

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
*Université MOULOUD MAMMERY de Tizi-Ouzou*

*Faculté du Génie de la Construction*

*Département de Génie Civil*



**EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN GENIE CIVIL**

**OPTION : VOIES ET OUVRAGES D'ART (VOA)**

# Mémoire de fin d'études

## THEME

Etude d'aménagement de la déviation de la ville de Draa El Mizan en 2 x 1 voies sur 3 km avec conception d'un échangeur et de deux carrefours plans



**Elaboré par :**

- LAMALI REZIKA
- BOUGUERROUMA AMEL

**Encadré par :**

- Mr. GABI SMAIL

**Promotion**  
**2014/2015**

## **REMERCIEMENT**

*Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux de nous avoir donné la santé et le courage de mener à bien ce modeste travail*

*Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens et leurs patiences*

*Le succès et l'accomplissement de cette thèse est le fruit d'effort de confiance de dévouement offert par notre encadreur Mr GABI. Nous remercions également Mr DAHMOUS et Mr DJEMAI pour leur aide précieuse.*

*Sans oublier le personnel administratif de la DTP de TIZI OUZOU et de bureau d'étude ETAG et SAETI*

# *Dédicace*

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur que je dédie du fond du cœur à ceux que j'aime et je les remercie en exprimant la Gratitude et la reconnaissance durant toute mon existence*

*Je dédie ce modeste travail:*

*A ma plus belle étoile qui puisse exister dans l'univers ma  
Chère mère*

*A mon cher père : le plus beau et bon de tous les  
Pères*

*A ma très chère sœur SAFIA et son époux SALEM*

*A mes très chères frères : KARIM, ABDANOUR, SAID*

*A ma binôme AMEL*

*A toute la section V.O.A*

**LAMALI REZIKA**

# *Dédicace*

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur que je dédie du fond du cœur à ceux que j'aime et que je remercie en exprimant la Gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence*

*Je dédie ce modeste travail:*

*A mon cher père, le plus beau et bon de tous les Pères «MOHAMMED*

*A ma défunte maman*

*A mes très chères sœurs : WASSILA ; NADA ; MALIKA ; KAHINA et LYZA*

*A mes très chères tatas et grand-mère*

*A ma binôme REZIKA*

*A toute la section V.O.A*

***BOUGUERROUMA AMEL***

# **SOMMAIRE**

## **Introduction générale : .....1**

### **Chapitre I : présentation et choix de variantes du projet.**

#### **Introduction :.....2**

#### **I-1 Aperçu sur la wilaya de Tizi-Ouzou: .....2**

##### **I-1-1 situation géographique et population : ..... 2**

##### **I-1-2 Données économiques :..... 5**

#### **I-2 Aperçus sur La ville de Draa El Mizan:.....5**

##### **I-2-2 Descriptions du projet : ..... 6**

##### **I-2-3 problématique et justification du projet :..... 6**

##### **I-2-4 objectifs du projet : ..... 7**

#### **I-3 Phase APS:..... 7**

##### **I-3-1 Etude des variantes:..... 7**

##### **I-3-2 Analyse comparative des variantes :..... 11**

##### **I-3-2 les enjeux :..... 11**

##### **I-3-3 variante retenue : ..... 12**

#### **I-4 Phase ADP : ..... 13**

##### **I-4-1 Description de la variante retenue : ..... 13**

#### **Conclusion : ..... 15**

### **Chapitre II : Etude du trafic**

#### **Introduction : ..... 16**

#### **II-1 Analyse de trafics : ..... 16**

#### **II-2 Type de trafic : ..... 16**

#### **II-3 Modèles de présentation de trafic : ..... 17**

##### **II-3-1 Prolongation de l'évolution passée : ..... 17**

##### **II-3-2 Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques : ..... 17**

##### **II-3-3 Modèle gravitaire : ..... 18**

##### **II-3-4 Modèle de facteurs croissance :..... 18**

<b>II-4 Définition de la capacité :</b> .....	<b>18</b>
<b>II-5 La procédure de détermination de nombre de voies :</b> .....	<b>18</b>
<b>II-5-1 Calcul de TJMA horizon :</b> .....	<b>19</b>
<b>II-5-2 Calcul de trafic effectif :</b> .....	<b>19</b>
<b>II-5-3 calcul du débit de point horaire normal :</b> .....	<b>20</b>
<b>II-5-4 calcul du débit horaire admissible :</b> .....	<b>20</b>
<b>II-5-5 Calcul de nombre de voies :</b> .....	<b>21</b>
<b>II-6 Application au projet :</b> .....	<b>22</b>
<b>II-6-1 Calcul de la TJMA<sub>2007</sub> :</b> .....	<b>22</b>
<b>II-6-2 Données du trafic :</b> .....	<b>23</b>
<b>II-6-3 procédure de calcul :</b> .....	<b>23</b>
<b>Conclusion:</b> .....	<b>26</b>

### Chapitre III : Etude Géotechnique

<b>Introduction :</b> .....	<b>27</b>
<b>III-1 Reconnaissance in-situ :</b> .....	<b>27</b>
<b>III-2 les différents essais au laboratoire :</b> .....	<b>28</b>
<b>III-2-1 Les essais d'identifications :</b> .....	<b>28</b>
<b>III-2-2 Essais mécaniques :</b> .....	<b>34</b>
<b>III-3 résultats des essais :</b> .....	<b>38</b>
<b>Conclusion :</b> .....	<b>38</b>

### Chapitre IV : Dimensionnement du corps de chaussée.

<b>Introduction :</b> .....	<b>39</b>
<b>IV-1-Principe de constitution des chaussées :</b> .....	<b>39</b>
<b>IV-2 la chaussée :</b> .....	<b>39</b>
<b>IV-2-1 Définition :</b> .....	<b>39</b>
<b>IV-2-2 Rôle des différentes couches d'une structure de chaussée :</b> .....	<b>39</b>
<b>IV-3 Méthodes de dimensionnement :</b> .....	<b>42</b>
<b>IV-3-1 Méthode CBR :</b> .....	<b>42</b>

<b>IV-3-2 méthode du catalogue algérien de dimensionnement des chaussées neuves :</b> .....	<b>46</b>
<b>IV-4 vérification a la fatigue des structures et de la déformation du sol support :</b> .....	<b>53</b>
<b>IV-4-1 Calcul théorique :</b> .....	<b>53</b>
<b>Conclusion :</b> .....	<b>60</b>

## **Chapitre V : Etude Géométrique**

<b>Introduction :</b> .....	<b>61</b>
<b>V-1 Trace en plan:</b> .....	<b>61</b>
<b>V-1-1 Paramètres fondamentaux d'un tracé routier :</b> .....	<b>62</b>
<b>V-1-2 Les éléments du tracé en plan :</b> .....	<b>65</b>
<b>V-1-3 récapitulatif des résultats :</b> .....	<b>75</b>
<b>V-1-4 Description de l'axe en plan :</b> .....	<b>77</b>
<b>V-2 Profil en long :</b> .....	<b>78</b>
<b>V-2-1 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :</b> .....	<b>78</b>
<b>V-2-2 Coordination du tracé en Plan et Du profil en long :</b> .....	<b>73</b>
<b>V-2-3 Paliers et déclivités :</b> .....	<b>79</b>
<b>V-2-4 Raccordements en profil en long :</b> .....	<b>82</b>
<b>V-2-5 Détermination pratiques du profil en long :</b> .....	<b>82</b>
<b>V-2-5 Application au projet :</b> .....	<b>85</b>
<b>Introduction :</b> .....	<b>61</b>
<b>V-1 Trace en plan:</b> .....	<b>61</b>
<b>V-1-1 Paramètres fondamentaux d'un tracé routier :</b> .....	<b>62</b>
<b>V-1-2 Les éléments du tracé en plan :</b> .....	<b>65</b>
<b>V-1-3 récapitulatif des résultats :</b> .....	<b>75</b>
<b>V-1-4 Description de l'axe en plan :</b> .....	<b>77</b>
<b>V-2 Profil en long :</b> .....	<b>78</b>
<b>V-2-1 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :</b> .....	<b>78</b>
<b>V-2-2 Coordination du tracé en Plan et Du profil en long :</b> .....	<b>73</b>
<b>V-2-3 Paliers et déclivités :</b> .....	<b>79</b>

<b>V-2-4 Raccordements en profil en long :</b> .....	<b>82</b>
<b>V-2-5 Détermination pratiques du profil en long :</b> .....	<b>82</b>
<b>V-2-6 Application au projet (exemple de calcul du profil en long).</b> ....	<b>85</b>
<b>V-2-7 Description du profil en long de la déviation :</b> .....	<b>87</b>
<b>V-3 Profil en travers :</b> .....	<b>88</b>
<b>V-3-1 Eléments constituant le profil en travers :</b> .....	<b>89</b>
<b>V-3-2 Largeur de la chaussée :</b> .....	<b>90</b>
<b>V-3-3 Sur-largeur :</b> .....	<b>91</b>
<b>V-3-4 Nombre de voies :</b> .....	<b>91</b>
<b>V-3-5 Classification de profil en travers :</b> .....	<b>91</b>
<b>V-3-6 Profil en travers sous l’ouvrage d’art :</b> .....	<b>91</b>
<b>V-3-7 Profil en travers sur l’ouvrage d’art :</b> .....	<b>92</b>
<b>V-3-8 Profil en travers des bretelles:</b> .....	<b>92</b>
<b>V-3-9 Application au projet :</b> .....	<b>92</b>
<b>V-4 Cubatures :</b> .....	<b>94</b>
<b>V-4-1 Méthodes de calcul :</b> .....	<b>94</b>
<b>V-4-2 Résultat de calcul des cubatures :</b> .....	<b>97</b>

## **Chapitre VI Choix et aménagement de l’échangeur.**

<b>Introduction :</b> .....	<b>98</b>
<b>VI-1 Règles de conception :</b> .....	<b>93</b>
<b>VI-2 définition et rôle d’un échangeur :</b> .....	<b>94</b>
<b>VI-3 Caractéristiques géométriques des échangeurs :</b> .....	<b>100</b>
<b>VI-3-1 Pont :</b> .....	<b>100</b>
<b>VI-3-2 Carrefour plan :</b> .....	<b>100</b>
<b>VI-3-3 Bretelles :</b> .....	<b>100</b>
<b>VI-4 Types d’échangeur :</b> .....	<b>101</b>
<b>VI-4-1 Echangeurs majeurs :</b> .....	<b>101</b>
<b>VI-4-2 Echangeur mineur :</b> .....	<b>102</b>
<b>VI-5 Choix de l’échangeur:</b> .....	<b>102</b>
<b>VI-6 Application au projet :</b> .....	<b>103</b>

<b>VI-6-1 Choix de type d'échangeur :</b> .....	<b>104</b>
<b>VI-6-2 Description des axes par le logiciel « piste+5.05 :</b> .....	<b>109</b>
<b>VI-6-3 Plan de l'échangeur :</b> .....	<b>112</b>

## **Chapitre VII Carrefours.**

<b>Introduction :</b> .....	<b>113</b>
<b>VII-1 Définition :</b> .....	<b>109</b>
<b>VII-2 Aménagement des carrefours :</b> .....	<b>109</b>
<b>VII-3 Choix de l'aménagement :</b> .....	<b>110</b>
<b>VII-4 Types des carrefours :</b> .....	<b>110</b>
<b>VII-5 Application au projet :</b> .....	<b>111</b>
<b>VII-5-1 Carrefour plan ordinaire au PK3+019 :</b> .....	<b>111</b>
<b>VII-5-2 Carrefour giratoire au PK1+600 :</b> .....	<b>116</b>

## **Chapitre VIII Ouvrage d'art**

<b>Introduction :</b> .....	<b>123</b>
<b>VIII-1 Présentation de l'ouvrage :</b> .....	<b>123</b>
<b>VIII-2 Profil en long :</b> .....	<b>123</b>
<b>VIII-3 Conception:</b> .....	<b>123</b>
<b>VII-4 Caractéristique de l'ouvrage:</b> .....	<b>123</b>
<b>VII-5 Choix du type d'ouvrages :</b> .....	<b>124</b>
<b>VIII-5-1 Les ponts en béton armé.....</b> .....	<b>124</b>
<b>VII-5-2 Les ponts en béton précontraint :</b> .....	<b>125</b>
<b>Conclusion :</b> .....	<b>126</b>

## **Chapitre IX Assainissement**

<b>Introduction :</b> .....	<b>130</b>
<b>IX-1 Objectif de l'assainissement :</b> .....	<b>130</b>
<b>IX-2 Rétablissement des écoulements naturels :</b> .....	<b>131</b>

<b>IX-3 La collecte et l'évacuation des eaux de surface :</b>	<b>132</b>
<b>IX-3-1 La couche de roulement :</b>	<b>130</b>
<b>XI-4 Drainage des eaux souterraines:</b>	<b>133</b>
<b>IX-4-1 Nécessité Du Drainage Des Eaux Souterraines :</b>	<b>131</b>
<b>IX-4-2 Protection Contre La Nappe Phréatique :</b>	<b>131</b>
<b>IX-5 Définitions :</b>	<b>132</b>
<b>IX-5-1 Bassin versant :</b>	<b>132</b>
<b>IX-5-2 Collecteur principal (canalisation):</b>	<b>132</b>
<b>IX-5-3 Chambre de visite (cheminée):</b>	<b>132</b>
<b>IX-6 Dimensionnement des ouvrages de rétablissement des écoulements:</b>	<b>133</b>
<b>IX-6-1 Estimation Des Débits D'apport (Qa) :</b>	<b>133</b>
<b>IX-6-2 Calcul de débit de saturation (QS):</b>	<b>136</b>
<b>IX-7 Dimensionnement du réseau de drainage des rampes:</b>	<b>137</b>
<b>XI-7-1 Dimensionnement des buses :</b>	<b>137</b>
<b>IX-7-2 Dimensionnement des dalots :</b>	<b>142</b>
<b>XI-7-3 Dimensionnement des fossés :</b>	<b>143</b>
<b>XI-8 Application au projet :</b>	<b>145</b>
<b>IX-8-1 Calcul hydraulique :</b>	<b>145</b>
<b>XI-8-2 Dimensionnement :</b>	<b>148</b>
<b>IX-9 Récapitulatif des resultats :</b>	<b>150</b>

## Chapitre X signalisation et Eclairage

<b>X.-1 Signalisation :</b>	<b>150</b>
<b>X-1-1 Introduction :</b>	<b>150</b>
<b>X-1-2 L'objet de la signalisation routière :</b>	<b>152</b>
<b>X-1-3 Catégories de signalisation :</b>	<b>152</b>
<b>X-1-4 Règles à respecter pour la signalisation :</b>	<b>152</b>
<b>X-1-5 Types de signalisation :</b>	<b>153</b>
<b>X-1-6 Application au projet :</b>	<b>156</b>
<b>X-2 Eclairage :</b>	<b>159</b>

<b>X-2-1 introductions :</b> .....	<b>159</b>
<b>X-2-2 Eclairage d'un point singulier :</b> .....	<b>160</b>
<b>X-2-3-Paramètre de l'implantation des luminaires</b> .....	<b>160</b>
<b>X-2-4-APPLICATION AU PROJET :</b> .....	<b>161</b>

## **Chapitre XI Impact sur l'environnement**

<b>XI-1 Introduction</b> .....	<b>163</b>
<b>XI-2 Cadre juridique:</b> .....	<b>163</b>
<b>XI-2-1 L'eau :</b> .....	<b>164</b>
<b>XI-2-2 Faune, Et Flore :</b> .....	<b>165</b>
<b>XI-2-3 L'air :</b> .....	<b>165</b>
<b>XI-2-4 Le Bruit :</b> .....	<b>166</b>
<b>XI-2-5 La Destruction :</b> .....	<b>166</b>
<b>XI-1-6 La Sécurité :</b> .....	<b>167</b>
<b>XI-3 Conclusion :</b> .....	<b>167</b>

## **Chapitre XII Devis quantitatif et estimatif**

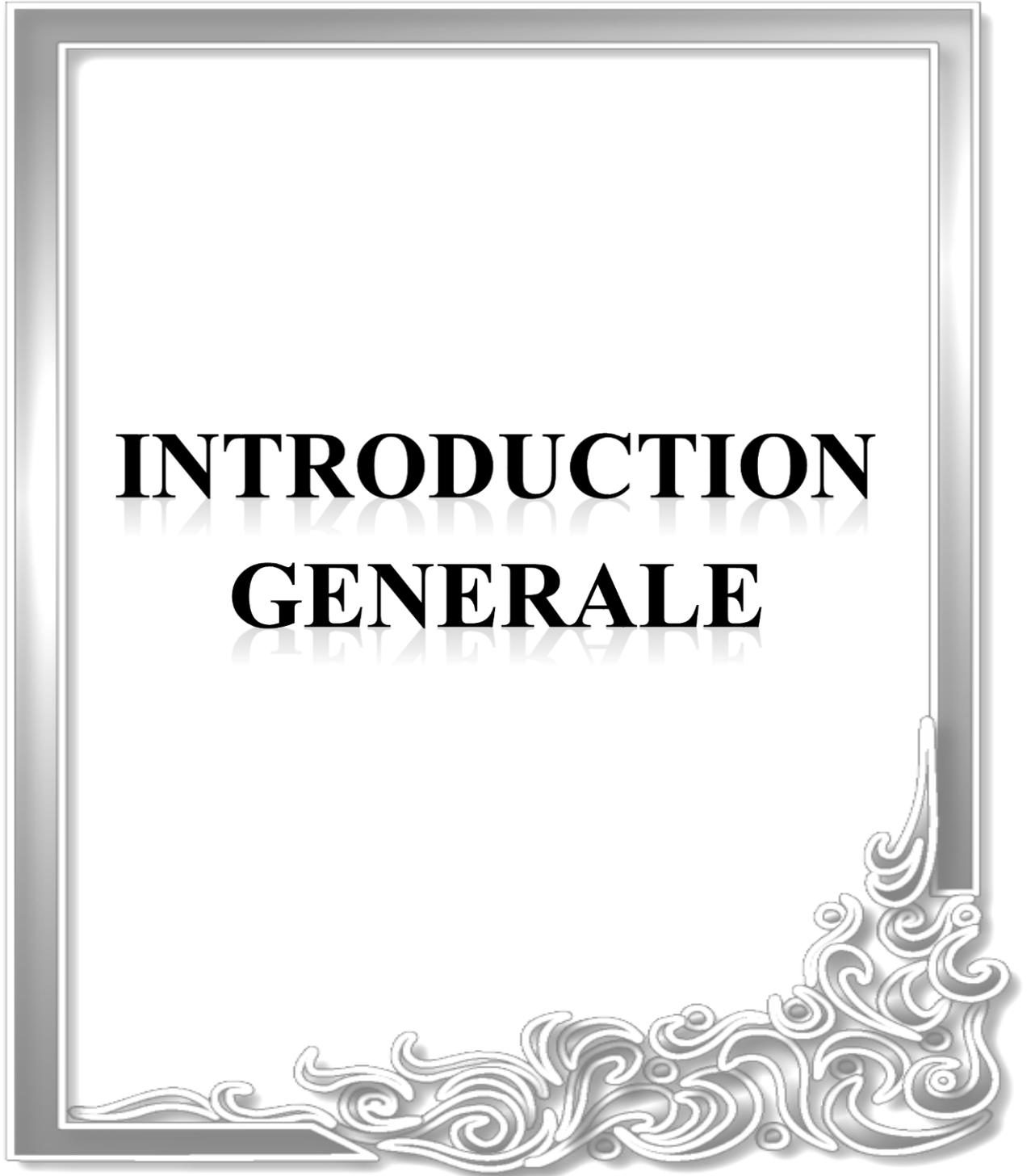
<b>Devis quantitatif et estimatif :</b> .....	<b>167</b>
-----------------------------------------------	------------

<b>Conclusion Générale :</b> .....	<b>168</b>
------------------------------------	------------

## **Bibliographie**

## **Annexes**

# **INTRODUCTION GENERALE**



## Introduction Générale

La route synonyme de liberté, de communication et de développement économique est une infrastructure plus que jamais indispensable.

Le secteur du transport est un secteur stratégique sur les plans économique et social. Il concourt à la satisfaction des besoins essentiels de la population et impulse et conforte le reste de l'économie nationale dont il constitue une véritable locomotive, comme cela a été le cas dans l'histoire des pays actuellement développés, ou en voie de développement.

Pour Tizi-Ouzou, le transport routier joue un rôle majeur dans la mesure où la route supporte plus de 90% du trafic de marchandises et de voyageur.

La croissance socioéconomique impose la préservation et la rénovation de ses infrastructures routières qui sont les préoccupations dominantes des responsables du domaine des travaux publics. Prenant conscience du problème de la saturation, ils ont tendus progressivement à des techniques de réalisation nouvelles qui peuvent faciliter la circulation et amortir l'augmentation du trafic.

En effet, le réseau routier de Tizi-Ouzou souffre de l'insuffisance, pour contenir la forte demande en transport compte tenu de l'évolution actuel et des prévisions futures.

Cela est dû au fait que :

- Il est l'héritage de la période coloniale au profit de laquelle il a été conçu,
- il n'arrive plus à contenir tous les mouvements nés de l'activité économique récente.

Notons qu'un programme du renforcement des infrastructures est lancé en raison de la forte demande générée par la croissance démographique.

Notre étude s'inscrit dans ce contexte, en effet, elle traite le projet de la déviation de la ville de Draa El Mizan intitulé «Evitement de la ville de Draa El Mizan en 1×2 voies bidirectionnelles sur un linéaire de 3km avec conception d'un échangeur et deux carrefours » qui a été proposé par la DTP (Direction des travaux publics) de Tizi-Ouzou, dont le but étant de désengorger le réseau routier de la ville de Draa El Mizan et désenclaver le sud de la ville.

Cette nouvelle infrastructure devra permettre en premier lieu de diminuer la charge sur la route et donner une dynamique à l'économie régionale.

Au cours de ce travail, on est appelé à appliquer et compléter les connaissances théoriques acquises durant les cycles de formation et se mettre face aux problèmes réels existants concernant l'étude et la réalisation des projets routiers, afin d'apprendre cette profession et d'enrichir nos connaissances dans ce domaine.



**Présentation et choix de variantes du projet.**

**Introduction :**

A la fin de 1999, seul 16 % du réseau routier se trouvait en bon état, conscient que le développement de la Wilaya passe par le développement de ses infrastructures de base, les programmes d'investissements publics lancés durant cette période avaient pour principaux objectifs :

- De répondre à une forte demande de la société concernant l'amélioration de la sécurité routière, par des actions d'aménagement des routes existantes ainsi que par la réalisation de nouvelles routes;
- De réaliser des contournements du chef-lieu de Wilaya et de certaines grandes agglomérations.
- D'assurer un entretien adéquat, élément décisif pour la pérennité du réseau routier et du maintien d'un bon niveau de service pour les usagers.

**I-1 Aperçu sur la wilaya de Tizi-Ouzou:****I-1-1 situation géographique et population :**

La wilaya de Tizi-Ouzou se situe à 100 kilomètres de la capitale du pays (Alger) et à 80 kilomètres de l'Aéroport international d'Alger, elle s'étend sur une superficie dominée par des ensembles montagneux, un potentiel agricole cultivable très faible (32%), une densité de la population et une ouverture sur la mer méditerranée par 70 Kms de côte.

La wilaya de Tizi Ouzou est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord,
- La Wilaya de Bouira au Sud,
- La Wilaya de Boumerdes à l'Ouest,
- La Wilaya de Bejaia à l'Est.
- Le découpage administratif de la wilaya est présenté dans la figure I-1 :

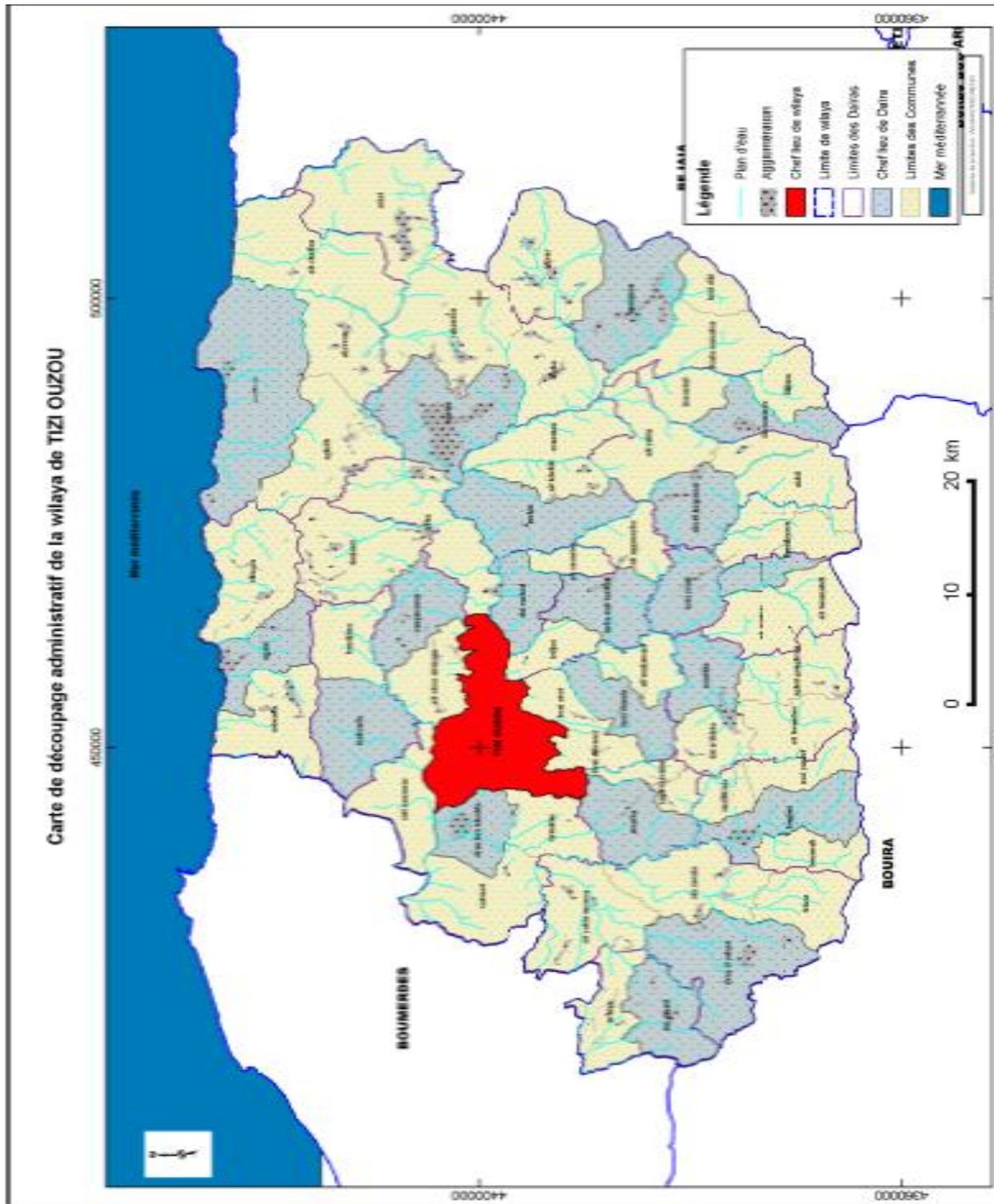


Figure I-1 : Découpage administratif de la wilaya de Tizi-Ouzou.

La wilaya de Tizi-Ouzou présente un relief montagneux fortement accidenté qui s'étale sur une superficie de 2994 km<sup>2</sup>. Elle comprend une chaîne côtière composée des Dairas de Tizirt, Azeffoun, un massif central situé entre l'Oued Sebaou et la dépression de Draa El Mizan et Ouadhias.

<b>Daïra</b>	<b>Nombre de communes</b>	<b>Superficie en Km<sup>2</sup></b>	<b>Population en 2015</b>
Aïn-El-Hammam	04	144,89	68 786
Azazga	05	360,27	97 298
Azeffoun	04	319,01	48 876
Beni Douala	04	102,35	65 218
Beni Yenni	03	82,74	23 240
Boghni	04	122,13	85 886
Bouzeguene	04	209,98	69 049
Draa-Ben-Khedda	04	239,22	98 663
<b>Draa El Mizan</b>	<b>04</b>	<b>240,22</b>	<b>110 539</b>
Iferhounen	03	84,48	41 214
Larbaa Nath Irathen	03	65,49	60 311
Maatkas	02	66 ,15	57 349
Makouda	02	92,37	48 723
Mekla	03	129,25	63 426
Ouacifs	03	75,00	34 257
Ouadhias	04	139,54	73 549
Ouaguenoun	03	141,22	79 789

<b>Tigzirt</b>	<b>03</b>	<b>166.39</b>	<b>44 048</b>
<b>Tizi Gheniff</b>	<b>02</b>	<b>35.84</b>	<b>46 964</b>
<b>Tizi ouzou</b>	<b>01</b>	<b>102,36</b>	<b>149 099</b>
<b>Tizi Rached</b>	<b>02</b>	<b>44,79</b>	<b>455</b>

**Tableau I-1**

**I-1-2 Données économiques :**

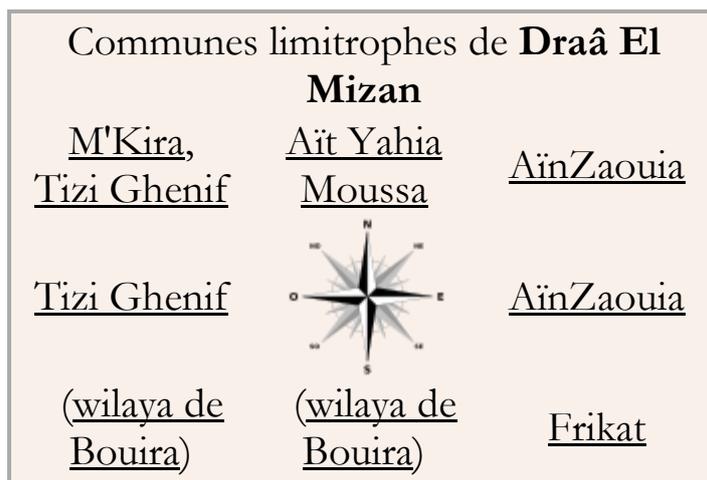
- **Ressources naturelles :**
  - Surface agricole totale : 143.253 ha ;
  - Surface agricole utile : 98.841ha ;
  - Surface des forêts : 115000 ha.
  
- **Ressources en eau :**
  - Grand barrage de taksebt capacité de 175 millions M3 ;
  - Petits barrages : Ain Zaouia, Tizi-Ghenif, Djebba et Draa ; El Mizan d'une capacité de 645 M<sup>3</sup> ;
  - Forages : capacité de 55 millions de M3.
  
- **Réseau routier :**
  - routes Nationales : 604, 956 kms
  - Chemins de Wilaya : 652,273 kms
  - Chemins communaux : 3.548,164 kms

**I-2 Aperçus sur La ville de Draa El Mizan:**

Draâ El Mizan est une ville algérienne, située dans le daïra de Draâ El Mizan et la wilaya de Tizi Ouzou.

La ville s'étend sur 80,8 km<sup>2</sup> et compte 38 886 habitants depuis le dernier recensement de la population. La densité de population est de 481 habitants par km<sup>2</sup> sur la ville. Entourée par Frikat, Aïn Zaouia et Aomar, Draâ El Mizan est située à 6 km au nord-est d'Aomar la plus grande ville aux alentours.

Située à 432 mètres d'altitude, la ville de Draâ El Mizan a pour coordonnées géographiques Latitude: 36° 32' 8" nord ; Longitude: 3° 50' 3" est.



### I-2-2 Descriptions du projet :

La présente étude porte sur l'aménagement d'une déviation de la ville de Draa-El-Mizan, reliant la route nationale 30 qui mène vers Boghni et la route nationale 25 qui mène vers Aomar.

### I-2-3 problématique et justification du projet :

Cette nouvelle route désertera la ville de Draa El Mizan qui rencontre de réels problèmes en matière de :

- **Fluidité du trafic :** compte tenu du taux important de poids lourds qui traversent le centre-ville de Draa El Mizan, la RN25 n'est plus adaptée aux différents flux de déplacements qu'elle supporte.
- **Sécurité :** forts ralentissements sur un axe supportant un trafic très important de poids lourds, d'engins agricoles et de nombreux transports circulants sur un axe non adapté. Ceci induit des dépassements dangereux effectués par les autres véhicules et multiplie les risques d'accidents.
- **Environnement :** mauvaises conditions de vie pour les riverains, nuisance sonores et problèmes de pollution de l'air.

Du fait de ces difficultés rencontrées, cette situation explique l'urgence de cet aménagement afin de permettre la fluidité du trafic à moyen et à long terme et assurer la sécurité de l'utilisateur.

**I-2-4 objectifs du projet :**

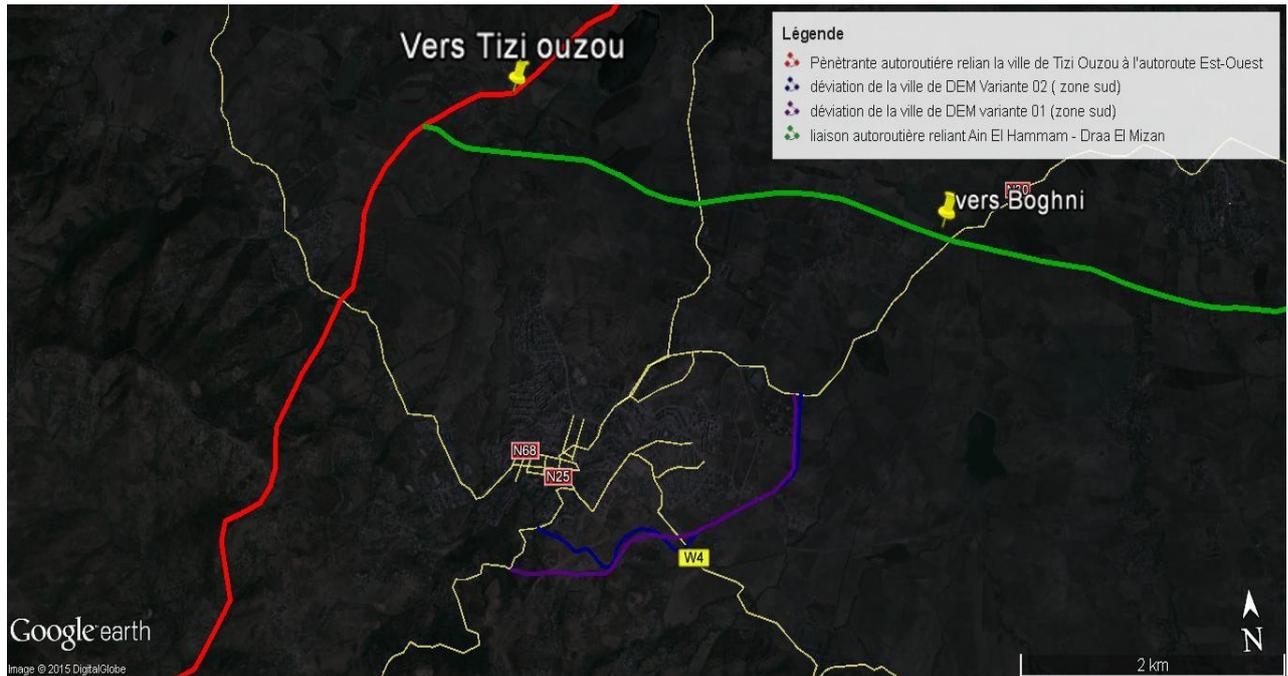
- Assurer l'adaptabilité du projet à l'environnement.
- Assuré la cohérence du réseau et l'homogénéité du trafic.
- Assurer la sécurité des usagers.
- Assuré la rapidité, le confort et la lisibilité le plus possible.
- Amélioré le cadre de vie des riverains de la commune traversée (nuisances sonores, pollution et sécurité).
- Reprendre aux besoins des populations et des activités localisées dans le territoire desservis.
- Assurer une liaison pour les trafics locaux aux routes nationales RN25 et RN30.

**I-3 Phase APS:****I-3-1 Etude des variantes:**

Dans le cadre de reprendre aux exigences des élus et d'une majorité de la population riveraine de Draa El Mizan soumise aux nuisances générées par le trafic et l'amélioration les caractéristiques techniques et développement économiques de ce territoire, différentes couloirs ont été envisagés en phase préliminaire pour l'aménagement de cette déviation entre la RN30 et la RN25.

Après une analyse approfondit des différents couloirs il a été conclus que :

- Pour la zone nord-ouest aucune variante n'est à prévoir vu qu'on sort des limites du plan directeur d'aménagement urbain (PDAU) de la ville de Draa El Milan.
- Pour la zone sud on a deux variantes à retenir :
  - ❖ Proposition du bureau d'étude (Variante 01).
  - ❖ Notre proposition (Variante 02).



