

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mohamed khider – Biskra

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie civil et Hydraulique

Référence :...../ 2020



جامعة محمد خيضر

بسكرة

جامعة محمد خيضر - بسكرة

كلية العلوم والتكنولوجيا

قسم الهندسة المدنية والري

المرجع: ..... / 2020

## Mémoire de Master

2<sup>ème</sup> année

**Option :** Voies et Ouvrages d'Arts (V.O.A).

**THEME :**

**CONTOURNEMENT DE LA VILL EL-HADJEB  
SUR 5.8 KM DE LA RN 46**

Étudiant :

•*BOUCHERITTE Miloud*

Encadreur :

•*Dr: KHELIFA Tarek*

PROMOTION : 2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# Abstract

Our work consists in carrying out a bypass road study of the EL-HADJEB commune on the RN 46 of length 5817 m from PK 262 + 450, The project is developing over all linear in a non-urban area, The objective of this work is to carry out a technical and economic study which will allow the movement of the users of the national road 46 in the section of the EL-HADJEB city in all safety and comfortable conditions and out of urban area to minimize the time and the cost also to help the extension of the city in the future, the economic specificities of the area served allow us to judge that this project will bring to the region considerable development possibilities.

For the study of this project, we will approach in the first chapter the overall presentation of the project, where we will attach the objective of this project. The second chapter will include the study and analysis of traffic and its different types. And the third chapter talks about pavement sizing. The fourth chapter is a geotechnical study. And in the next three chapters we will define the characteristics of the three geometric elements of the road and design of three roundabouts and after a study road drainage. Next, we will do a study of area/cubic volume. Finally, we cost estimation of the project.

**Keywords:** bypass road of the EL-HADJEB commune, Road building, Road design, Road sanitation.

# Résumé

Notre travail consiste à faire une étude de contournement de la commune de EL-HADJEB sur la RN 46 de longueur 5817 m de PK 262+450, Le projet se développe sur tout le linéaire dans une zone non urbain, L'objectif de ce travail est de faire une étude technique et économique qui permette le déplacement des usagers de la route nationale 46 dans la section de la ville EL-HADJEB en toutes sécurité dans des conditions confortables et hors tisse urbain pour minimiser le temps et le cout aussi aider l'extension de la ville dans le future, les spécificités économiques de la zone desservie nous permet de juger que ce projet va apporter à la région des possibilités de développement considérables.

Pour l'étude de ce projet, nous aborderons dans le premier chapitre la présentation globale du projet, où nous attacherons l'objectif de ce projet. Le deuxième chapitre comprendra l'étude et l'analyse du trafic et ses différents types. Et le chapitre troisième parle de dimensionnement de chaussée. Le quatrième chapitre est une étude géotechnique. Et dans les trois chapitres suivants nous définirons les caractéristiques des trois éléments géométriques de la route et conception de trois carrefours giratoires et après une étude d'assainissement routier. Ensuite, nous allons faire une étude de terrassement et du mouvement de terre. Finalement, on estime le devis quantitatif, estimatif du projet à réaliser.

**Mots clé :** Contournement de la commune d'EL HADJEB, Corps de chaussé, Conception routière, Assainissement routier.

# SOMMAIRE

<b>Introduction générale</b>		
<b>Chapitre I : Présentation de projet</b>		
I.1	Introduction	3
I.2	Généralités sur la wilaya de Biskra	3
I.2.a)	Situation géographique de la wilaya de Biskra	3
I.2.b)	Réseau routier de wilaya de Biskra	5
I.3	Généralités Sur La Commune d’El-Hadjeb.	7
I.3.a)	Situation géographique	7
I.3.b)	Réseau routier de EL HADJEB	8
I.4	Situation actuelle	12
I.5	Présentation du projet	17
I.5.a)	Description terrain de traçais	17
I.5.b)	Hydrologie	25
I.5.c)	Géologie du site	28
I.5.d)	Problématique de la ville d’El-hadjeb	29
I.5.e)	LA CARTE DE PDAU	29
I.6	Principaux Impacts Environnementaux Du projet	30
I.6.a)	Impacts positifs	30
I.6.b)	Impacts négatifs	30
I.7	Définition De L’évitement.	33
I.8	Base D’étude.	33
I.9.	Objectifs Principaux Du Projet.	33
I.10	Normes Géométriques.	34
I.11	Hypothèses de calcul.	34
I.12	L’intérêt En Termes D’aménagement Du Territoire.	35
I.12.a)	Effets sur la démographie et l’urbanisme	36
I.12.b)	Effets sur la population active	36
I.12.c)	Effets sur le développement des zones industrielles	36
I.12.d)	Effets prévisibles sur le commerce	36
<b>Chapitre II : Étude de trafic</b>		
II.1	Étude de trafic	39
II.1.1	Introduction	39
II.1.2	Facteurs affectant la conception	39
II.1.3	Comptages	39
II.2	Capacité d’une route	40
II.2.1	La 1ère étape : Évaluation de la demande	40
II.2.2	La 2ème étape : Évaluation de l’offre	41
II.2.3	La 3ème étape : Détermination du nombre de voies	42
II.3	Application au projet	43
II.4	Conclusion	47
<b>Chapitre III : Dimensionnement de chaussée</b>		
III.1	Introduction	49
III.2	La chaussée	49
III.2.1	Définition	49
III.3	Les principales méthodes de dimensionnement	50
III.3.1	Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)	50

III.3.2	Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves	51
III.4	Choix de la méthode de dimensionnement	53
III.5	Application au projet	54
III.5.a)	Méthode CBR	54
III.5.b)	La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :	56
III.5.c)	La modélisation de la structure de la chaussée	62
III.6	Les résultats des deux méthodes	64
III.7	Conclusion	65

### Chapitre IV: Étude géotechnique

IV.1	Introduction	67
IV.1.2.	Les moyens de la reconnaissance	67
IV.2.1	La reconnaissance « in-situ »	68
IV.2.2	Les différents essais en laboratoire	69
IV.2.3.1.	Les Essais D'identification	70
IV.2.3.2.	Les Essais Mécaniques	72
IV.3	Condition d'utilisation des sols en remblais	74

### Chapitre V : Tracé en plan

V.1	Introduction	76
V.2	La vitesse de projet	76
V.3	Les éléments du tracé en plan	77
V.3.1.	Les alignements droits	77
V.3.2.	Arcs de cercle	77
V.3.3.	La courbe de raccordement	80
V.4	Types de courbes de raccordement	80
V.5	Paramètres fondamentaux	81
V.6	Exemple de calcul d'axe manuellement	81
V.7	Choix des éléments géométriques	89
V.8	Les résultats de calculs de l'axe en plan	93

### Chapitre VI : Profil en long

VI.1	Introduction	96
VI.2	Éléments géométriques du profil en long	96
VI.3	Déclivité	97
VI.4	Raccordements verticaux	97
VI.4.1	Raccordements convexes	98
VI.4.2	Raccordements concaves	99
VI.5	Caractéristiques des rayons en long	100
VI.6	Application au projet	100
VI.6.1	Exemple Du Calcul Du Profil En Long :	100
VI.7	Choix des éléments géométriques	102
VI.8	Les résultats des calculs de profil en long	106

### Chapitre VII : Profil en travers

VII.1	Introduction.	109
VII.2	Les éléments de composition du profil en travers.	109
VII.3	Détermination des profils en travers.	110
VII.4	Différent type de profils en travers.	110
VII.5	Profil en travers type du projet.	111

### Chapitre VIII : Carrefour giratoire

VIII.1	Introduction.	114
VIII.2	Types des carrefours urbains.	114

<b>VIII.3</b>	Données à prendre en considération.	<b>115</b>
<b>VIII.4</b>	Principes fondamentaux de conception.	<b>115</b>
<b>VIII.5</b>	Type d'aménagement des carrefours giratoires.	<b>116</b>
<b>VIII.6</b>	Caractéristiques géométriques de carrefour giratoire.	<b>117</b>
<b>VIII.7</b>	Application au projet.	<b>121</b>
<b>VIII.7.a)</b>	Carrefour giratoire PK 0+000	<b>122</b>
<b>VIII.7.b)</b>	Carrefour giratoire PK 3+300	<b>123</b>
<b>VIII.7.c)</b>	Carrefour giratoire PK 5+817	<b>124</b>

### **Chapitre IX : Cubature**

<b>IX.1</b>	Introduction	<b>126</b>
<b>IX.2</b>	Définition	<b>126</b>
<b>IX.3</b>	Méthode de calcul des cubatures	<b>126</b>
<b>IX.3.1</b>	Méthode des volumes élémentaires.	<b>127</b>
<b>IX.3.2</b>	La méthode des profils	<b>127</b>
<b>IX.4</b>	La comparaison entre les deux méthodes	<b>128</b>
<b>IX.5</b>	Exemple de calculs	<b>129</b>
<b>IX.6</b>	Les résultats de calculs	<b>132</b>

### **Chapitre X : Assainissement**

<b>X.1</b>	Introduction	<b>154</b>
<b>X.2</b>	Objectif de l'assainissement	<b>155</b>
<b>X.3</b>	Données existantes :	<b>155</b>
<b>X.4</b>	Les calculs des débits des bassins versants	<b>160</b>
<b>X.5</b>	Calculs Hydrauliques Des Ouvrages D'art	<b>163</b>
<b>X.6</b>	Application au projet	<b>164</b>
<b>X.6.1</b>	Dimensionnement Des Buses (ouvrage transversaux)	<b>164</b>
<b>X.6.2</b>	Dimensionnement les Dalots	<b>165</b>
<b>X.6.3</b>	Dimensionnement des fossés	<b>168</b>

### **Chapitre XI : Signalisation**

<b>XI.1</b>	Introduction	<b>175</b>
<b>XI.2</b>	Historique de la signalisation	<b>175</b>
<b>XI.3</b>	Principe	<b>175</b>
<b>XI.4</b>	Types de signalisation	<b>176</b>
<b>XI.5</b>	Signalisations carrefour giratoire	<b>179</b>
<b>XI.6</b>	Application au projet	<b>182</b>

### **Chapitre XII : Devis Estimative et Quantitatif**

#### **Conclusion générale**

#### **Bibliographie**



## Listes des Tableaux :

<b>Chapitre I : Présentation de projet</b>		
<b>Tableau I.1 :</b>	Réseau routier de La wilaya de BISKRA	<b>6</b>
<b>Tableau I.2 :</b>	Réseau routier de la commune d'EL-HADJEB	<b>8</b>
<b>Tableau I.3 :</b>	Hypothèses admises pour les calculs	<b>34</b>
<b>Chapitre II : Étude de trafic</b>		
<b>Tableau II-1:</b>	Coefficient d'équivalence « P » - Norme B30 (1978)	<b>40</b>
<b>Tableau II-2 :</b>	Coefficient lié à l'environnement - Norme B30 (1978)	<b>41</b>
<b>Tableau II-3:</b>	Coefficient de réduction de capacité - Norme B30 (1978)	<b>42</b>
<b>Tableau II-4:</b>	Capacité des routes en uvp / h - Normes B30 (1978).	<b>42</b>
<b>Chapitre III : Dimensionnement de chaussée</b>		
<b>Tableau III-1:</b>	Les coefficients d'équivalence des matériaux utilisés	<b>51</b>
<b>Tableau III-2:</b>	Classes de portance de sol support	<b>52</b>
<b>Tableau III-3:</b>	Sur classement avec couche de forme en matériau non traité	<b>53</b>
<b>Tableau III-4 :</b>	Des coefficients d'équivalences et l'épaisseurs des couches	<b>55</b>
<b>Tableau III-5:</b>	Classification des réseaux	<b>56</b>
<b>Tableau III-6:</b>	Classification des trafic TPLi	<b>57</b>
<b>Tableau III-7:</b>	Classification de la portance de sol-support	<b>57</b>
<b>Tableau III-8:</b>	Épaisseur de matériaux de couche de forme pour la classe de portance de sol-support visée	<b>57</b>
<b>Tableau III-9:</b>	Les structures proposées pour RP1, zone climatique III, durée de vie 20 ans.	<b>58</b>
<b>Tableau III-10:</b>	Choix des températures équivalentes	<b>60</b>
<b>Tableau III-11:</b>	Performances mécaniques des matériaux bitumineux	<b>61</b>
<b>Tableau III-12:</b>	Modélisation de la chaussée.	<b>62</b>
<b>Tableau III-13:</b>	Résultats de simulation.	<b>64</b>
<b>Tableau III-14:</b>	Les résultats des deux méthode	<b>64</b>
<b>Chapitre IV : Étude géotechnique</b>		
<b>Chapitre V : Tracé en plan</b>		
<b>Tableau V-1:</b>	Les caractéristiques du tracé en plan	<b>81</b>
<b>Tableau V-2:</b>	Les coordonnées des points A,B et C.	<b>83</b>
<b>Tableau V-3:</b>	les résultat du calculs de l'axe en plan	<b>93</b>
<b>Chapitre VI : Profil en long</b>		
<b>Tableau VI-1:</b>	Valeur de la déclivité maximale (B40)	<b>97</b>
<b>Tableau VI-2:</b>	Caractéristique des rayons verticaux	<b>100</b>
<b>Tableau VI-3:</b>	Les coordonnées des points A, S, D	<b>101</b>
<b>Tableau VI-4:</b>	Les résultats de calculs de profil en long	<b>106</b>
<b>Chapitre VII : Profil en travers</b>		
<b>Tableau VII-1:</b>	Les dimensions du profil en travers	<b>111</b>
<b>Chapitre VIII : Carrefour giratoire</b>		
<b>Tableau VIII-1 :</b>	Les paramètres de giratoires selon l'Aménagement des Carrefours Interurbains sur les routes principales Carrefours Plans « STERA »	<b>118</b>
<b>Tableau VIII -2 :</b>	Tableau récapitulatif des différents paramètres de construction des îlots séparateurs	<b>120</b>
<b>Chapitre IX : Cubature</b>		
<b>Tableau IX -1 :</b>	Cubature	<b>132</b>
<b>Chapitre X : Assainissement</b>		
<b>Tableau X.1 :</b>	Les paramètres géométriques des bassins versant :	<b>156</b>

<b>Tableau X.2 :</b>	Données disponibles des stations pluviométriques situées à proximité de la zone d'étude	<b>157</b>
<b>Tableau X.3 :</b>	Les valeurs de Gauss	<b>158</b>
<b>Tableau X.4 :</b>	Valeur du coefficient C1 pour diverses pentes	<b>159</b>
<b>Tableau X.5:</b>	Différentes valeurs du coefficient C	<b>159</b>
<b>Tableau X.6:</b>	Résultat de Calculer de bassin versant N°01	<b>160</b>
<b>Tableau X.7:</b>	Résultat de Calculer de bassin versant N°02	<b>160</b>
<b>Tableau X.8:</b>	Résultat de Calculer de bassin versant N°03	<b>161</b>
<b>Tableau X.9:</b>	Résultat de Calculer de bassin versant N°04	<b>161</b>
<b>Tableau X.10:</b>	Résultat de Calculer de bassin versant N°05	<b>161</b>
<b>Tableau X.11:</b>	Résultat de Calculer de bassin versant N°06	<b>162</b>
<b>Tableau X.12:</b>	Résultat de Calculer de bassin versant N°07	<b>162</b>
<b>Tableau X.13:</b>	Résultat de Calculer de bassin versant N°08	<b>162</b>
<b>Tableau X.14:</b>	Résultat de Calculer de bassin versant N°09	<b>163</b>
<b>Tableau X.15:</b>	Résultat de Calculer de débit de bassin versant N°10	<b>163</b>
<b>Tableau X.16:</b>	Les données utiliser pour les calculs des dimensionnements des O.B	<b>164</b>
<b>Tableau X.17:</b>	Résultats trouver pour les dimensionnements des O.B	<b>164</b>
<b>Tableau X.18:</b>	Les données utiliser pour les calculs des dimensionnements des dalots	<b>165</b>
<b>Tableau X.19:</b>	Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°01	<b>166</b>
<b>Tableau X.20:</b>	Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°03	<b>166</b>
<b>Tableau X.21:</b>	Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°04	<b>166</b>
<b>Tableau X.22:</b>	Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°05	<b>167</b>
<b>Tableau X.23:</b>	Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°06	<b>167</b>
<b>Tableau X.24:</b>	Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°07	<b>167</b>
<b>Tableau X.25:</b>	Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°09	<b>168</b>
<b>Tableau X.26 :</b>	Recarburation des différents ouvrages transversaux projet :	<b>168</b>
<b>Tableau X.27:</b>	Résultat de Calculer les surfaces des sous-bassins versant pour les dimensionnements les fossés	<b>168</b>
<b>Tableau X.28:</b>	Résultat de Calculer les temps des concentrations des sous-bassins versant pour les dimensionnements les fossés	<b>169</b>
<b>Tableau X.29:</b>	Résultat de Calculer les intensités de la pluie des sous-bassins versant pour les dimensionnements les fossés	<b>169</b>
<b>Tableau X.30:</b>	Résultat de Calculer les débits des sous-bassins versant pour les dimensionnements les fossés	<b>170</b>
<b>Tableau X.31:</b>	Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés	<b>171</b>
<b>Tableau X.32:</b>	Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés	<b>171</b>
<b>Tableau X.33:</b>	Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés	<b>172</b>
<b>Tableau X.34:</b>	Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés	<b>172</b>
<b>Tableau X.35:</b>	Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés	<b>172</b>
<b>Tableau X.36:</b>	Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés	<b>172</b>
<b>Tableau X.37:</b>	Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés	<b>173</b>
<b>Tableau X.38:</b>	Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés	<b>173</b>
<b>Tableau X.39:</b>	Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés	<b>173</b>

<b>Tableau X.40:</b>	Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés	<b>173</b>
<b>Chapitre XI : Signalisation</b>		
<b>Tableau XI.1</b>	Modulation de la ligne continue	<b>177</b>
<b>Chapitre XII : Devis Estimative et Quantitatif</b>		
<b>Tableau XII-1 :</b>	Devis Estimative-Quantitative du projet	<b>175</b>
<b>Conclusion générale</b>		

## Listes des Figures :

<b>Chapitre I : Présentation de projet</b>		
<b>Figure I-1 :</b>	Carte de situation géographique de la wilaya de Biskra.	<b>4</b>
<b>Figure I-2 :</b>	Carte de réseau routier de la wilaya de BISKRA	<b>5</b>
<b>Figure I-3 :</b>	Plan de situation de la ville EL-HADJEB	<b>7</b>
<b>Figure I-4 :</b>	Réseau routière de la commune d'EL-HADJEB	<b>9</b>
<b>Figure I-5 :</b>	Image satellitaire par logiciel Google Earth pour CC 12	<b>9</b>
<b>Figure I-6 :</b>	Image satellitaire par logiciel Google Earth pour CC 44	<b>10</b>
<b>Figure I-7 :</b>	Image satellitaire par logiciel Google Earth pour CW 01	<b>11</b>
<b>Figure I-8 :</b>	Une carte hydrogéologique de la commune d'EL- HADJEB	<b>26</b>
<b>Figure I-9 :</b>	Une carte état-major de la commune d'EL- HADJEB que présente Les chabats et la cour d'eau	<b>27</b>
<b>Figure I-10 :</b>	Une carte géologique de la commune d'EL- HADJEB	<b>28</b>
<b>Chapitre II : Étude de trafic</b>		
<b>Chapitre III : Dimensionnement de chaussée</b>		
<b>Figure III-1:</b>	La structure de la chaussée	<b>49</b>
<b>Figure III-2:</b>	Mode de fonctionnement de la structure de chaussée adopté	<b>59</b>
<b>Figure III-3:</b>	Modalisation de la structure de base	<b>62</b>
<b>Figure III-4:</b>	Définition de la charge de référence.	<b>62</b>
<b>Figure III-5:</b>	Résultat écran-Aliz	<b>63</b>
<b>Chapitre IV: Étude géotechnique</b>		
<b>Chapitre V : Tracé en plan</b>		
<b>Figure V-1:</b>	Force agissante sur un véhicule dans un virage.	<b>78</b>
<b>Figure V-2 :</b>	Les points des sommets dans le plan entre P93 et P94.	<b>82</b>
<b>Figure V-3 :</b>	La variation du dévers pour le 2eme virage du projet depuis pk 2+025	<b>87</b>
<b>Figure V-4 :</b>	Les deux tracent de l'axe en plan	<b>89</b>
<b>Figure V-5 :</b>	1 <sup>er</sup> tronçon	<b>90</b>
<b>Figure V-5 :</b>	2 <sup>er</sup> tronçon	<b>92</b>
<b>Chapitre VI : Profil en long</b>		
<b>Figure VI-1:</b>	Éléments géométriques du profil en long	<b>96</b>
<b>Figure VI-2:</b>	Visibilité en raccordement convexe	<b>99</b>
<b>Figure VI-3:</b>	Visibilité en raccordement concave	<b>99</b>
<b>Figure VI-4:</b>	Une partie du premier raccordement vertical du projet situé entre PK00+000.00 et PK00+398.31.	<b>100</b>
<b>Figure VI-5:</b>	Le 1 <sup>ere</sup> tronçons de profil en long	<b>102</b>
<b>Figure VI-6:</b>	Le 2 <sup>eme</sup> tronçons de profil en long	<b>103</b>
<b>Figure VI-7:</b>	Le 3 <sup>eme</sup> tronçons de profil en long	<b>104</b>
<b>Figure VI-8:</b>	Le 4 <sup>eme</sup> tronçons de profil en long	<b>105</b>
<b>Chapitre VII : Profil en travers</b>		
<b>Figure VII-1:</b>	Les éléments d'un profil en travers	<b>109</b>
<b>Figure VII-2:</b>	Profil en travers type	<b>112</b>
<b>Chapitre VIII : Carrefour giratoire</b>		
<b>Figure VIII -1 :</b>	Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire	<b>118</b>
<b>Figure VIII -2 :</b>	Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire	<b>119</b>
<b>Figure VIII-3 :</b>	Construction des ilots séparateurs sur les branches des giratoires.	<b>120</b>
<b>Figure VIII -4 :</b>	Carrefour giratoire pk 0+000	<b>122</b>
<b>Figure VIII -5 :</b>	Carrefour giratoire pk 3+300	<b>123</b>

<b>Figure VIII -6 :</b>	<b>Carrefour giratoire pk 5+817</b>	<b>124</b>
-------------------------	-------------------------------------	------------

## **Chapitre IX : Cubature**

<b>Figure IX-1:</b>	<b>Profil en travers d'une route montre les surfaces de déblai et remblai</b>	<b>126</b>
<b>Figure IX-2:</b>	<b>Exemple de méthodes volumes élémentaires.</b>	<b>127</b>
<b>Figure IX-3 :</b>	<b>Les paramètres pour calculer la cubature déblais et remblais.</b>	<b>127</b>
<b>Figure IX-4 :</b>	<b>Entre profils</b>	<b>128</b>
<b>Figure IX-5 :</b>	<b>Profil mix en travers P93</b>	<b>129</b>
<b>Figure IX-6 :</b>	<b>Vue en plan et profil en travers P93</b>	<b>130</b>

## **Chapitre X : Assainissement**

<b>Figure X.1 :</b>	<b>Carte d'état majeur</b>	<b>155</b>
---------------------	----------------------------	------------

## **Chapitre XI : Signalisation**

<b>Figure XI-1 :</b>	<b>Principe d'implantation de la signalisation de police et du balisage</b>	<b>179</b>
<b>Figure XI-2 :</b>	<b>Principe d'implantation de la signalisation de direction</b>	<b>180</b>
<b>Figure XI-3 :</b>	<b>Principe d'implantation du marquage.</b>	<b>181</b>

## **Chapitre XII : Devis Estimative et Quantitatif**

### **Conclusion générale**

## Listes des Photos :

<b>Chapitre I : Présentation de projet</b>		
<b>PHOTO I-1 :</b>	Carrefour giratoire à coté de l'université	<b>7</b>
<b>PHOTO I-2 :</b>	Zones d'agglomération BORDJ ENNOUS	<b>12</b>
<b>PHOTO I-3 :</b>	Zones d'agglomération EL HADJEB	<b>12</b>
<b>PHOTO I-4 :</b>	Zones d'agglomération Zaatcha Ben Boulaïd	<b>13</b>
<b>PHOTO I-5 :</b>	Ouverture d'une intersection avec une piste	<b>13</b>
<b>PHOTO I-6 :</b>	Ouverture d'une intersection avec une piste	<b>13</b>
<b>PHOTO I-7 :</b>	Carrefour giratoire	<b>13</b>
<b>PHOTO I-8 :</b>	Carrefour giratoire en centre de la ville EL-HADJEB	<b>13</b>
<b>PHOTO I-9 :</b>	Un ralentisseur avant une intersection	<b>14</b>
<b>PHOTO I-10 :</b>	Un ralentisseur avant le carrefour giratoire	<b>14</b>
<b>PHOTO I-11 :</b>	Un commerce au bord de la route	<b>15</b>
<b>PHOTO I-12 :</b>	Un commerce au bord de la route	<b>15</b>
<b>PHOTO I-13 :</b>	Un commerce au bord de la route	<b>15</b>
<b>PHOTO I-14 :</b>	Une mosquée au bord de la route	<b>15</b>
<b>PHOTO I-15 :</b>	Une écoule de primaire au bord de la route	<b>15</b>
<b>PHOTO I-16 :</b>	Une faculté au bord de la route	<b>15</b>
<b>PHOTO I-17 :</b>	Une mosquée au bord de la route	<b>15</b>
<b>PHOTO I-18 :</b>	Un carrefour giratoire au centre de la ville	<b>15</b>
<b>PHOTO I-19 :</b>	Départ de projet PK 262+450	<b>17</b>
<b>PHOTO I-20 :</b>	Fin de projet PK 268+276	<b>18</b>
<b>PHOTO I-21 :</b>	PK 268+276Fin de projet	<b>19</b>
<b>PHOTO I-22 :</b>	PK 04+550 Intersection avec les deux conduites de gaz nouvelle et l'ancienne	<b>19</b>
<b>PHOTO I-23 :</b>	PK 04+000 Traverser le 400 palmeraies	<b>20</b>
<b>PHOTO I-24 :</b>	PK 03+200 Chaabat El Hamra	<b>20</b>
<b>PHOTO I-25 :</b>	PK 03+150	<b>21</b>
<b>PHOTO I-26 :</b>	PK 02+650	<b>21</b>
<b>PHOTO I-27 :</b>	Pk 02+550 Chaabet El ghar	<b>21</b>
<b>PHOTO I-28 :</b>	Pk 02+100 Voie de carrière	<b>22</b>
<b>PHOTO I-29 :</b>	PK 02+000 Intersection avec ligne électrique haut tension	<b>22</b>
<b>PHOTO I-30 :</b>	Pk 01+600 Intersection avec ligne électrique haut tension	<b>22</b>
<b>PHOTO I-31 :</b>	PK 01+50 Chaabat Ouled Saad	<b>23</b>
<b>PHOTO I-32 :</b>	PK 00+500 Intersection avec les deux conduites de gaz nouvelle et l'ancienne	<b>23</b>
<b>PHOTO I-33 :</b>	PK 00+100 Intersection avec ligne électrique moyen tension	<b>23</b>
<b>PHOTO I-34 :</b>	Départ de projet PK 00+000	<b>24</b>

### **Chapitre II : Étude de trafic**

### **Chapitre III : Dimensionnement de chaussée**

### **Chapitre IV : Étude géotechnique**

### **Chapitre V : Tracé en plan**

### **Chapitre VI : Profil en long**

### **Chapitre VII : Profil en travers**

### **Chapitre VIII : Carrefour giratoire**

### **Chapitre IX : Cubature**

### **Chapitre X : Assainissement**

### **Chapitre IX : Devis Estimative et Quantitatif**

### **Conclusion générale**

## INTRODUCTION GENERAL

Les projets routiers représentent des enjeux économique et financiers considérables.

Les choix d'un projet peuvent avoir des répercussions lourdes sur le développement économique et social d'une ville, d'un département, d'une région ou un pays ; les projets d'infrastructures soulèvent des réactions fortes et passionnelles, dès lors que des intérêts riverains particuliers sont en jeu.

Il convient donc de bien mesurer l'importance d'asseoir ces projets sur une base d'études large et solidement étayée. On ambition doit être répondre aux attentes dès la collectivité et de la grande majorité des acteurs impliqués, en proposant des choix claires, objectifs et pertinents.

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes.

### **L'objectif de ce travail, est d'étudier un projet réel afin de permettre de:**

- ✓ Compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation.
- ✓ S'intégrer au monde du travail.
- ✓ Connaître les missions et les responsabilités d'un ingénieur d'état en travaux publics.

### **Les avantages qui découlent de notre projet sont de deux ordres à savoir:**

- ✓ *Les avantages directs* : qui concernent principalement tous les usagers De la route : gain de temps et de confort, garantir la sécurité et l'économie de fonctionnement des véhicules. Ces avantages peuvent être mesurés en unités physiques (heures, nombre d'accidents, de morts de blessés, journées d'hospitalisation, carburants, ...)
- ✓ *Les avantages indirects* : qui ne concernent pas directement les usagers de La route, mais la politique du transport et plus généralement, le développement Économique national ou local et l'aménagement du territoire.

# Chapitre I :

## Présentation de projet

- I.1. Introduction.**
- I.2. Généralités sur la wilaya de Biskra**
- I.3. Généralités Sur La Commune d'El-Hadjeb.**
- I.4. Présentation De La RN 46.**
- I.5. Situation Actuelle.**
- I.6. Description Du Tracé.**
- I.7. Principaux Impacts Environnementaux Du projet.**
- I.8. Définition De L'évitement.**
- I.9. Base D'étude.**
- I.10. Objectifs Principaux Du Projet.**
- I.11. Normes Géométriques.**
- I.12. L'intérêt En Termes D'aménagement Du Territoire.**



## I.1. Introduction

L'évolution de la demande de transport générée par le développement et l'extension du tissu urbain, se traduit par des niveaux de trafic croissants sur la route nationale N° :46 actuelle.

Cet état a conduit à la nécessité d'envisager de nouvelles infrastructures routières susceptibles de prendre en charge les surplus de trafics et par la même une meilleure prise en charge de la fluidité de la circulation par décongestion du trafic de poids lourd transitant par la ville d'EL-HADJEB.

Pour notre projet on s'intéresse à étudier l'évitement de la ville d'EL-HADJEB d'où La réalisation de l'évitement permettra de fluidifier la circulation automobile et de soulager la ville d'un trafic de plus en plus important.

## I.2. Généralités sur la wilaya de Biskra

### a) Situation géographique de la wilaya :

La ville de Biskra se situe au sud-est de l'Algérie, elle occupe une superficie de 21.67km<sup>2</sup>, son altitude est de 128 mètre au niveau de la mer, regroupant 33 communes et 12 daïras elle est limitée:

- Le nord : wilaya de Batna et M'sila.
  - Le sud : wilaya de Ouargla et el-oued.
  - L'est : wilaya de Khenchela.
  - L'ouest : wilaya de Djelfa.
- 
- ✓ Population :869215 habitants
  - ✓ Superficie : 21509.80 km<sup>2</sup>
  - ✓ Découpage administratif : Daïra 12, Communes 33. (Wilaya de Biskra, 2020)





- ☒ Infrastructures routières :
  - RN : 550.10 km
  - CW : 735.70 km
  - CC : 1395.47 km
- ☒ Nombre d'ouvrage d'art sur RN : 109
- ☒ Nombre d'ouvrage d'art sur CW : 67
- ☒ Infrastructures aéroportuaires :
  - Aéroport international 01

RN	PK Origine	PK fin	Longueur (km)	Largeur (m)	Lieu Origine	Lieu Fin
RN03	255+700	383+000	127.30	7-8	Limite wilaya de Batna	Limite Biskra el Oued
RN46	194+000	279+000	85.00	7-8	Limite de la wilaya de M'sila	Agglomération ville Biskra
RN46A	56+200	114+700	58.50	8.0	Limite Biskra el Oued	Bir Naam Intersection RN 46 PK 218+650
RN46B	0+000	72+700	72.7	7.0	(El outaya (Carrefour RN 03 PK 294+000	RN03 PK342+500
RN78	133+000	142+000	9.00	7.0	Limite wilaya de Batna	Carrefour RN 03/ RN78
RN87	117+500	154+500	37.00	7.0	Limite wilaya de Batna	RN 03 PK 310+750
RN31	100+100	153+700	53.60	7.0	Limite wilaya de Batna	Agglomération Biskra
RN83	221+600	328+600	107.00	7.0	Limite wilaya de khanchla	Agglomération Biskra
<b>TOTAL</b>			<b>550.10</b>			

RN	PK Origine	PK fin	Longueur (km)	Largeur (m)	Lieu Origine	Lieu Fin
CW01	0+000	17+000	17.00	6.0	RN46 PK 269+900	RN03 PK 340+300
CW02	0+000	35+000	35.00	6.0	(ZERIBET EL OUED (RN83 PK247+400	(BADES (RN83 PK231+000
CW02A	0+000	45+000	45.00	7.0	ROUIDJEL CW2/CW2A PK7+100	(Limite wilaya el Oued (Magrane
CW03	0+000	24+000	24.00	7.0	(BOUCHAGROUNE (RN46 PK 254+500	(FOUGHALA (RN46 PK 234+700
CW04	0+000	30+000	30.00	6.0	SIDI KHALED	BESBES
CW04A	0+000	58+000	58.00	6.0	BESBES	RAS EL MIAD
CW04B	0+000	38+000	38.00	6.0	Intersection CW4A PK 36+000	Limite wilaya de Djelfa
CW05	0+000	42+000	42.00	6.0	LAGHROUS CW03 PK 23+500	DOUCEN RN46A PK 42+000
CW06	0+000	23+000	23.00	6.0	(M'ZIRAA (RN83 PK 274+500	SIDI MASMOUDI
CW06A	0+000	24+000	24.00	6.0	Intersection CW06 PK 19+800	Intersection CW07- RN83 PK259+000
CW07	0+000	53+000	53.00	6.0	Intersection RN83 PK 258+500	Limite wilaya de Batna
CW09	0+000	21+000	21.00	6.0	Intersection CW36 PK 27+900	Intersection RN03 PK 378+050
CW36	0+000	55+000	55.00	6.0	RN 03 SUD PK 354+000	RN83 PK 55+000
CW36A	0+000	34+000	34.00	6.0	(CW36 du PK 10+000 (Tayer Rassso	RN31 PK 137+300
CW54	7+800	37+000	29.20	6.0	Limite wilaya de Batna	RN87 PK 134+300
CW54A	0+000	16+500	16.50	6.0	Intersection CW54 PK33+500	RN03 PK283+950 Hamem Sidi el Hadj
CW60	0+000	83+000	83.00	6.0	OULED DJELAL RN46A PK33+500	OUM LAGRAD vers limite wilaya M'sila
CW60B	0+000	50+000	50.00	6.0	CW60 PK65+000	Limite wilaya de Djelfa
CW61	0+000	43+000	43.00	6.0	TOLGA	OULED DJELAL
CW61A	0+000	15+000	15.00	6.0	(LIOUA (CW61 PK11+900	(RN46B PK58+250 (OURLAL
<b>TOTAL</b>			<b>735.70</b>			

TABL I.1 : Réseau routier de La wilaya de BISKRA

### I.3. Généralités Sur La Commune d'EL-HADJEB.

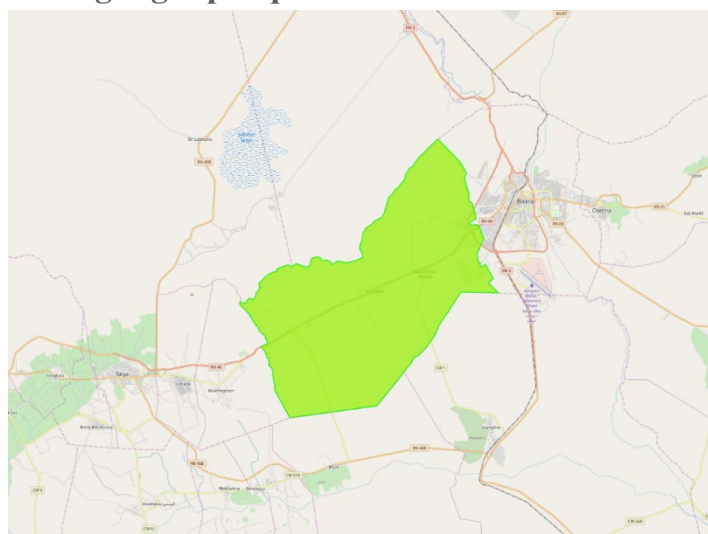
PHOTO I-1 : Carrefour giratoire à coté de l'université



Son siège est à 12 km du centre de la wilaya, avec une population estimée à 15000 personnes réparties dans plus de 7 communautés résidentielles ou petits villages. La région est riche en palmiers et en production de dattes de bonne qualité et Il dispose également d'un spa, C'est aussi un excellent endroit pour traiter les maladies rhumatismales en remplissant dans le sable. Pendant la révolution de libération, c'était un centre important pour le recrutement de révolutionnaires et un point de passage stratégique. Il a actuellement un campus, un institut pour le développement des techniques agricoles du désert, un spa, des zones agricoles et palmeraies aussi une gare routière de la wilaya et finalement une zone industrielle considérable. (الحاجب ولاية بسكرة, 2020)

#### a) Situation géographique

Figure I-3 : Plan de situation de la ville EL-HADJEB



- ☒ -Administration :
  - -Nom Algérien : EL HADJEB
  - -Wilaya : BISKRA
  - -Daïra : BISKRA
  - -Code Postal :
  - -Code ONS : 0732
- ☒ -Situation Géographique :
  - -Coordonnées : 34° 47' 25" nord, 5° 35' 49" est.
  - -Superficie : 208,75 km<sup>2</sup>
- ☒ -Localisation :
  - La commune de EL HADJEB est située à environ de 12 km d'ouest de la wilaya de BISKRA, elle est limitée par :
    - -Au nord : Daïra de EL-OUTAYA et TOLGA
    - -Au sud : Daïra de OUMACHE
    - -A l'Est : Commune de BISKRA
    - - A l'ouest : Daïra de TOLGA
- ☒ Démographie:
  - Population : 15 000 hab.
  - Densité: 71,85 hab/km<sup>2</sup>.

**b) Réseau routier de EL HADJEB : (biskra, 2020)**

RN	Longueur (km)	PK début	PK final	Lieu de début	Lieu de la fin
46				Biskra	Bouhegroun

CW	Longueur (km)	PK début	PK final	Lieu de début	Lieu de la fin
01	17	00+000	17+00	RN 46 PK 269+900	RN 3 PK 340+300

CC	Longueur (km)	PK début	PK final	Lieu de début	Lieu de la fin
12	8.8	00+000	08+800	RN 03	RN 46
44	12.000	00+000	12+000	RN 46	RN 46 B

**TABL I.2** : Réseau routier de la commune d'EL-HADJEB

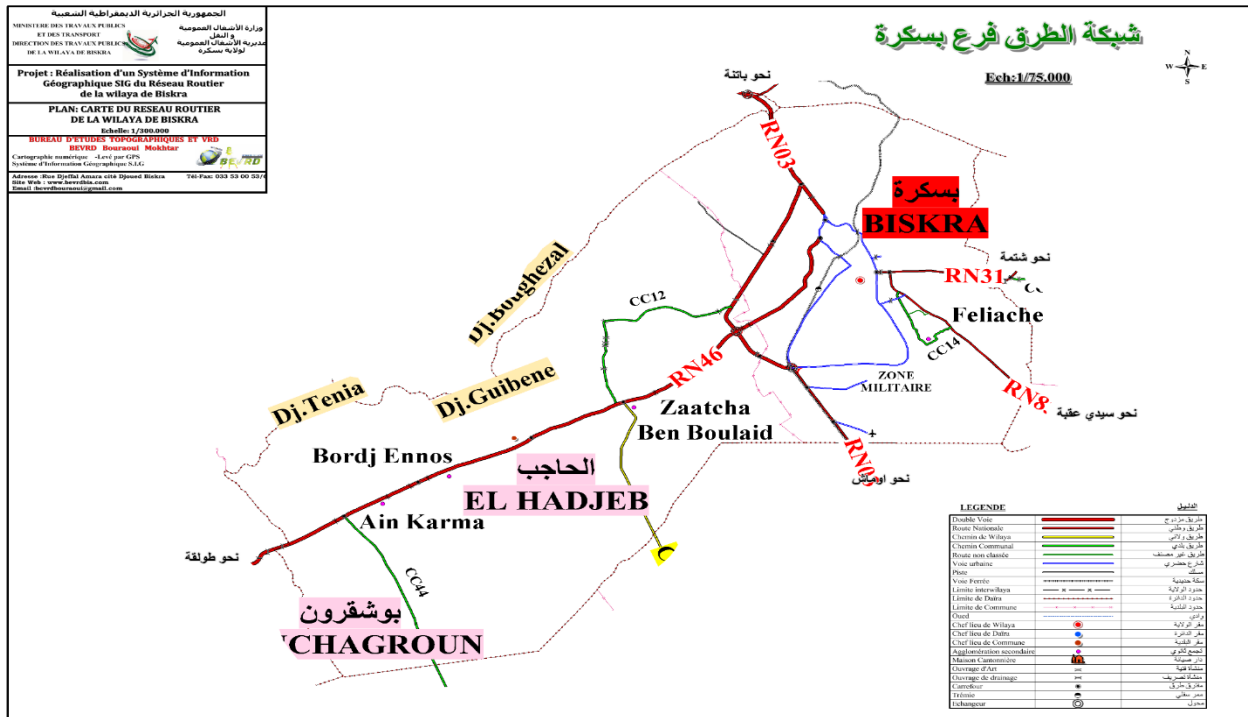


Figure I-4 : Réseau routière de la commune d'EL-HADJEB



Figure I-5 : Image satellitaire par logiciel Google Earth pour CC 12



Figure I-6 : Image satellitaire par logiciel Google Earth pour CC 44



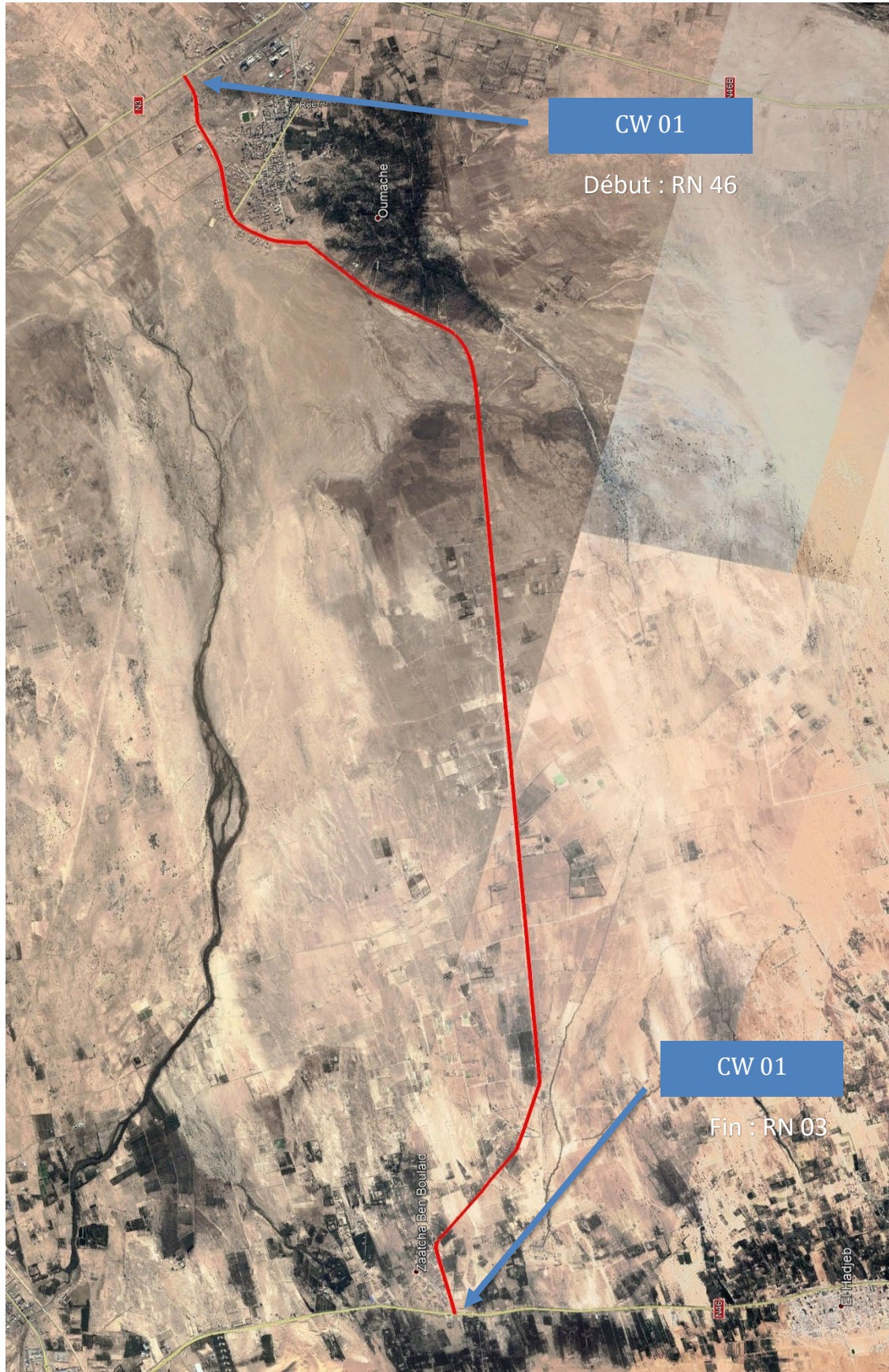


Figure I-7 : Image satellitaire par logiciel Google Earth pour CW 01

#### I.4. Situation actuelle :

Le développement socioéconomique très remarquable de la région Sud/Est du pays fait de la RN 46, prolongement de la RN 8, un axe routier de premier niveau, au même titre que la RN 03. Cet axe draine aujourd'hui un trafic très important et en nette progression.

