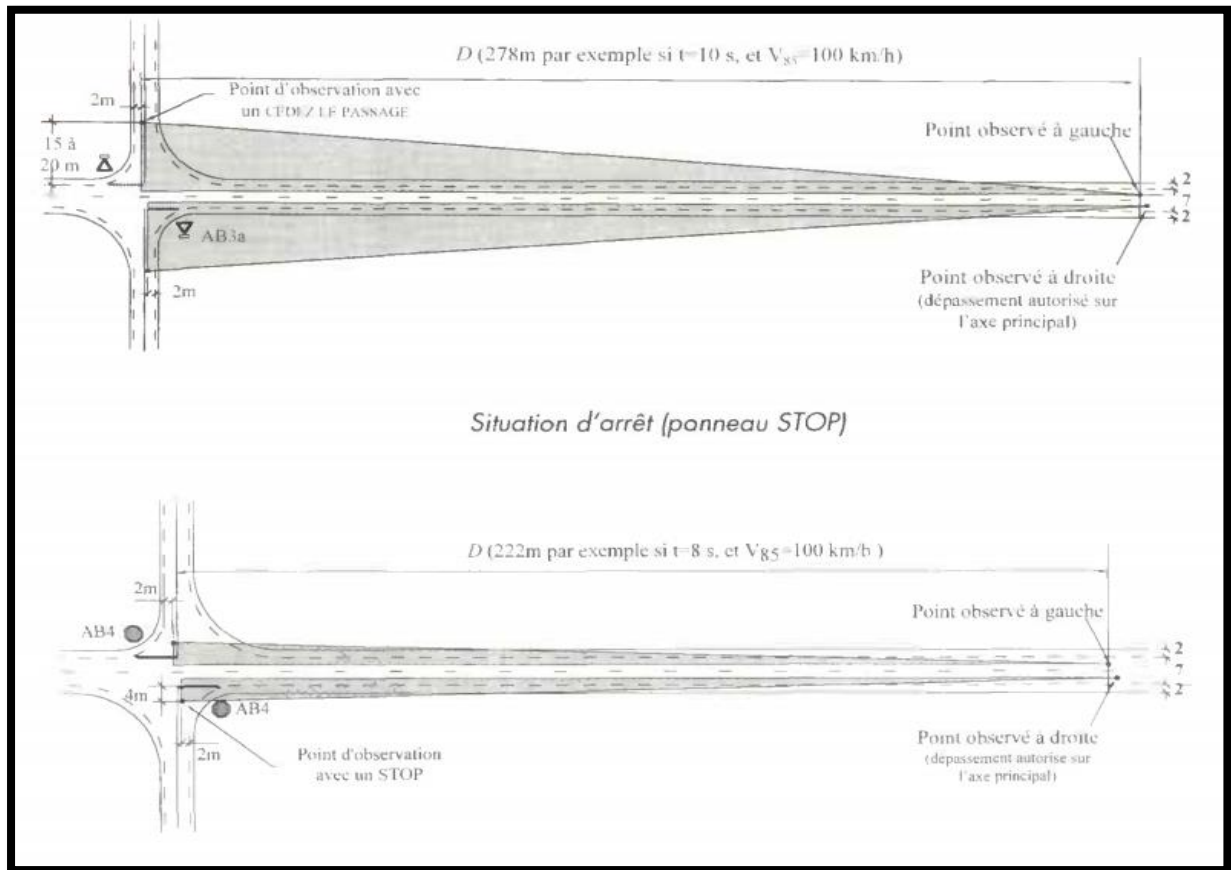
**Tableau 10.1** Temps de franchissement selon la largeur de la route franchie et le régime de priorité .

Profil en travers de la route principale		2 voies	2 voies + voie de T.A.G.	2 x 2 voies : insertion à droite dans les demi-carrefours
STOP	temps conseillé	8 s	9 s	8 s
	minimum absolu	6 s	7 s	6 s
CEDEZ LE PASSAGE	temps conseillé	10 s	11 s	9 s
	minimum absolu	8 s	9 s	7 s
Tourne-à-gauche vers la voie secondaire	temps conseillé	8 s		
	minimum absolu	6 s		

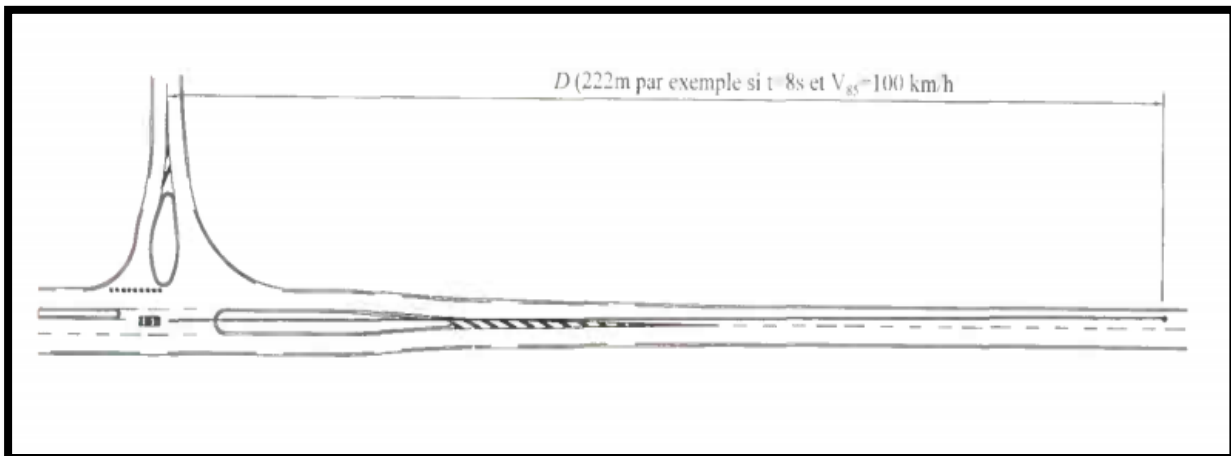
En outre, il convient d'assurer une visibilité d'approche sur les nez d'îlots séparateurs de la route principale et des branches secondaires. Cette condition, généralement moins contraignante que celle relative au franchissement du point de vue de l'implantation du carrefour, pour ce qui concerne la route principale.

- **Dégagement de visibilité**

Cette condition relative ou temps de franchissement se traduit au niveau de la conception par le dégagement d'un triangle de visibilité pour chaque conflit entre deux courants : à l'intérieur de ce triangle, il ne faut pas d'obstacle à la vue. Le triangle se situe 1 m au-dessus d'un plan passant par l'axe des 2 routes. Il a pour sommets : (i) le point de conflit entre les deux courants considérés, (ii) un point d'observation limite sur la route non prioritaire à partir duquel un conducteur doit percevoir un véhicule circulant sur la route principale, et (iii) un point observé sur la route principale. Ces éléments de construction dépendent du régime de priorité (Figures 10.5 et 10.6) [14].



**Figure 10.5** Construction des triangles de visibilité pour les usagers de la route secondaire, en fonction du régime de priorité .



**Figure 10.6** Condition de visibilité pour la manœuvre de tourne-à-gauche vers la route secondaire .

## 6.2 Lisibilité

L'usager arrivant sur un carrefour doit comprendre aisément et rapidement comment fonctionne le carrefour, le comportement que l'on attend de lui (par exemple ralentir etcéder le passage) et ce que font ou vont faire les usagers. Les conditions nécessaires pour une lisibilité satisfaisante sont les suivantes :

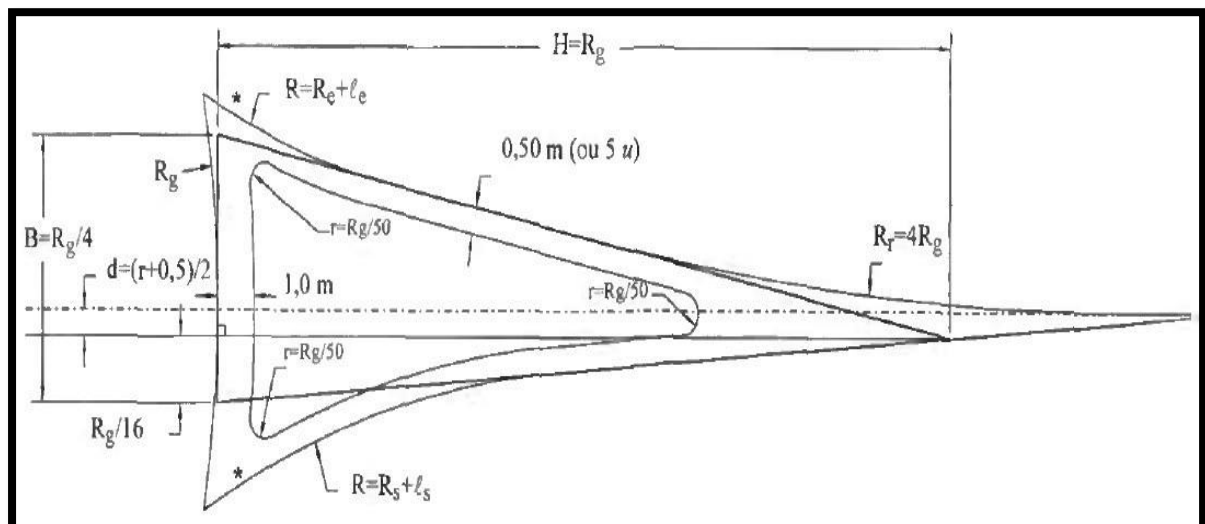
- La compatibilité des distances de visibilité avec les vitesses d'approche.
- Des aménagements ou dispositions soulignant la présence du carrefour (îlots séparateurs notamment).
- Une homogénéité des dispositions géométriques le long d'un itinéraire.
- Des aménagements les plus conformes possibles aux « schémas types ».
- Une signalisation simple, cohérente et placée de façon à être bien perçue [14].

## 6.3 Les îlots

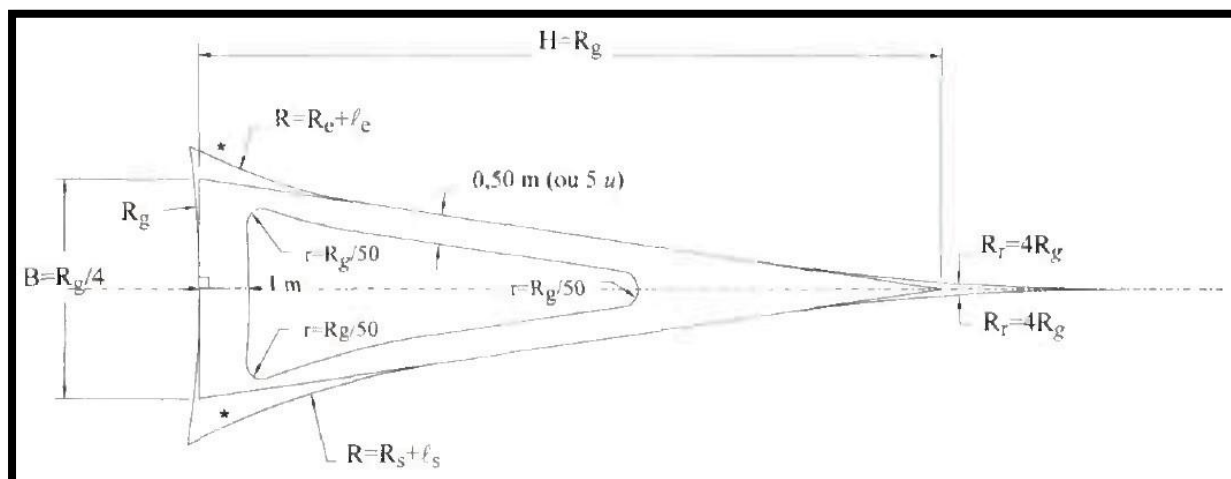
Les îlots sont aménagés sur les bras du carrefour pour séparer les directions de la circulation, et aussi de limiter les voies de circulation.

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

- Décalage entre la tête de l'îlot séparateur et la limite de la chaussée : 1 m.
- Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1 m.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1 m.
- Longueur de L'îlot : 15 m à 30 m [14].



**Figure 10.7** Îlots séparateurs sur les branches des giratoires de rayon  $R_g \geq 15$  m .



**Figure 10.8** Îlots séparateurs sur les branches des giratoires de rayon  $R_g < 15$  m .

- **Îlot séparateur**

Les îlots séparateurs sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées et de sortie [14].

- **Les couloirs d'entrée et de sortie**

Largeur de couloirs d'entrée et de sortie de giratoire[14].

#### 6.4 Distance entre carrefours

Des carrefours trop rapprochés compromettent souvent les conditions de visibilité, de lisibilité, l'adaptation du comportement à la situation, et l'anticipation des événements sur la voie est rendue difficile, la surabondance de signaux allonge le temps de perception et de compréhension des messages, d'implantation de la signalisation routière (de prescription, d'interdiction, de priorité, ou de direction), et de dépassement. Cela est globalement néfaste à la sécurité. Ces conditions s'énoncent différemment selon le mode de traitement des carrefours, la vitesse pratiquée sur l'itinéraire, etc. Aussi, il n'existe pas à proprement parler de règle formelle, valable en toute circonstance, relative à la distance minimale entre deux carrefours successifs. Cependant, on peut généralement considérer qu'une distance inférieure à 250 m ne permet pas de vérifier ces conditions; mais selon les caractéristiques du site, cette distance minimale peut s'avérer nettement insuffisante. Par ailleurs, la présence d'aménagements centraux conduit à conseiller une distance minimale entre deux carrefours successifs, appréhendée de manière à laisser des possibilités de dépassement suffisantes et sûres. Sur une infrastructure existante, cette

recommandation n'est cependant pas suffisante pour renoncer à un aménagement central s'il s'avère effectivement nécessaire à la sécurité du carrefour.

**Tableau 10.2** Distance minimale conseillée entre deux carrefours successifs aménagés, et possibilité de dépassement résiduelle, selon les vitesses pratique

V (en km/h)	60-70	80-90	100-110
Distance minimale conseillée (en m)	600	900	1200
Possibilité de dépassement offerte (en m)	300	450	600

## 7 Application au projet

D'après la données du trafic de chaque branche et la topographie du terrain d'implantation, notre choix de type d'aménagement est :

- **1<sup>er</sup> Giratoire au PK 42+000 (début de projet)**

**Tableau 10.3** Listing de 1<sup>er</sup> giratoire (ilot central)

Géométrie de l'anneau	
Coordonnées du centre	X= 335510.243 m
	Y= 3976535.133 m
Rayon extérieur	20.000 m
Rayon intérieur	13.000 m
Largeur d'anneau	7.000 m
Surlargeur franchissable	0.000 m
Distancemarquage extérieur	0.500 m
Distancemarquage intérieur	0.500 m

- **2<sup>eme</sup> Giratoire au PK 38+000 (Fin de projet)**

**Tableau 10.4** Listing de 2<sup>eme</sup> giratoire (ilot central)

Géométrie de l'anneau	
Coordonnées du centre	X= 337210.440 m
	Y= 3980048.021 m
Rayon extérieur	20.000 m
Rayon intérieur	13.000 m
Largeur d'anneau	7.000 m
Surlargeur franchissable	0.000 m
Distance marquage extérieur	0.500 m
Distance marquage intérieur	0.500 m

Pour plus de détail pour les deux giratoires voir l'Annexe E de logiciel Covadis 16.

# **Chapitre 11**

## Signalisation et Éclairage

## 1 Introduction

La signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans une très bonne condition (vitesse, sécurité), il est néanmoins rappelé que les supports des panneaux de signalisation ne doivent pas empiéter sur les bandes dérasées de droites et de gauche, ils sont placés le plus loin possible des surfaces accessibles aux véhicules. Tous les éléments de signalisation (panneaux de priorité, de prescription, de signalisation directionnelle, balise J5, etc.), à l'approche et dans le carrefour, sur le bord de la route ou sur les îlots séparateurs, doivent être implantés de façon à ne pas compromettre les conditions de visibilité. La taille des îlots doit tenir compte des contraintes d'implantation des panneaux et des règles concernant la signalisation horizontale.

Les supports de portiques, potence etc. doivent être généralement isolés par des glissières de sécurité.

## 2 Objectifs de signalisation routière

La signalisation routière a pour rôle [3]:

- rendre plus sûre et plus facile la circulation routière.
- rappeler certaines prescriptions du code de la route.
- indication et rappel de diverses prescriptions particulières.
- donner des informations relatives à l'usage de la route.