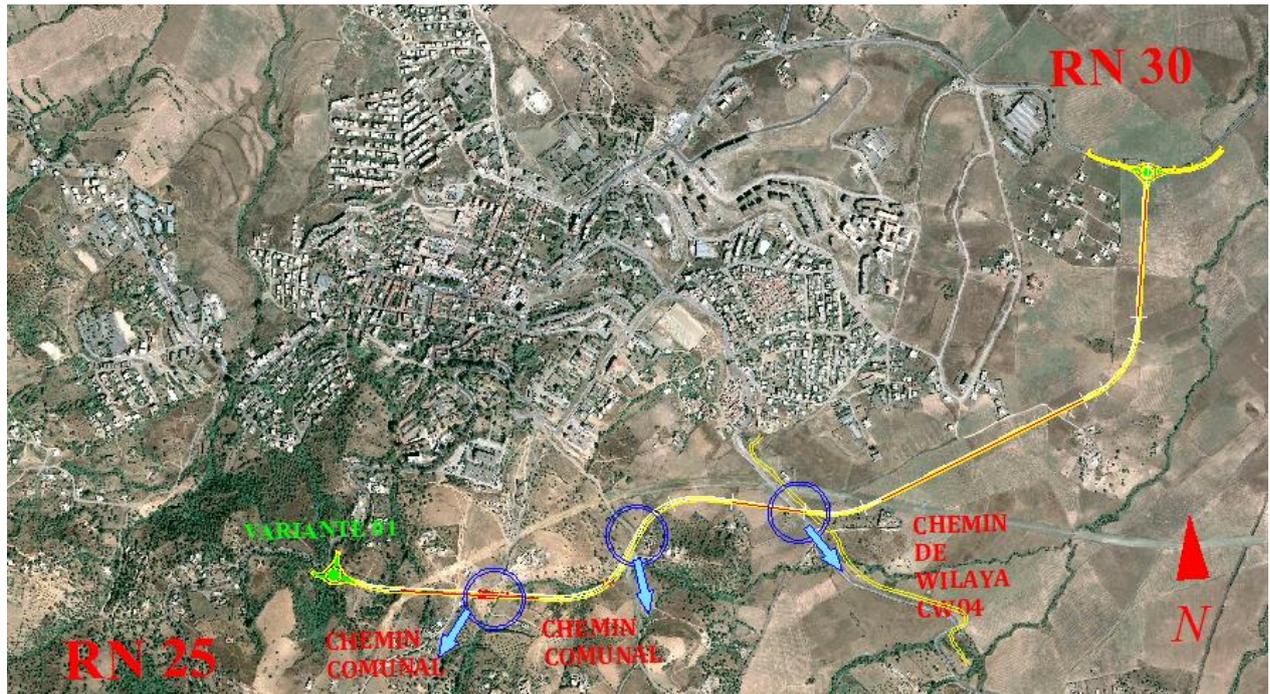
**Figure I-2 : représentation des variantes sur carte satellite.**

### **I-3-1-1 Variante 01 (proposition du bureau d'étude) :**

Elle prend son origine sur la RN30 côté sud-est en allant vers Boghni du côté sud du quartier BENABDELLAH pour rejoindre la RN25 côté sud-ouest en allant vers Aomar au-dessous de la casse auto.

#### **❖ Particularités :**

- Tracé neuf.
- Un couloir de 3km.
- Aménagement de deux carrefours giratoires à trois branches des deux extrémités de la route.
- Une chaussée de 10m
- Aménagement de deux carrefours plans ordinaires pour rétablir la communication entre les deux chemins communaux traversés et la déviation.
- Aménagement d'un carrefour dénivelé pour rétablir la communication entre le CW04 et la déviation.



**Figure I-3 : représentation graphique de la variante 01.**

❖ **Inconvénients :**

- Relief assez accidenté avec des pentes atteignant les 16 % ce qui génère des terrassements importants tout en sachant qu'ils représentent jusqu'à 30% du cout de réalisation.
- Un nombre important de cours d'eau permanant à traversés ce qui entraine un ajout d'ouvrage d'assainissement.
- Passage sur plusieurs terrain privées et certains terrains agricoles ce qui génère un cout élevé d'expropriation et une perturbation des activités agricoles du territoire.
- Passage à deux reprises sur la conduite d'eau ANBT.
- Expropriation d'une demeure privée et déplacement de deux lignes électriques.

**I-3-1-2 Variante 02 (notre proposition) :**

Elle prend son origine comme la variante 01 sur la RN30 coté sud-est en allant vers Boghni en passant du côté sud du quartier BENABDELLAH pour rejoindre la RN25 côté sud-ouest en allant vers Aomar au-dessous de l'Hôpital de Krim Belkacem.

❖ **Particularités :**

- Tracé neuf
- Une chaussée de 12 m
- Aménagement de carrefours plans ordinaires pour le rétablissement de communication
  - Entre La RN25, la route menant vers l’Hôpital et la déviation.
  - Entre la déviation et le chemin communaux.
- Aménagement d’un carrefour giratoire pour le rétablissement de communication Entre la déviation et le chemin de wilaya le CW04.
- Aménagement d’un carrefour dénivelé pour rétablir la communication entre la RN30 et la déviation.



Figure I-4 : représentation graphique de la variante 02

❖ **Inconvénients :**

- Passage à 4 reprises sur la conduite d’eau A.N.B.T.
- Relief accidenté avec des pentes atteignant les 9%.
- Nécessité d’élargir le dalot existant sur de la RN25 de 7.5m à 18.5m pour s’adapter au nouveau carrefour.
- Passage dans une zone d’habitation précaire.

**I-3-2 Analyse comparative des variantes :****I-3-2-1 récapitulatif des variantes :**

	Variante 01	Variante 02
Ouvrage d'arts (unité)	01	01
Giratoires (unité)	02	01
Carrefour dénivelé (unité)	01	01
Carrefour plan ordinaires (unité)	02	03
Longueur (m)	3019	3005
Volume déblais (m <sup>3</sup> )	319 620,02	65 497.75
Volume remblais (m <sup>3</sup> )	223 608	40 565

**Tableau I-2 : récapitulatif des principales caractéristiques des Variantes.**

**I-3-2 les enjeux :**

Enjeux	Variante 01	Variante 02
Topographie		
Milieu naturel		
Proximité d'habitations		
Terrain agricoles traversés		

Sécurité		
Desserte		
Réalisation des travaux sous circulation (phasage)		
Ouvrages a réalisés		
Carrefours		
Terrassement		
Cout de réalisation		
Résultat		

Tableau I-3 : les enjeux de chaque variante.

Impacts négatifs	Impacts faibles	Pas d'Impacts
------------------	-----------------	---------------

**I-3-3 variante retenue :**

La comparaison multicritères fait que la variante, présentant le meilleur compromis entre impacts positif et impacts négatifs sur la zone d'étude, est la **variante 02** que nous avons proposée.

Elle propose le meilleur parti d'aménagement du point de vue technique et économique et remplit nettement son rôle pour lequel elle est destinée.

**I-4 Phase ADP :**

**I-4-1 Description de la variante retenue :**

Points kilométriques	Occupation du sol	Mesure à prendre
Du PK0+000 au PK1+000	<p>Du PK0+000 au PK0+400</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Du côté nord se trouve le quartier de BENABDELAH qui longe le tracé jusqu'au PK0+400</li> <li>-Du côté sud se trouve plusieurs terrains agricoles.</li> </ul> <p>Du PK0+400 au PK1+000</p> <p>Le tracé est bordé de part et d'autre par des terrains agricoles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nous proposons dans ce tronçon, que le tracé passe sur la limite du quartier de BENABDALAH, tout en s'assurant de s'éloigner de celui-ci d'au moins 15m, pour éviter tous désagrément des riverains d'une part et d'autre part, on passe sur les limites des terrains agricole pour éviter la perturbation de ce secteur.</li> <li>-vue l'importance du trafic sur la RN30 on propose un raccordement à celle-ci avec un échangeur trempette, pour une meilleur fluidité du trafic et éviter une grande occupation du sol comparé aux autres aménagements.</li> </ul>

Du PK1+000 au PK2+000	<p>-Du côté nord se trouve un accès à un groupe d'habitation à 10m de la route au PK1+100.</p> <p>-De part et d'autre on y trouve des terrains agricoles.</p> <p>-La route coupe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• conduite d'eau ANBT au PK1+325</li> <li>• Le CW04 au PK1+600</li> </ul>	<p>-Vue variation importante de la sinuosité de ce tronçon qui augmente considérablement à partir du PK1+700, on a essayé le plus possible</p> <p>-D'une part :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De Préserver les terrains agricoles et terrains privés.</li> <li>• De s'éloigner d'au moins 15m des agglomérations.</li> <li>• De protéger la ANBT on évitant des déblais à ce niveau et l'enveloppé dans une gaine de protection.</li> </ul> <p>D'autre part :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire au maximum les pentes assez fortes du terrain naturel pour rentrer dans les normes de conception.</li> </ul> <p>-Au croisement avec le CW04 on prévoit d'aménagé un carrefour giratoire qui assurera la fluidité du trafic dans tous les sens.</p>
--------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Points kilométriques	Occupation du sol	Mesure à prendre
Du PK2+000 au PK3+019	Du PK2+000 au PK2+675 <p>-Le tracé est bordé de part et d'autre par des oliviers jusqu'au Pk2+675</p> <p>-La route coupe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux chemins communaux au PK2+275 et au PK2+675</li> </ul>	<p>-Vue que ce tronçon présente une forte sinuosité et pleins de contraintes d'on la ANBT, la traversée de chemin communaux et de terrains privés.</p> <p>On a essayé d'une part :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De préserver au maximum les oliviers qui bordent le tracé et passé sur les limites des terrains.</li> </ul> <p>Et d'autre part :</p>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• La conduite d'eau ANBT à deux reprises au PK2+200, PK2+575</li></ul> <p>Du PK2+675 au PK3+019</p> <p>-Du côté nord se trouve une zone d'habitation précaire et l'hôpital KRIM BELKACEM.</p> <p>Du côté sud on y trouve des terrains privés.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• D'adoucir les pentes pour rentrer dans les normes de conception.</li></ul> <p>-Au PK2+800 on coupe une petite partie de zone d'habitation précaire vue que celle-ci sera prochainement rasée et de se faite éviter l'expropriation des terrains plus au sud.</p> <p>-n prévoit d'aménagé un carrefour plan ordinaire au pk3+019 pour rétablir la communication entre la RN25, l'hôpital et la nouvelle déviation, qui assurera la fluidité du trafic et minimisera l'occupation du sol.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Conclusion :** la variante retenue fera l'objet de l'étude détaillé qui suit.

# CHAPITRE II



**Etude du trafic.**

---

### Introduction :

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, pour partie «stratégie, planification» sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

- Apprécier la valeur économique des projets.
- Estimer les couts d'entretiens.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.

### II-1 Analyse de trafics :

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

Les analyses de circulation sur les diverses artères du réseau routier sont nécessaires pour l'élaboration des plans d'aménagement ou de transformation de l'infrastructure, détermination des dimensions à donner aux routes et appréciation d'utilité des travaux projetés.

Les éléments de ces analyses sont multiples :

- Statistiques générales.
- Comptages sur routes (manuels, automatique).
- Enquêtes de circulation.

### II-2 Type de trafic :

- **Trafic de transit** : origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation).
- **Trafic d'échange** : origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange).
- **Trafic local** : trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.

**II-3 Modèles de présentation de trafic :**

Dans l'étude des projections des trafics, la première opération consiste à définir un certain nombre de flux de trafic qui constitue des ensembles homogènes en matière d'évolution ou d'affectation.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

**II-3-1 Prolongation de l'évolution passée :**

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

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

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

Où :

- $TJMA_0$  : est le trafic à l'arrivée pour origine.
- $\tau$  : Est le taux de croissance.

**II-3-2 Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :**

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

- Produit nationale brute (PNB).
- Produits des carburants,

D'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort de cadre de notre étude.

**II-3-3 Modèle gravitaire :**

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au futur proche, mais il se prête mal à la projection

**II-3-4 Modèle de facteurs croissance :**

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine- destination. La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

- Le taux de motorisation des véhicules légers et utilisation.
- Le nombre d'emploi.
- La population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier

**Conclusion :**

Pour notre cas, nous utilisons la première méthode, c'est à dire la méthode prolongation de l'évolution passée vu sa simplicité en plus elle intègre l'ensemble des variables économiques de la région.

**II-4 Définition de la capacité :**

La capacité et le nombre de véhicule qui peut raisonnablement passer sur une direction de la route ou deux directions avec des caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propre durant une période bien déterminée, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

**II-5 La procédure de détermination de nombre de voies :**

Le choix du nombre de voies résulte de la comparaison entre l'offre et la demande, c'est à dire, le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.

Pour cela il est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

**II-5-1 Calcul de TJMA horizon :**

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

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

Avec :

- $TJMA_0, n$  : sont définies précédemment

**II-5-2 Calcul de trafic effectif :**

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

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

Le trafic effectif donné par la relation :

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

Avec :

- **T<sub>eff</sub>** : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)
- **Z** : pourcentage de poids lourds (%)
- **P** : coefficient d'équivalence. Pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route.

Environment	E1	E2	E3
Routes à bonnes caractéristiques	2-3	4-6	8-12
Routes étroites	3-6	6-12	16-24

**Tableau II-1 : coefficient d'équivalence.**

**II-5-3 calcul du débit de point horaire normal :**

Le débit de pointe horaire normale est une fraction du trafic effectif à l’horizon, il est exprimé en unité de véhicule particulier (UVP) et donné par la formule suivante :

$$Q = (1/n) \cdot T_{eff}$$

Avec :

- Q : débit de pointe horaire.
- 1/n: coefficient de pointe horaire pris est égal à 0.12
- **Teff** : trafic effectif.

**II-5-4 calcul du débit horaire admissible :**

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

$$Q_{adm} = K1.K2. C_{th}$$

Avec :

- K1 : coefficient lié à l’environnement.
- K2 : coefficient de réduction de capacité.
- **Cth** : capacité effective par voie, qu’un profil en travers peut écouler en régime stable.

Les valeurs de **K1**, **K2** et **Cth** sont données dans les tableaux suivants :

Environnements	E1	E2	E3
<b>K1</b>	0,75	0.85	0,9 à 0,95

**Tableau II-2 : valeurs de K1.**

	Categories				
Environnement	1	2	3	4	5
E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E3	0,91	0,95	0,97	0,98	0,98

Tableau II-3 : valeurs de K2.

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

Tableau II-4 : valeurs de la capacité théorique Cth.

■ Donnés concernant notre projet.

### II-5-5 Calcul de nombre de voies :

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

$$n = S.Q / Q_{adm.}$$

Avec :

- S : coefficient de dissymétrie, en général égale à 2/3.
- $Q_{adm}$  : débit admissible par voie.

**II-6 Application au projet :**

**II-6-1 Calcul de la TJMA<sub>2007</sub> :**

Comme le but de notre projet est de soulager la ville de Draa El Mizan du trafic des poids lourd qui transitent par le centre-ville, prédominant devant le trafic local qui n'est pas pris en compte dans le calcul vu qu'il peut être négligé.

On prendra en compte que le trafic transit c.-à-d. le trafic de

- La RN25 (Draa El Mizan- Aomar)
- La RN25 (Draa El Mizan-Draa Ben Khadda)
- La RN30 (Draa El Mizan-Boghni)

On se propose d'estimer le pourcentage du trafic des poids lourd déviés au nouvel aménagement à 100% et celui des véhicules légers à 5% de chaque trafic transit. En prenant en compte le trafic induit lors de la mise en service.

- **Résumé de la procédure de calcul de la TJMA :**

routes	Trafic journalier en v/j		% du trafic affecté à la déviation en v/j		Total v/j	Facteur journalier	Facteur saisonnier	TJMA (2007) En v/j
	PL	VL	5% VL	100% PL				
RN25 (DEM-Aomar)	682	5092	254	682	936	1.2	1.1	1235
RN25 (DEM-DBK)	371	3222	162	371	533	1.2	1.1	703
RN30 (DEM-Boghni)	494	2457	122	494	616	1.2	1.1	813
Total			538	1547	2085			2751

**Tableau II-5 : Résumé la procédure de calcul de la TJMA.**

**II-6-2 Données du trafic :**

- Le trafic à l'année 2007 :  $TJMA_{2007}=2751$  v/J.
- Le taux d'accroissement annuel du trafic  $\tau =4\%$ .
- La vitesse de base sur le tracé  $VB=60$  Km/h.
- Le pourcentage de poids lourds  $Z=74\%$ .
- L'année de mise en service : 2017
- La durée de vie du projet: 20ans.
- Le coefficient d'équivalence de poids lourd : Pour une route à bonne caractéristique et un environnement E2 on a  $P=4$
- Les coefficients correcteurs :
  - $K1=0.85$  pour E2.
  - $K2= 0.99$  pour E2 et C2.
- La capacité théorique :  $C_{th}= 2000$  (route à deux voies de 3.5m) d'après le B40.

**II-6-3 procédure de calcul :****➤ Projection future du trafic :**

- L'année de mise en service (2017).
- L'année horizon après une durée de vie de 20ans (2037).

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

Avec :

- $TJMA_h$  : année de mise en service 2017
- $TJMA_o$  : le trafic à l'année de référence (origine 2007).
- $TJMA_{2017} = 2751 \times (1 + 0,04)^{10} = 4072$  (v /j).
- $TJMA_{2037} = 4072 \times (1 + 0,04)^{20} = 8922$  (v/j)

## ➤ Calcul du trafic effectif :

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

- $T_{\text{eff}} = 8922 \times [(1 - 0.74) + 4 \times 0.74] \longrightarrow T_{\text{eff}} = 28\,728 \text{ uvp/j}$

## ➤ Débit de pointe horaire normal:

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

- $Q_{37} = 0.12 \times 28728 = 3447 \text{ uvp/h}$
- $Q_{37} = 3447 \text{ uvp/h}$

## ➤ Débit admissible :

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

## ➤ Le nombre de voies:

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

$$n = S.Q / Q_{\text{adm}}$$

Avec :

- $S$  : coefficient de dissymétrie, en général égale à 2/3.
- $Q_{\text{adm}}$  : débit admissible par voie.
- La capacité théorique :  $C_{th} = 2000$

Donc :

- $Q_{adm} = K1 \times K2 \times C_{th}$
- $Q_{adm} = 0.85 \times 0.99 \times 2000$
- **$Q_{adm} = 1683 \text{ uvp/h}$**
  
- $n = \frac{2}{3} \times (3447/1683)$
- $n = 1.3 \approx 1 \text{ voies}$
- **$n = 1 \text{ voies/ sens}$**

➤ **Résultat des calculs :**

TJMA <sub>2007</sub> (v/j)	TJMA <sub>2017</sub> (v/j)	TJMA <sub>2037</sub> (v/j)	Teff <sub>2037</sub> (uvp/j)	Q <sub>adm</sub> (uvp/h)	N <sup>bre</sup> de Voies par sens
2751	4072	8922	28728	1683	1 voies

**Tableau II-6 : Récapitulatif des résultats.**

➤ **Profil en travers type :**

- $L_{total} = 2 \times \text{largeurs de la voie} + 2 \times 2 \text{ Accotement}$
- $L_{total} = (2 \times 4) + (2 \times 2)$
- **$L_{total} = 12 \text{ m}$**

➤ **Calcul de l'année de saturation :**

On a :

- $Teff_{2017} = [(1 - 0,74) + 6 \times 0,74] \times 4072 = 19\,138 \text{ (uvp/j)}$ .

D'où :

- $Q_{2017} = 0,12 \times 19138 = 2296 \text{ (uvp/j)}$ .

Et on a :

- $Q_{\text{Saturation}} = 4 \times Q_{\text{adm}}$
- $Q_{\text{Saturation}} = 4 \times 1683 = 6732 \text{ (uvp/j)}$ .

$$Q_{\text{Saturation}} = (1+\tau)^n \times Q_{2017} \longrightarrow n = \log(Q_{\text{Saturation}} / Q_{2017}) / \log(1+\tau)$$

D'où :

- $n = \log(6732 / 2296) / \log(1+0,04) = 27 \text{ ans.}$  n=27ans

Donc l'année de saturation =  $2017+27=2044$

### **Conclusion:**

La saturation surviendra 27 ans après l'année de mise en service soit en 2044.

# CHAPITRE III



**Etude Géotechnique.**

---

**Introduction :**

Afin d'appréhender le comportement du sol / structure, une campagne de reconnaissance géotechnique a été élaborée conformément aux besoins du projet, et ce pour, calculer les fondations des différents ouvrages d'art et viaducs, dimensionner la structure de chaussée, faire un calcul des talus de déblais et remblais importants, en préconisant par besoin les modalités de confortements ou de protections nécessaires à leur stabilité. Des mesures de drainage seront également recommandées.

La visite de site nous a permis d'apercevoir la nature des formations traversées par la variante de tracé arrêtée et de mettre en relief l'ensemble des contraintes d'ordre :

Hydrologique : réseau hydrographique très dense ;

Géologique : présence de massifs rocheux (grès, gneiss, schistes etc.) ;

Géotechnique : présence de zones instables (glissement de talus marneux).

Vers la fin du tracé, la marne est prépondérante, elle jonche les talus de déblais qui sont parfois assez importants.



Marne

**III-1 Reconnaissance in-situ :**

Les essais en place (appelés aussi essai in-situ) mettent en œuvre des équipements lourds.

Ils présentent l'avantage de permettre l'étude du terrain tel qu'il existe à l'état naturel, mais ont l'inconvénient de fournir uniquement des indications globales et ne donnent pas de caractéristiques qui peuvent être injectées dans les modèles de calcul.

**III-2 les différents essais au laboratoire :**

Les essais de laboratoire se font sur des échantillons prélevés par des procédés spéciaux. Ils donnent avec précision toutes les caractéristiques physiques et mécaniques de sols. Parmi les différents essais de laboratoire utilisés pour la reconnaissance des sols on cite ici avec plus de détail trois essais d'identifications et quatre autres mécaniques :

**III-2-1 Les essais d'identifications :**

**III-2-1-1 Analyse granulométrique :**

Essai N°1	
Nom de l'essai	Analyse granulométrique
But de l'essai	■ Analyse granulométrique
	permet de représenter la répartition en poids des
	différents éléments contenus dans le sol.
	permet donc de faire une classification du sol
■ Mesure de $\gamma_{app}$ et de $\gamma_{abs}$	
	grandeurs caractéristiques très importantes, surtout lors
	de la composition des bétons



Définitions	◆Tamisât : poids de matériau passant à travers un tamis donné
	◆Refus : poids de matériau retenu par ce même tamis
	◆D <sub>n</sub> : Dimension à laquelle sont inférieurs n% des grains
	◆C <sub>u</sub> : Coefficient d'uniformité
	◆C <sub>c</sub> : Coefficient de courbure
	◆γ <sub>app</sub> : Masse volumique apparente
	◆γ <sub>abs</sub> : Masse volumique absolue
Principe de l'essai	Analyse granulométrique
	prendre une masse de sable ou de gravier, de diamètre D (mm), entre 200D et 600D (g).
	à l'aide d'une colonne de tamis (une pour le sable et une pour le gravier), on procède au tamisage
	peser le refus de chaque tamis et faire un calcul en refus cumulés
	ramener cela en tamisât cumulé et faire une courbe granulométrique.
	Mesure de γ <sub>app</sub> et de γ <sub>abs</sub>
	◆la mesure de γ <sub>app</sub> se fait en en versant lentement une masse donnée de matériau dans un volume donné
	◆la mesure de γ <sub>abs</sub> se fait à la méthode dite de l'éprouvette graduée.

--	--

Ordre de grandeur	◆ les graviers ont un diamètre allant de 2mm à 20mm.
	◆ les sables grossiers ont un diamètre allant de 2mm à 0,2mm.
	◆ $\gamma_{app}$ est souvent compris entre 12 et 18 kN/m <sup>3</sup>
	◆ $\gamma_{abs}$ est compris entre 25 et 27 kN/m <sup>3</sup>
Exploitation des résultats	● La courbe granulométrique permet de calculer $C_u$ et $C_c$ dans le but de classer le sol.
	● La mesure de $\gamma_{app}$ et de $\gamma_{abs}$ va nous permettre de faire une composition de béton

**III-2-1-2 Equivalent de sable et l'essai au bleu de méthylène :**

ESSAI N° : 2	
Nom de l'essai	L'équivalent de sable et l'essai au bleu
But de l'essai	■ L'équivalent de sable.
	C'est un essai de propreté L'essai consiste à séparer les particules fines contenues dans le sol des éléments sableux plus grossiers
	■ L'essai au bleu de méthylène
	C'est aussi un essai de propreté qui est complémentaire de l'équivalent de sable.  On va mettre en évidence l'activité de la fraction argileuse et pour cela on va fixer sur les grains d'argile des molécules de bleu.

<p>Définitions</p>	<p>◆Si on mesure la hauteur h1 de sable propre + des éléments fins, et la hauteur h2 (respectivement h2') de sable propre à vue (respectivement au piston).</p> $ESV=100 \times h_2/h_1 \quad ES= 100 \times h_2'/h_1$ <p>◆Si n est le volume (ml) de solution de bleu utilisé jusqu'à obtention du test positif, et M la masse sèche de la prise d'essai (g) :</p> $V_{bs}= n / M$
<p>Principe de l'essai</p>	<p>■L'équivalent de sable</p> <p>On lave l'échantillon selon un processus normalisé puis on le laisse reposer</p> <p>Par décantation des particules, on va voir se former des couches, alors on pourra mesurer h1 et h2.</p> <p>■L'essai au bleu de méthylène</p> <p>On injecte des doses données de bleu.</p> <p>Puis on fait un test à la tâche, c'est à dire que l'on prélève une dose de liquide que l'on applique sur un papier absorbant. Cela va donner lieu l'apparition d'une tâche</p> <p>Un test positif correspond à la saturation de l'échantillon. Cela se repère lorsque l'auréole translucide entourant la tâche se colore de bleu.</p>
<p>Ordre de grandeur</p>	<p>Un ES &lt; 65 ou un ESV &lt; 60 correspond à un sable présentant une proportion de fines qui peut devenir un risque lors de la confection d'un béton.</p> <p>VBS = 0,2 apparition d'une légère sensibilité à l'eau</p> <p>VBS = 1,5 seuil distinguant la limite entre un sable limoneux et un sable argileux.</p>
	<p>VBS = 6 sol argileux</p>

Exploitation des résultats	<p>Il faut comparer les résultats pour caractériser un sol.</p> <p>Un sable à béton présentant une forte quantité d'argile est un mauvais sable car il va présenter des risques de gonflement et de plasticité.</p> <p>Un remblai présentant une forte quantité d'argile fera un mauvais remblai car celui-ci deviendra trop sensible aux variations climatiques (sensibilité à l'eau), donc présentera des risques de tassements et de plasticité.</p>
----------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**III-2-1-3 limites d'Atterberg :**

Essai N°3	
Nom de l'essai	Limites d'Atterberg
But de l'essai	<p>Cet essai permet de prévoir le comportement des sols pendant les opérations de terrassement, en particulier sous l'action des variations de teneur en eau</p> <p>.Cet essai se fait uniquement sur les éléments fins du sol et il consiste à faire varier la teneur en eau de l'élément en observant sa consistance.</p> <p>permet aussi de faire une classification du sol (notamment avec le classement du CTTP).</p> <p>wl : c'est la limite de liquidité qui caractérise la transition entre un état liquide et un état plastique</p> <p>wp : c'est la limite de plasticité qui caractérise la transition entre un état plastique et un état solide.</p> <p>Indice de plasticité = <math>I_p = w_l - w_p</math></p> <p>Indice de consistance = <math>I_c = (w_l - w) / I_p</math></p>

Principe de l'essai	<p>■ Détermination de <math>w_l</math></p> <p>◆ recherche de la teneur en eau pour laquelle une rainure de dimension normalisée, pratiquée dans le sol disposé dans la coupelle de Casagrande, se ferme sous l'action de 25 chocs appliqués</p> <p>◆ comme il est impossible d'avoir un sol dont la rainure se refermera exactement à 25 chocs, on procède alors à 5 essais en faisant varier la teneur en eau.</p> <p>◆ on s'intéressera aux résultats d'essai dont la rainure s'est refermée entre 15 et 35 chocs.</p>
	<p>■ Détermination de <math>w_p</math></p> <p>Il s'agit de rechercher la teneur en eau pour laquelle un cylindre de sol de diamètre 3mm, confectionné manuellement, se fissure lorsqu'on le soulève</p>
	<p>Ordre de grandeur</p> <p>◆ il n'y a pas vraiment d'ordre de grandeur à retenir.</p> <p>◆ il est possible d'avoir des teneurs en eau supérieures à 100%.</p>
	<p>Exploitation des résultats</p> <p>■ Pour la limite de liquidité, on notera qu'il existe une relation affine entre la teneur en eau et le logarithme du nombre de chocs. Après avoir tracé cette droite, on trouvera la limite de liquidité en regardant la teneur en eau correspondant à 25 chocs</p> <p>■ Pour la limite de plasticité, on se contentera de faire 3 essais pour en faire la moyenne</p>

III-2-2 Essais mécaniques :

III-2-2-1 Essai Proctor :

ESSAI N° : 4	
Nom de l'essai	Essai PROCTOR
But de l'essai	♦ L'essai Proctor est très utilisé dans le domaine routier.
	♦ Etudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau.
	♦ Le but de l'essai c'est d'obtenir après une série de compactage du matériau, la valeur maximale du poids spécifique. $\gamma_d$
Définitions	Proctor normal : prend assez bien compte des énergies de compactage pratiquées pour les remblais
	Proctor modifié : le compactage est beaucoup plus poussé et correspond aux énergies mises en œuvre pour les couches de forme et les couches de chaussée.
	$\gamma_{dmax}$ : la valeur maximale du poids spécifique du sol
	Optimum Proctor : teneur en eau nécessaire pour atteindre $\gamma_{dmax}$ .

<p>Principe de l'essai</p>	<p>L'essai consiste à compacter dans un moule et suivant un processus bien défini une série d'échantillon identique et représentatif du sol et préalablement imbibés à des teneurs croissantes</p>
	<p>L'eau favorise la mise en place et le serrage des grains.</p> <p>L'essai est répété plusieurs fois de suite pour des échantillons portés à des teneurs en eau croissantes (4%,6%,10% ,14%</p> <p>On détermine ainsi plusieurs points de la courbe représentative des densités sèches en fonction des teneurs en eau</p> <p>La courbe tracée représente un maximum dont l'abscisse est « la teneur en eau optimum Proctor » et l'ordonnée « la densité sèche maximum Proctor »</p>
<p>Ordre de Grandeur</p>	<p>Sur les chantiers de stabilisation, on exige en générale des densités sèches égales à 90% à 95 % de la densité sèche maximum déterminé à l'essai Proctor</p>

Exploitation des résultats	Il est très important d’avoir au moment de compactage une teneur en eau voisine de la teneur optimum
	En période pluvieux la teneur en eau du sol naturel est généralement supérieure à la teneur en eau optimum, il faut aérer le sol pour le faire sécher ou attendre une période plus sèche
	. En période sèche les rapports d’eau sont importants (la teneur en eau optimum varie entre 6 et 12% selon la nature du sol et l’engin de compactage utilisé)

**III-2-2-2 Essai CBR imbibé à quatre (04) jours avec mesure du gonflement :**

<b>ESSAI N° : 5</b>	
Nom de l'essai	<b>Essai CBR</b>
But de l'essai	D’évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements.
	Détermination de l’indice ICBR
Définitions	L’indice CBR (ICBR) exprime en % le rapport entre les pressions produisant dans le même temps un enfoncement donné dans le sol étudié d’une part et dans un matériau type d’autre part

Principe de l'essai	L'indice CBR est déterminé pour des sols à vocation routière de manière purement empirique .
	Après avoir compacté le matériau dans les conditions de l'essai Proctor modifié, on lui applique les conditions hydriques prévues :
	Immersion pendant 4 jours dans l'eau, Immersion pendant 2 jours dans l'eau, Pas d'immersion : essai immédiat.
	Une comparaison de ces résultats avec ceux obtenus sur un sol de référence (californien) est ensuite effectuée
Ordre de grandeur	ICBR < 3 : portance de sol jugée mauvaise.
	3 < ICBR < 8 : portance médiocre
	8 < ICBR < 30 : portance bonne
	ICBR > 30 : sol a très bonne portance.
Exploitation des résultats	La mesure de l'Indice CBR va nous permettre de dimensionner le corps de chaussée .

III-3 résultats des essais :

Tableau n°1 : caractéristiques géotechniques des matériaux

N° Puits		PR1-A	PR3-C	PR4-D
		Profondeur	Profondeur	Profondeur
Profondeur (m)		0.2-3.0	0.8-3.0	0.6-3.0
Nature géologique		Argile sableuse jaunâtre	Argile sableuse à inclusions d'éléments gréseux et schisteux	Argile très plastique
Teneur en eau (W%)		11.3	17.0	21.30
Analyse granulométrique	% des passants <50 mm	95.0	93	100
	% des passants < 2 mm	69.0	63	99
	% des passants < 80 μ	56.0	44.7	95.40
Interprétation				
Limites d'Atterberg	Limite de liquidité $W_L$ (%)	43.70	50.0	72.80
	Indice de plasticité $I_P$ (%)	22.10	22.0	42.30
	Indice de consistance $I_c$	1.46	1.5	1.21
Interprétation		Moy.plastique	Plastique	Très plastique
VBS		1.3	2.1	3.3
Interprétation		Sol limoneux	Sol limoneux	Sol limono-argilleux
Proctor modifié	$\omega$ (%)	10.60	14.2	12.70
	$\gamma_d(t/m^3)$	1.95	1.83	1.72
Portance C.B.R	$\gamma_d$ OPM	1.85	1.74	1.63
	CBR Imbibé	5	5	5
	Classe de portance	S3	S3	S3
	IPI	-	-	-
Classification des sols	Classe	C	C	A
	S/classe	C1A <sub>2ts</sub>	C1A <sub>2ts</sub>	A <sub>4</sub>
Réutilisation				Non

<b>SAETI</b>	Aménagement de la déviation de ville de Draa El Mizan en 1x2 voies			
Indice de Rév.1 :	N°d'archivage :	Page :1	N° du projet :	

Conclusion :

Selon les résultats obtenues au laboratoire, tous les puis de reconnaissance nous donne un indice CBR égale à 5.

Donc nous sommes en présence d'un sol de faible portance (S3).le corps de chaussée sera dimensionné pour un sol S2, d'où la correction de la portance du sol est primordiale en prévoyant une couche de forme.

# CHAPITRE IV



**Dimensionnement du corps de chaussée.**

---

**Introduction :**

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

En effet, la qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long.

Une fois réalisée, la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation: action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,...etc.

**IV-1-Principe de constitution des chaussées :**

Sous l'effet de passage des charges roulantes et répétitif et pour une durée de vie donnée, la répartition de la charge par l'intermédiaire de la chaussée devra satisfaire les conditions limite de déformation du sol support ou amélioré ( $\epsilon_{z,ad}$  et  $\epsilon_{t,ad}$ ).

**IV-2 la chaussée :****IV-2-1 Définition :**

- **Au sens géométrique :** c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structural :** c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges .les chaussées se présentent comme des structures multicouches mises en œuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée, constituée du sol terrassé, dit sol support, le plus souvent surmonté d'une couche de forme.

**IV-2-2 Rôle des différentes couches d'une structure de chaussée :**

Du point de vue comportement mécanique de la chaussée, on distingue principalement trois types de chaussée :

- Les chaussées souples ;
- Les chaussées rigides ;
- Les chaussées semi- rigides.

**1. La chaussée souple :**

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

- La couche de surface ou la couche de roulement.
- La couche de base.
- La couche de fondation.
- La couche de forme.

**➤ La couche de surface :**

Elle est en contact direct avec la charge extérieure, elle est composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison. La première est destinée à encaisser les efforts de cisaillement et à imperméabiliser la surface, pendant la deuxième a pour rôle essentiel d'assurer une transition avec les couches inférieures.

**➤ La couche de base :**

Elle a pour objectif de résister aux efforts verticaux et de répartir sur la couche de fondation les pressions qui en résultent. Elle est constituée d'un matériau traité (ou non traité) de bonnes caractéristiques mécaniques.

**➤ La couche de fondation :**

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

**➤ La couche de forme :**

La couche de forme est la surface de terrain préparée, sur laquelle est édifiée la chaussée. Dans certains cas, on peut avoir intérêt à remplacer, sur une certaine épaisseur, le sol naturel par un sol meilleur sélectionné à cet effet. On constitue ainsi une couche de forme qui améliore la portance du sol support en permettant entre autres la circulation d'engins de chantier.

## 2. Chaussée rigide :

Une chaussée est dite rigide si elle comporte une dalle en béton. Cette dalle correspond à la fois à la couche de base et à la couche de surface d'une chaussée souple. Généralement, elle repose sur une couche de fondation en matériau non traité et éventuellement sur une sous-couche entre la couche de fondation en matériau non traité et éventuellement sur une sous-couche entre la couche de fondation et le terrain naturel.

## 3. Chaussée semi-rigide :

C'est un cas intermédiaire entre les chaussées souple et les chaussées rigides. On peut le retrouver dans les chaussées renforcées, qui comportent une couche de base en matériaux traités avec un liant hydrocarboné.