Actuellement la circulation routière sur le tronçon Biskra – El hadjeb - Tolga de la RN 46 est très difficile en raison de l'existence des sites urbain en parallèle avec la route RN et cela vient de trafic de la région voisine (la zone industrielle de Biskra et la grande marche des dettes, gare routière de la wilaya, transport humaine et marchandise...), ce qui a créé un grand flux de trafic quotidien et il existe aussi actuellement une faculté et plusieurs carrières dans la commune d'El hadjeb, un usine de brique qui alimentent la plupart de projet de la wilaya. Les moyens de transports utilisés sont des camions poids Lourds type 4\*2 et de semi-remorque et. Ces véhicules lourds constituent en permanence un danger à la circulation et les habitants de la région. La chaussée sur ce tronçon de la commune de l'El hadjeb est étroite. Telle est la situation actuelle de la route dans ce tronçon.

Sur le tronçon de la ville d'El hadjeb Il se trouve 3 zones d'agglomération sont BORJ ENNOUS et Centre-ville d'El hadjeb, Zaatcha Ben Boulaid ou La vitesse moyenne de circulation ne dépasse par le 50 km/h



PHOTO I-3 : zones d'agglomération EL HADJEB



PHOTO I-2 : zones d'agglomération BORDJ ENNOUS



**PHOTO I-4** : zones d'agglomération Zaatcha Ben Boulaid

Ainsi Il existe 15 ouvertures d'intersection avec RN 46 et 3 carrefours giratoire et pour cela on se trouver en face à 6 ralentisseurs (les dos-dans) et des plaques de limitation de vitesse de 60 km/h à 30 km/h

**PHOTO I-5** : Ouverture d'une intersection avec une piste



**PHOTO I-6** : Ouverture d'une intersection avec une piste



**PHOTO I-7** : Carrefour giratoire



**PHOTO I-8** : Carrefour giratoire en centre de la ville EL-HADJEB



**PHOTO I-9** : Un ralentisseur avant une intersection



**PHOTO I-10** : un ralentisseur avant le carrefour giratoire



Dans le même contexte et à cause du commerce de bord de la route installés sur la RN 46. Ces points de vente illégaux sont souvent cause de risques d'accidents de la circulation et telles que leur résultat sont les conséquences du stationnement dangereux peuvent être désastreuses, voire même mortelles dans certains cas. En effet, ce type de stationnement n'engendre pas une gêne mais bien un danger pour les autres usagers, les accidents de la route liés à des stationnements dangereux, fait de nombreuses victimes et le nombre d'accident estimé est 8 en 2019 seulement. Dans les  $\frac{3}{4}$  des cas des accidents sont en zone d'agglomération, ceux-ci sont liés à des véhicules garés dans des virages ou une intersection qui obligent les autres usagers à se déporter sur l'autre voie pour éviter la collision latérale ou par derrière. Malheureusement, lorsque la circulation est dense ça va engendrer un encombrement. La situation est encore plus grave lorsque le stationnement dangereux masque la présence d'un passage piéton ou d'un passage à niveau.



**PHOTO I-11** : un commerce au bord de la route



**PHOTO I-12** : un commerce au bord de la route



**PHOTO I-13** : un commerce au bord de la route



**PHOTO I-14** : une mosquée au bord de la route



**PHOTO I-15** : une école de primaire au bord de la route



**PHOTO I-16** : une faculté au bord de la route



**PHOTO I-17** : une mosquée au bord de la route



**PHOTO I-18** : un carrefour giratoire au centre de la ville

Afin de mieux d'éviter les points noirs de ce tronçon et canaliser ce flux de déplacements de personnes et de biens et d'améliorer le niveau de service offert aux usagers, les autorités de la wilaya de Biskra et en adéquation avec le schéma directeur routier national (SDRN du Ministère des Travaux Publics) ont décidé d'opérer une large opération d'aménagement de la RN 46 qui consiste en le dédoublement de la chaussée existante et l'adaptation des carrefours aux nouvelles caractéristiques de la route aussi l'évitement de la ville d'El Hadjeb par une route express à 2 x 2 voies s'inscrit dans la même vision. En effet, ce projet aura le double impact de protéger le centre-ville d'El Hadjeb d'un important flux de trafic de transit notamment les poids lourds et d'offrir à ce dernier un meilleur niveau de service et un gain en temps de parcours.

## I.5. Présentation du projet :

### a) Description terrain de traçais



**PHOTO I-19** : Départ de projet PK 262+450

Le tracé se situe au nord de la ville d'El-Hadjeb. Il prend naissance au PK 262+450 de la RN 46 à proximité de la zone d'accès aux carrières à l'entrée du chef-lieu de la commune d'El-Hadjeb. Le tracé de la route se trouve généralement au-delà de la deuxième ligne électrique de haute tension. Toutefois, les obstacles imposés par le terrain nous ont obligés de traverser ces lignes électriques au niveau de certaines sections comme suit :

Du PK 0+240 jusqu'au PK 0+270

Du PK 1+140 jusqu'au PK 1+220

Du PK 2+120 jusqu'au PK 2+270

Du PK 2+540 jusqu'au PK 2+670

Du PK 3+855 jusqu'au PK 3+970


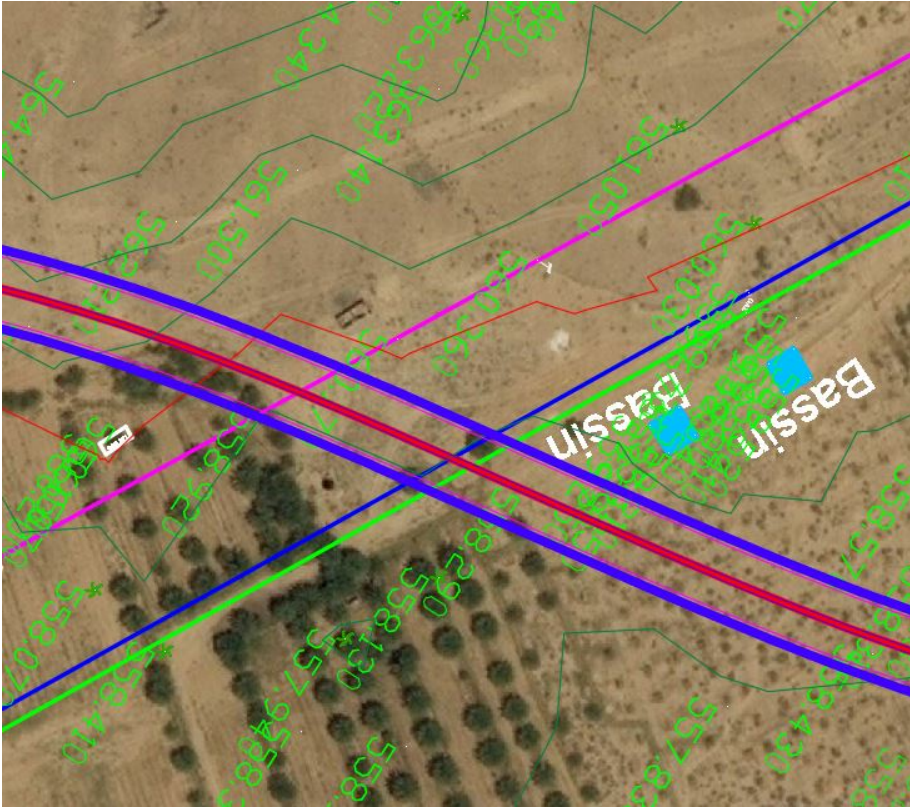
Dans ce contexte et pour assurer une hauteur minimale suffisante entre la route et les lignes de haute tension, nous avons calé la ligne du projet au niveau de ces points critiques, soigneusement de telle sorte qu'elle respecte le gabarit indiqué par cette correspondance .

On signale également que le tracé passe à la proximité de la palmeraie située au côté "Nord-Est" de la ville d'El-Hadjeb, ce qui engendre la nécessité de l'abattage de quelques 400 palmiers. Le raccordement avec la RN 46 se fera au niveau du PK 267+716 de la RN 46. La longueur totale du tracé est de 5.817 km. Trois carrefours giratoires seront aménagés au début et centre, fin de cette route au niveau des raccordements avec la RN46.



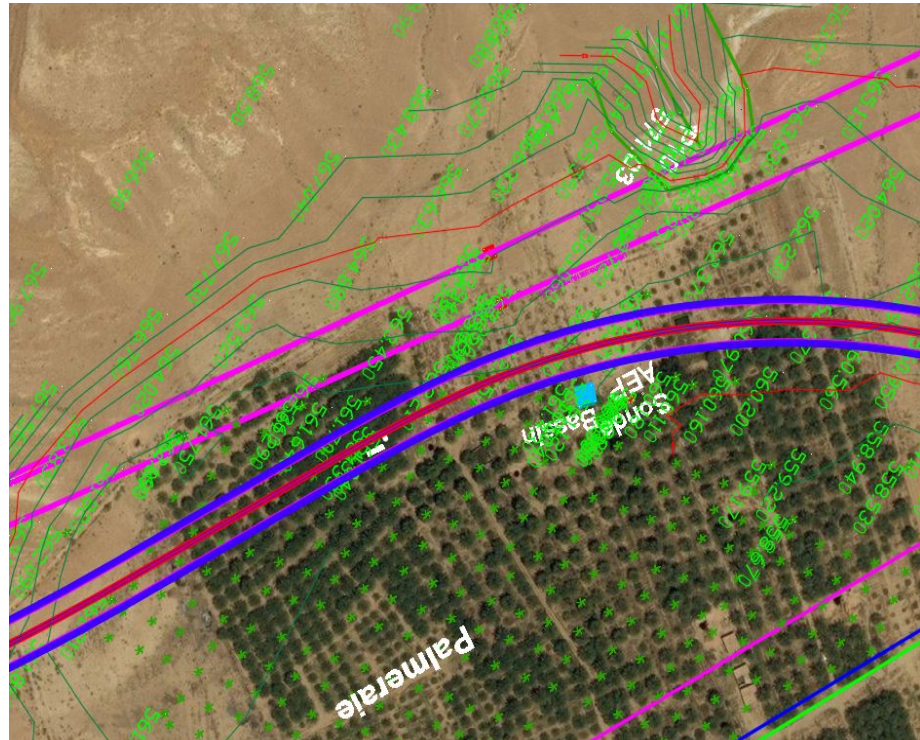
**PHOTO I-20** : Fin de projet PK 268+276



PK	LES PHOTOS
<p><b>PHOTO I-21 :</b> PK 268+276</p> <p>Fin de projet</p>	
<p><b>PHOTO I-22 :</b> PK 04+550</p> <p>Intersection avec les deux conduites de gaz nouvelle et l'ancienne</p>	

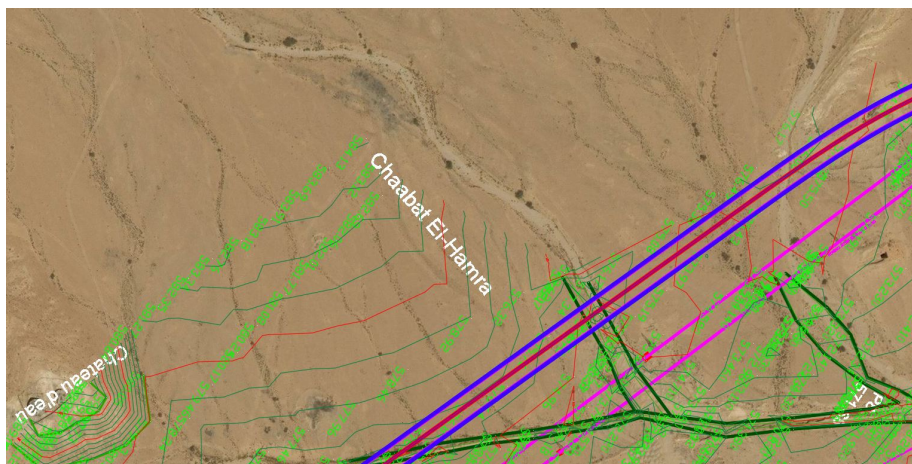
**PHOTO I-23 :**  
PK 04+000

Traverser le  
400  
palmeraies



**PHOTO I-24 :**  
PK 03+200

Chaabat El  
Hamra



**PHOTO I-25 :**  
PK 03+150



**PHOTO I-26 :**  
PK 02+650



**PHOTO I-27 :**  
Pk 02+550  
Chaabet El  
ghar



**PHOTO I-28 :**  
Pk 02+100

Voie de  
carrière



**PHOTO I-29 :**  
PK 02+000

Intersection  
avec ligne  
électrique  
haut tension



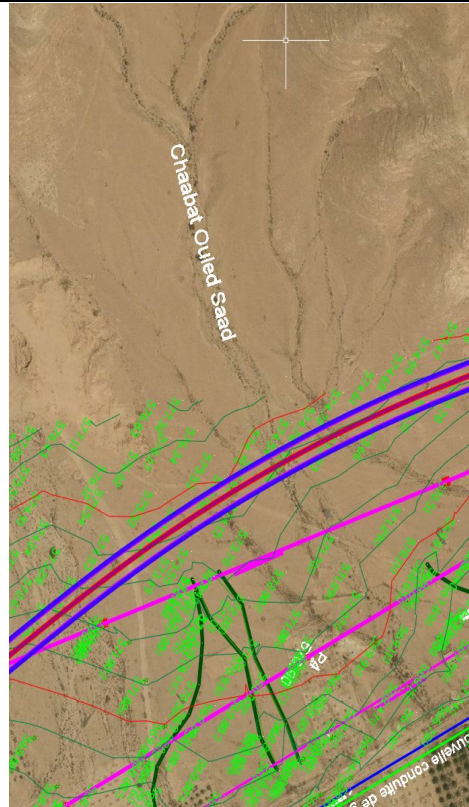
**PHOTO I-30 :**  
Pk 01+600

Intersection  
avec ligne  
électrique  
haut tension



**PHOTO I-31 :**  
PK 01+500

Chaabat  
Ouled Saad



**PHOTO I-32 :**  
PK 00+500

Intersection  
avec les deux  
conduites de  
gaz nouvelle  
et l'ancienne



**PHOTO I-33 :**  
PK 00+100

Intersection  
avec ligne  
électrique  
moyen  
tension



**PHOTO I-34 :**  
Départ de  
projet  
PK 00+000



**b) Hydrologie:**

La propriété hydrologique de site du projet d'évitement de la ville d'El hadjeb dans le tableau cité dessus : (hydraulique, 2020)

Classement hydrogéologique des terrains	Stratigraphie	Lithologie	Hydrogéologie
2	Quaternaire	Dépôts, sableux et argileux dans les grandes plaines et sur les piedmonts	Nappe phréatique (eaux salées : R.S > 2 g/l profondeur variable (2 à 30 m)
1	Éocène inférieur	Calcaires massifs à silex	Bon aquifère en zones fissurées : nappe captive artésienne des zibans : Nappe des calcaires nombreuses sources importantes
1	Sénonien Supérieur	Calcaires massifs	En continuité avec la nappe des calcaires dans le secteur des zibans
2	Éocène inférieur Sénonien Supérieur Albien supérieur	Dolomies et calcaires massifs, marnes	Peu perméable dans l'ensemble, aquifère dans les zones karstifiées seulement





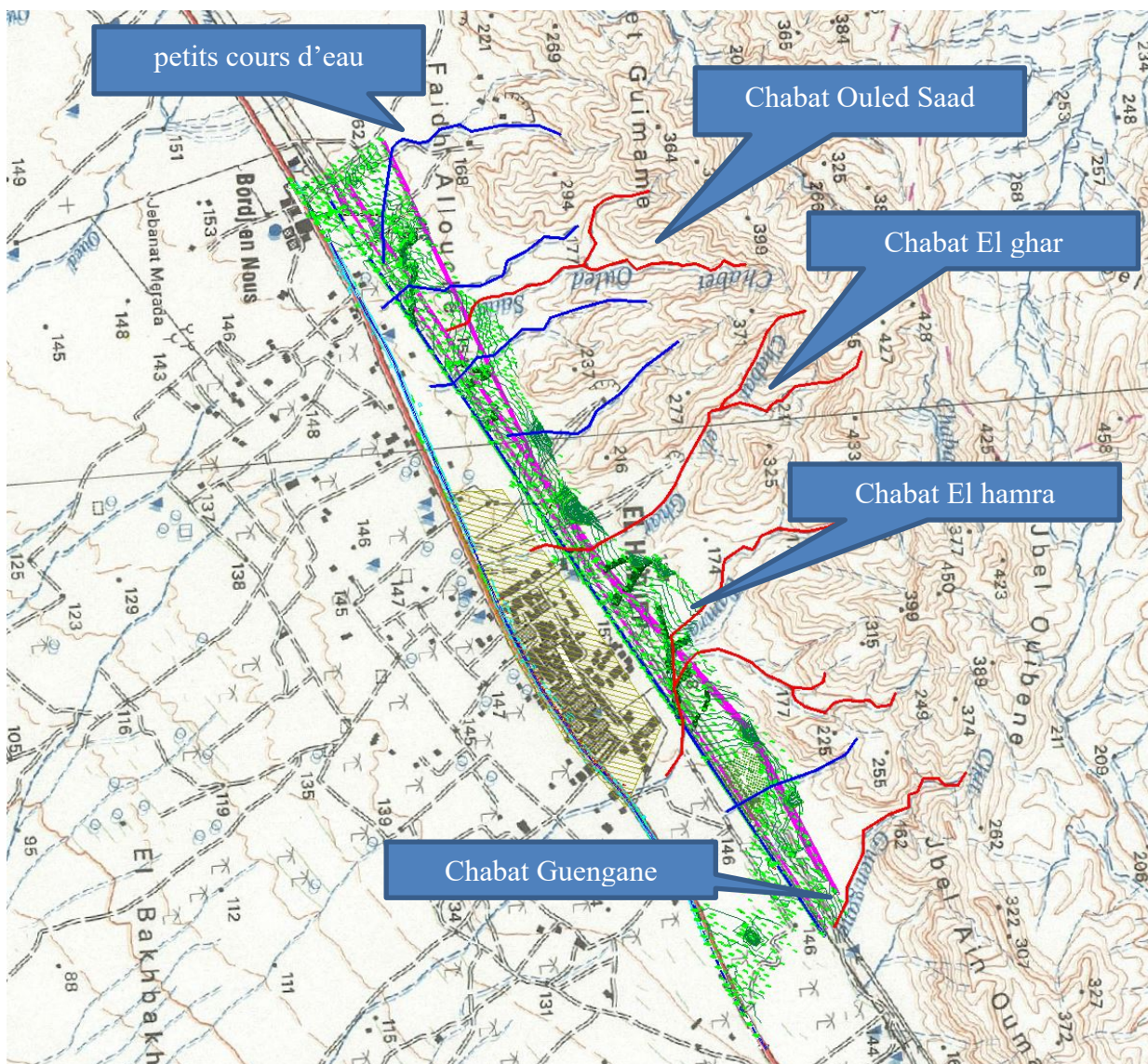
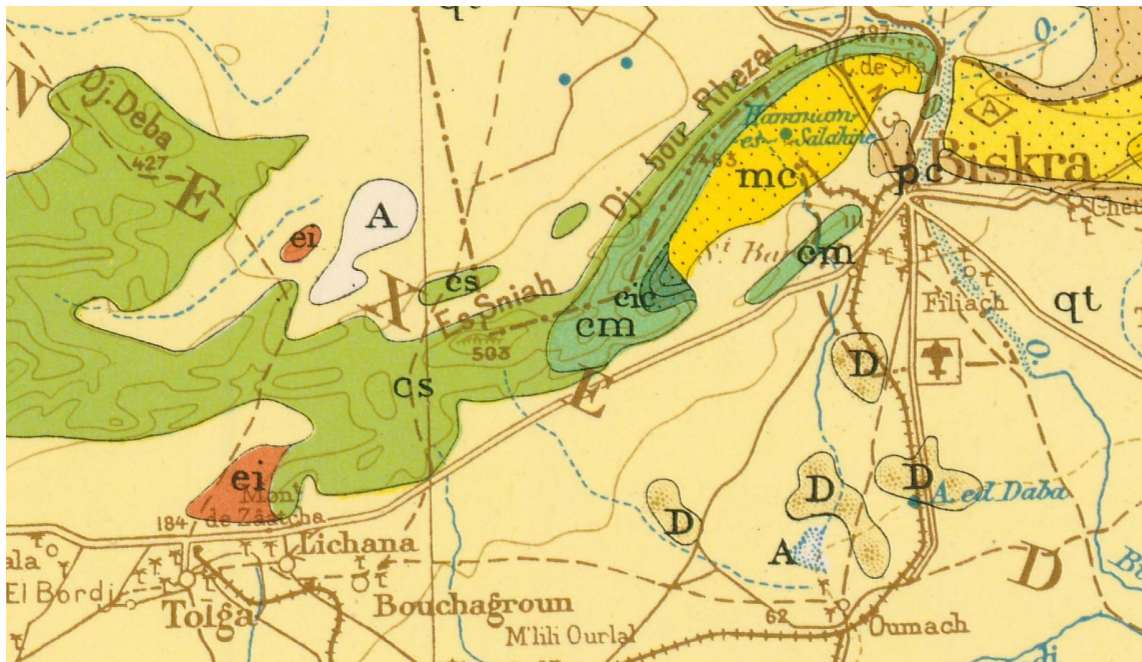


Figure I-9 : Une carte état-major de la commune d'EL- HADJEB que présente les chabats et la cour d'eau

### c) Géologie du site:

L'étude est située dans une région réputée pour ses carrières de calcaires et d'argiles. Cette zone est riche en montagne composé de terre molle et friable au contact de l'eau. Donc nous sommes dans un site difficile où il est indispensable de s'assurer des capacités portantes du sol de fondation de la route à projeter

Depuis les temps les vents et les pluies ont permis le déplacement des sables des chaînes de montagne de l'atlas Saharien, ces matériaux fins sont déposés sur les zones plates au bas des montagnes en forme de dômes dont la hauteur dépasse la dizaine de mètres et au court du temps ils ont formé un sol hétérogène, parfois des sables fins avec présence de sel en surface parfois des terres noires et grises mélangés à des grosses pierres et des cailloux. Au passage des eaux de ruissellement les berges en terre s'effondrent sans résistance en raison des constituants des dépôts de terres qui ne présentent aucune résistance. A l'œil nu on distingue des montagnes de terres avec des couches de gros éléments de faible épaisseur.



**Figure I-10** : Une carte géologique de la commune d'EL- HADJEB

(Carte géologique de la commune de El-hadjeb, 2020)

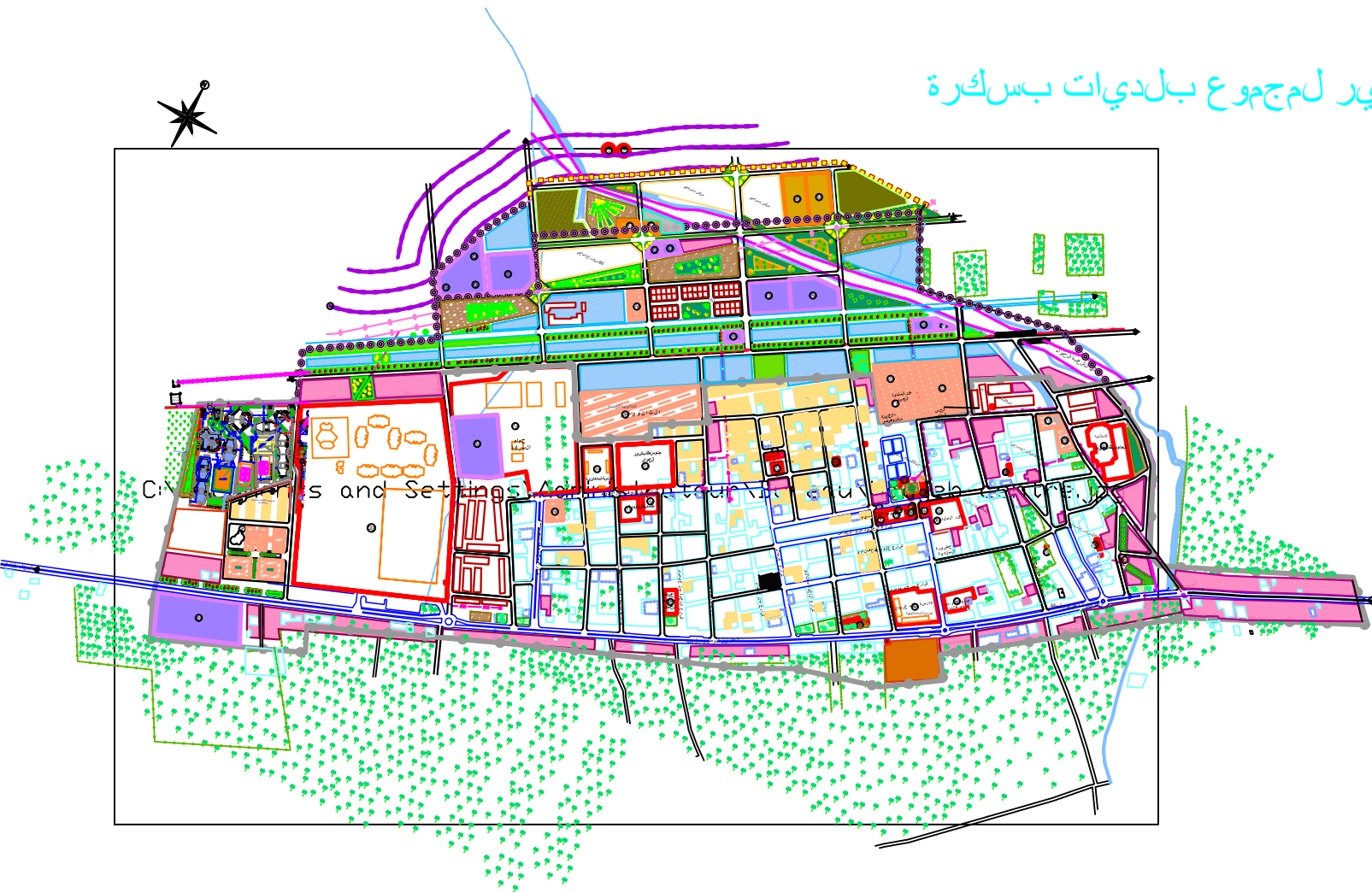
#### **d) Problématique de la ville d'El-hadjeb**

Les problèmes posés sont les suivants:

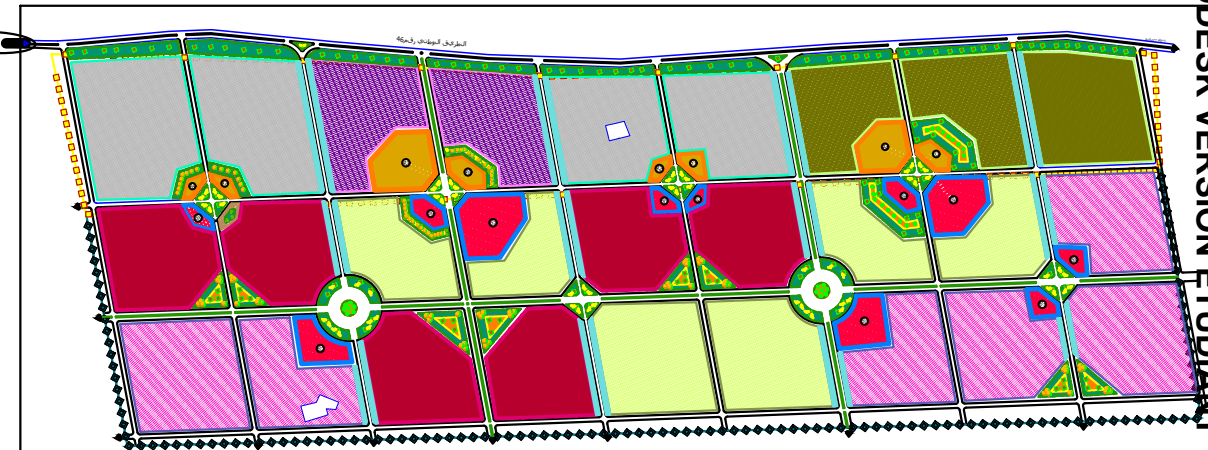
- a) Saturation de la RN 46 par la présence d'un grand nombre de véhicules qui Transitent par la ville et qui engendrent une congestion de la circulation.
- b) L'augmentation du nombre d'accidents au niveau de la RN 46 de moyenne 6 accidents par ans.
- c) La pollution qui crée des maladies respiratoires à cause des gaz
- d) D'échappement des véhicules et la poussière.
- e) Le Bruit des véhicules (nuisances sonores).
- f) La dégradation de la chaussée à cause du l'augmentation de circulation
- g) Des véhicules et de poids lourd qui traversent la route quotidiennement.

#### **e) LA CARTE DE PDAU :**

مراجعة المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير لمجموع بلديات بسكرة  
مقر بلدية الحاجب



التصنيفات المخصصة للتهيئة	التصنيفات المخصصة للتعمير	التصنيفات المخصصة للتجهيز
1- مناطق سكنية	1- مناطق سكنية	1- مناطق سكنية
2- مناطق تجارية	2- مناطق تجارية	2- مناطق تجارية
3- مناطق صناعية	3- مناطق صناعية	3- مناطق صناعية
4- مناطق زراعية	4- مناطق زراعية	4- مناطق زراعية
5- مناطق خضراء	5- مناطق خضراء	5- مناطق خضراء
6- مناطق مائية	6- مناطق مائية	6- مناطق مائية
7- مناطق أخرى	7- مناطق أخرى	7- مناطق أخرى



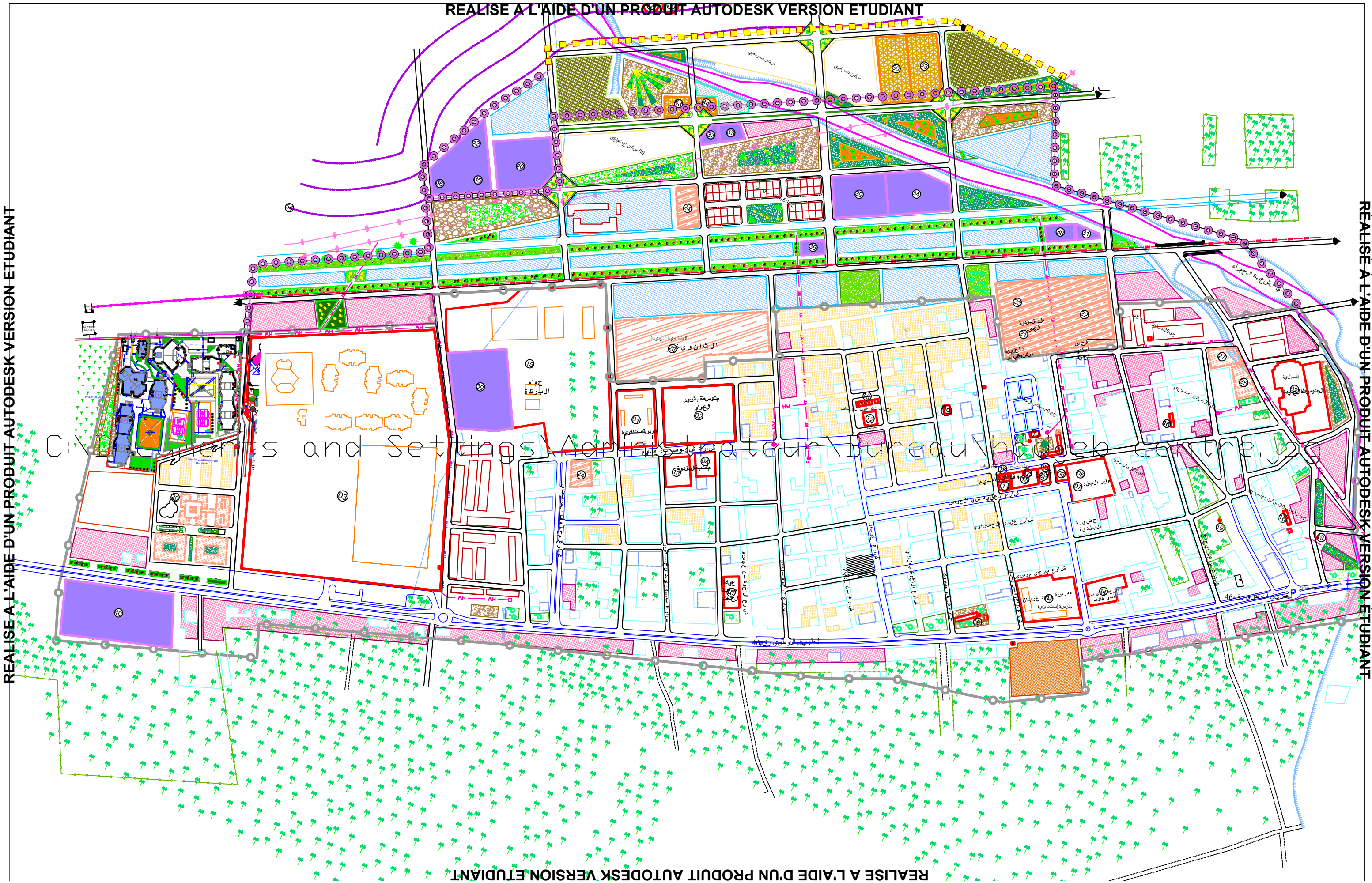
REALISE A L'AIDE D'UN PRODUIT AUTODESK VERSION ETUDIANT

REALISE A L'AIDE D'UN PRODUIT AUTODESK VERSION ETUDIANT

REALISE A L'AIDE D'UN PRODUIT AUTODESK VERSION ETUDIANT

REALISE A L'AIDE D'UN PRODUIT AUTODESK VERSION ETUDIANT

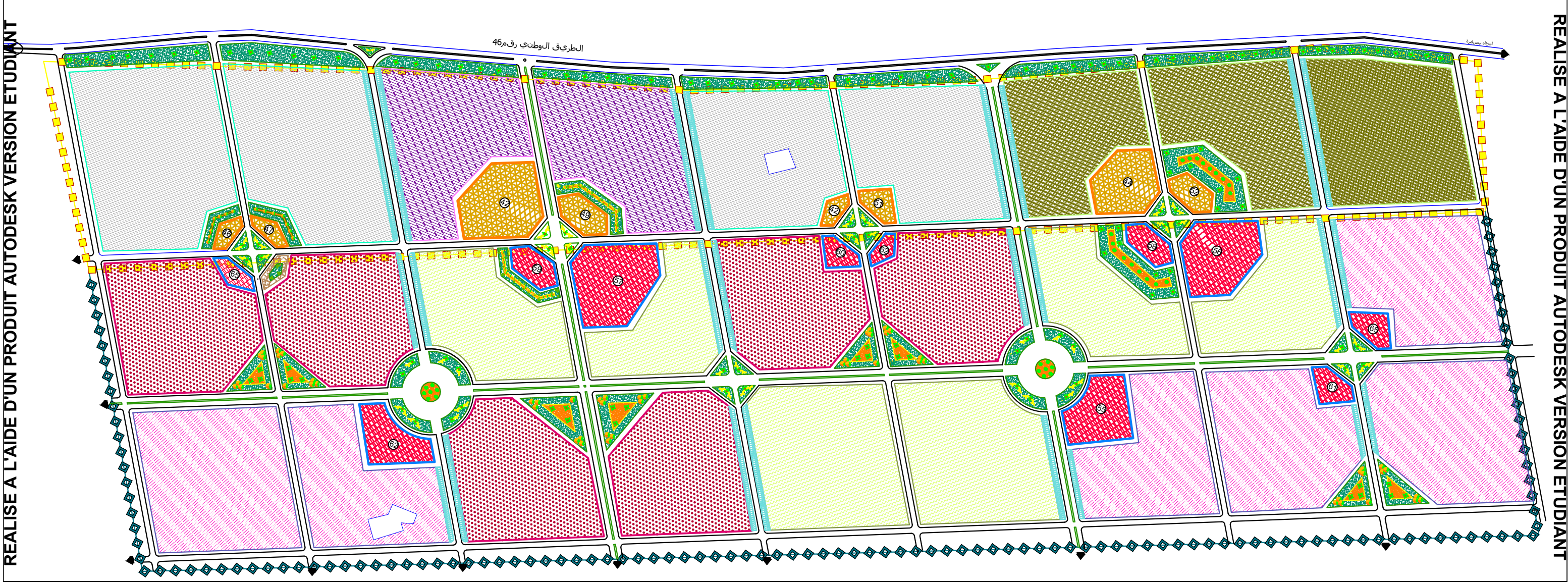
REALISE A L'AIDE D'UN PRODUIT AUTODESK VERSION ETUDIANT



REALISE A L'AIDE D'UN PRODUIT AUTODESK VERSION ETUDIANT

C:\Users\Student\Desktop\Architectural\Bureau\Lab Centre

REALISE A L'AIDE D'UN PRODUIT AUTODESK VERSION ETUDIANT



REALISE A L'AIDE D'UN PRODUIT AUTODESK VERSION ETUDIANT

## I.6. Principaux Impacts Environnementaux Du projet :

### a) Impacts positifs:

Le désenclavement des zones du projet par des routes revêtue et praticables En toutes saisons aura un impact positif appréciable sur les activités des Populations riveraines en général et sur celle d'El hadjeb en Particulier. Les effets les plus attendus sont:

- Amélioration des conditions de transport;
- La réduction des coûts de transport (gain du temps, sécurité, carburant ...);
- L'augmentation des revenus agropastoraux;
- le centres villes d'El hadjeb sera délimiter par deux grand routes l'ancienne route RN 46 et le nouveau évitement
- Contribuer le transport des fermiers vers leur fermes et les carriers et améliore les conditions de leur travail.
- Transformer les composés résidentiels dans les environnements urbains à long et moyen terme qui ils ont à proximité de l'évitement à environnement urbain à court terme.
- Favorisera l'évacuation des produits agropastoraux et induira une augmentation;
- Attraction des activités agricoles, pastorales et touristiques;

### b) Impacts négatifs:

La plupart des impacts négatifs seront limités à la période d'exécution des travaux pendant les travaux d'excavation, de nivellement de piste, de bitumage, d'exploitation des carrières et des zones d'emprunts, du transport des matériaux de construction, de l'entretien des véhicules.

D'autres impacts négatifs qui pourront se manifester concerneront l'émanation des poussières, du bruit, des vibrations sonores et des problèmes de sécurité pendant les travaux et à la mise en place des équipements et des matériaux de construction, le rejet anarchique de produits de purges/curages de travaux d'assainissement.

Le projet aura un faible impact sur la végétation car il n'y a pas de forêts ou espèces végétales sensibles ou protégés dans la zone du projet ; seulement une ferme et quelques arbustes et herbes qui se trouvent dans l'emprise de la route aux droits spécifiques seront affectés.

Par ailleurs, la dégradation de sol sur l'emprise des pistes, dans les sites des carrières, des voies d'accès et des sites de stockage pourrait aussi être visible. La pollution du sol et de cours d'eau, par le déversement des sédiments et des matières polluantes.

Le projet pourrait avoir des effets néfastes d'augmentation de population due à la migration des travailleurs non-résidents. Ceci peut causer des problèmes sociaux notamment l'accroissement probable l'augmentation de pression sur la flore et la faune dans des régions giboyeuses. Par ailleurs, pendant la mise en œuvre de la route, d'autres problèmes qui pourraient se manifester concerneraient l'insécurité des usagers de la route par l'augmentation du volume et de la vitesse du trafic, la pression croissante sur les ressources naturelles par l'augmentation de la population... etc. Nous résumons ce qui suit :

#### Effets sur les ressources naturelles et sur les écosystèmes

- L'air : la pollution résultant du fonctionnement des moteurs est caractérisée par des émissions de polluants gazeux et particulaires auxquelles s'ajoutent celles résultant de l'usure des plaquettes de freins (amiante) et des pneus.
- L'eau : on peut considérer qu'il existe au moins quatre types de pollutions susceptibles de toucher les eaux de surface et les eaux souterraines :
  - Pendant la phase travaux
  - La pollution chronique (les eaux de ruissellement)
  - La pollution saisonnière
  - La pollution accidentelle
- La faune et la flore
- Effets sur le cadre et a qualité de vie
- Le bruit routier (nuisance sonore)



Un nouvelénagement a toujours des effets sur l'occupation des sols et les déplacements des personnes. C'est ainsi qu'un terrain ou une habitation située à proximité de l'ouvrage verront leur valeur fortement dépréciée, alors que les mêmes terrains situés à proximité d'un point d'échangeur pour pourront voir leur valeur fortement appréciée. Les cas de construction d'hôtels, de zones artisanales ou industrielles à côté des échangeurs d'autoroute en sont un bon exemple.

La prise en compte des contraintes agricoles lors de la conception même du projet, doit permettre de réduire les impacts qui sont :

- Une perte d'espace agricole
- Une coupure de l'espace agricole
- Une destruction du parcellaire
- Une interruption des circulation agricoles
- Une coupure des réseaux de drainage et d'irrigation

### **I.7. Définition de l'évitement:**

Est un contournement autour d'une agglomération pour dévier un pourcentage du trafic qui transite par cette dernière.

### **I.8. Base d'étude:**

Le levé topographique a été réalisé sur la base de 11 stations et carte d'état-major

- Début du projet: Borne kilométrique PK 262+450 de la RN 46.
- Fin de projet : Borne kilométrique PK 268+267 de la RN 46.

### **I.9. Objectifs principaux du projet:**

L'objectif principal de notre projet est de créer un évitement assurant le transfert d'une partie du trafic de la RN46 transitant par la ville d'El hadjeb.

Et ce afin, de résoudre les problèmes cités plus haut que connaît cette ville.

Cet objectif sera défini comme suite:

- 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 et les conditions de circulation et notamment la fluidité en période de pointe.
- Réduire le coût d'exploitation du véhicule (C.E.V).
- Diminuer le temps du parcours et réduire le nombre d'accidents.
- Diminuer les bruits existants.
- Diminuer la circulation des véhicules lourds traversant la ville 'El hadjeb.
- Relancer les activités économiques dans une région agricole.
- Créer Une desserte pour les citoyens habitants au sud de la ville d'El hadjeb.
- L'amélioration du cadre de vie des citoyens de ces régions.
- La diminution du temps de parcours pour le trafic de transit.

### I.10. Normes géométriques:

Les normes utilisées dans le cadre de cette étude sont principalement :

- Etudes générales techniques et économiques des aménagements routiers – B40 – Normes techniques d'aménagement des routes.
- Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison (ICTAAL), SETRA
- SETRA Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales carrefours plans décembre 1998

### I.11. Hypothèses de calcul

L'évitement de la ville d'El-Hadjeb s'inscrit dans le cadre de l'opération d'aménagement de la RN 46 afin d'offrir au flux de trafic du transit notamment les poids lourds une meilleure fluidité de circulation en dehors de la ville d'El-Hadjeb .

Pour cela, des hypothèses de calcul ont été admises pour cette étude. Le tableau suivant récapitule ces hypothèses :

Catégorie	Environnement	Vitesse de base
Cat. 1	E 2	100 km/heure

**Tableau I.3 :** *Hypothèses admises pour les calculs*

### **I.12. L'intérêt en termes d'aménagement du territoire:**

Les principes assignés se résument comme suit:

- Création d'une trame viaire et hiérarchisée permettant de doter de la zone d'étude d'une structure de base (toile fond) .
- Réorganisation de la zone avec la mise en place d'une nouvelle structure qui mettrait en valeur d'option d'une centralité secondaire par rapport au centre d'El hadjeb.
- Eradication de l'habitat précaire et de bidonvilles.
- La restructuration du tissu existant formait notamment par les nouveaux lotissements et l'habitat spontané.
- Projection d'habitat à forte et moyenne densité pour répondre aux besoins de développement de la population.
- Doter la zone industrielle d'accompagnement.
- L'aménagement des espaces publics (place, espace vert, aire de jeux) avec la mise en place d'un mobilier urbain adéquat.
- Améliore la lisibilité dans le site par la création de nœud et des points de repères.
- Déplacement des activités nuisant en dehors de site, ces activités seront prises en charge dans la zone d'industrielle projeté dans l'air d'El hadjeb.
- Prise en charge des zones de protection des différentes servitudes.

**a) Effets sur la démographie et l'urbanisme :**

La ville d'El hadjeb est de territoire en Croissance démographique normale si on le compare avec les normes algériennes, représentées par les différents documents de Planification comme des territoires sensibles en matière d'étalement urbain.

**b) Effets sur la population active :**

Elle favorisera le développement économique du territoire nord qu'il génère beaucoup de passagers supplémentaires dans les prochaines années entraînerait la création des emplois.

La réalisation de l'évitement d'E hadjeb favorisera les relations Est /Ouest de l'agglomération. Si les migrations alternantes sont actuellement encore peu nombreuses selon cet axe, car principalement orientées vers le centre de l'agglomération, la réalisation de l'infrastructure peut à long terme favoriser

Une diversification des origines/destinations des échanges quotidiens l'infrastructure met en relation des territoires périurbains résidentiels et des pôles d'emplois tels qu'à le nord, d'agglomération d'El hadjeb.

**c) Effets sur le développement des zones industrielles :**

La réalisation de notre projet représente une opportunité pour développer et intensifier les échanges est /Ouest et susciter des synergies nouvelles entre ces différents pôles économiques.

Il est important de noter que l'évitement d'El hadjeb crée un nouvel itinéraire, elle améliore les relations déjà existantes de l'Est vers l'Ouest en aidant à une meilleure répartition des flux, L'impact en termes de remplissage de zone d'activité est donc à relativiser.

**d) Effets prévisibles sur le commerce :**

La réalisation de l'évitement d'El hadjeb améliore les échanges commerciaux entre l'Est et l'Ouest aussi développe le commerce dans tout le territoire et surtout dans la ville de d'El hadjeb et facilite le commerce en terme du temps et moderniser le

commerce traditionnel déjà existe dans le territoire sachant que cette région est déjà connue par le commerce de dette et tourisme qui est une grande partie de l'économie de la région et aussi des activités commerciales

Intègrent aux habitations celle-ci se liées principalement aux commerces de première nécessité.

# **Chapitre II : Etude de trafic**

- II.1 Etude de trafic**
- II.2 Capacité d'une route**
- II.3 Application au projet**
- II.4 Conclusion**

## II.1 Etude detrafic

### II.1.1 Introduction :

L'efficacité fonctionnelle d'une route est mesurée en fonction de sa capacité à assister et accommoder la circulation des véhicules avec sécurité et efficacité. Pour déterminer son niveau d'efficacité certain paramètres associer doit être mesurée et analysée. L'analyse de ces paramètres influencera directement sur l'échelle et la conception de la route proposée, ainsi que le type et la quantité de matériaux utilisés.