## 3 Catégories de signalisation

On distingue :

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



---

## 4 Les critères de conception de la signalisation

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec la règle de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Simplicité : elle s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatigue l'attention de l'utilisateur [3].

## 5 Types de signalisation

On distingue deux types de signalisation [3] :

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

### 5.1 Signalisation verticale

Elle se fait à l'aide de panneaux, ces derniers sont des objets qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme [3].

#### 5.1.1 Signalisation avancée

Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection.

Le signal B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

#### 5.1.2 Signalisation de position

Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.

#### 5.1.3 Signalisation de direction

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°.

### 5.2 Signalisation horizontale

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche [3].

La signalisation horizontale se divise en trois types :

### 5.2.1 Marques longitudinales

- **Lignes continues**

Elles ont un caractère impératif (non franchissables sauf du coté ou elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route ou le dépassement est interdit.

- **Lignes discontinues**

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elle se différencie par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue :

- ✓ Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
- ✓ Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- ✓ Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

**Tableau 11.1** Les modulations des lignes discontinues [3].

Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Rapports pleins vides
T <sub>1</sub>	3.00	10.00	Environ 1/3
T' <sub>1</sub>	1.50	5.00	
T <sub>2</sub>	3.00	3.50	Environ 1
T' <sub>2</sub>	0.50	0.50	
T <sub>3</sub>	3.00	1.33	Environ 3
T' <sub>3</sub>	20.00	6.00	

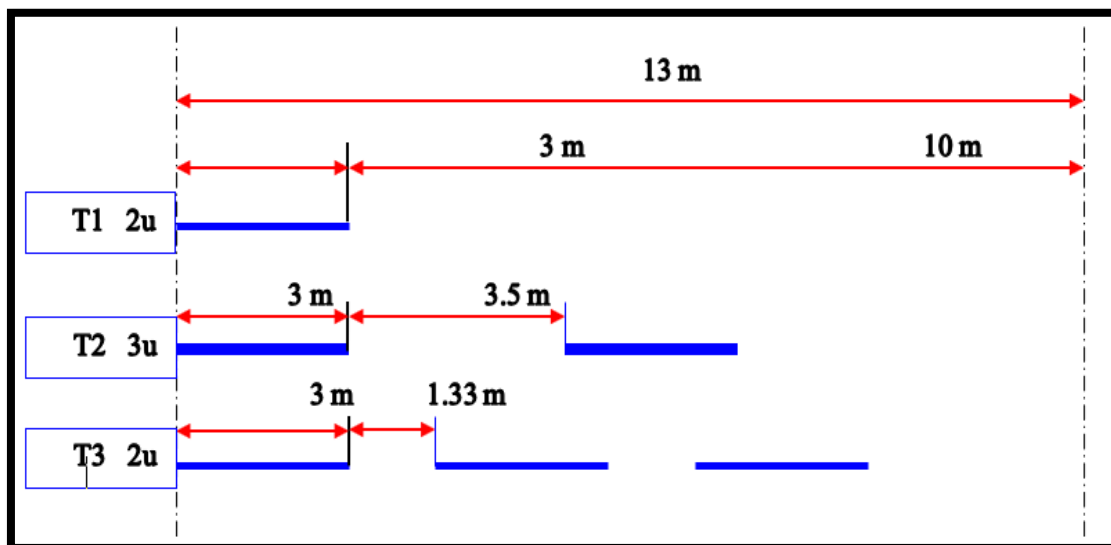


Figure 11.1 Types de modulation [15].

### 5.2.2 Marques transversales [3]

- **Ligne STOP**

C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.

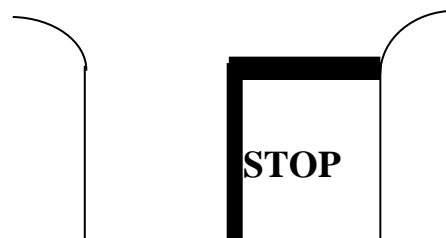


Figure 11.2 Signalisation stop sur chaussée [15].

- **Lignes transversales continue**

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

- **Lignes transversales discontinue**

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

### 5.2.3 Autres marquages [3]

- **Flèche de rabattement**

Une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.

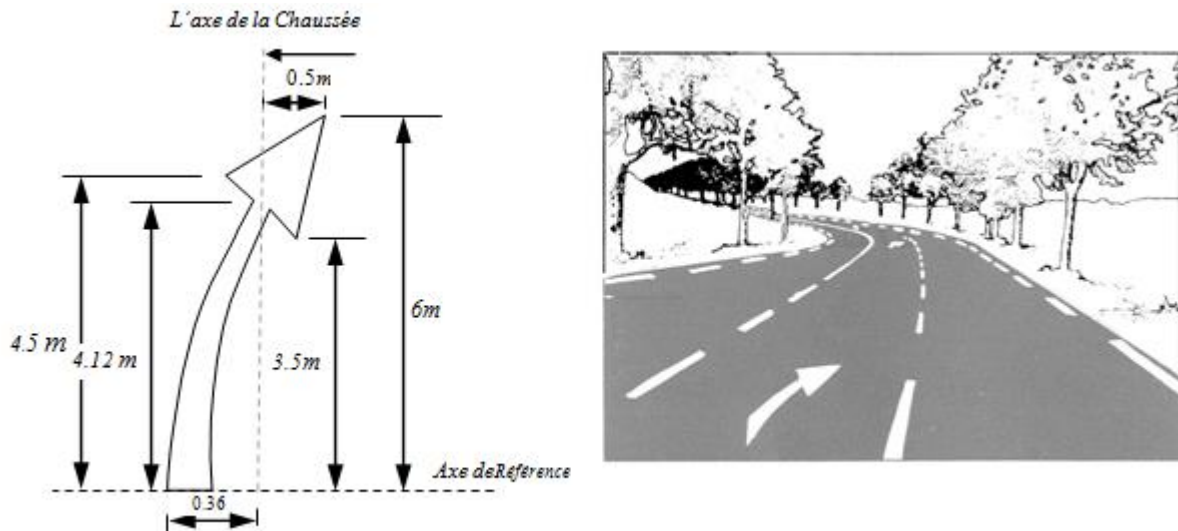


Figure 11.3 Flèche de rabattement [15].

- **Les flèches de sélection**

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.

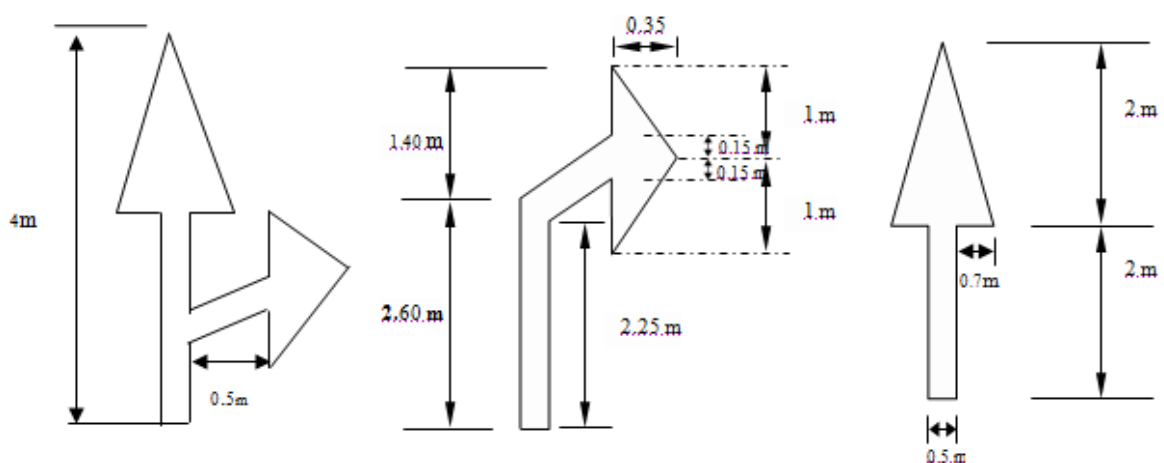


Figure 11.4 Flèches de sélection [15].

### 5.2.4 Caractéristiques générales des marques

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

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

$U = 6$  cm sur les routes et voies urbaines

$U = 5$  cm sur les autres routes [3].

### 5.2.5 Autres signalisations horizontales

- Arrêts de bus : lignes zigzag jaunes
- Passages pour piétons : larges bandes blanches parallèles au trottoir et Traversant la chaussée
- Un quadrillage jaune, dans un carrefour, délimite une zone où il est Seulement permis de circuler : on ne doit donc s'engager dans le carrefour Que si on est sûr de passer sans avoir à s'arrêter sur le quadrillage.
- Ralentisseur : Le ralentisseur est signalé par un certain nombre de triangles Isocèles pointant vers l'avant [3].

## 6 Application au projet

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour le projet :

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger type A.
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité type B.
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction type C.
- Panneaux de signalisation type D.
- Panneaux de signalisation type E.

En ce qui concerne l'unité de largeur des lignes de signalisation horizontale elle est de :  
 $U = 7.5$  cm.

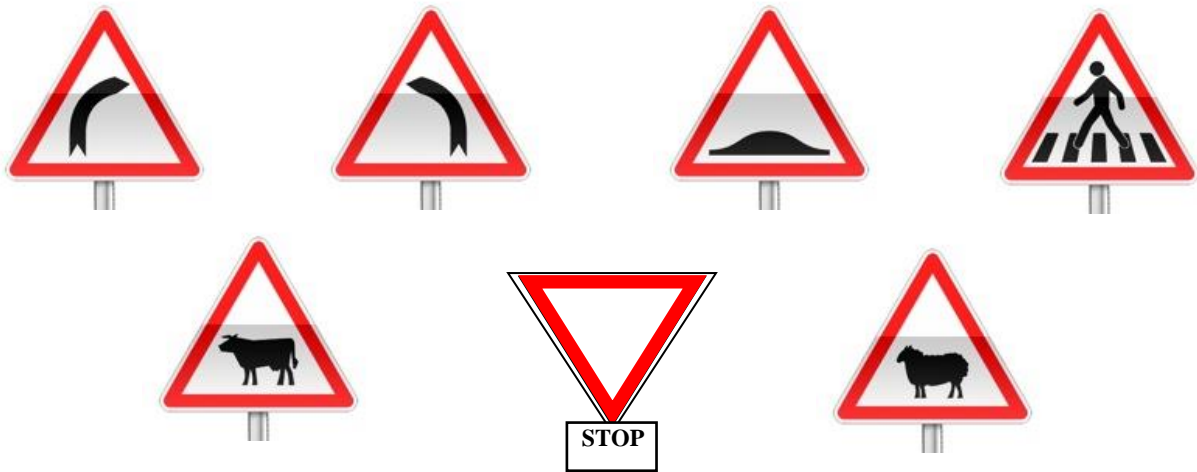


Figure 11.5 Signalisation de type A [15].



Figure 11.6 Signalisation de type B [15].



Figure 11.7 Signalisation de type C [15].



Figure 11.8 Signalisation de type D [15].



Figure 11.9 Signalisation de direction type E [15].

## 7 Eclairage

### 7.1 Introduction

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

### 7.2 Catégories d'éclairage

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Catégorie A : Eclairage général d'une route ou une autoroute.
- Catégorie B : Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).
- Catégorie C : Eclairage des voies de cercle.
- Catégorie D : Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé [16].

### 7.3 Paramètres d'implantation des luminaires

- L'espacement (e) entre luminaires: qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.

- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb ( $s$ ) par rapport au bord de la chaussée [16].

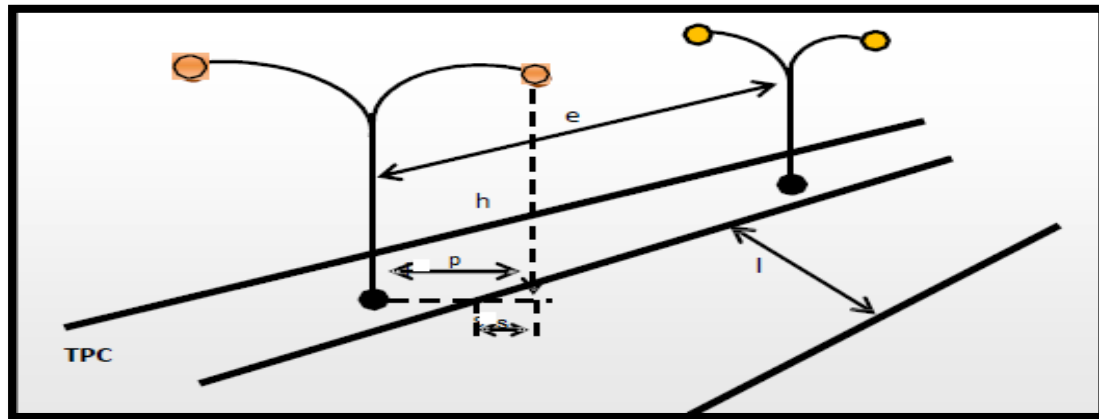


Figure 11.10 Eclairage sur TPC

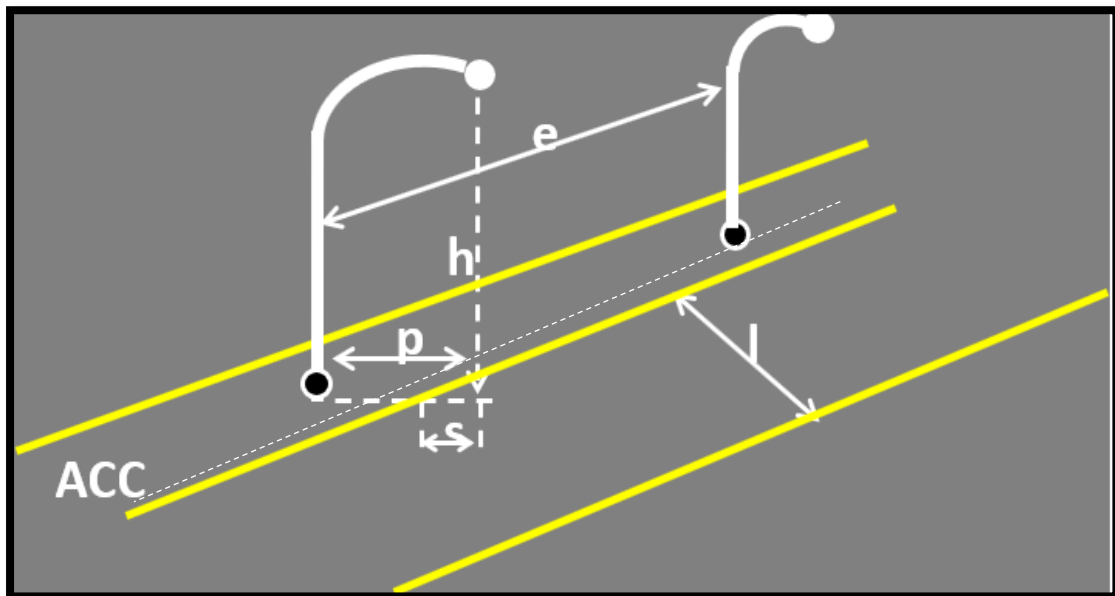


Figure 11.11 Eclairage sur accotement

#### 7.4 Application au projet

Les lampadaires de support de 08 m sont implantés dans le centre de giratoire (04 poteaux sur l'anneaux centrale), et sur les accotements (sur une distance de 60 m pour chaque branche), éclairant chacune demi-chaussée, espacés de 20 m (Figure 11.12).





**Figure 11.12** Eclairage de Giratoire

Pour notre projet nous avons proposer la fiche technique d'éclairage avec des panneaux solaires (nouvelle technologie) destiné à éclairer les carrefours isolés ou l'électricité n'est pas disponible.