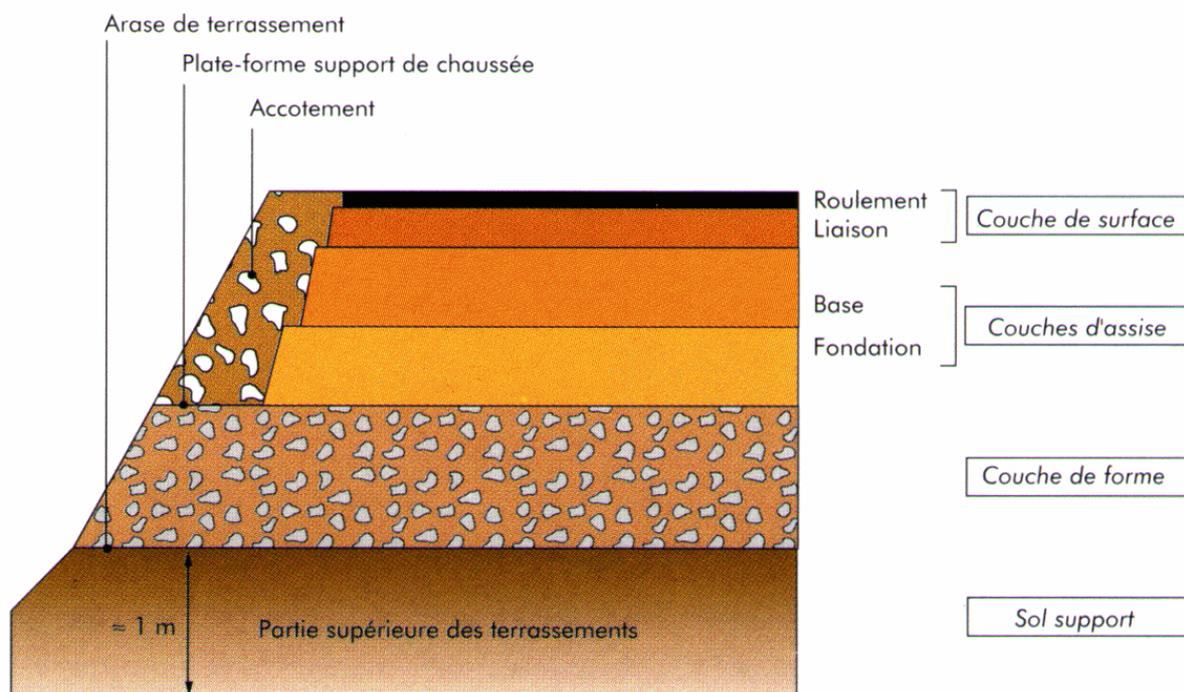


Figure IV-1 : Coupe type d'une chaussée.

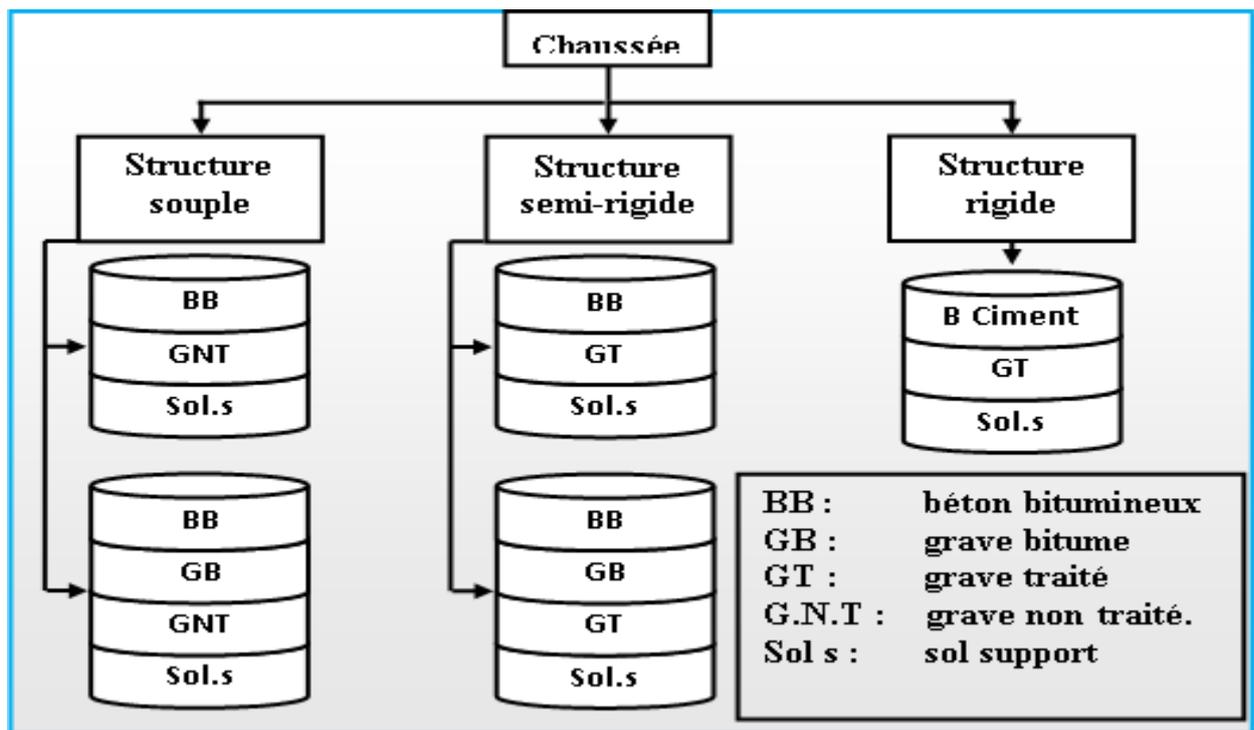


Figure IV-2 : Schéma récapitulatif.

### IV-3 Méthodes de dimensionnement :

On va traiter dans ce chapitre deux méthodes de dimensionnement

- La méthode CBR (California -Bearing-Ratio).
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTPP.

#### IV-3-1 Méthode CBR :

##### IV-3-1-1 Principe de la méthode :

C'est une méthode semi-empirique, elle considère la résistance au poinçonnement du sol de plate-forme et la transmission des charges selon la **méthode de Boussinesq**. Elle donne, en fonction du CBR de la plate-forme, l'épaisseur de la couche sus-jacente à partir de la formule de Peltier.

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{p}}{I CBR + 5}$$

Avec :

- p : charge par roue en tonne

Après les travaux du TRRL qui ont abouti à des abaques, la formule a été améliorée pour tenir compte du trafic réel.

$$e = \frac{100 + \sqrt{p} [75 + 50 \log \frac{N}{10}]}{I \text{ CBR} + 5}$$

Avec :

- N : nombre moyen journalier de véhicules de plus de 1500kg à vide qui circulent sur la chaussée.
- e : épaisseur équivalente
- I : indice CBR (sol support)
- P : charge par roue P=6.5t (essieu 13t)

➤ **Nombre moyen journalier des PL est donné par la relation suivante :**

$$N = \frac{T}{2} \times C$$

Avec :

- T : trafic cumulé sur une durée de vie «n».
- C : % des PL > 1500Kg.

➤ **L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :**

- $e_{eq} = \sum a_i \times e_i \implies e_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$
- $a_1 \times e_1$  : couche de roulement ; en général de 6 à 14 cm.
- $a_2 \times e_2$  : couche de base ; en général de 10 à 20 cm.
- $a_3 \times e_3$  : couche de fondation ; en général de 20 à 31.5 cm.

Ou :

- $a_1, a_2, a_3$  : coefficient d'équivalence.
- $e_1, e_2, e_3$  : épaisseur réelles des couches.

➤ **Coefficient d'équivalence :**

Le tableau suivant indique les coefficients d'équivalence pour chaque matériau :

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe	2.00
Grave ciment ; grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concasse ou gravier	1.00
Grave roulée ; grave sableuse	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.2 à 1.70

**Tableau IV-1 : Coefficient d'équivalence.**

**IV-3-1-2 Application au projet :**

On a

- $PL=74\%$  ;  $\tau=4\%$  ;  $I_{CBR}=5$  ;  $n= 20$  ans.
- $TJMA_{2037}=8518$  v/j/sens (année horizon ; après 20ans d'exploitation)

Calcul de  $N_{PL ; 2037}$  :

- $N_{PL ; 2037} = \frac{8922}{2} \times 0,74$
- $N_{PL ; 2037} = 3301$  PL/j/sens

Calcul de l'épaisseur équivalente

- $$e = \frac{100 + \sqrt{6.5(75 + 50 \log \frac{3301}{10})}}{5 + 5}$$
- $e = 60 \text{ cm.}$
- $e_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$
- $e_1 \rightarrow \text{BB} \rightarrow a_1 = 2$
- $e_2 \rightarrow \text{GB} \rightarrow a_2 = 1,2$
- $e_3 \rightarrow \text{GC} \rightarrow a_3 = 1$

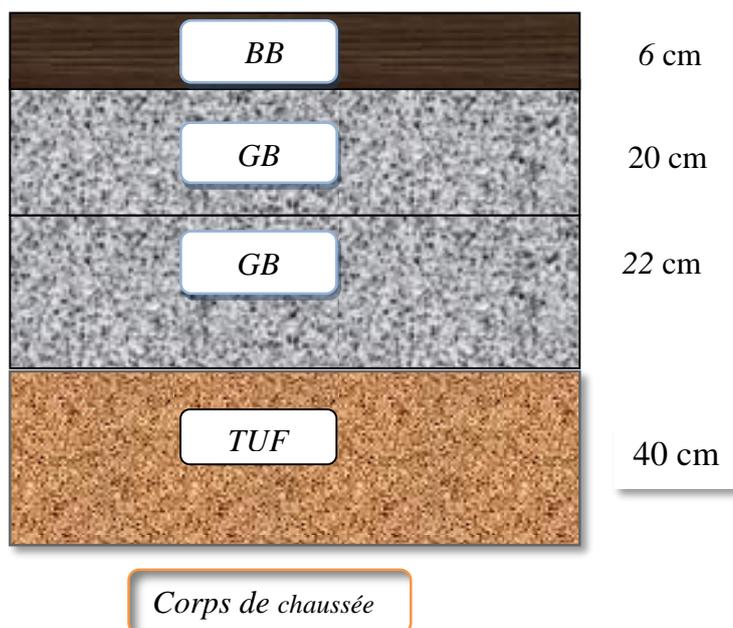
**IV-3-1-3 résultats de la méthode :**

On a abouti au résultat suivant :

- La couche de roulement  $\rightarrow$  **6 BB**
- La couche de base  $\rightarrow$  **20 GB**
- La couche de fondation  $\rightarrow$  **22 GC**

Comme le sol est de très faible portance on prévoit une couche de forme de 40cm.

**Epaisseur équivalente=60cm ; épaisseur réelle=48+40cm de Tuf.**



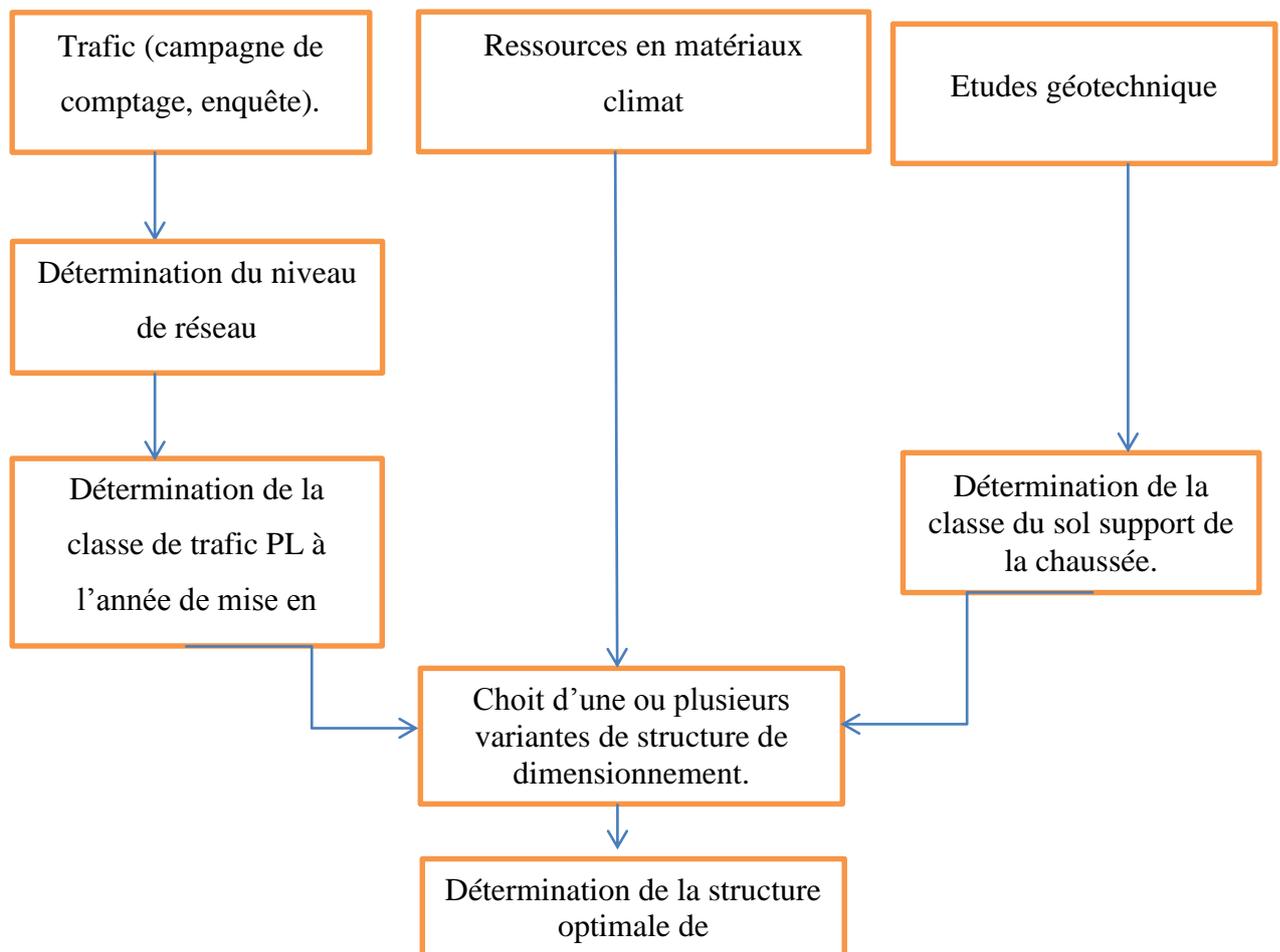
**IV-3-2 méthode du catalogue algérien de dimensionnement des chaussées neuves :**

**IV-3-2-1 Principe de la méthode :**

Parmi les méthodes de dimensionnement du corps de chaussée utilisée en Algérie, on citera celle du catalogue de dimensionnement de chaussée neuves version 2001 élaborée par le CTTT.

Cette méthode se base principalement sur l'importance du trafic du poids lourd total en charge supérieure à 3.5 tonnes et la portance du sol support appréciée par des modules du sol en MPa.

La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelle qui se base sur deux approches : approche théorique et approche empirique.



**Figure IV-3 : Démarche du catalogue.**

**IV-3-2-2 Application au projet :**

➤ **Détermination du type de réseaux principale :**

**Remarque :**

Tous les tableaux si dessous sont tirés du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.

D’après le catalogue on a :

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

**Tableau IV-2 : Type de réseau principal (fascicule 1).**

➤ **Répartition transversal du trafic :**

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

Chaussée unidirectionnelles à 2 voies : sachant que 80% du trafic PL roule sur la voie lente de droite on aura :

le trafic qui transite dans la direction la plus lente donné par la relation suivante :

$$TPL = TJMA_{h/sens} \times Z \times 0.8$$

- $TJMA_{2017}$  (année de mise en service)=4072 v/j
- $TJMA_{2017/sens}=4072/2=2036$
- $TPL=2036 \times 0.74 \times 0.8$
- $TPL=1205 \text{ PL/j/sens.}$

**Détermination de la classe de trafic :**

La classe de trafic (TPL<sub>i</sub>) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant :

Classe de trafic (TPL <sub>i</sub> )	TPL <sub>3</sub>	TPL <sub>4</sub>	TPL <sub>5</sub>	TPL <sub>6</sub>	TPL <sub>7</sub>
Nbr PL/j/sens sur la voie la plus chargée.	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

**Tableau IV-3 : Classe du trafic (fascicule 1).**

➤ **Classe de portance du sol-support de la chaussée :**

Cinq classes de portance sont retenues par ordre croissant de S4 à S0 et qui correspondent à une répartition assez constante des divers types de sols rencontrés. Cette classification sera également utilisée pour les sols support de chaussée.

• **Classe du sol-support :**

Portance (S <sub>i</sub> )	CBR
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

**Tableau IV-4 classe du sol (fascicule 1).**

- **Portance du sol-support :**

Classe du sol-support	S4	S3	S2	S1	S0
Module (MPa)	15-25	25-50	50-125	125-200	>200

**Tableau IV-5 : Portance du sol-support (fascicule 1).**

**Remarque :**

Les valeurs des modules, indiquées dans le tableau IV-5, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

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

➤ **Sur classement du sol- support de la chaussée :**

Dans le cas des sols de faible portance (S4 et S3 en RP1), le recoure à une de forme devient nécessaire pour permettre la réalisation des couches de chaussée dans des conditions acceptables.

La couche de forme est de structure plus ou moins complexe suivant la qualité du sol devant recevoir la chaussée. Elle va jouer un rôle de plateforme pour que les couches suivantes soient parfaitement résistantes. Elle doit aussi être suffisamment résistante pour supporter la circulation des engins de chantier, le changement du climat (gel-dégel) et au poinçonnement. Comme elle doit être drainante des eaux pluviales.

Ce qui sur classe le sol-support et améliore la portance du sol terrassé.

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

**Tableau IV-6 : Sur classement du sol avec couche de forme en matériaux non traité (fascicule 1).**

**Remarque :**

Matériaux non traités (\*) : Grave naturelle propre (T.V.O, T.V.C, TUF), Matériaux locaux.

➤ **Détermination de la zone climatique :**

Le climat et l’environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations.

Les données directement utilisées dans le calcul de dimensionnement des chaussées se rapportent à l’état hydrique du sol qui est pris en compte à travers la portance du sol support.

- Les caractéristiques de notre projet :

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Région
I	> 600	Très humide	Nord

**Tableau IV-7 : Caractéristiques climatiques.**

➤ **Choix des matériaux :**

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

On utilise des matériaux traités aux Bitume (MTB) et nous adopterons une structure GB/GNT.

➤ **Choix de la structure de chaussée :**

le fascicule 3 donne en fonction de (TPL<sub>i</sub> ; n ; τ ; la zone climatique ; la nature des matériaux appliquées) la structure adéquate.

• **Fiche structure GB/GNT :**

Réseau principal RP1 ; type MTB ; Zone climatique I et II ; n=20ans ; taux d'accroissement=4%.

Pour notre projet on a :

- TPL5 ; et on vise un sol S2, Donc on choisit la structure adéquate aux résultats trouvés.

TPL <sub>i</sub> PL/j/sens	S <sub>i</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>
		50 MPa	125 MPa	200 MPa
6000 TPL7 3000				
3000 TPL6 1500				
1500 TPL5 600				
600 TPL4 300				
300 TPL3 150				

Tableau IV-8 : Choix de la structure de chaussée.

➤ **Résumé des données :**

- Type de réseau principal :

On a  $TJMA_{2017} = 4072 \text{ v/j}$  →  $TJMA_{2017} > 1500 \text{ v/j}$  → RP1.

- Classe du trafic:

On a  $TPL = 1205 \text{ PL/j/sens}$  →  $600 < TPL < 1500 \text{ PL/j/sens}$  → TPL5.

- Classe du sol :

On a un  $CBR = 5$  → S3

- Portance du sol :

On a S3 → 25-50 MPa

- Et d'après la relation empirique suivante  $E \text{ (MPa)} = 5 \times I \text{ CBR}$

$E \text{ (MPa)} = 5 \times 5 = 25 \text{ MPa}$

- Sur classement du sol-support :

On a un sol de classe S3 on vise l'assise de S2 avec 40 cm en 2 couche pour la couche de forme.

- Zone climatique → zone I
- Matériaux GB/GNT.

➤ **Interprétation des résultats :**

Donc la structure finale de notre chaussée, tirée du catalogue de dimensionnement (fascicule3), est la suivante :



Figure IV-4 structure finale de la chaussée.

## IV-4 vérification a la fatigue des structures et de la déformation du sol support :

### IV-4-1 Calcul théorique :

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

- $\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \cdot k_{ne} \cdot k_{\theta} \cdot k_r \cdot k_c$
- $\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times (TCEi/10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times K_c$
- $\epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCEi)^{-0.235}$

#### IV-4-1-1 calcul de la déformation admissible verticale :

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

#### ➤ Calcul du trafic cumulé de poids lourd $TC_i$

Le  $TC_i$  est le trafic cumulé de PL sur une période considérée pour le dimensionnement (durée de vie). Il est donné par la formule suivante :

$$TC_i = TPL_i \times 365 \times \frac{(1+\tau)^n - 1}{\tau} \quad \text{PL/j/sens}$$

Avec :

- $\tau$  : Taux d'accroissement future=4%.
- $n$  : durée de vie de la route=20 ans.

Donc on aura :

- $TC_{2037} = 1205 \times 365 \times \left[ \frac{(1+0.04)^n - 1}{0.04} \right]$
- $TC_{2037} = 1.30 \times 10^7 \text{ PL/j/sens.}$

➤ **Calcul du trafic cumulé équivalent (TCE<sub>i</sub>) :**

Le TCE<sub>i</sub> est le trafic à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalent de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

Il est donné par la formule suivante :

$$TCE_i = TC_i \times A$$

Avec :

- A : c'est le coefficient d'agressivité des PL par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes.

Niveau de réseau principal (RP <sub>i</sub> )	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussée à matériaux traités au bitume : GB/GC, GB/Tuf, GB/GC.	0.6
	Chaussées à matériaux traité aux liants hydrauliques GL/GL, BCg/GC.	1

**Tableau IV-9 : Coefficients d'agressivité des PL (fascicule2).**

On aura donc :

- $TCE_{2037} = TC_{2037} \times A$
- $TCE_{2037} = 1.30 \times 10^7 \times 0.6$
- $TCE_{2037} = 7.8 \times 10^6 \text{ PL/j/sens.}$

➤ **Classe de trafic cumulé équivalent TCE<sub>i</sub> :**

On a TCE<sub>2037</sub>=7.8 x 10<sup>6</sup>, en le situant dans le tableau suivant on aura :

Classe de trafic poids lourds TPL <sub>i</sub>	Classe de trafic cumulé équivalent TCE <sub>i</sub>	Nombre cumulé poids lourds de poids total en charge >3.5 tonnes pendant la durée de vie (en essieux équivalent de 13 tonne)
TPL <sub>3</sub>	TCE <sub>3</sub>	1 x 10 <sup>6</sup> < TCE <sub>3</sub> < 2 x 10 <sup>6</sup>
TPL <sub>4</sub>	TCE <sub>4</sub>	2 x 10 <sup>6</sup> < TCE <sub>4</sub> < 3.9 x 10 <sup>6</sup>
TPL <sub>5</sub>	TCE <sub>5</sub>	3.9 x 10 <sup>6</sup> < TCE <sub>5</sub> < 9.8 x 10 <sup>6</sup>
TPL <sub>6</sub>	TCE <sub>6</sub>	9.8 x 10 <sup>6</sup> < TCE <sub>6</sub> < 19.6 x 10 <sup>6</sup>
TPL <sub>7</sub>	TCE <sub>7</sub>	19.6 x 10 <sup>6</sup> < TCE <sub>7</sub> < 39.1 x 10 <sup>6</sup>

**Tableau IV-10 : Classe de trafic cumulé équivalent.**

➤ **Valeur de la déformation admissible :**

- $\epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCE_i)^{-0.235}$
- $\epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (7.8 \times 10^6)^{-0.235}$
- $\epsilon_{z,adm} = 528.17 \times 10^{-6}$

IV-4-1-2 calcul de la déformation admissible de traction :

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times (TCEt/10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times Kc$$

Avec :

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

- b : pente de la droite de fatigue (b<0).
- E (10°C) : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.
- E (θ<sub>eq</sub>) : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente.
- Sn : en fonction de la dispersion sur la loi de fatigue.
- Sh : en fonction de la dispersion sur les épaisseurs.
- C : coefficient égale à 0.02
- Kc : coefficient de calage (Kc=1.3).
- ε<sub>6</sub> : déformation limite à 10<sup>6</sup> cycles.
- t : fractile de la loi normale, qui est fonction du risque adopté r(%).

➤ Choix de la température équivalente :

Température équivalente θ <sub>eq</sub> (C°)	Zone climatique		
	I et II	III	IV
	20	25	30

Tableau IV-11 : Température équivalente des zones climatiques.

- Notre projet se situe dans la zone II → θ=20°C

➤ Performance mécanique des matériaux bitumineux :

Matériau (MTB)	E(30°C,10Hz) Mpa	E(25°C,10Hz) Mpa	E(20°C,10Hz) Mpa	E(10°C,10Hz) Mpa	$\epsilon_6$ (10°C,25Hz) $10^{-6}$	-1/b	Sn	Sh 5(cm)	$\nu$	Kc Calage
BB	2500	3500	5700	.	.	.	.	.	0,35	.
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0,35	1.3

**Tableau IV-12 : Performances mécaniques des matériaux bitumineux.**

D'après le tableau on a :

- $\epsilon_6$  (10°C, 25hZ)=100 x 10<sup>6</sup> Mpa
- E (10°C, 10Hz)=12500 MPa
- E ( $\theta_{eq}$ )=7000 MPa
- b : d'après la formule suivante on a -1/b=6.48 → b=-0.146
- Sn =0.45
- Sh=3cm

	Classe de trafic (TPL <sub>i</sub> ) (PL/j/sens)	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
Risque (%)	GB/GB	20	15	10	5	2
	GB/GNT					
	GL/GL	15	10	5	2	2
	BCg/GC	12	10	5	2	2

**Tableau IV-13 : Risque adopté pour le réseau RP1**

D'après le tableau IV-13 on a TPL5 → % risque=10%

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

Tableau IV-14 : Valeurs de  $t=f(r\%)$

On a  $r=10\%$   $\longrightarrow$   $t=-1.282$

Calcul de  $\delta$  :

- $$\delta = \sqrt{Sn^2 + \left(\frac{c}{b} Sh\right)^2}$$
- $$\delta = \sqrt{(0.45)^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} 3\right)^2}$$
- d'où :  $\delta = 0.609$

➤ **Calcul de la déformation admissible de traction :**

- $$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6 (10^\circ\text{C}, 25\text{Hz}) \times (TCEI/10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C})}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times Kc$$
- $$\epsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times (7.8 \times 10^6 / 10^6)^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{7000}} \times 10^{-(-1.282 \times -0.146 \times 0.609)} \times 1.3$$
- $$\epsilon_{t,adm} = 99.56 \times 10^{-6}$$

IV-4-2 Calcul des déformations avec le logiciel ALIZE III :

Les résultats calculés avec ALIZE III sont :

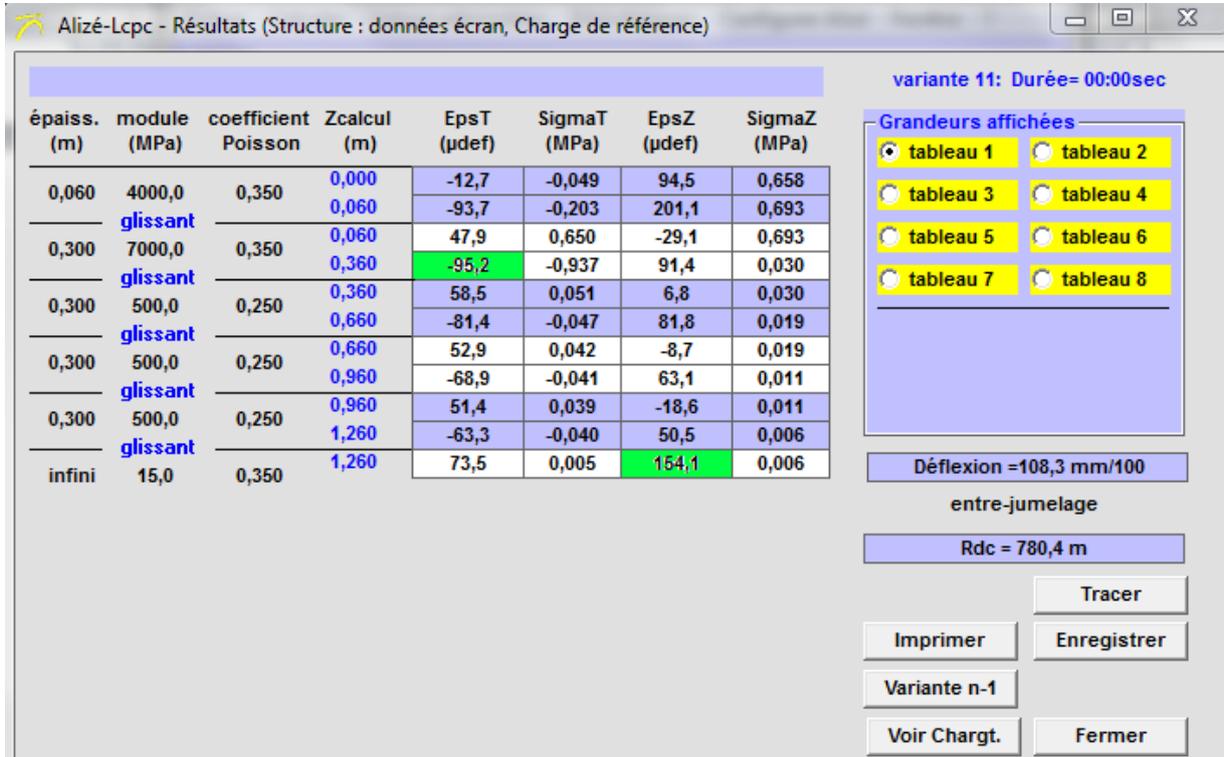


Figure IV-15 : Résultats du logiciel ALIZE III.

Du tableau on a :  $\epsilon_t=95,2 \times 10^{-6}$  et  $\epsilon_z=154.1 \times 10^{-6}$

Les Résultats ci-dessus ont été trouvés pour la variante n-1 c.-à-d. :

**6BB+30GB+30GNT+40Tuf en 2 couches.**

Remarque :

on a procédé à l’augmentation de la couche de base pour que la structure puisse résister à la fatigue.

➤ **Comparaison des résultats numérique et manuels :**

Déformation admissible calculée	Déformation calculée par ALIZE III
$\varepsilon_{z,adm} = 528,17 \times 10^{-6}$	$\varepsilon_z = 154,1 \times 10^{-6}$
$\varepsilon_{t,adm} = 99,56 \times 10^{-6}$	$\varepsilon_t = 95,2 \times 10^{-6}$

**Tableau IV-15 : Comparaison des résultats.**

-D'après le tableau IV-15 on remarque que :

- $\varepsilon_t = 95,2 \times 10^{-6} < \varepsilon_{t,adm} = 99,56 \times 10^{-6}$
- $\varepsilon_z = 154,1 \times 10^{-6} < \varepsilon_{z,adm} = 528,17 \times 10^{-6}$

Les deux conditions sont vérifiées pour une valeur de la couche de base GB=30 cm , on conclut que le dimensionnement a adoptée et le suivant :

**6BB+30GB+30GNT+40Tuf en 2 couches.**

Cette structure permettra d'éviter aux lignes d'influence des charges engendrées par le passage des poids lourds d'atteindre le sol support, et donc son non déformation.

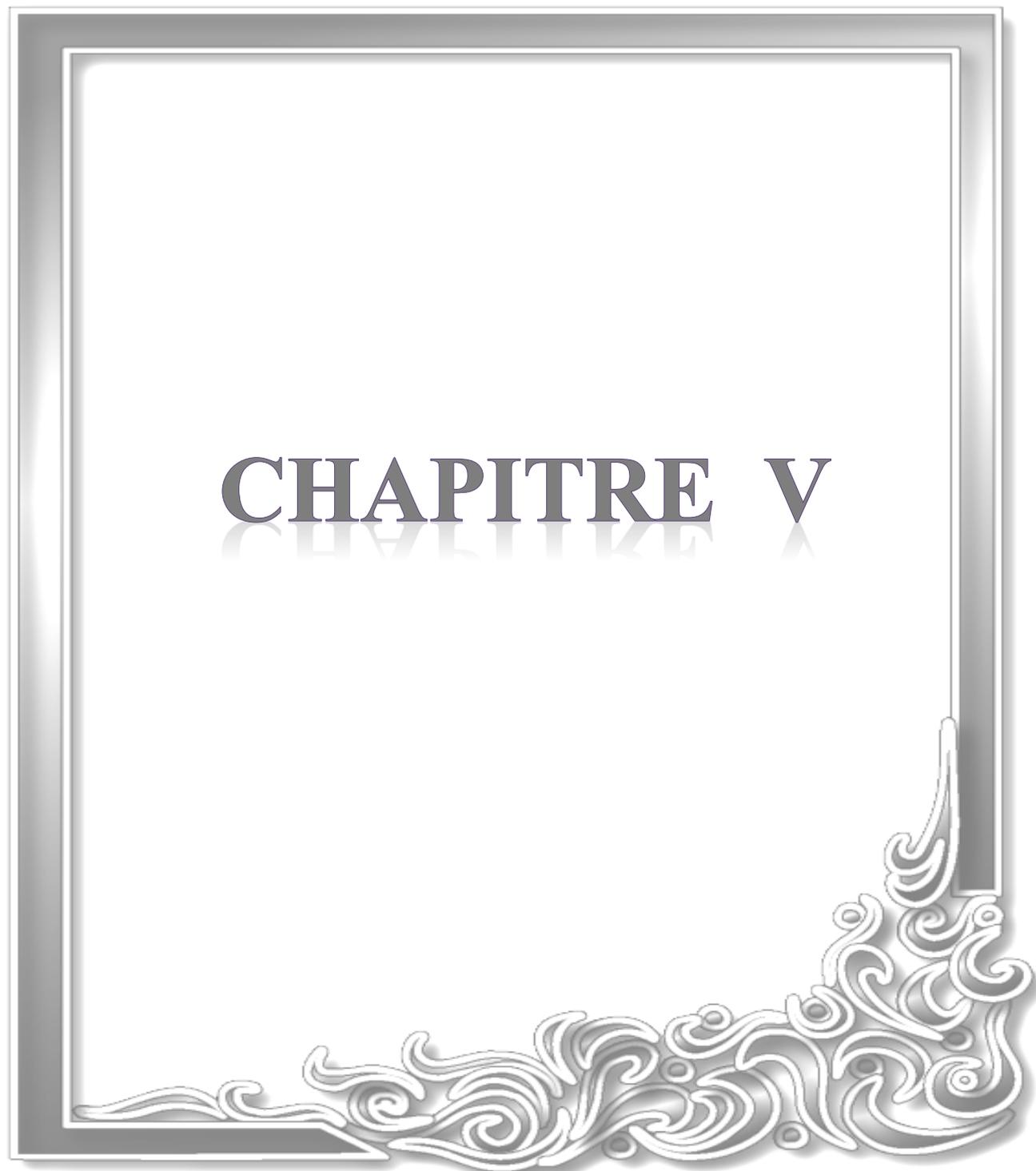
**Conclusion :**

- **CBR: 6BB+20GB+22GNT+40Tuf=88cm.**
- **CTTP: 6BB+30GB+30GNT+40Tuf=106cm**

D'après les structures ci-dessus, on remarque bien que la méthode dite du catalogue de dimensionnement de chaussée qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue, nous donne un corps de chaussée avec une épaisseur plus large que la méthode dite CBR.

De plus que cette méthode fait appel aux spécificités géologiques et climatiques de la zone d'impact et tient compte des ressources en matériaux disponible dans la zone.

# CHAPITRE V



**Etude Géométrique.**

---

**Introduction :**

La route est un ouvrage spatial, représenté en trois dimensions, la projection de la route sur les trois plans de l'espace nous permet d'avoir les trois principales représentations graphiques de la route à l'aide de logiciel piste

- Le tracé en plan.
- Le profil en long.
- Le profil en Travers.

**V-1 Trace en plan:**

Le tracé en plan est une pièce topographique à l'échelle réduite projection de la route sur un plan horizontal.

L'axe de la route est composé d'une série de droites (alignements) raccordées par des arcs de cercles (les courbes).

Le tracé en plan est obtenu soit par un levé topographique de tracé implanté «piqueté» soit par la reproduction de tracé implanté par plan existant (sur carte topographique).

Pour obtenir un bon tracé dans les normes, on essaie dans la mesure du possible d'éviter :

- De passer sur les terrains agricoles ou sur des zones forestières importantes.
- Le passage de très près des zones urbaines.
- Le passage sur les oueds pour éviter la construction d'ouvrages.
- Les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.

De plus on doit a :

- Respecter l'environnement.
- Adapter le tracé afin d'éviter les terrassements importants afin de minimiser le mouvement des terres et le coût du projet.
- Respecter les normes de l'ARP (L'Aménagement des routes principales).
- Appliquer le 40.
- Tenir compte du raccordement des nouveaux tracés aux réseaux routiers déjà existants.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.

- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Se raccorder sur les réseaux existants.

**V-1-1 Paramètres fondamentaux d'un tracé routier :****V-1-1-1 Niveau de service :**

Dans chaque catégorie de liaison, la route est caractérisée par des conditions minimales d'aménagement dépendant de :

- La qualité de service assurée à l'utilisateur.
- L'intensité du trafic et de sa composition.
- Caractéristiques topographiques.

**V-1-1-2 Environnement de la route :**

L'environnement de la route est caractérisé par deux indicateurs : La dénivelée cumulée moyenne et la sinuosité.

**➤ La dénivelée cumulée moyenne :**

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

**➤ Sinuosité :**

La sinuosité d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur  $L_s$  sur le total de l'itinéraire.