### II.1.2 Facteurs affectant la conception :

- ❖ Le volume de circulation
- ❖ Les types de véhicules
- ❖ La sécurité
- ❖ Le climat
- ❖ L'esthétique

### II.1.3 Comptages

#### II.1.1.1 Les catégories des comptages :

Le volume de la circulation sur un axe routier concerné est obtenu par une étude de trafic, à L'heure actuelle on obtient les renseignements dont on dispose à ce sujet par les comptages.

On peut classer les comptages par trois catégories :

- ❖ **Les comptages autoroutiers :**  
(Cumul des échanges de gare à gare) qui **indiquent** des véhicules réels.
- ❖ **Les comptages automatiques routiers :**  
Qui sont de deux types :
  - Ceux qui sont donnés par des postes équipés **de tubes pneumatiques, fournissant** des chiffres correspondant à des paires d'essieux (unité de comptage automatique : U.C.A).
  - Ceux qui sont donnés par des postes équipés **de boucles magnétiques, fournissant** des chiffres correspondant à des véhicules réels (tous **véhicules** confondus).

- ❖ **Les comptages manuels :**

La majeure partie des comptages dont les résultats sont utilisés sur le plan national provient des compteurs automatiques routiers, les écarts observés entre les chiffres fournis par les boucles magnétiques et ceux fournis par les tubes pneumatiques sont en moyenne de 10% et varient selon l'importance du trafic PL et sa composition.

#### II.1.3.1 Les problèmes posés par l'utilisation des comptages :

Lorsqu'on réalise une étude de trafic le premier problème qui nous face c'est d'utiliser Correctement les résultats des comptages, pour cela il faut recueillir tous les éléments utiles à



L'étude de trafic sur plusieurs années pour obtenir des résultats rigoureux de l'évolution de la Circulation. Les problèmes les plus souvent sont les suivants :

- ❖ Anomalies dans l'évolution des comptages sur un axe pour une ou plusieurs périodes.
- ❖ Incohérence dans les trafics observés sur diverses sections d'un axe.
- ❖ Manque total d'informations sur une partie du réseau.

## II.2 Capacité d'une route

Le nombre de voies à prévoir est en relation avec la capacité de la route et de la demande en trafic, la procédure de calculs à suivre est :

### II.2.1 La 1ère étape : Evaluation de la demande

Le trafic comporte des variations horaires, journalières et saisonnières importants. Il est en général mesuré par deux indicateurs :

- Le trafic journalier moyen annuel TJMA.
- Le débit horaire du point normal **Q**.

Il nécessite de connaître l'année horizon et le trafic effectif en unité de véhicules particuliers (uvp).

- ✓ **Trafic effectif :** (karaa, 2014)

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction de l'environnement et le type de la route.

Tel que :

$$T_{\text{eff}} = ((1-Z) + PZ) \times TMJA_{\text{horizon}}$$

- **Z** : le pourcentage de poids lourds.
- **P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.
- $TMJA_{\text{horizon}}$  : trafic journalier moyen à l'année horizon.

La présence des véhicules **poids lourds** réduit le débit des routes ainsi l'encombrement des poids lourds est évalué comme **P véhicules particulière**, **P** variant et Sa valeur est associée à la nature topographique du terrain et le nombre des voies d'une route.

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « **P** » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

**Tableau II-1: Coefficient d'équivalence « P » - Norme B30 (1978) (technique, Juin1978, p. 44)**

Routes	Environnement		
	Plaine	Vallonnée	Montagneuse
<b>2 voies</b>	<b>3.0</b>	<b>6.0</b>	<b>12.0</b>
<b>3 voies</b>	<b>2.5</b>	<b>5.0</b>	<b>10.0</b>
<b>4 voie et plus</b>	<b>2.0</b>	<b>4.0</b>	<b>8.0</b>

✓ **Trafic à un horizon :** (karaa, 2014)

Le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est exprimé par la formule :

- TMJA service : trafic journalier moyen à l'année de mise en service.

$$TJMA_{\text{horizon}} = (1 + \tau)^n \times TMJA_{\text{service}}$$

- $\tau$  : taux d'accroissement annuel.
- $n$  : nombre d'année à partir de l'année de mise en service.

✓ **Le débit horaire normal Q :** (karaa, 2014)

Débit de pointe horaire normale s'exprime en unité de véhicules particuliers après la transformation de l'encombrement de différents types de véhicule dont on utilise généralement la formule suivante :

$$Q = 1/n \times UVP$$

Tel que :

- $Q$  : débit de pointe horaire normale (en u.v.p).
- $1/n$  : coefficient de pointe.

Le coefficient  $1/n$  permettant de calculer le débit de pointe horaire normale sera pris égal dans le cas général à **0,12**.

**II.2.2 La 2ème étape : Evaluation de l'offre** (karaa, 2014)

On détermine le débit horaire admissible :

$$D_{adm} = K1 \times k2 \times C_{th}$$

Tel que :

- $C$  : capacité effective du profil en travers en régime stable par UVP/h.
- $K1$  : coefficient dépendant de l'environnement.
- $K2$  : coefficient réducteur de capacité traduisant la déférence entre caractéristiques réelles et idéales de circulation.

**Tableau II-2 : Coefficient lié à l'environnement - Norme B30 (1978)** (technique, Juin 1978)

Environnement	$E_1$	$E_2$	$E_3$
$K_1$	<b>0.75</b>	<b>0.85</b>	<b>1.90 - 0.95</b>

Tableau II-3: Coefficient de réduction de capacité - Norme B30 (1978) (technique, Juin1978)

Environnement	Categories de la route				
	C1	C2	C3	C4	C5
E <sub>1</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E <sub>2</sub>	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E <sub>3</sub>	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

II.2.3 La 3ème étape : Détermination du nombre de voies (karaa, 2014)

❖ S'il s'agit de chausser bidirectionnelle :

on compare **Q** et **D<sub>adm</sub>** et on adopte le profil auquel correspond la valeur **D<sub>adm</sub>** la plus

$$Q \leq D_{adm}$$

proche de **Q**.

Ou bien :

$$C_{th} \geq \frac{Q}{K_1 \times k_2}$$

D'après le **tableau 4** si dessous, nous choisissons la valeur de **C<sub>th</sub>** appropriée.

❖ S'il s'agit de chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voies pour chacune des chaussées est le nombre entier le plus proche de :

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{Q_{prévisible}}{Q_{admissible}}$$

Tel que :

- **S** : étant un coefficient traduisant la **dissymétrie** dans la répartition du trafic dans les deux sens, en générale égale à 2/3.
- **D<sub>0</sub>** : débit admissible par voie = **K<sub>1</sub> x K<sub>2</sub> x C<sub>0</sub>**

Tableau II-4: Capacité des routes en uvp / h - Normes B30 (1978). (technique, Juin1978)

Capacités théoriques des routes en UVP/h									
Dégagement latéral ou largeur des accotements	4 m	2 voies			3 voies		4 voies (1)		2 chaussées : Autoroute ou Route expresse (2)
		5m	6m	7m	9m	10.5 m	12m	14m	
1.8m et plus	1100	1300	1600	2000	2600	3200	3000 4000*	3400 5100*	1800 5400*

- (1) : capacité pour un sens de circulation sur route à 2x2 voies ;  
Valeur avec \* : capacité pour les deux sens.
- (2) : capacité pour une seule voie de 3.5m ;  
Valeur avec\* : capacité pour les deux sens réunis.

### II.3 Application au projet

Pour assurer la fluidité de la circulation des véhicules dans le projet actuel il faut connaître l'évolution de débit dans l'année horizon, qui permet de déterminer le nombre des voies et la largeur de chaussée pour un écoulement dans des conditions acceptables.

#### Données de base :

- Année de comptage **2020**
- Année de mise en service **2023**
- Durée de vie **n= 20ans**
- Année horizon **2043**
- Taux de croissance :  $\tau = 4\%$
- Pourcentage en poids lourds :  $Z = 19\%$
- Trafic journalier TJMA (2020) **14 685 v/j**
  - L'hypothèse faite sur l'affectation du trafic considère de 80 % du trafic de la RN 46 est un trafic de transit par rapport à la ville d'El Hadjeb, lequel sera affecté à l'évitement.
- Catégorie de la route **C1**
- Environnement **E2**

### 1. Evaluation offre-demande :

- ❖ Trafic de l'année mise en service (2023) :  

$$TJMA (2023) = (1+t)^3 \times TMJA (2020)$$

$$= (1+0.04)^3 \times 14685$$

$$\mathbf{TJMA (2023) = 16\ 519\ V/J}$$

- ❖ Trafic à l'année horizon (2036) : TJMA  

$$(2038) = (1+t)^{20} \times TMJA (2023)$$

$$= (1+0.04)^{20} \times 16519$$

$$\mathbf{TJMA (2043) = 18\ 582V/J}$$

### 2. Calcul du trafic effectif :

- a) Trafic effectif à l'année horizon :  $T_{eff} = ((1-Z) + PZ) \times TMJA (2043)$   

$$= ((1-0.19) + 3 \times 0.19) \times 18582$$

$$\mathbf{T_{eff\ 2043} = 25643\ UVP/J}$$

### 3. Débit de pointe horaire normal :

- ❖  $Q = 1/n \times T_{eff}$  Avec  
 $(1/n) = 0.12$

- ❖ Année horizon :  

$$Q = 0.12 \times T_{eff\ 2043}$$

$$= 0.12 \times 25643$$

$$\mathbf{Q_{2043} = 3077\ uvp/h}$$

### 4. Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

- $Q_{adm} = K1 \times k2 \times Cth$
- $K1 = 0.75$  ;  $K2 = 1$  ;  $Cth = 1800\ UVP/h$
- $Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1800 = 1350\ UVP/h$

5. Le nombre de voies :

$$\diamond N = \frac{2}{3} \times \frac{Q_{\text{prévisible}}}{Q_{\text{admissible}}}$$

$$\diamond N = (2/3) \times (3077/1350) = 1.52 \approx 2$$

❖ **Donc le nombre de voie est :**

$$N = \mathbf{2 \times 2 \text{ voies}}$$

6. Calcul de l'année de saturation de 2x2 voies :

a) **On a :**  $T_{\text{eff}} = ((1-Z) + PZ) \times \text{TMJA} (2020) = ((1-0.19) + 3 \times 0.19) \times 14\,685$

$$T_{\text{eff}2020} = \mathbf{20\,265,3 \text{ uvp/j}}$$

b)  $Q_{2020} = 0.12 \times 20265.3 = 2\,431,836 \text{ uvp/h}$ . Donc  $Q_{2020} = \mathbf{2432 \text{ uvp/h}}$

**Donc :**  $Q_{\text{saturation}} = \mathbf{4 \times Q_{\text{admissible}}}$

c)  $Q_{\text{saturation}} = 4 \times 1350 = 5400 \text{ uvp/h}$

$$Q_{\text{saturation}} = Q_{2020} \times (1 + \tau)^n =$$

d)  $n = \frac{\ln(\frac{Q_{\text{saturation}}}{Q_{2020}})}{\ln(1+\tau)} = \frac{\ln(\frac{5400}{2432})}{\ln(1+0.04)} \approx \mathbf{21 \text{ ans}}$

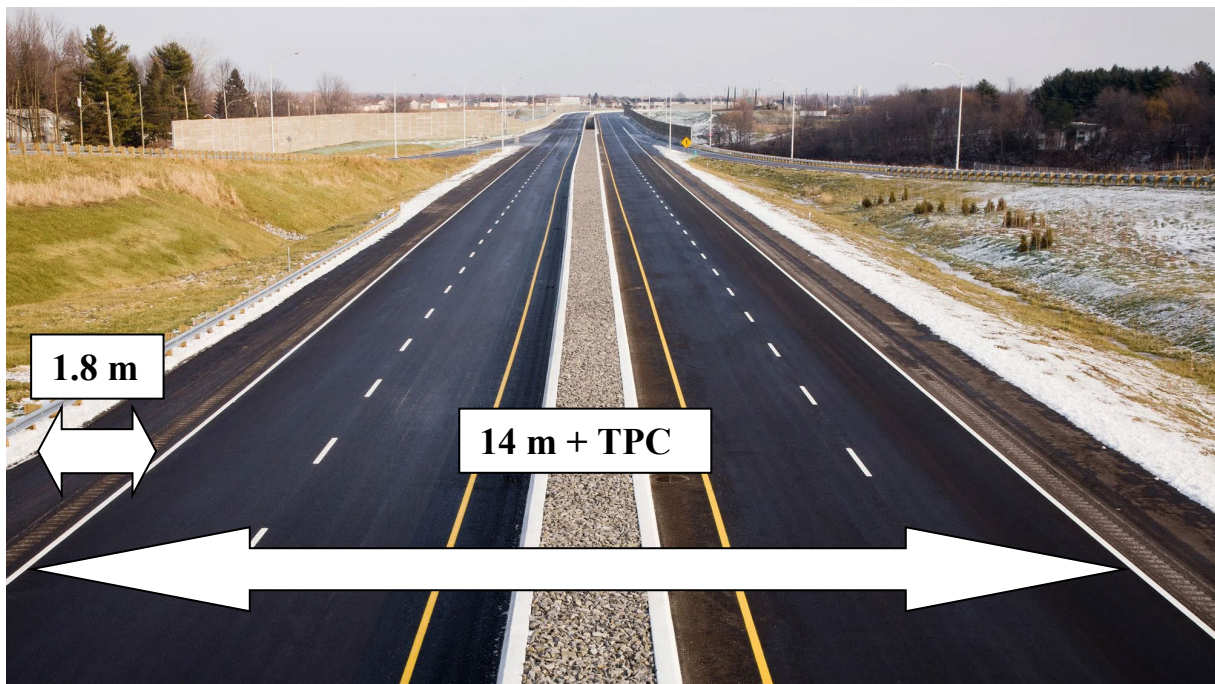
e) **Donc l'année de saturation est 2023+21 = 2044 ans**

$$\mathbf{\text{Année de saturation} = 2044 \text{ ans}}$$

## II.4 Conclusion

Nous constatons que la valeur ressortie du calcul de nombre de voies nous donne une valeur de **2X2 voies** pour les deux cas calculés par le trafic obtenu et par le trafic proposé.

On propose une largeur de chaussée de **14 m** et **1.8 m** pour les accotements en raison d'assurer une bonne fluidité aux véhicules.



## **Chapitre III : Dimensionnement de chaussée**

- III.1 Introduction**
- III.2 La chaussée**
- III.3 Les principales méthodes de dimensionnement**
- III.4 Choix de la méthode de dimensionnement**
- III.5 Application au projet**
- III.6 Les résultats des deux méthodes**
- III.7 Conclusion**



### III.1 Introduction

Le dimensionnement d'une structure de chaussée routière consiste à déterminer la nature et l'épaisseur des couches qui la constituent afin qu'elle puisse résister aux diverses agressions auxquelles elle sera soumise tout au long de sa vie.

La structure d'une chaussée routière doit résister à diverses sollicitations, notamment celles dues au trafic et elle doit assurer la diffusion des efforts induits par ce même trafic dans le sol de fondation. L'application d'une charge roulante induit ainsi une déformation en flexion des couches de la structure. Cette flexion entraîne des sollicitations en compression au droit de la charge et des sollicitations en traction à la base des couches d'enrobés.

Il existe différentes méthodes pour bien appréhender cette déformation. Elles donnent lieu ensuite à différents modèles de dimensionnement.

### III.2 La chaussée

#### III.2.1 Définition

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches mise en œuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée constituée du sol terrassé surmonté généralement d'une couche de forme.

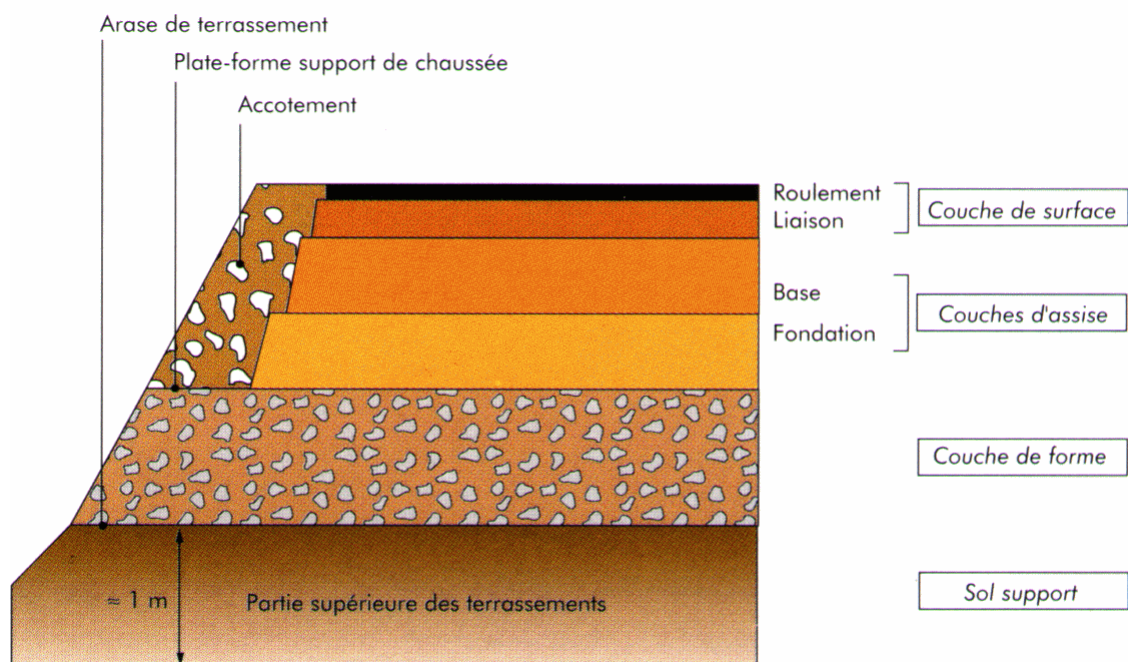


Figure III-1: La structure de la chaussée

❖ **Les différentes structures des chaussées**

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

• **Les chaussées souples :**

C'est une structure de chaussées dans laquelle l'ensemble des couches liées qui la constituent, sont traitées au liant hydrocarboné.

• **Les chaussées semi-rigides :**

Elles comportent une couche de surface bitumineuse reposant sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques disposés en une couche (base ou deux couches (base et fondation) .

• **Les chaussées rigides :**

Une chaussée rigide est constituée d'un revêtement en béton de ciment pervibré ou fluide.

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

On distingue deux types de méthode :

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

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

**III.3.1 Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio) (KARA, 2013)**

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

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

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

Avec:

**e:** épaisseur équivalente

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

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

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

**Log:** logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

$a_1 \times e_1$  : couche de roulement

$a_2 \times e_2$  : couche de base

$a_3 \times e_3$  : couche de fondation

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

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

#### ❖ Coefficient d'équivalence

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

Tableau III-1: Les coefficients d'équivalence des matériaux utilisé

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence ( $a_i$ )
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable	0.50
Tuf	0.60

### III.3.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

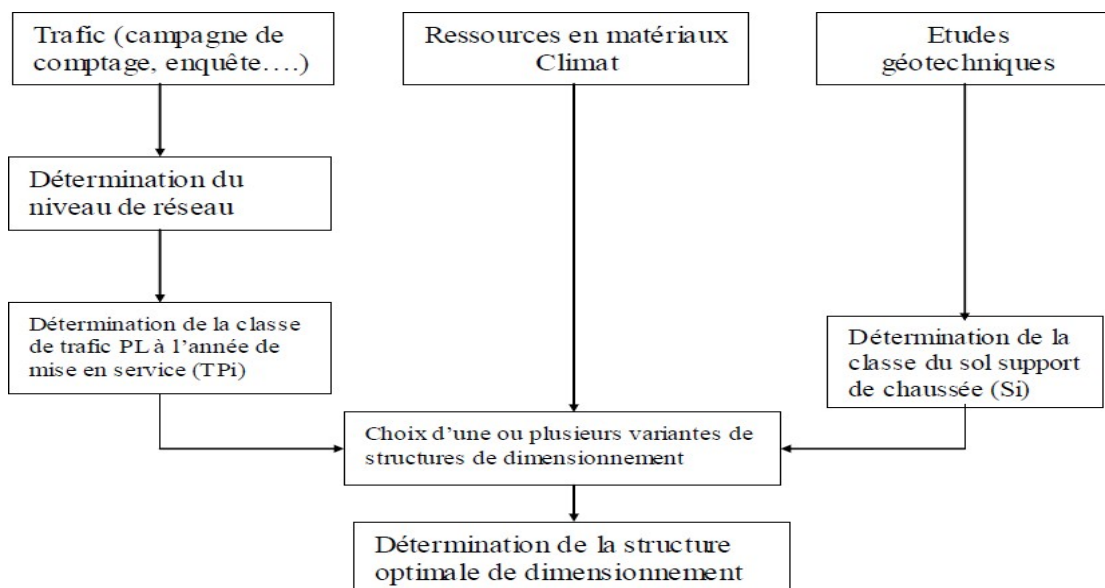
L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : Trafic, matériaux, sol support et environnement.

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

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

- ✓ Approche théorique.
- ✓ Approche empirique

❖ La démarche du catalogue



❖ **Amélioration de la portance à long terme du sol support**

la couche de forme a pour but d'améliorer la portance du sol-support, le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseur de CF, le mode de sa mise en place (nombre de couches et la nature du matériel utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF. les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant:

$$E \text{ (MPA)} = 5 \cdot \text{CBR}$$

Tableau III-2: Classes de portance de sol support (Publics O. N., Novembre 2001, p. 12)

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

Tableau III-3: Sur classement avec couche de forme en matériau non traité (Publics O. N., Novembre 2001, p. 13)

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de Matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
< S4	Matériaux non traité	25 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

**Remarque :**

(\*) En pratique les **matériaux non traités** lorsqu'elles sont de grandes épaisseurs on les divise en sous couches d'une manière la couche minimale est de **15 cm** et la couches maximale **25 cm** d'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves. Fascicule 3.

**III.4 Choix de la méthode de dimensionnement**

Peu importe la méthode choisie, c'est la maîtrise qui nous intéresse le plus, c'est pour cela on a choisis les deux méthodes qui sont :

- Méthode **CBR**.
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTTP. car c'est les Méthodes les plus répondues en Algérie

### III.5 Application au projet :

- Donnée
  - Année de comptage **2020**
  - Année de mise en service **2023**
  - Duré de vie **n= 20ans**
  - Année horizon **2043**
  - Taux de croissance :  $\tau = 4\%$
  - Pourcentage en poids lourds : **Z = 18%**
  - Trafic journalier TMJA (2020) : **14685 v/j**
  - Trafic journalier TMJA (2023) : **16519 v/j**
  - la répartition transversal du trafic pour un chaussée bidirectionnelle à 2 voies :
    - rép = 50 %
  - **Indice CBR : CBR=10**

(Résultat de la campagne géotechnique menée dans le cadre du dédoublement de la RN 46).

❖ **méthode CBR:** (Publics, Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves : Fascicule 2, Algérie)

Dans cette partie, il convient juste de préciser les épaisseurs des couches de chaussée selon des procédés de calcul.

#### Nombre du poids lourds 2023 :

$$\square \text{ NPI2023} = \text{TMJA 2023} \times \text{rép} \times \text{Z}$$

$$\text{NPI2023} = 16519 \times 50\% \times 18\%$$

$$\text{NPI2021} = 1487 \text{ PL /J/voie}$$

#### Nombre du poid lourds 2043 :

$$\square \text{ NPI2043} = 1487 (1 + 0.04)^{20}$$

$$\text{NPI2043} = 3258 \text{ PL /J/voie}$$

#### **Détermination l'épaisseur total du corps de chaussé :**

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + \log(\frac{538}{10}))}{35 + 5}$$

$$e = 41 \text{ cm}$$

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :

$$e_{eq} \geq e$$

✓ **proposition d'une structure de chaussée**

**Donc l'épaisseur équivalente :  $a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 41$  cm**

Où

$a_i$  : coefficient d'équivalente des différents matériaux.

**On suppose :**

Nom de la couche	Matériaux	Coefficient d'équivalence	L'épaisseur de la couche(cm)
Roulement	<b>BB</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
Base	<b>GB</b>	<b>1,5</b>	<b>8</b>
Fondation	<b>GC</b>	<b>1</b>	<b>?</b>

**Tableau III-4 : des coefficients d'équivalences et l'épaisseurs des couches**

$$E_3 = 41 - (2 \times 6 + 1.5 \times 8) / 1 = 17 \text{ cm}$$

**La structure proposé sera donc:**

(B.B) = 06cm
(G.B) = 08 cm
(GNT) = 17 cm

❖ **La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :**

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

Tableau III-5: Classification des réseaux (Publics O. N., Novembre 2001, p. 8)

Réseau principale	Trafic (véhicule / jour )
RP1	>1500
RP2	<1500

On : Trafic journalier TMJA (2023) : 16519 v/j > 1500

Donc nous sommes dans Le réseau principal **RP1**

**1. classe du trafic:**

Les classe des 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 :

- TMJA2023 = **16519** v/j

-  $\tau = 4\%$

-  $Z = 18\%$

- TPLi= 1487 PL/j/sens

**Classe TPLi :**

Tableau III-6: Classification des trafic TPLi (Publics O. N., Novembre 2001, p. 10)

<b>TPLi</b>	3	4	5	6	7
PL/j/sens	150 - 300	300 - 600	600 - 1500	1500 - 3000	3000 - 6000

**La classe TPL5**

**2. Détermination de la portance de sol-support de chaussée :**

Présentation de la classe de portance des sols :

le tableau suivante regroupe les classes de portance des sols par ordre de S4 à S0. Cette



classification sera également utilisée pour les sols-supports de chaussée.

Tableau III-7: classification de la portance de sol-support (Publics O. N., Novembre 2001, p. 11)

CBR	< 5	5 - 10	10 - 25	25 - 40
Portance de sol	S2			

CBR =10

>> Le sol support est de la **classe S3**

**a) Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :**

$$E \text{ (MPA)} = 5 \times 10 = 50 \text{ (MPA)} \quad S3$$

D'après le rapport géotechnique, nous avons un indice de CBR= 10, donc

La portance de sol support est de **S3**. On doit prévoir une couche de forme en Matériau non traité de **70 cm** (en deux couches), pour améliorer la portance de Sol support. (Publics O. N., Novembre 2001, p. 12)

Tableau III-8: Epaisseur de matériaux de couche de forme pour la classe de portance de sol-support visée

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de Matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
S3	//	70 cm (en 2 couches) *	S1

**b) Choix de différentes couches constitue de la chaussée :**

Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante :

- Couche de roulement : BB.
- Couche de base : GB.
- Couche de fondation : GNT.
- Couche de forme : TUF.
- **Détermination de la zone climatique :**

D'après la carte de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique III (350>100 mm/an). (Publics, Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves Fascicule 1, Novembre 2001, p. 24)

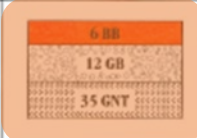





**3. Choix des différentes couches constituantes de la chaussée :**

**❖ Choix de dimensionnement**

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

Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (Fascicule N°3) propose la structure suivante :

**Tableau III-9: Les structures proposé pour RP1, zone climatique III, durée de vie 20 ans.** (Publics, Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves Fascicule 3, Novembre 2001, p. 15)

TPLi PL/j/sens	Si	S2	S1	S0
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000				
<b>TPL7</b>				
3000				
<b>TPL6</b>				
1500				
1500				
<b>TPL5</b>				
600				
600				
<b>TPL4</b>				
300				
300				
<b>TPL3</b>				
150				

Si : Classe de sol support

TPLi : Classe de trafic PL/jour/sens

ES : Enduit superficiel

GNT : Grave non traitée

Epaisseur de mise en œuvre : GNT (min=15, max=25)

Toutes les épaisseurs sont données en cm

D'après tableau III-6 la structure obtenue est :

- Enduit superficiel : ES
- Couche de Base : GB = 12 cm
- Couche de fondation : GNT = 35 cm
- Couche de forme : TUF = 70 cm

<b>6 BB</b>
<b>12 GB</b>
<b>35 GNT</b>
<b>70 TUF</b>

❖ **Mode de fonctionnement de la structure**

Le schéma suivant donne un aperçu sur le mode de fonctionnement de la structure de chaussée adopté :

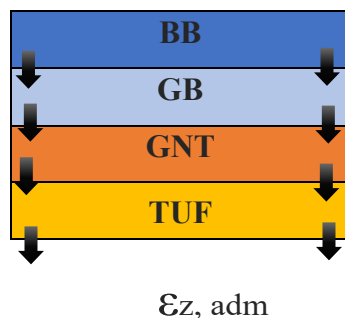


Figure III-2: Mode de fonctionnement de la structure de chaussée adopté

$\epsilon_z$  (sol) étant la déformation vertical sur le sol support, donc il faut juste calculer la déformation admissible de sol support et vérifié le avec les résultats obtenu par Alizé.

-  **$\epsilon_{z,adm}$  pour (sol support) :**

La déformation admissible sur le sol support  $\epsilon_{z,adm}$  est donnée par une relation empirique déduite à partir d'une étude statistique de comportement des chaussées algériennes.

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

(Publics, Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves : Fascicule 2, Algérie, p. 18)

**Calcul du trafic cumulé équivalent TCEi:**

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

- **A** : coefficient d'agressivité (A=0.6 / tableau 11 page17-fascicule 2 du catalogue)

$$TCEi = 1487 \times 365 \times \frac{(1 + 0.04)^{20} - 1}{0.04} \times 0.6$$

$$TCEi = 9.70 \times 10^6$$

$$\epsilon_{z, adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (9.70 \times 10^6)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z, adm} = 502 \times 10^{-6}$$

### Calcul automatique : vérification du dimensionnement

Pour vérifier cette structure on a calculé la déformation admissible verticale :

- $\epsilon_{z, adm} = 803.4 \mu def$

la structure de la chaussée devra satisfaire à la condition (essai de simulation) pour les matériaux utilisée dans la structure de chaussée :

- $\epsilon_{z, cal} < \epsilon_{z, adm}$ .

### Vérification en fatigue des structures et de la déformation du sol support :

#### Calcul de la déformation admissible $\epsilon_{t.ad}$ à la base de GB :

$$\epsilon_{t.ad} = \epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times K_{ne} \times K_{\theta} \times K_r \times K_c$$

(Publics, Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves : Fascicule 2, Algérie, p. 19)

- $\epsilon_6(10^\circ C, 25Hz)$  : Déformation limite détenue au bout de  $10^6$  cycles avec une probabilité de rupture de 50% à  $10^\circ C$  et 25Hz.
- $K_{\theta}$  : 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.

Tableau III-10: Choix des températures équivalentes :

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

Pour notre projet on a une zone climatique III donc :  $\theta_{eq}$  (°C) = 25 °C

(Publics, Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves : Fascicule 2, Algérie, p. 15)

Tableau III-11: Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Matériau (MTB)	E(30°C,10Hz) (Mpa)	E(25°, 10Hz) (Mpa)	E(20°, 10Hz) (Mpa)	E(10°,10Hz) (Mpa)	$\epsilon_6(10°, 25Hz)$ ( $10^{-6}$ )	-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
SB	1500	-	-	3000	245	7,63	0,68	2,5	0,45	1,3

(Publics, Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves : Fascicule 2, Algérie, p. 18)

- $K_{ne} = \left(\frac{TCE_i}{10^6}\right)^b = \left(\frac{9.70 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0.146} = 0.72$

b : pente de la droite de fatigue.

- $K_{\theta} = \left(\frac{E(10^{\circ}C, 10Hz)}{E(\theta_{eq}, 10Hz)}\right)^{0.5} = \left(\frac{12500}{5500}\right)^{0.5} = 1.50$

- $K_r = 10^{-t\delta}$ , avec r= 10% (tableau 5 page14-fascicule 2 du catalogue)

d'où t = -1,282 (tableau 16 page20-fascicule 2 du catalogue)

- $\delta$ : fonction de dispersion.
- SN : dispersion sur la loi de fatigue.
- C : coefficient égal à 0.02.
- Sh : dispersion sur les épaisseurs n (cm).

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

Donc:  $K_r = 10^{-1.282 \times 0.146 \times 0.61} = 0.77$

- $K_c = 1.3$

D'où :  $\epsilon_{t,adm} = 100 \cdot 10^{-6} \times 0.72 \times 1.50 \times 0.77 \times 1.3 = 1.08 \times 10^{-4}$

**$\epsilon_{t,adm} = 1.08 \times 10^{-4}$**

D'où  $\epsilon_{z,cal}$  et  $\epsilon_{t,cal}$  peuvent être déterminés à partir d'un calcul automatique avec le logiciel Alize LCPC.

⇒ La modélisation de la structure de la chaussée :

**Performances mécaniques des matériaux :**

**Conditions aux interfaces :** tous les interfaces sont collées.

Tableau III-12: Modélisation de la chaussée.

		Ee (cm)	E (MPa)	Nu	Matériaux
<b>Couche de roulement</b>	Eroulement	6	3500	0.35	BB
<b>Couche de base</b>	Ebase	12	5500	0.35	GB
<b>Couche de fondation</b>	Efondation	35	500	0.25	GNT
<b>Couche de forme</b>	Eforme	70	135	0.25	TUF
<b>Sol support</b>	Esol	∞	50	0.35	Sol en place

(Publics, Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves : Fascicule 2, Algérie, p. 19)

❖ Modélisation de la chaussée sur Alize :

collé	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,06	2450	0,350	bb
collé	0,12	5320	0,350	gb4
collé	0,35	400	0,350	gnt2
collé	0,70	135	0,25	autre
collé	infini	50	0,35	autre

Figure III-3: Modalisation de la structure de base

❖ **Les Résultats de simulation:**

D'abord avant relancer le calcul automatique il faut définir la charge de référence sous la charge de jumelage standard français.

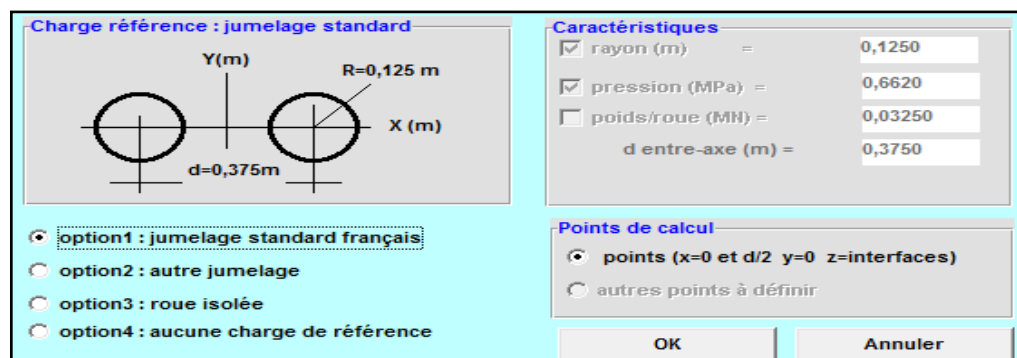


Figure III-4: Définition de la charge de référence.

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,060	2450,0 <i>collé</i>	0,350	0,000	57,3	0,311	30,7	0,659
			0,060	33,3	0,255	101,1	0,583
0,120	5320,0 <i>collé</i>	0,350	0,060	33,3	0,528	21,2	0,583
			0,180	-124,0	-0,852	125,9	0,133
0,350	400,0 <i>collé</i>	0,350	0,180	-124,0	0,002	317,2	0,133
			0,530	-115,7	-0,049	168,2	0,035
0,700	135,0 <i>collé</i>	0,250	0,530	-115,7	-0,008	286,1	0,035
			1,230	-67,2	-0,009	91,3	0,008
infini	50,0	0,350	1,230	-67,2	-0,001	166,6	0,008

Les données et les résultats de calcul automatique s'affichent sur l'écran :

Figure III-5: Résultat écran-Aliz

**Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées**  
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

**Signalement du calcul :**

- données Structure : saisie écran, sans nom
- titre de l'étude : sans titre

- données Chargement :
- jumelage standard de 65 kN
- pression verticale : 0,6620 MPa
- rayon de contact : 0,1250 m
- entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en µdéf ; déflexions en mm/100

Tableau 1 (synthèse) :

**tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale**

niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale <i>surface (z=0,000)</i>	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
h= 0,060 m 0,000m E= 2450,0 MPa nu= 0,350 0,060m	57,3	0,311	30,7	0,659
h= 0,120 m 0,060m E= 5320,0 MPa nu= 0,350 0,180m	33,3	0,255 <i>collé (z=0,060m)</i>	101,1	0,583
h= 0,350 m 0,180m E= 400,0 MPa nu= 0,350 0,530m	-124,0	-0,852 <i>collé (z=0,180m)</i>	125,9	0,133
h= 0,700 m 0,530m E= 135,0 MPa nu= 0,250 1,230m	-115,7	0,002 <i>collé (z=0,530m)</i>	317,2	0,133
h= 0,700 m 0,530m E= 135,0 MPa nu= 0,250 1,230m	-115,7	-0,049 <i>collé (z=0,530m)</i>	168,2	0,035
h= 0,700 m 0,530m E= 135,0 MPa nu= 0,250 1,230m	-67,2	-0,008 <i>collé (z=1,230m)</i>	286,1	0,035
h infini E= 50,0 MPa nu= 0,350	1,230m <b>-67,2</b>	-0,001	<b>166,6</b>	0,008

Déflexion maximale =47,2 mm/100 ( entre-jumelage ) Rayon de courbure =473,0 m ( entre-jumelage )

$$\epsilon_{z,cal} (\text{sol}) = 166 \mu\text{def}$$

$$\epsilon_{t,cal} (\text{GB}) = 67.2 \mu\text{def}$$

La déformation de sol support d'après Alizé est :

Tableau III-13: Résultats de simulation.

	Déformation calculée	Déformation admissible
<b><math>\epsilon_z</math> sol support</b>	166 $\mu\text{def}$	502 $\mu\text{def}$
<b><math>\epsilon_t</math> GB</b>	67.2 $\mu\text{def}$	108 $\mu\text{def}$

La structure proposé est donc vérifiée puisque  $\epsilon_{z,cal} < \epsilon_{z,adm}$  et  $\epsilon_{t,cal} < \epsilon_{t,adm}$ .

### III.6 Les résultats des deux méthodes

Tableau III-14: Les résultats des deux méthode

METHODES	
CBR	CATALOGUE
I(%) CBR : 10	
<b>06 BB + 08 GB +17 GNT</b>	<b>06 BB + 12 GB + 35 GNT + 70 TUF</b>



### III.7 Conclusion :

En effet, la méthode CBR est une méthode empirique ne prend pas en considération le comportement physique et mécanique de la chaussée, Tandis que la méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue relative à la chaussée.

❖ Donc après les calculs et la vérification des déformations par ALIZE-LCPC on prendra la structure obtenue par la méthode de catalogue algérien.

#### La structure de chaussée utilisée

6 BB
12 GB
35 GNT
70 TUF

# Chapitre IV: Etude géotechnique

- IV.1. Introduction.**
- IV.2. Les moyens de la reconnaissance.**
- IV.3. Condition d'utilisation des sols en remblais.**

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

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée.

Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés ;

Ce qui exige des reconnaissances géotechniques.

### **IV.1.2. Les moyens de la reconnaissance :**

Les moyens de la reconnaissance d'un tracé routier sont essentiellement :

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

#### **IV.1.2.1. L'étude des archives et documents existants :**

Les études antérieures effectuées au voisinage du tracé sont source précieuse d'informations préliminaires sur la nature des terrains traversés.

Les cartes géologiques et géotechniques de la région, lorsqu'elles existent, peuvent aussi apporter des indications assez sommaires mais tout aussi précieuses pour avoir une première idée de la nature géologiques et géotechniques des formations existantes.

#### **IV.1.2.2- Les visites sur site et les essais « in-situ » :**

Les visites sur site permettent de vérifier et de préciser les informations déjà recueillies sur les documents précédemment cités. Cependant, la connaissance précise des caractéristiques des sols en présence nécessite des investigations « in-situ » permettant :

- Soit la mesure de certaines caractéristiques en place.
- Soit le prélèvement d'échantillons pour les besoins d'essais de laboratoire.

Dans la plupart des cas, ces deux éléments sont combinés.

### IV.2.1. La reconnaissance « in-situ » :

La première reconnaissance visuelle, permet d'arrêter un premier programme de reconnaissance

« In-situ » en fonction des sols rencontrés et des problèmes géotechniques pressentis.

Le programme peut comprendre une gamme assez variée d'investigation que l'on présentera succinctement dans ce qui suit :

#### a) -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.

Les forages peuvent être réalisés :

**Manuellement** : ce sont des puits creusés à la main ou à la pelle mécanique, la profondeur ne dépasse pas 3 à 4m.

Ils permettent la reconnaissance visuelle directe des parois du puits et le prélèvement d'échantillons intacts et ou remaniés.

**A la tarière** : la tarière est un outil hélicoïdal que l'on enfonce dans le sol et permettent de remonter en surface les terrains traversés à l'état remanié.

La profondeur de la reconnaissance est limitée à une dizaine de mètres et la nature de sols est identifiée visuellement.

**A la sondeuse** : on peut atteindre plusieurs dizaines de mètres de profondeur en utilisant des tubes carottiers et couronnes diamantées.

Les couches de sols sont identifiées visuellement, des échantillons intacts ou remaniés sont prélevés pour les essais de laboratoire.

#### b) -Les méthodes géophysique :

**La prospection sismique** : le principe consiste à mesurer la vitesse de propagation des ondes primaires ou ondes P (les plus rapides) et à en déduire la nature du sol traversé.

**Quelques valeurs de vitesses d'ondes P en fonction de la nature du sol**

<i>Nature du sol</i>	<i>Vitesse <math>V_p</math> (m/s)</i>
<i>Argiles et limons</i>	<b>400-1500</b>
<i>Sables et gravies</i>	<b>300-1200</b>
<i>Roches altérés</i>	<b>800-2500</b>
<i>Roches massives</i>	<b>200-6000</b>

Ces méthodes permettent de déterminer de façon approximative l'épaisseur des différentes couches et leur nature, elles ne s'appliquent pas dans le cas de fortes teneurs en eau.

**La prospection électrique :**

Cette méthode est basée sur la mesure de la résistance électrique d'un volume de sol entre deux électrodes placées en surface, elle permet de connaître les différentes couches de sols et leurs épaisseurs, et en général de contrôler l'homogénéité des terrains.

La méthode est bien adaptée pour les sols à fortes teneurs en eau.

**c)-Les essais de pénétration :**

Le principe consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni d'une pointe ou d'une trousse coupante à son extrémité et de mesure de la résistance du sol à l'effort de pénétration.

Les types de pénétromètres sont utilisés :

- Pénétromètre dynamique.
- Le standard pénétromètre test ou SPT.
- Pénétromètre statique.

**IV.2.2. Les différents essais en laboratoire :**

Les essais réalisés en laboratoire sont :

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

**Les essais d'identification :**

- Teneur en eaux et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterberg.
- Equivalent de sable.
- Essai au bleu de méthylène (ou à la tache).

**Les essais mécaniques :**

- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.
- Assai Micro Deval.

**IV.2.3.1. Les Essais D'identification :**

**a) -Masse volumique et teneur en eau :**

**Teneur en eau :** exprime, pour un volume de sol donné, le rapport du poids de l'eau au poids du sol sec, soit  $\omega = W_w/W_s$

**Masse volumique  $(\gamma)$**  est la masse d'un volume unité de sol :  $\gamma = W/V$ .

On calcule aussi la masse volumique sèche :  $\gamma_d = W_s/V$

**Principe de l'essai :** on utilise le principe de la poussée d'Archimède. En effet, on mesure le volume d'eau déplacé hors de l'introduction d'un certain poids de sol sec, la connaissance du poids des grains solides et de leur volume permet de calculer le poids volumique des grains solides.

**But de l'essai :** le but de cet essai est de déterminé expérimental au laboratoire de certaine caractéristique physique des sols.

**Domaine d'utilisation :** cet essai utilise pour classer les différents types de sols.

**b) -Analyses granulométriques :**

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique et construite emportant sur un graphique cette analyse se fait en générale par un tamisage.

**Principe d'essai :** l'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis et passoires reposants sur un fond de tamis un matériau en plusieurs classes de tailles décroissantes

**But de l'essai :** c'est un essai qui a pour objet de la détermination en poids des éléments d'un sol (matériau) suivant leurs dimensions (cailloux, gravier, gros sable, sable fin, limon et argile).

**Domaine d'utilisation :** la granulométrie est utilisée pour la classification des sols en vue de leur utilisation dans la chaussée.

**c) -Limites d'Atterberg :**

**Limite de plasticité (Wp) :** caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plasticité.

Elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%.

**Limite de liquidité (WL) :** caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide

$$W_L = \omega (N/25)^{0.121}$$

$\omega$  : teneur en eau au moment de l'essai donnant n coups

N : nombre de coups

L'indice de plasticité ( $I_p$ ),  $I_p = W_L - W_P$

**Principe de l'essai :** la détermination de  $W_L$  et  $W_P$  nous donnent une idée approximative des propriétés du matériau étudié, elle permet de le classer grâce à l'abaque de plasticités de Casa grande.

**But de l'essai :** cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action de la teneur en eau, il se fait uniquement sur les éléments fins du sol (caractériser les sols fins).

**Domaine d'application :** l'essai s'applique aux sols fins pendant les opérations de terrassement dans le domaine des travaux publics (assises de chaussées y compris les couches de forme)

#### **d)-Equivalent de sable :**

Lorsque les sols contiennent très peu des particules fines, les limites D'ATTERBERG ne sont pas mesurables, pour décaler la présence en quantité plus ou moins importante de limon et d'argile, on réalise un essai appelé « équivalent de sable ».

**Principe de l'essai :** l'essai équivalent de sable s'effectue sur la fraction des sols passant au tamis de 5mm ; il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments les plus fins contenus dans cette fraction, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments dits sableux et les éléments plus fins (argileux par exemple).

**But de l'essai :** cet essai permet de mettre en évidence la proportion de poussière fine nuisible dans un matériau. Et surtout utilisé par les matériaux routiers et les sables à béton. Car il permet de séparer les sables et graviers des particules fines comme les limons et argiles.

Cet essai très intéressant révèle au laboratoire et sur chantier grâce à sa simplicité, sa rusticité, son faible coût et sa rapidité.