**Tableau 11.2** Fiche technique d'un système d'éclairage ALL-IN-ONE [17].

N°	Désignation des équipements	Unité
01	<p>Fourniture et pose d'un système intégré : All in one avec un panneau séparé 80 W efficacité lumineuse (150 lm /W) à énergie solaire composé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Panneaux solaires ( 5V 150 W -836 * 9921 * 30 mm)</li> <li>• Lampe Flux lumineux (minimum 12800 Lm-SMD-80 W)</li> <li>• Batterie en Lithium 3.2 V / 160 AH LiFe PO4</li> <li>• Boite en alliage aluminium et verre trempé</li> <li>• Tension d'entrée 110 V -220 V</li> <li>• Température de couleur 6500 k</li> </ul>	U

	<ul style="list-style-type: none"><li>Diamètre de bras applicable 60 mm</li></ul>	
02	Fourniture et pose de candélabre de forme coniques en acier galvanisé thermolaqué de 08 m de hauteur ,équipé d'une simple crosse et support en acier galvanisé pour panneaux, y compris travaux de terrassement un massif d'ancrage et toutes sujétions de bonne exécution.	U

# **Devis Quantitatif**

**PROJET : Etude de contournement de la RN32 sur 5 kms de la ville d'Ain-Babouche du PK: 42+200 Au  
PK: 38+000 avec Aménagement de deux (02) Carrefours Giratoires.**

**DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	U	QUANT	P.U	MONTANT
<b>TERRASSEMENTS</b>					
1	Décapage de la terre végétale sur un ep=20cm et mis en dépôt du produit fraise y compris toutes sujétions	M <sup>2</sup>	75 903,00	70,00	5 313 210,00
2	Déblais en terrain de toutes natures en grande masse mis en dépôt y compris le Réglage et compactage de fond de forme et toutes sujétions	M <sup>3</sup>	36 837,00	450,00	16 576 650,00
3	remblais d'emprunt en TVN dépôt y compris le Réglage et compactage de fond de forme et toutes sujétions	M <sup>3</sup>	27 509,00	500,00	13 754 500,00
<b>CORPS DE CHAUSSEE ET REVETEMENT</b>					
4	F.T.M.O de béton bitumineux (BB) 0/14 pour la couche de roulement sur ep = 6 cm y compris couche d'imprégnation en cut back (0/1) et réglage des surfaces d'exécutions, et toutes sujétions.	T	4 743,00	8 000,00	37 944 000,00
5	F.T.M.O de grave bitume (GB)0/20 pour la couche de base sur ep = 15 cm y compris couche d'imprégnation en cut back (0/1) et réglage des surfaces d'executions , et toutes sujétions.	T	12 533,00	7 000,00	87 731 000,00
6	F.T.M.O de matériaux GC (0/31.5 et/ou 0/20) pour couche de fondation sur 30 cm, et pour accotement s y compris le réglage, arrosage et compactage, et toutes sujétions.	M <sup>3</sup>	20 854,00	1 600,00	33 366 400,00
7	F.T.M.O de matériaux TUF pour couche de forme sur 40 cm, y compris le réglage, arrosage et compactage, et toutes sujétions.	M <sup>3</sup>	12 404,00	500,00	6 202 000,00
8	Couche d'imprégnation Sablé (0/3) en cut back (0/1) et toutes sujétions.	M <sup>2</sup>	36 038,00	250,00	9 009 500,00
<b>DRAINAGE ET OUVRAGES COURANTS</b>					
9	Réalisation des Ouvrages Busés Y compris Fourniture et pose des buses en CAO, et toutes sujétions de bonne exécution (Tête ouvrage et avaloirs avec grille)				
9-a	1 Ø1000	ML	50,00	25 000,00	1 250 000,00
10	Réalisation des dalots préfabriqués en OPTI-CADRE (2.00x2.00)	ML	26,00	148 000,00	3 848 000,00
11	Réalisation des dalots préfabriqués en OPTI-CADRE (1.50x2.00)	ML	12,00	225 000,00	2 700 000,00
12	Fosses en terre, et toutes sujétions.	ML	20 000,00	100,00	2 000 000,00
13	Exécution des fossés en béton, légèrement armé sur une épaisseur de 10 cm	ML	10 000,00	3 000,00	30 000 000,00
14	F.T.M.O de gabionnage, y/c toutes sujétions de bonne exécution.	M3	50,00	3 000,00	150 000,00
<b>TRAVAUX D'AMENAGEMENT DES CARREFOURS GIRATOIRES</b>					
15	Aménagement d'un carrefour giratoire, y/c toutes sujétions de bonne exécution.	U	2	3 500 000,00	7 000 000,00
<b>SIGNALISATION ET ECLAIRAGE</b>					
16	Signalisation horizontale et verticale	F	1	1 300 000,00	1 300 000,00
<b>SUIVI ET CONTROL DES TRAVAUX</b>					
17	mission de suivi	Mois	6	200 000,00	1 200 000,00
18	mission de control	Mois	6	200 000,00	1 200 000,00
				<b>TOTAL H.T</b>	<b>260 545 260,00</b>
				<b>TVA 19%</b>	<b>49 503 599,40</b>
				<b>TOTAL TTC</b>	<b>310 048 859,40</b>

Ce devis est arrêté à la somme de : **Trois cent dix millions quarante-huit mille huit cent cinquante-neuf et quarante centimes**

# **Conclusion Générale**

## Conclusion Générale

Dans notre étude, nous avons essayé de respecter toutes les normes, directives et recommandations liés au domaine routier pour éviter les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Ce projet de fin d'étude est une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation.

Cette étude d'APD nous a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier.

Elle était l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine, et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration d'un projet de Travaux Publics.

En fin, ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels : AUTOPISTE, COVADIS et AUTOCAD, vue leur traitement rapide et la précision de leurs résultats.

## Références Bibliographiques

- [1] Rapport Collecte des données, Ain Babouche (phase APS) fourni par la DTP Oum El Bouaghi. **2017**.
- [2] B 40. Etudes Générales Techniques et Economiques des Aménagements Routiers- Normes Techniques d'Aménagement des Routes, MTP .**10/1977**
- [3] Cours ENSTP .**2010**.
- [4] Messaoud F. Projet de Fin de Cycle 3eme année Licence Travaux Publics. **2020-2021**
- [5] Site : <https://earth.google.com> consulter le **01/01/2022**.
- [6] Rapport géotechnique, Ain Babouche (Phase APS) fourni par la DTP Oum El Bouaghi. **2017**.
- [7] Conception et dimensionnement des structures de chaussée – guide technique- Décembre **1994**
- [8] Réseau routier national catalogue des structures types de chaussées neuves. Edition **1998**.
- [9] Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves « Fascicule1 : Notice d'utilisation », Alger (**2001**).
- [10] Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves « Fascicule1 : Hypothèse et Données de Dimensionnement », Alger (**2001**).
- [11] Catalogue de Dimensionnement des Chaussées Neuves « Fascicule3 : Fiche Technique de Dimensionnement », Alger (**2001**).
- [12] Cours hydraulique ENSTP. **2010**.
- [13] Guide technique Assainissement routier -SETRA- Octobre **2006**.
- [14] Aménagement des carrefours inter urbains sur les routes principales carrefours plans décembre **1999** (SETRA).

[15] Signalisation routier -annexes A à M – (arrêté et instruction interministériels du 15 juillet 1974) Ministère de l'intérieur.

[16] L'éclairage des carrefours à sens giratoire.

[17] Document fourni par la DTP.



# **Annexe A**

## **Trace en plan**

# ANNEXE A : Axe En Plan

**Axe :**

Table courante : ARP R80 2 voies >= 6m

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 98.19gr	386.810	0.000	335510.243	3976535.133
Clothoïde 1	Paramètre 162.374	65.914	386.810	335896.897	3976546.110
Arc 1	Rayon 400.000 m Centre X 335918.469 m Centre Y 3976947.336 m	37.434	452.724	335962.688	3976549.788
Clothoïde 2	Paramètre -162.374	65.914	490.157	335999.645	3976555.660
Droite 2	Gisement 81.74gr	527.784	556.071	336063.336	3976572.554
Clothoïde 3	Paramètre 200.499	67.000	1083.854	336569.569	3976721.831
Arc 2	Rayon 600.000 m Centre X 336431.908 m Centre Y 3977307.105 m	420.398	1150.854	336633.461	3976741.970
Clothoïde 4	Paramètre -200.499	67.000	1571.252	336950.334	3977005.054
Droite 3	Gisement 30.03gr	896.439	1638.252	336981.881	3977064.151
Arc 3	Rayon 1500.000 m Centre X 336053.053 m Centre Y 3978544.314 m	733.510	2534.691	337389.237	3977862.689
Droite 4	Gisement 398.90gr	473.887	3268.201	337552.829	3978570.247
Clothoïde 5	Paramètre 200.499	67.000	3742.088	337544.636	3979044.063
Arc 4	Rayon 600.000 m Centre X 336943.835 m Centre Y 3979067.176 m	142.428	3809.088	337542.232	3979111.011
Clothoïde 6	Paramètre -200.499	67.000	3951.515	337515.143	3979250.498
Droite 5	Gisement 376.68gr	786.768	4018.515	337492.315	3979313.480
			4805.284	337210.498	3980048.043
Longueur totale de l'axe 4805.284 mètre(s)					

# **Annexe B**

## **Profil en long**

# ANNEXE B : Profil En Long

**Axe :**

Table courante : ARP R80 2 voies >= 6m

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -3.61 %	206.260	0.000	920.388
Cercle 1	Rayon 20000.000 m	227.519	206.260	912.932
	Sommet Absc. 928.726 m			
	Sommet Alt. 899.879 m			
Pente 2	Pente -2.48 %	541.504	433.779	906.005
Cercle 2	Rayon 30000.000 m	556.523	975.283	892.600
	Sommet Absc. 1717.703 m			
	Sommet Alt. 883.412 m			
Pente 3	Pente -0.62 %	92.505	1531.806	883.988
Cercle 3	Rayon -15000.000 m	231.353	1624.311	883.415
	Sommet Absc. 1531.363 m			
	Sommet Alt. 883.703 m			
Pente 4	Pente -2.16 %	770.577	1855.664	880.196
Cercle 4	Rayon 40000.000 m	747.604	2626.241	863.533
	Sommet Absc. 3491.044 m			
	Sommet Alt. 854.183 m			
Pente 5	Pente -0.29 %	510.255	3373.845	854.355
Cercle 5	Rayon 40000.000 m	231.800	3884.100	852.860
	Sommet Absc. 4001.300 m			
	Sommet Alt. 852.688 m			
Pente 6	Pente 0.29 %	689.384	4115.900	852.852
			4805.284	854.827
Longueur totale de l'axe 4805.284 mètre(s)				
Longueur développée totale de l'axe 4806.045 mètre(s)				

# **Annexe C**

## **Profil en travers**

# ANNEXE C : Profils En Travers

**Axe :**

Table courante : ARP R80 2 voies >= 6m

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
1	0.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	920.388	198.19	335510.243	3976535.133	2.50	-2.50	-3.61
2	20.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	919.665	198.19	335530.235	3976535.701	2.50	-2.50	-3.61
3	40.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	918.942	198.19	335550.227	3976536.269	2.50	-2.50	-3.61
4	60.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	918.219	198.19	335570.219	3976536.836	2.50	-2.50	-3.61
5	80.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	917.496	198.19	335590.211	3976537.404	2.50	-2.50	-3.61
6	100.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	916.773	198.19	335610.203	3976537.971	2.50	-2.50	-3.61
7	120.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	916.051	198.19	335630.195	3976538.539	2.50	-2.50	-3.61
8	140.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	915.328	198.19	335650.186	3976539.106	2.50	-2.50	-3.61
9	160.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	914.605	198.19	335670.178	3976539.674	2.50	-2.50	-3.61
10	180.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	913.882	198.19	335690.170	3976540.241	2.50	-2.50	-3.61
11	200.000	Droite 1	Pente 1	Aucun	913.159	198.19	335710.162	3976540.809	2.50	-2.50	-3.61
12	220.000	Droite 1	Cercle 1	Aucun	912.441	198.19	335730.154	3976541.377	2.50	-2.50	-3.55
13	240.000	Droite 1	Cercle 1	Aucun	911.741	198.19	335750.146	3976541.944	2.50	-2.50	-3.45
14	260.000	Droite 1	Cercle 1	Aucun	911.062	198.19	335770.138	3976542.512	2.50	-2.50	-3.35
15	280.000	Droite 1	Cercle 1	Aucun	910.403	198.19	335790.130	3976543.079	2.50	-2.50	-3.25
16	300.000	Droite 1	Cercle 1	Aucun	909.764	198.19	335810.122	3976543.647	2.50	-2.50	-3.15
17	320.000	Droite 1	Cercle 1	Aucun	909.145	198.19	335830.114	3976544.214	2.50	-2.50	-3.05
18	340.000	Droite 1	Cercle 1	Aucun	908.546	198.19	335850.106	3976544.782	2.50	-2.50	-2.94
19	360.000	Droite 1	Cercle 1	Aucun	907.967	198.19	335870.098	3976545.349	2.50	-2.50	-2.84
20	380.000	Droite 1	Cercle 1	Aucun	907.408	198.19	335890.090	3976545.917	2.50	-2.50	-2.74
21	386.810	Clothoïde 1	Cercle 1	Aucun	907.222	198.19	335896.897	3976546.110	2.50	-2.50	-2.71
22	400.000	Clothoïde 1	Cercle 1	Aucun	906.869	197.98	335910.081	3976546.499	2.50	-1.17	-2.64
23	420.000	Clothoïde 1	Cercle 1	Aucun	906.350	196.86	335930.066	3976547.283	2.50	0.85	-2.54
24	440.000	Clothoïde 1	Pente 2	Aucun	905.851	194.78	335950.023	3976548.570	2.86	2.86	-2.48
25	452.724	Arc 1	Pente 2	Aucun	905.536	192.95	335962.688	3976549.788	4.15	4.15	-2.48
26	460.000	Arc 1	Pente 2	Aucun	905.355	191.79	335969.912	3976550.658	4.15	4.15	-2.48
27	480.000	Arc 1	Pente 2	Aucun	904.860	188.61	335989.674	3976553.725	4.15	4.15	-2.48
28	490.157	Arc 1	Pente 2	Aucun	904.609	186.99	335999.645	3976555.660	4.15	4.15	-2.48
29	500.000	Clothoïde 2	Pente 2	Aucun	904.365	185.54	336009.258	3976557.770	3.15	3.15	-2.48
30	520.000	Clothoïde 2	Pente 2	Aucun	903.870	183.32	336028.656	3976562.637	2.50	1.14	-2.48
31	540.000	Clothoïde 2	Pente 2	Aucun	903.375	182.06	336047.914	3976568.034	2.50	-0.88	-2.48
32	556.071	Clothoïde 2	Pente 2	Aucun	902.977	181.74	336063.336	3976572.554	2.50	-2.50	-2.48
33	560.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	902.880	181.74	336067.104	3976573.666	2.50	-2.50	-2.48
34	580.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	902.385	181.74	336086.288	3976579.322	2.50	-2.50	-2.48
35	600.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	901.890	181.74	336105.471	3976584.979	2.50	-2.50	-2.48
36	620.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	901.395	181.74	336124.654	3976590.636	2.50	-2.50	-2.48
37	640.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	900.900	181.74	336143.838	3976596.293	2.50	-2.50	-2.48
38	660.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	900.404	181.74	336163.021	3976601.949	2.50	-2.50	-2.48
39	680.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	899.909	181.74	336182.205	3976607.606	2.50	-2.50	-2.48
40	700.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	899.414	181.74	336201.388	3976613.263	2.50	-2.50	-2.48
41	720.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	898.919	181.74	336220.571	3976618.919	2.50	-2.50	-2.48
42	740.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	898.424	181.74	336239.755	3976624.576	2.50	-2.50	-2.48
43	760.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	897.929	181.74	336258.938	3976630.233	2.50	-2.50	-2.48
44	780.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	897.434	181.74	336278.121	3976635.890	2.50	-2.50	-2.48
45	800.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	896.939	181.74	336297.305	3976641.546	2.50	-2.50	-2.48
46	820.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	896.444	181.74	336316.488	3976647.203	2.50	-2.50	-2.48
47	840.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	895.949	181.74	336335.671	3976652.860	2.50	-2.50	-2.48
48	860.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	895.453	181.74	336354.855	3976658.516	2.50	-2.50	-2.48
49	880.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	894.958	181.74	336374.038	3976664.173	2.50	-2.50	-2.48
50	900.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	894.463	181.74	336393.222	3976669.830	2.50	-2.50	-2.48