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

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

Sinuosité	Faible ( $\delta < 0.1$ )	Moyenne	Forte
Plat ( $h/L < 1.5\%$ )	E1	E2	
Vallonné ( $1.5\% < h/L < 4\%$ )	E2	E2	E3
Montagneux		E3	E3

**Tableau V-1 Environnement de la route (tiré du B40).**

**V-1-1-3 La catégorie de la route :**

La ministère a subdivisé Les différentes routes en cinq (05) catégories suivant leurs finalités économiques et administratives des itinéraires considérés.

**V-1-1-4 vitesse de base (référence) :**

La vitesse de base ( $V_B$ ) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de base ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traverser d'une ville, modification du relief, etc.....).

➤ **Choix de la vitesse de base :**

Le choix de la vitesse de base dépend de :

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

**V-1-1-5 Vitesse de projet:**

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

On entend par conditions normales:

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

**V-1-1-6 Application au projet :****➤ Environnement :**

- **Dénivelé :** on a

$H = 8572.44\text{m}$  ;  $L = 3019\text{m}$

$H/L = 2.83\%$

Selon le tableau V-1 on est dans le cas d'un terrain vallonné  $\Rightarrow 1.5\% < h/L < 4\%$ ).

- **Sinuosité moyenne :** on a

$L_{R<200\text{m}} = 905.148\text{m}$  ;  $L_T = 3019\text{m}$

$\delta = L_{R<200\text{m}} / L_T \Rightarrow 0.29$

Selon le tableau V-1 on est dans le cas d'une sinuosité moyenne  $\Rightarrow 0.1 < \delta < 0.3$

**Remarque :**

Du même tableau on déduit qu'on est dans un environnement **E2**.

**➤ La catégorie de la route:**

Notre route relie deux routes nationales RN25 et RN30 ces dernières sont des routes de classes N°02 vu les nombreuses Villes qu'elles traversent et l'importance du trafic qu'elles assurent.

On conclue que notre route est de classe N°02.

**➤ Vitesse de base :**

La vitesse de base choisie dans notre projet et de :  $V_B = 60 \text{ Km/h}$ .

On résumé : Nous sommes dans un environnement E2, catégorie C2, la vitesse de base est de 60 Km/h.

**V-1-2 Les éléments du tracé en plan :**

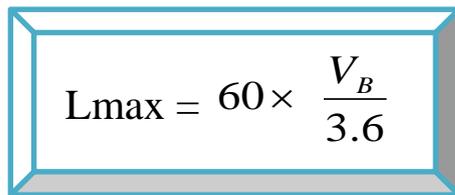
**V-1-2-1 Alignements droits :**

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

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

**$L_{max} = T.V_B$**

**$T = 60 \text{ sec}$**



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

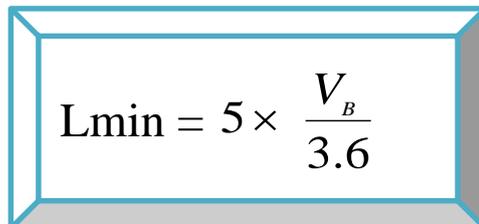
Avec :

$V_B$ : vitesse de base en km/h.

- Quant à La longueur minimale (courbe même sens) elle ne doit pas être inférieure à la distance parcourue avec la vitesse de base durant un temps d'adaptation qui est égale à 5 secondes.

•  **$L_{min} = T.V_B$**

**$T = 5 \text{ sec}$**



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

**V-1-2-2 Application au projet :**

On a  $V_B=60\text{Km/h}$  :

- $L_{max} = 60 \times \frac{V_B}{3.6}$
- $L_{max} = 60 \times \frac{60}{3.6}$
- **$L_{max} = 1000\text{m}$ .**

- $L_{\min} = 5 \times \frac{V_B}{3.6}$
- $L_{\min} = 5 \times \frac{60}{3.6}$
- **$L_{\min} = 84\text{m}$ .**

### V-1-2-3 Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

### V-1-2-4 Stabilité en courbe :

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

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

#### ➤ Rayon horizontal minimal absolu :

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

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

➤ **Rayon minimal normal :**

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

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

➤ **Rayon au dévers minimal :**

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

Dévers associé  $d_{min} = 2.5\%$ .

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

➤ **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 (RHnd).

Cat 1-2

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127.0,035}$$

Cat 3-4-5

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

Avec :

-  $f' = 0.07$  cat 3

-  $f' = 0.075$  cat 4 -5

**V-1-2-5 Règles pour l'utilisation des rayons en plan :**

Il n'y a aucun rayon inférieur à  $R_{Hm}$ , on utilise autant des valeurs de rayon  $\geq R_{Hn}$  que possible.

Les rayons compris entre  $R_{Hm}$  et  $R_{Hd}$  sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en  $1/R$  arrondi à 0,5% près

Entre  $d_{max}$  et  $d(R_{Hm})$ . Si  $R_{Hm} < R < R_{Hn}$  :

$$d = \frac{d_{max} - d(R_{Hn})}{(1/R_{Hn} - 1/R_{Hd})} (1/R - 1/R_{Hmax}) + d_{max}$$

Entre  $d(R_{Hn})$  et  $d_{min}$  si  $R_{Hn} < R < R_{Hd}$

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

- Les rayons compris entre  $R_{Hd}$  et  $R_{Hnd}$  sont en dévers minimal  $d_{min}$ .
- Les rayons supérieurs à  $R_{Hnd}$  peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.
- Un rayon  $R_{Hm}$  doit être encadré par des  $R_{Hn}$ .

**Remarque :**

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

➤ **Sur largeur :**

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

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

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

Avec :

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

➤ **Calcul des sur largeurs :**

Rayon (m)	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	180	200
Sur largeur (m)	1,66	1	0,84	0,63	0,5	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25	0,2	0,17	0,14	0,125

**Tableau V-2 sur largeurs.**

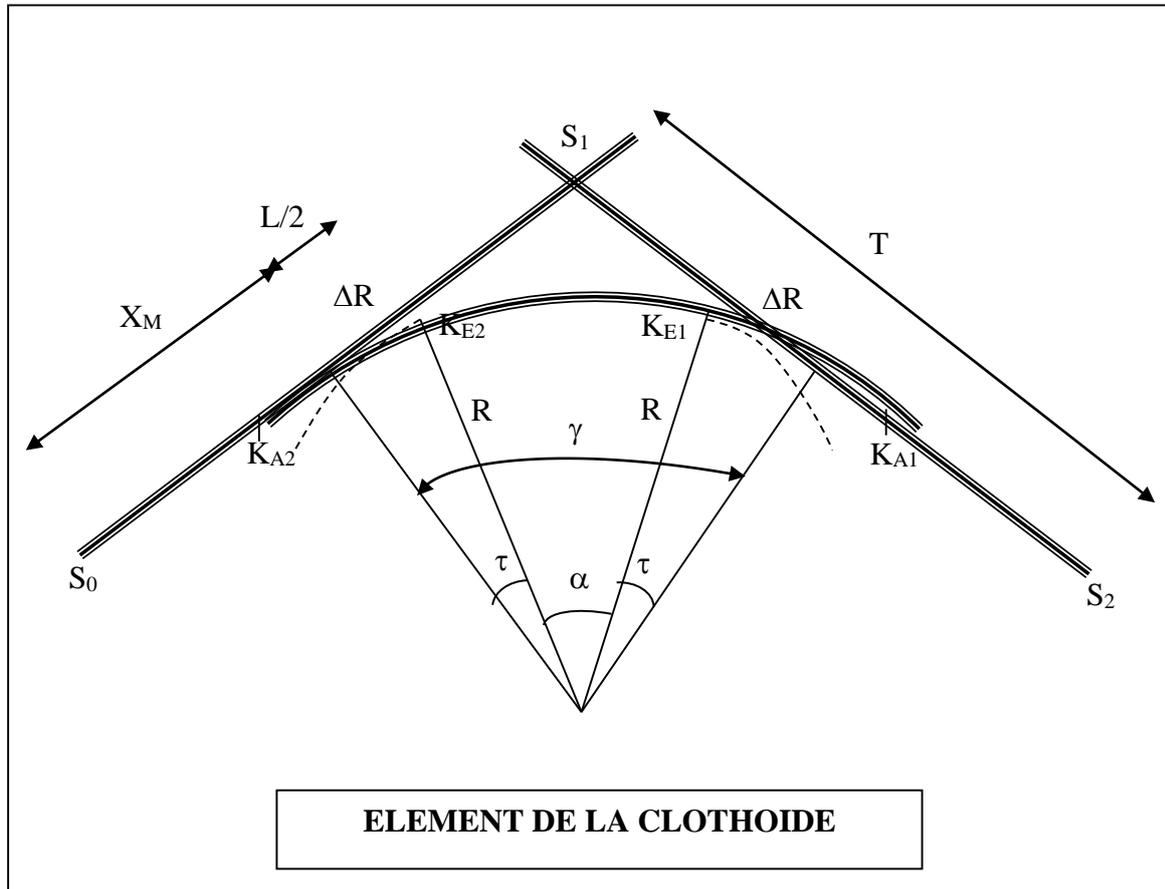
**V-1-2-6 Les raccordements progressifs (CLOTHOIDE) :**

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

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

➤ **Expression de la clothoïde :**

La courbe est proportionnelle à l'abscisse curviligne ou longueur de l'arc  $A = \sqrt{RL}$ , c'est -à- dire que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.



**Figure V-1** Eléments de la clothoïde.

➤ **Les éléments de la clothoïde :**

- A : Paramètre de la clothoïde.
- M : Centre de cercle.
- R : Rayon de cercle.
- $K_A$  : Origine de la clothoïde.
- $K_E$  : Extrémité de la clothoïde.
- L : longueur de la branche de la clothoïde.
- $\Delta R$ : Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage).7

- $X_m$  : Abscisse du centre du cercle.
- $\tau$  : Angle des tangentes.
- $X$  : Abscisse de  $K_E$ .
- $Y$  : Origine de  $K_E$ .
- $T_K$  : tangente courte.
- $T_L$  : tangente longue.
- $S_L$  : Corde ( $K_A - K_E$ ).
- $\sigma$  : Angle polaire (angle de corde avec la tangente).

### V-1-2-7 Les conditions de raccordement :

La longueur du raccordement progressif doit être suffisante pour assurer la condition suivante :

#### ➤ Condition de confort optique :

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

L'orientation de la tangente doit être supérieure à  $3^\circ$  pour être perceptible à l'œil

- $\tau \geq 3^\circ$  soit  $\tau \geq 1/18$  rads
- $\tau = L/2R > 1/18$  rad  $\Rightarrow L \geq R/9$  soit  $A \geq R/3$
- $R/3 \leq A \leq R$

D'après le **B40** on a :

- Pour  $R < 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$  (éventuellement 0.5m) d'où  $L = (24 R \Delta R)^{1/2}$
- Pour  $1500 < R < 5000$  m  $\tau = 3^\circ$  c'est-à-dire  $L = R/9$
- Pour  $R < 5000 \Rightarrow \Delta R$  limité à 2.5m soit  $L = 7.75(R)^{1/2}$

➤ **Condition de confort dynamique :**

Cette condition consiste à limiter le temps de parcours d'un raccordement et la variation par unité de temps de l'accélération transversale d'un véhicule.

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

Avec :

- $V_R$  : vitesse de référence (de base) (Km/h).
- $R$  : rayon en mètre (m).
- $\Delta d$  : la variation de divers ( $\Delta d = d_{\text{final}} - d_{\text{init}}$ ) (%)

➤ **Condition de gauchissement :**

La demi- chaussée extérieure au virage de C.R est une surface gauche qui imprime un mouvement de balancement au véhicule le raccordement doit assurer Un aspect satisfaisant dans les zones de variation de dévers.

A cet effet on limite la pente relative de profil en long du bord de la chaussée déversé et de son axe de telle sorte  $\Delta p < 0.5/V_R$

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

Avec :

- $L$  : longueur de raccordement.
- $l$  : largeur de la chaussée.

**Remarque :**

Pour la vérifier la longueur de la clotoide en peut se référer au deux conditions suivante :

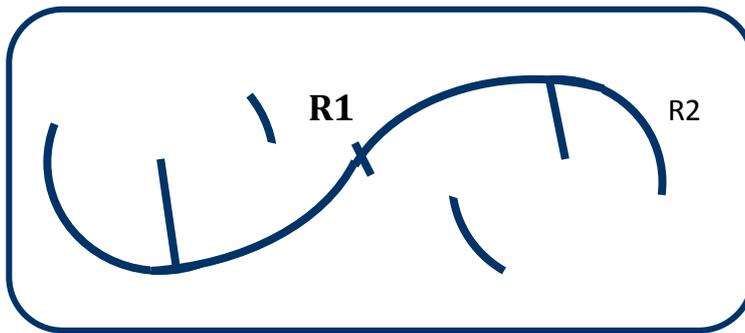
- $L1 \geq 5/36 \cdot \Delta d \cdot V_r$  (gauchissement dynamique).
- $L2 \geq \sqrt{24R\Delta R}$  optique.
- $L = \max (L1 ; L2)$ .

**V-1-2-8 Combinaison des éléments du tracé en plan :**

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

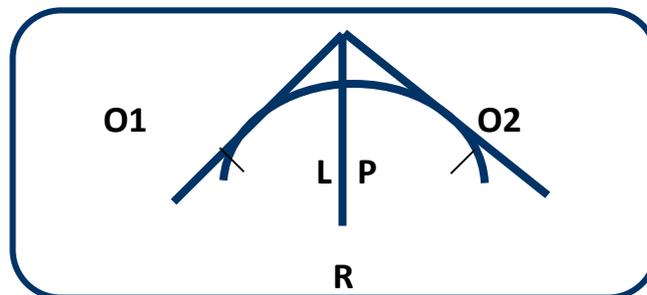
➤ **Courbe en S :**

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



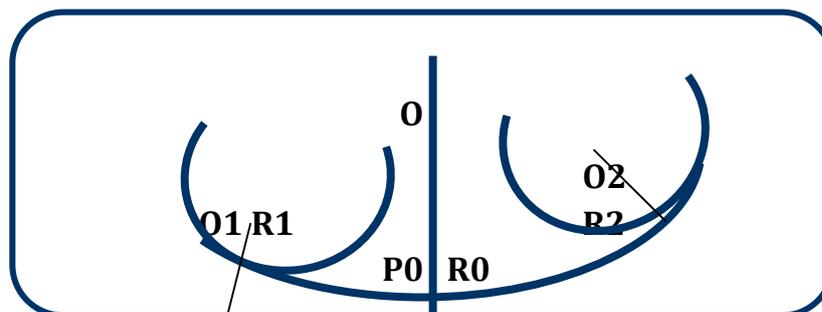
➤ **Courbe à sommet :**

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



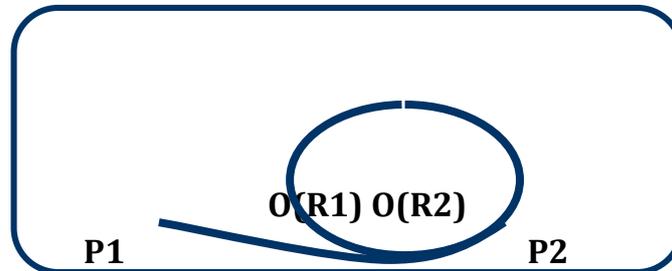
➤ **Courbe en C :**

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



➤ **Ove:**

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



**V-1-2-9 Application au projet :**

➤ **Exemple de calcul :**

Dans notre projet on dispose de plusieurs rayons déversés, dans ce qui suit on donnera un exemple de calcul de longueur de raccordement progressive (clothoïde).

Pour le rayon déversé suivant  $R=250$ , qui sera déversé de  $d=5\%$ , on a la longueur de clothoïde suivante :

• **Calcul du paramètre A :**

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

**-Détermination de L :**

**1. Condition de confort optique :**

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

D'où  $83.333 \leq A_{\min} \leq 250$

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \text{Comme } R = 250\text{m} < 1500\text{m} ; \Delta R = 1$$

Donc  $L \geq \sqrt{24 \times 250 \times 1} = 77.46\text{m} \dots\dots\dots 1$

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

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

$$RH_m \leq R \leq RH_N$$

$$\Delta d = ?$$

$$\Delta d = d - (-2.5) \quad \text{Avec } d=5\%$$

$$\Delta d = 5 - (-2.5) = 7.5 \%$$

$$\text{Donc } L \geq \frac{5}{36} \times 7.5 \times 60 = 62.5 \text{ m} \dots\dots\dots 2$$

De 1 et 2 on aura:  $L \geq 77.46\text{m}$ .

$$L = A^2/R \Rightarrow A = \sqrt{LR} = 139.15\text{m}$$

On prend:  $A = 140 \text{ m}$

$$L = A^2/R$$

$$\text{Donc } L = 78.4 \text{ m.}$$

**• Calcul de  $\Delta R$  :**

$$\Delta R = L^2 / 24R = 78.4^2 / (24 \times 250) = 1.02 \text{ m}$$

$$\Delta R = 1.02\text{m}$$

**V-1-3 récapitulatif des résultats :**

Notre route est de catégorie C2 dans un environnement E2, avec une vitesse de base de  $V_B=60\text{Km/h}$

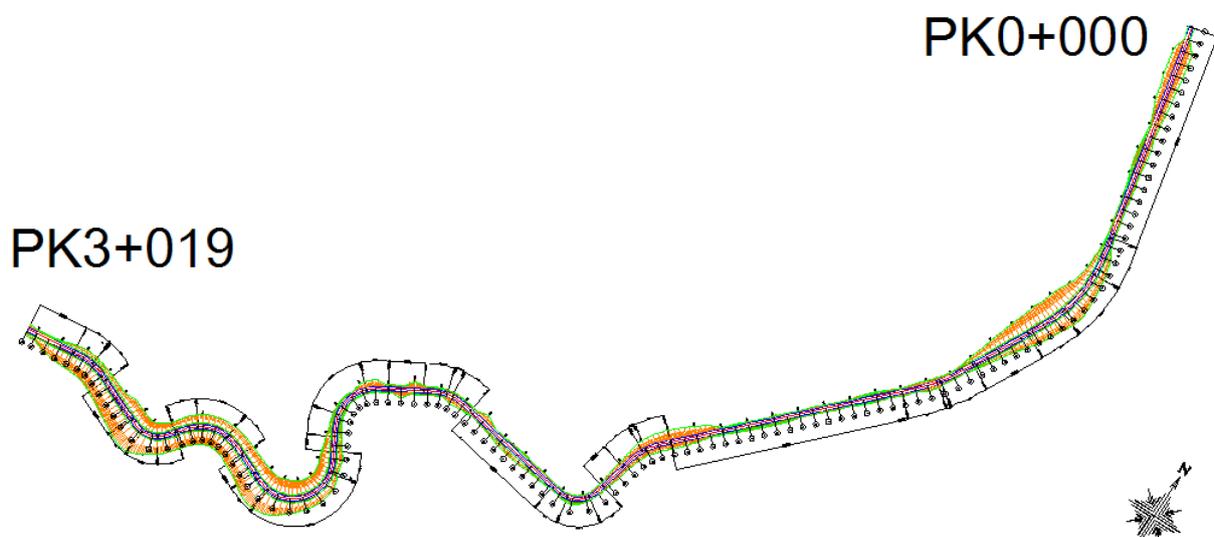
**Selon le B40 on a :**

Paramètres	Symboles	Valeurs
Vitesse de base (km/h)	$V_r$	60
Longueur minimale (m)	$L_{min}$	84
Longueur maximale (m)	$L_{max}$	1000
Devers minimal (%)	$d_{min}$	2.5
Devers maximal (%)	$d_{max}$	7
Temps de perception réaction (s)	$t_1$	2
Coefficient de frottement longitudinal	$f_l$	0,42
Coefficient de frottement transversal	$f_t$	0,16
Distance de freinage (m)	$d_0$	34
Distance d'arrêt (m)	$d_1$	67
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	$d_m$	250
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	$d_N$	350
Distance de visibilité de manoeuvre de dépassement (m)	$d_{Md}$	120
Rayon minimal absolu (m) (7 %)	$RH_m$	125
Rayon minimal normal (m) (5 %)	$RH_N$	250
Rayon au devers minimal (m) (2,5 %)	$RH_d$	550
Rayon non déversé (m) (-2.5 %)	$RH_{nd}$	800

Tableau V-3 récapitulatif des résultats de l'axe en plan

**V-1-4 Description de l'axe en plan :**

- Le tracé de la déviation est arrêté en fonction des contraintes rencontrées tous au long du linéaire.
- Le relief qui est caractérisé par une importante sinuosité sur la majeure partie du linéaire, le tracé est dominé par une succession de courbes et d'alignements droits, avec une vitesse de base de 60Km/h.



**Figure V-2 vue en plan de l'axe de la déviation.**

- **Les calculs se sont effectués avec le logiciel piste 5.05**
- **les résultats de calcul d'axe sont joints en annexes.**

**V-2 Profil en long :**

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par l'axe de tracé. Il est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité (pente sur rampe et des raccordements circulaires ou paraboliques) et par leur Rayon.

**V-2-1 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :**

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

**V-2-2 Coordination du tracé en Plan et Du profil en long :**

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

- Une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- De prévoir de loin l'évolution du tracé.

- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, passage souterrain ...etc.).

Pour éviter les défauts résultants d'une mauvaise coordination trace en plan –profil en long, les règles suivantes sont à suivre :

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

### V-2-3 Paliers et déclivités :

Les paliers sont des sections de routes horizontales. Un Faible palier est à éviter, l'écoulement longitudinal des eaux y est mal assuré et une humidité néfaste à la chaussée tend à s'y maintenir pendant toute la mauvaise saison.

La déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontale. Elle est dénommée **rampe** si la route s'élève dans le sens du kilométrage, et **pente** dans le cas contraire.

#### V-2-3-1 Déclivité minimale :

Il est recommandable d'éviter les pentes inférieures à 0.1%, et ceci dans le but d'éviter la stagnation des eaux.

#### V-2-3-2 Déclivité maximale :

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

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).

Selon le B40 on a :

$V_b(\text{km/h})$	40	60	80	100	120	140
$i_{\text{max}}(\%)$	8	7	6	5	4	4

**Tableau V-4 Déclivités maximales a respectées.**

- Pour notre projet on a une vitesse de base de 60Km/h, donc  $I_{\text{MAX}}=7\%$ .

**V-2-4 Raccordements en profil en long :**

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

On distingue deux types de raccordements :

**V-2-4-1 Raccordements convexes (angle saillant) :**

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

Leur conception doit satisfaire aux conditions de :

- confort.
- visibilité.

➤ **Condition de confort :**

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

$$v^2 / RV < g / 40$$

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

D'où :

- $RV \geq 0,3 V^2$  (cat. 1-2).
- $RV \geq 0,23 V^2$  (cat 3-4-5).

Tel que :

- $R_v$  : c'est le rayon vertical (m).
- $V$  : vitesse de référence (km /h).

➤ **Condition de visibilité :**

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

Avec :

- $D_1$  : Distance d'arrêt (m)
- $h_0$  : Hauteur de l'œil (m)
- $h_1$  : Hauteur de l'obstacle (m)

Dans le cas d'une route unidirectionnelle « bretelles » :

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

On trouve :

$$R_v = 0.24 d_1^2$$

**V-2-4-2 Raccordements concaves (angle rentrant) :**

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

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

Selon le B40 on a :

Catégorie		Voie principale et CW04	RN30	Bretelles
Environnement				
Vitesse de base en Km/h		60	80	40
Rayon en angle saillant $R_v$ en (m)	$R_{vm1}$ (minimal absolu)	1500	2500	300
	$R_{vn1}$ (minimal normal)	4500	6000	1000
Rayon en angle rentrant $R_v$ en (m)	$R_{vm1}$ (minimal absolu)	1200	2400	500
	$R_{vn1}$ (minimal normal)	2400	3000	1200

**Tableau V-5 récapitulatif des résultats du profil en long**

**V-2-5 Détermination pratiques du profil en long :**

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

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

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

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points **A, D**.
- Donnée La pente **P<sub>1</sub>** de la droite (**As**).
- Donnée la pente **P<sub>2</sub>** de la droite (**Ds**).
- Donnée le rayon **R**.

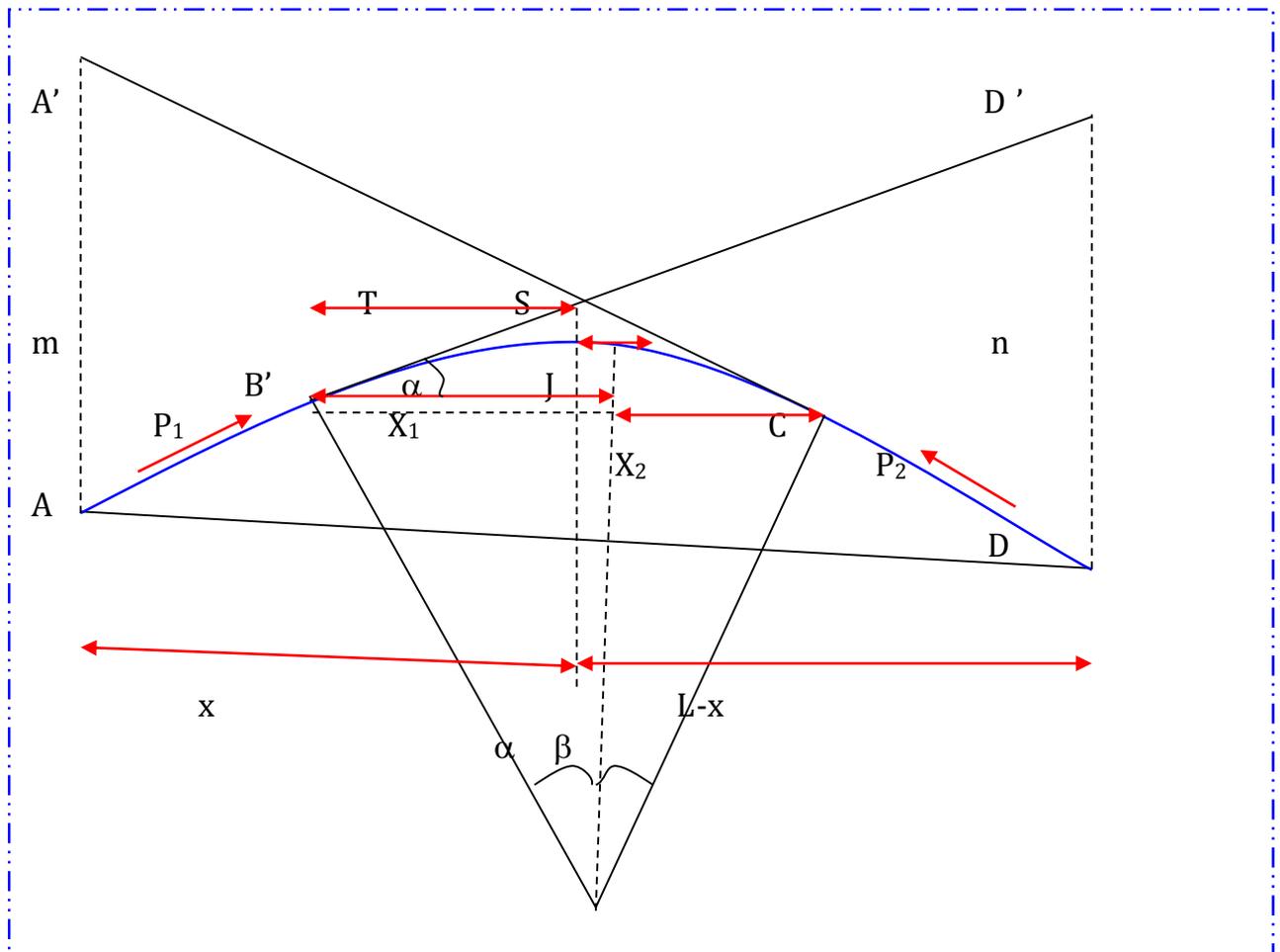


Figure V-3 : schéma pratique du profil en long.

➤ **Détermination de la position du point de rencontre (s) :**

- $Z_A = Z_{D'} + Lp_2$  ,  $m = Z_{A'} - Z_A$
- $Z_D = Z_{A'} + Lp_1$  ,  $n = Z_D - Z_{D'}$

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

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

$$S \begin{cases} X_S = X + X_A \\ Z_S = P_1 X + Z_A \end{cases}$$

➤ **Calcul de la tangente :**

$$T = R/2 (p_1 + p_2)$$

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

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

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T \\ Z_B = Z_S - T p_1 \end{cases} \quad C \begin{cases} X_C = X_S + T \\ Z_C = Z_S + T p_2 \end{cases}$$

➤ **Projection horizontale de la longueur de raccordement :**

$$LR = 2T$$

➤ **Calcul de la flèche :**

$$H = T^2/2$$

➤ **Calcul de la flèche et l'altitude d'un point courant M sur la courbe :**

$$M \begin{cases} H_x = x^2/2R \\ Z_M = Z_B + X p_1 - X^2/2R \end{cases}$$

➤ **Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (T) :**

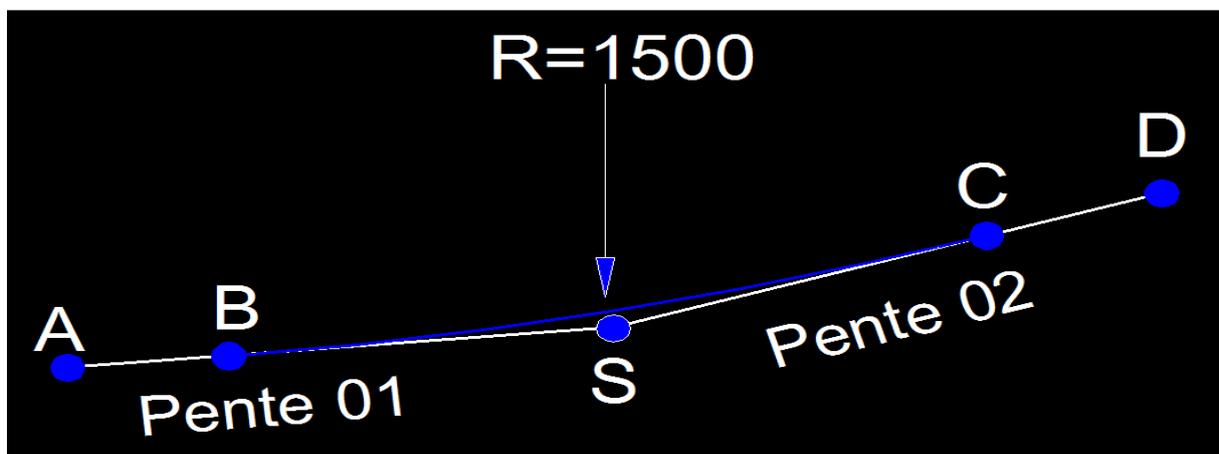
Le point J correspond au point le plus haut de la tangente horizontale.

$$J \begin{cases} X_J = X_B - R \cdot p_1 \\ Z_J = Z_B + X_1 \cdot p_1 - X_1^2 / 2R \end{cases}$$

Dans le cas des pentes de même sens le point J est en dehors de la ligne de projet et ne présente aucun intérêt par contre dans le cas des pentes de sens contraire, la connaissance du point (J) est intéressante en particulier pour l'assainissement en zone de déblai, le partage des eaux de ruissèlement se fait à partir du point J, c'est à dire les pentes des fossés descendants dans les sens J (A) et J (D).

**V-2-6 Application au projet (exemple de calcul du profil en long).**

Soit un rayon de 1500m en angle rentrant :



**Figure V-4 : Exemple de calcul.**

$$A \begin{cases} X_A = 851.500m \\ Z_A = 353.10m \end{cases} \quad B \begin{cases} X_D = 1219.230m \\ Z_D = 368.290m \end{cases} \quad S \begin{cases} X_S = 991.670m \\ Z_S = 354.270m \end{cases}$$

- **Calcul des pentes :**

$$P1 = |(Z_S - Z_A) / (X_S - X_A)|$$

$$P1 = |(354.270 - 353.10) / (991.670 - 851.500)|$$

$$P1 = 0.008 = 0.8\%$$

$$P2 = |(Z_S - Z_D) / (X_S - X_D)|$$

$$P2 = |(354.270 - 368.290) / (991.670 - 1219.230)|$$

$$P2 = -0.0616 = 6.16\%$$

- **Calcul de la tangente:**

$$T = |P1 - P2| \times (R/2)$$

$$T = |0.008 - (-0.0616)| \times (1500/2)$$

$$T = 40.2\text{m}$$

- **Calcul de la flèche :**

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

$$H = (40.2)^2 / 2 \times 1500$$

$$H = 0.908\text{m}$$

- **Calcul des coordonnées de points de tangentes :**

$$B \left\{ \begin{array}{l} X_B = X_S - T = 991.670 - 40.2 = 951.47 \text{ m} \\ Z_B = Z_S - T.P_1 = 354.270 - (40.2 \times 0.008) = 353.948 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$C \left\{ \begin{array}{l} X_C = X_S + T = 991.670 + 40.2 = 1031.87 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T.P_2 = 353.270 + (40.2 \times 0.0616) = 356.746 \text{ m} \end{array} \right.$$

- **Calcul de la longueur de raccordement :**

$$L = 2 \times T = 2 \times 40.2 = 80.4 \text{ m}$$

### V-2-7 Description du profil en long de la déviation :

Vue la sinuosité importante du relief et les nombreuses contraintes rencontrées le long du linéaire on a dû dans certains cas admettre quelques volumes de déblais pour éviter d'avoir des pentes infranchissables.

On a soulevé l'axe de la déviation au point d'intersection entre celui-ci et la RN30 pour pouvoir aménager un échangeur trempette.

Et ceci pour assurer une bonne cohérence entre les différents flux de trafic des deux routes à raccorder et une bonne circulation de l'ensemble.

On a minimisé au maximum les déblais et les remblais à l'approche des deux points d'intersection (avec le CW04 et la RN25), pour pouvoir aménager des carrefours plans.



## V-3-1 Eléments constituant le profil en travers :

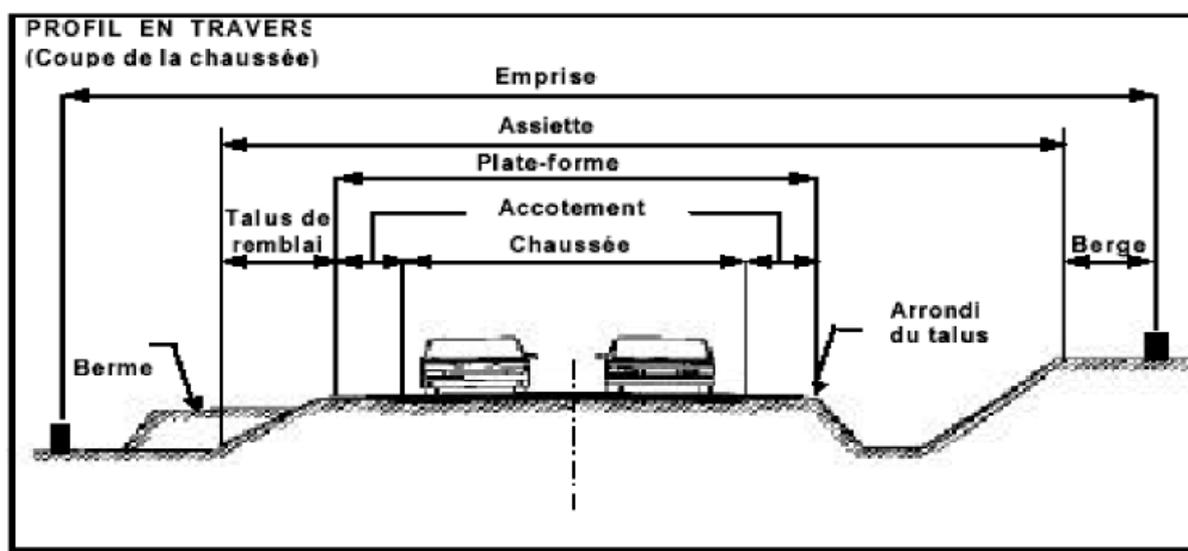


Figure V-5 schéma d'un profil en travers type

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

➤ **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.

➤ **La largeur roulable :**

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

➤ **La plate-forme :**

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

➤ **Assiette :**

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

➤ **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.

➤ **Les accotements :**

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

➤ **Le fossé :**

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

### **V-3-2 Largeur de la chaussée :**

Il n'y a pas de largeur minimale réglementaire pour une chaussée. Cette valeur doit être retenue en fonction du type de véhicules circulant ou attendus sur l'itinéraire et des vitesses prévues. En ce qui concerne le véhicule, le code de la route [3] a fixé les dimensions maximales des véhicules à 2,60 m hors rétroviseur : ces derniers peuvent faire une saillie de 20 cm au-dessus de 1,90 m.

En pratique la plupart des véhicules légers ne dépassent pas les largeurs suivantes :

- Véhicules légers : 1,70 mètre.
- Véhicule types « monospace » : 1,90 mètre.
- Véhicules « 4X4 » : 2,20 mètre.
- Camping-car : 2,30 mètre.

Les marges de sécurité latérales doivent tenir compte des vitesses pratiquées sur l'itinéraire et de ce fait, des valeurs de 3,00 à 3,50 m sont usuellement retenues pour les routes principales. Le standard international se situe à 3,50m.

**V-3-3 Sur-largeur :**

Dans les courbes de rayon inférieur à 200 m, une sur largeur est préconisée dans les virages. Elle vaut normalement, par voie de circulation  $50/R$  en mètres,  $R$  étant le rayon de courbure exprimé en mètre. Cette sur largeur peut être ramenée à  $25/R$  pour les routes en relief difficile.