**Domaine d'application :** cette détermination trouve son application dans de nombreux domaines notamment les domaines suivants :

- Classification des sols.
- Etude des sables et sols fins peu plastique.
- Choix et contrôle des sols utilisables en stabilisation mécanique.
- Choix et contrôle des sablés à béton.
- Contrôles des sables utilisés en stabilisation chimique.
- Choix et contrôle des granulats pour les enrobés hydrocarbonés.

**e) -Essai au bleu de méthylène (ou à la tache) :**

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

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

L'essai consiste à mettre en suspension une fraction de sol (0/d) avec  $d \leq 10\text{mm}$  et à ajouter à cette suspension des doses successives de 5 ml d'une solution de bleu de méthylène jusqu'à apparition d'une auréole bleue autour de la tâche constituée par le sol, l'auréole bleue indique l'excès de cette solution dans les particules d'argile.

La valeur VBs est alors calculée à l'aide de la relation :

$VBs = VBs(0/d) \times C(0/d) / 100C(0/d)$  étant le pourcentage de la fraction 0/d du sol étudié.

**IV.2.3.2. Les Essais Mécaniques :**

**a) - Essai PROCTOR :**

L'essai Proctor est un essai routier, il s'effectue à l'énergie dite modifiée, il y a aussi l'énergie normale.

**Principe de l'essai :** l'essai consiste à mesurer le poids volumique sec d'un sol disposé en trois couches dans un moule Proctor de volume connu, dans chaque couche étant compacté avec la dame Proctor, l'essai est répété plusieurs fois et on varie à chaque fois la teneur en eau de l'échantillon et on fixe l'énergie de compactage.

Les grains passants par le tamis de **5 mm** sont compactés dans le moule Proctor.



**But de l'essai :** l'essai Proctor consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage (la réduction de son volume par réduction des vides d'air) et une Teneur en eau c'est-à-dire la détermination de la teneur en eau optimale et la densité sèche maximale, pour un compactage bien défini.

**Domaine d'utilisation :** cet essai est utilisé pour les études de remblai en terre, en particulier pour les sols de fondations (route, piste d'aérodromes).

**b) - Essai C.B.R (California Bearing Ratio) :** On réalise en général trois essais : « CBR standard », « CBR immédiat », « CBR imbibé ».

On s'intéresse actuellement au « CBR imbibé ».

**Principe de l'essai :** on compacte avec une dame standard dans un moule standard, l'échantillon de sol recueilli sur le site, selon un processus bien déterminé, à la teneur en eau optimum (Proctor modifié) avec trois (3) énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours.

Les passants sur le tamis inférieur à **20 mm** dans le moule CBR.

**But de l'essai :** l'essai a pour but de déterminer pour un compactage d'intensité donnée la teneur en eau optimum correspondant, elle permet d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement.

**Domaine d'utilisation :** cet essai est utilisé pour dimensionnement des structures des chaussées et orientation les travaux de terrassements.

**CBR =10**

**c)- Essai Los Angeles :**

L'essai *LA* est un essai très fiable est de très courte durée, il nous permet d'évaluer la qualité du matériau.

**Principe de l'essai :** l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1,6 mm** produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés dans la machine Los Angeles.

**But de l'essai :** l'essai a pour but de déterminer la résistance à la fragmentation par choc et la résistance obtenue par frottement des granulats.

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

### **d)- Essai Micro Deval :**

Il est en général effectué deux essais, pour avoir deux coefficients (Deval sec) et (Deval humide).

On s'intéresse actuellement au MDE (DEVAL humide) qui est de plus en plus pratiquée.

**Principe de l'essai :** l'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à **1.6mm** (Tamis de **1.6 mm**) produits dans la machine Deval par les frottements réciproques.

**But de l'essai :** l'essai Micro-Deval humide permet de mesurer la résistance à l'usure des matériaux dans des conditions bien définies. Cette résistance à l'usure pour certaines roches n'est pas la même à sec ou en présence d'eau.

**Domaine d'application :** choix des matériaux utilisés dans les structures de chaussée.

### **IV.3. Condition d'utilisation des sols en remblais :**

Les remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension  $> 80\text{mm}$ .
- Matériaux plastique  $I_p > 20\%$  ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés.

Les matériaux des remblais seront établis par couche de 30cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente n'ait été réceptionnée après vérification de son compactage.

**NB** : À défaut du manque du rapport géotechnique complet du projet qui n'a pas été conçu nous n'avons pas pu traiter convenablement la partie géotechnique pour l'application à notre projet.

# Chapitre V : Tracé en plan

- V.1 Introduction
- V.2 La vitesse de projet
- V.3 Les éléments du tracé en plan
- V.4 Types de courbes de raccordement
- V.5 Paramètres fondamentaux
- V.6 Exemple de calcul d'axe manuellement
- V.7 Choix des éléments géométriques
- V.8 Les résultats de calculs de l'axe en plan

## V.1 Introduction

La position ou la disposition de la ligne centrale de la route sur un plan horizontal qui est soit une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau est appelée le tracé en plan, Le tracé en plan est une succession de droites reliées par des courbes de raccordement.

Une nouvelle route devrait être tracé très soigneusement car un mauvais alignement entraînerait un ou plusieurs des inconvénients suivants :

- ❖ Augmentation des coûts de construction.
- ❖ Augmentation des coûts de maintenance.
- ❖ Augmentation du coût d'exploitation du véhicule.
- ❖ Augmentation du taux d'accidents.

Une fois que la route est tracée et construite, il n'est pas facile de modifier le tracé en raison de l'augmentation du coût des terrains contigus et de la construction de structures coûteuses au bord de la route.

Les exigences fondamentales d'une tracée idéal entre deux stations terminales sont les suivantes:

- ❖ Court.
- ❖ Facile.
- ❖ Sécurisé.
- ❖ Économique.

## V.2 La vitesse de projet :

Lors de l'étude d'un tracé, la vitesse intervient de façon déterminante dans le choix des différents éléments géotechniques qui le composent. C'est le critère de base de tout un projet routier. Ce paramètre a une influence primordiale sur l'économie globale de l'investissement, son taux d'utilisation, la sécurité et le confort des usagers et les nuisances pour les riverains. La normalisation des conditions techniques d'aménagement, s'appuie essentiellement sur la vitesse de référence.

La vitesse de référence c'est la vitesse d'un véhicule isolé permettant de définir les caractéristiques minimales d'aménagement des points particuliers d'une section de route pour lesquels les contraintes géométriques sont les plus astreignantes pour l'utilisateur. Cette vitesse choisie en tenant compte des critères suivants :

- ❖ Caractéristiques topographiques
- ❖ Importance de la route dans le réseau
- ❖ Condition économique
- ❖ Volume et structuration du trafic

### V.3 Les éléments du tracé en plan :

En première approximation, le tracé de l'axe des routes est composé de lignes droites raccordées par des cercles. Mais la pratique des grandes vitesses a imposé l'emploi d'un élément supplémentaire pour le tracé.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- ❖ Des alignements droits.
- ❖ Des arcs de cercle.
- ❖ Des courbes de raccordement progressives.

#### V.3.1 Les alignements droits : (Ahmed, 11-2012, p. 40)

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, ils serviront généralement de bases à la détermination des autres éléments, son emploi dans le tracé est de donner un plus court chemin et une bonne visibilité mais dans les routes modernes son emploi est restreint. Car il présente des inconvénients, notamment :

- La monotonie qui peut engendrer des accidents ou malaise chez le conducteur.
- Éblouissement prolongé des phares dans la nuit.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.

Pour cela il existe une longueur maximale d'alignement **L<sub>max</sub>** qui sépare deux courbes circulaires de même sens. Cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes :

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

La longueur minimale **L<sub>min</sub>** est prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes. Avec une vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles. Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C ou Ove.

$$L_{\min} = 5 \times \frac{VB}{3.6}$$

Avec L<sub>min</sub> et L<sub>max</sub> en (m) et VB en (Km/h).

#### V.3.2 Arcs de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- La stabilité des véhicules
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.
- La visibilité dans les tranchées en courbe.

Dans un virage de rayon R, le véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système.

Afin de réduire l'effet de la force centrifuge, on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur de la courbe d'une pente dite dévers.

Le rayon des arcs de cercle et leurs dévers doivent permettre au minimum à un véhicule roulant à la vitesse de référence  $V_B$  de ne pas déraiper.

On doit avoir pour cela, si  $R$  est le rayon du virage,  $d$  le dévers,  $f_t$  le coefficient de frottement transversal, c'est-à-dire l'adhérence transversale maximale mobilisable, et  $m$  la masse du véhicule :

$$m \times \frac{V_B^2}{R} \leq m \times g \times (f_t + d)$$

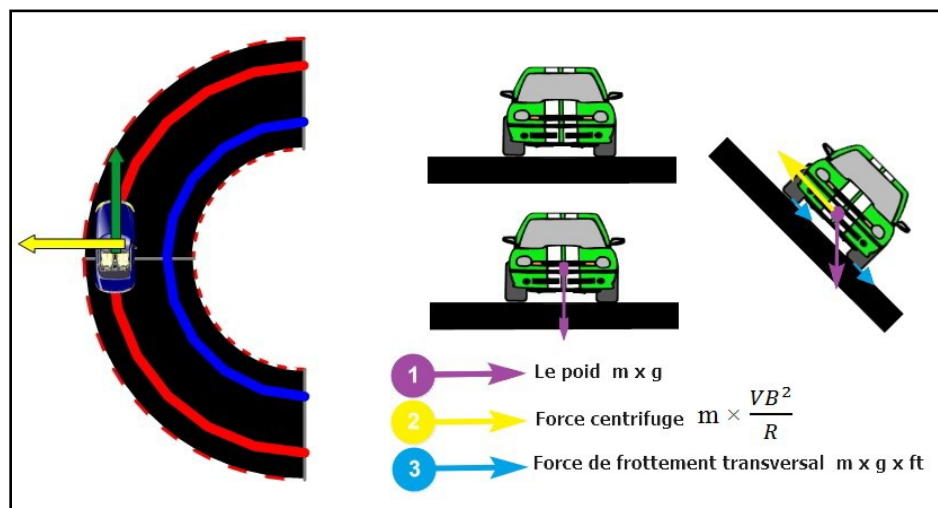


Figure V-1: Force agissant sur un véhicule dans un virage.

Soit :

$$R \geq \frac{V_B^2}{g(f_t + d)}$$

Il existe plusieurs types de rayon

❖ **Rayon horizontal minimal absolu**

Il n'y a aucun rayon inférieurs au rayon minimum absolu  $R_{Hm}$ .

$$R_{Hm} = \frac{V_B^2}{127(f_t + d_{max})}$$

❖ **Rayon minimal normal :**

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant VB de 100km/h de rouler en sécurité.

$$RHN = \frac{(VB+20)^2}{127(ft+dmax)}$$

❖ **Rayon au dévers minimal**

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

$$RHd = \frac{VB^2}{127 \times 2 \times dmax}$$

Dévers associé dmin = 2.5%

❖ **Rayon minimal non déversé**

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit 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.

CAT 1-2 :

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

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

CAT 3-4-5 :

Avec :

- $F'' = 0.07$  pour CAT 3.
- $F'' = 0.075$  pour CAT 4-5.

### V.3.3 La courbe de raccordement :

C'est un élément géométrique qui raccorde l'alignement à un arc de cercle dont la courbure varie progressivement d'un rayon  $R = \infty$  à la fin de l'alignement jusqu'à une valeur  $R$  constante au début de l'arc de cercle.

L'emploi des CR se justifie par les quatre conditions suivantes :

- ❖ Stabilité transversale du véhicule.
- ❖ Confort des passagers du véhicule.
- ❖ Transition de la forme de chaussée.
- ❖ Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

### V.4 Types de courbes de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbe, ont retenu les trois courbes suivantes :

#### ❖ Parabole cubique :

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

#### ❖ Lemniscate :

Cette courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.

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



## V.5 Paramètres fondamentaux

D'après le règlement des normes algériennes B40, pour un environnement E1 et une catégorie C2 avec aussi une vitesse 100 km/h on définit les caractéristiques du tracé en plan comme suit :

**Tableau V-1: Les caractéristiques du tracé en plan**

(d'infrastructure, Octobre 1977, p. 2.20)

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Vitesse	<b>V</b>	<b>100</b>	<b>Km/h</b>
Longueur droit minimal	<b>Lmin</b>	<b>138.888</b>	<b>m</b>
Longueur droit maximal	<b>Lmax</b>	<b>1666.66</b>	<b>m</b>
Dévers minimal	<b>dmin</b>	<b>-2.5</b>	<b>%</b>
Dévers maximal	<b>dmax</b>	<b>7</b>	<b>%</b>
R. mini normal	<b>RHN</b>	<b>450 (7%)</b>	<b>m</b>
R. au dévers mini	<b>RHd</b>	<b>2200(-2.5%)</b>	<b>m</b>

## V.6 Exemple de calcul d'axe manuellement

Pour le cas de notre étude on a choisi notre exemple à partir du 1<sup>er</sup> virage rencontré dans le tracé compris entre le profil P.1 et profil P.32 dans l'itinéraire dont les coordonnées des sommets et le rayon qui sont les suivants :

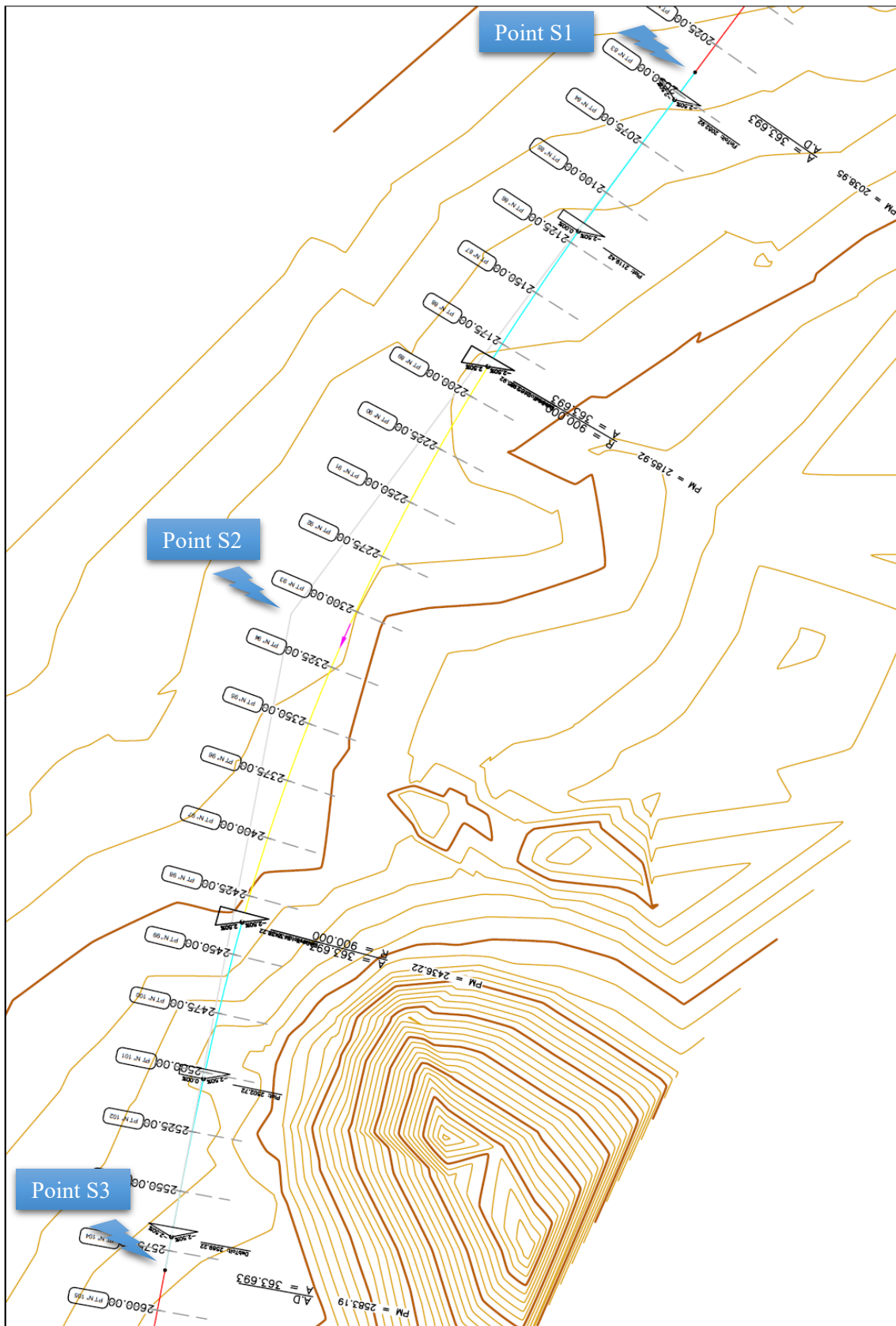


Figure V-2 : Les points des sommets dans le plan entre P93 et P94.

Tableau V-2: Les coordonnées des points A,B et C.

Point	X	Y
POINT S1	22340.0842	5871.1158
POINT S2	21096.1566	6768.4140
POINT S3	20632.8848	6854.3916

Avec : Rayon de sommet **POINT S2** égale à **R= 900**

### V.6.1.1 Calcule degisements

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

$$|\Delta X| = |X' - X|$$

$$|\Delta Y| = |Y' - Y|$$

D'où :

$$G \text{ (grade)} = 400 - \arctang\left(\frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|}\right)$$

$$\Delta XS2S1 = |XS2 - XS1| = |21096.1566 - 22340.0842| = |1243,927|$$

$$\Delta YS2S1 = |YS2 - YS1| = |6768.4140 - 5871.1158| = |-897,298|$$

$$\Delta XS3S2 = |XS3 - XS2| = |20632.8848 - 21096.1566| = |463,271|$$

$$\Delta YS3S2 = |YS3 - YS2| = |6854.3916 - 6768.4140| = |-85,977|$$

**Caractéristiques de la courbe de raccordement :**(Ahmed, 11-2012, p. 45)

**1. Calcul du paramètre A**

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

**2. Détermination de L :**

**1. Condition de confort optique :**

$$R/3 \leq A_{min} \leq R$$

$$D'où : 300 \leq A_{min} \leq 900$$

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} , R < 1500 \rightarrow \Delta R = 1.$$

$$Donc : L \geq \sqrt{24 \times 900 \times 1} \approx 146.969m \dots\dots\dots 1$$

**2. Condition de confort dynamique et de gauchissement :**

$$L \geq (5/36) \Delta d VB$$

Notre R situé entre RHN et RHd :

$$d = \frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}} \times \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) + d(RHd)$$

$$d=3.83\%$$

$$RHN \leq R \leq RHd \Delta d = d - (-2.5) \text{ et } d=3.83\%$$

$$\Delta d = 3.38 - (-2.5) = 6.33\%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 100 \times 9.5 = 87.922 \text{ m} \dots\dots\dots 2$$

**De 1 et 2 on aura :  $L \geq 146.969m$**

$$L = A^2/R \longrightarrow A = \sqrt{LR} = \sqrt{146.969 \times 900} = 363.69$$

On prend :  $A = 363.69 \text{ m}$  ;  $L = A^2/R$  donc :  **$L = 146.969m$**

**3. Calcul de  $\Delta R$  :**

$$\Delta R = \frac{L^2}{24 \times R} = \frac{146.969^2}{24 \times 900} = 1m$$

$$\Delta R = 1m$$

**4. Calcul des Gisements :**(Ahmed, 11-2012, p. 46)

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

**D'où:**

$$G_{S2}^{S1} = 400 - \arctg \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 339.783 \text{ grades}$$

$$G_{S3}^{S2} = 400 - \operatorname{arctg} \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} = 311.682 \text{ grades}$$

**5. Calcul de l'angle  $\gamma$  :**

$$\gamma = |G_{S3}^{S2} - G_{S2}^{S1}| = |311.682 - 339.783| = 28.101 \text{ grades}$$

**6. Calcul de l'angle  $\tau$  :**

$$\tau = \frac{L}{2R} \cdot \frac{200}{\pi} = \frac{146.969}{2 \times 900} \times \frac{200}{\pi} = 5.197 \text{ grades}$$

**7. Vérification de non chevauchement :**

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau = 5.197 \text{ grades} \\ \gamma/2 = \frac{28.101}{2} = 14.0505 \text{ gra} \end{array} \right.$$

D'où :  $\tau < \gamma/2$  (pas de chevauchement).

**8. Calcul Des distances :**

$$\left\{ \begin{array}{l} DS1-S2 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(1243,927)^2 + (897,298)^2} = 1533,785 \text{ m} \\ DS2-S3 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(463,271)^2 + (85,977)^2} = 471,181 \text{ m} \end{array} \right.$$

**9. Caractéristiques de la courbe de raccordement :** (Tableau de Clothoïde, p. 60)

On a :  $L/R = \frac{146.969}{900} = 0,163$

À partir des tables des Clothoïde entre ligne N° 351 et N°352, on tire les valeurs suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta R/R = 0.00111131 \implies \Delta R = 1,000 \text{ m} \\ X_m/R = 0.0816311117 \implies X_m = 73,468 \text{ m} \\ X/R = 0.1631951111 \implies X = 146,872 \text{ m} \\ Y/R = 0.004422222 \implies Y = 3,998 \text{ m} \end{array} \right.$$

La corde polaire  $SL = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(146,872)^2 + (3,998)^2} = 146.926 \text{ m}$

L'angle polaire  $\delta = \operatorname{arctg} (Y/X) = \operatorname{arctg} \left( \frac{4,0834161}{148,434508} \right) = 1.75089201 \text{ grad}$

**10. Calcul de la longueur de l'arc du cercle :**

$$L = R (\gamma - 2\tau) \times \pi / 200 = \frac{900 \times (28.101 - 2 \times 5.197) \times 3.14}{200} = 250,19991 \text{ m}$$

11. Calcul des coordonnées du début de la Clothoïde: (Ahmed, 11-2012, p. 47)

$$T=Xm+t$$

$$t=(R+\Delta R) \times \operatorname{tg}(\gamma/2)=(900+1,000) \times \operatorname{tg}\left(\frac{28.101}{2}\right)=202.147\text{m}$$

$$T=73.468+202.147=275.616$$

$$\begin{cases} XKA1=XS2+T \times \sin(400-G_{S2}^{S1})=21096.1566+275.616 \times \sin(60.217)=21319.687\text{m} \\ YKA1=YS2-T \times \cos(400-G_{S2}^{S1})=6768.4140-275.616 \times \cos(60.217)=6607.172\text{m} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} XKA1 &= 21319.687 \\ YKA1 &= 6607.172 \end{aligned}$$

$$G_{KA1}^{KE1}=G_{S2}^{S1}-\delta=339.783-1.750=38.05\text{g}$$

$$\begin{cases} XKE1=XKA1-SL \times \cos(G_{KA1}^{KE1})=21198.232\text{m} \\ YKE1=YKA1+SL \times \sin(G_{KA1}^{KE1})=6689.853\text{m} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} XKE1 &= 21198.232 \\ YKE1 &= 6689.853 \end{aligned}$$

12. Calcul des coordonnées de la fin de la Clothoïde :

$$\begin{cases} XKA2=XS2-T \times \sin(400-G_{S3}^{S2})=20825.168\text{ m} \\ YKA2=YS2+T \times \cos(400-G_{S3}^{S2})=6818.706\text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} XKA2 &= 20825.168 \\ YKA2 &= 6818.706 \end{aligned}$$

$$Ro = \operatorname{arctg}\left(\frac{|ys3-ys2|}{|xs3-xs2|}\right) = 11.682$$

$$G_{KA2}^{KE2}=Ro+\delta=11.682+1.750=13.415\text{g}$$

$$\begin{cases} XKE2=XKA2+SL \times \cos(G_{KA2}^{KE2})=20968.844\text{m} \\ YKE2=YKA2-SL \times \sin(G_{KA2}^{KE2})=6787.975\text{m} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} XKE2 &= 20968.844 \\ YKE2 &= 6787.975 \end{aligned}$$

V.6.1.2 Exemple de calculs de la variation du dévers :

On continue avec le même exemple précédent

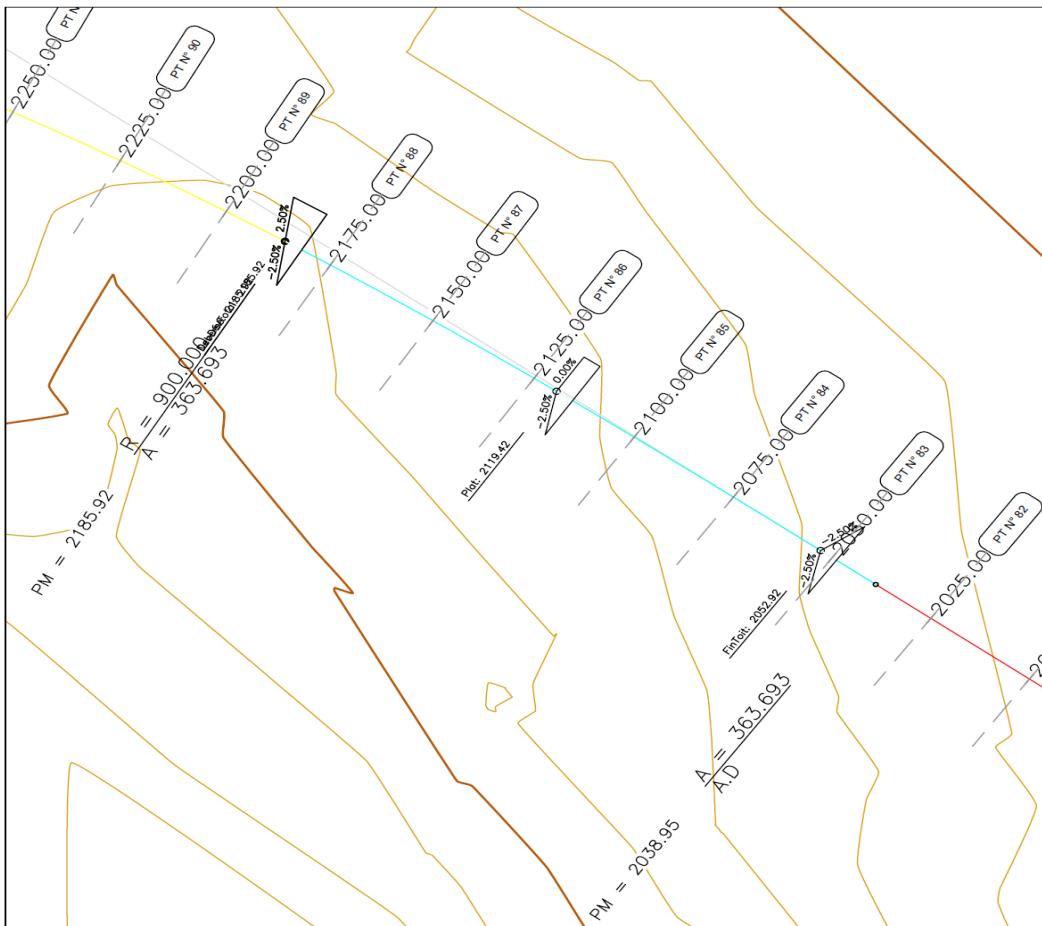


Figure V-3 : La variation du dévers pour le 2eme virage du projet depuis pk 2+025

Il y a une variation linéaire du dévers entre les points A et B, on va calculer la distance entre le point A et le point ou le dévers est nul.

Entre le point A et le point de dévers nul :  $\Delta d = 2.5\%$

Entre le point A et le point B :  $\Delta d = 5 \%$

Pour X = ?	→	$\Delta d = 2.5\%$	}	X = 73.48 m
L = 146.969	→	$\Delta d = 5 \%$		

### **Remarque :**

Pour la conception de l'axe en plan on a utilisé le logiciel Autodesk Civil 3D 2021, en effet les calculs des tous les éléments de l'axe (droites, clothoïdes, arcs, dévers...) sont respectés sous les conditions de la norme Algérienne B40 pour le choix de la variante de la  $V_b = 100$  km/h et une chaussée (2X2 voix) ainsi on prend en considération les différentes contraintes existantes dans le lieu de projet.



**V.7 Choix des éléments géométriques :**

La forme générale de notre tracé composée de deux tronçons, selon la direction, les contraintes à franchir et la topographie du terrain, donc on a traité chacun à part.

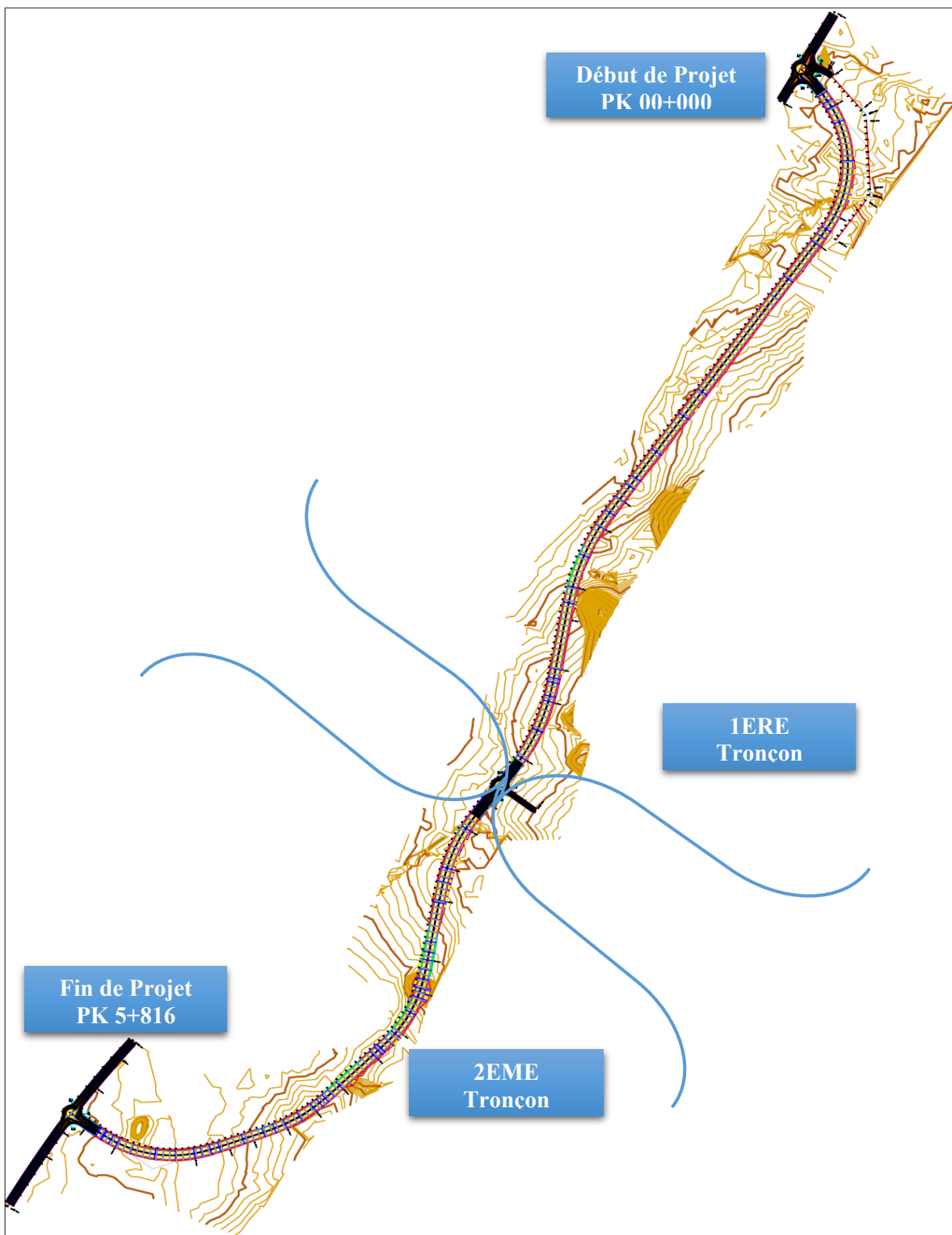


Figure V-4 : les deux tracent de l'axe en plan

**Le 1er tronçon** du tracé entre le PK 0+00 et le PK 3+300 : c'est un endroit où on a beaucoup d'obstacle comme petits cours d'eau et Chabat Ouled Saad, Chabat El ghar et un PIPE de gaz et une ligne électrique de haute tension et aussi des terriens agricoles. Et on crée une piste secondaire pour les carrières de cette zone

Donc notre 1er tronçon du tracé devient comme suite :

- Carrefour Giratoire RN46 Nord PK 00+000
- Le 1er alignement  $L= 60.775$  m entre le PK 00+00 et le PK 00+060.77.
- Le 1er virage à droite de  $R= 450$ m et avec un Clothoïde de  $A = 244.643$  entre le PK 00+060.77 et le PK 00+780.78.
- Un PIPE entre le PK 00+420 et le PK 00+500.
- Deux lignes électriques de haute tension du PK 00+240 jusqu'au PK 00+270.
- Le 2eme alignement  $L=1258.171$ m entre le PK 0+780.78 et le PK 02+038.95.
- Le 2eme virage à gauche de  $R= 900$ m et avec un Clothoïde  $A = 363.693$  et entre PK 02+038.95 et PK 02+583.19.
- Le 3eme alignement  $L= 192.768$ m entre le PK 02+583.19 et le PK 02+775.95.
- Le 3eme virage à droite de  $R= 800$ m et avec un Clothoïde de  $A = 332.943$  entre le PK 02+775.95 et le PK 03+295.50.
- Carrefour Giratoire Centre PK 03+300

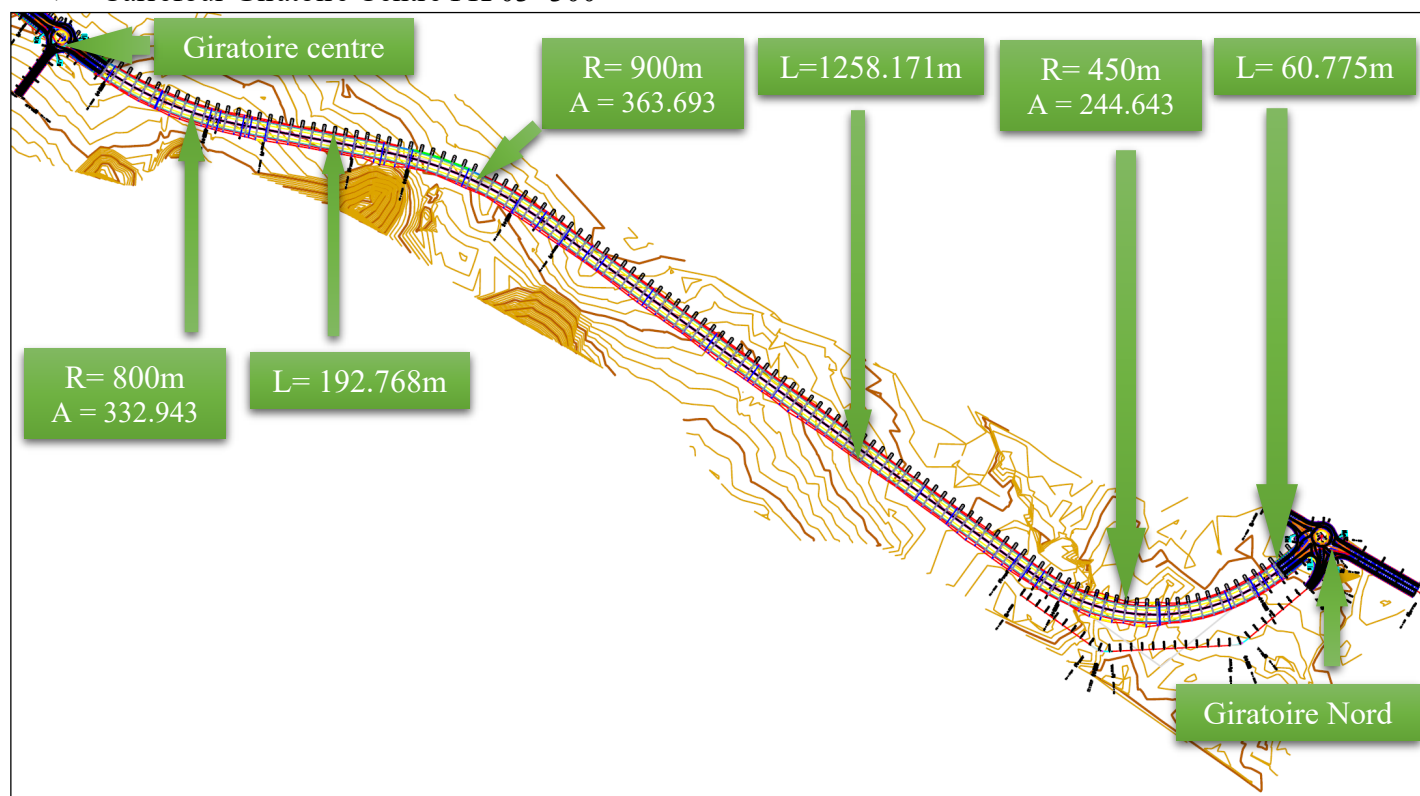


Figure V-5 : 1<sup>er</sup> tronçon

- ❖ **Le 2eme tronçon** du tracé entre le PK 03+295.50 et le PK05+816.93 (PK finale). C'est un endroit où la topographie est beaucoup d'obstacle et contraintes on est limité entre l'extension de la ville d'El hadjeb et le montagne) ont toujours a essayé de suivre le maximum possible le terrien plat ont évitant les zones agricoles.

Donc notre 2eme tronçon du tracé devient comme suite :

- Le 1er alignement  $L= 84.965\text{m}$  entre le PK03+295.50 et le PK03+380.46.
- Le 1eme virage à gauche de  $R=650\text{m}$  et avec un Clothoïde de  $A =294.024$  entre le PK03+380.46 et le PK 03+821.72.
- Le 2eme alignement  $L= 242.493\text{m}$  entre le PK 03+821.72 et le PK 04+064.21.
- Une ligne de gaz entre le PK4+370 et le PK04+375.
- Le 2eme virage à droite de  $R= 500\text{m}$  et avec un Clothoïde de  $A = 257.876$  entre le PK 04+064.21 et le PK04+506.34.
- Le 3eme alignement  $L=177.888\text{m}$  entre le PK04+506.34 et le PK4+684.23.
- Le 3eme virage à droite de  $R= 600\text{m}$  et avec un Clothoïde de  $A = 282.489$  entre le PK4+684.23 et le PK 5+075.81.
- Le 4eme alignement  $L=97.747\text{m}$  entre le PK05+075.81 et le PK05+173.56.
- Le 4eme virage à droite de  $R= 450\text{m}$  et avec un Clothoïde de  $A = 244.643$  entre le PK05+173.56 et le PK 05+738.81.
- Le 4eme alignement  $L= 78.111\text{m}$  entre le PK05+738.81 et le PK05+816.93.
- Carrefour Giratoire RN46 Sud PK05+816.93.

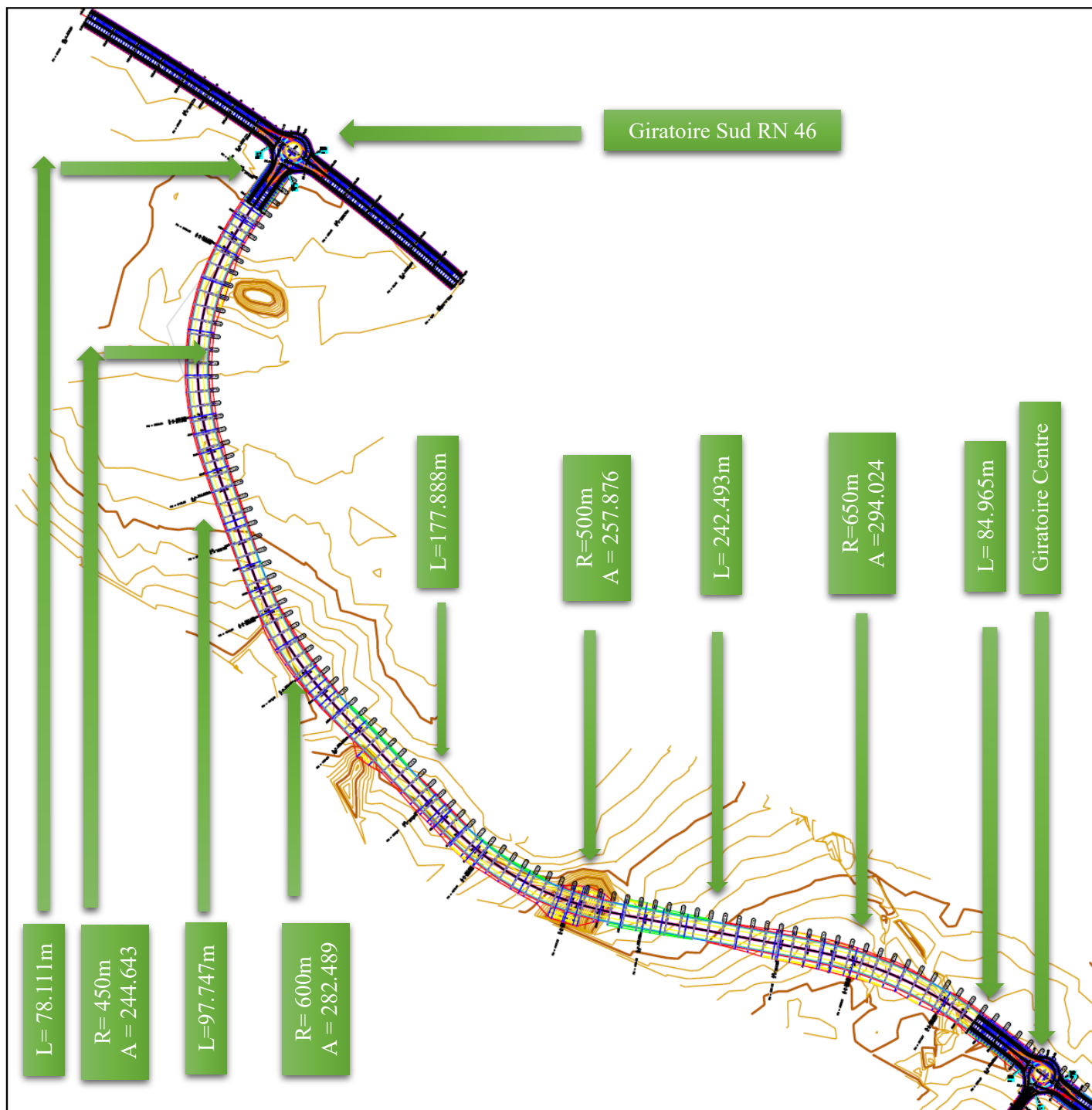


Figure V-5 : 2<sup>er</sup> tronçon

## V.8 Les résultats de calculs de l'axe en plan

Tableau V-3: les résultat du calculs de l'axe en plan

Elem	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0+000.00	23040.9857	5927.1709
DR1	ANG=256.7386 (g)	60.775			
			0+060.77	22993.7118	5888.9776
CLO2	A=244.643				
	R=450.000	133.000			
			0+193.77	22886.3717	5810.6655
ARC3	XC=22658.1948				
	YC=6198.5254				
	R=450.000	454.005			
			0+647.78	22451.5410	5798.7827
CLO4	A=244.643				
	R=450.000	133.000			
			0+780.78	22340.0842	5871.1158
DR5	ANG=339.7828 (g)	1258.171			
			2+038.95	21319.6852	6607.1732
CLO6	A=363.693				
	R=900.000	146.969			
			2+185.92	21198.2309	6689.8537
ARC7	XC=20732.9966				
	YC=5919.4272				
	R=900.000	250.297			
			2+436.22	20968.8450	6787.9751
CLO8	A=363.693				
	R=900.000	146.969			
			2+583.19	20825.1689	6818.7060
DR9	ANG=311.6820 (g)	192.768			
			2+775.95	20635.6369	6853.8808
CLO10	A=332.943				
	R=800.000	138.564			
			2+914.52	20500.2308	6883.0767
ARC11	XC=20713.6951				
	YC=7654.0715				
	R=800.000	242.414			
			3+156.93	20279.8902	6981.9009
CLO12	A=332.943				
	R=800.000	138.564			
			3+295.50	20168.0339	7063.6038
DR13	ANG=341.9992 (g)	84.965			
			3+380.46	20100.8974	7115.6790
CLO14	A=294.024				
	R=650.000	133.000			
			3+513.46	19993.1380	7193.5278
ARC15	XC=19649.2918				
	YC=6641.9213				
	R=650.000	175.258			

## CHAPITRE V : TRACE EN PLAN

			3+688.72	19833.7816	7265.1897
<b>CLO16</b>	A=294.024				
	R=650.000	133.000			
			3+821.72	19704.0354	7294.1460
<b>DR17</b>	ANG=311.8079 (g)	242.493			
			4+064.21	19465.7018	7338.8659
<b>CLO18</b>	A=257.876				
	R=500.000	133.000			
			4+197.21	19336.3000	7369.1379
<b>ARC19</b>	XC=19492.8611				
	YC=7843.9943				
	R=500.000	176.125			
			4+373.34	19182.0827	7452.3097
<b>CLO20</b>	A=257.876				
	R=500.000	133.000			
			4+506.34	19085.7006	7543.8066
<b>DR21</b>	ANG=351.1669 (g)	177.888			
			4+684.23	18962.2414	7671.8769
<b>CLO22</b>	A=282.489				
	R=600.000	133.000			
			4+817.23	18873.5835	7770.9198
<b>ARC23</b>	XC=19348.9607				
	YC=8137.0025				
	R=600.000	125.585			
			4+942.81	18807.8929	7877.6847
<b>CLO24</b>	A=282.489				
	R=600.000	133.000			
			5+075.81	18759.4485	8001.4702
<b>DR25</b>	ANG=378.6036 (g)	97.747			
			5+173.56	18727.2115	8093.7480
<b>CLO26</b>	A=244.643				
	R=450.000	133.000			
			5+306.56	18689.6188	8221.1901
<b>ARC27</b>	XC=19131.6633				
	YC=8305.4322				
	R=450.000	299.257			
			5+605.81	18731.8319	8511.9143
<b>CLO28</b>	A=244.643				
	R=450.000	133.000			
			5+738.81	18804.1171	8623.4022
<b>DR29</b>	ANG=39.7555 (g)	78.111			
			5+816.93	18849.7865	8686.7712

## Chapitre VI : Profil en long

- VI.1 Introduction
- VI.2 Eléments géométriques du profil en long
- VI.3 Déclivité
- VI.4 Raccordements verticaux
- VI.5 Caractéristiques des rayons en long
- VI.6 Application au projet
- VI.7 Choix des éléments géométriques
- VI.8 Les résultats des calculs de profil en long

## VI.1 Introduction

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et Représentée sur un plan à une certaine échelle (n'est pas une projection horizontale).