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
51	920.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	893.968	181.74	336412.405	3976675.487	2.50	-2.50	-2.48
52	940.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	893.473	181.74	336431.588	3976681.143	2.50	-2.50	-2.48
53	960.000	Droite 2	Pente 2	Aucun	892.978	181.74	336450.772	3976686.800	2.50	-2.50	-2.48
54	980.000	Droite 2	Cercle 2	Aucun	892.483	181.74	336469.955	3976692.457	2.50	-2.50	-2.46
55	1000.000	Droite 2	Cercle 2	Aucun	891.998	181.74	336489.138	3976698.114	2.50	-2.50	-2.39
56	1020.000	Droite 2	Cercle 2	Aucun	891.526	181.74	336508.322	3976703.770	2.50	-2.50	-2.33
57	1040.000	Droite 2	Cercle 2	Aucun	891.067	181.74	336527.505	3976709.427	2.50	-2.50	-2.26
58	1060.000	Droite 2	Cercle 2	Aucun	890.622	181.74	336546.688	3976715.084	2.50	-2.50	-2.19
59	1080.000	Droite 2	Cercle 2	Aucun	890.190	181.74	336565.872	3976720.740	2.50	-2.50	-2.13
60	1083.854	Clothoïde 3	Cercle 2	Aucun	890.109	181.74	336569.569	3976721.831	2.50	-2.50	-2.11
61	1100.000	Clothoïde 3	Cercle 2	Aucun	889.772	181.54	336585.050	3976726.414	2.50	-1.24	-2.06
62	1120.000	Clothoïde 3	Cercle 2	Aucun	889.367	180.71	336604.182	3976732.241	2.50	0.32	-1.99
63	1140.000	Clothoïde 3	Cercle 2	Aucun	888.975	179.25	336623.206	3976738.412	2.50	1.87	-1.93
64	1150.854	Arc 2	Cercle 2	Aucun	888.768	178.19	336633.461	3976741.970	2.72	2.72	-1.89
65	1160.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	888.596	177.22	336642.051	3976745.108	2.72	2.72	-1.86
66	1180.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	888.231	175.10	336660.664	3976752.424	2.72	2.72	-1.79
67	1200.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	887.879	172.98	336679.023	3976760.356	2.72	2.72	-1.73
68	1220.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	887.541	170.85	336697.107	3976768.895	2.72	2.72	-1.66
69	1240.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	887.215	168.73	336714.897	3976778.032	2.72	2.72	-1.59
70	1260.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	886.904	166.61	336732.372	3976787.758	2.72	2.72	-1.53
71	1280.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	886.605	164.49	336749.513	3976798.060	2.72	2.72	-1.46
72	1300.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	886.320	162.37	336766.302	3976808.927	2.72	2.72	-1.39
73	1320.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	886.048	160.24	336782.719	3976820.348	2.72	2.72	-1.33
74	1340.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	885.790	158.12	336798.746	3976832.310	2.72	2.72	-1.26
75	1360.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	885.544	156.00	336814.366	3976844.800	2.72	2.72	-1.19
76	1380.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	885.313	153.88	336829.561	3976857.803	2.72	2.72	-1.13
77	1400.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	885.094	151.76	336844.314	3976871.305	2.72	2.72	-1.06
78	1420.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	884.889	149.63	336858.609	3976885.292	2.72	2.72	-0.99
79	1440.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	884.697	147.51	336872.430	3976899.747	2.72	2.72	-0.93
80	1460.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	884.519	145.39	336885.761	3976914.654	2.72	2.72	-0.86
81	1480.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	884.354	143.27	336898.588	3976929.998	2.72	2.72	-0.79
82	1500.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	884.202	141.15	336910.897	3976945.760	2.72	2.72	-0.73
83	1520.000	Arc 2	Cercle 2	Aucun	884.063	139.02	336922.673	3976961.925	2.72	2.72	-0.66
84	1540.000	Arc 2	Pente 3	Aucun	883.937	136.90	336933.905	3976978.472	2.72	2.72	-0.62
85	1560.000	Arc 2	Pente 3	Aucun	883.813	134.78	336944.578	3976995.385	2.72	2.72	-0.62
86	1571.252	Arc 2	Pente 3	Aucun	883.743	133.58	336950.334	3977005.054	2.72	2.72	-0.62
87	1580.000	Clothoïde 4	Pente 3	Aucun	883.689	132.72	336954.685	3977012.642	2.50	2.04	-0.62
88	1600.000	Clothoïde 4	Pente 3	Aucun	883.565	131.19	336964.292	3977030.183	2.50	0.48	-0.62
89	1620.000	Clothoïde 4	Pente 3	Aucun	883.441	130.29	336973.564	3977047.904	2.50	-1.08	-0.62
90	1638.252	Clothoïde 4	Cercle 3	Aucun	883.322	130.03	336981.881	3977064.151	2.50	-2.50	-0.71
91	1640.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	883.309	130.03	336982.675	3977065.708	2.50	-2.50	-0.72
92	1660.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	883.151	130.03	336991.763	3977083.524	2.50	-2.50	-0.86
93	1680.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	882.966	130.03	337000.851	3977101.340	2.50	-2.50	-0.99
94	1700.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	882.755	130.03	337009.940	3977119.156	2.50	-2.50	-1.12
95	1720.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	882.516	130.03	337019.028	3977136.971	2.50	-2.50	-1.26
96	1740.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	882.251	130.03	337028.116	3977154.787	2.50	-2.50	-1.39
97	1760.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	881.960	130.03	337037.205	3977172.603	2.50	-2.50	-1.52
98	1780.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	881.642	130.03	337046.293	3977190.419	2.50	-2.50	-1.66
99	1800.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	881.297	130.03	337055.381	3977208.234	2.50	-2.50	-1.79
100	1820.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	880.925	130.03	337064.470	3977226.050	2.50	-2.50	-1.92
101	1840.000	Droite 3	Cercle 3	Aucun	880.527	130.03	337073.558	3977243.866	2.50	-2.50	-2.06
102	1860.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	880.103	130.03	337082.646	3977261.682	2.50	-2.50	-2.16
103	1880.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	879.670	130.03	337091.735	3977279.498	2.50	-2.50	-2.16
104	1900.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	879.238	130.03	337100.823	3977297.313	2.50	-2.50	-2.16
105	1920.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	878.805	130.03	337109.911	3977315.129	2.50	-2.50	-2.16
106	1940.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	878.373	130.03	337119.000	3977332.945	2.50	-2.50	-2.16
107	1960.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	877.940	130.03	337128.088	3977350.761	2.50	-2.50	-2.16
108	1980.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	877.508	130.03	337137.176	3977368.577	2.50	-2.50	-2.16
109	2000.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	877.075	130.03	337146.265	3977386.392	2.50	-2.50	-2.16
110	2020.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	876.643	130.03	337155.353	3977404.208	2.50	-2.50	-2.16
111	2040.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	876.210	130.03	337164.441	3977422.024	2.50	-2.50	-2.16

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
112	2060.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	875.778	130.03	337173.530	3977439.840	2.50	-2.50	-2.16
113	2080.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	875.345	130.03	337182.618	3977457.655	2.50	-2.50	-2.16
114	2100.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	874.913	130.03	337191.706	3977475.471	2.50	-2.50	-2.16
115	2120.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	874.480	130.03	337200.795	3977493.287	2.50	-2.50	-2.16
116	2140.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	874.048	130.03	337209.883	3977511.103	2.50	-2.50	-2.16
117	2160.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	873.615	130.03	337218.971	3977528.919	2.50	-2.50	-2.16
118	2180.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	873.183	130.03	337228.060	3977546.734	2.50	-2.50	-2.16
119	2200.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	872.750	130.03	337237.148	3977564.550	2.50	-2.50	-2.16
120	2220.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	872.318	130.03	337246.236	3977582.366	2.50	-2.50	-2.16
121	2240.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	871.885	130.03	337255.325	3977600.182	2.50	-2.50	-2.16
122	2260.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	871.453	130.03	337264.413	3977617.998	2.50	-2.50	-2.16
123	2280.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	871.020	130.03	337273.501	3977635.813	2.50	-2.50	-2.16
124	2300.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	870.588	130.03	337282.590	3977653.629	2.50	-2.50	-2.16
125	2320.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	870.155	130.03	337291.678	3977671.445	2.50	-2.50	-2.16
126	2340.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	869.723	130.03	337300.766	3977689.261	2.50	-2.50	-2.16
127	2360.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	869.290	130.03	337309.855	3977707.076	2.50	-2.50	-2.16
128	2380.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	868.858	130.03	337318.943	3977724.892	2.50	-2.50	-2.16
129	2400.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	868.425	130.03	337328.031	3977742.708	2.50	-2.50	-2.16
130	2420.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	867.993	130.03	337337.120	3977760.524	2.50	-2.50	-2.16
131	2440.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	867.560	130.03	337346.208	3977778.340	2.50	-2.50	-2.16
132	2460.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	867.128	130.03	337355.296	3977796.155	2.50	-2.50	-2.16
133	2480.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	866.695	130.03	337364.385	3977813.971	2.50	-2.50	-2.16
134	2500.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	866.263	130.03	337373.473	3977831.787	2.50	-2.50	-2.16
135	2520.000	Droite 3	Pente 4	Aucun	865.830	130.03	337382.561	3977849.603	2.50	-2.50	-2.16
136	2534.691	Arc 3	Pente 4	Aucun	865.512	130.03	337389.237	3977867.419	2.50	-2.50	-2.16
137	2540.000	Arc 3	Pente 4	Aucun	865.398	129.81	337391.641	3977885.235	2.50	-2.50	-2.16
138	2560.000	Arc 3	Pente 4	Aucun	864.965	128.96	337400.547	3977903.051	2.50	-2.50	-2.16
139	2580.000	Arc 3	Pente 4	Aucun	864.533	128.11	337409.214	3977920.867	2.50	-2.50	-2.16
140	2600.000	Arc 3	Pente 4	Aucun	864.100	127.26	337417.639	3977938.683	2.50	-2.50	-2.16
141	2620.000	Arc 3	Pente 4	Aucun	863.668	126.41	337425.822	3977956.499	2.50	-2.50	-2.16
142	2640.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	863.237	125.56	337433.760	3977974.315	2.50	-2.50	-2.13
143	2660.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	862.817	124.71	337441.454	3977992.131	2.50	-2.50	-2.08
144	2680.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	862.406	123.86	337448.900	3978009.947	2.50	-2.50	-2.03
145	2700.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	862.006	123.01	337456.098	3978027.763	2.50	-2.50	-1.98
146	2720.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	861.615	122.17	337463.047	3978045.579	2.50	-2.50	-1.93
147	2740.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	861.234	121.32	337469.745	3978063.395	2.50	-2.50	-1.88
148	2760.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	860.864	120.47	337476.192	3978081.211	2.50	-2.50	-1.83
149	2780.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	860.503	119.62	337482.385	3978099.027	2.50	-2.50	-1.78
150	2800.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	860.153	118.77	337488.324	3978116.843	2.50	-2.50	-1.73
151	2820.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	859.812	117.92	337494.008	3978134.659	2.50	-2.50	-1.68
152	2840.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	859.482	117.07	337499.436	3978152.475	2.50	-2.50	-1.63
153	2860.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	859.161	116.22	337504.607	3978170.291	2.50	-2.50	-1.58
154	2880.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	858.850	115.38	337509.520	3978188.107	2.50	-2.50	-1.53
155	2900.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	858.550	114.53	337514.174	3978205.923	2.50	-2.50	-1.48
156	2920.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	858.259	113.68	337518.568	3978223.739	2.50	-2.50	-1.43
157	2940.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	857.979	112.83	337522.701	3978241.555	2.50	-2.50	-1.38
158	2960.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	857.708	111.98	337526.573	3978259.371	2.50	-2.50	-1.33
159	2980.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	857.448	111.13	337530.184	3978277.187	2.50	-2.50	-1.28
160	3000.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	857.197	110.28	337533.531	3978295.003	2.50	-2.50	-1.23
161	3020.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	856.957	109.43	337536.616	3978312.819	2.50	-2.50	-1.18
162	3040.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	856.726	108.58	337539.437	3978330.635	2.50	-2.50	-1.13
163	3060.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	856.505	107.74	337541.993	3978348.451	2.50	-2.50	-1.08
164	3080.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	856.295	106.89	337544.285	3978366.267	2.50	-2.50	-1.03
165	3100.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	856.094	106.04	337546.312	3978384.083	2.50	-2.50	-0.98
166	3120.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	855.904	105.19	337548.073	3978401.899	2.50	-2.50	-0.93
167	3140.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	855.723	104.34	337549.568	3978419.715	2.50	-2.50	-0.88
168	3160.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	855.553	103.49	337550.798	3978437.531	2.50	-2.50	-0.83
169	3180.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	855.392	102.64	337551.761	3978455.347	2.50	-2.50	-0.78
170	3200.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	855.242	101.79	337552.458	3978473.163	2.50	-2.50	-0.73
171	3220.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	855.101	100.95	337552.888	3978490.979	2.50	-2.50	-0.68
172	3240.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	854.971	100.10	337553.052	3978508.795	2.50	-2.50	-0.63



Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
173	3260.000	Arc 3	Cercle 4	Aucun	854.850	99.25	337552.948	3978562.047	2.50	-2.50	-0.58
174	3268.201	Arc 3	Cercle 4	Aucun	854.804	98.90	337552.829	3978570.247	2.50	-2.50	-0.56
175	3280.000	Droite 4	Cercle 4	Aucun	854.740	98.90	337552.625	3978582.044	2.50	-2.50	-0.53
176	3300.000	Droite 4	Cercle 4	Aucun	854.639	98.90	337552.279	3978602.041	2.50	-2.50	-0.48
177	3320.000	Droite 4	Cercle 4	Aucun	854.549	98.90	337551.934	3978622.038	2.50	-2.50	-0.43
178	3340.000	Droite 4	Cercle 4	Aucun	854.468	98.90	337551.588	3978642.035	2.50	-2.50	-0.38
179	3360.000	Droite 4	Cercle 4	Aucun	854.398	98.90	337551.242	3978662.032	2.50	-2.50	-0.33
180	3380.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	854.337	98.90	337550.896	3978682.029	2.50	-2.50	-0.29
181	3400.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	854.278	98.90	337550.550	3978702.026	2.50	-2.50	-0.29
182	3420.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	854.219	98.90	337550.205	3978722.024	2.50	-2.50	-0.29
183	3440.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	854.161	98.90	337549.859	3978742.021	2.50	-2.50	-0.29
184	3460.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	854.102	98.90	337549.513	3978762.018	2.50	-2.50	-0.29
185	3480.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	854.044	98.90	337549.167	3978782.015	2.50	-2.50	-0.29
186	3500.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.985	98.90	337548.822	3978802.012	2.50	-2.50	-0.29
187	3520.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.926	98.90	337548.476	3978822.009	2.50	-2.50	-0.29
188	3540.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.868	98.90	337548.130	3978842.006	2.50	-2.50	-0.29
189	3560.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.809	98.90	337547.784	3978862.003	2.50	-2.50	-0.29
190	3580.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.751	98.90	337547.438	3978882.000	2.50	-2.50	-0.29
191	3600.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.692	98.90	337547.093	3978901.997	2.50	-2.50	-0.29
192	3620.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.633	98.90	337546.747	3978921.994	2.50	-2.50	-0.29
193	3640.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.575	98.90	337546.401	3978941.991	2.50	-2.50	-0.29
194	3660.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.516	98.90	337546.055	3978961.988	2.50	-2.50	-0.29
195	3680.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.458	98.90	337545.710	3978981.985	2.50	-2.50	-0.29
196	3700.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.399	98.90	337545.364	3979001.982	2.50	-2.50	-0.29
197	3720.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.340	98.90	337545.018	3979021.979	2.50	-2.50	-0.29
198	3740.000	Droite 4	Pente 5	Aucun	853.282	98.90	337544.672	3979041.976	2.50	-2.50	-0.29
199	3742.088	Clothoïde 5	Pente 5	Aucun	853.276	98.90	337544.636	3979044.063	2.50	-2.50	-0.29
200	3760.000	Clothoïde 5	Pente 5	Aucun	853.223	98.65	337544.303	3979061.972	2.50	-1.10	-0.29
201	3780.000	Clothoïde 5	Pente 5	Aucun	853.165	97.76	337543.755	3979081.965	2.50	0.45	-0.29
202	3800.000	Clothoïde 5	Pente 5	Aucun	853.106	96.24	337542.830	3979101.943	2.50	2.01	-0.29
203	3809.088	Arc 4	Pente 5	Aucun	853.079	95.34	337542.232	3979111.011	2.72	2.72	-0.29
204	3820.000	Arc 4	Pente 5	Aucun	853.047	94.19	337541.336	3979121.886	2.72	2.72	-0.29
205	3840.000	Arc 4	Pente 5	Aucun	852.989	92.06	337539.180	3979141.769	2.72	2.72	-0.29
206	3860.000	Arc 4	Pente 5	Aucun	852.930	89.94	337536.364	3979161.568	2.72	2.72	-0.29
207	3880.000	Arc 4	Pente 5	Aucun	852.872	87.82	337532.889	3979181.263	2.72	2.72	-0.29
208	3900.000	Arc 4	Cercle 5	Aucun	852.816	85.70	337528.759	3979200.831	2.72	2.72	-0.25
209	3920.000	Arc 4	Cercle 5	Aucun	852.771	83.58	337523.980	3979220.251	2.72	2.72	-0.20
210	3940.000	Arc 4	Cercle 5	Aucun	852.735	81.45	337518.556	3979239.500	2.72	2.72	-0.15
211	3951.515	Arc 4	Cercle 5	Aucun	852.719	80.23	337515.143	3979250.498	2.72	2.72	-0.12
212	3960.000	Clothoïde 6	Cercle 5	Aucun	852.709	79.39	337512.496	3979258.559	2.50	2.06	-0.10
213	3980.000	Clothoïde 6	Cercle 5	Aucun	852.694	77.85	337505.890	3979277.436	2.50	0.50	-0.05
214	4000.000	Clothoïde 6	Cercle 5	Aucun	852.688	76.95	337498.923	3979296.183	2.50	-1.06	-0.00
215	4018.515	Clothoïde 6	Cercle 5	Aucun	852.692	76.68	337492.315	3979313.480	2.50	-2.50	0.04
216	4020.000	Droite 5	Cercle 5	Aucun	852.692	76.68	337491.784	3979314.866	2.50	-2.50	0.05
217	4040.000	Droite 5	Cercle 5	Aucun	852.707	76.68	337484.620	3979333.539	2.50	-2.50	0.10
218	4060.000	Droite 5	Cercle 5	Aucun	852.731	76.68	337477.456	3979352.211	2.50	-2.50	0.15
219	4080.000	Droite 5	Cercle 5	Aucun	852.765	76.68	337470.292	3979370.884	2.50	-2.50	0.20
220	4100.000	Droite 5	Cercle 5	Aucun	852.810	76.68	337463.128	3979389.557	2.50	-2.50	0.25
221	4120.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	852.864	76.68	337455.964	3979408.230	2.50	-2.50	0.29
222	4140.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	852.921	76.68	337448.800	3979426.903	2.50	-2.50	0.29
223	4160.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	852.978	76.68	337441.636	3979445.576	2.50	-2.50	0.29
224	4180.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.036	76.68	337434.472	3979464.249	2.50	-2.50	0.29
225	4200.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.093	76.68	337427.308	3979482.922	2.50	-2.50	0.29
226	4220.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.150	76.68	337420.144	3979501.595	2.50	-2.50	0.29
227	4240.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.208	76.68	337412.980	3979520.268	2.50	-2.50	0.29
228	4260.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.265	76.68	337405.816	3979538.941	2.50	-2.50	0.29
229	4280.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.322	76.68	337398.653	3979557.614	2.50	-2.50	0.29
230	4300.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.380	76.68	337391.489	3979576.287	2.50	-2.50	0.29
231	4320.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.437	76.68	337384.325	3979594.959	2.50	-2.50	0.29
232	4340.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.494	76.68	337377.161	3979613.632	2.50	-2.50	0.29
233	4360.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.551	76.68	337369.997	3979632.305	2.50	-2.50	0.29