**V-3-4 Nombre de voies :**

Il est variable selon le trafic projeté à terme et les niveaux de services attendus (Voire chapitre étude de trafic).

**V-3-5 Classification de profil en travers :**

Il existe deux types de profil :

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

**V-3-5-1 Le profil en travers type :**

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

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

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

**V-3-5-2 Le profil en travers courant :**

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à distance de 10, 15, 20,25.... m.

**V-3-6 Profil en travers sous l'ouvrage d'art :**

La route qui passe sous l'ouvrage d'art a des bandes d'arrêts en section courante, elles sont en générale maintenues sous l'ouvrage sans réduction de largeur.

D'après l'ICTAAL, la distance de parement intérieur d'un appui latéral au bord de la chaussée la plus proche est fixé à 2m, quel que soit la vitesse de référence.

**V-3-7 Profil en travers sur l’ouvrage d’art :**

D’après les normes ICTAAL, la route doit comprendre un dispositif de sécurité (glissière de sécurité) dès que la hauteur du remblai dépasse les 4 mètres.

Pour l’ouvrage d’art, il est conseillé de prévoir une sur largeur des deux côtés de la route, cette sur largeur est donnée par le tableau ci-dessous en fonction de la vitesse de référence sur l’itinéraire considéré.

Vr. (km/h)	120	100	80	60	40
Sur largeur (m)	0.75	0.75	0.5	0.5	0.5

**Tableau V-6 Sur largeur en fonction de la vitesse de référence.**

**V-3-8 Profil en travers des bretelles:**

Il est nécessaire d’avoir une voie pour assurer les bonnes conditions aux mouvements des véhicules entre les différents itinéraires, le profil en travers des rampes d’une chaussée de largeur de 8m (4m pour largeur d’une voie et 3m de B.A.U et bande dérasée de 1m).

**V-3-9 Application au projet :**

Après l’étude de trafic, le profil en travers retenu pour le tracé sera composé d’une chaussée bidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type de notre projet sont comme suite :

- Chaussée de 2 x 4m =8,00m (en prenant en compte les sur largeurs).
- Accotement de 2 x 2m
- Plate-forme de 12m

Les figures suivantes représentent les différents types du profil en travers de notre projet :



**V-4 Cubatures :**

Les cubatures de terrassement, c'est le calcul des volumes des déblais et remblai à déplacer pour avoir une surface uniforme entre les profils en long ainsi les profils en travers fixé auparavant.

**V-4-1 Méthodes de calcul :**

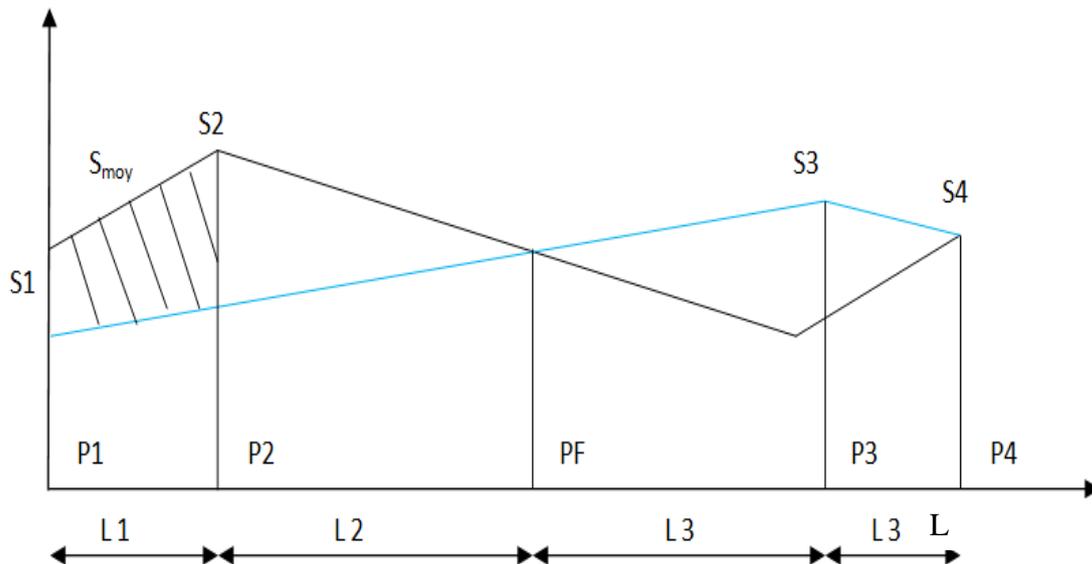
Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifie le calcul, le travail consiste à calculer les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section de notre projet.

On utilise la méthode **SARRAUS**, c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre profils en travers successifs.

$$V = h/6 (S_1 + S_2 + 4 S_0)$$

Avec :

- h : hauteur entre deux profils.
- S<sub>0</sub> : surface limité à mi-distances des profils.
- S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> : surface des deux profils.
- Adoptons la figure ci-dessous présentant les profils en long d'un tracé donné :

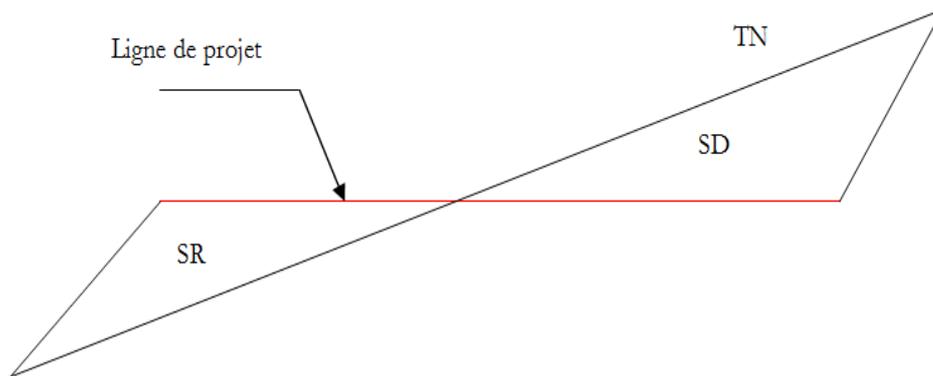


**Figure V-9 Schéma de calcul des remblais et déblais.**

Avec :

- L : distance entre profils.

- P : profil en travers.



**Figure V-10 section des remblais et déblais.**

Le volume compris entre les deux profils en travers P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> de section S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> sera égal à :

$$V = h/6(S_1 + S_2 + 4S_{\text{moy}})$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant

$$S_{\text{moy}} = \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

D'où:

$$V_1 = L_1 \times \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

- Entre P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub>     $V_1 = L_1 \times \frac{(S_1 + S_2)}{2}$
- Entre P<sub>2</sub> et P<sub>f</sub>     $V_2 = L_2 \times \frac{(S_2 + 0)}{2}$
- Entre P<sub>f</sub> et P<sub>3</sub>     $V_3 = L_3 \times \frac{(0 + S_3)}{2}$

- Le volume total:

$$V = \left(\frac{L1}{2}\right) \times S_1 + \left(\frac{L1+L2}{2}\right) \times S_2 + \left(\frac{L2+L3}{2}\right) \times S_3 + \left(\frac{L3+L4}{2}\right) \times S_4 + \left(\frac{L4}{2}\right) \times S_5$$

#### V-4-2 Résultat de calcul des cubatures :

Résultats finaux obtenus sont dans le tableau suivant :

Volume des déblais (VD)	223608 m <sup>3</sup>
Volume des remblais (VR)	40565 m <sup>3</sup>

**Tableau V-7 : résultats des volumes des remblais et déblais.**

- Les calculs se sont effectués avec le logiciel piste 5.05.
- Voir détaille des résultats en annexe.

# CHAPITRE VI

**Choix et aménagement de l'échangeur.**

---

**Introduction :**

Le bon fonctionnement d'un échangeur doit prendre en compte les points suivants : L'adaptation au site (environnement, etc.), et aux conditions d'utilisation (trafic, etc.).

Sa configuration générale et sa conception de détail doit être correctes.

L'utilisation d'un échangeur comme solution aux problèmes des carrefours doit être pleinement justifiée ; cependant certaines situations semblent l'exiger :

- Croisement de deux routes à un débit de trafic important, comme Autoroute-Autoroute ou Autoroute- Route.
- Carrefour dont la capacité est insuffisante congestionne une ou toutes les approches.
- Carrefour dont le taux d'accidents graves est disproportionné et pour lequel on ne trouve aucune solution.
- Carrefour où la topographie empêche un aménagement conforme aux normes de tout autre type de carrefour.

**VI-1 Règles de conception :**

La conception est l'étape la plus importante d'un projet puisqu'elle tient compte du prix de revient comparativement aux avantages distribués à moyen et long terme.

Pour diminuer son prix de revient on évite :

- Le passage sur terrain agricole.
- Le passage au voisinage sur des habitations et des maisons publiques.
- Le passage sur les oueds ou leur voisinage pour ne pas avoir d'ouvrage d'art à construire et de murs de soutènement.
- Les longs alignements droits.
- Les terrassements importants.
- Les sections à forte déclivité.
- Les sites en courbures à faibles rayons.

**VI-2 définition et rôle d'un échangeur :**

L'échangeur est un ouvrage à croisement étagé « niveaux différents » ou un carrefour dénivelé entre deux routes, avec raccordement de circulation entre les voies qui se croisent.

En terme technique, un échangeur est un dispositif de raccordement entre plusieurs voies de circulation sans croisement à niveau sur l'autoroute permettant d'accéder ou d'en sortir.

Les croisements à niveau sont éliminés complètement aux conflits de virage, ils sont supprimés ou minimisés selon le type d'échangeur à préconiser.

On les désignera par :

- **Nœud** : quand il raccorde une voie rapide à une autre voie rapide.
- **Diffuseur** : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.
- **Mixte** : quand il assure en plans des échanges avec voirie locale.

Le but d'un échangeur est d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans le sens considéré selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêt provoquant des pertes de temps.

**➤ Avantages de l'échangeur :**

Les avantages de l'échangeur sont :

- Facilité aux usagers un déplacement dans des bonnes conditions de confort et de sécurité.
- Evite les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents.
- Evite les points d'arrêts qui provoquent des pertes de temps considérables « Problèmes d'encombrement bouchon ».
- Evite les contraintes d'arrêt et de reprise.
- Assure la continuité du réseau autoroutier.

**➤ Inconvénients de l'échangeur :**

L'inconvénient majeur, entraîne un investissement financier volumineux, c'est pourquoi son utilisation comme solution aux problèmes d'un carrefour doit être pleinement justifiée.

**VI-3 Caractéristiques géométriques des échangeurs :**

Tout échangeur quel que soit son importance, sa classe ou sa forme, est constitué d'un ensemble de trois éléments qui sont :

- Pont (passage supérieur ou inférieur).
- Carrefour (s) plan (s).
- Bretelles.

**VI-3-1 Pont :**

Qui assure un passage supérieur ou inférieur. La détermination du nombre d'ouvrage d'art « pont » dans un échangeur est en étroite relation avec :

- Le type d'échangeur choisi.
- La condition de coordination profil en long-tracé en plan.
- Les contraintes du terrain d'implantation.
- Les instructions et réglementations de conception.

**VI-3-2 Carrefour plan :**

On trouve les carrefours plans seulement sur les raccordements autoroute-route ordinaire, leur aménagement doit tenir compte des facteurs de sécurité et commodité.

**VI-3-3 Bretelles :**

Une bretelle est une voie qui permet le transfert du trafic d'une route à une autre. Au sens large, est une chaussée de transfert dans un échangeur de circulation entre voies à niveaux différents ou entre voies parallèles.

Les bretelles se terminent à une de leurs extrémités par une voie de décélération et à l'autre par voie d'accélération.

### VI-4 Types d'échangeur :

On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs. Cependant, les types de base ne sont pas nombreux, chaque type peut varier de forme et de détendue. Aussi, il y a de nombreuses combinaisons de ces types qui donnent des formes plus complexes.

Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme de bretelle à considérer, et selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

- **Echangeur majeur** : raccordement autoroute- autoroute.
- **Echangeur mineur** : raccordement autoroute - route.

Tous ceux de la première classe se font à niveau séparé tandis que pour la seconde classe, les branchements au niveau de la route secondaire exigent des cisaillements.

#### VI-4-1 Echangeurs majeurs :

L'échangeur majeur raccordement entre autoroute et autoroute sans qu'il y est cisaillement dans les deux autoroutes à raccorder.

On distingue comme échangeur majeur :

- Trèfle complet quand il y a quatre branches à raccorder.
- Bifurcation « Y » quand il y a trois branches à raccorder.



Figure VI-1 trèfle complet.

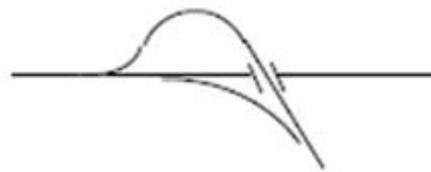
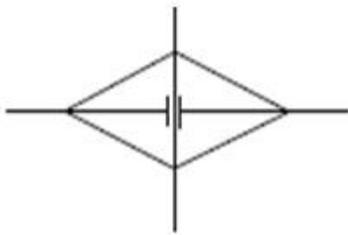


Figure VI-2 bifurcation.

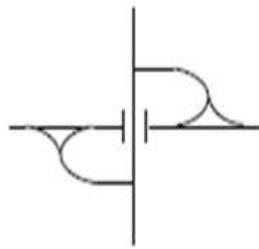
**VI-4-2 Echangeur mineur :**

Il est utilisé pour les raccordements d'une autoroute « route principale » et une route ordinaire « route secondaire », les schémas concernés par le raccordement sont :

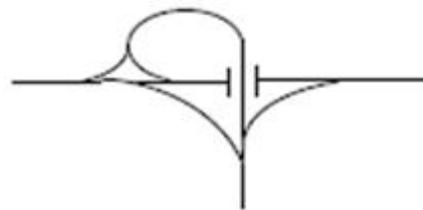
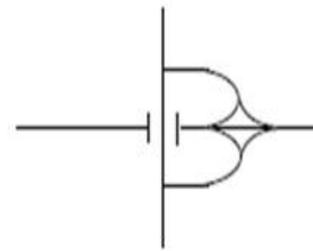
- Losange.
- Demi-trèfle.
- Trompette.



**Figure VI-3 losange.**



**Figure VI-4 demi -trèfle.**



**Figure VI-5 trompette.**

**VI-5 Choix de l'échangeur:**

La connaissance des différents types d'échangeurs existants, et leurs propriétés « avantages, inconvénient... »Et la limite de leur utilisation permettent de choisir la configuration la plus adoptée ou cas qui se présente.

Donc le choix du type de l'échangeur devient automatique après la détermination de certains paramètres bien spécifiques au site d'implantation et aux objectifs à atteindre. Et pour ce but on suit le chemin suivant :

**➤ Etape 1 :**

Détermination du tracé à partir de :

- Présentation du site d'implantation.
- Type de route et nombre de branches à raccorder.
- Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
- Vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

**➤ Etape 2 :**

L'échangeur adopté doit aussi assurer un haut niveau de sécurité et de service, et ceci est assuré en respectant les normes de l'art de la conception qui se résume :

- Tracé respectant les valeurs limitées de conception « valeurs des rayons, d'alignements ».
- Longueurs des voies « insertions, décélérations » réglementaires.

**➤ Etape 3 :**

**Analyse :**

C'est cette dernière étape qui valide le choix sous la base que le futur échangeur doit assurer les meilleures conditions de visibilité, de confort et de sécurité.

**VI-6 Application au projet :**

Le tracé de La déviation intercepte la RN30 au PK 0+000 où on a prévu un échangeur afin d'assurer tous les échanges avec DRAA EL MIZAN, TIZI OUZOU, BOGHNI et BOUIRA.

**VI-6-1 Choix de type d'échangeur :****VI-6-1-1 Etape 1 :****➤ Détermination du tracé à partir du terrain :**

Le terrain qui reçoit le futur échangeur est un terrain vallonné, sa nature géologique est très variée.

Passage sur quelques terrains privés, ce qui implique l'introduction de procédure d'expropriation.

**➤ Types de routes à raccorder :**

L'échangeur à concevoir doit assurer un raccordement entre La nouvelle déviation et RN30, alors l'échangeur est de type échangeur mineur.

**➤ Vitesse sur les bretelles :**

D'après le B40 :

- La vitesse sur la déviation est de 60Km/h.
- La vitesse sur la RN30 est de 80Km/h.
- La vitesse sur l'échangeur est de 40 à 60Km/h.

On a pris la vitesse sur les bretelles  $V_B=40\text{Km/h}$ .

**➤ Distribution du trafic :**

- Le croisement est de quatre (3) branches
- L'échangeur distribue le trafic dans (4) directions.

**VI-6-1-2 Etape 2 :****➤ Configuration du tracé des rampes (bretelles, boucles) à adopter :**

Le tracé des rampes dépend toujours du tracé de la route à laquelle se raccordent, chaque rampe doit présenter une entrée et une sortie, et pour cela il faut bien déterminer leurs distances et prévoir des voies d'accélération ou de décélération.

Selon le B40 :

• Voie de décélération-accélération :

1. Voies d'insertion (d'accélération) :

Les voies d'insertion sont de type parallèle et comportent une voie d'accélération parallèle à la route principale et un biseau de raccordement.

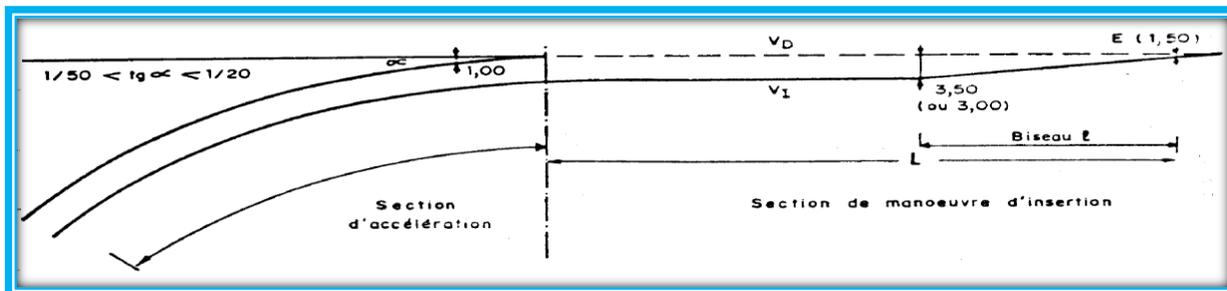


Figure VI-6 schéma de la voie d'insertion.

Va (Km/h)	60	80	90	100	120
L (m)	140	180	210	240	320
LB (m)	40	50	50	65	75

Tableau VI-1 longueurs de la voie d'insertions.

Pour notre projet la vitesse sur

- la RN30 (voie principale) et de 80 Km/h, le règlement préconise une longueur d'insertion de 180 m dont un biseau de 50 m.
- la déviation et de 60Km/h, le règlement préconise une longueur d'insertion de 140 m dont un biseau de 40 m.

2. Voies de décélération :

La décélération des véhicules quittant la route principale se fait à l'aide des couloirs de décélération de type parallèle, elle comprend un sifflet de raccordement et une voie parallèle à la route principale, sa longueur est en fonction de la vitesse d'approche à vide.

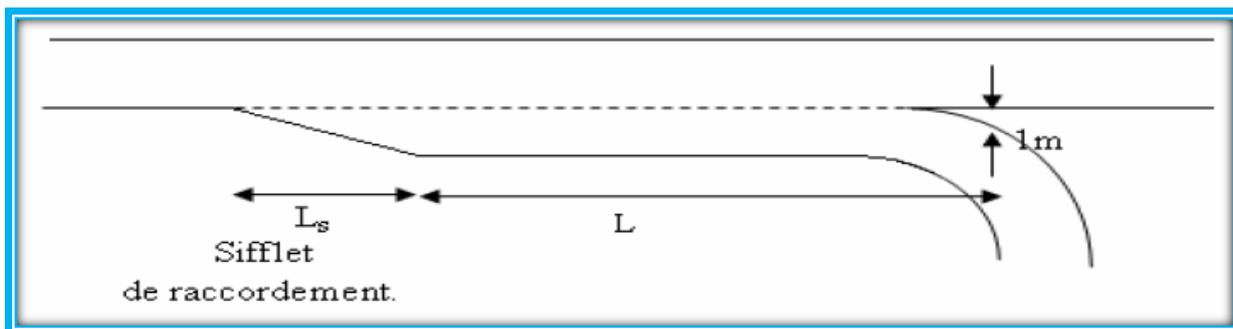


Figure VI-7 schéma de la voie décélération.

<b>Va (Km/h)</b>	60	80	100	120
<b>L(m)</b>	70	115	170	240
<b>Ls(m)</b>	40	50	60	75

Tableau VI-2 longueurs de la voie de décélération.

Pour notre projet la vitesse sur :

- la RN30 (voie principale) et de 80 Km/h le règlement exige une longueur de 115 m avec un sifflet de 50m.
- la déviation et de 60 Km/h le règlement exige une longueur de 70m avec un sifflet de 40m.

➤ **Valeurs limites des rayons de tracé en plan:**

Selon le (B40) les limites des rayons en plan sont résumées dans le tableau suivant :

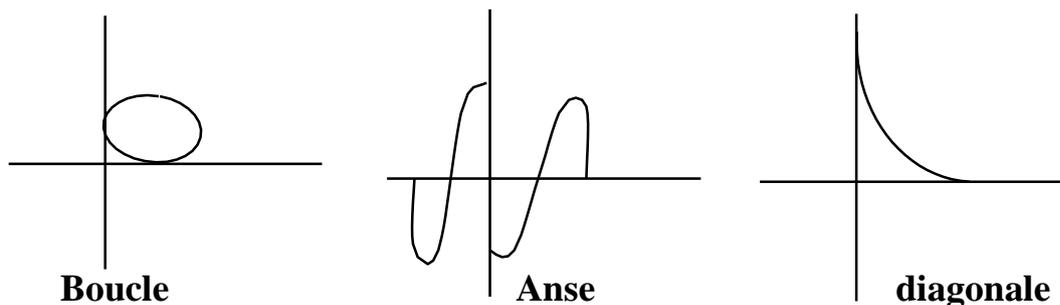
Parametres	Valeur	Valeur
$V_B$	80Km/h	40 Km/h
Rayon min. absolu RHm (7%)	250m	50 m
Rayon min. normal RHn (5%)	450m	125m
Rayon au dévers min RHd (2,5%)	1000m	250m
Rayon non déversé RHnd (-2,5%)	10 000m	350m

Tableau VI-3 limites des rayons en plans.

➤ **Caractéristiques des bretelles :**

Bretelle	Boucle	Diagonale	Anse
Débit de pointe (uvp/h)	<500	500-1000	1000-2000
Rayon en plan (m)	40-75	100-175	>120

**Tableau VI-4 : Caractéristiques des bretelles**



Pour notre projet on a utilisé un rayon de :

- 50m pour la boucle.
- 40 pour les deux bretelles 01 et 02
- 173m pour la bretelle 03
- 154m pour la bretelle 04

➤ **Les valeurs limites des rayons du profil en long :**

Les valeurs limites des paramètres du profil en long sont les suivantes :

Vitesse de référence (Km/h)		40	80
Rayon en angle saillant (Rv1)	Minimal absolu Rvm1	500	2500
	Minimal normal Rvn1	1500	6000
Rayon en angle rentrant (Rv2)	Minimal absolu Rvm2	700	4500
	Minimal normal Rvn2	1500	10000
Déclivité maximale Imax (%)		8	6

**Tableau VI-5 limites des rayons du profil en long.**

➤ **Profil en travers :**

❖ La RN30 :

- Une chaussée de 2x2 voies de 3.5m chacune.
- Accotement de 2x 2m
- Un TPC de 2m
- Une plate-forme de 20m

❖ Boucle :

- Une chaussée de 2 x 4m bidirectionnel.
- Accotement de 2 x 1m
- Une plate-forme de 10m

❖ Bretelles (AXE03 ; AXE04) :

- Une chaussée de 4m unidirectionnel.
- Accotement de 2 x 2m
- Une plate-forme de 8m

❖ Bretelles (AXE01 ; AXE02).

- Une chaussée de 4m unidirectionnel.
- Accotement de 1 x 1m
- Une plate-forme de 6m

**VI-6-1-3 Etape 3 (Analyse) :**

L'échangeur de la route national 30 et la déviation est à 3 branches, pour ce type d'échange nous avons le choix entre ces types d'échangeurs :

- Le triangle (multi ouvrage).
- La trempette.
- La bifurcation.

➤ **Conclusion du choix du type d'échangeur :**

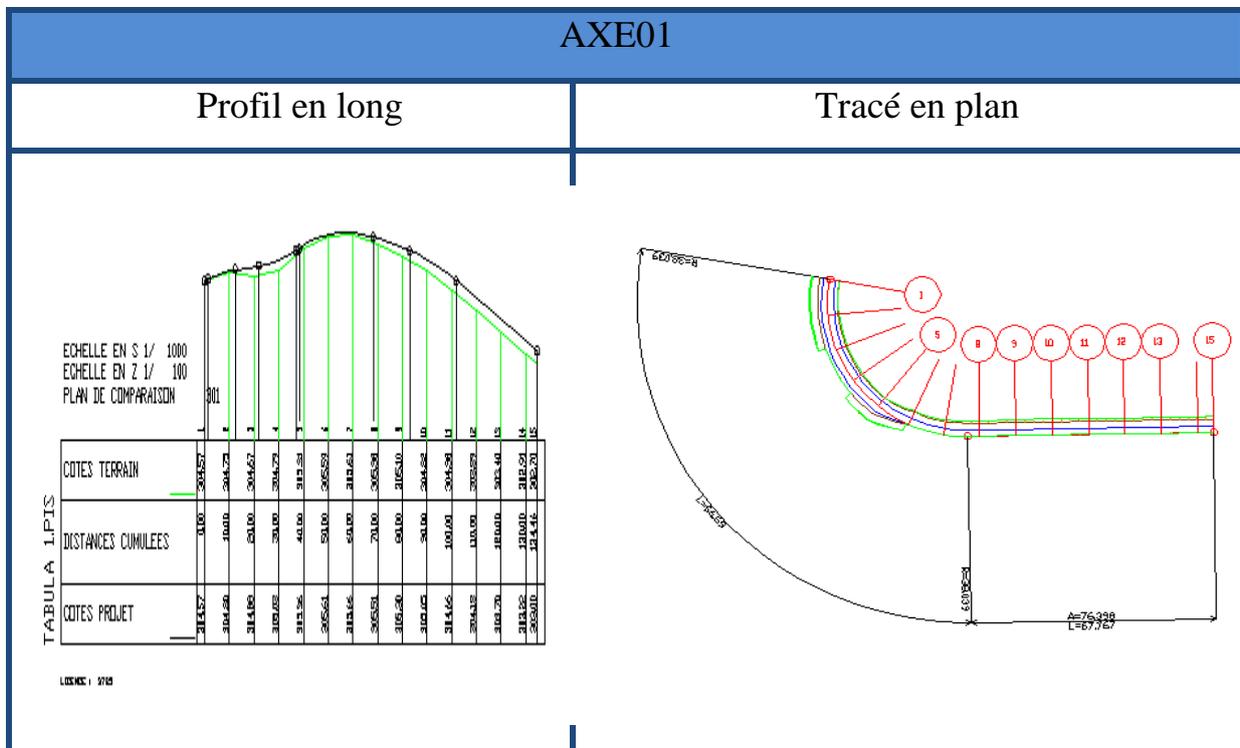
Après l'analyse des trois types d'échangeur à proposer, on a trouvé que l'échangeur le plus avantageux c'est l'échangeur de type trempette.

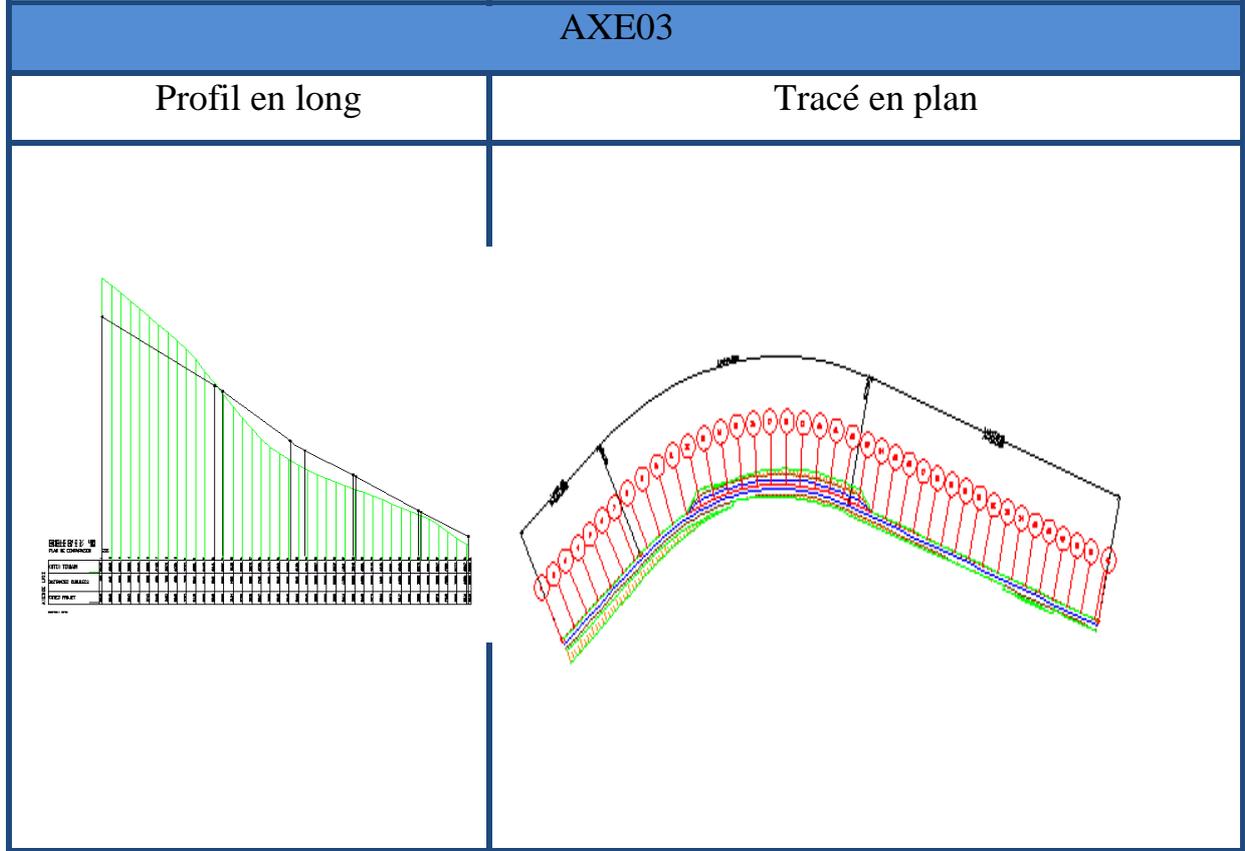
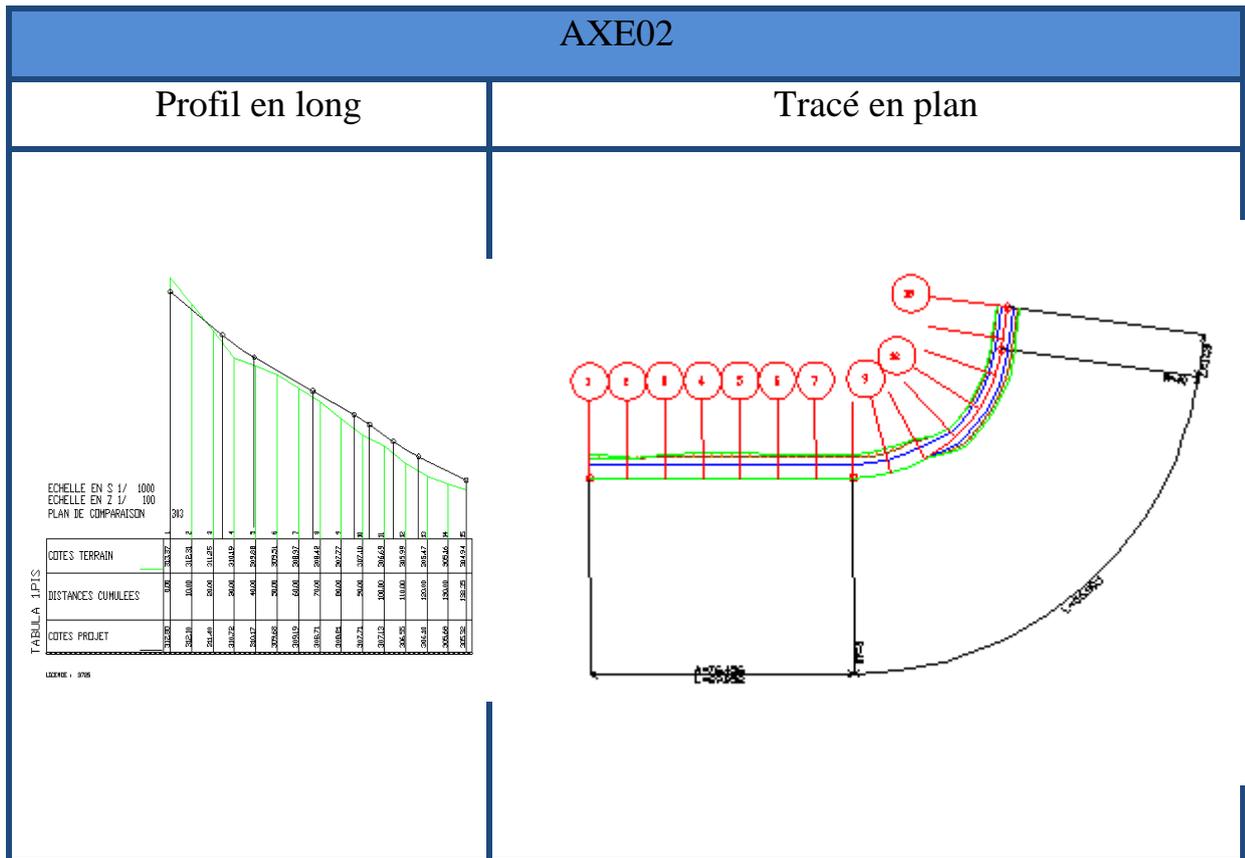
**Donc la solution adoptée est : un échangeur en trempette.**