Dans le cas des autoroutes, dont les deux chaussées unidirectionnelles sont séparées par un terre-plein central, le profil en long déterminant est une coupe par le milieu du terre-plein (axe de référence). Le niveau de l'autoroute en cet endroit est la moyenne entre les niveaux des bords intérieurs des chaussées. Si les deux chaussées ne sont pas symétriques, on considérera chacune d'elles indépendamment avec son propre profil en long, placé au milieu de chaque chaussée.

Une autre conception consiste à considérer le profil en long théorique au droit des bords intérieurs des chaussées unidirectionnelles.

L'échelle des longueurs (en abscisse) est en général celle du plan de situation, tandis que l'échelle des hauteurs (en ordonnées) est généralement 10 fois plus grande pour accuser les déclivités qui sans cela seraient presque imperceptibles. Le profil en long est donc une représentation déformée.

## VI.2 Eléments géométriques du profil en long :

Le profil en long comprend :

- ❖ Lignes droites (déclivités).
- ❖ Arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

Les droites ascendantes dans le sens du kilométrage sont appelées « Rampes », les descendantes « Pentes ». Rampes et pentes constituent les déclivités, exprimées en pourcentage avec signe positif (rampes) et avec signe négatif (pentes).

**Changement de déclivité** :  $m =$  différence de deux déclivités successives munies de leur signe

$$m = i - i'$$

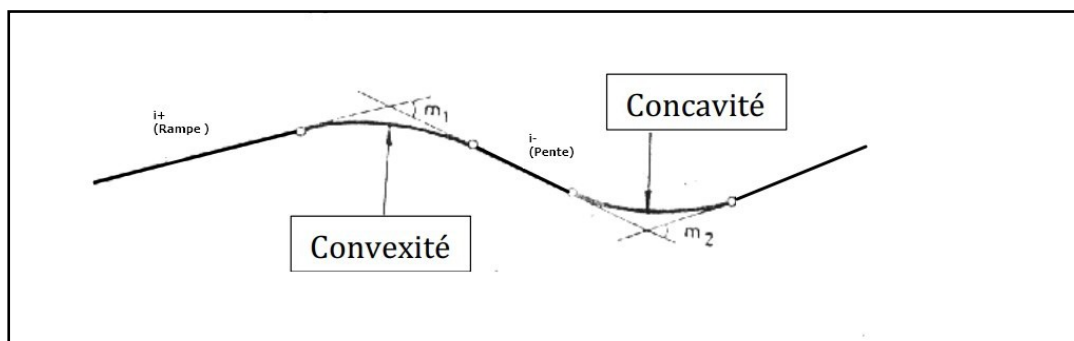


Figure VI-1: Eléments géométriques du profil en long



### VI.3 Déclivité

❖ Déclivité minimum :

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

Déclivité minimum :  $i_{min} = 0,5 \%$ , de préférence 1 %

❖ Déclivité maximum

Du point de vue technique, la déclivité max. dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée, ainsi que la réduction des vitesses qu'elle provoque. Le problème de l'adhérence concerne tous les véhicules, tandis que pour la réduction des vitesses ce sont les camions (poids lourds PL) qui sont déterminants, car la plupart des VP ont une grande réserve de puissance.

Remarquons encore que les PL modernes sont munis de dispositifs de freinage puissants, leur permettant de descendre des pentes importantes. La seule restriction est que ces pentes ne soient pas trop longues ; (max. 1,5 – 2 km). Par conséquent, on peut se contenter de n'analyser que la question déterminante de la rampe maximum.

Dans le cas d'une route à deux voies, dont les deux sens de circulation sont sur la même chaussée, il est évident que l'on n'a pas à distinguer entre rampes et pentes, mais lorsque les sens de circulation sont séparés, comme dans une autoroute, il peut y avoir intérêt à adopter des profils en long différents pour chacune des chaussées à sens unique, en adoucissant les rampes au détriment des pentes.

Encore une remarque : Il faut éviter dans la mesure du possible, sur un itinéraire, de consentir une déclivité locale exceptionnellement forte, qui constituerait une sorte de « bouchon » pour les PL et réduirait considérablement la capacité de tout l'itinéraire.

Tableau VI-1: Valeur de la déclivité maximale ( B40) (d'infrastructure, Octobre 1977)

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

### VI.4 Raccordements verticaux

Les changements de déclivités se font par l'intermédiaire d'un raccordement circulaire de grand rayon, tangent aux déclivités de part et d'autre.

L'emploi pour les raccordements verticaux d'une autre courbe que le cercle n'est pas exclu à priori. Il serait par exemple théoriquement convenable, pour éviter une discontinuité dans l'accélération verticale appliquée au véhicule, d'introduire progressivement la courbure du profil en long, comme on le fait en situation.

Mais pratiquement, comme de grands rayons verticaux sont imposés par la condition de visibilité et par l'esthétique, il n'y aurait que de minimes différences entre une clothoïde verticale par exemple et un arc de cercle vertical. On distingue les raccordements verticaux convexes et concaves.

#### VI.4.1 Raccordements convexes

Leur rayon RV doit satisfaire deux conditions :

- ❖ Condition de confort.
- ❖ Condition de visibilité.

##### ❖ Condition de confort

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe, le véhicule est soumis à une accélération verticale importante, qui modifie sa stabilité et gêne les usagers.

En faisant état d'une limite empirique encore supportable de cette accélération centripète, on calcule le rayon vertical correspondant ; l'accélération verticale :

$v^2 / RV$  limitée à :

- ✓  $g / 40$  (cat 1 – 2)
- ✓  $g / 30$  (cat 3 – 4 – 5)

on a  $v^2 / RV \leq g / 40$

⇒  $R_{vmin} = 40 \cdot v^2 / g$

Avec :

- $v = V / 3,6$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$R_{vmin} = 0,3 V_B^2 \text{ (cat 1 - 2)}$$

$$R_{vmin} = 0,23 V_B^2 \text{ (cat 3 - 4 - 5)}$$

##### ❖ Condition de visibilité

Un conducteur dont le rayon visuel ras le dos-d'âne doit voir, de l'autre côté, soit un obstacle, soit un véhicule, et cela assez tôt pour disposer d'une distance suffisante, soit pour s'arrêter, soit pour dépasser.

Connaissant la longueur de visibilité  $d$ , on calculera  $R_v$  minimum. Les déclivités de part et d'autre du dos d'âne sont données par le projet.

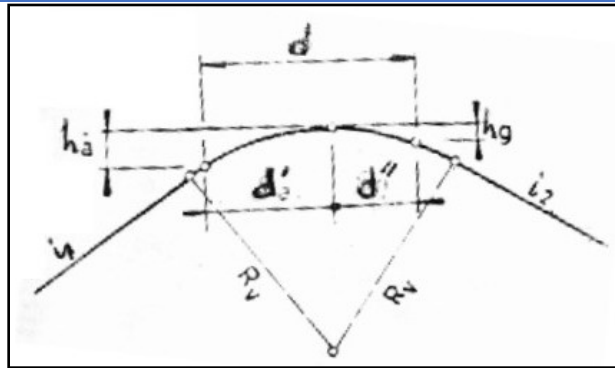


Figure VI-2: Visibilité en raccordement convexe

- $d$  = distance de visibilité nécessaire
- $RV$  = rayon du cercle de raccordement
- $h_a$  = hauteur de l'œil au-dessus de la chaussée
- $h_g$  = hauteur d'obstacle
- $d = d' + d''$

#### VI.4.2 Raccordements concaves:

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

**Principe:** les phares du véhicule doivent éclairer un tronçon de longueur telle que le conducteur aperçoive un obstacle assez tôt pour disposer de la distance d'arrêt.

La distance de visibilité est ici toujours égale à la distance d'arrêt simple  $d$ , les véhicules venant en sens inverse étant bien visible de nuit.

- ❖  $d$  = distance de visibilité = distance d'arrêt  $d_n$
- ❖  $RV$  = rayon minimum du cercle de raccordement
- ❖  $h_a$  = hauteur des phares au-dessus de la chaussée 0,75m
- ❖  $\varepsilon$  = demi angle du pinceau lumineux (env  $1^\circ$ )
- ❖  $m$  = changement de déclivité  $m = i_1 - i_2$  ( en % )

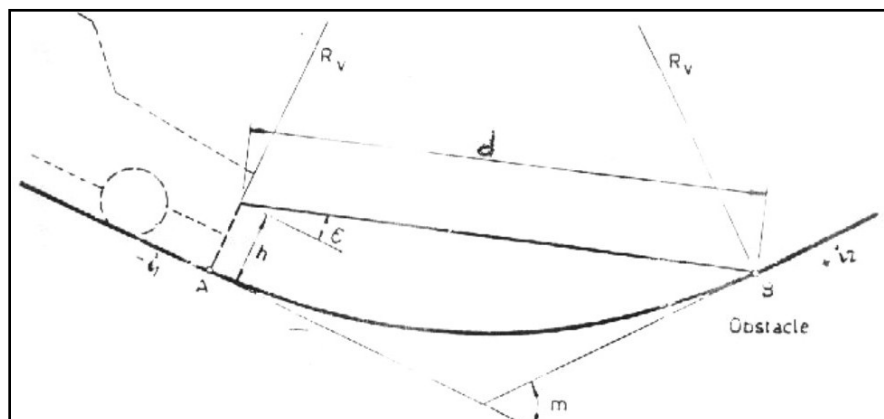


Figure VI-3: Visibilité en raccordement concave

### VI.5 CARACTÉRISTIQUES DES RAYONS EN LONG :

Pour le cas de projet, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivants (selon le B40) :

Tableau VI-2: Caractéristique des rayons verticaux

<b>Catégorie</b>	<b>C1</b>
<b>Environnement</b>	<b>E1</b>
<b>Vitesse</b>	<b>100</b>
<b>Route unidirectionnelle (2x2 voies)</b>	
<b>Rayon en angle saillant</b>	
<b>RV</b>	Rvm (minimal absolu) en m <b>6000</b>
	RVN (minimal normal) en m <b>12000</b>
<b>Rayon en angle rentrant</b>	
<b>R'V</b>	Rvm (minimal absolu) en m <b>3000</b>
	RVN (minimal normal) en m <b>4200</b>
<b>Déclivité maximale I<sub>max</sub> (%)</b>	<b>4</b>

(d'infrastructure, Octobre 1977, p. 2.13) (d'infrastructure, Octobre 1977, p. 2.14)

### VI.6 APPLICATION AU PROJET :

#### VI.6.1 Exemple Du Calcul Du Profil En Long :

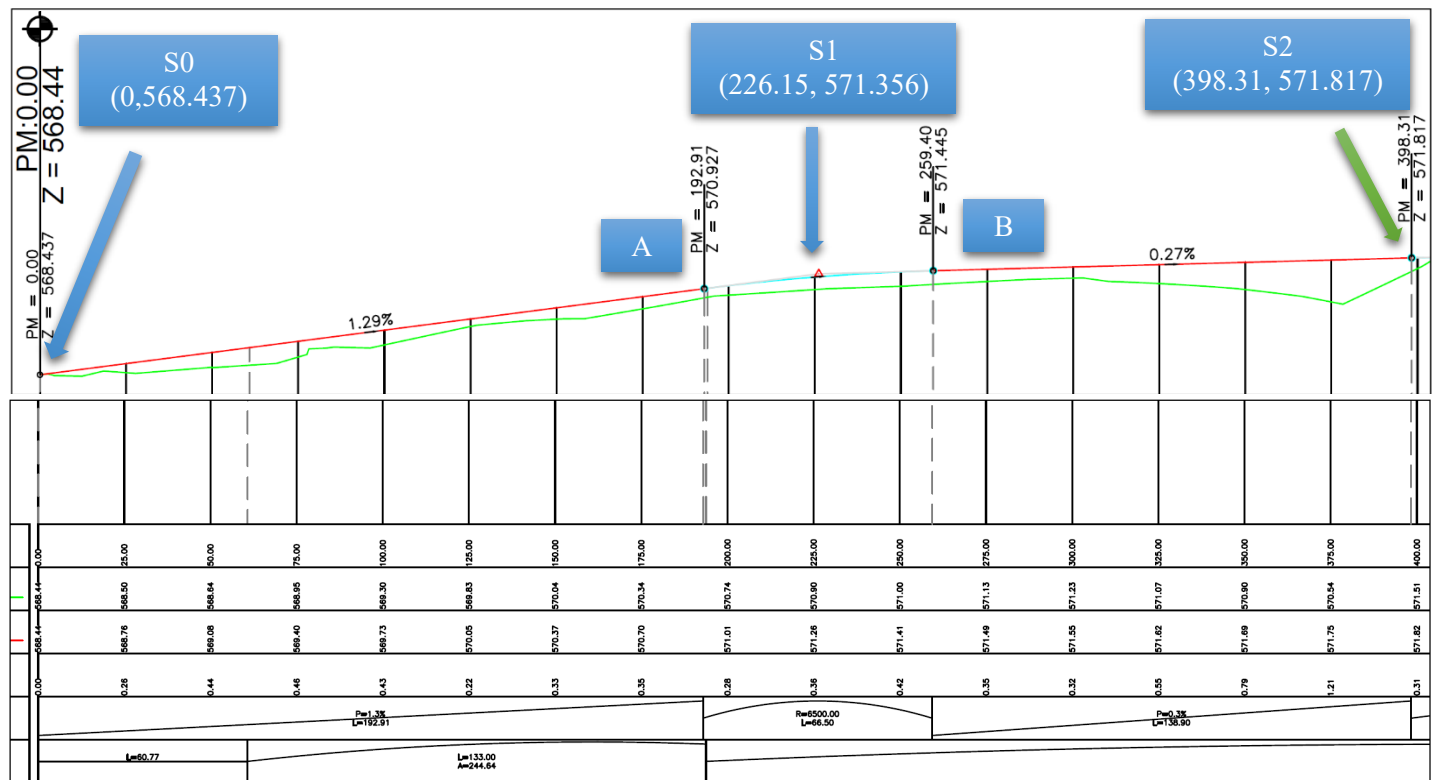


Figure VI-4: un partie du premier raccordement vertical du projet situé entre PK00+000.00 et PK00+398.31.

❖ **Les données :**

Rayon : 6500 m

Tableau VI-3: les coordonnées des points A, S, D

	Z (m)	X (m)	R (m)
S0	568.437	0	6500
S1	571.356	226.15	
S2	571.817	398.31	

**1. Calcul des pentes :**

$$i_1 = (z_1 - z_0) / (x_1 - x_0) = 1.29\%$$

$$i_2 = (z_2 - z_1) / (x_2 - x_1) = 0.27\%$$

**2. Calcul de T :**

$$T_1 = T_2 = R * (|i_1 - i_2|) / 2 = 33.25\text{m}$$

La longueur de la courbe est :  $2xT = 66.493\text{m}$

**3. Calcul de la bissectrice :**

$$B = T^2 / 2R = -0.085\text{m}$$

**4. Calcul des points Tangents :**

✓ **Calcul des coordonnées du point A**

$$X_A = X_{S1} - T = 192.904\text{m}$$

$$Z_A = Z_{S1} - (i_1 * T) = 570.927\text{m}$$

✓ **Calcul des coordonnées du point B**

$$X_B = X_{S1} + T = 259.396\text{m}$$

$$Z_B = Z_{S1} + (i_2 * T) = 571.445\text{m}$$

**5. calcul du sommet courbe J :**

$$X_{j/A} = R * i_1 = 83.85\text{m}$$

$$X_{j/B} = R * i_2 = 17,55\text{m}$$

$$X_j = X_A + X_{j/A} = 276,754\text{m}$$

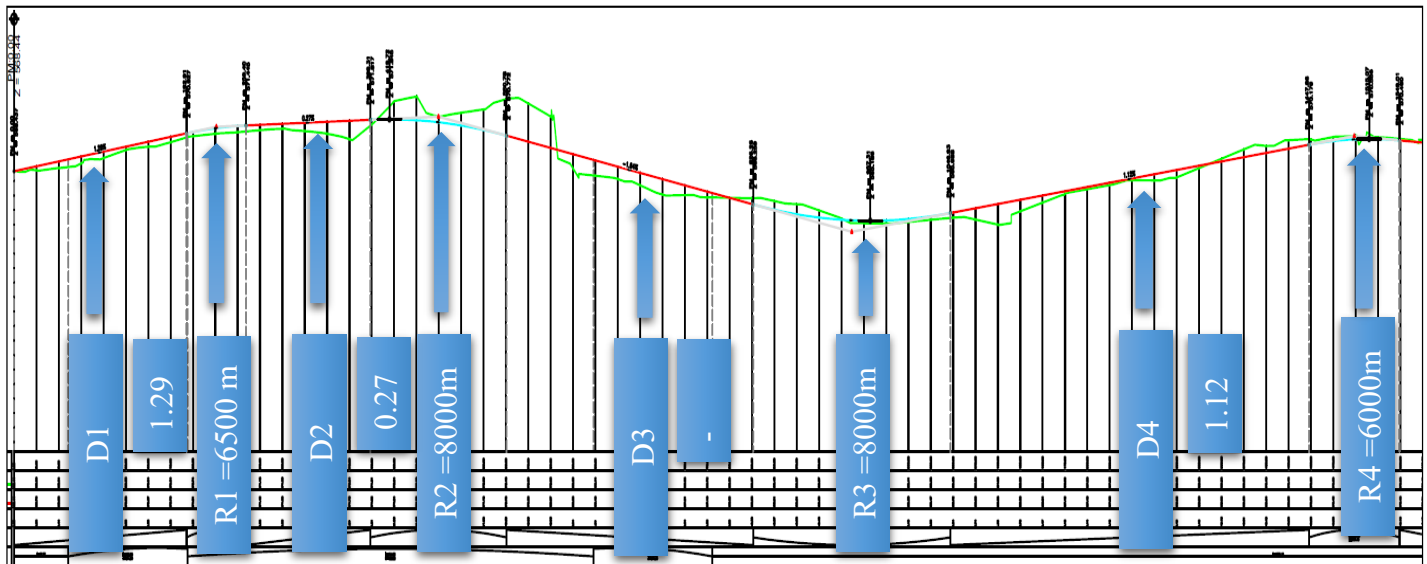
$$Z_j = Z_A + (X_{j/A} * i_1) - ((X_{j/A})^2 / 2R) = 571,467\text{m}$$

### VI.7 Choix des éléments géométriques :

La forme générale de notre tracé est composée de 4 tronçons, selon la topographie du terrain et les contraintes à franchir, donc on a traité chaque section séparément :

❖ Le 1<sup>er</sup> tronçons :

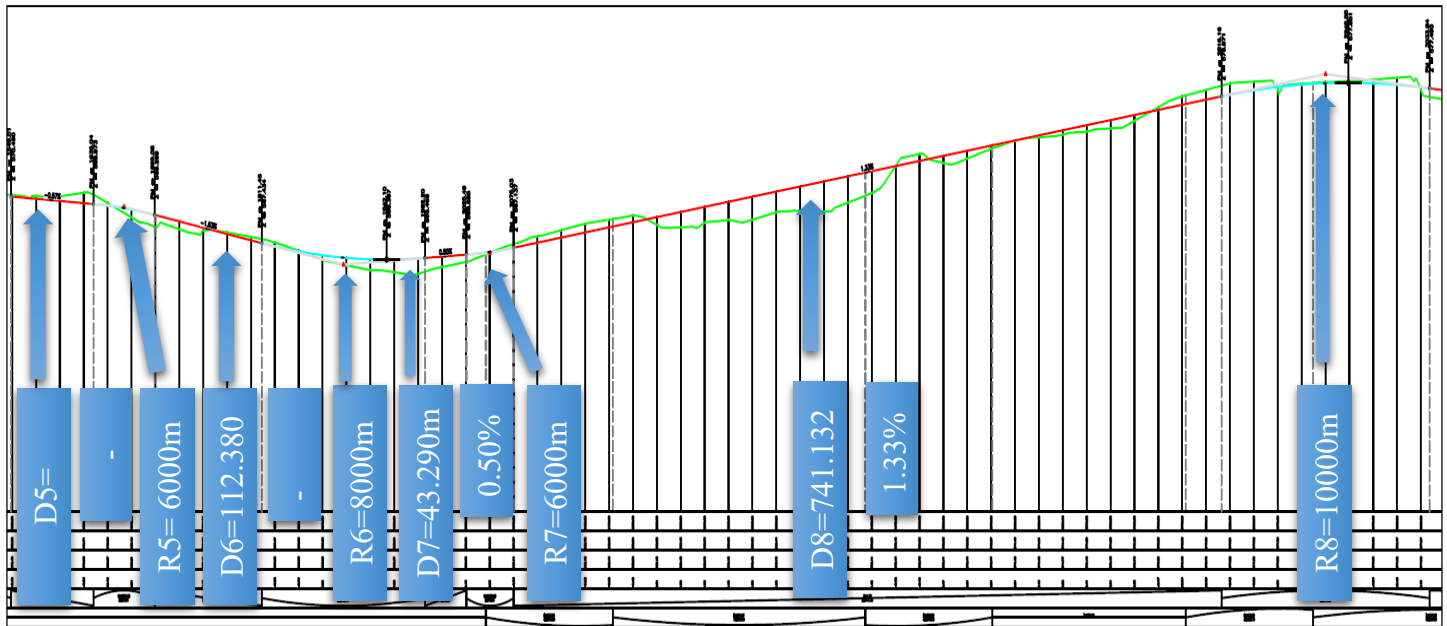
Figure VI-5: Le 1<sup>er</sup> tronçons de profil en long



- Une déclivité entre le PK0+000 et PK 0+192.91 par une droite D1= 192.905m  
De pente P= 1.29%
- Une parabole R1= 6500m entre le PK 0+192.91 et PK 0+259.40
- Une droite D2=138.904avec une pente P=0.27%entre le PK 0+259.40et le PK 0+398.31
- Une parabole R2=8000m entre PK 0+398.31et PK 0+550.78
- Une droite D3=275.486m avec une pente P=-1.64% traverse le pont entre le PK 0+550.78et le PK 0+826.26
- Une parabole R3=8000m entre le PK 0+826.26 et le PK 1+046.93
- Une droite D4=400.923m de pente P=1.12%entre le PK 1+046.93 et le PK 1+447.86
- Une parabole R4=6000m entre le PK 1+447.86et le PK 1+549.01

❖ Le 2<sup>eme</sup> tronçon :

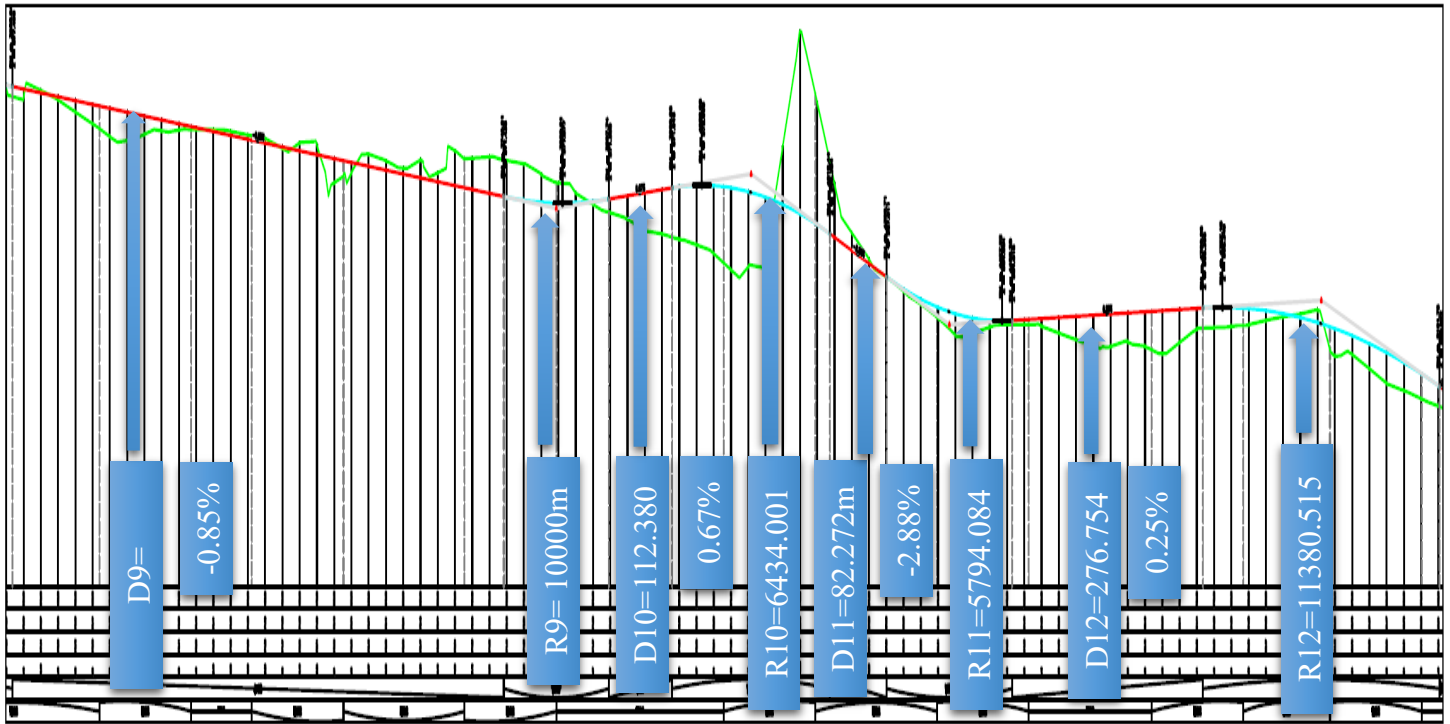
Figure VI-6: Le 2<sup>eme</sup> tronçons de profil en long



- Une déclivité entre le 1+549.01 et PK 1+635.04 par une droite D5= 86.030m  
De pente -0.57%
- Une parabole R5= 6000m entre le PK 1+635.04 et PK 1+699.08
- Une droite D6=112.380m avec une pente P=-1.63% entre le PK 1+699.08 et le PK 1+811.46
- Une parabole R6=8000m entre PK 1+811.46 et PK 1+982.20
- Une droite D7=43.290m avec une pente P= 0.50% traverse le pont entre le PK 1+982.20 et le PK 2+025.49
- Une parabole R7=6000m entre le PK 2+025.49 et le PK 2+075.03
- Une droite D8=741.132m de pente P= 1.33% entre le PK 2+075.03 et le PK 2+816.16
- Une parabole R8=10000m entre le PK 2+816.16 et le PK 3+033.84

❖ Le 3eme tronçon :

Figure VI-7: Le 3<sup>eme</sup> tronçons de profil en long

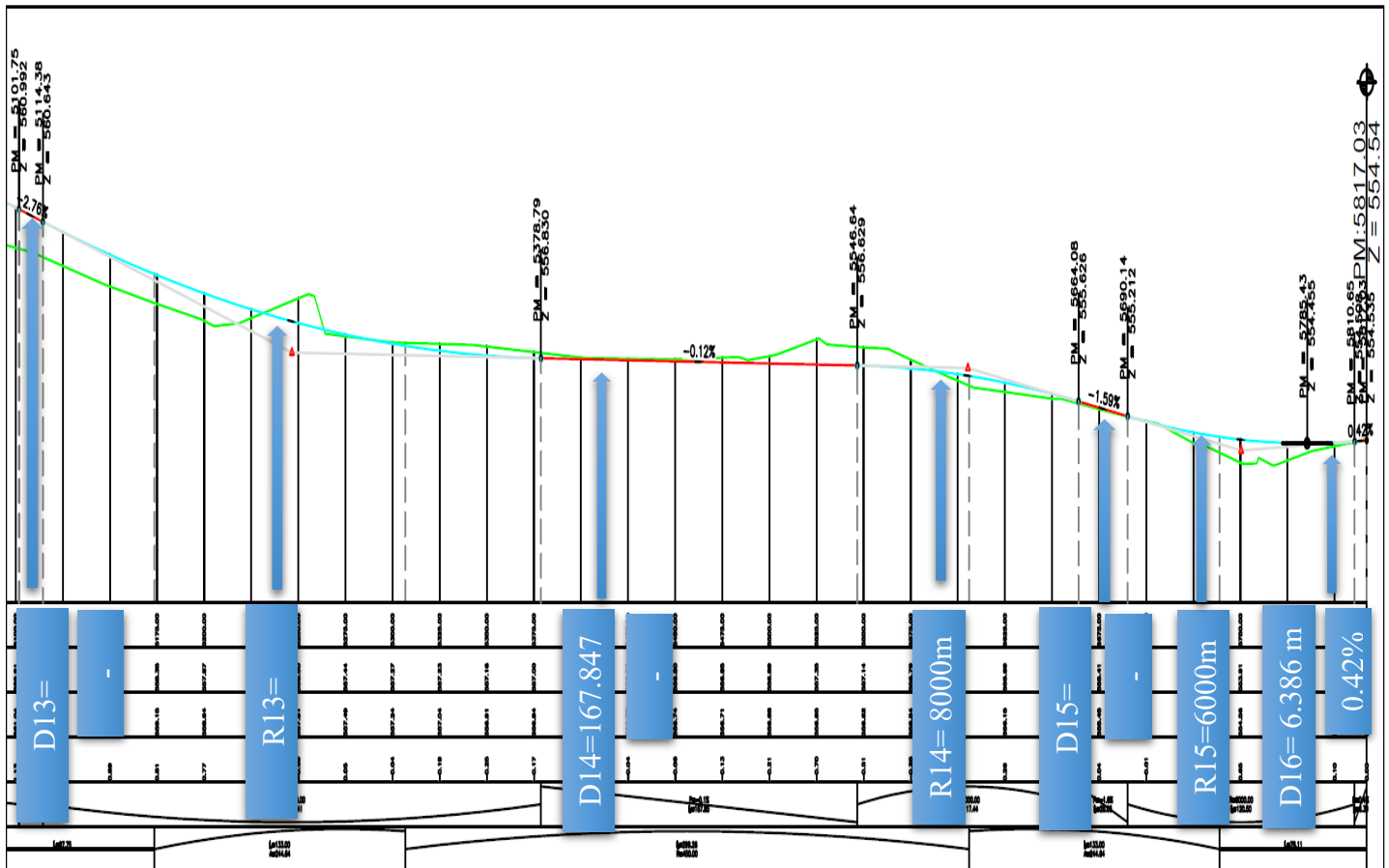


- Une déclivité entre le PK3+033.84 et PK 3+745.91 par une droite D9= 712.076m De pente -0.85%
- Une parabole R9= 10000m entre le PK 3+745.91 et PK 3+897.74
- Une droite D10=112.380m avec une pente P= 0.67% entre le PK 3+897.74 et le PK 3+989.86
- Une parabole R10=6434.001m entre PK 3+989.86 et PK 4+218.44
- Une droite D11=82.272m avec une pente P= -2.88% traverse le pont entre le PK 4+218.44 et le PK 4+300.71
- Une parabole R11=5794.084m entre le PK 4+300.71 et le PK 4+482.20
- Une droite D12=276.754m de pente P= 0.25% entre le PK 4+482.20 et le PK 4+758.95
- Une parabole R12=11380.515m entre le PK 4+758.95 et le PK 5+101.75



❖ Le 4eme tronçon :

Figure VI-8: Le 4<sup>eme</sup> tronçons de profil en long



- Une déclivité entre le PK 5+101.75 et PK 5+114.38 par une droite D13= 12.630m  
De pente -2.76%
- Une parabole R13= 10000m entre le PK 5+114.38 et PK 5+378.79
- Une droite D14=167.847m avec une pente P= -0.12% entre le PK 5+378.79 et le PK 5+546.64
- Une parabole R14= 8000m entre PK 5+546.64 et PK 5+664.08
- Une droite D15= 26.062m avec une pente P= -1.59% traverse le pont entre le PK 5+664.08 et le PK 5+690.14
- Une parabole R15=6000m entre le PK 5+690.14 et le PK 5+810.65
- Une droite D16= 6.386 m de pente P= 0.42% entre le PK 5+810.65 et le PK 5+817.03

### VI.8 Les résultats des calculs de profil en long

Profil en long : ligne rouge RN 46 Evit

Description:

Plage d'abscisse : Début: 0+000.00, Fin: 5+817.03

LONGUEUR DE L'AXE : 5817.030m

Tableau VI-4: Les résultats de calculs de profil en long

Elément	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			0+000.00	568.437
<b>D1</b>	PENTE= 1.29%	192.905	0+192.91	570.927
<b>PAR1</b>	S= 0+226.15 Z=571.356 R= 6500.000	66.496	0+259.40	571.445
<b>D2</b>	PENTE= 0.27%	138.904	0+398.31	571.817
<b>PAR2</b>	S= 0+474.54 Z=572.021 R= 8000.000	152.471	0+550.78	570.772
<b>D3</b>	PENTE= -1.64%	275.486	0+826.26	566.259
<b>PAR3</b>	S= 0+936.60 Z=564.452 R= 8000.000	220.671	1+046.93	565.688
<b>D4</b>	PENTE= 1.12%	400.923	1+447.86	570.179
<b>PAR4</b>	S= 1+498.43 Z=570.746 R= 6000.000	101.156	1+549.01	570.460
<b>D5</b>	PENTE= -0.57%	86.030	1+635.04	569.973
<b>PAR5</b>	S= 1+667.06 Z=569.792 R= 6000.000	64.040	1+699.08	569.269
<b>D6</b>	PENTE= -1.63%	112.380	1+811.46	567.434
<b>PAR6</b>	S= 1+896.83 Z=566.040 R= 8000.000	170.742	1+982.20	566.468
<b>D7</b>	PENTE= 0.50%	43.290	2+025.49	566.685
<b>PAR7</b>	S= 2+050.26 Z=566.809 R= 6000.000	49.536	2+075.03	567.137
<b>D8</b>	PENTE= 1.33%	741.132	2+816.16	576.971

**CHAPITRE VI : PROFIL EN LONG**

<b>PAR8</b>	S= 2+925.00 Z=578.415			
	R= 10000.000	217.678		
			3+033.84	577.490
<b>D9</b>	PENTE= -0.85%	712.076		
			3+745.91	571.438
<b>PAR9</b>	S= 3+821.83 Z=570.793			
	R= 10000.000	151.825		
			3+897.74	571.300
<b>D10</b>	PENTE= 0.67%	92.122		
			3+989.86	571.916
<b>PAR10</b>	S= 4+104.15 Z=572.680			
	R= 6434.001	228.574		
			4+218.44	569.384
<b>D11</b>	PENTE= -2.88%	82.272		
			4+300.71	567.011
<b>PAR11</b>	S= 4+391.45 Z=564.393			
	R= 5794.084	181.489		
			4+482.20	564.618
<b>D12</b>	PENTE= 0.25%	276.754		
			4+758.95	565.305
<b>PAR12</b>	S= 4+930.35 Z=565.730			
	R= 11380.515	342.801		
			5+101.75	560.992
<b>D13</b>	PENTE= -2.76%	12.630		
			5+114.38	560.643
<b>PAR13</b>	S= 5+246.59 Z=556.989			
	R= 10000.000	264.408		
			5+378.79	556.830
<b>D14</b>	PENTE= -0.12%	167.847		
			5+546.64	556.629
<b>PAR14</b>	S= 5+605.36 Z=556.558			
	R= 8000.000	117.443		
			5+664.08	555.626
<b>D15</b>	PENTE= -1.59%	26.062		
			5+690.14	555.212
<b>PAR15</b>	S= 5+750.39 Z=554.255			
	R= 6000.000	120.504		
			5+810.65	554.508
<b>D16</b>	PENTE= 0.42%	6.386		
			5+817.03	554.535

(KARA, 2013)

## **Chapitre VII : Profil en travers**

- VII.1 Introduction.
- VII.2 Les éléments de composition du profil en travers.
- VII.3 Détermination des profils en travers.
- VII.4 Différent type de profils en travers.
- VII.5 Profil en travers type du projet.

## VII.1 Introduction

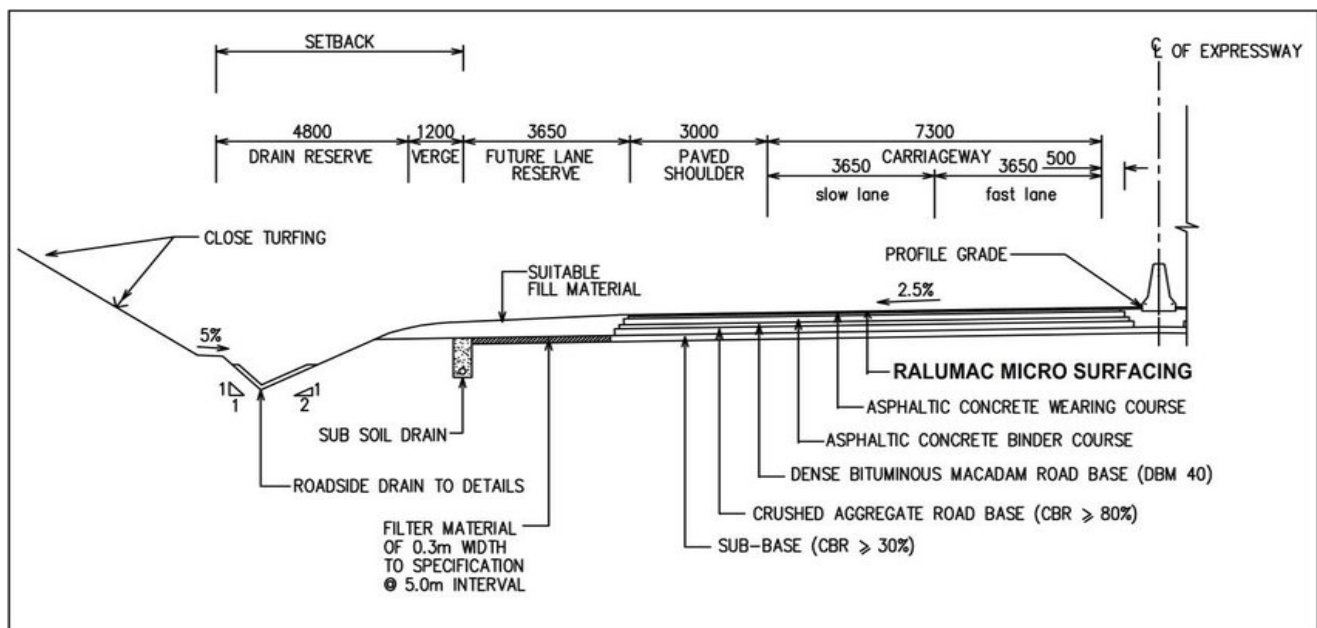
Les profils en travers (sections transversales perpendiculaires à l'axe référence du projet) Permettent de calculer les paramètres suivants :

- ❖ La position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements.
- ❖ L'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel.
- ❖ Les cubatures (volumes de déblais et de remblais).

Le profil en travers est représenté en vue de face pour une personne qui se déplacerait sur l'axe du projet de l'origine à l'extrémité du projet.

## VII.2 LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS

Figure VII-1: les éléments d'un profil en travers



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

- a)-**La chaussée** : C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.
- b)-**La largeur roulable**: Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Surlargeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.
- c)-**La plateforme** : C'est la surface de la route située entre les fossé ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.
- d)-**Assiette** : Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.
- e)-**L'emprise** : C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc...), elle coïncidant généralement avec le domaine public.

**f)-Les accotements :** Les accotements sont les zones latérales de la plateforme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

**g)-Le terre-plein central :** Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

- ❖ Les surlargeurs de chaussée (bande de guidage).
- ❖ Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

**h)-Le fossé :** C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie.

### VII.3 Détermination des profils en travers :

Il faut faire apparaitre des profils en travers

- ❖ à chaque changement de déclivité (profil en long).
- ❖ à chaque changement de direction (tracé en plan).
- ❖ à chaque point caractéristique de la ligne rouge.
- ❖ des profils complémentaire au moins chaque 25 m (pour assurer un bon compactage).

### VII.4 Différent type de profils en travers :

On distingue deux types de profils :

#### ❖ Profil en travers type :

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

#### ❖ Profil en travers courants :

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

### VII.5 Profil en travers type du projet

D'après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre projet sera composé d'une chaussée Bidirectionnelle (2 voies).

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

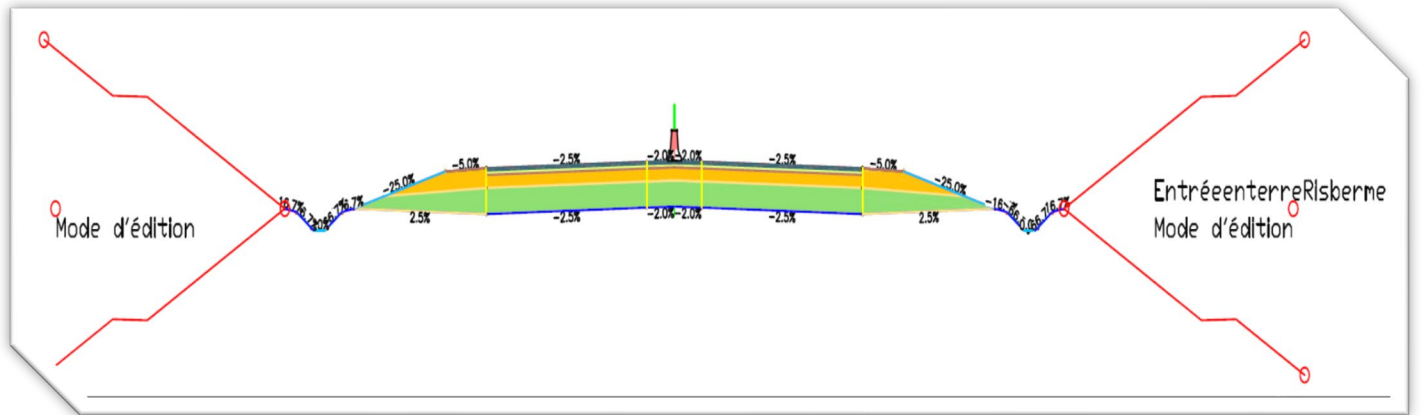
Tableau VII-1: Les dimensions du profil en travers

Description	Largeur (m)	Nombre	Largeur totale (m)
• Voie de circulation 2x2 voie	3.50	4	14
• TPC	2.4	1	2.4
• Accotement	1.80	2	3.6
- Surlargeur	(0.25)	(2)	(0.50)
- Bandestabilisée	(1.25)	(2)	(2.50)
- Berme	(0.50)	(2)	(1.00)
• Fossé en béton	1.5	2	3
• Talus (remblais / déblais)	3	2	6
<b>Totale</b>			<b>33 m</b>
<b>Dévers en section droite</b>			
- Chaussée	-2,5 % versl'extérieur.		
- Les Accotements	-4 % versl'extérieur.		
- Les Bèrmes	-8% versl'extérieur.		
<b>Dévers en courbe</b>			
- Dévers minimal	2.5 %		
- Dévers maximal	5 %		
<b>La structure de chaussée</b>			
- Couche de roulement.	- B.B 6 cm.		
- Couche de base.	- G.B 12 cm.		
- Couche de fondation.	- Grave non traité 35 cm.		
- Couche de forme	- TUF 70 cm.		
<b>Remblai / Déblai</b>			
Tous les Déblais de projet sera utilisé en remblai parce que le sol de projet c'est de TVO			

(KARA, 2013, p. 13)

PROFIL EN TRAVERS TYPE EN 2X2 VOIES :

Figure VII-2: profil en travers type





## **Chapitre VIII : Carrefour giratoire**

- VIII.1. Introduction.**
- VIII.2. Types des carrefours urbains.**
- VIII.3. Données à prendre en considération.**
- VIII.4. Principes fondamentaux de conception.**
- VIII.5. Type d'aménagement des carrefours giratoires.**
- VIII.6. Caractéristiques géométriques de carrefour giratoire.**
- VIII.7. Application au projet.**

### VIII.1 Introduction :

Un carrefour est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes en 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 des usagers (piétons et véhicules) sont indispensables.

### VIII.2 Types des carrefours urbains :

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

➤ **Carrefour en T (type T) :**

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires unique et orthogonale, ou aussi ( $\pm 20^\circ$ ), à l'axe principal. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

➤ **Carrefour en Y (type Y) :**

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

➤ **Carrefour 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.

➤ **Carrefour giratoire ou rondpoint :**

C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) matériellement infranchissable, ceinture 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 d'un anneau (circulaire ou ovale). 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  $40^\circ$ ).

En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé.

### VIII.3 Données à prendre en considération

Les données ci-dessous sont généralement à prendre en considération lors d'une étude de conception ou d'aménagement d'un carrefour existant. Toutes ces informations ne doivent pas, pour autant, faire l'objet d'un recueil de données systématique a priori.

Les données les plus importantes à examiner sont les suivantes :

- ✓ La fonction des itinéraires et la nature du trafic qui les emprunte.
- ✓ L'intensité et la composante des différents courants.
- ✓ Les vitesses d'approche pratiquées ;
- ✓ Les informations concernant le nombre, le type, l'emplacement et la cause des accidents qui ont pu se produire au carrefour considéré avant l'aménagement ;
- ✓ Les conditions topographiques, notamment la visibilité en plan et en profil en long.

### VIII.4 Principes fondamentaux de conception :

La conception des carrefours doit prendre en compte dans les différentes étapes de sa démarche, qu'il s'agisse de la conception générale ou de la conception géométrique, les principes fondamentaux suivants :

- Le respect de la **compatibilité avec le type de route, et les comportements** que ce type induit.
- **L'intégration et** homogénéité des aménagements, contribution au rythme et au sectionnement de l'axe.
- **La lisibilité** de l'aménagement, en favorisant une reconnaissance facile, rapide et non ambiguë du fonctionnement du carrefour abordé.
- **L'optimisation des conditions de sécurité** pour tous les flux de trafic, y compris pour les courants très secondaires.
- Le respect d'un **niveau élevé de fluidité des flux prioritaires**.
- **La prise en compte des usagers particuliers** (piétons, cyclistes, transports en commun, poids lourd).
- **La visibilité :**

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possible, à cet effet il est préconisé d'atteindre des vitesses d'approche à vide

#### ***En cas la visibilité insuffisante il faut prévoir :***

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

### VIII.5 Type d'aménagement des carrefours giratoires :

Les giratoires sont généralement moins coûteux que les intersections à niveau mais ils requièrent une grande surface de terrain et un îlot central de grandes dimensions, en plus, ils se prêtent mal à la circulation des piétons dont il faut prévoir des traversés appropriés.