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
234	4380.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.609	76.68	337362.833	3979650.978	2.50	-2.50	0.29
235	4400.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.666	76.68	337355.669	3979669.651	2.50	-2.50	0.29
236	4420.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.723	76.68	337348.505	3979688.324	2.50	-2.50	0.29
237	4440.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.781	76.68	337341.341	3979706.997	2.50	-2.50	0.29
238	4460.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.838	76.68	337334.177	3979725.670	2.50	-2.50	0.29
239	4480.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.895	76.68	337327.013	3979744.343	2.50	-2.50	0.29
240	4500.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	853.953	76.68	337319.849	3979763.016	2.50	-2.50	0.29
241	4520.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.010	76.68	337312.685	3979781.689	2.50	-2.50	0.29
242	4540.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.067	76.68	337305.521	3979800.362	2.50	-2.50	0.29
243	4560.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.124	76.68	337298.357	3979819.035	2.50	-2.50	0.29
244	4580.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.182	76.68	337291.193	3979837.707	2.50	-2.50	0.29
245	4600.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.239	76.68	337284.030	3979856.380	2.50	-2.50	0.29
246	4620.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.296	76.68	337276.866	3979875.053	2.50	-2.50	0.29
247	4640.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.354	76.68	337269.702	3979893.726	2.50	-2.50	0.29
248	4660.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.411	76.68	337262.538	3979912.399	2.50	-2.50	0.29
249	4680.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.468	76.68	337255.374	3979931.072	2.50	-2.50	0.29
250	4700.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.526	76.68	337248.210	3979949.745	2.50	-2.50	0.29
251	4720.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.583	76.68	337241.046	3979968.418	2.50	-2.50	0.29
252	4740.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.640	76.68	337233.882	3979987.091	2.50	-2.50	0.29
253	4760.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.697	76.68	337226.718	3980005.764	2.50	-2.50	0.29
254	4780.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.755	76.68	337219.554	3980024.437	2.50	-2.50	0.29
255	4800.000	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.812	76.68	337212.390	3980043.110	2.50	-2.50	0.29
256	4805.284	Droite 5	Pente 6	Aucun	854.827	76.68	337210.498	3980048.043	2.50	-2.50	0.29

# **Annexe D**

## **Cubatures**

# ANNEXE D : Cubatures Décapage

**Axe :**

Table courante : ARP R80 2 voies >= 6m

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
1	0.000	10.000	0.200	0.200	2.71	27.1	27.1	135.35	135.35
2	20.000	20.000	0.200	0.200	2.76	55.2	82.3	276.12	411.47
3	40.000	20.000	0.200	0.200	2.67	53.3	135.6	266.58	678.05
4	60.000	20.000	0.200	0.200	2.77	55.4	191.0	277.01	955.06
5	80.000	20.000	0.200	0.200	2.75	54.9	245.9	274.66	1229.72
6	100.000	20.000	0.200	0.200	2.69	53.7	299.7	268.64	1498.36
7	120.000	20.000	0.200	0.200	2.61	52.2	351.8	260.88	1759.24
8	140.000	20.000	0.200	0.200	2.65	53.0	404.9	265.01	2024.25
9	160.000	20.000	0.200	0.200	2.73	54.5	459.4	272.68	2296.93
10	180.000	20.000	0.200	0.200	2.78	55.7	515.1	278.36	2575.29
11	200.000	20.000	0.200	0.200	2.76	55.3	570.3	276.34	2851.64
12	220.000	20.000	0.200	0.200	2.66	53.2	623.5	266.05	3117.69
13	240.000	20.000	0.200	0.200	2.77	55.5	679.0	277.31	3395.00
14	260.000	20.000	0.200	0.200	3.17	63.4	742.4	317.02	3712.03
15	280.000	20.000	0.200	0.200	3.19	63.8	806.2	318.80	4030.83
16	300.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	878.2	360.00	4390.83
17	320.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	950.2	360.00	4750.83
18	340.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	1022.2	360.00	5110.83
19	360.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	1094.2	360.00	5470.83
20	380.000	13.405	0.200	0.200	3.60	48.3	1142.4	241.29	5712.12
21	386.810	10.000	0.200	0.200	3.60	36.0	1178.4	180.00	5892.12
22	400.000	16.595	0.200	0.200	3.60	59.7	1238.2	298.71	6190.83
23	420.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	1310.2	360.00	6550.83
24	440.000	16.362	0.200	0.200	3.60	58.9	1369.1	294.51	6845.34
25	452.724	10.000	0.200	0.200	3.60	36.0	1405.1	180.00	7025.34
26	460.000	13.638	0.200	0.200	3.60	49.1	1454.2	245.49	7270.83
27	480.000	15.079	0.200	0.200	3.22	48.5	1502.6	242.40	7513.23
28	490.157	10.000	0.200	0.200	3.21	32.1	1534.7	160.32	7673.55
29	500.000	14.921	0.200	0.200	3.22	48.0	1582.7	239.87	7913.42
30	520.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	1654.7	360.00	8273.42
31	540.000	18.035	0.200	0.200	3.60	64.9	1719.6	324.64	8598.05
32	556.071	10.000	0.200	0.200	3.22	32.2	1751.8	160.95	8759.00
33	560.000	11.965	0.200	0.200	2.83	33.9	1785.7	169.44	8928.44
34	580.000	20.000	0.200	0.200	2.72	54.4	1840.1	272.13	9200.57
35	600.000	20.000	0.200	0.200	2.73	54.6	1894.7	273.14	9473.71
36	620.000	20.000	0.200	0.200	2.73	54.5	1949.3	272.67	9746.38
37	640.000	20.000	0.200	0.200	2.65	52.9	2002.2	264.52	10010.89
38	660.000	20.000	0.200	0.200	2.70	53.9	2056.1	269.52	10280.42
39	680.000	20.000	0.200	0.200	3.14	62.8	2118.9	314.02	10594.44
40	700.000	20.000	0.200	0.200	3.19	63.8	2182.7	319.10	10913.53
41	720.000	20.000	0.200	0.200	2.82	56.3	2239.0	281.65	11195.18
42	740.000	20.000	0.200	0.200	2.72	54.3	2293.4	271.68	11466.86
43	760.000	20.000	0.200	0.200	2.72	54.3	2347.7	271.53	11738.39
44	780.000	20.000	0.200	0.200	2.72	54.4	2402.1	271.95	12010.34
45	800.000	20.000	0.200	0.200	2.74	54.9	2456.9	274.27	12284.62
46	820.000	20.000	0.200	0.200	2.76	55.2	2512.2	276.17	12560.79
47	840.000	20.000	0.200	0.200	2.81	56.2	2568.3	280.81	12841.59
48	860.000	20.000	0.200	0.200	2.84	56.7	2625.0	283.62	13125.21
49	880.000	20.000	0.200	0.200	3.18	63.6	2688.6	317.76	13442.98
50	900.000	20.000	0.200	0.200	3.17	63.3	2751.9	316.59	13759.57

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
51	920.000	20.000	0.200	0.200	3.16	63.2	2815.1	316.05	14075.61
52	940.000	20.000	0.200	0.200	3.13	62.7	2877.8	313.39	14389.01
53	960.000	20.000	0.200	0.200	2.75	55.0	2932.8	274.86	14663.86
54	980.000	20.000	0.200	0.200	3.15	63.0	2995.8	315.03	14978.90
55	1000.000	20.000	0.200	0.200	2.82	56.3	3052.1	281.70	15260.60
56	1020.000	20.000	0.200	0.200	2.76	55.1	3107.3	275.71	15536.31
57	1040.000	20.000	0.200	0.200	2.65	53.1	3160.3	265.41	15801.72
58	1060.000	20.000	0.200	0.200	2.68	53.5	3213.9	267.66	16069.38
59	1080.000	11.927	0.200	0.200	2.67	31.8	3245.7	159.07	16228.44
60	1083.854	10.000	0.200	0.200	2.68	26.8	3272.5	133.99	16362.44
61	1100.000	18.073	0.200	0.200	2.66	48.0	3320.5	240.05	16602.49
62	1120.000	20.000	0.200	0.200	2.69	53.8	3374.3	268.93	16871.42
63	1140.000	15.427	0.200	0.200	2.64	40.8	3415.1	203.90	17075.31
64	1150.854	10.000	0.200	0.200	2.64	26.4	3441.4	131.85	17207.16
65	1160.000	14.573	0.200	0.200	2.64	38.5	3479.9	192.56	17399.72
66	1180.000	20.000	0.200	0.200	2.67	53.4	3533.3	266.77	17666.49
67	1200.000	20.000	0.200	0.200	2.68	53.6	3586.9	268.01	17934.50
68	1220.000	20.000	0.200	0.200	2.75	54.9	3641.8	274.64	18209.14
69	1240.000	20.000	0.200	0.200	2.98	59.5	3701.4	297.63	18506.76
70	1260.000	20.000	0.200	0.200	2.76	55.3	3756.7	276.60	18783.36
71	1280.000	20.000	0.200	0.200	2.90	58.1	3814.8	290.69	19074.05
72	1300.000	20.000	0.200	0.200	2.93	58.7	3873.5	293.41	19367.46
73	1320.000	20.000	0.200	0.200	2.82	56.5	3930.0	282.55	19650.01
74	1340.000	20.000	0.200	0.200	2.75	55.0	3985.0	274.82	19924.83
75	1360.000	20.000	0.200	0.200	2.86	57.1	4042.1	285.56	20210.39
76	1380.000	20.000	0.200	0.200	3.12	62.4	4104.5	311.87	20522.27
77	1400.000	20.000	0.200	0.200	3.16	63.0	4167.5	315.19	20837.46
78	1420.000	20.000	0.200	0.200	3.14	62.7	4230.2	313.61	21151.07
79	1440.000	20.000	0.200	0.200	3.12	62.3	4292.5	311.28	21462.35
80	1460.000	20.000	0.200	0.200	3.13	62.4	4354.9	312.04	21774.39
81	1480.000	20.000	0.200	0.200	3.16	63.1	4418.0	315.38	22089.77
82	1500.000	20.000	0.200	0.200	3.19	63.7	4481.6	318.45	22408.23
83	1520.000	20.000	0.200	0.200	3.18	63.5	4545.2	317.70	22725.93
84	1540.000	20.000	0.200	0.200	3.15	62.9	4608.1	314.54	23040.47
85	1560.000	15.626	0.200	0.200	3.18	49.6	4657.7	247.87	23288.34
86	1571.252	10.000	0.200	0.200	3.17	31.6	4689.3	158.11	23446.45
87	1580.000	14.374	0.200	0.200	3.17	45.4	4734.7	227.20	23673.65
88	1600.000	20.000	0.200	0.200	3.18	63.6	4798.3	317.86	23991.51
89	1620.000	19.126	0.200	0.200	3.60	68.9	4867.2	344.27	24335.78
90	1638.252	10.000	0.200	0.200	3.60	36.0	4903.2	180.00	24515.78
91	1640.000	10.874	0.200	0.200	3.60	39.1	4942.3	195.73	24711.51
92	1660.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5014.3	360.00	25071.51
93	1680.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5086.3	360.00	25431.51
94	1700.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5158.3	360.00	25791.51
95	1720.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5230.3	360.00	26151.51
96	1740.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5302.3	360.00	26511.51
97	1760.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5374.3	360.00	26871.51
98	1780.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5446.3	360.00	27231.51
99	1800.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5518.3	360.00	27591.51
100	1820.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5590.3	360.00	27951.51
101	1840.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5662.3	360.00	28311.51
102	1860.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5734.3	360.00	28671.51
103	1880.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5806.3	360.00	29031.51
104	1900.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	5878.3	360.00	29391.51
105	1920.000	20.000	0.200	0.200	3.19	63.8	5942.1	318.90	29710.41
106	1940.000	20.000	0.200	0.200	2.70	54.0	5996.0	269.84	29980.25
107	1960.000	20.000	0.200	0.200	2.64	52.8	6048.9	264.07	30244.32
108	1980.000	20.000	0.200	0.200	2.74	54.8	6103.7	274.12	30518.43
109	2000.000	20.000	0.200	0.200	2.83	56.5	6160.2	282.73	30801.16
110	2020.000	20.000	0.200	0.200	2.84	56.7	6216.9	283.58	31084.73
111	2040.000	20.000	0.200	0.200	2.85	57.1	6274.0	285.49	31370.22