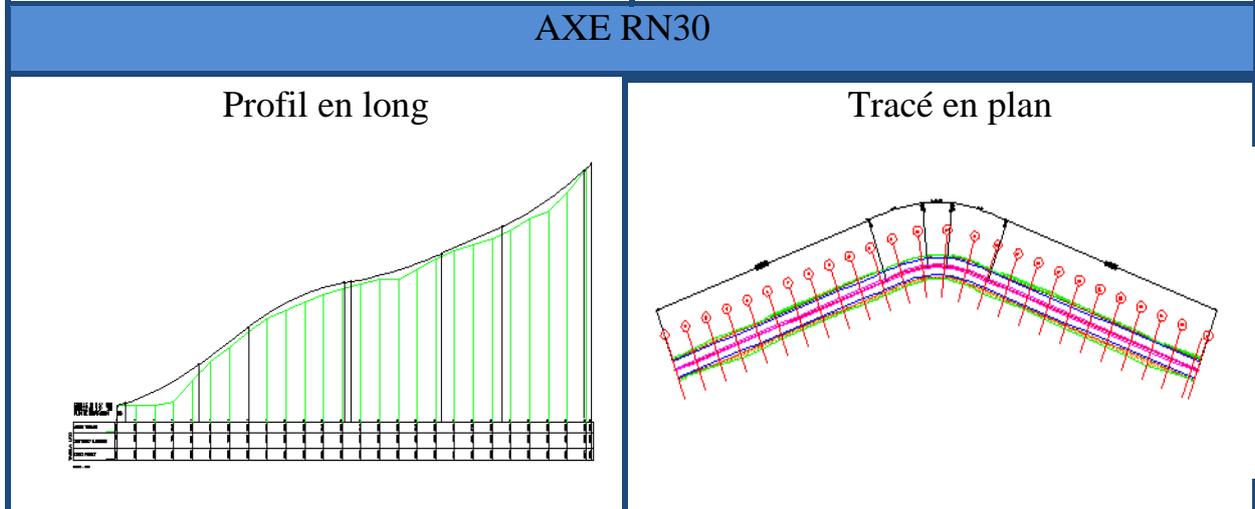
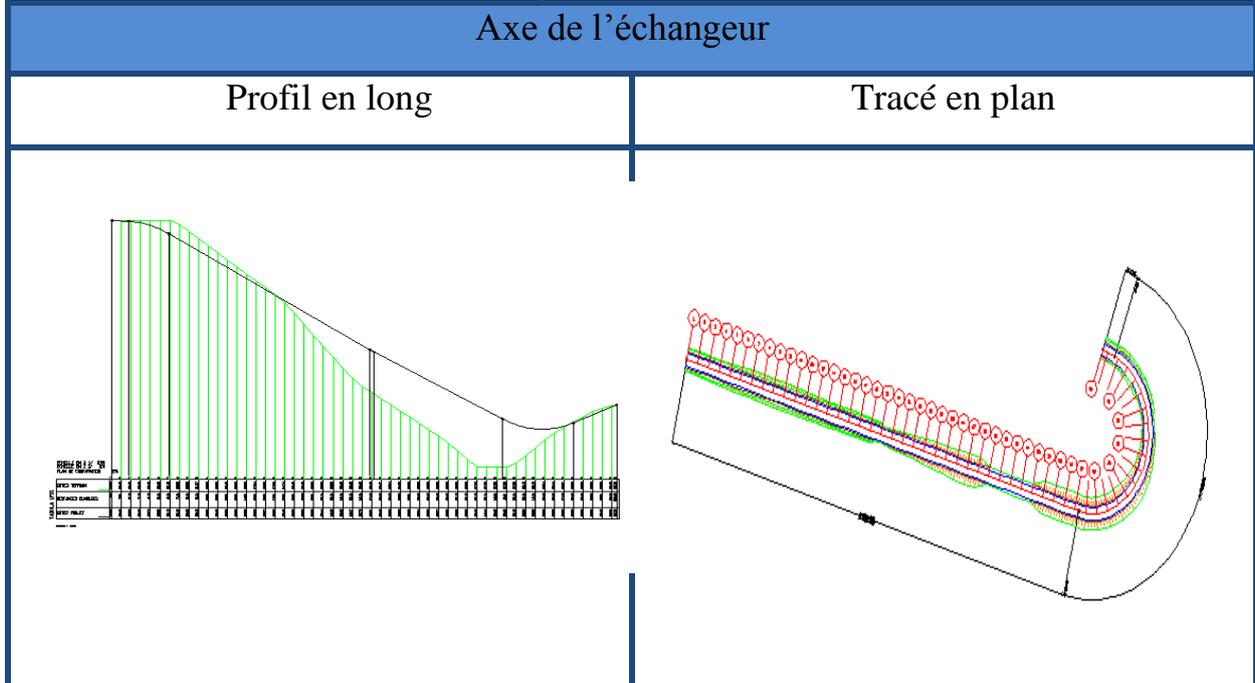
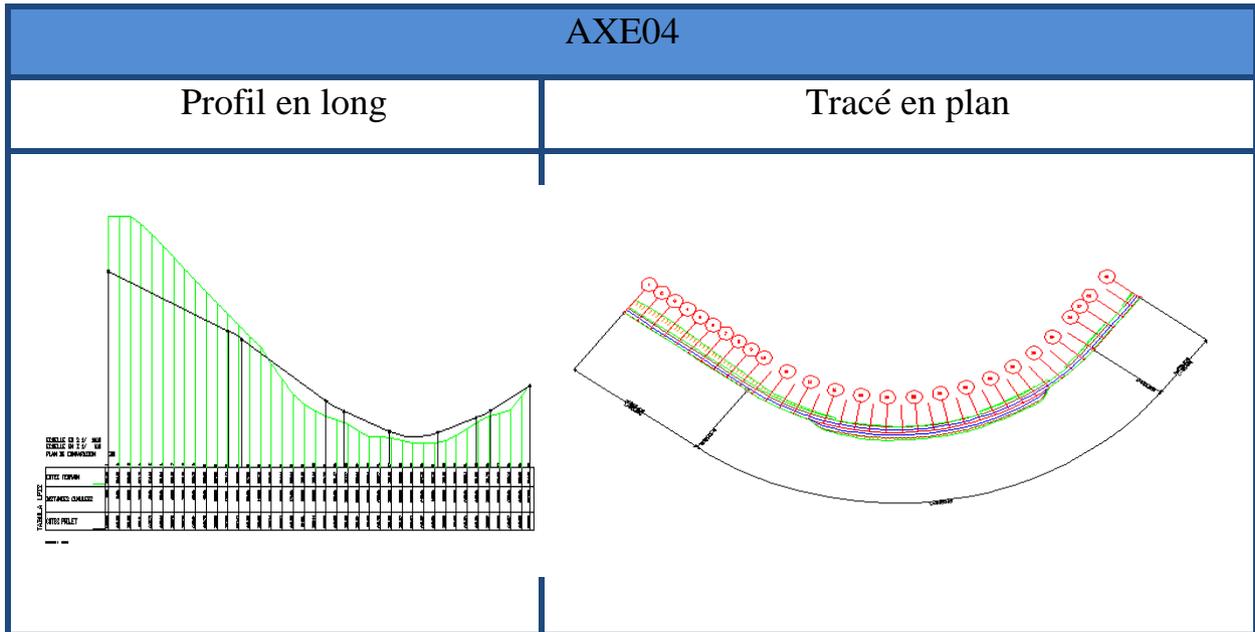
VI-6-2 Description des axes par le logiciel « piste+5.05 » :

AXES	Longueur de l'axe (m)	Vitesse de base (Km/h)
AXE 01	134.457	40
AXE 02	168.34	40
AXE 03	392.226	40
AXE 04	387.882	40
AXE de l'échangeur Est	161.323	40
AXE RN30	631.846	80

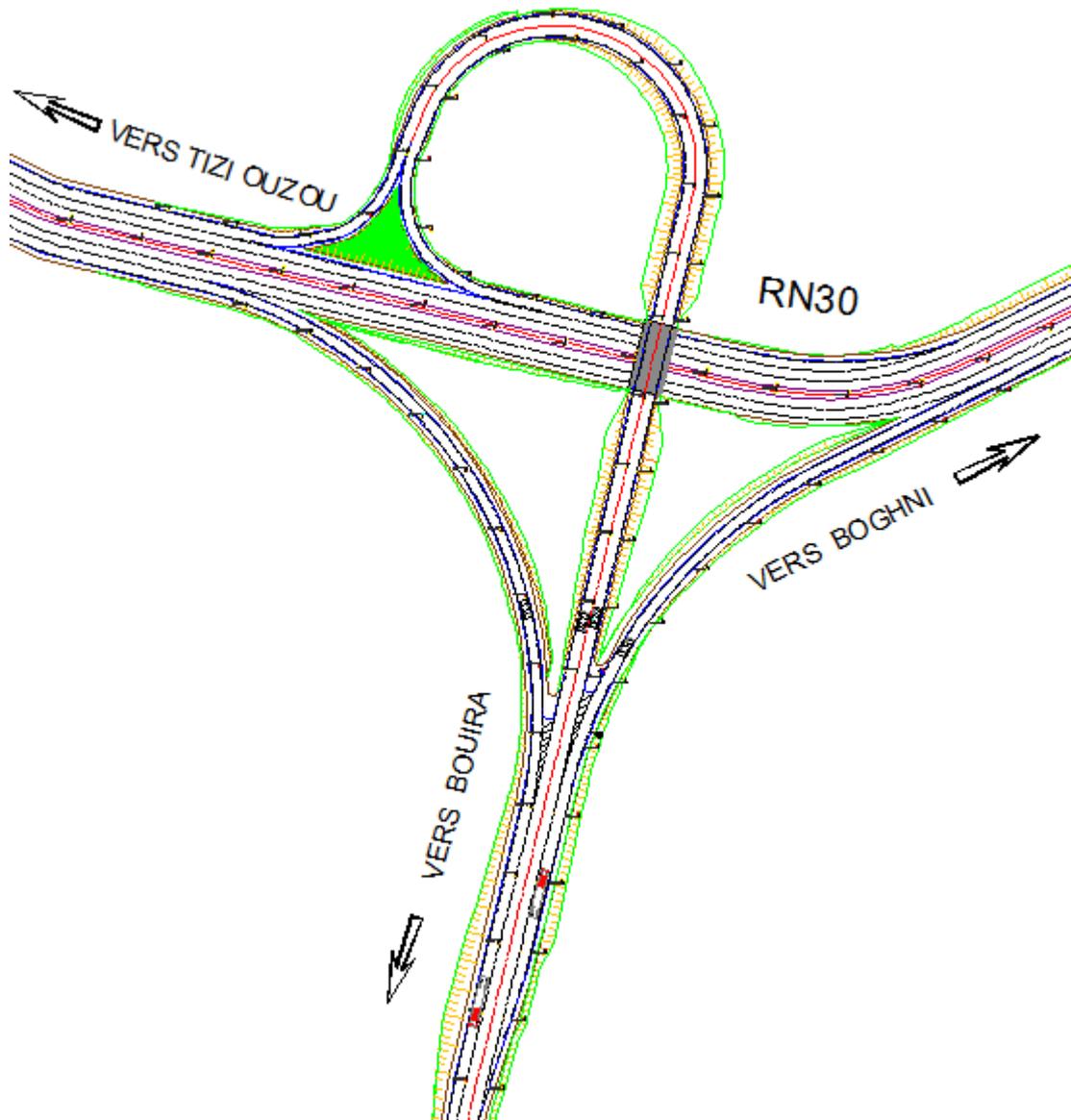
Tableau VI-6 longueurs des axes.







## VI-6-3 Plan de l'échangeur :



- Remarque : Le plan de l'échangeur sera présenté en annexe avec plus de détails

# CHAPITRE VII



**Carrefours.**

---

**Introduction :**

L'existence des carrefours ou d'embranchements routiers tend à permettre aux courants de circulation de se succéder :

- Sans risque de collision.
- Réduisant au minimum la gêne.
- En laissant un débit suffisant dans les diverses directions.

**VII-1 Définition :**

Un carrefour est le lieu où se croisent les routes ou les chemins au même niveau, Tout carrefour est une partie importante d'une route. L'efficacité, la vitesse, la sécurité, le cout d'exploitation et la capacité en dépendent.

Le carrefour à niveau, est le lieu de l'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau.

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

**VII-2 Aménagement des carrefours :**

Le but d'aménagement des carrefours est d'assurer une bonne fluidité au niveau de croisement des courants.

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

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

### **VII-3 Choix de l'aménagement :**

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

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

### **VII-4 Types des carrefours :**

Les principaux types des carrefours sont:

#### ➤ **Carrefour en T :**

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) :**

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 deux à deux alignées (ou quasi).

#### ➤ **Carrefour type giratoire :**

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.

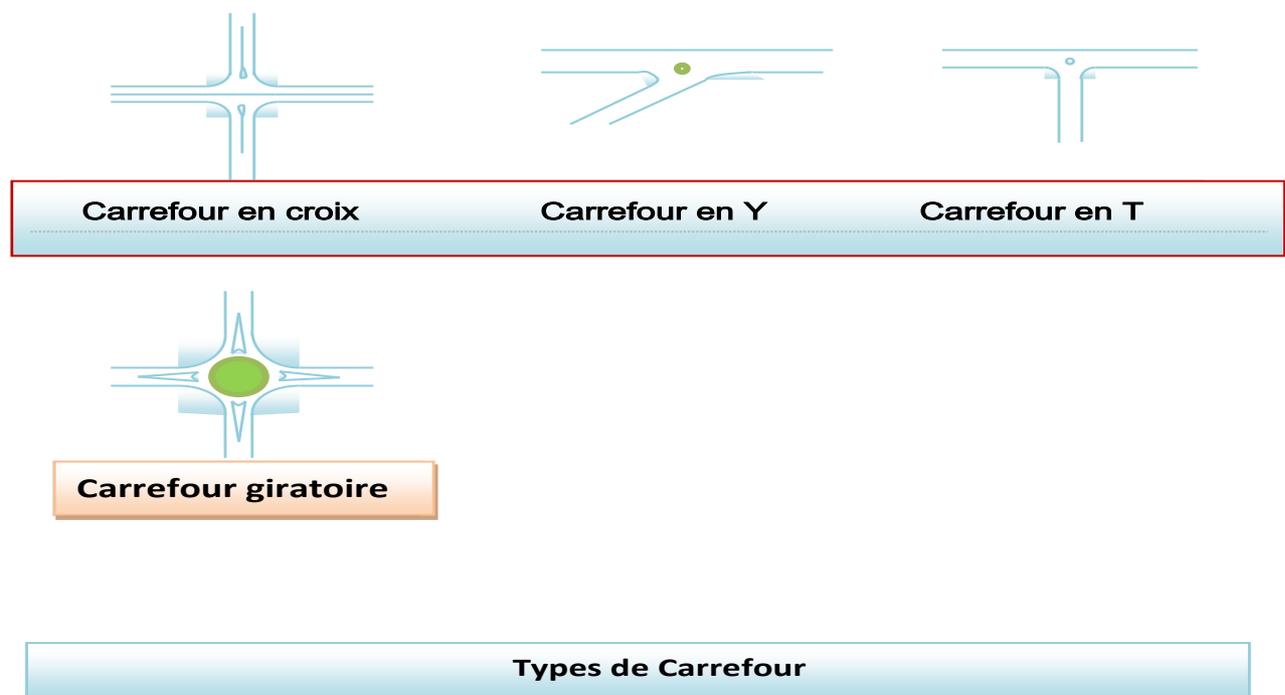


Figure VII-1 Types de carrefours.

## VII-5 Application au projet :

### VII-5-1 Carrefour plan ordinaire au PK3+019 :

L'étude de la déviation de Draa El Mizan comporte l'aménagement d'un carrefour plan ordinaire situé au PK 3+019

L'aménagement de ce carrefour sera conforme aux recommandations de règlement algérien des normes des routes (B40), relative à l'aménagement des carrefours.

#### VII-5-1-1 Rappel des principales règles de B40 :

➤ **Les principes fondamentaux :**

- Visibilité et perception.
- Simplicité.
- Cohérence.

➤ **Implantation du Carrefour:**

Le carrefour doit être implanté de façon bien visible, une coordination de l'axe en plan avec le profil en long nous a permis d'assurer que ce carrefour ne situe pas dans un point haut du tracé ,ni dans une courbe à faible rayon.

La géométrie de ce carrefour, notamment les îlots doit ralentir les véhicules non prioritaires.

➤ **Aménagement de la route principale (RN25) :**

Route à 2 voies, l'aménagement consiste à :

- Placer des îlots séparateurs pour protéger les véhicules tournant à gauche et permettre la traversée en deux temps et ainsi protéger les véhicules issus de la route secondaire
- Créer une voie de décélération parallèle pour TAG (pour l'utilisateur qui veut rejoindre à la route secondaire), une voie de décélération diagonale pour TAD (pour l'utilisateur qui veut accéder à la route principale RN25), une voie d'insertion à droite pour permettre aux usagers de rejoindre la RN25 en toute sécurité.

➤ **L'aménagement de la route secondaire :**

L'aménagement consiste à placer des îlots séparateurs pour dévier la trajectoire des véhicules issus de la route secondaire et bien sur les ralentir et les amener jusqu' à la bonne position, et aussi des îlots directionnels pour matérialiser les voie de décélération et insertion

### **VII-5-1-2 Caractéristiques géométriques de Carrefour:**

➤ **La visibilité:**

Il est important d'assurer les meilleures conditions de visibilité possibles aux abords des carrefours.

La détermination de la surface de dégagement se fait à l'aide du triangle de visibilité

➤ **Triangle de visibilité priorité à droite :**

- Vitesse d'approche de la RN25 (soit l'itinéraire A) : **V=80 km/h**
- Vitesse d'approche de la route secondaire (soit l'itinéraire B): **V = 60 km/h**
- dNP : la distance d'arrêt des véhicules non prioritaires.

- $D_p$  : la distance parcourue par le véhicule prioritaire pendant le freinage éventuel du véhicule non prioritaire.
- Itinéraire A non prioritaire :  $d_A = 110\text{ m} \longrightarrow d_B = 80\text{ m}$
- Itinéraire B non prioritaire :  $d_B = 70\text{ m} \longrightarrow d_A = 95\text{ m}$

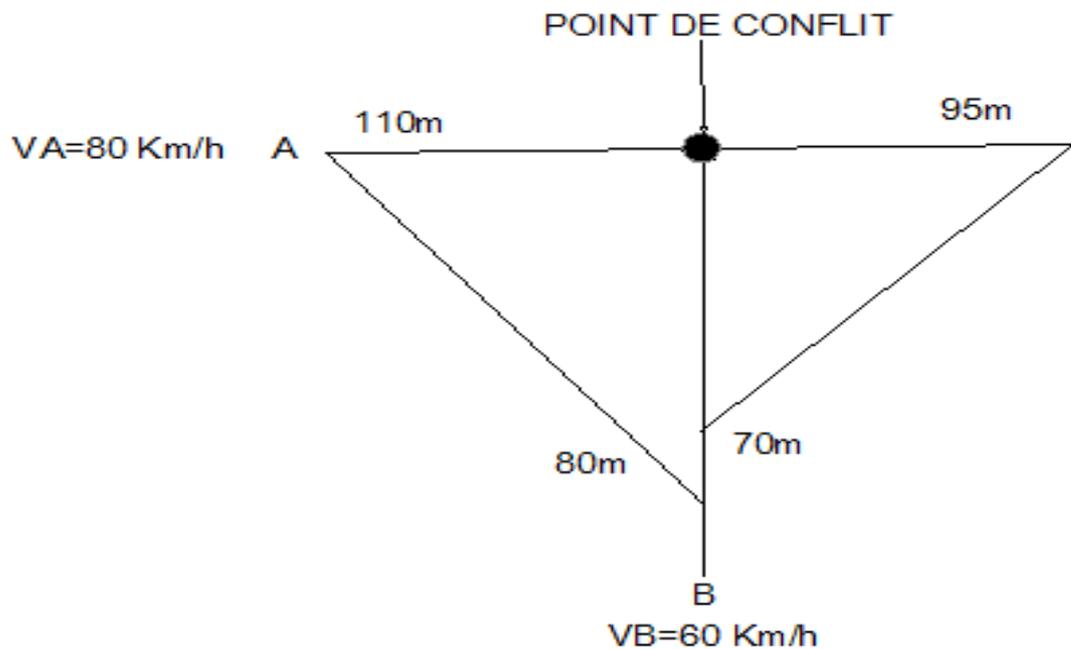


Figure VII-2 diagramme de visibilité priorité a droite

➤ **Triangle de visibilité – signale Stop :**

L'œil du conducteur non prioritaire est supposé placé à  $d = 2.5\text{ m}$  de la ligne d'arrêt. Les distances de visibilité  $d_p$  sur l'itinéraire prioritaire RN25 correspondant à la vitesse d'approche  $V = 80\text{ m}$  sont :

- $D_p = 130\text{ m}$  (traversé VP)
- $D_p = 175$  (traversé PL)
- $D_p = 175\text{ m}$  (TAG)
- $D_p = 100\text{ m}$  (TAD)

La distance de visibilité sur la route secondaire non prioritaire :  $d_{Np} = 70\text{ m}$

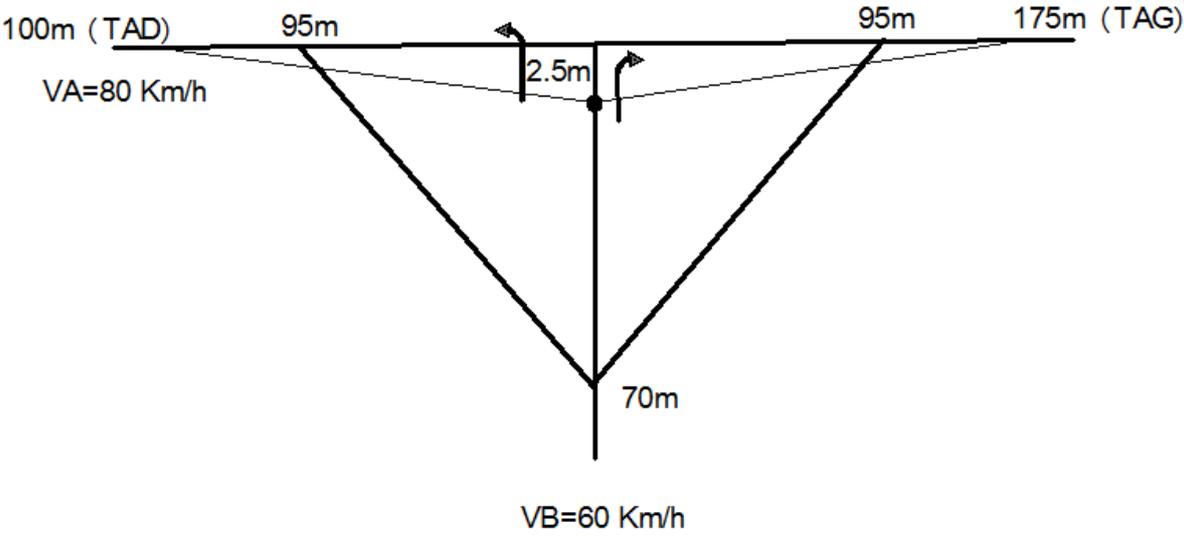


Figure VII-3 diagramme de visibilité Signale- STOP

VII-5-1-3 Plan du Carrefour plan ordinaire au PK3+019 :

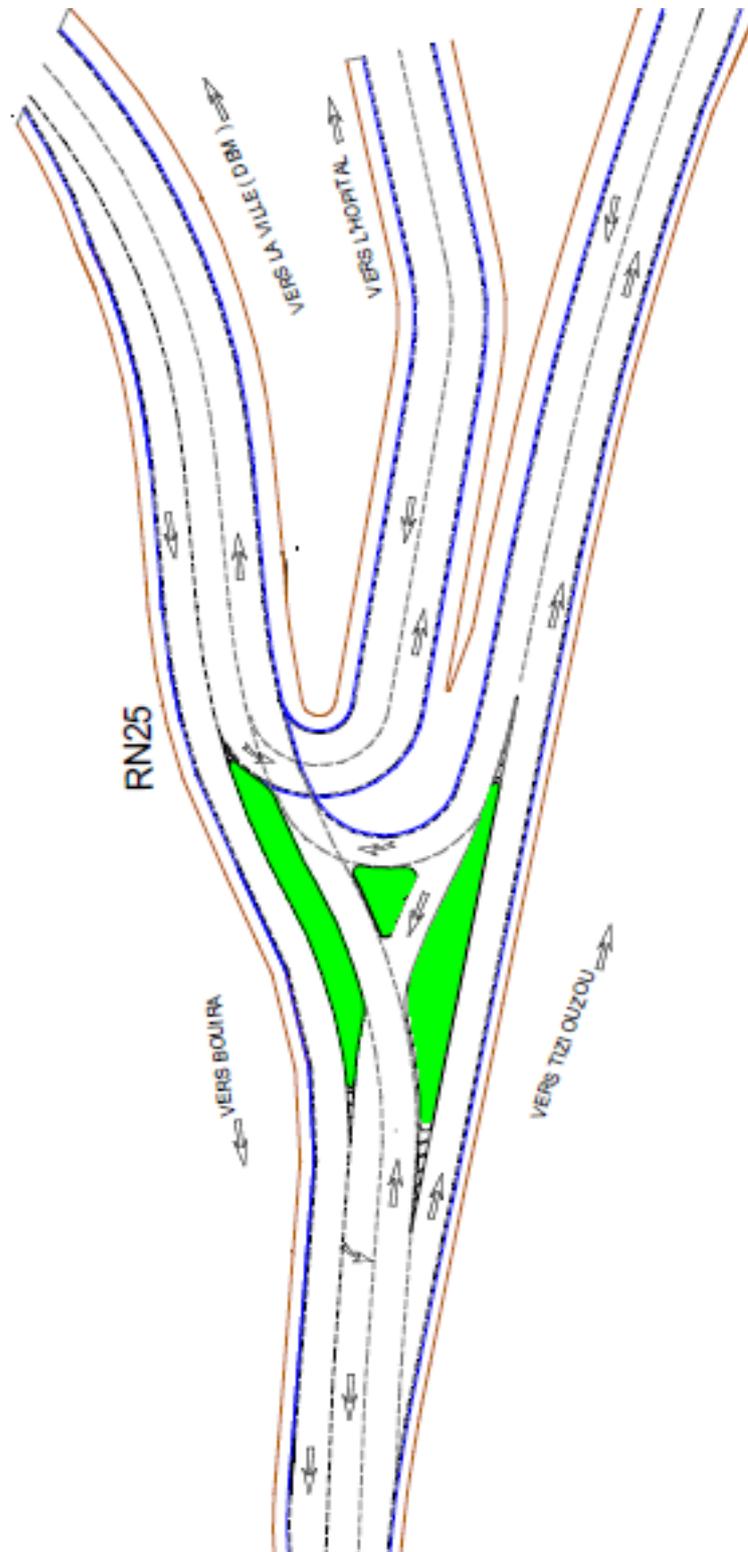


Figure VII-4 plan du carrefour plan ordinaire au PK3+019.

**VII-5-2 Carrefour giratoire au PK1+600 :**

D'après le guide d'aménagement des carrefours :

**VII-5-2-1 Les couloirs d'entrée et de sortie:****➤ La voie d'entrée :**

- Les largeurs d'entrée ( $le$ ) (mesurées entre marquages) recommandables sont pour les entrées à 1 voie,  $le = 4\text{ m}$  (minimum 2,20 m pour les entrées très secondaires) ;
- pour les entrées à 2 voies,  $le = 7\text{ m}$  (6 m si le trafic de poids lourds est très faible).
- Les rayons d'entrée ( $R_g$ ) doivent toujours être inférieurs ou égaux au rayon extérieur du giratoire ( $R_g$ ). Ils sont normalement compris entre 10 et 15 m (suivant la configuration des branches autour de l'anneau).

**➤ La voie de sortie :**

- La largeur des sorties ( $ls$ ) est de 4 à 5 m pour une voie (selon la valeur de  $R_g$ ) ; elle est rapidement ramenée à la largeur de la demi-chaussée en section courante, en pratique au niveau du raccordement avec l'alignement droit.
- Pour les sorties à 2 voies, la largeur ( $ls$ ) est normalement de 7 m. Lorsque la chaussée comporte en section courante une seule voie par sens de circulation, le rabattement de deux à une voie s'effectue dans l'alignement droit, suivant les modalités habituelles, avec une vitesse conventionnelle de 60 km/h.
- Le rayon de sortie ( $R_J$ ) doit être supérieur au rayon intérieur du giratoire ( $R_i$ ), avec un minimum de 15 m et un maximum de 30 m.

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

	Notations	Paramétrage	Valeurs courantes (en m)	
Rayon du giratoire	Rg	$12\text{ m} \leq Rg \leq 25\text{ m}$	Rg=15	Rg=20
Largeur de l'anneau	Le	$6\text{ m} \leq Le \leq 9\text{ m}$	7	7
Sur largeur franchissable	SLf	1,5 m si $Rg \leq 15\text{ m}$	1,5	/
Rayon intérieur	Ri	$Rg - La - slf$	6,5	13
Rayon d'entrée	Re	$10\text{ m} \leq Re \leq 15\text{ m}$ et $< Rg$	15	15
Largeur de la voie entrante (1 voie)	Le <sub>1</sub>	$Le_1 = 4\text{ m}$	4	4
Largeur de la voie entrante (2 voies)	Le <sub>2</sub>	$Le_2 = 7\text{ m}$	7	7
Rayon de sortie	Rs	$15\text{ m} \leq Rs \leq 30\text{ m}$ et $> Ri$	20	20
Largeur de la voie sortante (1 voie)	LS <sub>1</sub>	$4\text{ m} \leq LS_1 \leq 5\text{ m}$	4	4,5
Largeur de la voie sortante (2 voies)	LS <sub>2</sub>	$LS_2 = 7\text{ m}$	7	7
Rayon de raccordement	Rr	$Rr = 4 Rg$	60	80

**Tableau VII-1 paramètres de construction de la voie (entrée-sortie).**

VII-5-2-2 Les ilots :

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

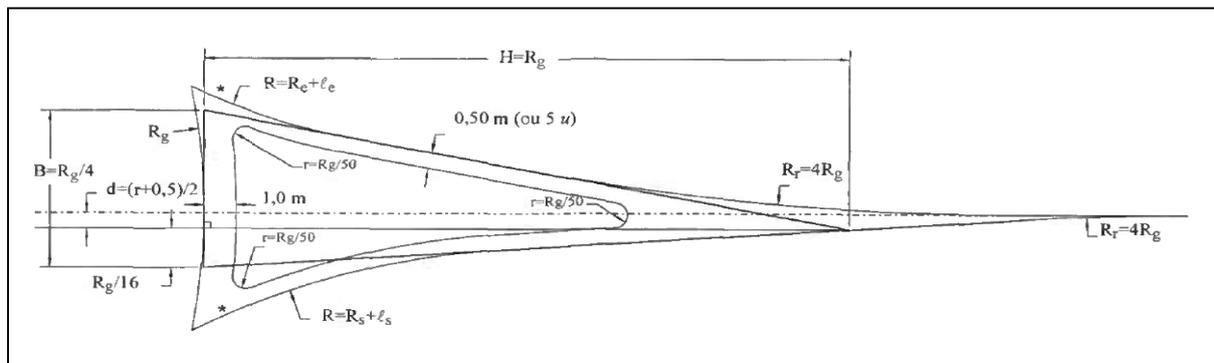


Figure VII-5 dimensions des ilots séparateurs.

Pour un îlot séparateur, les éléments principaux de dimensionnement sont récapitulés dans le tableau suivant :

	Notation	Paramétrage	Valeurs courantes ( m )	
Rayon giratoire	$R_g$	/	$R_g=15$	$R_g=20$
Hauteur du triangle de construction	H	$H = R_g$	15	20
Base du triangle de construction	B	$B = R_g/4$	3,75	5,00
Déport de l'îlot sur l'axe	d	$d= (0,5+R_g/50)/2$ ou 0	0,40	0,45
Rayon de raccordement des bordures	r	$r = R_g / 50$	0,30	0,40

Tableau VII-2 paramètres de construction des ilots séparateurs.

➤ **Ilot directionnel:**

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

**VII-5-2-3 Voie directe de tourne-à-droite :**

➤ **La voie directe se compose :**

- D'un couloir de décélération de type diagonal comportant un biseau de sortie rectiligne d'une longueur de 80 m au moins (mesurée entre la pointe du biseau et le nez d'ilot de sortie réduit à 1 m) et d'un raccordement progressif (Clothoïde) ;
- D'un arc circulaire de longueur suffisante et de rayon au moins égal à 40 m (bord intérieur de la voie) ;
- D'une voie d'insertion de type parallèle comportant une zone d'accélération de 70 m de long au moins, et d'un biseau de 70 m ;
- La largeur de la voie est de 4.5 m, de la sortie du biseau rectiligne jusqu'à l'entrée sur la voie d'insertion.

➤ **Description de carrefours giratoire de notre projet :**

Il s'agit d'un carrefour giratoire qui se situe à l'intersection de la route de FRIKAT (CW04) et la nouvelle déviation de la ville de D.E.M au Pk1+600, c'est un carrefour giratoire à quatre branches toutes en 1x2 voies bidirectionnelles.

➤ **Caractéristiques géométriques de l'anneau :**

Rayon de giration extérieur Rge (m)	Rayon de giration intérieur Rgi (m)	Largeur de chaussée annulaire (m)
20	13	7

**Tableau VII-3 Caractéristiques géométriques de l'anneau.**

➤ **Caractéristiques géométriques des branches :**

	Rayon d'entrée(m)	Largeur de la voie d'entrée (m)	Rayon de sortie(m)	Largeur de la voie de sortie (m)
Branche1 (Vers Tizi-Ouzou)	15	4	20	4.5
Branche2 (Vers Bouira)	15	4	20	4.5
Branche 3 (Vers le ville de DEM)	15	4	20	4.5
Branche4 (Vers Frikat)	15	4	20	4.5

**Tableau VII-4 Caractéristiques géométriques de l'anneau.**

## VII-5-2-4 Plan du carrefour giratoire au PK1+600 :

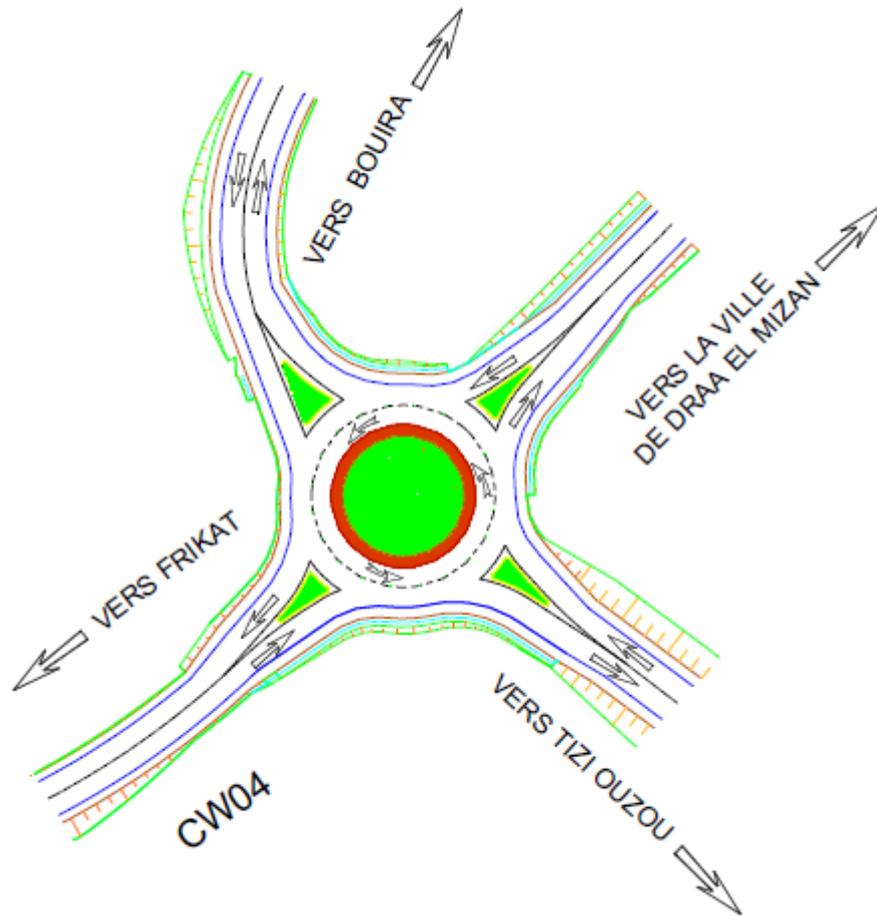


Figure VII-6 Plan du carrefour giratoire au PK1+600 :

- Remarque : les plans détaillés des deux carrefours seront joint en annexe

# CHAPITRE VIII



**Ouvrage d'art.**

---

**Introduction :**

Le pont représente un élément principal de l'échangeur, il doit être pré-dimensionné de telle façon à assurer l'écoulement de la circulation dans tous les sens avec le maximum de rapidité et de sécurité.

**VIII-1 Présentation de l'ouvrage :**

Notre ouvrage d'art est constitué d'un pont indépendant, c'est un passage supérieur sur la RN25.

**VIII-2 Profil en long :**

Le pont est constitué d'une travée isostatique de 25m de longueur, elle repose sur deux culées.

**VIII-3 Conception:****➤ Tablier:**

Le tablier est constitué des poutres en béton précontraint, surmontées d'une dalle en béton armé d'épaisseur de 20cm.

**➤ Culée:**

Les deux culées à envisager sont des culées remblayées identiques, constituées par un mur garde grève, un mur de front, deux murs en retour, une dalle de transition, et un corbeau arrière.

**➤ Type de fondation:**

Sur la base du rapport du sol le type de fondation retenu est : des fondations superficielles ; avec des semelles rectangulaires (BxH).

**VII-4 Caractéristique de l'ouvrage:**

- Largeur rouable :  $L_r = 8m$ .
- Nombre de voies : 1X2 voie (4m chacune).
- Les trottoirs : Deux trottoirs de 1,50m de largeur chacun avec un devers de 2.5%, chaque trottoir doit être équipé d'un garde – corps et d'une glissière de sécurité.
- Largeur totale du pont entre les garde-corps est de : 11.00m.

- Longueur de la portée : 25m.
- Gabarit : (en Algérie il est règlementé que le passage sur une voie expresse doit respecter un gabarit de 5.25m).
- Classe du pont : pont de 1<sup>ère</sup> Classe.

### **VII-5 Choix du type d'ouvrages :**

Notre objectif est de déterminer du point de vue technique et économique le type d'ouvrage le plus adéquat.

Les principaux facteurs qui influent sur le type d'ouvrage sont :

- Le profil en long de la chaussée.
- La portée de l'ouvrage.
- La nature du sol.
- Position possible des appuis.
- Le gabarit à respecter.

On a deux propositions selon les matériaux :

### **VIII-5-1 Les ponts en béton armé**

On distingue deux catégories de ponts en B.A.

#### **➤ Ponts à poutres en béton armé :**

##### **❖ Avantages :**

- Economique du point de vue de consommation des matériaux.

##### **❖ Inconvénients :**

- Complication du coffrage en coulé sur place, étaieement ce qui implique restriction de la circulation sur La RN25, le rend relativement couteux en main d'œuvre.
- Possibilité de réaliser les poutres par préfabrication, d'où la nécessité de prévoir un entretoisement aux abouts.
- Portée allant de 10 à 20 m, alors que notre ouvrage nécessite une portée de 25 m.

**➤ Ponts dalles en béton armé :**

Le pont dalle est préférable pour les portées allant de 15 à 18m, on ne peut pas l'adopter pour les raisons suivantes :

**❖ Avantages :**

- Permet le réemploi des coffrages.
- Coffrage simple.

**❖ Inconvénients :**

- Consomme plus de béton et d'acier par rapport au pont à poutres en B.A.
- Portée limitée à 18

**VII-5-2 Les ponts en béton précontraint :**

On distingue deux catégories de ponts en B.P.

**➤ Ponts à poutres en béton précontraint :**

Ce type de ponts est utilisé pour les franchissements des portées intermédiaires de longueur de 25m. Leurs portées les plus économiques se situent entre 30 et 35m.

**❖ Avantages :**

- La possibilité d'assembler des éléments préfabriqués sans échafaudages.
- La possibilité de franchir de plus grandes portées.