La priorité dans les giratoires est généralement à gauche (priorité au giratoire).

#### ➤ *Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire :*

##### • *Les avantages :*

- ✓ Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise l'espace,
- ✓ Modération de la vitesse,
- ✓ Amélioration de la sécurité,
- ✓ Accroissement de la capacité,
- ✓ Diminution des nuisances,
- ✓ Faciliter d'insertion d'un grand nombre des branches,
- ✓ Economie de régulation et d'exploitation,
- ✓ Permet d'autre par des demi-tours.

##### • *Les inconvénients :*

- ✓ Empiètement d'emprise important,
- ✓ Entretien de l'îlot central et éventuellement les îlots séparateurs.
- ✓ Traversée difficile des piétons,
- ✓ Absence de régulation du trafic, par le non-respect par les usagers de la route du régime de priorité.

#### ➤ *Principaux critères de choix :*

##### • *La sécurité :*

C'est un critère prioritaire sur une route principale, le giratoire présente toujours un meilleur niveau de sécurité qu'un carrefour plan ordinaire : le nombre et la gravité des accidents sont en générale beaucoup plus faibles.

Il faut cependant noter que le réaménagement d'un carrefour plan ordinaire (voie de tourne à gauche, îlot sur la route secondaire, par exemple) peut permettre d'améliorer très sensiblement le niveau de sécurité (parfois à coût modéré).

##### • *Le Coût :*

Les coûts des carrefours plans sont très variables selon les contraintes locales, la réutilisation plus ou moins importante de la chaussée existante (dans le cas de réaménagement), leur niveau d'équipement, la réalisation de voies rabattement, etc.

Certains éléments de l'aménagement (éclairage, aménagements paysagers, choix des matériaux ...) peuvent majorer très sensiblement le coût du projet. En outre, il convient de tenir compte des coûts de fonctionnement (l'entretien, éventuellement la consommation électrique due à l'éclairage).

- **Le temps perdu :**

Ce critère est également important sur les axes où circule un trafic de longue ou moyenne distance (rarement prédominant mais que l'on peut décider de privilégier). Il faut aussi tenir compte du trafic d'intérêt local sur les axes d'importance secondaire.

Le temps perdu comprend, en substance, deux composantes dont la part respective varie en fonction des niveaux de trafic en présence :

**Le retard lié au trafic**, dit retard de congestion, il est dû au non priorité et aux intersections entre les véhicules. Il peut être assimilé au temps d'attente en file et en tête de file.

**Le retard géométrique**. C'est le retard subi par un véhicule en franchissant l'aménagement, en l'absence de toute gêne due au trafic. En effet un carrefour impose à certains flux des ralentissements

Pour un giratoire, le temps d'attente est en générale négligeable en rase campagne.

## VIII.6 Caractéristiques géométriques de carrefour giratoire

### 6-1-Forme et dimension de l'îlot central :

- **La forme :**

L'îlot central est circulaire (la sécurité étant meilleur), plusieurs études de sécurité ont montré un taux d'accidents anormalement élevé sur les giratoire de forme non circulaires (ovales ou autres).

- **Les Dimensions :**

Le diamètre de l'îlot central d'un carrefour giratoire diffère d'un type à l'autre. Certaines généralités peuvent cependant être élaborées.

Le diamètre de l'îlot central d'un carrefour à entrecroisement dépendra de la distance disponible pour l'entrecroisement ainsi que du **débit** et de la **vitesse** de circulation souhaitée. Ainsi, plus on cherche à atteindre des débits élevés et une circulation rapide, plus la longueur d'entrecroisement doit être grande.

Ce qui engendre une augmentation du diamètre de l'îlot central, et donc de l'emprise nécessaire pour l'aménagement du carrefour.

***Ce type de carrefour est donc utilisé principalement aux entrées et sorties des autoroutes, surtout en milieu périurbain ou rural, là où l'espace est largement disponible.***

- **Dévers :**

Le dévers de l'anneau de 1 à 2% est dirigé vers l'extérieur, pour les trois raisons suivantes :

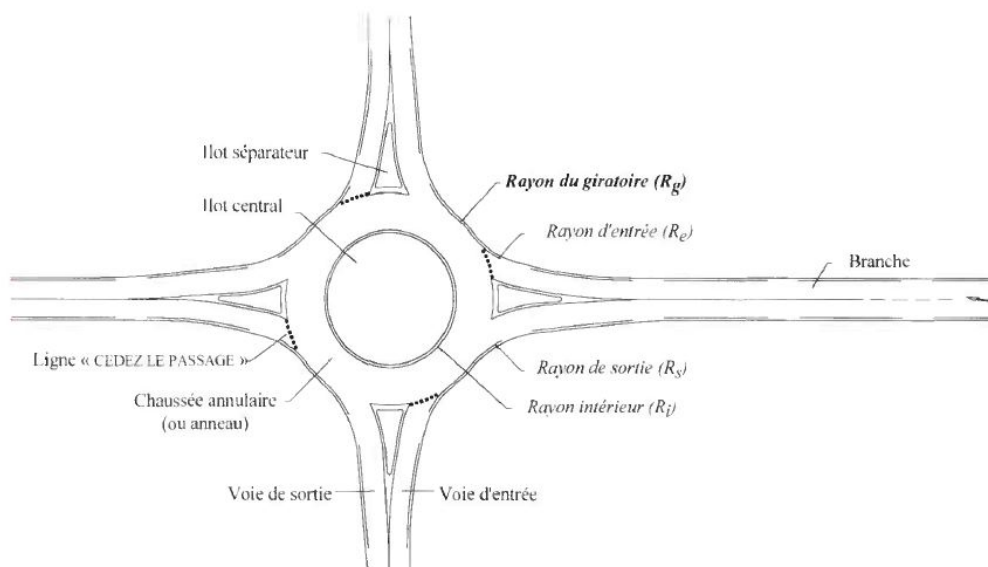
- ✓ Amélioration de la perception de la chaussée annulaire
- ✓ Absence de la rupture dans le raccordement des dévers sur les voies d'entrées et de sorties.
- ✓ Facilité de gestion et d'écoulement des eaux de surface.

*Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie.*

**Tableau VIII-1** : les paramètres de giratoires selon l'Aménagement des Carrefours Interurbains sur les routes principales Carrefours Plans « STERA »

	Notions	Valeur courantes (m)
<b>Rayon du giratoire</b>	$R_g$	30
<b>Largeur de l'anneau</b>	$la$	7
<b>Sur largeur franchissable</b>	$Sl_f$	2
<b>Rayon intérieur</b>	$R_i$	22
<b>Rayon d'entrée</b>	$R_e$	37
<b>Largeur de la voie entrante</b>	$le$	7
<b>Rayon de sortie</b>	$R_s$	37
<b>Largeur de la voie sortante</b>	$ls$	7
<b>Rayon de raccordement</b>	$R_r$	100

(SETRA, Décembre 1998, p. 83)



**Figure VIII -1** : Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire

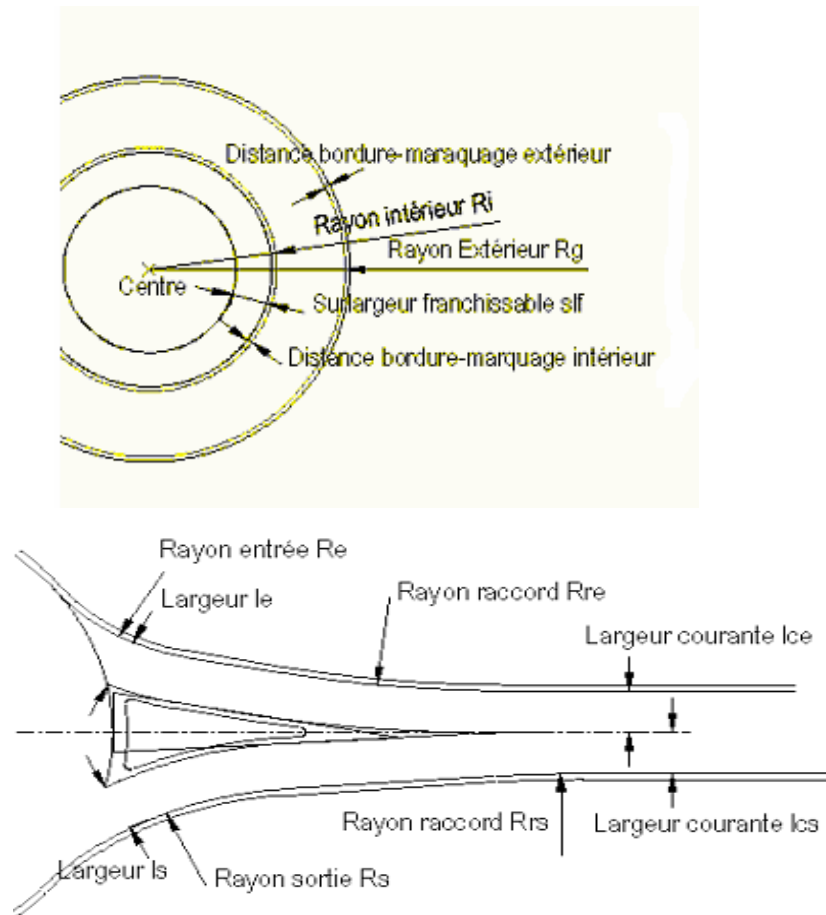


Figure VIII -2 : Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire

### 6-2-Îlots séparateurs :

- **Fonctions :**

Les îlots séparateurs remplissent 6 fonctions principales :

- ✓ Favoriser la perception du carrefour en situation d'approche ;
- ✓ Servir de refuge aux piétons, leur permettant de traverser en deux temps ;
- ✓ Éviter des collisions entre les deux sens de circulation des branches (surtout lorsque les rayons de sortie sont faibles), en séparant les courants entrants et sortants ;
- ✓ Favoriser la capacité, en permettant aux conducteurs en attente devant la ligne d'effet du CEDEZ LE PASSAGE de discriminer plus tôt les véhicules sortants et ceux auxquels ils devront céder la priorité ;
- ✓ Permettre l'implantation de la signalisation de direction ; limiter le risque de « prise à contresens » de l'anneau.

- **Aménagement de l'îlot séparateur**

L'îlot séparateur doit être ceint de bordures basses, de préférence rétrofléchis santés. Le marquage de rive des voies d'entrée et de sortie longent les bordures de l'îlot séparateur à une distance de 0,50 m (5 u au minimum), y compris le marquage de 3 u.

Il ne doit pas supporter d'élément (de décor, de balisage ou de signalisation superflue) Dans la zone de visibilité.

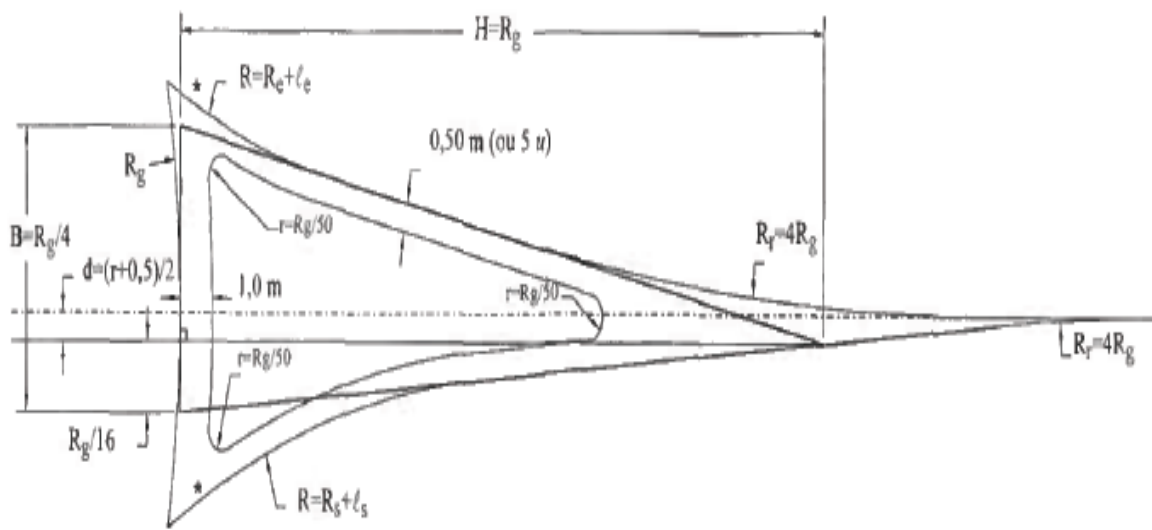
La couleur de la surface des îlots séparateurs est de préférence claire, et doit présenter un contraste suffisant (de jour comme de nuit) avec la surface de la chaussée.

Pour les branches très secondaires, il est possible de matérialiser l'îlot séparateur par un simple marquage.

Les courbes qui permettent d'évaser la base de l'îlot sont respectivement parallèles aux bords droits des voies d'entrée et de sortie.

**Construction des îlots séparateurs sur les branches des giratoires.**

Figure VIII-3 : Construction des îlots séparateurs sur les branches des giratoires.



(SETRA, Décembre 1998, p. 85)

Tableau VIII -2 : Tableau récapitulatif des différents paramètres de construction des îlots séparateurs

	notation	paramétrage	Values courantes (m)
<b>Rayon giratoire</b>	Rg		<b>Rg=30</b>
<b>Hauteur du triangle de construction</b>	H	H=Rg	<b>30</b>
<b>Base de la tringle de construction</b>	B	B=Rg/4	<b>7.5</b>
<b>Départ de l'îlot sur l'axe</b>	d	d=(0.5+Rg/50)/2 ou 0	<b>0.55</b>
<b>Rayon de raccordement des bordures</b>	r	r=Rg/50	<b>0.6</b>

(SETRA, Décembre 1998, p. 86)



### VIII.7 Application au projet :

Pour les trois carrefours :

Le dévers de l'anneau de 2.5% est dirigé vers l'extérieur.

➤ **Géométrie de l'entrée :**

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir d'entrée sont les suivantes :

Rayon d'entrée de 37 m, largeur de 7m.

➤ **Géométrie de sortie :**

La sortie est 2x2 voie, la largeur de cette voie  $3.5m \times 2 = 7m$ .

Les valeurs pour le dimensionnement du couloir de sortie sont les suivantes :

Un rayon de sortie de 37 m

Une largeur de sortie de 7 m

➤ **La visibilité :**

En milieu interurbain, pour donner la visibilité sur le véhicule prioritaire et pour assurer une vision suffisamment, il est utile de maintenir dégagée la zone suivante.

La zone ainsi définie doit être dégagée de tout obstacle à la vue de plus de 1m de hauteur, on peut admettre cependant un obstacle visuel (arbre isolé ....)

♣ **CARREFOUR GIRATOIRE PK 0+000**

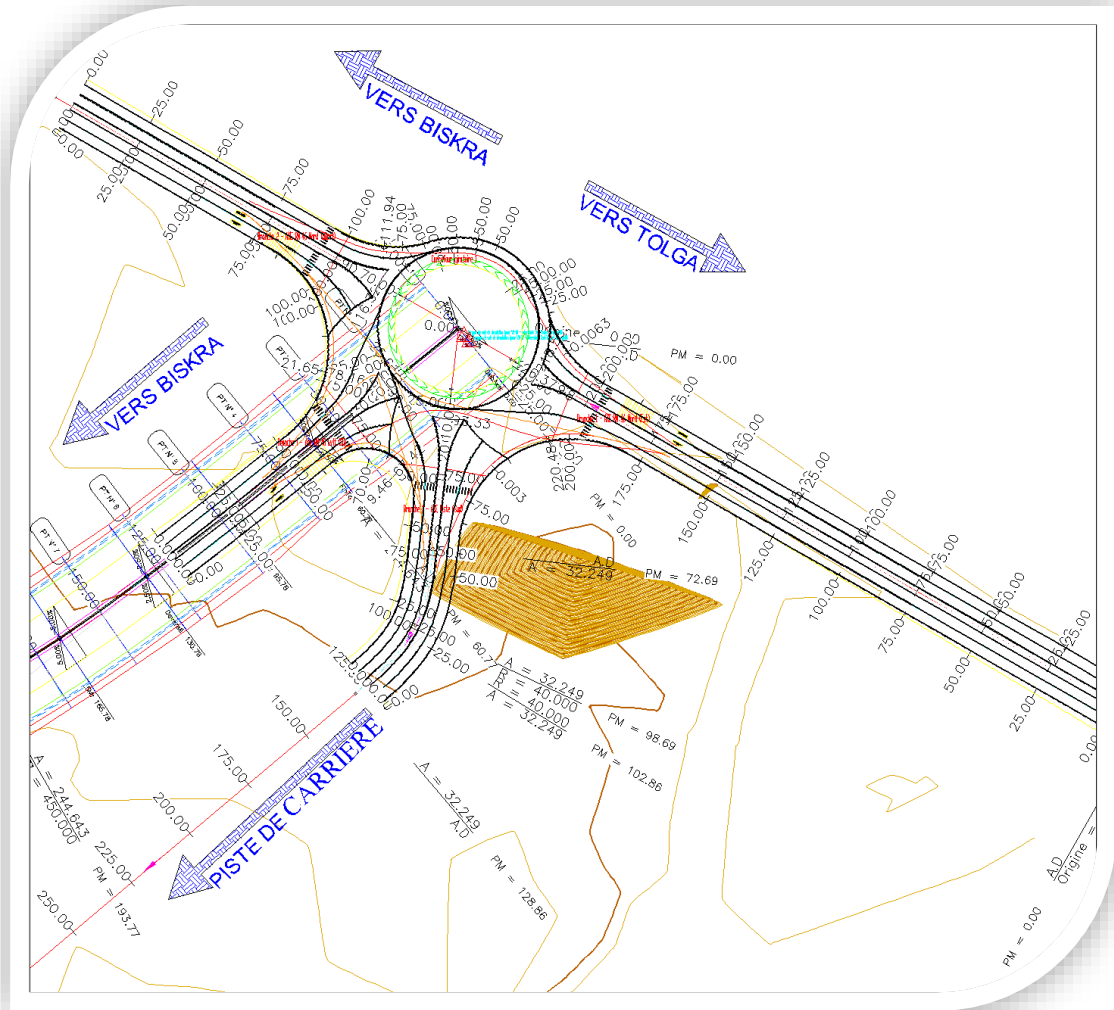
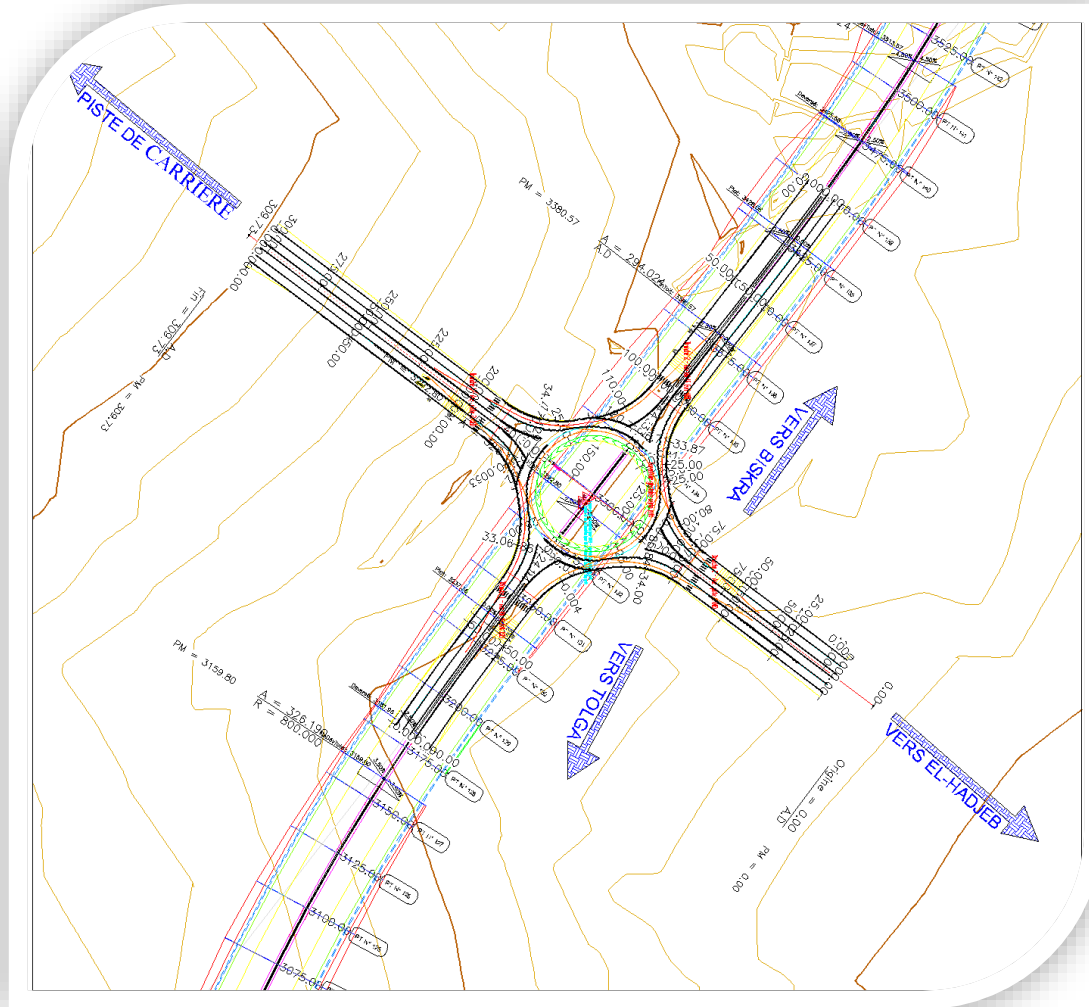


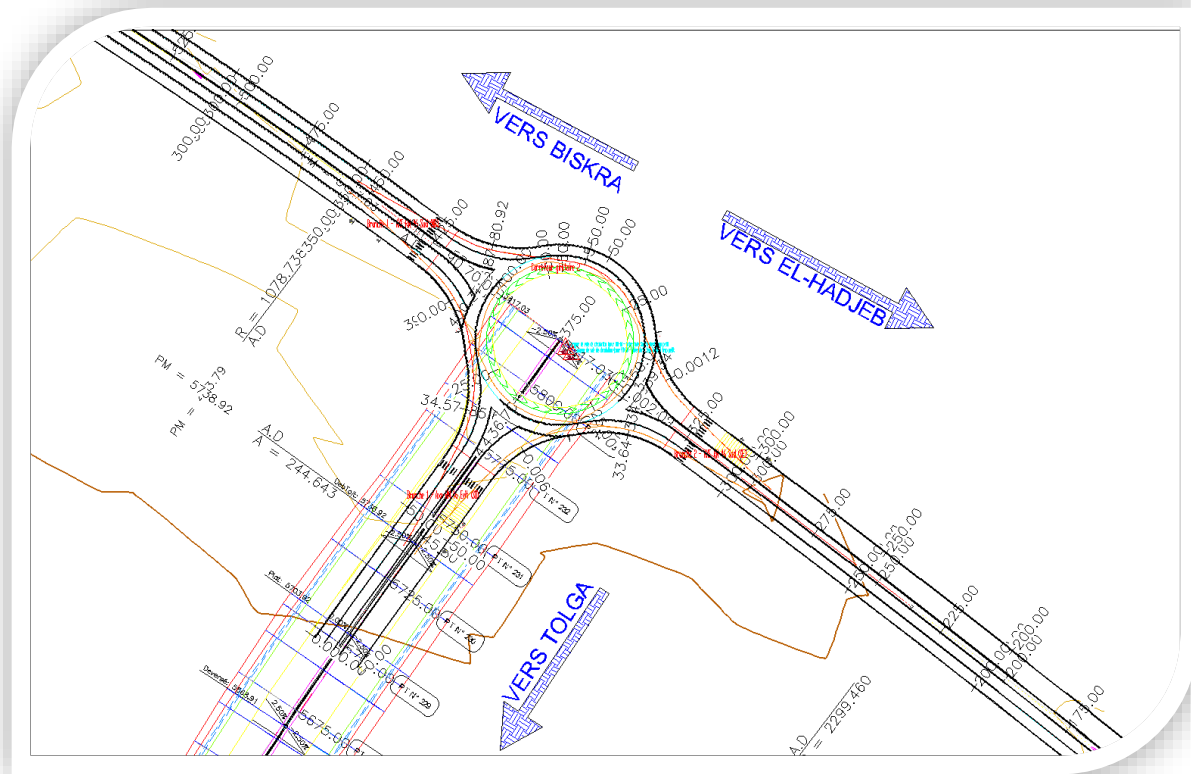
Figure VIII -4 : carrefour giratoire pk 0+000

♣ **CARREFOUR GIRATOIRE PK 3+300**



**Figure VIII -5 : carrefour giratoire pk 3+300**

♣ **CARREFOUR GIRATOIRE PK 5+817**



**Figure VIII -6 :** carrefour giratoire pk 5+817

## Chapitre IX : Cubature

- IX.1 Introduction
- IX.2 Définition
- IX.3 Méthode de calcul des cubatures
- IX.4 La comparaison entre les deux méthodes
- IX.5 Exemple de calculs
- IX.6 Les résultats de calculs

### IX.1 Introduction :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont pour 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).

### IX.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 rapprocher 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.

### IX.3 Méthode de calcul des cubatures :

Les cubatures représentent les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifient le calcul.

Le travail consiste à calculer les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section correspondant à notre projet.

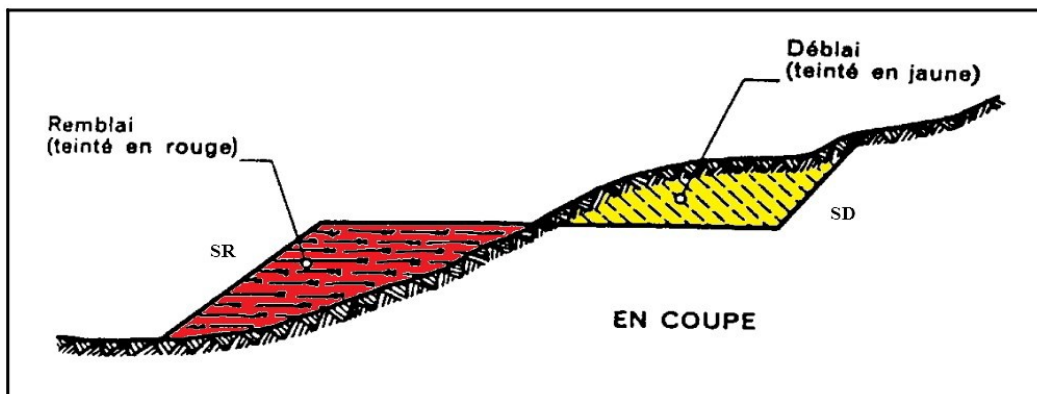


Figure IX-1: Profil en travers d'une route montre les surfaces de déblai et remblai

**IX.3.1 Méthode des volumes élémentaires.**

On décompose le volume compris entre deux profils en surfaces élémentaires longitudinales, puis nous calculerons le volume entre ces deux profils.

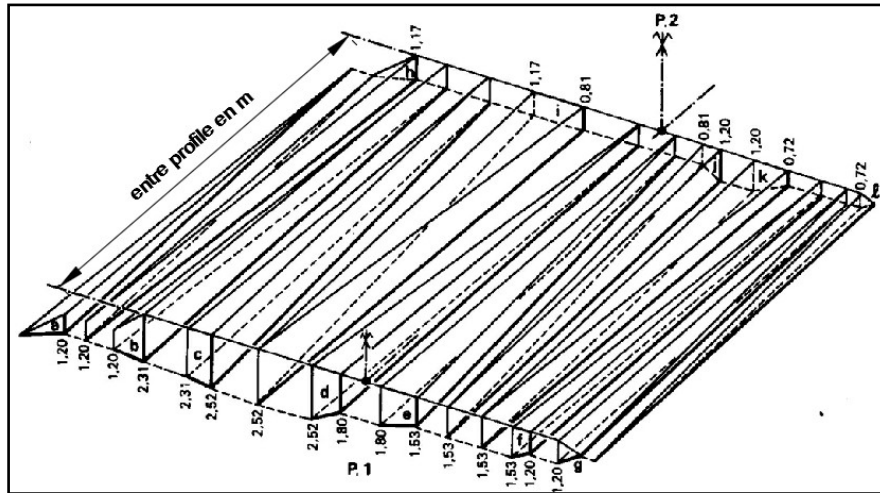


Figure IX-2: Exemple de méthodes volumes élémentaires.

Cet exemple montre combien l'obtention d'un volume mathématique nécessite des calculs longs et compliqués.

**IX.3.2 La méthode des profils**

Pour chaque profil, représenté par son numéro et son abscisse, il est possible de connaître tous les renseignements concernant les cubatures de déblais et remblais :

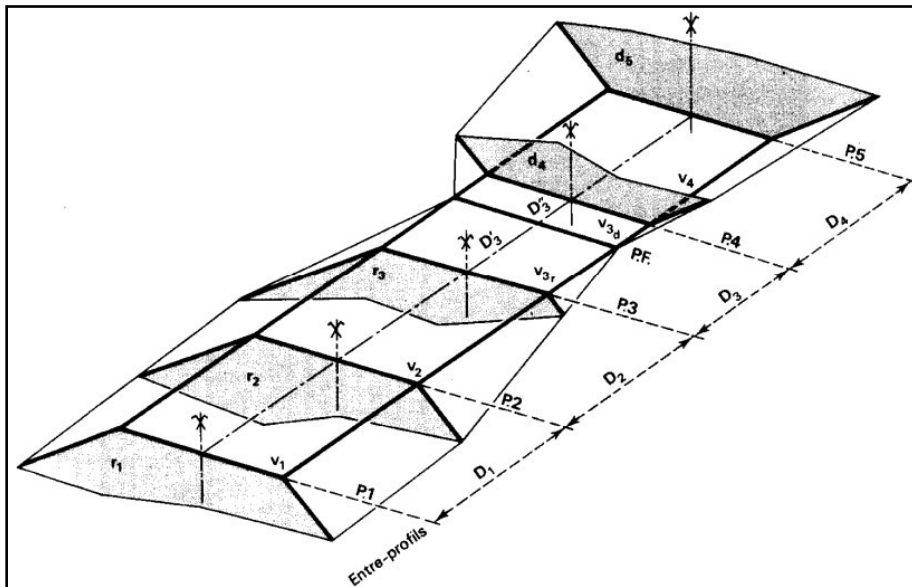
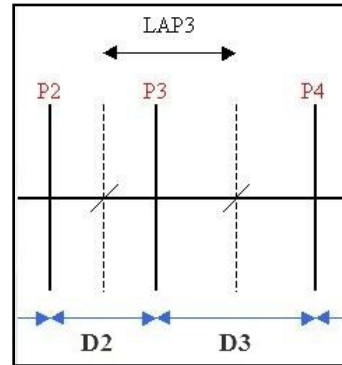


Figure IX-3 : Les paramètres pour calculer la cubature déblais et remblais.

❖ **Longueur d'application pour chaque profil :** (KARA, 2013, p. 3)

La longueur d'application pour un profil est la somme des moitiés des distances aux profils suivant et précédent. Le schéma ci-dessous illustre la longueur d'application pour Le profil n°3 :



- $LAP3 = (D2 / 2) + (D3 / 2)$

Figure IX-4 : entre profils

❖ **Les surfaces des zones en déblai ou en remblai, à l'intérieur de l'emprise projet (en m2) :**

Le profil en travers permet le calcul de la surface  $SP_i$  comprise entre la ligne de projet et la ligne du terrain naturel. On divise la surface à calculer par des lignes verticales aux surfaces élémentaires (rectangle triangle ou trapèze) pour faciliter la calcul de la surface du profil sélectionner.

❖ **Les volumes partiels de déblais et remblais (en m3).**

Les volumes partiels sont calculés par la relation suivant :

$$VP_i = SP_i \times LAP_i$$

❖ **Les volumes cumulés de déblais et remblais (en m3).**

Les volumes cumulés sont calculés par la relation suivant :

$$\sum_{i=1}^n VP_i$$

**IX.4 Le choix entre les deux méthodes**

D'après la comparaison entre les deux méthodes, on trouve que la méthode des volumes élémentaires donne des résultats plus précis par rapport à la méthode des profils car elle utilise des très larges calculs pour obtenir le volume pour un seul tronçon compris entre deux profils, malheureusement on n'a pas les moyens techniques pour utiliser cette méthode, donc on est obligé d'utiliser dans notre projet la méthode des profils, car c'est une méthode pratique et simple.

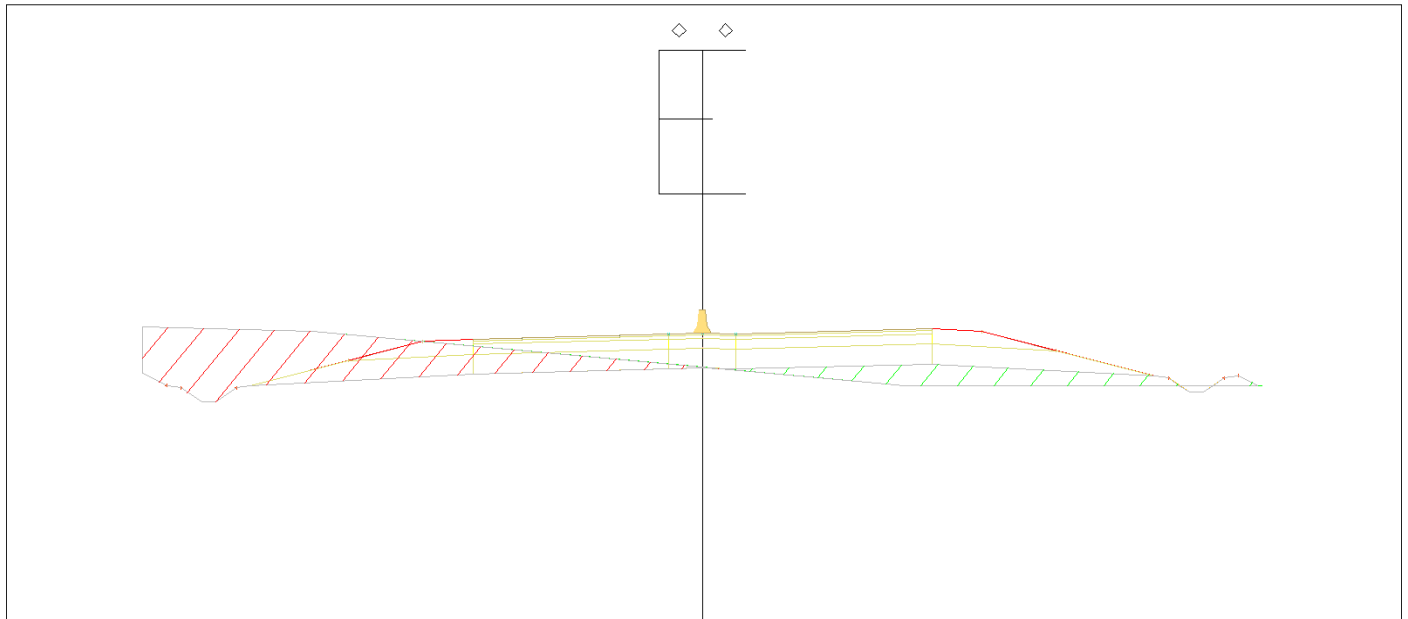


**IX.5 Exemple de calculs :**

**Cas d'un profil mix Déblai/Remblai:**

On prend un exemple d'un profil (P93)

**P93 :**

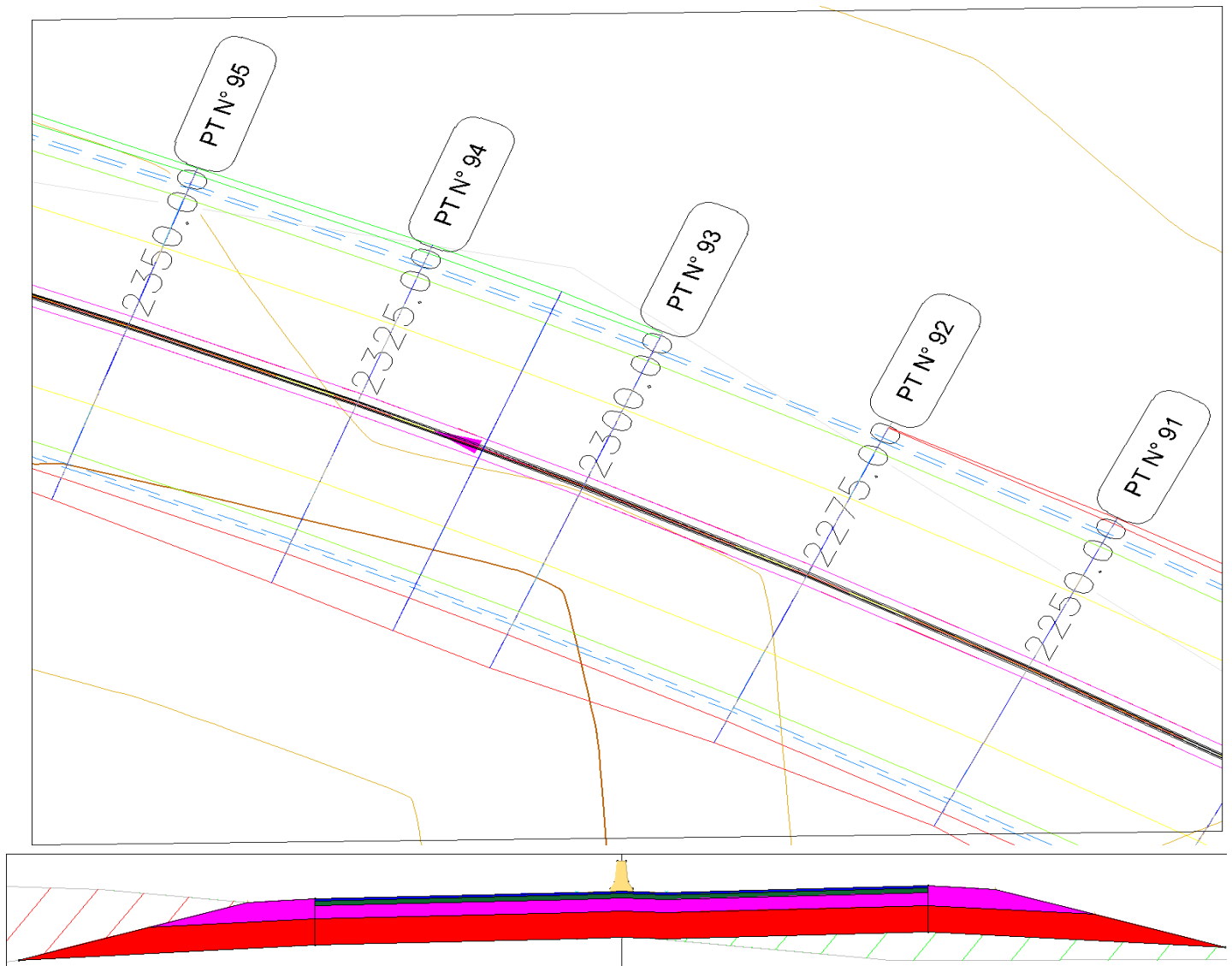


**Figure IX-5 : Profil mix en travers P93**

- ⇒ Surface déblai = 24.73 m<sup>2</sup>
- ⇒ La distance entre les profiles P92 et P94 =  $(25/2) + (25/2) = 25$  m
- ⇒ VP1 = 24.73 × 25
- VP1 = 618,25m<sup>3</sup>
  
- ⇒ Surface remblai = 7.88 m<sup>2</sup>
- ⇒ La distance entre les profiles P92 et P94 =  $(25/2) + (25/2) = 25$  m
- ⇒ VP1 = 7.88 × 25
- VP1 = 197m<sup>3</sup>

**Corps de chaussée :**

Figure IX-6 : Vue en plan et profil en travers P93



Les surfaces élémentaires de corps de chaussée pour un profil :

- **Surface.BB = 0.984 m<sup>2</sup>**
- **Surface.GB = 1.968 m<sup>2</sup>**
- **Surface.GNT = 5.74 m<sup>2</sup>**
- **Surface.TUF = 11.48m<sup>2</sup>**

Les volumes de corps de  
chaussée pour un profil :

- **Volume.BB = 0.984 x 25 = 24,6 m<sup>3</sup>**
- **Volume.GB = 1.968 x 25 = 49,2m<sup>3</sup>**
- **Volume.GNT = (5.74+1.6562+1.6563) x 25 = 226,3125m<sup>3</sup>**
- **Volume.TUF = (11.48+4.34+4.34) x 25 = 504m<sup>3</sup>**

IX.6 Les résultats de calculs :

Tableau IX -1 : Cubature

**Quantitatif de route**  
**QUANTITATIF TOTAL**

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	---	323106.69
Déblai : Remblai	m3	---	20213.21
Remblai : Déblai	m3	---	323106.69
Remblai : Remblai	m3	---	20213.21
Décapage	m2	---	232680
BB	m3	---	5723.96
GB	m3	---	11447.92
GNT	m3	---	52728.95
TUF	m3	---	117579.56

QUANTITATIF PAR TABULATION

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 0+00.00 PK: 0.00 Long App : 12.50

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	65.62	820.21
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	65.62	820.21
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	12.30
GB	m3	1.97	24.60
GNT	m3	9.05	113.16
TUF	m3	20.16	252.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 0+25.00 PK: 25.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	54.33	1358.21
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	54.33	1358.21
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 0+50.00 PK: 50.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	46.10	1152.39
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	46.10	1152.39
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 0+75.00 PK: 75.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	37.86	946.49
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	37.86	946.49
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 1+00.00 PK: 100.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	65.62	820.21
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	65.62	820.21
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	12.30
GB	m3	1.97	24.60
GNT	m3	9.05	113.16
TUF	m3	20.16	252.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 29+25.00 PK: 2925.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	60.55	1513.65
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	60.55	1513.65
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 29+50.00 PK: 2950.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	62.07	1551.81
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	62.07	1551.81
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 29+75.00 PK: 2975.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	67.65	1691.24
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	67.65	1691.24
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 30+00.00 PK: 3000.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	76.48	1911.99
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	76.48	1911.99
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 30+25.00 PK: 3025.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	65.62	820.21
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	65.62	820.21
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	12.30
GB	m3	1.97	24.60
GNT	m3	9.05	113.16
TUF	m3	20.16	252.00

## CHAPITRE IX: CUBATURE

Déblai : Déblai	m3	43.82	1095.59
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	43.82	1095.59
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 1+25.00 PK: 125.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	41.56	1039.02
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	41.56	1039.02
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 1+50.00 PK: 150.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	41.13	1028.25
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	41.13	1028.25
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 1+75.00 PK: 175.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	45.34	1133.57
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	45.34	1133.57
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.08	226.91
TUF	m3	20.26	506.62

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 2+00.00 PK: 200.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	49.61	1240.18
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	49.61	1240.18
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 2+25.00 PK: 225.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	44.46	1111.58
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	44.46	1111.58
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 2+50.00 PK: 250.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	41.89	1047.28

Déblai : Déblai	m3	53.87	1346.79
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	53.87	1346.79
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 30+50.00 PK: 3050.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	55.17	1379.34
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	55.17	1379.34
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 30+75.00 PK: 3075.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	63.00	1575.01
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	63.00	1575.01
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 31+00.00 PK: 3100.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	50.53	1263.26
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	50.53	1263.26
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 31+25.00 PK: 3125.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	33.31	832.69
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	33.31	832.69
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 31+50.00 PK: 3150.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	15.78	394.41
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	15.78	394.41
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 31+75.00 PK: 3175.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	2.67	66.69

## CHAPITRE IX: CUBATURE

Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	41.89	1047.28
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 2+75.00 PK: 275.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	42.63	1065.71
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	42.63	1065.71
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 3+00.00 PK: 300.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	44.04	1101.08
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	44.04	1101.08
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 3+25.00 PK: 325.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	36.73	918.25
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	36.73	918.25
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 3+50.00 PK: 350.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	27.64	691.06
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	27.64	691.06
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 3+75.00 PK: 375.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	23.52	587.91
Déblai : Remblai	m3	0.02	0.38
Remblai : Déblai	m3	23.52	587.91
Remblai : Remblai	m3	0.02	0.38
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 4+00.00 PK: 400.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	47.30	1182.62
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00

Déblai : Remblai	m3	6.15	153.87
Remblai : Déblai	m3	2.67	66.69
Remblai : Remblai	m3	6.15	153.87
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 32+00.00 PK: 3200.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	4.86	121.57
Déblai : Remblai	m3	6.61	165.28
Remblai : Déblai	m3	4.86	121.57
Remblai : Remblai	m3	6.61	165.28
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 32+25.00 PK: 3225.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	20.71	517.70
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	20.71	517.70
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 32+50.00 PK: 3250.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	37.13	928.14
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	37.13	928.14
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 32+75.00 PK: 3275.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	47.56	1188.96
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	47.56	1188.96
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 33+00.00 PK: 3300.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	58.67	1466.67
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	58.67	1466.67
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 33+25.00 PK: 3325.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	65.39	1634.65
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00

## CHAPITRE IX: CUBATURE

Remblai : Déblai	m3	47.30	1182.62
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 4+25.00 PK: 425.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	108.20	2704.88
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	108.20	2704.88
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 4+50.00 PK: 450.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	121.43	3035.86
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	121.43	3035.86
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 4+75.00 PK: 475.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	90.34	2258.44
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	90.34	2258.44
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 5+00.00 PK: 500.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	91.81	2295.27
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	91.81	2295.27
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 5+25.00 PK: 525.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	114.02	2850.55
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	114.02	2850.55
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 5+50.00 PK: 550.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	155.00	3874.91
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	155.00	3874.91