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
112	2060.000	20.000	0.200	0.200	3.12	62.3	6336.4	311.62	31681.84
113	2080.000	20.000	0.200	0.200	3.34	66.8	6403.2	334.04	32015.88
114	2100.000	20.000	0.200	0.200	3.23	64.7	6467.9	323.38	32339.26
115	2120.000	20.000	0.200	0.200	3.01	60.1	6528.0	300.53	32639.79
116	2140.000	20.000	0.200	0.200	3.02	60.4	6588.4	302.13	32941.92
117	2160.000	20.000	0.200	0.200	3.06	61.3	6649.6	306.29	33248.21
118	2180.000	20.000	0.200	0.200	2.88	57.5	6707.2	287.67	33535.87
119	2200.000	20.000	0.200	0.200	2.83	56.7	6763.8	283.27	33819.14
120	2220.000	20.000	0.200	0.200	2.88	57.7	6821.5	288.46	34107.60
121	2240.000	20.000	0.200	0.200	2.93	58.6	6880.1	292.95	34400.55
122	2260.000	20.000	0.200	0.200	2.87	57.4	6937.5	286.88	34687.43
123	2280.000	20.000	0.200	0.200	2.71	54.2	6991.7	271.16	34958.59
124	2300.000	20.000	0.200	0.200	2.70	54.0	7045.7	269.87	35228.46
125	2320.000	20.000	0.200	0.200	2.81	56.1	7101.8	280.57	35509.02
126	2340.000	20.000	0.200	0.200	2.77	55.4	7157.2	277.21	35786.23
127	2360.000	20.000	0.200	0.200	2.81	56.3	7213.5	281.26	36067.49
128	2380.000	20.000	0.200	0.200	2.84	56.8	7270.3	284.10	36351.59
129	2400.000	20.000	0.200	0.200	3.20	63.9	7334.2	319.57	36671.17
130	2420.000	20.000	0.200	0.200	3.22	64.3	7398.6	321.61	36992.78
131	2440.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	7470.6	360.00	37352.78
132	2460.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	7542.6	360.00	37712.78
133	2480.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	7614.6	360.00	38072.78
134	2500.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	7686.6	360.00	38432.78
135	2520.000	17.345	0.200	0.200	3.60	62.4	7749.0	312.22	38745.00
136	2534.691	10.000	0.200	0.200	3.60	36.0	7785.0	180.00	38925.00
137	2540.000	12.655	0.200	0.200	3.60	45.6	7830.6	227.78	39152.78
138	2560.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	7902.6	360.00	39512.78
139	2580.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	7974.6	360.00	39872.78
140	2600.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8046.6	360.00	40232.78
141	2620.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8118.6	360.00	40592.78
142	2640.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8190.6	360.00	40952.78
143	2660.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8262.6	360.00	41312.78
144	2680.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8334.6	360.00	41672.78
145	2700.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8406.6	360.00	42032.78
146	2720.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8478.6	360.00	42392.78
147	2740.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8550.6	360.00	42752.78
148	2760.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8622.6	360.00	43112.78
149	2780.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8694.6	360.00	43472.78
150	2800.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8766.6	360.00	43832.78
151	2820.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8838.6	360.00	44192.78
152	2840.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8910.6	360.00	44552.78
153	2860.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	8982.6	360.00	44912.78
154	2880.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	9054.6	360.00	45272.78
155	2900.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	9126.6	360.00	45632.78
156	2920.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	9198.6	360.00	45992.78
157	2940.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	9270.6	360.00	46352.78
158	2960.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	9342.6	360.00	46712.78
159	2980.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	9414.6	360.00	47072.78
160	3000.000	20.000	0.200	0.200	2.85	57.1	9471.7	285.49	47358.27
161	3020.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	9543.7	360.00	47718.27
162	3040.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	9615.7	360.00	48078.27
163	3060.000	20.000	0.200	0.200	2.83	56.6	9672.3	283.17	48361.44
164	3080.000	20.000	0.200	0.200	2.82	56.3	9728.6	281.57	48643.01
165	3100.000	20.000	0.200	0.200	3.20	64.0	9792.6	319.88	48962.89
166	3120.000	20.000	0.200	0.200	3.13	62.6	9855.2	313.07	49275.97
167	3140.000	20.000	0.200	0.200	3.13	62.6	9917.8	312.96	49588.92
168	3160.000	20.000	0.200	0.200	2.73	54.6	9972.4	273.17	49862.09
169	3180.000	20.000	0.200	0.200	2.78	55.5	10028.0	277.68	50139.77
170	3200.000	20.000	0.200	0.200	2.84	56.7	10084.7	283.70	50423.47
171	3220.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	10156.7	360.00	50783.47
172	3240.000	20.000	0.200	0.200	3.60	72.0	10228.7	360.00	51143.47

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
173	3260.000	14.100	0.200	0.200	2.82	39.8	10268.5	199.02	51342.49
174	3268.201	10.000	0.200	0.200	2.76	27.6	10296.1	137.86	51480.35
175	3280.000	15.900	0.200	0.200	2.67	42.4	10338.4	211.87	51692.23
176	3300.000	20.000	0.200	0.200	2.69	53.8	10392.2	268.96	51961.19
177	3320.000	20.000	0.200	0.200	2.72	54.5	10446.7	272.49	52233.68
178	3340.000	20.000	0.200	0.200	2.71	54.2	10501.0	271.20	52504.88
179	3360.000	20.000	0.200	0.200	2.73	54.6	10555.6	273.23	52778.11
180	3380.000	20.000	0.200	0.200	2.62	52.3	10607.9	261.61	53039.72
181	3400.000	20.000	0.200	0.200	2.87	57.3	10665.3	286.74	53326.46
182	3420.000	20.000	0.200	0.200	2.98	59.5	10724.8	297.51	53623.97
183	3440.000	20.000	0.200	0.200	2.93	58.6	10783.4	293.17	53917.14
184	3460.000	20.000	0.200	0.200	3.05	61.1	10844.5	305.35	54222.49
185	3480.000	20.000	0.200	0.200	3.19	63.9	10908.4	319.35	54541.84
186	3500.000	20.000	0.200	0.200	3.24	64.7	10973.1	323.66	54865.51
187	3520.000	20.000	0.200	0.200	3.26	65.1	11038.2	325.53	55191.04
188	3540.000	20.000	0.200	0.200	3.22	64.4	11102.6	322.02	55513.06
189	3560.000	20.000	0.200	0.200	3.20	63.9	11166.5	319.67	55832.73
190	3580.000	20.000	0.200	0.200	3.33	66.5	11233.1	332.59	56165.32
191	3600.000	20.000	0.200	0.200	3.48	69.6	11302.7	348.02	56513.33
192	3620.000	20.000	0.200	0.200	3.55	71.0	11373.7	354.94	56868.27
193	3640.000	20.000	0.200	0.200	3.64	72.8	11446.4	363.84	57232.11
194	3660.000	20.000	0.200	0.200	3.61	72.2	11518.6	360.92	57593.03
195	3680.000	20.000	0.200	0.200	3.57	71.5	11590.1	357.41	57950.44
196	3700.000	20.000	0.200	0.200	3.54	70.8	11660.9	353.89	58304.33
197	3720.000	20.000	0.200	0.200	3.50	70.1	11730.9	350.37	58654.70
198	3740.000	11.044	0.200	0.200	3.47	38.3	11769.2	191.53	58846.23
199	3742.088	10.000	0.200	0.200	3.46	34.6	11803.9	173.25	59019.48
200	3760.000	18.956	0.200	0.200	3.45	65.4	11869.3	326.82	59346.30
201	3780.000	20.000	0.200	0.200	3.43	68.6	11937.8	342.95	59689.25
202	3800.000	14.544	0.200	0.200	3.41	49.6	11987.5	248.05	59937.30
203	3809.088	10.000	0.200	0.200	3.39	33.9	12021.3	169.33	60106.63
204	3820.000	15.456	0.200	0.200	3.35	51.8	12073.1	259.10	60365.73
205	3840.000	20.000	0.200	0.200	3.35	66.9	12140.1	334.61	60700.34
206	3860.000	20.000	0.200	0.200	3.31	66.2	12206.3	331.09	61031.43
207	3880.000	20.000	0.200	0.200	3.27	65.5	12271.8	327.57	61359.00
208	3900.000	20.000	0.200	0.200	3.24	64.8	12336.7	324.25	61683.25
209	3920.000	20.000	0.200	0.200	3.21	64.3	12401.0	321.51	62004.76
210	3940.000	15.758	0.200	0.200	3.19	50.3	12451.3	251.63	62256.38
211	3951.515	10.000	0.200	0.200	3.18	31.8	12483.1	159.20	62415.59
212	3960.000	14.242	0.200	0.200	3.17	45.2	12528.3	225.98	62641.57
213	3980.000	20.000	0.200	0.200	3.15	62.9	12591.3	314.74	62956.31
214	4000.000	19.258	0.200	0.200	3.13	60.2	12651.5	301.14	63257.45
215	4018.515	10.000	0.200	0.200	3.11	31.1	12682.6	155.72	63413.17
216	4020.000	10.742	0.200	0.200	3.11	33.5	12716.1	167.30	63580.47
217	4040.000	20.000	0.200	0.200	3.12	62.5	12778.6	312.35	63892.82
218	4060.000	20.000	0.200	0.200	3.17	63.4	12842.0	317.07	64209.89
219	4080.000	20.000	0.200	0.200	3.16	63.2	12905.2	315.87	64525.75
220	4100.000	20.000	0.200	0.200	3.70	74.0	12979.1	369.78	64895.53
221	4120.000	20.000	0.200	0.200	3.34	66.8	13045.9	334.09	65229.62
222	4140.000	20.000	0.200	0.200	3.25	65.0	13111.0	325.22	65554.83
223	4160.000	20.000	0.200	0.200	3.29	65.7	13176.7	328.65	65883.49
224	4180.000	20.000	0.200	0.200	3.32	66.4	13243.1	332.09	66215.58
225	4200.000	20.000	0.200	0.200	3.36	67.1	13310.2	335.53	66551.11
226	4220.000	20.000	0.200	0.200	3.39	67.8	13378.0	338.97	66890.08
227	4240.000	20.000	0.200	0.200	3.42	68.5	13446.5	342.41	67232.49
228	4260.000	20.000	0.200	0.200	3.46	69.2	13515.7	345.84	67578.33
229	4280.000	20.000	0.200	0.200	3.65	73.0	13588.6	364.91	67943.24
230	4300.000	20.000	0.200	0.200	3.50	69.9	13658.6	349.66	68292.90
231	4320.000	20.000	0.200	0.200	3.25	65.0	13723.6	325.01	68617.91
232	4340.000	20.000	0.200	0.200	3.49	69.9	13793.5	349.42	68967.33
233	4360.000	20.000	0.200	0.200	3.41	68.1	13861.6	340.68	69308.01

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
234	4380.000	20.000	0.200	0.200	3.11	62.2	13923.8	311.01	69619.02
235	4400.000	20.000	0.200	0.200	3.10	62.0	13985.8	309.91	69928.93
236	4420.000	20.000	0.200	0.200	3.13	62.7	14048.5	313.35	70242.28
237	4440.000	20.000	0.200	0.200	3.17	63.4	14111.8	316.79	70559.07
238	4460.000	20.000	0.200	0.200	3.20	64.0	14175.9	320.22	70879.29
239	4480.000	20.000	0.200	0.200	3.24	64.7	14240.6	323.66	71202.95
240	4500.000	20.000	0.200	0.200	3.27	65.4	14306.0	327.10	71530.05
241	4520.000	20.000	0.200	0.200	3.31	66.1	14372.1	330.54	71860.59
242	4540.000	20.000	0.200	0.200	3.11	62.2	14434.3	311.05	72171.64
243	4560.000	20.000	0.200	0.200	2.86	57.2	14491.5	285.84	72457.48
244	4580.000	20.000	0.200	0.200	2.81	56.2	14547.7	280.85	72738.33
245	4600.000	20.000	0.200	0.200	2.84	56.9	14604.6	284.46	73022.79
246	4620.000	20.000	0.200	0.200	2.88	57.5	14662.1	287.73	73310.52
247	4640.000	20.000	0.200	0.200	2.91	58.2	14720.3	291.17	73601.69
248	4660.000	20.000	0.200	0.200	2.95	58.9	14779.3	294.60	73896.29
249	4680.000	20.000	0.200	0.200	2.98	59.6	14838.9	298.04	74194.34
250	4700.000	20.000	0.200	0.200	3.01	60.3	14899.2	301.48	74495.82
251	4720.000	20.000	0.200	0.200	3.05	61.0	14960.1	304.92	74800.74
252	4740.000	20.000	0.200	0.200	3.05	61.0	15021.2	305.25	75105.98
253	4760.000	20.000	0.200	0.200	3.09	61.7	15082.9	308.67	75414.65
254	4780.000	20.000	0.200	0.200	2.85	57.0	15139.9	284.92	75699.57
255	4800.000	12.642	0.200	0.200	2.68	33.9	15173.8	169.29	75868.86
256	4805.284	2.642	0.200	0.200	2.60	6.9	15180.6	34.37	75903.23



# ANNEXE D : Cubatures Déblai Remblai

**Axe :**

Table courante : ARP R80 2 voies >= 6m

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
1	0.000	10.000	2.62	0.12	26.2	1.2	26.2	1.2
2	20.000	20.000	5.60	0.04	112.0	0.8	138.2	2.0
3	40.000	20.000	1.42	0.05	28.5	1.0	166.7	3.0
4	60.000	20.000	0.01	2.92	0.1	58.4	166.8	61.4
5	80.000	20.000	0.05	3.24	1.1	64.8	167.9	126.2
6	100.000	20.000	0.06	2.27	1.2	45.5	169.1	171.7
7	120.000	20.000	0.32	0.30	6.4	6.0	175.5	177.7
8	140.000	20.000	2.26	0.04	45.2	0.8	220.7	178.5
9	160.000	20.000	0.41	1.45	8.2	29.0	229.0	207.5
10	180.000	20.000	0.00	4.15	0.0	82.9	229.0	290.4
11	200.000	20.000	0.00	3.80	0.0	76.1	229.0	366.5
12	220.000	20.000	0.93	0.22	18.6	4.3	247.6	370.8
13	240.000	20.000	6.27	0.04	125.4	0.8	373.0	371.6
14	260.000	20.000	10.64	0.07	212.8	1.3	585.8	372.9
15	280.000	20.000	10.96	0.04	219.1	0.7	805.0	373.6
16	300.000	20.000	18.35	0.03	367.0	0.5	1171.9	374.1
17	320.000	20.000	25.42	0.00	508.4	0.0	1680.3	374.1
18	340.000	20.000	28.33	0.00	566.6	0.0	2246.9	374.1
19	360.000	20.000	29.68	0.00	593.5	0.0	2840.5	374.1
20	380.000	13.405	29.16	0.00	390.9	0.0	3231.4	374.1
21	386.810	10.000	28.94	0.00	289.4	0.0	3520.8	374.1
22	400.000	16.595	28.90	0.00	479.5	0.0	4000.3	374.1
23	420.000	20.000	27.73	0.00	554.5	0.0	4554.8	374.1
24	440.000	16.362	23.25	0.00	380.2	0.0	4935.1	374.1
25	452.724	10.000	20.10	0.02	200.8	0.3	5135.9	374.4
26	460.000	13.638	18.26	0.08	248.7	1.1	5384.6	375.5
27	480.000	15.079	13.53	0.04	203.1	0.6	5587.7	376.0
28	490.157	10.000	13.46	0.04	134.0	0.4	5721.7	376.4
29	500.000	14.921	13.46	0.04	200.2	0.6	5921.9	377.0
30	520.000	20.000	15.03	0.27	300.2	5.4	6222.2	382.4
31	540.000	18.035	13.88	0.30	250.2	5.4	6472.4	387.8
32	556.071	10.000	10.42	0.23	104.2	2.3	6576.5	390.1
33	560.000	11.965	8.38	0.04	100.3	0.5	6676.8	390.5
34	580.000	20.000	4.53	0.04	90.7	0.8	6767.5	391.3
35	600.000	20.000	4.84	0.04	96.9	0.8	6864.4	392.2
36	620.000	20.000	4.76	0.04	95.1	0.8	6959.5	393.0
37	640.000	20.000	2.10	0.04	42.1	0.8	7001.6	393.8
38	660.000	20.000	2.39	0.04	47.8	0.8	7049.3	394.6
39	680.000	20.000	10.47	0.08	209.4	1.5	7258.8	396.1
40	700.000	20.000	12.99	0.11	259.7	2.1	7518.5	398.2
41	720.000	20.000	8.15	0.04	163.0	0.8	7681.5	398.9
42	740.000	20.000	4.41	0.04	88.2	0.8	7769.7	399.7
43	760.000	20.000	4.34	0.04	86.9	0.8	7856.5	400.5
44	780.000	20.000	4.52	0.04	90.5	0.8	7947.0	401.3
45	800.000	20.000	5.25	0.04	104.9	0.8	8051.9	402.1
46	820.000	20.000	5.95	0.04	119.0	0.8	8170.9	402.9
47	840.000	20.000	7.50	0.04	150.1	0.8	8321.0	403.7
48	860.000	20.000	9.02	0.04	180.4	0.8	8501.4	404.5
49	880.000	20.000	9.98	0.22	199.6	4.3	8701.0	408.8
50	900.000	20.000	9.86	0.22	197.3	4.4	8898.3	413.3