**❖ Inconvénients :**

- La nécessité de fabriquer du béton plus résistant principalement à 28j.
- La nécessité de disposer d'un personnel qualifié pour la vérification de la pose des gaines et câbles et pour la mise en tension des câbles.

**➤ Ponts dalles en béton précontraint :**

Ce type de ponts n'est pas applicable dans notre cas parce qu'il est préférable d'utiliser ce type pour une longueur de travée de 15 à 23m.

Par rapport aux ponts à poutres, les ponts dalles à travées indépendantes ne sont à envisager que dans le cas des ouvertures modérées et lorsqu'un grand élancement est indispensable.

**Conclusion :**

Après avoir examiné tous les types d'ouvrages possibles, on a opté pour le pont à poutres en béton précontraint et cela pour les avantages économiques et la facilité de sa construction et de son entretien.

# CHAPITRE IX



**Assainissement.**

---

**Introduction :**

L'eau est le premier ennemi de la route, car elle influe sur la viabilité de la chaussée d'une part, et d'autre c'est le problème de longévité de l'ouvrage, d'où la nécessité d'une protection contre la nocivité des eaux qui peuvent être soit usées, pluviales ou Industrielles.

Les problèmes liés à l'eau surgissent en tous points : traversée des grandes rivières, écoulement des eaux sur zones inondables, écoulement des eaux pluviales, franchissement des petits cours d'eau, Ces problèmes surviennent à tout moment ; en cours d'étude, de réalisation et durant l'exploitation. Si l'on veut qu'un corps de chaussée réponde à sa fonction, il faut, veiller avec soin à l'évacuation de l'eau qui ruissèle en surface ainsi que celle qui peut s'infiltrer dans les couches inférieures de la chaussée. Donc L'assainissement représente l'évacuation de ces eaux.

L'assainissement des voies de circulation comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et à réaliser pour récolter et évacuer toutes les eaux superficielles et les eaux Souterraines, c'est à dire :

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, cunettes, rigoles, gondoles, etc....
- Les drainages : ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainant).
- Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...)

**IX-1 Objectif de l'assainissement :**

L'étude hydraulique du projet de contournement routier porte sur La gestion des eaux de ruissèlement des bassins versants naturels ainsi que l'assainissement de la plate-forme.

La création d'une nouvelle plate-forme routière implique certaines modifications dans le fonctionnement hydrologique du secteur :

- Modification des écoulements des ruissèlements naturels issus des bassins Versants situés en amont de la plate-forme ;

- Augmentation des ruissèlements, concentration et accélération des écoulements en Période de pluie, du fait de l'imperméabilisation des surfaces ;
- Risques de pollution, chronique ou accidentelle, des eaux de ruissèlement par lessivage des surfaces.

La gestion des eaux du projet et les mesures de compensatoires auront pour objectif de limiter ces impacts et d'éviter les dérives et les nuisances à la périphérie du projet, sur le milieu récepteur, et des eaux souterraines.

Ceci passera par :

- Le maintien des écoulements naturels issus des bassins versants amont ;
- La régulation des débits de rejet des eaux de ruissèlement de la plate-forme vers le milieu récepteur ;
- Le traitement de la pollution et le contrôle de la qualité des eaux avant rejet.

## **IX-2 Rétablissement des écoulements naturels :**

Le rétablissement des écoulements naturels consiste à assurer la continuité des écoulements superficiels des bassins versants interceptés par la route.

Ce rétablissement doit être adapté aux enjeux (inondation, érosions ou atterrissements, pérennité de l'infrastructure, sécurité des usagers et respect du milieu aquatique) qu'il convient d'identifier et doit être conçu dans le respect des réglementations en vigueur.

La route peut constituer un obstacle préjudiciable à l'écoulement naturel et réciproquement, celui-ci peut générer des dommages à la route. Les ouvrages hydrauliques de rétablissement des écoulements naturels devront être correctement dimensionnés pour limiter les risques:

- D'inondation et de submersion ou de dégradation de la route dans des seuils admissibles ;
- D'inondation en amont de la voie ;
- De rupture de l'ouvrage routier.

**IX-3 La collecte et l'évacuation des eaux de surface :**

Cette partie s'intéresse aux différents éléments que rencontre l'eau sur un projet d'assainissement classique.

**IX-3-1 La couche de roulement :**

Une fois arrivé sur la couche de roulement de la chaussée, l'eau suit le parcours à plus forte pente qui s'offre à elle. Soit la couche de roulement est perméable et l'eau s'y infiltre, soit comme dans la majorité des cas, la chaussée est imperméable et l'eau s'écoule sur la couche de roulement jusqu'à être transportée par un dispositif prévu à cet effet (caniveau, fossé, cunette).

**➤ Caniveau, fossé et cunette :**

L'assainissement de surfaces en bordure de voies rapides, d'autoroutes, de nationales et de routes départementales nécessite la collecte des eaux de ruissèlement de chaussées. Le caniveau à fente, la cunette, le fossé trapézoïdal et le caniveau rectangulaire remplissent cette fonction. Ils sont soit préfabriqués, soit réalisés à partir de la technique du coffrage glissant.

Tous ces systèmes collectent le long des routes et des autoroutes les eaux de pluie pour éviter qu'elles ne pénètrent sous la chaussée ce qui provoquerait le ramollissement de sa fondation et sa destruction irrémédiable.

- **Un fossé** : est un ouvrage hydraulique rustique, longitudinal. Il sert à la collecte des eaux de ruissèlement. Il est creusé dans le terrain au-delà de l'accotement. Il est caractérisé par sa section courante et sa pente.
- ✓ Les fossés trapézoïdaux peuvent être en béton ou en terre suivant les moyens disponibles et l'importance des chaussées.
- ✓ Les fossés en béton peuvent être préfabriqués ou coulés en continue
  
- **Une cunette** : est un fossé peu profond engazonné ou revêtu et aux formes douces pour améliorer la sécurité des usagers.
  
- **Le caniveau** : regroupe la famille d'ouvrages de collecte et de transport longitudinal des eaux de ruissèlement de la route.

**XI-4 Drainage des eaux souterraines:****IX-4-1 Nécessité Du Drainage Des Eaux Souterraines :**

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc éviter :

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

**IX-4-2 Protection Contre La Nappe Phréatique :**

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface, la teneur en eau du sol tend vers un état d'équilibre dont dépend la portance finale. Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

- Soit dimensionner la chaussée en conséquence.
- Soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces trois solutions dépend :

- Des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- De l'importance des problèmes de gel.
- De leurs couts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivèlement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

**IX-5 Définitions :****IX-5-1 Bassin versant :**

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

**IX-5-2 Collecteur principal (canalisation):**

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

Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards avec un diamètre et une pente constante.

**IX-5-3 Chambre de visite (cheminée):**

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

**➤ Sacs:**

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

**➤ Gueule de loup, grille d'introduction et gueulard:**

Dispositifs constructifs permettant l'écoulement de l'eau superficielle dans les sacs.

**➤ Fossés de crêtes :**

Outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits.

➤ **Descente d'eau:**

Draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

➤ **Le regard:**

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

➤ **Données pluviométriques:**

Les caractéristiques de la pluie interviennent dans l'estimation des débits d'apport provenant du bassin versant.

La région de TIZI OUZOU est régie par un climat méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison sèche avec une saison froide, humide et pluvieuse.

Les pluies sont importantes en automne et en hiver, elles tombent d'octobre à Mai avec un maximum en Novembre et un autre en Février. D'après les informations récoltées au niveau local, les données pluviométriques se rapportant à la région de Tizi-Ouzou sont :

- La pluie journalière moyenne :  $P_j \text{ moy} = 60.35\text{mm}$ .
- Le coefficient de variation :  $CV = 0.38$ .
- L'exposant climatique :  $b = 0,37$ .

## **IX-6 Dimensionnement des ouvrages de rétablissement des écoulements:**

### **IX-6-1 Estimation Des Débits D'apport (Qa) :**

➤ **Coefficient de ruissèlement C :**

Le coefficient de ruissèlement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants :

- La couverture végétale, la forme, la pente et la nature du terrain.

Type de chaussée	Coefficient 'C'	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 – 0.95	0.9
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 – 0.4	0.4
Talus, sol perméable	0.1 – 0.3	0.3
Terrain naturel	0.0 – 0.2	0.2

Tableau IX-1 coefficient de ruissèlement

**Remarque :**

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

**➤ Temps de concentration:**

La durée  $t$  de l'averse qui produit le débit maximum  $Q$  étant prise égale au temps de concentration, d'épandant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi, comme suit

- Lorsque  $A < 5 \text{ km}^2$  :

$$T_c = 0,127 * \frac{\sqrt{A}}{P}$$

D'après Ventura

- lorsque  $5 \text{ km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$  :

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

- Lorsque  $25 \text{ km}^2 < A < 200 \text{ km}^2$  :

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

Où :

- $T_c$  : Temps de concentration (heure).
- $A$  : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>).
- $L$  : Longueur de bassin versant (km).
- $P$  : Pente moyenne du bassin versant (m.p.m).
- $H$  : La différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m).

### ➤ L'intensité horaire

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

Où :

- $i$  : Intensité de la pluie (mm/h).
- $T_c$  : Temps de concentration (heure).
- $P(t)$  : Hauteur de la pluie de durée  $t_c$  (mm).

### ➤ Pluie journalière maximale annuelle $P_j$ :

Pluie journalière maximale annuelle  $P_j$  est donné par la formule de GALTON :

$$P_j(\%) = \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{Cv^2 + 1}} \times e^{u \sqrt{\ln(Cv^2 + 1)}}$$

Où :

- Pj moy : pluie moyenne journalier
- Cv : coefficient de variation climatique.
- U : variante de Gauss, donnée par le tableau suivant :

Fréquence %	50	20	10	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de GAUSS (U)	0.00	0.84	1.28	2.05	2.372

**Tableau IX-2 Variante de GAUSS**

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

**IX-6-2 Calcul de débit de saturation (Qs):**

Le calcul du débit est déterminé par la formule de **MANING STRIKLER**

$$Q = K_{st} \times J^{1/2} R^{2/3}$$

Où :

- **Kst** : coefficient de MANNING STRIKLER
- **Kst** : 30 en terre
- **Kst** : 40 en buses métalliques.
- **Kst** : 50 maçonnerie
- **Kst** : 70 bétons (dalots).
- **Kst** : 80 bétons (buses préfabriquées).
- **J** : pente longitudinale de l’ouvrage
- **R<sub>H</sub>** : rayon hydraulique
- **S<sub>t</sub>** : section totale de l’ouvrage
- **S<sub>u</sub>** : section utile de l’ouvrage **b x Hu**
- **H<sub>u</sub>** : hauteur utile

**IX-7 Dimensionnement du réseau de drainage des rampes:**

En ce qui concerne l'assainissement des rampes des bordures hautes qui protègent les remblais des eaux de ruissèlement sont prévus le long de ces rampes.

- Les eaux de ruissèlement sont à cheminées à l'aide des descentes maçonnées à cunettes.
- Les canalisations se font à l'aide de semi buses en directions du fossé principal.
- Le diamètre de la canalisation est fonction du débit maximum à évacuer, ce dernier est donné par la formule de **MANING-STRIKLER**.

$$Q_s = K_{st} R^{2/3} I^{1/2} S$$

Où:

- $Q_s$ : débit maximum
- $K_{st}$ : coefficient de rugosité de canalisation.
- $I$ : pente de canalisation. (m/m).
- $S$ : section transversale de l'écoulement.
- $R_H$ : rayon hydraulique ( $R_H = S_m/P_m$ ).

$$\left. \begin{array}{l} S_m = \pi R^2 / 2 \\ P_m = \pi R \end{array} \right\} R_H = S_m / P_m$$

**XI-7-1 Dimensionnement des buses :**

Le dimensionnement d'une buse résulte de la comparaison entre le débit d'apport et le débit de saturation de cette buse, c'est-à-dire il faut que  $Q_a$  soit inférieur à  $Q_s$   
 Donc le principe consiste à chercher le rayon de la buse qui vérifie cette condition :

$$Q_s = k_{st} \times R^{2/3} \times I^{1/3} \times S \qquad Q_a = k \times C \times I_t \times$$

-Sm: section mouillée  $S_m = \frac{1}{2} \times \tau \times R^2$

-Rh : rayon hydraulique  $R_H = \frac{R}{2}$

-K st = 80 pour les buses en béton

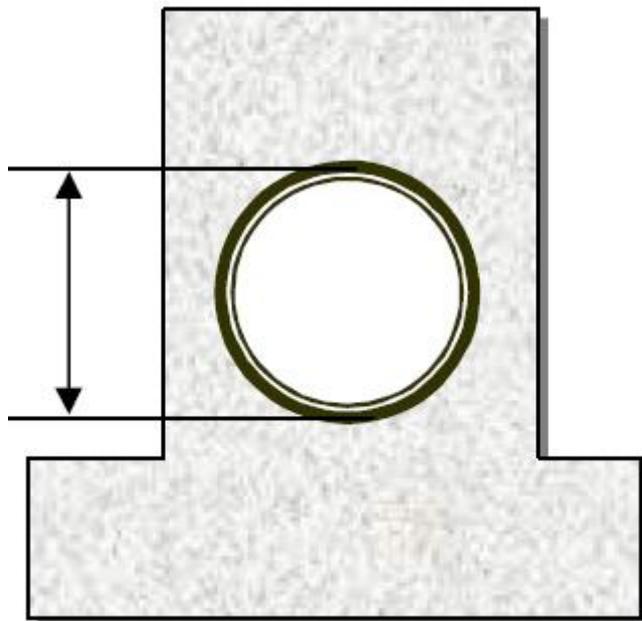
-J: la pente de pose égale la pente de profil en travers

- $Q_s = 80 \cdot (R/2)^{2/3} \cdot \frac{\tau}{2} \cdot R^2 \cdot (J)^{1/2}$

$Q_s = Q_a \Rightarrow$

$$R = \frac{2^{5/3} \times Q_a}{80 \times \pi \times \sqrt{J}}$$

Une fois le rayon R est déterminé on prend le diamètre de la buse  $\phi = 2R$



**IX-7-2 Dimensionnement des dalots :**

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

On fixe la hauteur tenant compte du profil en long et on calcule l'ouverture (L) nécessaire et

- On fixe aussi la hauteur de remplissage à  $\varphi = 0.8h$ .

On a :

- Périmètre mouillé :  $P_m = 2 \times 0.8 \times h + L$
- Section mouillée :  $S_m = 0.8 \times h \times L$
- Rayon mouillé  $R_m = \frac{S_m}{P_m} = \frac{0,8 \cdot h \cdot L}{1,6 \cdot h \cdot L}$

$$Q_s = k_{st} \times R^{2/3} \times I^{1/3} \times S$$

Avec :

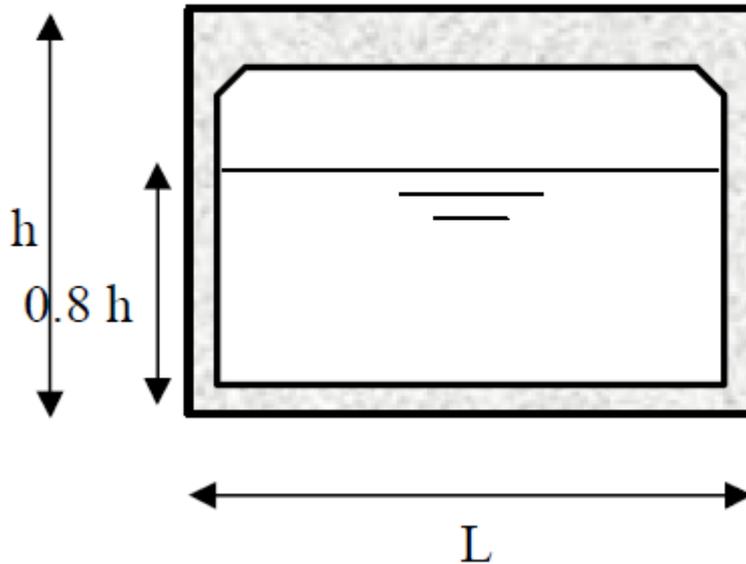
- $K_{st} = 70$  (dalot en béton)
- $J$  : pente du dalot

Le débit rapporté par le bassin versant, doit être inférieur ou égal au débit de saturation du dalot.

$$Q_s = Q_a$$

$$Q_s = k_{st} \times J^{1/2} \times 0,8 \times h \times l \times \left[ \frac{0,8 \cdot h \cdot l}{1,6 \cdot h \cdot l} \right]^{2/3}$$

On tire la valeur de h qui vérifie cette inégalité, par itération.



### XI-7-3 Dimensionnement des fossés :

Les fossés récupèrent les eaux de ruissèlement venant de la chaussée, de l'accotement et de talus. Pour mon étude j'adopte des fossés en béton, ceci est fonction des pentes du fossé et la nature des matériaux le sol support.

Le profil en travers hypothétique de fossé est donné dans la figure ci-dessous On fixe la base du fossé à ( $b = 50$  cm) et la pente du talus à ( $1/n = 1/1.5$ ) d'où la possibilité de calcul le rayon hydraulique en fonction de la hauteur  $h$

#### ➤ Calcul de la surface mouillée :

- $S_m = bh + 2\frac{eh}{2}$
- $Tg\alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n}$  d'où  $\Rightarrow e = n \times h$
- $S_m = bh + nh^2 = h(b + nh)$

$$S_m = h(b + nh)$$

➤ Calcul du périmètre mouille :

- $P_m = b + 2B$

Avec :

- $B = \sqrt{(h^2 + e^2)} = \sqrt{(h^2 + n^2 h^2)} = h\sqrt{1 + n^2}$

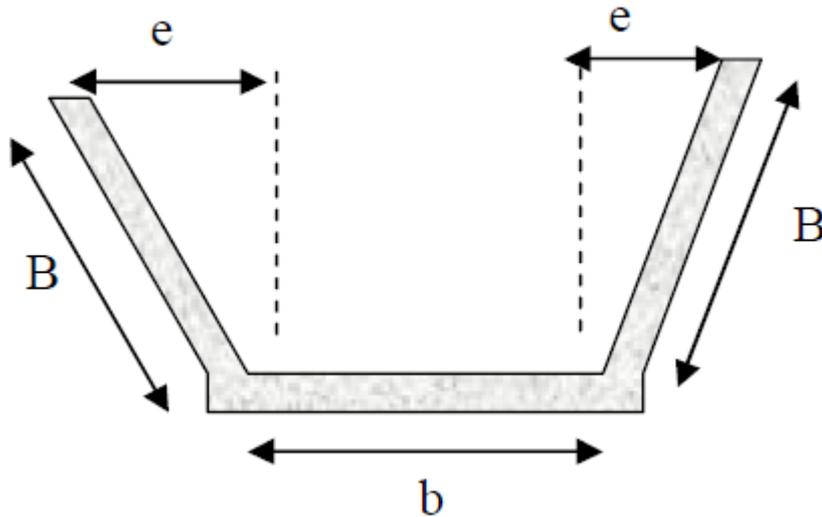
$$P_m = b + 2h\sqrt{(1 + n^2)}$$

➤ Calcul le rayon hydraulique :

$$R_h = S_m / P_m = \frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}}$$

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et débit d'écoulement au point de saturation. La hauteur (h) d'eau dans le fossé sera obtenue en faisant l'égalité suivant :

$$Q_a = Q_s \quad Q_a = K_{ST} \cdot h \cdot (b + n \cdot h) \cdot \left[ \frac{h \cdot (b + n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \cdot J^{1/2}$$



### XI-8 Application au projet :

#### IX-8-1 Calcul hydraulique :

##### ➤ Calcul de la pluie journalière maximale annuelle Pj :

-Pour une période de retour égale à 10 ans

$$u = 1.28, C_v = 0.38, P_{j\text{moy}} = 60,35\text{mm}$$

- $P_j(10\%) = (60,35 / \sqrt{(0,38^2 + 1)}) \times E^{1,28(\sqrt{\ln(0,38^2 + 1)})}$
- **PJ(10%)=90,26mm**

-Pour une période de retour égale à 50 ans

$$u = 2,05, C_v = 0.38, P_{j\text{moy}} = 60,35\text{mm}$$

- **PJ(2%)=119,76mm**

➤ L'intensité horaire I :

- $I = \frac{P(10\%)}{24}$
- $I = \frac{90,26}{24} \Rightarrow I(10\%) = 3,8 \text{ mm/h}$
- $I = \frac{P(2\%)}{24} \Rightarrow I(2\%) = 4,99 \text{ mm/h}$

N° du bassin	1	2	3	4	5	6	7	8
Aires (m <sup>2</sup> )	30,9	78,8	67,2	27,6	17,84	17,6	10,23	55,84

Tableau IX-3 Aires des sous bassins versants.

➤ Calcul de la surface du bassin versant:

Les buses ainsi que les fossés sont dimensionnés pour évacuer le débit apporté par l'ensemble des bassins versants de la chaussée et l'accotement et le talus.

- $A_c = 7 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,08 \text{ ha}$
- $A_A = 2 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,02 \text{ ha}$
- $A_t = 5 \times 100 \cdot 10^{-4} = 0,05 \text{ ha}$
- $A_{sbv} = 78,8 \times 100 \times 10^{-4} = 0,788$
- $A_{total} = 0,938 \text{ ha}$

-Calcul des débits d'apport (pour le dixième sous bassin)

$Q_a = K.C.I_t.A$

- $T_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \sqrt{\frac{0,08}{5,64}} = 0,014 \text{ h}$
- $I_t = I * \left(\frac{T_c}{24}\right)^{b-1} = 3,8 \left(\frac{0,014}{24}\right)^{0,37-1} = 414,5 \text{ mm/h}$
- $(Q_c)_{chaussée} = 1/360 \times 0,9 \times 414,5 \times 0,08 \quad (Q_a)_c = 0,083 \text{ m}^3/\text{s}$
- $(Q_a)_c = 0,083 \text{ m}^3/\text{s}$

-Le débit apporté par l'accotement:

$$C = 0.4, p = 4 \%, I (10\%) = 3,8 \text{ mm/h}, A=0,02 \text{ ha.}$$

- $T_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \sqrt{\frac{0,02}{4}} = 0,0089\text{h}$
- $I_t = I \left(\frac{T_c}{24}\right)^{b-1} = I_t = 3,8 \left(\frac{0,0088}{24}\right)^{0,37-1} = 548\text{mm/h}$
- $(Q_a) = 1/360 \times 0,4 \times 548 \times 0,02 = 0,01\text{m}^3/\text{s}$
- **$(Q_a)_A = 0,012\text{m}^3/\text{s}$**

-Le débit apporté par le talus:

$$C = 0.3, p = 70 \%, I (10\%) = 3,8 \text{ mm/h}, A = 0.05 \text{ ha.}$$

- $T_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,0034\text{h}$
- $I_t = I \left(\frac{T_c}{24}\right)^{0,37-1} = 1010,4\text{mm/h}$
- $(Q_t) = 1/360 \times 0,3 \times 1010,4 \times 0,05 = 0,042\text{m}^3/\text{s}$
- **$(Q_a)_t = 0,042\text{m}^3/\text{s}$**

-Le débit apporté par le sous bassin :N° 2

$$C = 0.2, p = 5,64\%, I (10\%) = 3,8 \text{ mm/h}, A = 0,778 \text{ ha}$$

- $T_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{P}} = 0,127 \sqrt{\frac{0,778}{5,64}} = 0,0471\text{h}$
- $I_t = I \left(\frac{T_c}{24}\right)^{0,37-1} = I_t = 3,8 \left(\frac{0,371}{24}\right)^{0,37-1} = 192,7\text{mm/h}$
- $(Q_a)_{bv} = K * I * C * A = 1/360 * 192,7 * 0,2 * 0,778 = 0,083\text{m}^3/\text{s}$
- **$(Q_a)_{bv} = 0,083\text{m}^3/\text{s}$**
- **$(Q_a)_t = 0,218\text{m}^3/\text{s}$**

**XI-8-2 Dimensionnement :**➤ **Dimensionnement des fossés :**

-On fixe la base a **b=50cm**

-A partir des résultats obtenus précédemment :

$$Q_a = K_{ST} h. (b + n. h). \left\{ \frac{h \times b + n \times h}{b + 2h\sqrt{1+n^2}} \right\} \times J^{1/2}$$

J= 1,5 %,  $K_{ST}=30$

-On calcul la hauteur pas itération on trouve **h=0,4m**

⇒  **$Q_s=0,524m^3/S$**

➤ **Dimensionnement des buses**❖ **Exemple d'application :**

Au Pk0+100

- $Q_{a10}=Q_c+Q_A+Q_T+Q_{sbv}=0,218m^3/s$
- $S_m=$  surface mouillée  $=1/2 \times \tau \tau \times R^2$
- $R_H=$  rayon hydraulique  $=R/2$
- $K_{st}=80$ (pour buses en beton )
- I :la pente de pose I=1,5%
- 

$$Q_s = k_{ST} \times I^{1/2} \times 1/2 \times \tau \tau \times R^2 \times (R/2)^{2/3}$$

$$R^{8/3} = \frac{Q \times 2^{2/3}}{Kst \times 0,5 \times \tau \times \sqrt{I}}$$

- $R^{8/3} = \frac{0,218 \times 2^{2/3}}{80 \times 0,5 \times 3,14 \times \sqrt{1,5}} = 0,00224\text{m}$
- $R = (0,00224)^{3/8} = 0,102\text{m}$
- $R = 102\text{mm}$

Alors

- $D = 2R = 204\text{m}$

-Les diametres normalisés commercial sont comme suite :

$\varphi = 400 ; \varphi = 600 ; \varphi = 800 ; \varphi = 1000 ; \varphi = 1200 ; \varphi = 1500 \text{ mm} \dots \text{ect}$

$\Rightarrow \varphi = 400\text{mm}$

**Remarque :**

On trouve au calcul des buses de  $\varphi = 400\text{mm}$  mais a l execution des travaux on instalera des buses de  $\varphi = 600\text{mm}$  pour les raisons suivantes :

- pour eviter la stagnation des dechets à l interieur des buses
- facilité le nettoyage.

## IX-9 Récapitulatif des resultats :

N	PK	OUVRAGE	DIMENSIONS CALCCULES	DIMENSIONS FINALES
1	0+100	Buse	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$
2	0+200	//	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$
3	0+300	//	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$
4	0+975	//	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$
5	1+100	//	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$
6	1+500	//	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$
7	1+700	//	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$
8	2+000	//	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$
9	2+500	//	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$
10	2+900	//	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$
11	3+019	//	$\varnothing=400$	$\varnothing=600$

Tableau XI-4 Récapitulatif des resultats.

# CHAPITRE X



**Signalisation et Eclairage.**

---

**X-1 Signalisation :****X-1-1 Introduction :**

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

**X-1-2 L'objet de la signalisation routière :**

La signalisation routière a pour objet :

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

**X-1-3 Catégories de signalisation :**

On distingue :

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

**X-1-4 Règles à respecter pour la signalisation :**

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

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

### **X-1-5 Types de signalisation :**

#### **X-1-5-1 Signalisation Verticale :**

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

##### ➤ **Signaux de danger :**

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

##### ➤ **Signaux comportant une prescription absolue :**

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

##### ➤ **Signaux à simple indication :**

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

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

##### ➤ **Signaux de position des dangers :**

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

### X-1-5-2 Signalisation Horizontale :

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

#### ➤ Marquage longitudinal :

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

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

- lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur 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 parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

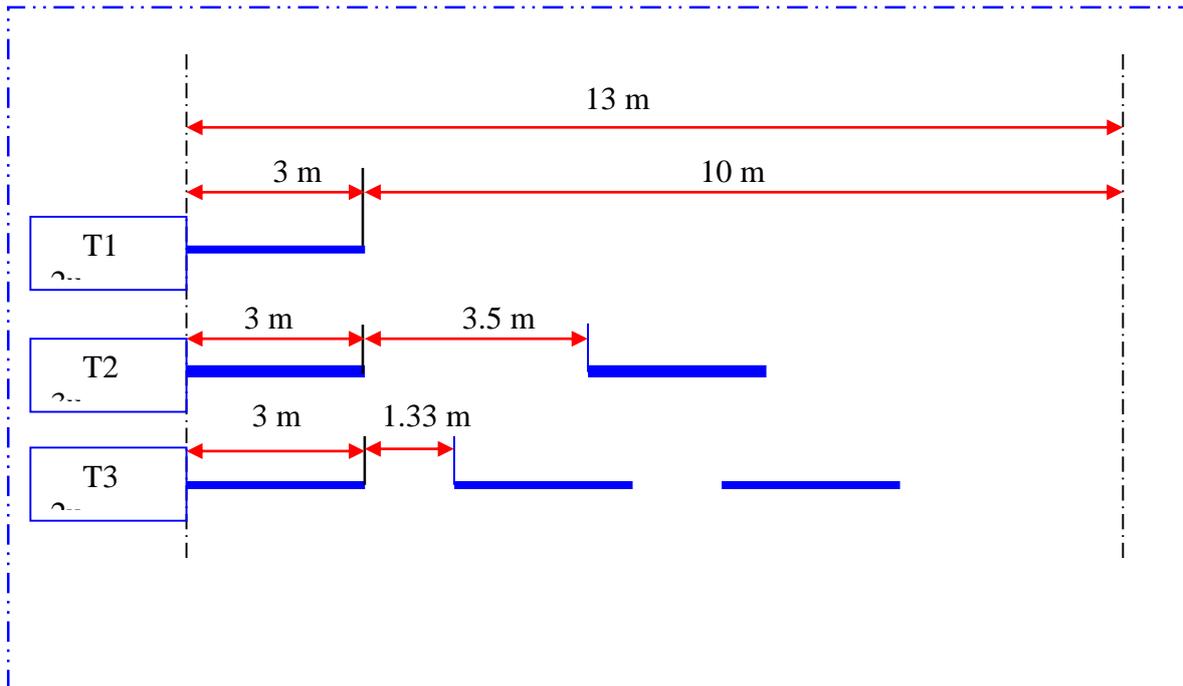


Tableau X.1 - Caractéristiques des lignes discontinues.

Rapport Plein/Vide	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Longueur du trait (m)	Type de modulation
$\approx 1/3$	10	3	T <sub>1</sub>
	5	1.5	T' <sub>1</sub>
$\approx 1$	3.5	6	T <sub>2</sub>
	0.5	0.5	T' <sub>2</sub>
$\approx 3$	1.33	3	T <sub>3</sub>
	6	20	T' <sub>3</sub>

➤ **Marquage transversal :**

- **Lignes transversales continue :** éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- **Lignes transversales discontinue :** éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.
- **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'ils doivent 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.

**X-1-6 Application au projet :**

Dans le cadre de notre étude, tout en respectant les critères énoncés précédemment ainsi que la réglementation routière Algérienne « Signalisation routière 15/07/74 », on mentionne sur le plan de signalisation que la codification des panneaux et l'unité de largeur des lignes de marquage.

Les différents types de panneaux de signalisation sont :

**X-1-6-1 Signalisation verticale :**

- Panneau de signalisation d'avertissement de danger : (type A)
- Panneau de signalisation priorité : (type B) « B1 »
- Panneau de signalisation d'interdiction ou de restriction : (type C) « C11a »
- Panneau de signalisation d'obligation : (type D)
- Panneau de signalisation de pré signalisation : (type E) « E14, E15 »
- Panneau de signalisation de direction : (type E) « E1, E1', E3 »
- Panneau de signalisation donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules : (type E)
- Panneau de signalisation spéciale (panneau de confirmation de direction des échangeurs).

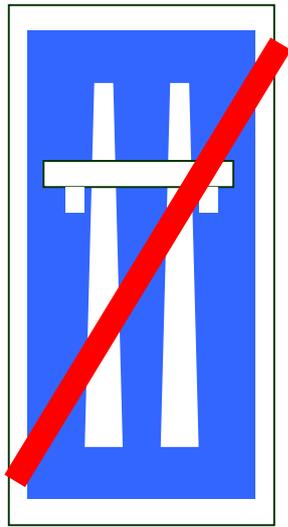
**X-1-6-2 Signalisation horizontale :**

En ce qui concerne l'unité de largeur des lignes de signalisation horizontale, elle est de :

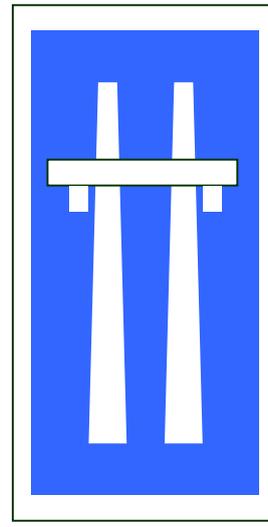
- Pour la RN30  $U = 6\text{cm}$ .
- Pour La Déviation  $U = 6\text{cm}$ .
- Pour les bretelles  $U = 5\text{cm}$

Signalisation verticale	<b>Signalisation de direction</b>		
Signalisation Horizontale	<b>Signaux d'interdiction</b>		
	Trafic convergent	Trafics divergents	Trafic inverses
Hachure			
s lignes	Les ligne continue, discontinue		

Tableau X-2 Récapitulatif des déférentes signalisations de la déviation.



SORTIE DE  
L'AUTOROUTE (E15)



ENTRE DE  
L'AUTOROUTE (E14)

## X-2 Eclairage :

### X-2-1 introductions :

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible, c'est -à- dire voir tout ce qu'il pourra exister comme obstacles sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours.....etc.).

Une bonne visibilité des bordures de trottoir des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

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

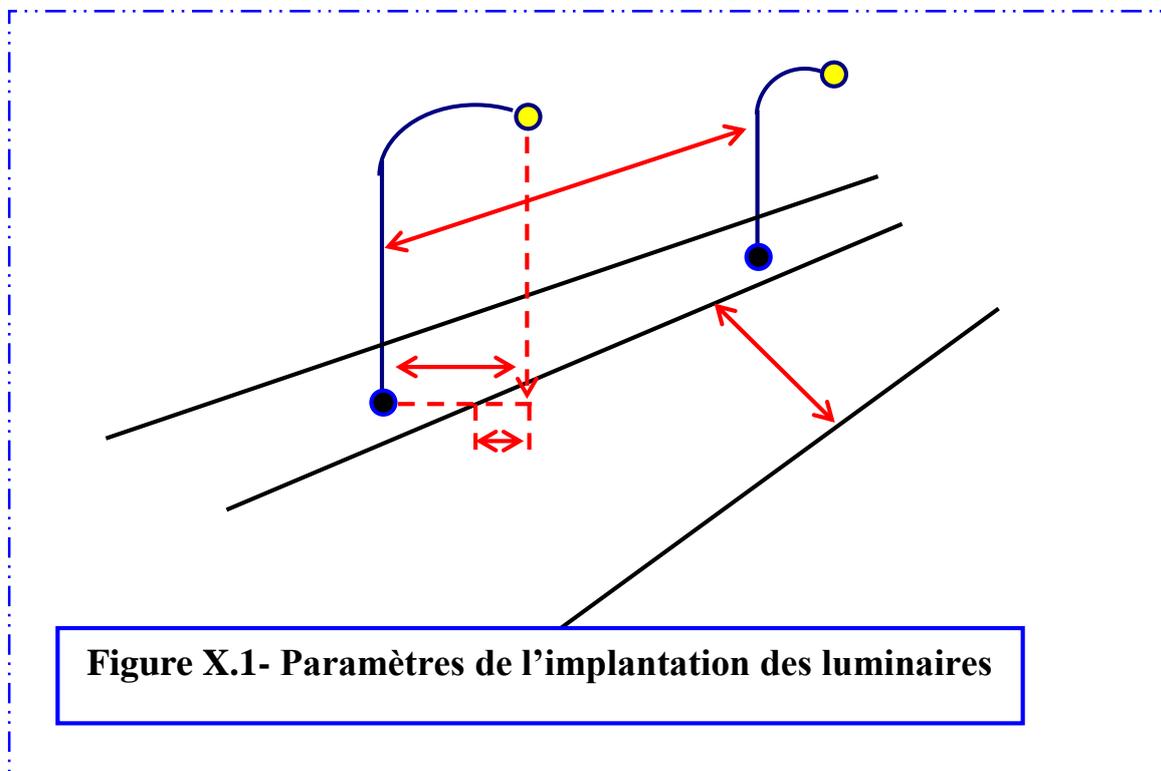
### X-2-2 Eclairage d'un point singulier :

Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :

- A longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.
- A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration du point singulier.
- A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.
- A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

### X-2-3-Paramètre de l'implantation des luminaires

- L'espacement ( $e$ ) entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.
- La hauteur ( $h$ ) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur ( $l$ ) de la chaussée
- Le porte-à-faux ( $p$ ) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb ( $s$ ) par rapport au bord de la chaussée.



**X-2-4-APPLICATION AU PROJET :****X-2-4-1- Eclairage de la voie (le long de la RN30) :**

Pour l'éclairage de la voie (le long de la RN30) des lampadaires avec deux foyers portés par le même support éclairant chacun une demi chaussée, sont implantés dans le terre-plein-central avec un espacement des supports variant entre 20 à 30m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre route.

-Pour la hauteur de ces supports elle est de l'ordre de 10m

**X-2-4-2 Eclairage de la voie le (long de la déviation) :**

Pour l'éclairage de la voie (le long de la déviation) des lampadaires, à un foyer portés par un support, sont disposés de part et d'autre de la chaussée éclairant chacun une demi-chaussée, avec un espacement des supports variant entre 20 à 30 m de façon à avoir un niveau d'éclairage équilibré pour les deux sens de notre route.