Remblai : Déblai	m3	65.39	1634.65
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 33+50.00 PK: 3350.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	68.65	1716.21
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	68.65	1716.21
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 33+75.00 PK: 3375.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	63.82	1595.59
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	63.82	1595.59
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 34+00.00 PK: 3400.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	53.47	1336.83
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	53.47	1336.83
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 34+25.00 PK: 3425.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	59.32	1483.09
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	59.32	1483.09
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 34+50.00 PK: 3450.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	60.68	1516.95
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	60.68	1516.95
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 34+75.00 PK: 3475.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	44.53	1113.37
Déblai : Remblai	m3	0.04	1.07
Remblai : Déblai	m3	44.53	1113.37

## CHAPITRE IX: CUBATURE

Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 5+75.00 PK: 575.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	154.51	3862.75
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	154.51	3862.75
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 6+00.00 PK: 600.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	110.17	2754.22
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	110.17	2754.22
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 6+25.00 PK: 625.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	21.25	531.21
Déblai : Remblai	m3	3.10	77.57
Remblai : Déblai	m3	21.25	531.21
Remblai : Remblai	m3	3.10	77.57
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 6+50.00 PK: 650.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	18.93	473.27
Déblai : Remblai	m3	0.45	11.14
Remblai : Déblai	m3	18.93	473.27
Remblai : Remblai	m3	0.45	11.14
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.12	228.09
TUF	m3	20.47	511.81

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 6+75.00 PK: 675.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	23.46	586.60
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	23.46	586.60
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.36
TUF	m3	20.17	504.21

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 7+00.00 PK: 700.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	26.44	660.99
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	26.44	660.99
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00

Remblai : Remblai	m3	0.04	1.07
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 35+00.00 PK: 3500.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	11.06	276.59
Déblai : Remblai	m3	1.90	47.51
Remblai : Déblai	m3	11.06	276.59
Remblai : Remblai	m3	1.90	47.51
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 35+25.00 PK: 3525.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	35.32	883.04
Déblai : Remblai	m3	13.36	333.99
Remblai : Déblai	m3	35.32	883.04
Remblai : Remblai	m3	13.36	333.99
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 35+50.00 PK: 3550.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	67.38	1684.50
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	67.38	1684.50
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 35+75.00 PK: 3575.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	72.77	1819.20
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	72.77	1819.20
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 36+00.00 PK: 3600.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	75.95	1898.69
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	75.95	1898.69
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 36+25.00 PK: 3625.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	96.12	2402.98
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	96.12	2402.98
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00



## CHAPITRE IX: CUBATURE

BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 7+25.00 PK: 725.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	21.31	532.71
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	21.31	532.71
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 7+50.00 PK: 750.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	36.46	911.40
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	36.46	911.40
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 7+75.00 PK: 775.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	49.19	1229.83
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	49.19	1229.83
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 8+00.00 PK: 800.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	63.25	1581.36
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	63.25	1581.36
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 8+25.00 PK: 825.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	76.76	1919.10
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	76.76	1919.10
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 8+50.00 PK: 850.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	84.44	2111.04
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	84.44	2111.04
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60

BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 36+50.00 PK: 3650.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	77.21	1930.16
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	77.21	1930.16
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 36+75.00 PK: 3675.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	130.88	3272.03
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	130.88	3272.03
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 37+00.00 PK: 3700.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	127.57	3189.19
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	127.57	3189.19
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 37+25.00 PK: 3725.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	137.87	3446.67
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	137.87	3446.67
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 37+50.00 PK: 3750.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	139.89	3497.30
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	139.89	3497.30
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 37+75.00 PK: 3775.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	139.28	3481.96
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	139.28	3481.96
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60

## CHAPITRE IX: CUBATURE

GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 8+75.00 PK: 875.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	88.50	2212.39
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	88.50	2212.39
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 9+00.00 PK: 900.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	83.45	2086.31
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	83.45	2086.31
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 9+25.00 PK: 925.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	68.61	1715.37
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	68.61	1715.37
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 9+50.00 PK: 950.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	56.05	1401.26
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	56.05	1401.26
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 9+75.00 PK: 975.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	52.96	1324.12
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	52.96	1324.12
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 10+00.00 PK: 1000.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	54.21	1355.18
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	54.21	1355.18
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20

GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 38+00.00 PK: 3800.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	124.19	3104.72
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	124.19	3104.72
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 38+25.00 PK: 3825.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	108.51	2712.79
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	108.51	2712.79
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 38+50.00 PK: 3850.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	85.43	2135.72
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	85.43	2135.72
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 38+75.00 PK: 3875.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	57.23	1430.85
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	57.23	1430.85
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 39+00.00 PK: 3900.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	33.55	838.70
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	33.55	838.70
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 39+25.00 PK: 3925.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	11.96	298.90
Déblai : Remblai	m3	0.23	5.63
Remblai : Déblai	m3	11.96	298.90
Remblai : Remblai	m3	0.23	5.63
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20

## CHAPITRE IX: CUBATURE

GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 10+25.00 PK: 1025.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	53.61	1340.28
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	53.61	1340.28
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 10+50.00 PK: 1050.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	49.03	1225.76
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	49.03	1225.76
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 10+75.00 PK: 1075.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	33.58	839.53
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	33.58	839.53
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 11+00.00 PK: 1100.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	12.57	314.32
Déblai : Remblai	m3	0.58	14.59
Remblai : Déblai	m3	12.57	314.32
Remblai : Remblai	m3	0.58	14.59
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 11+25.00 PK: 1125.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	32.49	812.37
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	32.49	812.37
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 11+50.00 PK: 1150.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	43.57	1089.25
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	43.57	1089.25
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31

GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 39+50.00 PK: 3950.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	1.01	25.36
Déblai : Remblai	m3	19.60	490.08
Remblai : Déblai	m3	1.01	25.36
Remblai : Remblai	m3	19.60	490.08
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 39+75.00 PK: 3975.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	0.12	2.92
Déblai : Remblai	m3	37.32	933.03
Remblai : Déblai	m3	0.12	2.92
Remblai : Remblai	m3	37.32	933.03
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 40+00.00 PK: 4000.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	0.00	0.00
Déblai : Remblai	m3	51.89	1297.32
Remblai : Déblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Remblai	m3	51.89	1297.32
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 40+25.00 PK: 4025.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	0.00	0.00
Déblai : Remblai	m3	70.21	1755.15
Remblai : Déblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Remblai	m3	70.21	1755.15
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 40+50.00 PK: 4050.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	0.00	0.00
Déblai : Remblai	m3	94.87	2371.74
Remblai : Déblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Remblai	m3	94.87	2371.74
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 40+75.00 PK: 4075.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	0.00	0.00
Déblai : Remblai	m3	119.86	2996.42
Remblai : Déblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Remblai	m3	119.86	2996.42
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31

## CHAPITRE IX: CUBATURE

TUF	m3	20.16	504.00
Tabulation : Axe RN 46 Evit - 11+75.00 PK: 1175.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	54.26	1356.51
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	54.26	1356.51
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 12+00.00 PK: 1200.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	55.67	1391.68
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	55.67	1391.68
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 12+25.00 PK: 1225.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	57.15	1428.80
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	57.15	1428.80
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 12+50.00 PK: 1250.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	59.11	1477.78
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	59.11	1477.78
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 12+75.00 PK: 1275.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	48.37	1209.18
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	48.37	1209.18
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 13+00.00 PK: 1300.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	46.69	1167.33
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	46.69	1167.33
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

TUF	m3	20.16	504.00
Tabulation : Axe RN 46 Evit - 41+00.00 PK: 4100.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	0.00	0.00
Déblai : Remblai	m3	106.25	2656.21
Remblai : Déblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Remblai	m3	106.25	2656.21
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 41+25.00 PK: 4125.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	2.26	56.43
Déblai : Remblai	m3	62.12	1552.91
Remblai : Déblai	m3	2.26	56.43
Remblai : Remblai	m3	62.12	1552.91
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 41+50.00 PK: 4150.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	183.96	4598.90
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	183.96	4598.90
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 41+75.00 PK: 4175.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	430.60	10764.90
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	430.60	10764.90
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 42+00.00 PK: 4200.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	328.88	8222.03
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	328.88	8222.03
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.09	227.24
TUF	m3	20.32	508.05

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 42+25.00 PK: 4225.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	165.22	4130.44
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	165.22	4130.44
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.09	227.24
TUF	m3	20.32	508.05

## CHAPITRE IX: CUBATURE

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 13+25.00 PK: 1325.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	57.18	1429.53
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	57.18	1429.53
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 13+50.00 PK: 1350.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	70.47	1761.66
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	70.47	1761.66
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 13+75.00 PK: 1375.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	82.59	2064.66
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	82.59	2064.66
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 14+00.00 PK: 1400.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	80.81	2020.34
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	80.81	2020.34
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 14+25.00 PK: 1425.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	81.95	2048.64
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	81.95	2048.64
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 14+50.00 PK: 1450.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	65.33	1633.32
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	65.33	1633.32
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 14+75.00 PK: 1475.00 Long App : 25.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 42+50.00 PK: 4250.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	67.41	1685.20
Déblai : Remblai	m3	0.33	8.36
Remblai : Déblai	m3	67.41	1685.20
Remblai : Remblai	m3	0.33	8.36
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.09	227.24
TUF	m3	20.32	508.05

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 42+75.00 PK: 4275.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	41.11	1027.70
Déblai : Remblai	m3	1.48	37.03
Remblai : Déblai	m3	41.11	1027.70
Remblai : Remblai	m3	1.48	37.03
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.09	227.24
TUF	m3	20.32	508.05

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 43+00.00 PK: 4300.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	37.41	935.31
Déblai : Remblai	m3	2.72	67.99
Remblai : Déblai	m3	37.41	935.31
Remblai : Remblai	m3	2.72	67.99
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.09	227.24
TUF	m3	20.32	508.05

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 43+25.00 PK: 4325.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	42.13	1053.14
Déblai : Remblai	m3	0.90	22.55
Remblai : Déblai	m3	42.13	1053.14
Remblai : Remblai	m3	0.90	22.55
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.09	227.24
TUF	m3	20.32	508.05

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 43+50.00 PK: 4350.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	43.40	1085.12
Déblai : Remblai	m3	0.01	0.13
Remblai : Déblai	m3	43.40	1085.12
Remblai : Remblai	m3	0.01	0.13
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.09	227.24
TUF	m3	20.32	508.05

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 43+75.00 PK: 4375.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	39.48	986.93
Déblai : Remblai	m3	0.03	0.68
Remblai : Déblai	m3	39.48	986.93
Remblai : Remblai	m3	0.03	0.68
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.09	227.14
TUF	m3	20.31	507.63

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 44+00.00 PK: 4400.00 Long App : 25.00

## CHAPITRE IX: CUBATURE

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	57.17	1429.37
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	57.17	1429.37
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 15+00.00 PK: 1500.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	62.02	1550.54
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	62.02	1550.54
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 15+25.00 PK: 1525.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	67.61	1690.25
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	67.61	1690.25
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 15+50.00 PK: 1550.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	67.47	1686.78
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	67.47	1686.78
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 15+75.00 PK: 1575.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	76.03	1900.82
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	76.03	1900.82
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 16+00.00 PK: 1600.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	80.96	2023.92
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	80.96	2023.92
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 16+25.00 PK: 1625.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
----------	-------	-------------	----------

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	25.27	631.85
Déblai : Remblai	m3	2.39	59.69
Remblai : Déblai	m3	25.27	631.85
Remblai : Remblai	m3	2.39	59.69
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 44+25.00 PK: 4425.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	37.91	947.65
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	37.91	947.65
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 44+50.00 PK: 4450.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	50.02	1250.52
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	50.02	1250.52
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 44+75.00 PK: 4475.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	54.27	1356.69
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	54.27	1356.69
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 45+00.00 PK: 4500.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	55.28	1382.09
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	55.28	1382.09
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 45+25.00 PK: 4525.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	50.84	1271.01
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	50.84	1271.01
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 45+50.00 PK: 4550.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
----------	-------	-------------	----------

## CHAPITRE IX: CUBATURE

Déblai : Déblai	m3	89.98	2249.62
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	89.98	2249.62
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 16+50.00 PK: 1650.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	71.05	1776.15
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	71.05	1776.15
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 16+75.00 PK: 1675.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	44.44	1110.91
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	44.44	1110.91
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 17+00.00 PK: 1700.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	35.61	890.30
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	35.61	890.30
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 17+25.00 PK: 1725.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	44.23	1105.76
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	44.23	1105.76
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 17+50.00 PK: 1750.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	52.37	1309.33
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	52.37	1309.33
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 17+75.00 PK: 1775.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	64.00	1600.03

Déblai : Déblai	m3	31.66	791.43
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	31.66	791.43
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 45+75.00 PK: 4575.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	17.42	435.46
Déblai : Remblai	m3	3.06	76.50
Remblai : Déblai	m3	17.42	435.46
Remblai : Remblai	m3	3.06	76.50
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 46+00.00 PK: 4600.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	15.52	388.02
Déblai : Remblai	m3	11.85	296.31
Remblai : Déblai	m3	15.52	388.02
Remblai : Remblai	m3	11.85	296.31
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 46+25.00 PK: 4625.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	23.54	588.62
Déblai : Remblai	m3	15.06	376.40
Remblai : Déblai	m3	23.54	588.62
Remblai : Remblai	m3	15.06	376.40
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 46+50.00 PK: 4650.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	24.18	604.57
Déblai : Remblai	m3	11.05	276.15
Remblai : Déblai	m3	24.18	604.57
Remblai : Remblai	m3	11.05	276.15
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 46+75.00 PK: 4675.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	2.57	64.34
Déblai : Remblai	m3	19.21	480.32
Remblai : Déblai	m3	2.57	64.34
Remblai : Remblai	m3	19.21	480.32
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 47+00.00 PK: 4700.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	0.74	18.41

## CHAPITRE IX: CUBATURE

Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	64.00	1600.03
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 18+00.00 PK: 1800.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	71.94	1798.45
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	71.94	1798.45
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 18+25.00 PK: 1825.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	73.46	1836.49
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	73.46	1836.49
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 18+50.00 PK: 1850.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	64.90	1622.42
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	64.90	1622.42
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 18+75.00 PK: 1875.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	51.73	1293.24
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	51.73	1293.24
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 19+00.00 PK: 1900.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	44.02	1100.58
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	44.02	1100.58
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 19+25.00 PK: 1925.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	36.32	908.10
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00

Déblai : Remblai	m3	32.05	801.26
Remblai : Déblai	m3	0.74	18.41
Remblai : Remblai	m3	32.05	801.26
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 47+25.00 PK: 4725.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	2.69	67.20
Déblai : Remblai	m3	14.41	360.33
Remblai : Déblai	m3	2.69	67.20
Remblai : Remblai	m3	14.41	360.33
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 47+50.00 PK: 4750.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	12.17	304.34
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	12.17	304.34
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 47+75.00 PK: 4775.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	17.04	425.88
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	17.04	425.88
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 48+00.00 PK: 4800.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	21.90	547.46
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	21.90	547.46
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 48+25.00 PK: 4825.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	31.56	789.01
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	31.56	789.01
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 48+50.00 PK: 4850.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	40.38	1009.42
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00



## CHAPITRE IX: CUBATURE

Remblai : Déblai	m3	36.32	908.10
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 19+50.00 PK: 1950.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	27.43	685.85
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	27.43	685.85
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 19+75.00 PK: 1975.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	21.81	545.29
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	21.81	545.29
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 20+00.00 PK: 2000.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	34.19	854.77
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	34.19	854.77
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 20+25.00 PK: 2025.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	44.24	1106.09
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	44.24	1106.09
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 20+50.00 PK: 2050.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	60.84	1520.93
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	60.84	1520.93
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 20+75.00 PK: 2075.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	71.10	1777.47
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	71.10	1777.47

Remblai : Déblai	m3	40.38	1009.42
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 48+75.00 PK: 4875.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	52.51	1312.68
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	52.51	1312.68
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 49+00.00 PK: 4900.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	66.57	1664.37
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	66.57	1664.37
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 49+25.00 PK: 4925.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	73.75	1843.72
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	73.75	1843.72
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 49+50.00 PK: 4950.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	4.92	122.97
Déblai : Remblai	m3	3.74	93.52
Remblai : Déblai	m3	4.92	122.97
Remblai : Remblai	m3	3.74	93.52
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 49+75.00 PK: 4975.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	13.76	344.02
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	13.76	344.02
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 50+00.00 PK: 5000.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	3.96	99.12
Déblai : Remblai	m3	2.16	53.98
Remblai : Déblai	m3	3.96	99.12

## CHAPITRE IX: CUBATURE

Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 21+00.00 PK: 2100.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	76.89	1922.31
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	76.89	1922.31
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 21+25.00 PK: 2125.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	78.29	1957.24
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	78.29	1957.24
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 21+50.00 PK: 2150.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	80.13	2003.25
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	80.13	2003.25
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 21+75.00 PK: 2175.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	74.78	1869.42
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	74.78	1869.42
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 22+00.00 PK: 2200.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	69.92	1747.92
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	69.92	1747.92
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 22+25.00 PK: 2225.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	41.14	1028.60
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	41.14	1028.60
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00

Remblai : Remblai	m3	2.16	53.98
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 50+25.00 PK: 5025.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	3.12	78.11
Déblai : Remblai	m3	8.54	213.51
Remblai : Déblai	m3	3.12	78.11
Remblai : Remblai	m3	8.54	213.51
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 50+50.00 PK: 5050.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	4.32	107.88
Déblai : Remblai	m3	4.44	111.09
Remblai : Déblai	m3	4.32	107.88
Remblai : Remblai	m3	4.44	111.09
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 50+75.00 PK: 5075.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	9.00	224.90
Déblai : Remblai	m3	1.00	25.11
Remblai : Déblai	m3	9.00	224.90
Remblai : Remblai	m3	1.00	25.11
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 51+00.00 PK: 5100.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	18.07	451.66
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	18.07	451.66
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 51+25.00 PK: 5125.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	25.89	647.14
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	25.89	647.14
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 51+50.00 PK: 5150.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	29.38	734.42
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	29.38	734.42
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00

## CHAPITRE IX: CUBATURE

BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 22+50.00 PK: 2250.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	18.33	458.31
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.01
Remblai : Déblai	m3	18.33	458.31
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.01
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 22+75.00 PK: 2275.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	18.25	456.14
Déblai : Remblai	m3	1.24	30.94
Remblai : Déblai	m3	18.25	456.14
Remblai : Remblai	m3	1.24	30.94
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 23+00.00 PK: 2300.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	24.73	618.16
Déblai : Remblai	m3	7.88	197.08
Remblai : Déblai	m3	24.73	618.16
Remblai : Remblai	m3	7.88	197.08
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 23+25.00 PK: 2325.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	15.13	378.37
Déblai : Remblai	m3	9.47	236.74
Remblai : Déblai	m3	15.13	378.37
Remblai : Remblai	m3	9.47	236.74
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 23+50.00 PK: 2350.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	10.92	273.08
Déblai : Remblai	m3	6.13	153.36
Remblai : Déblai	m3	10.92	273.08
Remblai : Remblai	m3	6.13	153.36
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 23+75.00 PK: 2375.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	6.20	155.06
Déblai : Remblai	m3	11.89	297.25
Remblai : Déblai	m3	6.20	155.06
Remblai : Remblai	m3	11.89	297.25
BB	m3	0.98	24.60

BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 51+75.00 PK: 5175.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	31.37	784.24
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	31.37	784.24
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 52+00.00 PK: 5200.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	30.32	758.10
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	30.32	758.10
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 52+25.00 PK: 5225.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	48.10	1202.52
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	48.10	1202.52
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 52+50.00 PK: 5250.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	75.42	1885.58
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	75.42	1885.58
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 52+75.00 PK: 5275.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	55.39	1384.87
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	55.39	1384.87
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 53+00.00 PK: 5300.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	61.46	1536.49
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	61.46	1536.49
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60

## CHAPITRE IX: CUBATURE

GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 24+00.00 PK: 2400.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	1.91	47.74
Déblai : Remblai	m3	21.11	527.83
Remblai : Déblai	m3	1.91	47.74
Remblai : Remblai	m3	21.11	527.83
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 24+25.00 PK: 2425.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	10.30	257.50
Déblai : Remblai	m3	14.22	355.48
Remblai : Déblai	m3	10.30	257.50
Remblai : Remblai	m3	14.22	355.48
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 24+50.00 PK: 2450.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	16.16	404.09
Déblai : Remblai	m3	7.59	189.68
Remblai : Déblai	m3	16.16	404.09
Remblai : Remblai	m3	7.59	189.68
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 24+75.00 PK: 2475.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	59.19	1479.81
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	59.19	1479.81
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 25+00.00 PK: 2500.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	73.41	1835.31
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	73.41	1835.31
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 25+25.00 PK: 2525.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	49.37	1234.30
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	49.37	1234.30
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20

GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.11	227.76
TUF	m3	20.41	510.35

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 53+25.00 PK: 5325.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	66.99	1674.82
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	66.99	1674.82
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 53+50.00 PK: 5350.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	69.86	1746.45
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	69.86	1746.45
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 53+75.00 PK: 5375.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	66.67	1666.73
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	66.67	1666.73
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 54+00.00 PK: 5400.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	60.87	1521.87
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	60.87	1521.87
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 54+25.00 PK: 5425.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	59.24	1480.97
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	59.24	1480.97
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 54+50.00 PK: 5450.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	61.26	1531.57
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	61.26	1531.57
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20

## CHAPITRE IX: CUBATURE

GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 25+50.00 PK: 2550.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	41.97	1049.27
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	41.97	1049.27
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 25+75.00 PK: 2575.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	53.70	1342.41
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	53.70	1342.41
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 26+00.00 PK: 2600.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	60.67	1516.68
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	60.67	1516.68
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 26+25.00 PK: 2625.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	57.42	1435.61
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	57.42	1435.61
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 26+50.00 PK: 2650.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	51.39	1284.74
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	51.39	1284.74
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 26+75.00 PK: 2675.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	48.30	1207.54
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	48.30	1207.54
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31

GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 54+75.00 PK: 5475.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	64.35	1608.81
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	64.35	1608.81
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 55+00.00 PK: 5500.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	71.54	1788.48
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	71.54	1788.48
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 55+25.00 PK: 5525.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	88.42	2210.62
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	88.42	2210.62
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 55+50.00 PK: 5550.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	79.95	1998.87
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	79.95	1998.87
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 55+75.00 PK: 5575.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	69.45	1736.26
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	69.45	1736.26
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26
TUF	m3	20.50	512.56

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 56+00.00 PK: 5600.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	52.41	1310.36
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	52.41	1310.36
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.13	228.26

## CHAPITRE IX: CUBATURE

TUF	m3	20.16	504.00
Tabulation : Axe RN 46 Evit - 27+00.00 PK: 2700.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	41.51	1037.81
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	41.51	1037.81
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 27+25.00 PK: 2725.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	48.03	1200.80
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	48.03	1200.80
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 27+50.00 PK: 2750.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	70.07	1751.82
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	70.07	1751.82
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 27+75.00 PK: 2775.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	83.80	2094.99
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	83.80	2094.99
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 28+00.00 PK: 2800.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	87.24	2181.07
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	87.24	2181.07
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 28+25.00 PK: 2825.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	87.85	2196.27
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	87.85	2196.27
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

TUF	m3	20.50	512.56
Tabulation : Axe RN 46 Evit - 56+25.00 PK: 5625.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	46.12	1153.12
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	46.12	1153.12
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.08	226.89
TUF	m3	20.26	506.53

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 56+50.00 PK: 5650.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	52.19	1304.63
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	52.19	1304.63
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 56+75.00 PK: 5675.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	56.60	1414.92
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	56.60	1414.92
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 57+00.00 PK: 5700.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	60.71	1517.80
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	60.71	1517.80
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 57+25.00 PK: 5725.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	51.20	1280.09
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	51.20	1280.09
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 57+50.00 PK: 5750.00 Long App : 25.00			
Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	40.34	1008.44
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	40.34	1008.44
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

## CHAPITRE IX: CUBATURE

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 28+50.00 PK: 2850.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	82.23	2055.80
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	82.23	2055.80
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 28+75.00 PK: 2875.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	59.25	1481.13
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	59.25	1481.13
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 29+00.00 PK: 2900.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	60.21	1505.31
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	60.21	1505.31
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 57+75.00 PK: 5775.00 Long App : 25.00

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	42.74	1068.55
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	42.74	1068.55
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	24.60
GB	m3	1.97	49.20
GNT	m3	9.05	226.31
TUF	m3	20.16	504.00

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 58+00.00 PK: 5800.00 Long App : 21.02

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	56.96	1197.11
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	56.96	1197.11
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	20.68
GB	m3	1.97	41.36
GNT	m3	9.05	190.25
TUF	m3	20.16	423.68

Tabulation : Axe RN 46 Evit - 58+17.03 PK: 5817.03 Long App : 8.52

Matériau	Unité	Qté mesurée	Quantité
Déblai : Déblai	m3	66.21	563.84
Déblai : Remblai	m3	0.00	0.00
Remblai : Déblai	m3	66.21	563.84
Remblai : Remblai	m3	0.00	0.00
BB	m3	0.98	8.38
GB	m3	1.97	16.76
GNT	m3	9.05	77.09
TUF	m3	20.16	171.68

# Chapitre X: Assainissement

- X.1 Introduction
- X.2 Objectif de l'assainissement
- X.3 Données existantes
- X.4 Les calculs des débits des bassins versants
- X.5 Calculs Hydrauliques Des Ouvrages d'art
- X.6 Application au projet



### X.1 *Introduction*

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

L'eau est l'ennemie première de la route, car elle pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée. Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par désenrobage des couches de surface, etc.). En plus, elle influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

Les types de dégradations provoquées par les eaux sont engendrés comme suit :

➤ ***Pour les chaussées :***

- ✓ Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- ✓ Désenrobage.
- ✓ Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).
- ✓ Décollement des bords (affouillement des flancs).

➤ ***Pour les talus :***

- ✓ Glissement.
- ✓ Érosion.
- ✓ Affouillements du pied de talus.

Les études hydrauliques inventorient l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

### X.2 *Objectif de l'assainissement*

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- ✓ Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- ✓ Le maintien de bonnes conditions de viabilité.
- ✓ Réduction du coût d'entretien.
- ✓ Éviter les problèmes d'érosions.
- ✓ Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- ✓ Évacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et effet de gel).

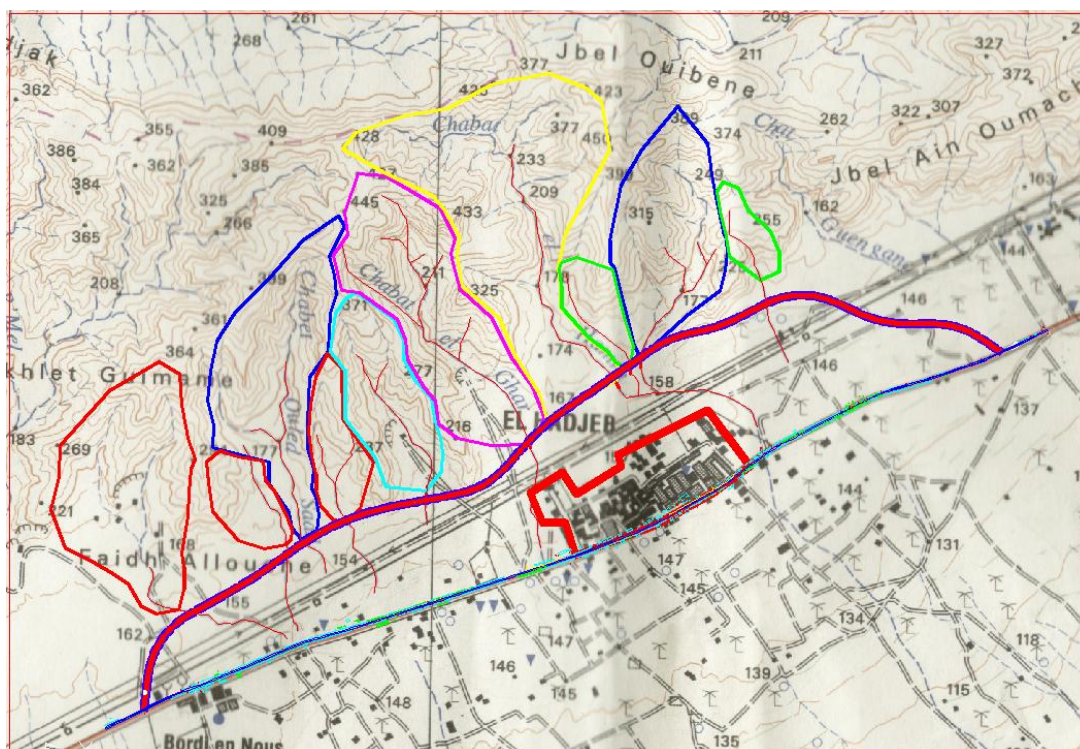
### X.3 *Données existantes :*

Une visite a été effectuée au site, afin d'évaluer le projet au point de vue du drainage, et de collecter les informations et les paramètres morphologiques et hydrologiques concernant les bassins versants du projet (caractéristique du sol, occupation des terrains, identification des sites de franchissements des cours d'eau, etc.) ces paramètres ont joué un rôle important dans la vérification des coefficients de ruissellement des différents bassins.

Parmi les informations collectées pour le projet en question sont les suivantes :

- Carte d'état majeur à l'échelle 1/25000.
- Levé topographique de la région.
- Données pluviométriques des stations la station **EI-HADJEB**

**Figure X.1 :** Carte d'état majeur (Télédétection, 2000)



#### 1. **Caractéristiques Morpho Métriques Des Bassins Versants :**

Un traitement cartographique approprié nous a permis de déterminer les principales caractéristiques morpho métriques du bassin versant.

Tableau X.1 : Les paramètres géométriques des bassins versant : (Rahmani, 2013)

NBV	S(Km2)	P(Km)	kc	Lw(Km)	Zmin (m)	Zmax (m)	H (m)	P( %)
BV 01	0,8	3,656	1,145	0,673	162	324	162	24,058
BV 02	0,178	1,675	1,112	0,272	154	194	40	14,700
BV 03	0,731	4,442	1,455	0,708	154	399	245	34,593
BV 04	0,206	2,252	1,389	0,293	154	271	117	39,946
BV 05	0,429	2,846	1,217	0,433	154	371	217	50,132
BV 06	0,865	4,379	1,318	0,731	162	405	243	33,220
BV 07	1,395	5,963	1,414	1,684	158	425	267	15,852
BV 08	0,155	1,684	1,198	0,192	158	178	20	10,443
BV 09	0,62	3,318	1,180	0,915	158	399	241	26,330
BV 10	0,11	1,437	1,213	0,179	146	255	109	61,009

Avec :

P : périmètre du bassin versant (Km)

S : surface du bassin versant (Km<sup>2</sup>)

Lw : longueur du talweg principale (Km)

P: Pente moyenne ( %)

K<sub>C</sub> : indice de Gravelius donne par la formule :

Cet indice caractérise la forme du bassin versant. Il est égal au rapport du périmètre du bassin versant considéré à celui d'un cercle qui aurait la même surface.

$$K_C = \frac{P}{P_C} = \frac{P}{2\pi R} ; R = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad P_C = 2\pi R = 2\pi \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

$$K_C = \frac{P}{2\pi \sqrt{\frac{S}{\pi}}} = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}}$$

- P : périmètre du bassin versant (Km)
- S : surface du bassin versant (Km<sup>2</sup>)
- K<sub>C</sub> : indice de **GRAVELIUS**

Plus ce coefficient s'approche de 1, plus la forme du bassin versant sera ramassée et plus le temps de concentration des eaux seront court.

- si K<sub>C</sub> = 1 => bassin parfaitement circularise
- si K<sub>C</sub> = 1.128 => bassin ramassé

- si  $KC > 1.128 \Rightarrow$  bassin allongé

### ♣ La Pluviométrie :

Tableau X.2 : Données disponibles des stations pluviométriques situées à proximité de la zone d'étude

Pluie (J en mm)	Cv	b
27	0,48	0,2

Cv : coefficient de variation

b : L'exposant climatique

## 2. Calcul Hydrologique

### ♣ Calcul de débit

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par un exutoire, on peut employer la méthode appelée La méthode *Rationnelle* dont nous rappelons très sommairement le principe:

$$Qa \leq Qs$$

$Qa$  : débit d'apport en provenance du bassin versant (m<sup>3</sup>/s).

$Qs$  : débit d'écoulement au point de saturation (m<sup>3</sup>/s).

*Le débit d'apport* : est calculé par la méthode Rationnelle selon la formule suivante:

$$Qa = K.C.I.A$$

Avec :

Q : Débit maximum d'eau pluviale (m<sup>3</sup>/s)

K : Coefficient qui permet la conversion des unités.

I : Intensité moyenne de la pluie (mm/h).

C : Coefficient de ruissellement.

A : aire du bassin versant (m<sup>2</sup>).

### ♣ Temps de concentration « Tc » :

Il représente la caractéristique principale de toutes les formules permettant le passage des pluies au débit ; c'est le temps que met une goutte de pluie pour parvenir du point hydraulique le plus éloigné à l'exutoire considéré,

Dépendant des caractéristiques du bassin draine ; le temps de concentration est estimé respectivement d'après **Ventura,passini,giendoth** comme suite :

- Lorsque :  $A < 5 \text{ km}^2$   $t_c = 0.127 \sqrt{\left(\frac{A}{P}\right)}$
- Lorsque :  $5 \text{ km}^2 < A < 25 \text{ km}^2$   $t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{AL}}{\sqrt{P}}$
- Lorsque :  $25 \text{ km}^2 < A < 200 \text{ km}^2$   $t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 L}{0.8 \sqrt{H}}$

Avec :

- ✓  $t_c$  : temps de concentration (heure)
- ✓ A : superficie du bassin versant ( $\text{km}^2$ )
- ✓ L : longueur de bassin versant (km)
- ✓ P : pente moyenne du bassin versant
- ✓ H : la différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m)

Dans notre cas tous les bassins versant a une superficie inferieur a 5  $\text{km}^2$  donc

♣ **Intensité pluviométrique**

La pluviométrie de l'agglomération précités sera calculée par la méthode statistique de GALTON.

D'où :

$$P_{j\max\%} = \frac{P_{j\max}}{\sqrt{Cv^2 + 1}} \times e^{U \sqrt{\ln(Cv^2 + 1)}}$$

$P_{j\max\%}$  : pluie journalière maximum.

Cv : coefficient de variation

$P_{j\max}$  : Moyenne de pluie maximale

U : variable de Gauss.

U : variation de Gauss, donnée par le tableau suivant :

**Tableau X.3** : les valeurs de Gauss

Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de Gauss (U)	0,00	0,84	1,28	2,05	2,372

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

♣ **Calcul de la fréquence d’averse :**

On la détermine par la formule :

$$Pt (\%) = 1.13 \times PJ (\%) \times \left(\frac{t}{24}\right)^b$$

Pt : hauteur de pluie de durée t (mm)

PJ : pluie journalière maximale annuelle.

b : l’exposant climatique de la région.

t : temps de concentration (temps nécessaire à l’eau pour s’écouler depuis le point le plus éloigné du bassin versant jusqu’ à son exutoire ou le point de calcul).

♣ **Coefficient de ruissellement :**

C’est le rapport de volume d’eau qui ruisselle sur cette surface au volume d’eau tombe sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après :

*Tableau X.4 : Valeur du coefficient C1 pour diverses pentes*

<i>Pente (P) (%)</i>	<i>Coefficient (C1)</i>
$P \leq 3,5$	0,01 – 0,05
$3,5 \leq P \leq 11$	0,06 – 0,10
$11 < P \leq 35$	0,12 – 0,20
$35 < P$	0,22 – 0,30

*Tableau X.5: Différentes valeurs du coefficient C*

<b>Type de chaussée</b>	<b>C2</b>	<b>Valeurs prises</b>
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

Compte des deux paramètres suivants :

- La pente du lit majeur C1
- La nature du terrain C2

Donc  $C=C1+C2$

♣ *L'intensité horaire*

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

i : Intensité de la pluie (mm/h).

tc : Temps de concentration (heure).

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

X.4 *Les calculs des débits des bassins versants :*

→ BASSIN VERSANT 01

										RESULTATS (m3/s)
période de retour	K	A (km2)	P( %)	U Gauss	Fj (mm)	tc (h)	Pt (mm)	I (mm/h)	C	MANNING-STRICKLER
100	0,278	0,8	24,06	2,372	71,68	0,023	20,20	872,32	0,4	77,60
50	0,278	0,8	24,06	2,05	61,91	0,023	17,45	753,35	0,4	67,02
10	0,278	0,8	24,06	1,28	43,60	0,023	12,29	530,55	0,4	47,20

Tableau X.6: Résultat de Calculer de bassin versant N°01

→ BASSIN VERSANT 02

										RESULTATS (m3/s)
période de retour	K	A (km2)	P( %)	U Gauss	Fj (mm)	tc (h)	Pt (mm)	I (mm/h)	C	MANNING-STRICKLER
100	0,278	0,178	14,70	2,372	71,68	0,01	18,26	1306,65	0,4	25,86
50	0,278	0,178	14,70	2,05	61,91	0,01	15,77	1128,45	0,4	22,34
10	0,278	0,178	14,70	1,28	43,60	0,01	11,11	794,72	0,4	15,73

Tableau X.7: Résultat de Calculer de bassin versant N°02

→ BASSIN VERSANT 03

										RESULTATS (m3/s)
période de retour	K	A (km2)	P( %)	U Gauss	Pj (mm)	tc (h)	Pt (mm)	I (mm/h)	C	MANNING-STRICKLER
100	0,278	0,731	34,59	2,372	71,68	0,02	19,31	1045,76	0,4	85,01
50	0,278	0,731	34,59	2,05	61,91	0,02	16,67	903,14	0,4	73,41
10	0,278	0,731	34,59	1,28	43,60	0,02	11,74	636,04	0,4	51,70

Tableau X.8: Résultat de Calculer de bassin versant N°03

→ BASSIN VERSANT 04

										RESULTATS (m3/s)
période de retour	K	A (km2)	P( %)	U Gauss	Pj (mm)	tc (h)	Pt (mm)	I (mm/h)	C	MANNING-STRICKLER
100	0,278	0,206	39,95	2,372	71,68	0,01	16,77	1838,44	0,5	52,64
50	0,278	0,206	39,95	2,05	61,91	0,01	14,48	1587,72	0,5	45,46
10	0,278	0,206	39,95	1,28	43,60	0,01	10,20	1118,16	0,5	32,02

Tableau X.9: Résultat de Calculer de bassin versant N°04

→ BASSIN VERSANT 05

										RESULTATS (m3/s)
période de retour	K	A (km2)	P( %)	U Gauss	Pj (mm)	tc (h)	Pt (mm)	I (mm/h)	C	MANNING-STRICKLER
100	0,278	0,429	50,13	2,372	71,68	0,01	17,64	1501,31	0,5	89,52
50	0,278	0,429	50,13	2,05	61,91	0,01	15,23	1296,56	0,5	77,32
10	0,278	0,429	50,13	1,28	43,60	0,01	10,73	913,11	0,5	54,45

Tableau X.10: Résultat de Calculer de bassin versant N°05



→ BASSIN VERSANT 06

										RESULTATS (m3/s)
période de retour	K	A (km2)	P( %)	U Gauss	Pj (mm)	tc (h)	Pt (mm)	I (mm/h)	C	MANNING-STRICKLER
100	0,278	0,865	33,22	2,372	71,68	0,02	19,71	961,97	0,4	92,53
50	0,278	0,865	33,22	2,05	61,91	0,02	17,03	830,78	0,4	79,91
10	0,278	0,865	33,22	1,28	43,60	0,02	11,99	585,08	0,4	56,28

Tableau X.11: Résultat de Calculer de bassin versant N°06

→ BASSIN VERSANT 07

										RESULTATS (m3/s)
période de retour	K	A (km2)	P( %)	U Gauss	Pj (mm)	tc (h)	Pt (mm)	I (mm/h)	C	MANNING-STRICKLER
100	0,278	1,395	15,85	2,372	71,68	0,04	22,27	591,03	0,4	91,68
50	0,278	1,395	15,85	2,05	61,91	0,04	19,23	510,43	0,4	79,18
10	0,278	1,395	15,85	1,28	43,60	0,04	13,54	359,47	0,4	55,76

Tableau X.12: Résultat de Calculer de bassin versant N°07

→ BASSIN VERSANT 08

										RESULTATS (m3/s)
période de retour	K	A (km2)	P( %)	U Gauss	Pj (mm)	tc (h)	Pt (mm)	I (mm/h)	C	MANNING-STRICKLER
100	0,278	0,155	10,44	2,372	71,68	0,02	18,64	1204,48	0,3	15,57
50	0,278	0,155	10,44	2,05	61,91	0,02	16,09	1040,21	0,3	13,45
10	0,278	0,155	10,44	1,28	43,60	0,02	11,33	732,57	0,3	9,47

Tableau X.13: Résultat de Calculer de bassin versant N°08

→ BASSIN VERSANT 09

										RESULTATS (m3/s)
période de retour	K	A (km2)	P( %)	U Gauss	Fj (mm)	tc (h)	Pt (mm)	I (mm/h)	C	MANNING-STRICKLER
100	0,278	0,62	26,33	2,372	71,68	0,02	19,52	1001,45	0,4	69,04
50	0,278	0,62	26,33	2,05	61,91	0,02	16,85	864,87	0,4	59,63
10	0,278	0,62	26,33	1,28	43,60	0,02	11,87	609,09	0,4	41,99

Tableau X.14: Résultat de Calculer de bassin versant N°09

→ BASSIN VERSANT 10

										RESULTATS (m3/s)
période de retour	K	A (km2)	P( %)	U Gauss	Fj (mm)	tc (h)	Pt (mm)	I (mm/h)	C	MANNING-STRICKLER
100	0,278	0,11	61,01	2,372	71,68	0,01	15,09	2799,02	0,5	42,80
50	0,278	0,11	61,01	2,05	61,91	0,01	13,04	2417,29	0,5	36,96
10	0,278	0,11	61,01	1,28	43,60	0,01	9,18	1702,39	0,5	26,03

Tableau X.15: Résultat de Calculer de débit de bassin versant N°10

X.5 *Calculs Hydrauliques Des Ouvrages d'art :*

**Estimation des débits de saturation des ouvrages :** Le débit de saturation ou le débit capable est calculé par le biais de la formule de Manning Strickler sur un écoulement en régime uniforme.

$$Q_s = K.S.R_h^{2/3}.I^{1/2}$$

K: Coefficient de Manning Strickler.

I : Pente longitudinale de l'ouvrage.