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
51	920.000	20.000	9.57	0.23	191.4	4.5	9089.6	417.8
52	940.000	20.000	7.75	0.22	155.0	4.4	9244.6	422.1
53	960.000	20.000	5.41	0.04	108.1	0.8	9352.8	422.9
54	980.000	20.000	8.88	0.22	177.7	4.3	9530.4	427.2
55	1000.000	20.000	8.21	0.04	164.1	0.8	9694.6	428.0
56	1020.000	20.000	3.35	0.04	67.1	0.8	9761.6	428.8
57	1040.000	20.000	1.66	0.05	33.2	1.1	9794.8	429.9
58	1060.000	20.000	1.07	0.33	21.3	6.5	9816.1	436.4
59	1080.000	11.927	0.28	1.65	3.3	19.6	9819.4	456.1
60	1083.854	10.000	0.40	1.45	4.0	14.5	9823.4	470.6
61	1100.000	18.073	1.68	0.04	30.4	0.7	9853.8	471.3
62	1120.000	20.000	3.55	0.04	71.0	0.8	9924.8	472.1
63	1140.000	15.427	2.12	0.04	32.6	0.6	9957.4	472.8
64	1150.854	10.000	1.39	0.10	13.8	1.0	9971.2	473.8
65	1160.000	14.573	0.94	0.25	13.7	3.7	9984.9	477.5
66	1180.000	20.000	0.20	1.06	4.0	21.2	9988.8	498.7
67	1200.000	20.000	0.18	1.22	3.6	24.6	9992.4	523.3
68	1220.000	20.000	0.00	2.55	0.0	51.1	9992.4	574.5
69	1240.000	20.000	0.00	6.58	0.0	131.6	9992.4	706.1
70	1260.000	20.000	0.00	5.49	0.0	110.1	9992.4	816.2
71	1280.000	20.000	0.02	6.98	0.4	140.3	9992.8	956.5
72	1300.000	20.000	0.00	7.33	0.0	146.8	9992.8	1103.3
73	1320.000	20.000	0.00	3.56	0.0	71.5	9992.8	1174.8
74	1340.000	20.000	0.54	1.97	10.8	39.8	10003.6	1214.6
75	1360.000	20.000	4.66	0.89	92.6	18.0	10096.2	1232.6
76	1380.000	20.000	8.90	0.05	177.0	1.1	10273.2	1233.7
77	1400.000	20.000	11.72	0.02	233.4	0.4	10506.6	1234.0
78	1420.000	20.000	13.01	0.02	259.2	0.4	10765.7	1234.4
79	1440.000	20.000	11.37	0.02	226.3	0.4	10992.0	1234.8
80	1460.000	20.000	7.61	0.05	151.4	1.0	11143.4	1235.8
81	1480.000	20.000	8.24	0.07	164.1	1.3	11307.4	1237.1
82	1500.000	20.000	10.27	0.04	204.7	0.7	11512.1	1237.8
83	1520.000	20.000	10.27	0.04	204.8	0.9	11716.9	1238.7
84	1540.000	20.000	11.22	0.08	223.6	1.7	11940.5	1240.4
85	1560.000	15.626	13.28	0.04	207.0	0.6	12147.5	1241.0
86	1571.252	10.000	13.36	0.03	133.1	0.3	12280.6	1241.3
87	1580.000	14.374	13.41	0.02	192.1	0.3	12472.7	1241.6
88	1600.000	20.000	14.46	0.02	288.7	0.4	12761.4	1242.0
89	1620.000	19.126	17.90	0.35	342.0	6.7	13103.4	1248.7
90	1638.252	10.000	20.44	0.19	204.4	1.9	13307.8	1250.6
91	1640.000	10.874	20.59	0.18	223.8	2.0	13531.7	1252.6
92	1660.000	20.000	21.51	0.10	430.2	2.0	13961.9	1254.6
93	1680.000	20.000	21.97	0.07	439.4	1.5	14401.3	1256.0
94	1700.000	20.000	23.38	0.01	467.6	0.2	14868.9	1256.3
95	1720.000	20.000	23.78	0.00	475.6	0.0	15344.5	1256.3
96	1740.000	20.000	22.52	0.01	450.3	0.2	15794.8	1256.5
97	1760.000	20.000	21.97	0.03	439.3	0.5	16234.2	1257.0
98	1780.000	20.000	20.91	0.00	418.3	0.0	16652.5	1257.0
99	1800.000	20.000	26.30	0.00	525.9	0.0	17178.4	1257.0
100	1820.000	20.000	25.39	0.00	507.9	0.0	17686.3	1257.0
101	1840.000	20.000	22.15	0.01	443.1	0.1	18129.4	1257.1
102	1860.000	20.000	21.13	0.01	422.6	0.2	18552.0	1257.3
103	1880.000	20.000	20.02	0.02	400.3	0.4	18952.3	1257.7
104	1900.000	20.000	16.70	0.21	334.1	4.2	19286.4	1261.9
105	1920.000	20.000	11.94	0.09	238.8	1.8	19525.2	1263.7
106	1940.000	20.000	4.63	0.04	92.6	0.8	19617.9	1264.5
107	1960.000	20.000	0.22	0.63	4.5	12.6	19622.3	1277.0
108	1980.000	20.000	0.00	2.75	0.0	55.0	19622.3	1332.0
109	2000.000	20.000	0.00	4.51	0.0	90.2	19622.3	1422.2
110	2020.000	20.000	0.00	4.71	0.0	94.2	19622.3	1516.4
111	2040.000	20.000	0.00	5.13	0.0	102.5	19622.3	1618.9

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
112	2060.000	20.000	0.00	12.48	0.0	249.7	19622.3	1868.6
113	2080.000	20.000	0.00	18.08	0.0	361.7	19622.3	2230.3
114	2100.000	20.000	0.00	15.44	0.0	308.7	19622.3	2539.0
115	2120.000	20.000	0.00	8.95	0.0	179.0	19622.3	2718.0
116	2140.000	20.000	0.00	9.31	0.0	186.1	19622.3	2904.1
117	2160.000	20.000	0.00	10.49	0.0	209.8	19622.3	3114.0
118	2180.000	20.000	0.00	5.20	0.0	103.9	19622.3	3217.9
119	2200.000	20.000	0.00	4.56	0.0	91.3	19622.3	3309.2
120	2220.000	20.000	0.00	5.92	0.0	118.4	19622.3	3427.6
121	2240.000	20.000	0.00	6.98	0.0	139.5	19622.3	3567.1
122	2260.000	20.000	0.00	5.45	0.0	109.0	19622.3	3676.1
123	2280.000	20.000	0.00	1.74	0.0	34.7	19622.3	3710.8
124	2300.000	20.000	3.84	0.04	76.8	0.8	19699.1	3711.6
125	2320.000	20.000	7.38	0.04	147.7	0.8	19846.8	3712.4
126	2340.000	20.000	6.25	0.04	125.0	0.8	19971.7	3713.2
127	2360.000	20.000	7.51	0.04	150.2	0.8	20121.9	3714.1
128	2380.000	20.000	7.54	0.04	150.7	0.8	20272.6	3714.9
129	2400.000	20.000	10.09	0.05	201.7	0.9	20474.4	3715.8
130	2420.000	20.000	14.28	0.02	285.5	0.4	20759.9	3716.2
131	2440.000	20.000	21.22	0.04	424.5	0.8	21184.4	3716.9
132	2460.000	20.000	21.39	0.00	427.8	0.0	21612.2	3716.9
133	2480.000	20.000	19.63	0.00	392.6	0.0	22004.8	3717.0
134	2500.000	20.000	19.92	0.01	398.3	0.3	22403.1	3717.2
135	2520.000	17.345	22.53	0.00	390.7	0.0	22793.9	3717.2
136	2534.691	10.000	24.29	0.00	243.0	0.0	23036.8	3717.2
137	2540.000	12.655	24.92	0.00	315.4	0.0	23352.2	3717.2
138	2560.000	20.000	27.70	0.00	554.0	0.0	23906.2	3717.2
139	2580.000	20.000	26.77	0.00	535.4	0.0	24441.6	3717.2
140	2600.000	20.000	27.64	0.00	552.7	0.0	24994.3	3717.2
141	2620.000	20.000	25.35	0.00	506.8	0.0	25501.1	3717.2
142	2640.000	20.000	26.48	0.00	529.6	0.0	26030.7	3717.2
143	2660.000	20.000	31.55	0.00	631.2	0.0	26661.9	3717.2
144	2680.000	20.000	26.42	0.00	528.4	0.0	27190.3	3717.2
145	2700.000	20.000	22.37	0.00	447.4	0.0	27637.7	3717.2
146	2720.000	20.000	19.23	0.00	384.6	0.0	28022.3	3717.3
147	2740.000	20.000	26.00	0.00	519.9	0.0	28542.2	3717.3
148	2760.000	20.000	32.40	0.00	647.9	0.0	29190.1	3717.3
149	2780.000	20.000	31.12	0.00	622.4	0.0	29812.5	3717.3
150	2800.000	20.000	29.47	0.00	589.4	0.0	30401.8	3717.3
151	2820.000	20.000	27.29	0.00	545.9	0.0	30947.7	3717.3
152	2840.000	20.000	24.86	0.00	497.2	0.0	31444.9	3717.3
153	2860.000	20.000	22.59	0.00	451.7	0.0	31896.6	3717.3
154	2880.000	20.000	20.31	0.00	406.1	0.0	32302.7	3717.3
155	2900.000	20.000	19.88	0.02	397.5	0.3	32700.2	3717.6
156	2920.000	20.000	20.71	0.15	413.8	3.0	33114.0	3720.6
157	2940.000	20.000	21.88	0.05	437.4	1.0	33551.5	3721.7
158	2960.000	20.000	17.88	0.01	357.5	0.3	33909.0	3721.9
159	2980.000	20.000	13.39	0.17	267.8	3.5	34176.8	3725.4
160	3000.000	20.000	7.86	0.04	157.2	0.8	34334.0	3726.2
161	3020.000	20.000	13.69	0.16	273.8	3.1	34607.8	3729.3
162	3040.000	20.000	14.15	0.13	283.0	2.6	34890.8	3731.9
163	3060.000	20.000	7.05	0.04	141.0	0.8	35031.8	3732.7
164	3080.000	20.000	6.51	0.04	130.2	0.8	35162.0	3733.5
165	3100.000	20.000	9.19	0.18	183.7	3.6	35345.7	3737.1
166	3120.000	20.000	8.51	0.07	169.9	1.5	35515.6	3738.6
167	3140.000	20.000	7.78	0.15	155.4	3.1	35671.0	3741.6
168	3160.000	20.000	4.19	0.04	83.8	0.8	35754.9	3742.4
169	3180.000	20.000	5.19	0.04	103.8	0.8	35858.6	3743.2
170	3200.000	20.000	7.24	0.04	144.8	0.8	36003.5	3744.0
171	3220.000	20.000	11.11	0.44	222.1	8.8	36225.6	3752.8
172	3240.000	20.000	13.18	0.28	263.6	5.6	36489.2	3758.4

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
173	3260.000	14.100	6.77	0.04	95.4	0.6	36584.6	3758.9
174	3268.201	10.000	4.54	0.04	45.4	0.4	36630.0	3759.3
175	3280.000	15.900	1.39	0.04	22.1	0.7	36652.1	3760.0
176	3300.000	20.000	1.94	0.04	38.8	0.8	36690.9	3760.8
177	3320.000	20.000	3.12	0.04	62.4	0.8	36753.3	3761.6
178	3340.000	20.000	1.45	0.74	29.0	14.8	36782.3	3776.4
179	3360.000	20.000	2.44	0.20	48.8	3.9	36831.2	3780.3
180	3380.000	20.000	0.13	0.45	2.6	9.1	36833.8	3789.4
181	3400.000	20.000	0.00	6.82	0.0	136.3	36833.8	3925.8
182	3420.000	20.000	0.00	8.29	0.0	165.8	36833.8	4091.6
183	3440.000	20.000	0.00	7.00	0.0	140.1	36833.8	4231.6
184	3460.000	20.000	0.00	10.91	0.0	218.2	36833.8	4449.8
185	3480.000	20.000	0.00	16.35	0.0	327.0	36833.8	4776.8
186	3500.000	20.000	0.00	17.62	0.0	352.5	36833.8	5129.3
187	3520.000	20.000	0.00	17.11	0.0	342.3	36833.8	5471.6
188	3540.000	20.000	0.00	16.13	0.0	322.6	36833.8	5794.2
189	3560.000	20.000	0.00	15.19	0.0	303.7	36833.8	6097.9
190	3580.000	20.000	0.00	19.52	0.0	390.3	36833.8	6488.2
191	3600.000	20.000	0.00	24.69	0.0	493.9	36833.8	6982.1
192	3620.000	20.000	0.00	27.92	0.0	558.3	36833.8	7540.4
193	3640.000	20.000	0.00	28.68	0.0	573.5	36833.8	8113.9
194	3660.000	20.000	0.00	27.59	0.0	551.8	36833.8	8665.7
195	3680.000	20.000	0.00	26.50	0.0	530.0	36833.8	9195.8
196	3700.000	20.000	0.00	25.42	0.0	508.5	36833.8	9704.2
197	3720.000	20.000	0.00	24.36	0.0	487.1	36833.8	10191.4
198	3740.000	11.044	0.00	23.30	0.0	257.3	36833.8	10448.7
199	3742.088	10.000	0.00	23.19	0.0	231.9	36833.8	10680.6
200	3760.000	18.956	0.00	22.68	0.0	430.0	36833.8	11110.6
201	3780.000	20.000	0.00	22.12	0.0	442.4	36833.8	11553.0
202	3800.000	14.544	0.00	21.55	0.0	313.6	36833.8	11866.6
203	3809.088	10.000	0.00	21.17	0.0	211.9	36833.8	12078.4
204	3820.000	15.456	0.00	20.50	0.0	317.0	36833.8	12395.5
205	3840.000	20.000	0.00	19.65	0.0	393.2	36833.8	12788.7
206	3860.000	20.000	0.00	18.64	0.0	373.0	36833.8	13161.7
207	3880.000	20.000	0.00	17.64	0.0	353.0	36833.8	13514.6
208	3900.000	20.000	0.00	16.70	0.0	334.3	36833.8	13848.9
209	3920.000	20.000	0.00	15.94	0.0	319.0	36833.8	14167.9
210	3940.000	15.758	0.00	15.34	0.0	242.0	36833.8	14409.8
211	3951.515	10.000	0.00	15.08	0.0	150.9	36833.8	14560.7
212	3960.000	14.242	0.00	14.79	0.0	210.8	36833.8	14771.6
213	3980.000	20.000	0.00	14.10	0.0	282.1	36833.8	15053.7
214	4000.000	19.258	0.00	13.58	0.0	261.4	36833.8	15315.1
215	4018.515	10.000	0.00	13.23	0.0	132.3	36833.8	15447.5
216	4020.000	10.742	0.00	13.24	0.0	142.3	36833.8	15589.7
217	4040.000	20.000	0.00	13.48	0.0	269.5	36833.8	15859.3
218	4060.000	20.000	0.00	14.07	0.0	281.3	36833.8	16140.6
219	4080.000	20.000	0.00	14.43	0.0	288.7	36833.8	16429.3
220	4100.000	20.000	0.00	31.28	0.0	625.5	36833.8	17054.8
221	4120.000	20.000	0.00	20.42	0.0	408.3	36833.8	17463.1
222	4140.000	20.000	0.00	17.02	0.0	340.5	36833.8	17803.6
223	4160.000	20.000	0.00	17.99	0.0	359.9	36833.8	18163.5
224	4180.000	20.000	0.00	18.98	0.0	379.5	36833.8	18543.0
225	4200.000	20.000	0.00	19.97	0.0	399.3	36833.8	18942.4
226	4220.000	20.000	0.00	20.97	0.0	419.3	36833.8	19361.7
227	4240.000	20.000	0.00	21.98	0.0	439.6	36833.8	19801.2
228	4260.000	20.000	0.00	23.00	0.0	460.0	36833.8	20261.2
229	4280.000	20.000	0.00	33.80	0.0	676.0	36833.8	20937.2
230	4300.000	20.000	0.00	24.98	0.0	499.5	36833.8	21436.7
231	4320.000	20.000	0.00	16.24	0.0	324.8	36833.8	21761.5
232	4340.000	20.000	0.00	24.22	0.0	484.4	36833.8	22245.9
233	4360.000	20.000	0.00	21.44	0.0	428.8	36833.8	22674.7