K<sub>st</sub>: Coefficient de rugosité.

$$k_{sr}=30 \text{ (fossé en terre)}, K_{st}= 70 \text{ (fossé en béton).}$$

Rh: Rayon hydraulique moyen (m) avec :

$$Rh = \frac{\text{Section mouillée}}{\text{Périmètre mouillé}}$$

### X.6 Application au projet

#### 1. Dimensionnement Des Buses (ouvrage transversaux)

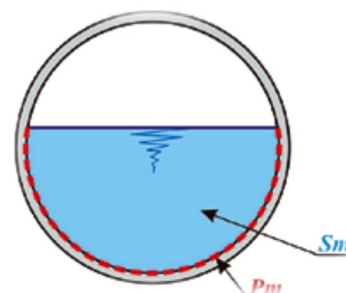
Il existe deux types de buses qui sont couramment utilisées de nos jours :

- Les buses en béton

Pour des raisons de nettoyage, la buse doit avoir une section minimale de  $D > 1.0$  m

$$Q_s = Q_a = 70 \times \left(\frac{R}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times R^2 \times 0.01^{1/2}$$

$$R = \left[ \frac{2^{2/3} \times Q_a}{\pi \times 0.01^{1/2}} \right]$$



K	I	Rh
80	0,03	R/2

Tableau X.16: les données utiliser pour les calculs des dimensionnements des O.B

N° BV	Qp (m3/s)	I (m/m)	K	R (m)	D (mm)
2	15,73	0,03	80	0,85	Ø2000
8	9,47	0,03	80	0,71	Ø1600
10	26,03	0,03	80	1,03	Ø2000

Tableau X.17: Résultats trouver pour les dimensionnements des O.B

**2. Dimensionnement les Dalots :**

Les dalots sont des ouvrages transversaux comme les buses mais de section rectangulaire ou carrée et exécutés exclusivement en béton armé,

Les dalots sont en général adoptés pour des débits  $Q > 10\text{m}^3/\text{s}$ . Mais les débits admissibles sont variables et peuvent être très élevés et dans ce cas, on adopte une batterie de dalots ou de buses quand la topographie du site permet un tel dispositif

$$Q_s = K.S.R_h^{2/3}.I^{1/2}$$

$H_r = h - 0.50$  si  $h > 2\text{m}$

Périmètre mouillé :  $P_m = 2 \times (h - 0.5) + L$

Section mouillée :  $S_m = (h - 0.5) \times L$

Rayon hydraulique :

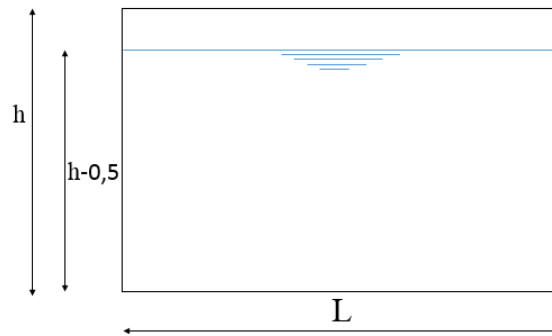
$$R_h = \frac{S_m}{P_m} = \frac{(h - 0.5) \times L}{2 \times (h - 0.5) + L}$$

Pente longitudinale de l'ouvrage  $I = 0.1\%$  Donc  $Q_s$  deviendra:

$$Q_s = K_{st} \times I^{1/2} \times (h - 0.5) \times L \times \left[ \frac{(h - 0.5) \times L}{2 \times (h - 0.5) + L} \right]^{2/3}$$

Le calcul se fera par itération, on fixe le paramètre L et on calcule le paramètre h on prenant

$$Q_s = Q_a$$



K	I	Rh
70	0,01	h-0,5 si h>2m

**Tableau X.18:** les données utiliser pour les calculs des dimensionnements des dalots

→ BASSIN VERSANT 01

Qa (m3/s)	Kst	I	Q/Kst*I <sup>0.5</sup>	L	h	(h-0,5)*L	((h-0,5)*L) <sup>5/3</sup>	(2*(h-0,5)+L)	(2*(h-0,5)+L) <sup>2/3</sup>	Rapport (h)	Qs (m3/s)
67,02	70	0,01	9,57	4	2,00	6	19,81	7,00	3,66	5,41	37,90
67,02	70	0,01	9,57	4	2,25	7	25,62	7,50	3,83	6,69	46,80
67,02	70	0,01	9,57	4	2,50	8	32,00	8,00	4,00	8,00	56,00
67,02	70	0,01	9,57	4	2,75	9	38,94	8,50	4,16	9,35	65,45
67,02	70	0,01	9,57	4	2,80	9,2	40,39	8,60	4,20	9,62	67,36
67,02	70	0,01	9,57	4	3,00	10	46,42	9,00	4,33	10,73	75,09

Tableau X.19: Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°01

→ BASSIN VERSANT 03

Qa (m3/s)	Kst	I	Q/Kst*I <sup>0.5</sup>	L	h	(h-0,5)*L	((h-0,5)*L) <sup>5/3</sup>	(2*(h-0,5)+L)	(2*(h-0,5)+L) <sup>2/3</sup>	Rapport (h)	Qs (m3/s)
73,41	70	0,01	10,49	4	2,00	6	19,81	7,00	3,66	5,41	37,90
73,41	70	0,01	10,49	4	2,25	7	25,62	7,50	3,83	6,69	46,80
73,41	70	0,01	10,49	4	2,50	8	32,00	8,00	4,00	8,00	56,00
73,41	70	0,01	10,49	4	2,75	9	38,94	8,50	4,16	9,35	65,45
73,41	70	0,01	10,49	4	3,00	10	46,42	9,00	4,33	10,73	75,09
73,41	70	0,01	10,49	4	3,20	10,8	52,77	9,40	4,45	11,85	82,93

Tableau X.20: Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°03

→ BASSIN VERSANT 04

Qa (m3/s)	Kst	I	Q/Kst*I <sup>0.5</sup>	L	h	(h-0,5)*L	((h-0,5)*L) <sup>5/3</sup>	(2*(h-0,5)+L)	(2*(h-0,5)+L) <sup>2/3</sup>	Rapport (h)	Qs (m3/s)
45,46	70	0,01	6,49	4	1,50	4	10,08	6,00	3,30	3,05	21,37
45,46	70	0,01	6,49	4	1,70	4,8	13,66	6,40	3,45	3,96	27,74
45,46	70	0,01	6,49	4	1,90	5,6	17,66	6,80	3,59	4,92	34,44
45,46	70	0,01	6,49	4	2,10	6,4	22,06	7,20	3,73	5,92	41,42
45,46	70	0,01	6,49	4	2,30	7,2	26,85	7,60	3,87	6,95	48,62
45,46	70	0,01	6,49	4	2,40	7,6	29,38	7,80	3,93	7,47	52,29

Tableau X.21: Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°04

→ BASSIN VERSANT 05

Qa (m3/s)	Kst	I	Q/Kst*I <sup>0.5</sup>	L	h	(h-0,5)*L	((h-0,5)*L) <sup>5/3</sup>	(2*(h-0,5)+L)	(2*(h-0,5)+L) <sup>2/3</sup>	Rapport (h)	Qs (m3/s)
77,32	70	0,01	11,05	4	2,50	8	32,00	8,00	4,00	8,00	56,00
77,32	70	0,01	11,05	4	2,80	9,2	40,39	8,60	4,20	9,62	67,36
77,32	70	0,01	11,05	4	3,00	10	46,42	9,00	4,33	10,73	75,09
77,32	70	0,01	11,05	4	3,10	10,4	49,55	9,20	4,39	11,29	79,00
77,32	70	0,01	11,05	4	3,20	10,8	52,77	9,40	4,45	11,85	82,93

Tableau X.22: Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°05

→ BASSIN VERSANT 06

Qa (m3/s)	Kst	I	Q/Kst*I <sup>0.5</sup>	L	h	(h-0,5)*L	((h-0,5)*L) <sup>5/3</sup>	(2*(h-0,5)+L)	(2*(h-0,5)+L) <sup>2/3</sup>	Rapport (h)	Qs (m3/s)
79,91	70	0,01	11,42	4	2,80	9,2	40,39	8,60	4,20	9,62	67,36
79,91	70	0,01	11,42	4	3,00	10	46,42	9,00	4,33	10,73	75,09
79,91	70	0,01	11,42	4	3,20	10,8	52,77	9,40	4,45	11,85	82,93
79,91	70	0,01	11,42	4	3,30	11,2	56,07	9,60	4,52	12,41	86,89
79,91	70	0,01	11,42	4	3,40	11,6	59,44	9,80	4,58	12,98	90,86

Tableau X.23: Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°06

→ BASSIN VERSANT 07

Qa (m3/s)	Kst	I	Q/Kst*I <sup>0.5</sup>	L	h	(h-0,5)*L	((h-0,5)*L) <sup>5/3</sup>	(2*(h-0,5)+L)	(2*(h-0,5)+L) <sup>2/3</sup>	Rapport (h)	Qs (m3/s)
79,18	70	0,01	11,31	4	3,00	10	46,42	9,00	4,33	10,73	75,09
79,18	70	0,01	11,31	4	3,10	10,4	49,55	9,20	4,39	11,29	79,00
79,18	70	0,01	11,31	4	3,20	10,8	52,77	9,40	4,45	11,85	82,93
79,18	70	0,01	11,31	4	3,30	11,2	56,07	9,60	4,52	12,41	86,89
79,18	70	0,01	11,31	4	3,40	11,6	59,44	9,80	4,58	12,98	90,86

Tableau X.24: Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°07

→ BASSIN VERSANT 09

Qa (m3/s)	Kst	I	Q/Kst*I^0.5	L	h	(h-0,5)*L	((h-0,5)*L)^5/3	(2*(h-0,5)+L)	(2*(h-0,5)+L)^2/3	Rapport (h)	Qs (m3/s)
59,63	70	0,01	8,52	4	2,40	7,6	29,38	7,80	3,93	7,47	52,29
59,63	70	0,01	8,52	4	2,50	8	32,00	8,00	4,00	8,00	56,00
59,63	70	0,01	8,52	4	2,60	8,4	34,71	8,20	4,07	8,54	59,75
59,63	70	0,01	8,52	4	2,70	8,8	37,51	8,40	4,13	9,08	63,54
59,63	70	0,01	8,52	4	2,80	9,2	40,39	8,60	4,20	9,62	67,36

Tableau X.25: Résultat de Calculer de dimensionnement de dalots de bassin versant N°09

Tableau X.26 : Recarburation des différents ouvrages transversaux projet :

DESIGNATION	PK	DIMENSIONNEMENT
Dalot 1	PK 00+950	04 X 2,80
BUSE 1	PK 01+975	Ø 2000 = (2 X Ø1000)
Dalot 2	PK 03+025	04 X 03
Dalot 3	PK 03+175	04 X 2,30
Dalot 4	PK 03+500	04 X 3,10
Dalot 5	PK 04+075	04 X 3,20
Dalot 6	PK 04+400	04 X 3,20
BUSE 2	PK 04+700	Ø 1600 = (2 X Ø800)
Dalot 8	PK 04+950	04 X 2,60
BUSE 3	PK 04+750	Ø 2000 = (2 X Ø1000)

3. Dimensionnement des fossés :

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

$$1. Q_s = Q_a$$

Bv	L (km)	Talus	Barme	Chaussée	Accotement
		A (km^2)	A(Km^2)	A(km^2)	A(km^2)
1	1,1500	0,0115	0,0006	0,0161	0,0021
2	1,4500	0,0145	0,0007	0,0203	0,0026
3	0,0250	0,0003	0,0000	0,0004	0,0000
4	0,1500	0,0015	0,0001	0,0021	0,0003
5	0,6500	0,0065	0,0003	0,0091	0,0012
6	0,2500	0,0025	0,0001	0,0035	0,0005
7	0,2500	0,0025	0,0001	0,0035	0,0005
8	0,5000	0,0050	0,0003	0,0070	0,0009
9	0,0500	0,0005	0,0000	0,0007	0,0001
10	0,7550	0,0076	0,0004	0,0106	0,0014

Tableau X.27: Résultat de Calculer les surfaces des sous-bassins versant pour les dimensionnements les fossés

A : la surface du sous-bassin versant (km^2)

2. Calcul le temps de concentration :

Le temps de concentration est donnée par la relation suivante :

Avec:

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

**Lorsqu'A < 5 km<sup>2</sup>**

**A :** Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>).

**P :** Pente moyenne du bassin versant(%).

	Talus	Barme	Chaussée	Accotement
Bv	t <sub>c</sub> (h)	t <sub>c</sub> (h)	t <sub>c</sub> (h)	t <sub>c</sub> (h)
1	0,0193	0,0108	0,1019	0,0289
2	0,0216	0,0121	0,1144	0,0324
3	0,0028	0,0016	0,0150	0,0043
4	0,0070	0,0039	0,0368	0,0104
5	0,0145	0,0081	0,0766	0,0217
6	0,0090	0,0050	0,0475	0,0135
7	0,0090	0,0050	0,0475	0,0135
8	0,0127	0,0071	0,0672	0,0191
9	0,0040	0,0022	0,0213	0,0060
10	0,0156	0,0087	0,0826	0,0234

**Tableau X.28:** Résultat de Calculer les temps des concentrations des sous-bassins versant pour les dimensionnements les fossés

3. Intensité de la pluie

$$I = \frac{P(t)}{24}$$

I : intensité de la pluie (mm/h)

P(t) : hauteur de la pluie de 24 h (mm)

10 ans	P <sub>j</sub> (10%)	43,60	I	1,82	I <sub>t</sub> mm/h
--------	----------------------	-------	---	------	---------------------

4.  $I_t = I X \left(\frac{t_c}{24}\right)^{b-1}$

	Talus	Barme	Chaussée	Accotement
Bv	I <sub>t</sub> (mm/h)	I <sub>t</sub> (mm/h)	I <sub>t</sub> (mm/h)	I <sub>t</sub> (mm/h)
1	545,1378	868,0930	143,7617	394,1243
2	496,8648	791,2217	131,0313	359,2239
3	2521,2122	4014,8506	664,8845	1822,7890
4	1231,2575	1960,6898	324,7025	890,1760
5	684,8888	1090,6366	180,6163	495,1617
6	1003,7127	1598,3408	264,6953	725,6654
7	1003,7127	1598,3408	264,6953	725,6654
8	760,6720	1211,3158	200,6015	549,9515
9	1910,7216	3042,6878	503,8882	1381,4157
10	645,0697	1027,2275	170,1153	466,3732

**Tableau X.29:** Résultat de Calculer les intensités de la pluie des sous-bassins versant pour les dimensionnements les fossés



5. Calcul du débit d'apport :

On a :

$$Q_a = 0.278 \times C \times I \times A.$$

$K = 0.278$

$A$  : aire de bassin versant (km<sup>2</sup>)

$I$  : intensité de l'averse (mm/h)

$C$  : Coefficient de ruissellement.

Talus		Barre		Chaussée	Accotement
c talus	0,3	c	0,4	0,95	0,4
k	0,278	P	8%	2,50%	4%

$$6. Q_a = Q_t + Q_b + Q_{acc}$$

	Talus	Barre	Chaussée	Accotement	Total
Bv	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Qa(m <sup>3</sup> /s)
1	0,5228	0,0555	0,6113	0,0907	1,2248
2	0,6009	0,0638	0,7025	0,1043	1,4076
3	0,0526	0,0056	0,0615	0,0091	0,1231
4	0,1540	0,0164	0,1801	0,0267	0,3608
5	0,3713	0,0394	0,4341	0,0644	0,8698
6	0,2093	0,0222	0,2447	0,0363	0,4903
7	0,2093	0,0222	0,2447	0,0363	0,4903
8	0,3172	0,0337	0,3709	0,0550	0,7431
9	0,0797	0,0085	0,0932	0,0138	0,1867
10	0,4062	0,0431	0,4749	0,0705	0,9515

Tableau X.30: Résultat de Calculer les débits des sous-bassins versant pour les dimensionnements les fossés

- Calculé le débit de saturation :

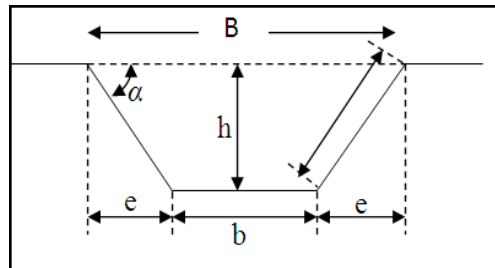
$$Q_s = K_{st} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times S$$

- La section mouillée :

$$S_m = bh + 2(eh/2).$$

Avec :  $1/\text{tg } \alpha = m$ , d'où :  $e = m.h$

$$S_m = bh + mh^2 \Rightarrow S_m = h(b + mh).$$



- Le périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2.B$$

$$\text{Avec : } B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + (hm)^2} = h\sqrt{1 + m^2} \text{ et } P_m = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

• Le Rayon hydraulique .

$$Rh = S_m / P_m = h (b + mh) / (b + 2h\sqrt{1 + m^2}).$$

$$\text{On a } Q_s = Q_a = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times S$$

$$= \frac{1}{n} \times I^{1/2} \times \left[ \frac{h (b + mh)}{(b + 2h\sqrt{1 + m^2})} \right]^{2/3} \times h (b + mh)$$

On pose :  $b = 0.5 \text{ m}$  et Pour un angle de  $45^\circ \Rightarrow m = 1$ .

Pour la pente hydraulique du fossé « I », on met :  $I = 10^{-3}$  c'est assez pour l'écoulement d'eau dans une section en béton armé.

$K_{ST}$  : Coefficient d'écoulement de Manning – Strickler = 70 (au béton collé sur place).

Donc on obtient la formule suivante :

$$H = \left[ \frac{Q_a}{K_{st} \times b \times I^{1/2}} \right]^{3/5} \frac{[1 + 2\sqrt{2} \times \frac{h}{b}]^{2/5}}{1 + \frac{h}{b}} = \left[ \frac{0.183}{70 \times 0.5 \times 0.001^{1/2}} \right]^{3/5} \frac{[1 + 5.65 \times h]^{2/5}}{1 + 2h}$$

D'après le calcul itératif on a trouvé la hauteur les tableaux suivants :

→ Fossé 01 :

Tableau X.31: Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés

Q	ks	I	$Q/k \cdot i^{0,5}$	b	h	h(b+mh)	$h(b+mh)^{5/3}$	$b+2h(1+m^2)^{0,5}$	$(b+2h(1+m^2)^{0,5})^{2/3}$	Q
1,22	70	0,001	0,553	0,5	0,5	0,5	0,31	1,91	1,54	0,452
1,22	70	0,001	0,553	0,5	0,6	0,66	0,50	2,20	1,69	0,655
1,22	70	0,001	0,553	0,5	0,7	0,84	0,75	2,48	1,83	0,904
1,22	70	0,001	0,553	0,5	0,8	1,04	1,07	2,76	1,97	1,200
1,22	70	0,001	0,553	0,5	0,90	1,26	1,47	3,05	2,10	1,55
1,22	70	0,001	0,553	0,5	1	1,5	1,97	3,33	2,23	1,952

Donc la base = 0,5m et la hauteur = 0,9m

→ Fossé 02 :

Tableau X.32: Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés

Q	ks	I	$Q/k \cdot i^{0,5}$	b	h	h(b+mh)	$h(b+mh)^{5/3}$	$b+2h(1+m^2)^{0,5}$	$(b+2h(1+m^2)^{0,5})^{2/3}$	Q
1,41	70	0,001	0,636	0,5	0,6	0,66	0,50	2,20	1,69	0,655
1,41	70	0,001	0,636	0,5	0,7	0,84	0,75	2,48	1,83	0,904
1,41	70	0,001	0,636	0,5	0,8	1,04	1,07	2,76	1,97	1,200
1,41	70	0,001	0,636	0,5	0,90	1,26	1,47	3,05	2,10	1,55
1,41	70	0,001	0,636	0,5	1	1,5	1,97	3,33	2,23	1,952

Donc la base = 0,5m et la hauteur = 0,9m

→ Fossé 03 :

Tableau X.33: Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés

Q	ks	I	$Q/k \cdot i^{0,5}$	b	h	$h(b+mh)$	$h(b+mh)^{5/3}$	$b+2h(1+m^2)^{0,5}$	$(b+2h(1+m^2)^{0,5})^{2/3}$	Q
0,12	70	0,001	0,056	0,5	0,2	0,14	0,04	1,07	1,04	0,080
0,12	70	0,001	0,056	0,5	0,30	0,24	0,09	1,35	1,22	0,17
0,12	70	0,001	0,056	0,5	0,4	0,36	0,18	1,63	1,39	0,291

Donc la base =0,5m et la hauteur = 0,3m

→ Fossé 04 :

Tableau X.34: Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés

Q	ks	I	$Q/k \cdot i^{0,5}$	b	h	$h(b+mh)$	$h(b+mh)^{5/3}$	$b+2h(1+m^2)^{0,5}$	$(b+2h(1+m^2)^{0,5})^{2/3}$	Q
0,36	70	0,001	0,163	0,5	0,3	0,24	0,09	1,35	1,22	0,168
0,36	70	0,001	0,163	0,5	0,4	0,36	0,18	1,63	1,39	0,291
0,36	70	0,001	0,163	0,5	0,50	0,5	0,31	1,91	1,54	0,45
0,36	70	0,001	0,163	0,5	0,6	0,66	0,50	2,20	1,69	0,655

Donc la base =0,5m et la hauteur = 0,5m

→ Fossé 05 :

Tableau X.35: Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés

Q	ks	I	$Q/k \cdot i^{0,5}$	b	h	$h(b+mh)$	$h(b+mh)^{5/3}$	$b+2h(1+m^2)^{0,5}$	$(b+2h(1+m^2)^{0,5})^{2/3}$	Q
0,87	70	0,001	0,393	0,5	0,5	0,5	0,31	1,91	1,54	0,452
0,87	70	0,001	0,393	0,5	0,6	0,66	0,50	2,20	1,69	0,655
0,87	70	0,001	0,393	0,5	0,70	0,84	0,75	2,48	1,83	0,90
0,87	70	0,001	0,393	0,5	0,8	1,04	1,07	2,76	1,97	1,200

Donc la base =0,5m et la hauteur = 0,7m

→ Fossé 06 :

Tableau X.36: Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés

Q	ks	I	$Q/k \cdot i^{0,5}$	b	h	$h(b+mh)$	$h(b+mh)^{5/3}$	$b+2h(1+m^2)^{0,5}$	$(b+2h(1+m^2)^{0,5})^{2/3}$	Q
0,49	70	0,001	0,221	0,5	0,3	0,24	0,09	1,35	1,22	0,168
0,49	70	0,001	0,221	0,5	0,4	0,36	0,18	1,63	1,39	0,291
0,49	70	0,001	0,221	0,5	0,5	0,5	0,31	1,91	1,54	0,452
0,49	70	0,001	0,221	0,5	0,60	0,66	0,50	2,20	1,69	0,66
0,49	70	0,001	0,221	0,5	0,7	0,84	0,75	2,48	1,83	0,904

Donc la base =0,5m et la hauteur = 0,6m

→ Fossé 07 :

Tableau X.37: Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés

Q	ks	I	$Q/k \cdot i^{0,5}$	b	h	$h(b+mh)$	$h(b+mh)^{5/3}$	$b+2h(1+m^2)^{0,5}$	$(b+2h(1+m^2)^{0,5})^{2/3}$	Q
0,49	70	0,001	0,221	0,5	0,3	0,24	0,09	1,35	1,22	0,168
0,49	70	0,001	0,221	0,5	0,4	0,36	0,18	1,63	1,39	0,291
0,49	70	0,001	0,221	0,5	0,5	0,5	0,31	1,91	1,54	0,452
0,49	70	0,001	0,221	0,5	0,60	0,66	0,50	2,20	1,69	0,66
0,49	70	0,001	0,221	0,5	0,7	0,84	0,75	2,48	1,83	0,904

Donc la base =0,5m et la hauteur = 0,6m

→ Fossé 08 :

Tableau X.38: Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés

Q	ks	I	$Q/k \cdot i^{0,5}$	b	h	$h(b+mh)$	$h(b+mh)^{5/3}$	$b+2h(1+m^2)^{0,5}$	$(b+2h(1+m^2)^{0,5})^{2/3}$	Q
0,74	70	0,001	0,336	0,5	0,4	0,36	0,18	1,63	1,39	0,291
0,74	70	0,001	0,336	0,5	0,5	0,5	0,31	1,91	1,54	0,452
0,74	70	0,001	0,336	0,5	0,6	0,66	0,50	2,20	1,69	0,655
0,74	70	0,001	0,336	0,5	0,70	0,84	0,75	2,48	1,83	0,90
0,74	70	0,001	0,336	0,5	0,8	1,04	1,07	2,76	1,97	1,200

Donc la base =0,5m et la hauteur = 0,7m

→ Fossé 09 :

Tableau X.39: Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés

Q	ks	I	$Q/k \cdot i^{0,5}$	b	h	$h(b+mh)$	$h(b+mh)^{5/3}$	$b+2h(1+m^2)^{0,5}$	$(b+2h(1+m^2)^{0,5})^{2/3}$	Q
0,19	70	0,001	0,084	0,5	0,2	0,14	0,04	1,07	1,04	0,080
0,19	70	0,001	0,084	0,5	0,3	0,24	0,09	1,35	1,22	0,168
0,19	70	0,001	0,084	0,5	0,40	0,36	0,18	1,63	1,39	0,29
0,19	70	0,001	0,084	0,5	0,5	0,5	0,31	1,91	1,54	0,452

Donc la base =0,5m et la hauteur = 0,4m

→ Fossé 10 :

Tableau X.40: Résultat de Calculer pour les dimensionnements les fossés

Q	ks	I	$Q/k \cdot i^{0,5}$	b	h	$h(b+mh)$	$h(b+mh)^{5/3}$	$b+2h(1+m^2)^{0,5}$	$(b+2h(1+m^2)^{0,5})^{2/3}$	Q
0,95	70	0,001	0,430	0,5	0,5	0,5	0,31	1,91	1,54	0,452
0,95	70	0,001	0,430	0,5	0,6	0,66	0,50	2,20	1,69	0,655
0,95	70	0,001	0,430	0,5	0,7	0,84	0,75	2,48	1,83	0,904
0,95	70	0,001	0,430	0,5	0,80	1,04	1,07	2,76	1,97	1,20
0,95	70	0,001	0,430	0,5	0,9	1,26	1,47	3,05	2,10	1,549

Donc la base =0,5m et la hauteur = 0,8m

# Chapitre XI: Signalisation

XI.1 Introduction

XI.2 Historique de la signalisation

XI.3 Principe

XI.4 Types de signalisation

XI.5 Signalisations carrefour giratoire

XI.6 Application au projet

## XI.1 Introduction :

La signalisation routière est un segment très important dans l'environnement routier, c'est un élément universel de communication pour la compréhension, l'avertissement des divers dangers et autres contraintes ou obstacles que peut avoir un usager de la route qu'il soit piétonnier, cycliste, motocycliste ou conduisant un véhicule ou un engin sur la route. Aussi la compréhension de la symbolique de la signalisation routière doit être facile pour tous les usagers de la route et doit être adaptée à toutes les situations pour une amélioration constante et continue de la sécurité des usagers de la route.

## XI.2 Historique de la signalisation :

C'est aux U.S.A. qu'apparaissent les premiers feux de la circulation, dans la ville de Détroit en 1910, et c'est vers les années 1920 qu'apparaissent pour la première fois les panneaux de signalisation routière avec un symbole, au Québec (CANADA). Un ingénieur avait eu alors, l'idée de remplacer les panneaux qui étaient avec des textes (premières signalisations routières) par des panneaux avec des symboles. En effet, beaucoup de gens ne savaient pas lire mais conduisaient des véhicules, ce qui créa beaucoup d'accidents routiers.

En 1923, au CANADA on commença à généraliser sur le réseau routier ces panneaux avec symboles, le nombre d'accidents routiers se réduisit en conséquence.

En 1949 la signalisation routière symbolique obtiendra une reconnaissance internationale lors d'une conférence mondiale sur le transport routier.

## XI.3 Principe :

La signalisation routière est représentée par des panneaux, des marques sur la chaussée ou des signaux lumineux. Elle utilise beaucoup de symboles, très peu de mots pour que le sens soit compris par tout le monde d'un coup d'œil rapide, donc les symboles doivent être clairs !

La signalisation routière est uniformisée dans presque tous les pays, en tenant compte des conventions internationales, la symbolique est presque partout la même en ayant le même sens, le vert indique l'obligation, le rouge l'interdiction, le jaune/orange indique attention au danger.

La symbolique utilisée est en général simple et facile à interpréter par les usagers de la route tel que le symbole de la voiture, bicyclette, animaux, véhicules légers, piétons, etc., parfois, rarement le symbole employé demande plus d'efforts pour sa compréhension.

**En résumé, La signalisation routière, bien établie, apporte plus de sécurité aux usagers de la route, elle joue un rôle fondamental, tout comme une route bien entretenue.**

## XI.4 Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- ❖ Signalisation horizontale
- ❖ Signalisation verticale

### XI.4.a 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.

- **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.

- **Signalisation de position** :

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

- **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°.

### XI.4.b Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur Elles ont un caractère impératif (non franchissables sauf du côté où elles sont doublées par une ligne discontinue). Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit.

chaussées, et pour certains marquages spéciaux, on utilise d'autres couleurs dans les conditions suivantes :

- ✓ **Le jaune pour**
- ❖ Les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement,
- ❖ Les lignes zigzag indiquant les arrêts d'autobus,
- ❖ Le marquage temporaire.
- ✓ **Le bleu** : éventuellement pour les limites de stationnement en zone bleue.
- ✓ **Le rouge** : pour les damiers rouge et blanc matérialisant le début des voies de détresse.

- ✓ **P'orange** : pour les marques provisoires.

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

**A) Marquage longitudinal :**

- **Lignes continue** : Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante.
- **Lignes discontinue** : Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle

de leur intervalle.

- **lignes axiales** : ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur du trait est environ égale ou tiers de leurs intervalles.

- **lignes de rive** : les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.

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

- **Modulation des lignes discontinues** : elles sont basées sur une longueur nominale de

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
T <sub>1</sub> T' <sub>1</sub>	3.00 1.50	10.00 5.00	Environ 1/3
T <sub>2</sub> T' <sub>2</sub>	3.00 0.50	3.50 0.50	Environ 1
T <sub>3</sub> T' <sub>3</sub>	3.00 20.00	1.33 6.00	Environ 3

**Tableau XI.1 : Modulation de la ligne continue**



**1) Marques transversales :**• **Ligne STOP :**

C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.

**2) Autres signalisation :**• **Les flèches de rabattement :**

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.

• **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.

• **Largeur des lignes :**

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :

U = 7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6 cm sur les routes et voies urbaines

U = 5 cm sur les autres routes.

**XI.4.c 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 les règles 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.
- Eviter la publicité irrégulière.

## XI.5 signalisations carrefour giratoire

### 5.1.1. Signalisation de priorité

Un carrefour giratoire est annoncé par des panneaux de type A25<sup>2</sup> (CARREFOURGIRATOIRE) implantés à environ 150 m du carrefour sur chacune de ses branches. L'adjonction du panneau M9 portant la mention « VOUS N'AVEZ PAS LA PRIORITE » était une disposition temporaire ; elle est aujourd'hui superflue. Bien que n'étant pas rendue obligatoire par les textes en vigueur, l'implantation sur chaque voie d'accès d'un panneau de type AB3a (CEDEZ LE PASSAGE) et du marquage de sa ligne transversale — type T2 de 0,50 m — est fortement recommandée. Les panneaux AB3a ne sont répétés à gauche sur les îlots séparateurs que si les entrées comportent 2 voies. On rappelle que l'adjonction de feux clignotants sur les panneaux AB3a n'est pas autorisée. Sur les routes classées à grande circulation, l'emploi du panneau AB7 (FIN DE ROUTE PRIORITAIRE) en amont d'un carrefour giratoire est inutile. Toutefois, cela ne dispense pas de la pose des panneaux du type AB6 (ROUTE PRIORITAIRE) en aval du carrefour sur les branches correspondant à la route classée à grande circulation.

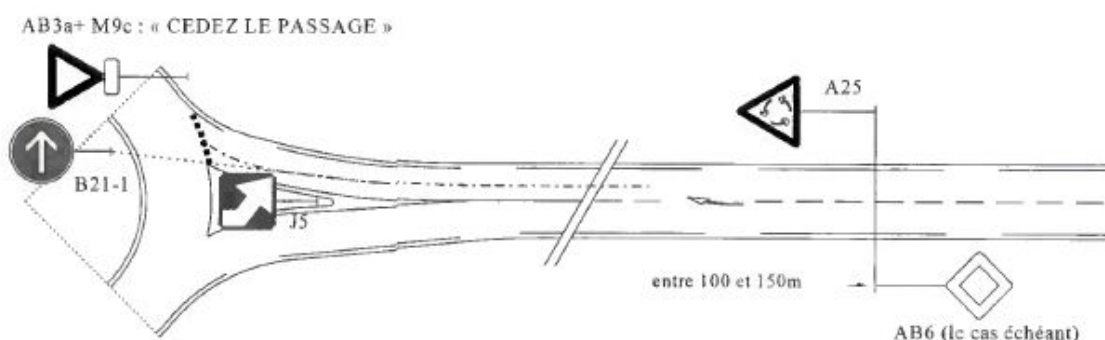
### 5.1.2. Signalisation de prescription

Il n'est pas utile et souhaitable de surcharger les approches d'un carrefour giratoire par des signaux de prescriptions diverses tels que des limitations de vitesse, interdictions de dépasser, etc. Toutefois, sur les chaussées unidirectionnelles limitées à 110 km/h, la vitesse doit être abaissée à 90 km/h en amont du rétrécissement à une voie.

Sur l'îlot central, le seul signal de prescription à planter en face de chaque entrée est un panneau du type B21-1 (DIRECTION OBLIGATOIRE), à l'exclusion de tout autre signal (J4, B1, B21f, etc.). Le B21-1 est axé sur la direction que prend la voie d'entrée environ 20 m de la ligne de CEDEZ LE PASSAGE (voir fig. 19).

Le panneau B1 (SENS INTERDIT) est seulement utile pour les branches composées uniquement d'une entrée (cas d'un giratoire dans un échangeur par exemple).

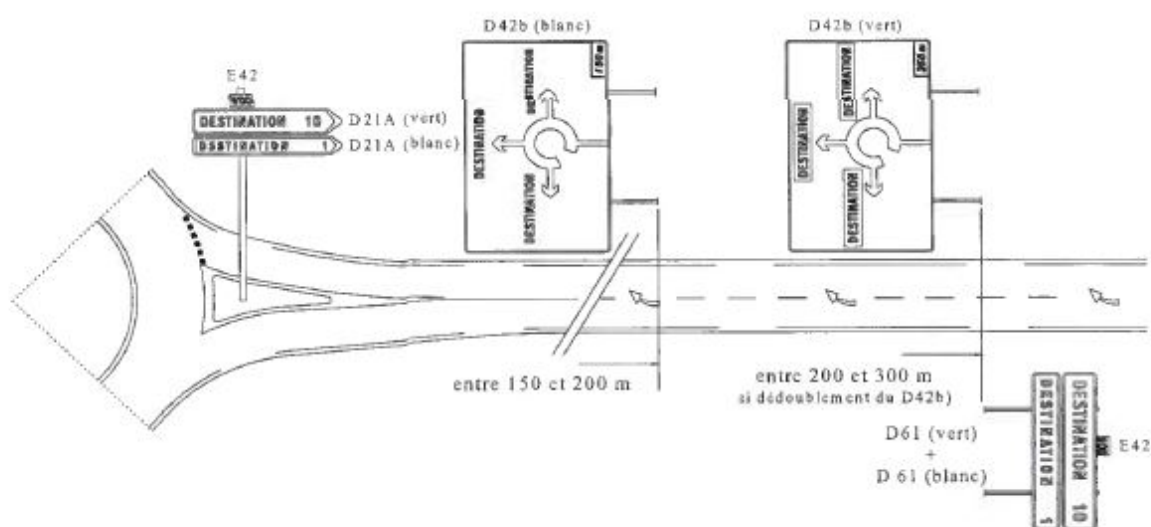
**Figure XI-1** : Principe d'implantation de la signalisation de police et du balisage.



### 5.1.3. Signalisation de direction

La présignalisation des carrefours giratoires est assurée par des panneaux de type D42b (dits diagrammatiques). Bien que leur implantation ne soit pas rendue obligatoire par la réglementation en vigueur, ces panneaux sont bien perçus par les usagers (ils sont très visibles de jour comme de nuit et ils fournissent les principales informations avant d'aborder le giratoire), il est préférable de les implanter avant les panneaux A25 pour ne pas gêner leur perception, à une distance d'au moins 50 m. Il est recommandé d'implanter ce panneau D42b, comme le panneau A25, dès la phase de travaux, dès lors que l'îlot central est créé et engendre une contrainte de trajectoire. Lorsque le D42b est dédoublé (mentions vertes et blanches), une inter distance de 100 m minimum est nécessaire.

Figure XI-2 : Principe d'implantation de la signalisation de direction.



Le diagramme doit représenter au mieux la géométrie plane du carrefour. Si le nombre de branches est supérieur à quatre, ou si leur répartition autour de l'anneau est très irrégulière, il est souhaitable de séparer les branches du diagramme par des angles de  $45^\circ$  ou multiples de  $45^\circ$ . Autour de l'anneau, les mentions de sortie doivent être signalées par des panneaux de type D21. Ces panneaux sont supportés par des mâts positionnés dans la surface des îlots séparateurs. Les filantes ne doivent pas être signalées en position (l'emploi de mentions telles que « AUTRES DIRECTIONS » est proscrit). Par ailleurs, les voies directes de tourne-à-droite sont signalées en position par un panneau de type D31.

### 5.1.4. Balisage

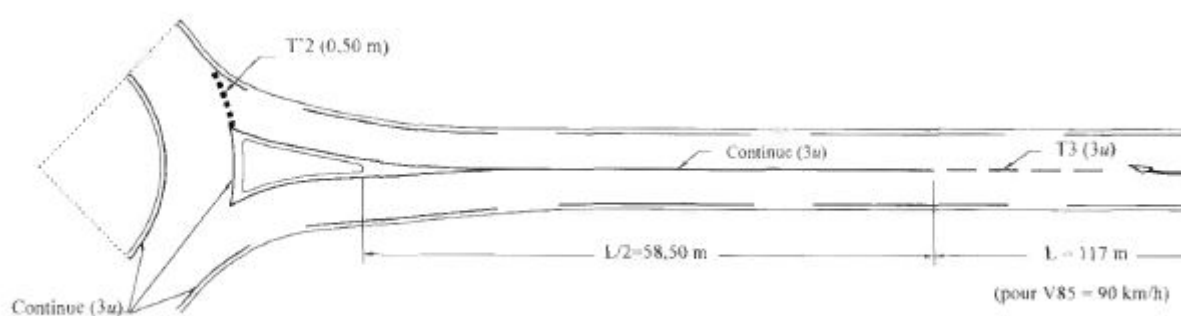
Les îlots séparateurs sont signalés par des balises J5, placées aux centres des têtes d'îlots. L'usage de tout autre dispositif de balisage (tels que les balises J4, les

délinéateurs, les balises JI 1, etc.) peut nuire à la bonne lisibilité du carrefour. De tels dispositifs ne seraient être acceptés dans les projets d'aménagements neufs.

### 5.1.5. Signalisation horizontale

Sur les voies affluentes, les marquages de rive, d'approche et de contour des îlots  
 Sur la chaussée annulaire, un marquage axial n'est généralement pas nécessaire ; il est même à éviter lorsque la largeur de la chaussée annulaire est inférieure à 9 m ou lorsque le rayon du giratoire (Rg) est inférieur à 20 m. En effet, le guidage n'est pas suivi par les usagers, notamment par les conducteurs de poids lourds contraints par les limites de giration de leur véhicule. En revanche, le marquage axial de la chaussée annulaire (de type T3 - 2 u) est utile sur certains très grands carrefours giratoires existants (déconseillés en aménagement neuf) pour assurer un guidage suffisant au droit des zones d'entrecroisements. Les marques des lignes de rive de la chaussée annulaire sont du type continu, et de largeur 3 u.

*Figure XI-3 : Principe d'implantation du marquage.*



(SETRA, Décembre 1998, p. 94)

## XI.6 Application au PROJET :

Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :  
Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A1a-A1b-A15a2-A2b).

Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type AB4).

- Panneaux de signalisation **type (ID14a)**.
- Panneaux de signalisation d'obligation (type C11-C12-B3).
- Panneaux de signalisation de direction (type E3a).

En ce qui concerne l'unité de largeur des lignes de signalisation horizontale pour notre cas, elle est de :  $U = 5 \text{ cm}$ .

**Signaux D'interdiction Ou De Restriction :**



AB4



ID14a



B3



B3



C11



C12



A1a



A1b



A2b

Signalisation de direction :



**Signalisation de carrefour giratoire :**

- Panneau « giratoire » (F : AB25, convention de Vienne : A22).
- Panneau « Cédez le passage » (Be : B1, F : AB3a + M9c, Ch : 3.02, convention de Vienne : A20).
- Panneau « sens obligatoire » (Be : D1b, F : B21.1, Ch : 2.32, convention de Vienne : D1).  
les panneaux D5 ou 2.41.1 peuvent être utilisés conjointement aux panneaux « céder le passage ».

# Chapitre X :

## Devis Estimative et Quantitatif



**Devis Estimative-Quantitatif :**

N°	Désignation	Unité	Quantité	PRIX Unitaire (DA)	Montant (DA)	
<b>I</b>	<b>Acquisition de terrain.</b>	m <sup>2</sup>	55000	1 000,00	55 000 000,00 DZD	
				<b>TOTAL 1</b>	<b>55 000 000,00 DZD</b>	
<b>II</b>	<b>Terrassement.</b>				172 708 652,50 DZD	
<b>1</b>	Décapage de la terre végétale épaisseur de 20 à 30 cm.	m <sup>2</sup>	232680	100,00	23 268 000,00 DZD	
<b>2</b>	Déblai en terrain meuble mise en remblais	m <sup>3</sup>	323106,69	450,00	145 398 010,50 DZD	
<b>3</b>	Remblais d'emprunt.	m <sup>3</sup>	20213,21	200,00	4 042 642,00 DZD	
				<b>TOTAL 2</b>	<b>172 708 652,50 DZD</b>	
<b>III</b>	<b>Chaussée.</b>				415 969 082,00 DZD	
<b>1</b>	Mise en place d'une couche de forme.	m <sup>3</sup>	117579,56	400,00	47 031 824,00 DZD	
<b>2</b>	Couche de fondation en GNT	m <sup>3</sup>	52728,95	2 500,00	131 822 375,00 DZD	
<b>3</b>	Couche de base en grave bitume GB	t	26902,612	5 000,00	134 513 060,00 DZD	
<b>4</b>	Couche d'imprégnation en émulsion 700 à 800 g/m.	m <sup>2</sup>	95398,8	150,00	14 309 820,00 DZD	
<b>5</b>	Couche d'accrochage dosée 200 à 300 g/m.	m <sup>2</sup>	95398,8	150,00	14 309 820,00 DZD	
<b>6</b>	Couche de roulement en béton bitumineux. BB	t	13451,306	5 500,00	73 982 183,00 DZD	
				<b>TOTAL 3</b>	<b>415 969 082,00 DZD</b>	
<b>IV</b>	<b>Assainissement.</b>	ml			12 460 000,00 DZD	
<b>1</b>	Fossé en béton	ml	5230	2 000,00	10 460 000,00 DZD	
<b>2</b>	Buse Ø 800 mm	u	2	300 000,00	600 000,00 DZD	
<b>3</b>	Buse Ø 1000 mm	u	4	350 000,00	1 400 000,00 DZD	
<b>4</b>	Dalots en béton armé 4X2,6m	m <sup>3</sup>	261,72	35 000,00	9 160 200,00 DZD	
				<b>TOTAL 4</b>	<b>12 460 000,00 DZD</b>	
<b>VI</b>	<b>Protection de pipe line</b>	u	2	2 000 000,00	4 000 000,00 DZD	
				<b>TOTAL 5</b>	<b>4 000 000,00 DZD</b>	
<b>VII</b>	<b>Signalisation,</b>				3 245 100,00 DZD	
<b>1</b>	Signalisation horizontale	ml	5817	300,00	1 745 100,00 DZD	
<b>2</b>	Signalisation verticale	u	100	15 000,00	1 500 000,00 DZD	
				<b>TOTAL 6</b>	<b>3 245 100,00 DZD</b>	
<b>X</b>	<b>Contrôle (bureau d'étude et laboratoire ).</b>	m <sup>2</sup>	2% du total (3+4+5)		15 990 877,31 DZD	
				<b>TOTAL 7</b>	<b>15 990 877,31 DZD</b>	
					<b>THT</b>	<b>679 474 777,86 DZD</b>
					<b>T.V.A 19%</b>	<b>129 100 207,79 DZD</b>
					<b>TTC</b>	<b>808 574 985,66 DZD</b>

Tableau XI-1 : Devis Estimative-Quantitative du projet

Le coût total du projet est de : **808 574 985,66 DZD**

« **Huit cent huit millions cinq cent soixante-quatorze mille neuf cent quatre-vingt-cinq virgule soixante-six Dinar Algérien** »

## Conclusion générale

L'étude de contournement de la ville de EL-HADJEB sur la RN 46 de longueur **5817 m** il prend naissance au de PK 262+450, nous a permis véritablement de faire la synthèse de toutes les connaissances, nous avons pu maîtriser à travers ce présent projet les différentes phases rentrant dans une conception de route.

Nous avons eu une connaissance général de la situation actuelle et problématique, hydraulique et géologique de la ville EL-HADJEB et sur tous dans le domaine routier la RN 46 et d'après les données de trafic que nous avons avoir par le service de DTP de wilaya de BISKRA, a fait montrer que le trafic estimé est faible par rapport à réalité ce qui nous a fait suggérer par manque d'information une nouvelle valeur qui semble logique et qui nous a donné une capacité de 2 X 2 voies pour le projet et d'après l'étude de dimensionnement de corps de chaussée nous avons vu les deux méthodes empiriques la méthode de CBR et la méthode de catalogue, et après avoir comparé entre les deux nous avons choisir la structure obtenu par la méthode de catalogue. D'autre part on a défini les trois éléments géométriques de la route qui la compose en tracé en plan, profil en long et le profil en travers, et conception de trois giratoires et l'avant dernier point est que nous avons réalisé une étude détaille d'assainissement routière pour dimensionner les ouvrages hydrauliques. Finalement on a défini les cubatures des terrassements. On a déterminé les quantités des matériaux nécessaire à ce projet et nous avons estimé un devis approximatif du cout de la réalisation du projet qui est évalué à **803.643.973,07 DA**.

Ce projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui pourront se présenter dans un projet routier. Il était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet d'étude des travaux publics en général et un projet routier en particulier et par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin comme **AUTOCAD**, et **COVADIS** surtout **CIVIL 3D** ou j'ai bien compris les fonctions et les principes utiliser par le logiciel pour faires les calculs aussi j'ai appris comment appliquer les normes Algériennes de conception géométriques dans le logiciel.

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle et même académique.

## Bibliographie

- Ahmed, K. F.-Z. (11-2012). *Manuel de Projet de Routes* . Alger: L'office des publications universitaires .
- Arour, E. (2014, Octobre). *Carte de situation géographique de la wilaya de BISKRA*. Récupéré sur Découpage administratif de l'Algérie & Monographie:  
<http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueBISKRA.html>
- BEVRD. (2020). Carte de réseau routier de la wilaya de Biskra. Biskra, Direction de Travaux Publics, Algérie.
- biskra, D. d. (2020). *réseau routier de la commune d'El-hadjeb*. Biskra .
- Carte géologique de la commune de El-hadjeb. (2020). El-hadjeb, Biskra, Algérie .
- d'infrastructure, D. d. (Octobre 1977). *Des générales Techniques et Economiques des Amenagements Routiers , B40 Normes Techniques d'Amenagement des Routes*. Algérie .
- HADJEB, A. E. (2020). LE PLAN DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET D'URBANISME (PDAU). EL HADJEB, BISKRA, ALGERIE.
- hydraulique, D. d. (2020). Carte hydrologique de Biskra . El-hadjeb, Biskra , Algérie .
- KARA, B. (2013). *Cours de route : Conception des chaussées*. Alger: Ecole Nationale supérieure des Travaux Publics.
- KARA, B. (2013). *Cours de route: Profil en Travers* . Alger: Ecole Nationale supérieure des Travaux Publics.
- KARA, B. (2013). *Cours route : L'étude de trafic*. Alger: Ecole Nationale supérieure des Travaux Publics.
- KARA, D. (2013). *Cours de route : Cubatures*. Algérie : Ecole Nationale supérieure des Travaux Publics.
- Publics, O. N. (Algérie). *Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves : Fascicule 2*. Novembre 2001: Organisme National de Contrôle Technique des Travaux Publics.
- Publics, O. N. (Novembre 2001). *Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves Fascicule 1*. Algérie: Organisme National des Contrôle Technique des Travaux Publics.
- Publics, O. N. (Novembre 2001). *Catalogue de Dimensionnement des chaussées Neuves Fascicule 3*. Algérie : Organisme National des Contrôle Technique des Travaux Publics .
- SETRA, S. d. (Décembre 1998). *Aménagement des Carrefours Interurbains sur les routes principales Carrefours Plans* . France : Service d'étude technique des routes et autoroutes .

*Tableau de Clothoide.* (s.d.).

technique, D. d. (Juin1978). *Etude genralités technique et economiques des aménagements routiers: B30 maneul de capacité des routes.* Algérie.

*Wilaya de Biskra.* (2020, Juillet 22). Récupéré sur Wikipedia:  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya\\_de\\_Biskra](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Biskra)

*الحاجب (ولاية بسكرة)*. (2020, mai 2). Récupéré sur Wikipedia:  
[https://ar.wikipedia.org/wiki/الحاجب\\_\(ولاية\\_بسكرة\)](https://ar.wikipedia.org/wiki/الحاجب_(ولاية_بسكرة))