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
234	4380.000	20.000	0.00	14.01	0.0	280.2	36833.8	22954.9
235	4400.000	20.000	0.00	12.82	0.0	256.4	36833.8	23211.3
236	4420.000	20.000	0.00	13.75	0.0	275.0	36833.8	23486.3
237	4440.000	20.000	0.00	14.68	0.0	293.7	36833.8	23780.0
238	4460.000	20.000	0.00	15.63	0.0	312.6	36833.8	24092.6
239	4480.000	20.000	0.00	16.59	0.0	331.8	36833.8	24424.4
240	4500.000	20.000	0.00	17.55	0.0	351.1	36833.8	24775.4
241	4520.000	20.000	0.00	18.53	0.0	370.6	36833.8	25146.1
242	4540.000	20.000	0.00	12.85	0.0	256.9	36833.8	25403.0
243	4560.000	20.000	0.00	5.88	0.0	117.6	36833.8	25520.7
244	4580.000	20.000	0.00	5.38	0.0	107.5	36833.8	25628.2
245	4600.000	20.000	0.00	6.22	0.0	124.5	36833.8	25752.7
246	4620.000	20.000	0.00	7.07	0.0	141.5	36833.8	25894.2
247	4640.000	20.000	0.00	7.94	0.0	158.8	36833.8	26052.9
248	4660.000	20.000	0.00	8.81	0.0	176.2	36833.8	26229.2
249	4680.000	20.000	0.00	9.70	0.0	193.9	36833.8	26423.1
250	4700.000	20.000	0.00	10.59	0.0	211.8	36833.8	26634.9
251	4720.000	20.000	0.00	11.49	0.0	229.8	36833.8	26864.7
252	4740.000	20.000	0.00	12.01	0.0	240.3	36833.8	27105.0
253	4760.000	20.000	0.00	13.08	0.0	261.5	36833.8	27366.5
254	4780.000	20.000	0.09	5.26	1.8	105.3	36835.6	27471.8
255	4800.000	12.642	0.11	1.72	1.4	21.8	36837.0	27493.5
256	4805.284	2.642	0.03	5.83	0.1	15.4	36837.0	27508.9

# **ANNEXE D : Récapitulatif des Cubatures des Matériaux**

**Axe :**

Table courante : ARP R80 2 voies >= 6m

Matériau	Volume cumulé
BB	2043.8
GB2	5333.3
GNT_0_315	20853.7
TOUT_VENANT	12403.6

# **Annexe E**

## **Carrefours Giratoires**

## **ANNEXE E : CARREFOURS GIRATOIRES**

Nom du projet : Giratoire début PK 42+200

### Information importante concernant les gabarits

Tous les paramètres sont comparés par rapport aux valeurs définies dans les gabarits.

Les valeurs indiquées en rouge ne respectent pas les valeurs définies dans le gabarit.

Les valeurs indiquées en gras dépassent les valeurs minimales ou maximales définies dans le gabarit.

Les gabarits créés par l'utilisateur sont indiqués en gras, il est de la responsabilité de l'utilisateur de vérifier ces gabarits.

### Informations / Avertissements sur les résultats

Branche 1 :

Rayons de sortie : R = 17.479 m

Branche 2 :

Rayons de sortie : R = 16.736 m

Branche 4 :

Rayons d'entrée : R = 14.460 m

### Géométrie de l'anneau

Gabarit utilisé		Interurbain (20m)
Circulaire		Oui
Coordonnées du centre	X=	335510.243 m
	Y=	3976535.133 m
Rayon extérieur		20.000 m
Rayon intérieur		13.000 m
Largeur		7.000 m
Surlargeur franchissable		0.000 m
Distance de marquage extérieure		0.500 m
Distance de marquage intérieure		0.500 m



Géométrie de la branche "Branche 1"				
Gabarit utilisé	Interurbain (SETRA)			
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau	Conforme			
Point de référence	X=	335510.243 m		
	Y=	3976535.133 m		
	Gisement	218.266 gr		
Point d'extrémité	X=	335494.194 m		
	Y=	3976480.742 m		
	Gisement	18.266 gr		
Triangle de construction				
Triangle : Hauteur	20.000 m			
Triangle : Base	5.000 m			
Triangle : Déport	0.450 m			
Ilot central				
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot	0.400 m			
Ilot : Distance au carrefour	1.000 m			
Distance de marquage intérieure	0.500 m			
Terre plein central raccourci non présent				
Caractéristiques des branches	Entrée		Sortie	
Rayon de raccordement principal	15.000 m		17.479 m	
Rayon de raccordement courant	80.000 m		80.000 m	
Largeur principale	4.000 m		4.500 m	
Largeur courante	3.500 m		3.500 m	
Ilot : Rayon de la bordure	0.400 m		0.400 m	
Distance de marquage intérieure	0.500 m		0.500 m	
Distance de marquage extérieure	0.250 m		0.250 m	
Largeur d'accotement	2.000 m		2.000 m	
Terre-plein : Demi-largeur	0.000 m		0.000 m	
Passage piéton : Distance	4.000 m		4.000 m	
Passage piéton : Largeur	4.000 m		4.000 m	
Tableau des déflexions	Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 2	27.548 m	335497.164 m	3976538.666 m	
Branche 3	17.530 m	335507.360 m	3976533.098 m	
Branche 4	76.236 m	335566.435 m	3976462.201 m	

Géométrie de la branche "Branche 2"					
Gabarit utilisé		Interurbain (SETRA)			
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau		Conforme			
Point de référence		X=	335510.243 m		
		Y=	3976535.133 m		
		Gisement	15.551 gr		
Point d'extrémité		X=	335523.958 m		
		Y=	3976590.160 m		
		Gisement	215.551 gr		
Triangle de construction					
Triangle : Hauteur		20.000 m			
Triangle : Base		5.000 m			
Triangle : Déport		0.450 m			
Ilot central					
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot		0.400 m			
Ilot : Distance au carrefour		1.000 m			
Distance de marquage intérieure		0.500 m			
Terre plein central raccourci non présent					
Caractéristiques des branches		Entrée	Sortie		
Rayon de raccordement principal		15.000 m	16.736 m		
Rayon de raccordement courant		80.000 m	80.000 m		
Largeur principale		4.000 m	4.500 m		
Largeur courante		3.500 m	3.500 m		
Ilot : Rayon de la bordure		0.400 m	0.400 m		
Distance de marquage intérieure		0.500 m	0.500 m		
Distance de marquage extérieure		0.250 m	0.250 m		
Largeur d'accotement		2.000 m	2.000 m		
Terre-plein : Demi-largeur		0.000 m	0.000 m		
Passage piéton : Distance		4.000 m	4.000 m		
Passage piéton : Largeur		4.000 m	4.000 m		
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 1		29.458 m	335525.154 m	3976531.058 m	
Branche 3		55.363 m	335466.973 m	3976592.177 m	
Branche 4		17.507 m	335513.000 m	3976537.296 m	

Géométrie de la branche "Branche 3"				
Gabarit utilisé	Interurbain (SETRA)			
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau	Conforme			
Point de référence	X=	335510.243 m		
	Y=	3976535.133 m		
	Gisement	301.361 gr		
Point d'extrémité	X=	335453.546 m		
	Y=	3976536.346 m		
	Gisement	101.361 gr		
Triangle de construction				
Triangle : Hauteur	20.000 m			
Triangle : Base	5.000 m			
Triangle : Déport	0.450 m			
Ilot central				
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot	0.400 m			
Ilot : Distance au carrefour	1.000 m			
Distance de marquage intérieure	0.500 m			
Terre plein central raccourci non présent				
Caractéristiques des branches	Entrée		Sortie	
Rayon de raccordement principal	15.000 m		20.000 m	
Rayon de raccordement courant	80.000 m		80.000 m	
Largeur principale	4.000 m		4.500 m	
Largeur courante	3.500 m		3.500 m	
Ilot : Rayon de la bordure	0.400 m		0.400 m	
Distance de marquage intérieure	0.500 m		0.500 m	
Distance de marquage extérieure	0.250 m		0.250 m	
Largeur d'accotement	2.000 m		2.000 m	
Terre-plein : Demi-largeur	0.000 m		0.000 m	
Passage piéton : Distance	4.000 m		4.000 m	
Passage piéton : Largeur	4.000 m		4.000 m	
Tableau des déflexions	Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 1	17.397 m	335481.568 m	3976514.072 m	
Branche 2	18.405 m	335507.567 m	3976538.633 m	
Branche 4	27.763 m	335510.297 m	3976548.896 m	

Géométrie de la branche "Branche 4"				
Gabarit utilisé	Interurbain (SETRA)			
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau	Conforme			
Point de référence	X=	335510.243 m		
	Y=	3976535.133 m		
	Gisement	97.663 gr		
Point d'extrémité	X=	335570.204 m		
	Y=	3976537.336 m		
	Gisement	297.663 gr		
Triangle de construction				
Triangle : Hauteur	20.000 m			
Triangle : Base	5.000 m			
Triangle : Déport	0.450 m			
Ilot central				
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot	0.400 m			
Ilot : Distance au carrefour	1.000 m			
Distance de marquage intérieure	0.500 m			
Terre plein central raccourci non présent				
Caractéristiques des branches	Entrée		Sortie	
Rayon de raccordement principal	14.460 m		20.000 m	
Rayon de raccordement courant	80.000 m		80.000 m	
Largeur principale	4.000 m		4.500 m	
Largeur courante	3.500 m		3.500 m	
Ilot : Rayon de la bordure	0.400 m		0.400 m	
Distance de marquage intérieure	0.500 m		0.500 m	
Distance de marquage extérieure	0.250 m		0.250 m	
Largeur d'accotement	2.000 m		2.000 m	
Terre-plein : Demi-largeur	0.000 m		0.000 m	
Passage piéton : Distance	4.000 m		4.000 m	
Passage piéton : Largeur	4.000 m		4.000 m	
Tableau des déflexions	Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 1	18.672 m	335513.087 m	3976531.426 m	
Branche 2	16.784 m	335537.324 m	3976557.258 m	
Branche 3	30.225 m	335510.158 m	3976518.909 m	

## **ANNEXE E : CARREFOURS GIRATOIRES**

Nom du projet : Giratoire fin PK 38+000

### Information importante concernant les gabarits

Tous les paramètres sont comparés par rapport aux valeurs définies dans les gabarits.

Les valeurs indiquées en rouge ne respectent pas les valeurs définies dans le gabarit.

Les valeurs indiquées en gras dépassent les valeurs minimales ou maximales définies dans le gabarit.

Les gabarits créés par l'utilisateur sont indiqués en gras, il est de la responsabilité de l'utilisateur de vérifier ces gabarits.

### Informations / Avertissements sur les résultats

Rien à signaler

### Géométrie de l'anneau

Gabarit utilisé		Interurbain (20m)
Circulaire		Oui
Coordonnées du centre	X=	337210.440 m
	Y=	3980048.021 m
Rayon extérieur		20.000 m
Rayon intérieur		13.000 m
Largeur		7.000 m
Surlargeur franchissable		0.000 m
Distance de marquage extérieure		0.500 m
Distance de marquage intérieure		0.500 m

Géométrie de la branche "Branche 1"				
Gabarit utilisé	Interurbain (SETRA)			
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau	Conforme			
Point de référence	X=	337210.440 m		
	Y=	3980048.021 m		
	Gisement	176.678 gr		
Point d'extrémité	X=	337516.722 m		
	Y=	3979249.691 m		
	Gisement	376.678 gr		
Triangle de construction				
Triangle : Hauteur	20.000 m			
Triangle : Base	5.000 m			
Triangle : Déport	0.450 m			
Ilot central				
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot	0.400 m			
Ilot : Distance au carrefour	1.000 m			
Distance de marquage intérieure	0.500 m			
Terre plein central raccourci non présent				
Caractéristiques des branches	Entrée		Sortie	
Rayon de raccordement principal	15.000 m		20.000 m	
Rayon de raccordement courant	80.000 m		80.000 m	
Largeur principale	4.000 m		4.500 m	
Largeur courante	3.500 m		3.500 m	
Ilot : Rayon de la bordure	0.400 m		0.400 m	
Distance de marquage intérieure	0.500 m		0.500 m	
Distance de marquage extérieure	0.250 m		0.250 m	
Largeur d'accotement	2.000 m		2.000 m	
Terre-plein : Demi-largeur	0.000 m		0.000 m	
Passage piéton : Distance	4.000 m		4.000 m	
Passage piéton : Largeur	4.000 m		4.000 m	
Tableau des déflexions	Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 2	17.831 m	337208.970 m	3980044.483 m	
Branche 3	54.365 m	337277.604 m	3980026.182 m	

Géométrie de la branche "Branche 2"					
Gabarit utilisé		Interurbain (SETRA)			
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau		Conforme			
Point de référence		X=	337210.440 m		
		Y=	3980048.021 m		
		Gisement	271.396 gr		
Point d'extrémité		X=	337159.359 m		
		Y=	3980023.389 m		
		Gisement	71.396 gr		
Triangle de construction					
Triangle : Hauteur		20.000 m			
Triangle : Base		5.000 m			
Triangle : Déport		0.450 m			
Ilot central					
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot		0.400 m			
Ilot : Distance au carrefour		1.000 m			
Distance de marquage intérieure		0.500 m			
Terre plein central raccourci non présent					
Caractéristiques des branches		Entrée	Sortie		
Rayon de raccordement principal		15.000 m	20.000 m		
Rayon de raccordement courant		80.000 m	80.000 m		
Largeur principale		4.000 m	4.500 m		
Largeur courante		3.500 m	3.500 m		
Ilot : Rayon de la bordure		0.400 m	0.400 m		
Distance de marquage intérieure		0.500 m	0.500 m		
Distance de marquage extérieure		0.250 m	0.250 m		
Largeur d'accotement		2.000 m	2.000 m		
Terre-plein : Demi-largeur		0.000 m	0.000 m		
Passage piéton : Distance		4.000 m	4.000 m		
Passage piéton : Largeur		4.000 m	4.000 m		
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 1		25.962 m	337194.391 m	3980007.681 m	
Branche 3		26.447 m	337204.427 m	3980058.919 m	

Géométrie de la branche "Branche 3"					
Gabarit utilisé		Interurbain (SETRA)			
Conformité du gabarit par rapport au gabarit de l'anneau		Conforme			
Point de référence		X=	337210.440 m		
		Y=	3980048.021 m		
		Gisement	62.889 gr		
Point d'extrémité		X=	337258.297 m		
		Y=	3980079.576 m		
		Gisement	262.889 gr		
Triangle de construction					
Triangle : Hauteur		20.000 m			
Triangle : Base		5.000 m			
Triangle : Déport		0.450 m			
Ilot central					
Ilot : Rayon de raccordement du nez de l'ilot		0.400 m			
Ilot : Distance au carrefour		1.000 m			
Distance de marquage intérieure		0.500 m			
Terre plein central raccourci non présent					
Caractéristiques des branches		Entrée		Sortie	
Rayon de raccordement principal		15.000 m		20.000 m	
Rayon de raccordement courant		80.000 m		80.000 m	
Largeur principale		4.000 m		4.500 m	
Largeur courante		3.500 m		3.500 m	
Ilot : Rayon de la bordure		0.400 m		0.400 m	
Distance de marquage intérieure		0.500 m		0.500 m	
Distance de marquage extérieure		0.250 m		0.250 m	
Largeur d'accotement		2.000 m		2.000 m	
Terre-plein : Demi-largeur		0.000 m		0.000 m	
Passage piéton : Distance		4.000 m		4.000 m	
Passage piéton : Largeur		4.000 m		4.000 m	
Tableau des déflexions		Rayon	Centre : X	Centre : Y	Observations
Branche 1		18.468 m	337214.674 m	3980046.588 m	
Branche 2		32.467 m	337219.384 m	3980031.864 m	