Et aussi aux niveaux des points singuliers notamment au niveau de l'échangeur projeté, de l'intersection des routes secondaires et tertiaires, au niveau des pistes ; etc.

-Pour la hauteur de ces supports elle est de l'ordre de 8m

# CHAPITRE XI

**Impacts sur l'environnement.**

---

## **XI-1 Introduction**

La construction d'un aménagement routier est une tâche délicate à accomplir et est perçue aujourd'hui comme étant une action susceptible de porter atteinte à l'environnement.

En effet l'extraction des matériaux, les déboisements, l'utilisation des ressources en eau et l'émission de bruits engendrés par ce type de projets sont des actions qui peuvent altérer la qualité des paysages ainsi que les ressources naturelles.

L'effort technologique vise à maîtriser et connaître, contrôler et minimiser les différents impacts dus à ce type d'aménagement, qu'il s'agisse de la protection des eaux, de la protection contre le bruit, ou de la conservation de la flore et de la faune.

## **XI-2 Cadre juridique:**

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1990, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :

- Une analyse détaillée du projet;
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement.

Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet sur L'environnement, ainsi que l'estimation des couts correspondants

Selon (ANONYME 1992) un impact sur l'environnement constitue toute altération de l'état initial d'un site due à la construction, la modification et l'exploitation d'une installation, dans quelque domaine que ce soit.

Règlementairement, la réalisation ou la modernisation d'une infrastructure dont le cout de projet est élevé doit faire l'objet d'une étude d'impact. Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore...), mais aussi sur l'environnement de l'être humain

**XI-2-1 L'eau :**

La loi sur l'eau a renforcé les obligations des maîtres d'ouvrage en matière de précaution et de protection de cette ressource dont on mesure de plus en plus la valeur.

En ce qui concerne les infrastructures routières, les eaux de ruissèlement se chargent d'apports provenant des gaz d'échappement, de l'usure des chaussées et des pièces des véhicules (plaquettes de frein, pneumatiques par exemple).

Il est ainsi nécessaire de prévoir des dispositifs permettant de récupérer les eaux superficielles provenant d'une plate-forme routière. L'importance qui sera donnée à ce thème dépendra bien sûr de la sensibilité du milieu récepteur.

Les équipements à mettre en œuvre seront très limités lorsque les sols seront imperméables, en dehors du lieu d'exutoire. Au contraire, ils devront être sophistiqués pour des zones très perméables et situées au-dessus d'une nappe d'eau souterraine. Il est ainsi dans certains cas, nécessaire d'imperméabiliser totalement l'emprise de la route, y compris les accotements. Dans ce dernier cas il est même nécessaire de mettre en œuvre des dispositifs empêchant le renversement des véhicules hors emprise (talus de terre par exemple).

Il est nécessaire de prendre en compte les contraintes d'exploitation de l'infrastructure. C'est la viabilité hivernale qui est la plus significative à ce stade. Les polluants sont dans le cas le plus général le chlorure de sodium, mais aussi le chlorure de calcium et le chlorure de magnésium. Ces derniers sont des fondants efficaces à des températures inférieures à -5°

Autre donnée à prendre en compte, la pollution accidentelle. Elle est liée aux accidents. Les matières principalement incriminées dans ce cas sont les hydrocarbures. Ils ne sont pas miscibles dans l'eau, ils ont un pouvoir polluant très important. La protection contre ce genre de pollution est réalisée par des bassins séparateurs qui permettent d'isoler les hydrocarbures de l'eau, très souvent par des parois siphonées.

**XI-2-2 Faune, Et Flore :**

L'impact sur les milieux naturels doit être apprécié sur l'ensemble d'un biotope ou d'une zone écologique dès lors que l'équilibre de la flore et de la faune est menacé. Les zones sensibles sont de plus en plus délimitées et protégées par des classements règlementant les usages et les équipements réalisables à leur abord. Il s'agit des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique, et des zones importantes pour la conservation des oiseaux.

Les zones humides, marais et berges, constituent des biotopes riches en flore et en faune, d'intérêt élevé et en régression. Ces zones sont biologiquement très riches. De plus elles contribuent à l'absorption du gaz carbonique contenu dans l'air, leur production végétale est le premier élément de la chaîne alimentaire des insectes et des oiseaux.

L'étude portera aussi sur les couloirs de migration des animaux. Cet aspect sera étudié tant en ce qui concerne les dispositifs à mettre en œuvre pour maintenir ces migrations qu'en terme de sécurité pour les usagers de la route.

**XI-2-3 L'air :**

La pollution de l'air due au trafic routier est essentiellement causée par les gaz d'échappement et la poussière. La réduction de ces effets exige une modification de la politique nationale dont les principaux objectifs devront veiller à :

- Limiter les rejets de gaz polluants tels que le **CO<sub>2</sub>** (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et des moteurs.
- Utiliser d'autres modes de transport.
- Rechercher les effets réels sur le climat de la pollution atmosphérique
- Utiliser d'autres sources d'énergie.
- Régler le trafic.
- Contrôler les véhicules et les vitesses.
- Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air

**XI-2-4 Le Bruit :**

Le bruit essentiellement au niveau sonore, ce niveau à un moment donné est insuffisant pour rendre compte de la nuisance sonore à laquelle peuvent être soumis les riverains d'une infrastructure de transport.

Les études de bruit doivent désormais prendre en compte un certain nombre de paramètres qui ont une grande influence sur la transmission du bruit, en particulier les conditions météorologiques les plus favorables ont lieu la nuit avec l'inversion des températures et par vent portant.

Le bruit routier provient du bruit des moteurs et de roulement. Le bruit lié au roulement est devenu la source principale émise par les véhicules en circulation pour la vitesse des PL. Deux facteurs sont bien évidemment à l'origine de ce bruit: le revêtement routier et le pneumatique. Les progrès réalisés dans le domaine des enrobés ont permis de diminuer ce bruit: particulièrement pour les enrobés à faible granulométrie.

Les moyens pour lutter contre le bruit dans un projet routier peuvent prendre plusieurs formes:

- Réduction de la vitesse.
- Implantation de la voie par rapport aux zones bâties, et isolation des bâtiments.
- Construction des buttes de terre, des murs antibruit.
- Baisse du profil en long par rapport au terrain naturel.

**XI-2-5 La Destruction :**

La destruction touche seulement les gens qui n'ont pas respecté le plan foncier établi par la commune ainsi que le plan directeur d'architecture et d'urbanisme (**P.D.A.U**), en plus la destruction de quelques clôtures d'établissement qui gênent le passage de la route.

**XI-2-6 La Sécurité :**

Pour assurer la sécurité des piétons on doit :

- Introduire des passages piétons au niveau des centres qui génèrent les populations de la ville.

Pour assurer la sécurité des automobilistes on doit:

- Réduire la vitesse au niveau des points singuliers.
- Des panneaux de signalisation seront implantés

**XI-3 Conclusion :**

Le but de notre étude est de minimiser l'impact négatif sur l'environnement de la zone, tout en privilégiant un contrôle continu sur cet impact durant les années à venir ou le flux des véhicules seront plus important donc plus polluant.

# CHAPITRE XII



**Devis quantitatif estimatif.**

---

**PROJET : ETUDE DE LA DEVIATION ET DE LA VILLE DE DRAA EL MIZAN**

**"LOT ROUTE"**

**DEVIS QUANTITATIF ESTIMATIF**

N°	Désignation des travaux	Unités	Quantités	Prix unitaires	Montant
<b>Installation de chantier</b>					
1.1	Amené et repli du matériel (y compris toutes installations confondus)	F	1	700 000	700 000,00
1.1	Dossier d'exécution	F	1	10 000 000	10 000 000,00
1.2	Etude géotechnique complémentaire	F	1	500 000	500 000,00
<b>SOUS TOTAL 1</b>					<b>11 200 000,00</b>
<b><u>02 PREPARATION DE TERRAIN</u></b>					
2.1	Décapage de la terre végétale	M2	52 125,00	150	7 818 750,00
2.2	Débroussaillage et essartage	M2	75 225,00	40	3 009 000,00
2.3.	<b><u>Abattage d'arbres</u></b>				
2.3.1	d'arbres singuliers diamètre				
2.3.1.1	* Diamètres 20 à 40 cm	U	20,00	1 500	30 000,00
2.3.1.2	* Diamètres supérieur à 40 cm	U	5,00	2 000	10 000,00
2.4	Revêtement en terre végétale	M3	500,00	2 000	1 000 000,00
<b>SOUS TOTAL 2</b>					<b>11 867 750,00</b>
<b><u>03- TERRASSEMENT</u></b>					
3.1	déblais mis en dépôt	M3	223 608,00	200	44 721 600,00
3.4	Déblais meuble réutilisable en remblai	M3	0,00	300	0,00
3.5	Remblais d'emprunt	M3	40 565,00	1 200	48 678 000,00
<b>SOUS TOTAL 3</b>					<b>93 399 600,00</b>

	<b>04- CHAUSSEE</b>				
4.1	Couche de roulement en béton bitumineux e=6,00 cm	T	2 173,00	5 000	<b>10 865 000,00</b>
4.3	Couche de base en grave bitume e=30,00 cm	T	10 868,000	4 000	<b>43 472 000,00</b>
4.5	Couche de fondation en grave concassé e=30,00cm	M3	10 868,00	2 000	<b>21 736 000,00</b>
4.6	Couche de forme en matériaux sélectionnés	M3	9 085,00	1 500	<b>13 627 500,00</b>
<b>SOUS TOTAL 4</b>					<b>89 700 500,00</b>
	<b>05- ASSAINISSEMENT</b>				
5.1	<b>OUVRAGES BUSES</b>				
5.1.1	Ouvrages busés de diam 600 compris terrassements	ML	52,00	11 000	<b>572 000,00</b>
5.1.2	Ouvrages de tête en béton armé pour buse Ø 600	M3	15,00	11 000	<b>165 000,00</b>
5.213	Puisard en béton armé pour OC Ø 600	M3	10,00	11 000	<b>110 000,00</b>
5.2	<b>Fossé bétonné armé en TS</b>				
5.2.1	Fossé bétonné pied de talus profondeur 0,4 m	ML	3 100,00	1 500	<b>4 650 000,00</b>
<b>SOUS TOTAL 5</b>					<b>5 497 000,00</b>
	<b>06-SOUTENEMENT</b>				
6.1	Béton RN27 y compris terrassement	M3	110,00	10 000	<b>1 100 000,00</b>
6.2	Béton de propreté dosé a 150 kg/M3	M3	12,00	5 000	<b>60 000,00</b>
6.3	Acier FeE40A	T	40,00	15 000	<b>600 000,00</b>
6.4	Gabions	M3	155,00	3 500	<b>542 500,00</b>
<b>SOUS TOTAL 6</b>					<b>2 302 500,00</b>
	<b>7 - Divers</b>				
7.1	Glissière de sécurité	ML	2 950,00	2 000	<b>5 900 000,00</b>
7.2	Bordures en béton	ML	1 000,00	700	<b>700 000,00</b>
<b>SOUS TOTAL 7</b>					<b>6 600 000,00</b>
	<b>8-EQUIPEMENT ROUTIER</b>				
8.1	<b>Marquage horizontale</b>				
8.1.1	Marquage de la chaussée par hachures	M2	10,00	450	<b>4 500,00</b>
8.1.2	Marquage de la chaussée en lignes continues de largeur de 20 cm	ML	1 000,00	50	<b>50 000,00</b>
8.1.3	<b>Marquage de la chaussée en lignes discontinue</b>				
8.1.3.1	* Largeur 12 cm (T1 2U)	ML	1 010,00	55	<b>55 550,00</b>



8.1.3.2	* Largeur 18 cm (T2 5U)	ML	4 500,00	60	270 000,00
8.2	<b><u>Flèche de direction marquées sur chaussée</u></b>				
8.2.1	* Flèche de sélection longueur 4,00 m	U	20 000,00	590	11 800 000,00
8.3	<b><u>Signalisation verticale</u></b>				
8.3.1	<b><u>Panneaux de signalisation verticale :</u></b>				
8.3.1.1	* Type A : signaux de danger	U	10,00	4 010	40 100,00
8.3.1.2	* Type D : signaux d'obligation	U	25000,00	4 500	112 500 000,00
8.3.1.3	* Type E/B : signaux de direction	U	4,00	12 000	48 000,00
<b>SOUS TOTAL 8</b>					<b>124 768 150,00</b>
<b><u>9-CONSTRAINTES A LEVER</u></b>					
9.1	Déplacement de pylônes électriques	U	2,00	100 000	200 000,00
<b>SOUS TOTAL 9</b>					<b>200 000,00</b>
<b><u>10-ENVIRONNEMENT</u></b>					
10.1	Total surface pour engazonnement	M2	1 100,00	400	440 000,00
10.2	Total surface pour reboisement	M2	10,00	500	5 000,00
<b>SOUS TOTAL 10</b>					<b>445 000,00</b>
					<b>345 980 500,00</b>
<b>TOTAL (H.T)</b>					
					<b>58 816 685,00</b>
<b>T.V.A 17</b>					
					<b>404 797 185,00</b>
<b>TOTAL(T.T.C)</b>					

Arrêté le présent devis quantitatif et estimatif en toutes taxes comprises à la somme de :

Quatre cent quatre millions sept cent quatre-vingt-dix-sept mille cent quatre-vingt cinq Dinars.....  
 .....  
 .....

**CONCLUSION**

**GENERALE**



### Conclusion Générale

Ce projet de fin d'études a été, pour nous, une opportunité pour concrétiser nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Nous avons essayé d'appliquer toutes les normes, directives et recommandations liées au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route

Notre étude d'aménagement en axe routier d'une déviation de la ville de Draa El Mizan en phase APS APD, présente les données liées à l'étude du trafic concernant la zone d'étude, en employant ces données, tout en respectant le règlement algérien (B40), on a abouti à une chaussée de deux voies (bidirectionnelle) de 4m chacune et un accotement de 2 m

L'élaboration de ce projet nous a aidés à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels PISTE+5.05 et Autocad (version 2011), Excel, compte tenu de leur traitement rapide et exact des données, ces outils nous permettent d'éviter les contraintes existantes avec une détermination d'un meilleur tracé dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Longueur d'axe de 3.19 Km
- Une plate-forme de 12m
- Des faussées trapézoïdales dont la base et de 0.5m et la hauteur et de 0.4m
- Des talus dont les hauteurs variées selon la hauteur des déblais.

Aussi, on a utilisé le logiciel ALIZE qui nous a permis de vérifier les épaisseurs des différentes couches constituant le corps de chaussée :

- Couche de roulement **06cm en BB**
- Couche de base **30 cm en GB**
- Couche de fondation **30 cm en GNT**
- Couche de forme **40 cm en TUF**

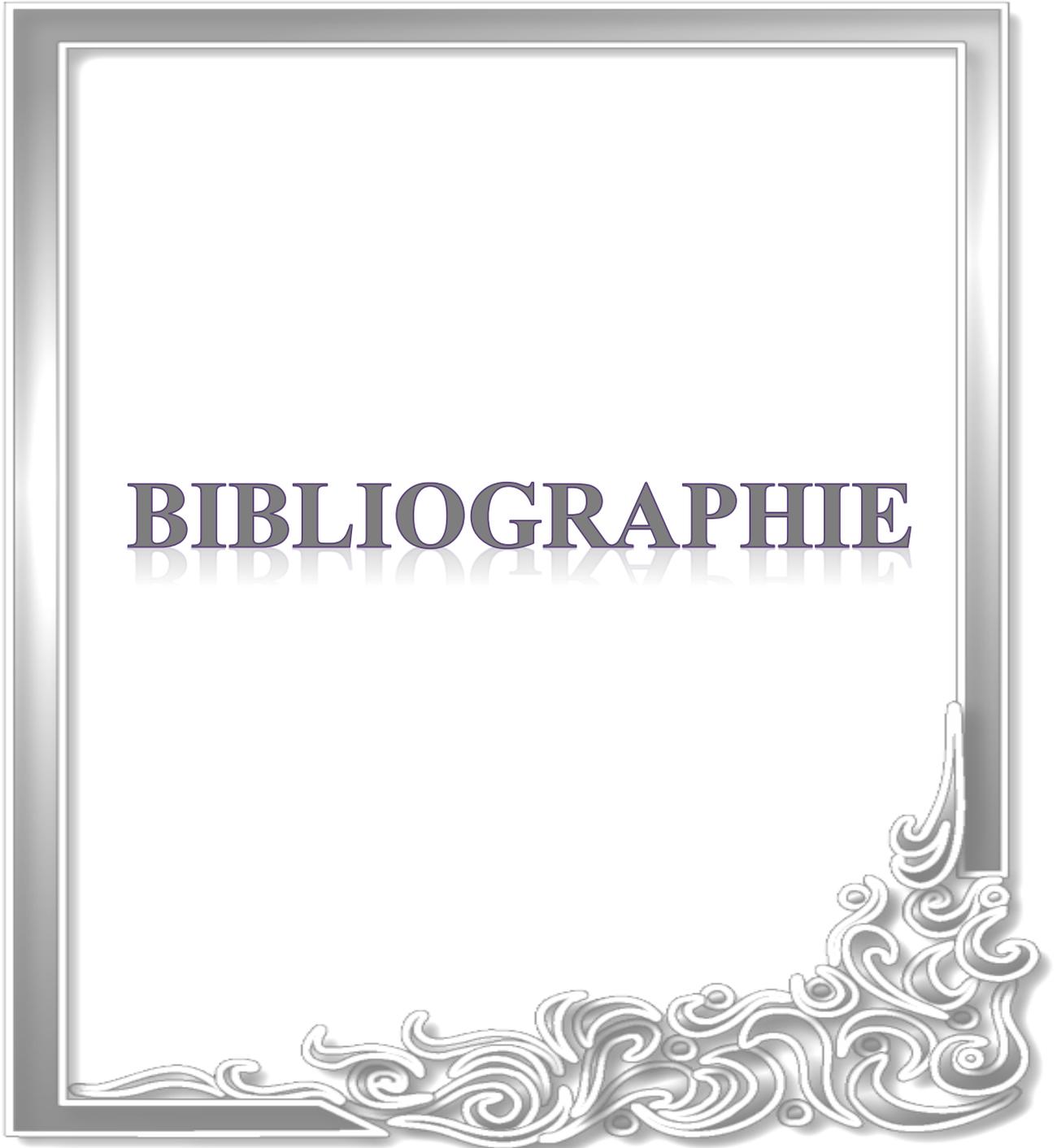
## **Conclusion Générale.**

---

Le Montan totale du lot route s'élève a : Quatre cent quatre millions sept cent quatre-vingt-dix-sept mille cent quatre-vingt-cinq Dinars

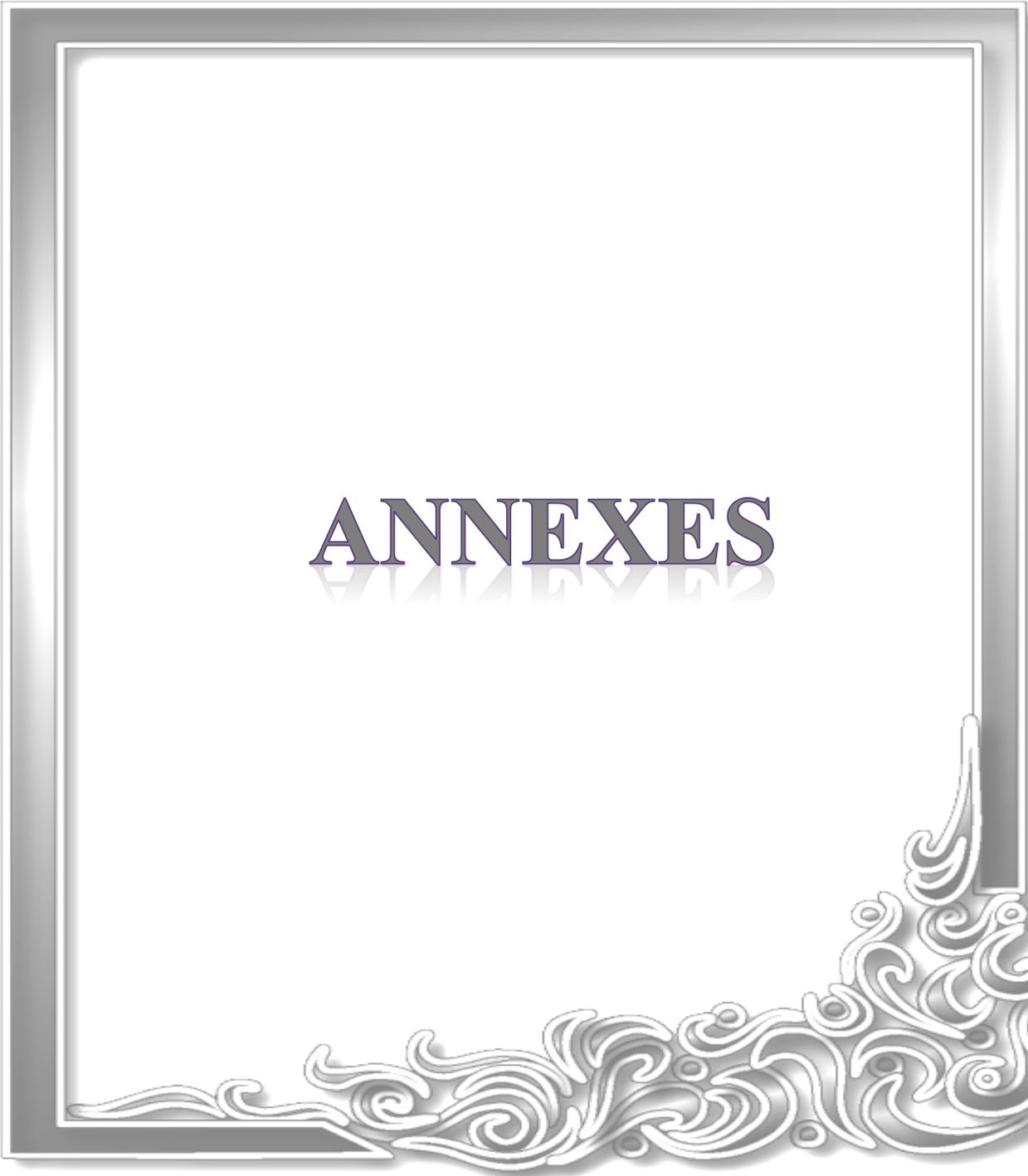
Enfin, par la réalisation de cet aménagement on espère contribuer à une meilleure fluidité des échanges entre toutes les localités qu'il liaisonne.

# BIBLIOGRAPHIE



## BIBLIOGRAPHIE

- **B40** (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- Ancients mémoires de fin d'étude, au département génie civil de **L'UMMTO**.
- Ancients mémoires de fin d'étude, au département génie civil de **L'ENTP**
- Cour de route 4<sup>ème</sup> année mastère de **UMMTO**
- Code Algérien de la route.
- **ARP** aménagement des route principales (recommandation techniques (**aout 1994**))
- Catalogue de dimensionnement des chaussée neuves (**CTTP**)
- Aménagement des échangeurs (**ICTTAL**)
- Aménagement des carrefours (**SETRA**)
- Recommandation pour l'assainissement routie (**SETRA**)
- Mécanique des sols : théorie et pratique , Manul du laboratoire routier **D. TREMBLAY**
- Cour de terrassement **GTR**-de **SETRA**
- Site internet :
  - [www.courgeniecivil.com](http://www.courgeniecivil.com)
  - [www.ana.org.dz](http://www.ana.org.dz)
  - [www.setra.fr](http://www.setra.fr)
- Vidéo sur internet (Youtub) de
  - Conséption de carrefours
  - Conséption d'échangeur
  - Conséption des tracés routiers sur piste
  - Utilisation d'ALIZE-LCPC
- Logiciels
  - Piste 5.05
  - Autocad 2011
  - ALIZE-LCPC



**AXE AN PLAN**

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	498945.333	702582.697
<b>D1</b>	ANG = 346.412°	434.123			
			434.123	499367.305	702480.702
<b>LB1</b>	A = 138.744				
	Rf= -250.000				
	L = 77.000				
			511.123	499441.045	702458.819
	XC= 499345.730				
	YC= 702227.702				
	R = -250.000				
	L = 95.326				
			606.449	499520.206	702406.751
	Rd= -250.000				
	A = 138.744				
	L = 77.000	249.326			
			683.449	499569.502	702347.705
<b>D2</b>	ANG = 306.918°	121.227			
			804.677	499642.319	702250.784
<b>LB2</b>	A = 132.288				
	Rf= -250.000				
	L = 70.000				
			874.677	499681.675	702192.969
	XC= 499462.801				
	YC= 702072.163				
	R = -250.000				
	L = 6.867				
			881.544	499684.911	702186.912
	Rd= -250.000				
	A = 132.288				

## Annexes.

	L = 70.000	146.867			
			951.544	499711.081	702122.054
<b>D3</b>	ANG = 289.301°	451.468			
			1403.011	499860.304	701695.961
<b>LB3</b>	A = 69.282				
	Rf= 100.000				
	L = 48.000				
			1451.011	499879.688	701652.183
	XC= 499963.506				
	YC= 701706.723				
	R = 100.000				
	L = 6.921				
			1457.932	499883.660	701646.517
	Rd= 100.000				
	A = 69.282				
	L = 48.000	102.921			
			1505.932	499918.208	701613.371
<b>D4</b>	ANG = 320.768°	53.042			
			1558.974	499959.294	701579.825
<b>LB4</b>	A = 41.231				
	Rf= -50.000				
	L = 34.000				
			1592.974	499982.910	701555.608
	XC= 499940.182				
	YC= 701529.641				
	R = -50.000				
	L = 41.570				
			1634.543	499988.160	701515.568
	Rd= -50.000				
	A = 41.231				
	L = 34.000	109.570			
			1668.543	499971.585	701486.082
<b>D5</b>	ANG = 234.172°	214.745			

## Annexes.

			1883.288	499845.883	701311.972
<b>LB5</b>	A = 59.330				
	Rf= 80.000				
	L = 44.000				
			1927.288	499823.574	701274.219
	XC= 499898.715				
	YC= 701246.763				
	R = 80.000				
	L = 11.151				
			1938.439	499820.488	701263.512
	Rd= 80.000				
	A = 59.330				
	L = 44.000	99.151			
			1982.439	499819.281	701219.676
<b>D6</b>	ANG = 273.671°	68.042			
			2050.481	499823.637	701151.774
<b>LB6</b>	A = 56.125				
	Rf= 75.000				
	L = 42.000				
			2092.481	499830.195	701110.437
	XC= 499900.800				
	YC= 701135.737				
	R = 75.000				
	L = 74.043				
			2166.523	499883.009	701062.877
	Rd= 75.000				
	A = 56.125				
	L = 42.000	158.043			
			2208.523	499924.804	701060.670
<b>D7</b>	ANG = 2.321°	27.758			
			2236.281	499952.540	701061.794
<b>LB7</b>	A = 56.125				
	Rf= -75.000				

## Annexes.

	L = 42.000				
			2278.281	499994.335	701059.587
	XC= 499976.545				
	YC= 700986.727				
	R = -75.000				
	L = 143.479				
			2421.760	500039.208	700945.516
	Rd= -75.000				
	A = 56.125				
	L = 42.000	227.479			
			2463.760	500010.118	700915.425
<b>D8</b>	ANG = 220.626°	40.617			
			2504.377	499979.290	700888.978
<b>LB8</b>	A = 59.330				
	Rf= 80.000				
	L = 44.000				
			2548.377	499948.759	700857.500
	XC= 500015.379				
	YC= 700813.208				
	R = 80.000				
	L = 61.123				
			2609.499	499936.633	700799.099
	Rd= 80.000				
	A = 59.330				
	L = 44.000	149.123			
			2653.499	499952.109	700758.069
<b>D9</b>	ANG = 295.914°	1.123			
			2654.623	499952.600	700757.058
<b>LB9</b>	A = 41.231				
	Rf= -50.000				
	L = 34.000				
			2688.623	499963.850	700725.159

## Annexes.

	XC= 499914.165				
	YC= 700719.556				
	R = -50.000				
	L = 31.591				
			2720.214	499957.568	700694.732
	Rd= -50.000				
	A = 41.231				
	L = 34.000	99.591			
			2754.214	499934.602	700669.897
<b>D10</b>	ANG = 220.752°	85.724			
			2839.938	499869.663	700613.938
<b>LB10</b>	A = 56.569				
	Rf= 80.000				
	L = 40.000				
			2879.938	499841.716	700585.475
	XC= 499907.309				
	YC= 700539.676				
	R = 80.000				
	L = 1.224				
			2881.162	499841.023	700584.466
	Rd= 80.000				
	A = 56.569				
	L = 40.000	81.224			
			2921.162	499824.484	700548.168
<b>D11</b>	ANG = 250.277°	98.111			
			3019.273	499791.374	700455.813
<b>LONGUEUR DE L'AXE 3019.273</b>					

**PROFIL EN LONG**

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	295.194
<b>D1</b>	PENTE= 6.918 %	790.069		
			790.069	349.851
<b>PA1</b>	S= 893.8402 Z= 353.4404			
	R = -1500.00	91.785		
			881.855	353.393
<b>D2</b>	PENTE= 0.799 %	69.600		
			951.455	353.949
<b>PA3</b>	S= 939.4697 Z= 353.9008			
	R = 1500.00	80.430		
			1031.885	356.748
<b>D4</b>	PENTE= 6.161 %	172.455		
			1204.340	367.373
<b>PA4</b>	S= 1111.9250 Z= 364.5258			
	R = 1500.00	29.780		
			1234.120	369.503
<b>D5</b>	PENTE= 8.146 %	387.022		
			1621.142	401.031
<b>PA5</b>	S= 1498.9474 Z= 396.0538			
	R = 1500.00	7.716		
			1628.858	401.679
<b>D6</b>	PENTE= 8.661 %	520.426		
			2149.284	446.752

**Annexes.**

<b>PA6</b>	S= 2279.1947 Z= 452.3776			
	R = -1500.00	1.432		
			2150.716	446.875
<b>D7</b>	PENTE= 8.565 %	319.419		
			2470.135	474.234
<b>PA7</b>	S= 2598.6135 Z= 479.7366			
	R = -1500.00	91.431		
			2561.565	479.279
<b>D8</b>	PENTE= 2.470 %	128.320		
			2689.886	482.448
<b>PA8</b>	S= 2726.9337 Z= 482.9060			
	R = -1500.00	121.589		
			2811.474	480.524
<b>D9</b>	PENTE= -5.636 %	207.798		
			3019.273	468.812
<b>LONGUEUR DE L'AXE 3019.273</b>				

**TABULATION**

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROF	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
1	0.000	294.607	301.194	498945.333	702582.697	256.412°	2.50	-2.50
2	25.000	296.871	302.741	498969.633	702576.823	256.412°	2.50	-2.50
3	50.000	298.194	304.289	498993.934	702570.950	256.412°	2.50	-2.50
4	75.000	300.579	305.837	499018.234	702565.076	256.412°	2.50	-2.50
5	100.000	302.513	307.385	499042.534	702559.202	256.412°	2.50	-2.50
6	125.000	304.447	308.933	499066.834	702553.329	256.412°	2.50	-2.50
7	150.000	305.751	310.480	499091.135	702547.455	256.412°	2.50	-2.50
8	175.000	309.144	312.028	499115.435	702541.582	256.412°	2.50	-2.50
9	200.000	312.208	313.576	499139.735	702535.708	256.412°	2.50	-2.50
10	225.000	315.200	315.124	499164.035	702529.835	256.412°	2.50	-2.50
11	250.000	317.702	316.672	499188.335	702523.961	256.412°	2.50	-2.50
12	275.000	319.519	318.219	499212.636	702518.087	256.412°	2.50	-2.50
13	300.000	320.426	319.767	499236.936	702512.214	256.412°	2.50	-2.50
14	325.000	320.693	321.315	499261.236	702506.340	256.412°	2.50	-2.50
15	350.000	322.081	322.863	499285.536	702500.467	256.412°	2.50	-2.50
16	375.000	323.020	324.411	499309.837	702494.593	256.412°	2.50	-2.50
17	400.000	325.643	325.958	499334.137	702488.719	256.412°	2.50	-2.50
18	425.000	327.750	327.506	499358.437	702482.846	256.412°	2.50	-2.50
19	450.000	329.304	329.054	499382.729	702476.939	256.037°	1.20	-2.50
20	475.000	331.953	330.602	499406.891	702470.526	253.925°	-0.85	-2.50
21	500.000	338.346	332.150	499430.675	702462.841	249.953°	-2.90	-2.90
22	525.000	342.760	333.697	499453.721	702453.175	244.408°	-3.81	-3.81
23	550.000	347.913	335.245	499475.691	702441.268	238.678°	-3.81	-3.81
24	575.000	355.062	336.793	499496.362	702427.226	232.949°	-3.81	-3.81
25	600.000	343.390	338.341	499515.529	702411.192	227.219°	-3.81	-3.81
26	625.000	343.455	339.889	499533.040	702393.361	222.002°	-2.29	-2.50
27	650.000	349.053	341.436	499549.153	702374.251	218.583°	-0.24	-2.50
28	675.000	344.842	342.984	499564.423	702354.457	217.024°	1.81	-2.50
29	700.000	354.760	344.532	499579.443	702334.473	216.918°	2.50	-2.50
30	725.000	351.718	346.080	499594.460	702314.485	216.918°	2.50	-2.50
31	750.000	355.075	347.628	499609.477	702294.498	216.918°	2.50	-2.50
32	775.000	354.945	349.175	499624.493	702274.510	216.918°	2.50	-2.50
33	800.000	353.792	350.720	499639.510	702254.523	216.918°	2.50	-2.50
34	825.000	352.299	352.008	499654.463	702234.487	216.241°	0.67	-2.50
35	850.000	352.352	352.880	499668.825	702214.028	213.555°	-1.59	-2.50

## Annexes.

36	875.000	352.765	353.335	499681.831	702192.686	208.822°	-3.81	-3.81
37	900.000	351.937	353.538	499692.824	702170.242	203.650°	-2.15	-2.50
38	925.000	353.025	353.737	499702.140	702147.046	200.454°	0.11	-2.50
39	950.000	354.953	353.937	499710.571	702123.511	199.305°	2.36	-2.50
40	975.000	354.440	354.223	499718.834	702099.916	199.301°	2.50	-2.50
41	1000.000	355.975	354.899	499727.097	702076.321	199.301°	2.50	-2.50
42	1025.000	357.281	355.992	499735.361	702052.726	199.301°	2.50	-2.50
43	1050.000	358.363	357.284	499743.624	702029.131	199.301°	2.50	-2.50
44	1075.000	359.239	358.576	499751.887	702005.536	199.301°	2.50	-2.50
45	1100.000	360.121	359.868	499760.150	701981.941	199.301°	2.50	-2.50
46	1125.000	361.160	361.160	499768.414	701958.347	199.301°	2.50	-2.50
47	1150.000	362.909	362.452	499776.677	701934.752	199.301°	2.50	-2.50
48	1175.000	364.767	363.744	499784.940	701911.157	199.301°	2.50	-2.50
49	1200.000	365.985	365.035	499793.203	701887.562	199.301°	2.50	-2.50
50	1225.000	367.467	366.527	499801.466	701863.967	199.301°	2.50	-2.50
51	1250.000	368.196	368.432	499809.730	701840.372	199.301°	2.50	-2.50
52	1275.000	370.309	370.501	499817.993	701816.777	199.301°	2.50	-2.50
53	1300.000	372.161	372.571	499826.256	701793.182	199.301°	2.50	-2.50
54	1325.000	374.841	374.641	499834.519	701769.587	199.301°	2.50	-2.50
55	1350.000	373.725	376.710	499842.783	701745.993	199.301°	2.50	-2.50
56	1375.000	374.815	378.780	499851.046	701722.398	199.301°	2.50	-2.50
57	1400.000	378.061	380.850	499859.309	701698.803	199.301°	2.50	-2.50
58	1425.000	382.274	382.919	499867.919	701675.335	202.187°	2.50	1.85
59	1450.000	381.222	384.989	499879.141	701653.033	212.479°	6.80	6.80
60	1475.000	385.502	387.059	499894.922	701633.711	225.058°	3.62	3.62
61	1500.000	388.805	389.129	499913.618	701617.129	230.558°	2.50	-1.33
62	1525.000	390.217	391.198	499932.978	701601.311	230.768°	2.50	-2.50
63	1550.000	392.400	393.268	499952.343	701585.500	230.768°	2.50	-2.50
64	1575.000	394.554	395.338	499971.446	701569.382	226.440°	-2.84	-2.84
65	1600.000	396.916	397.407	499986.126	701549.367	203.236°	-7.00	-7.00
66	1625.000	400.405	399.490	499989.959	701524.925	174.588°	-7.00	-7.00
67	1650.000	401.620	401.736	499981.922	701501.466	149.966°	-3.42	-3.42
68	1675.000	404.077	403.990	499967.806	701480.847	144.172°	2.37	-2.50
69	1700.000	406.653	406.244	499953.172	701460.577	144.172°	2.50	-2.50
70	1725.000	408.870	408.498	499938.538	701440.308	144.172°	2.50	-2.50
71	1750.000	412.365	410.752	499923.904	701420.038	144.172°	2.50	-2.50
72	1775.000	415.032	413.006	499909.270	701399.769	144.172°	2.50	-2.50
73	1800.000	416.873	415.259	499894.636	701379.500	144.172°	2.50	-2.50
74	1825.000	417.075	417.513	499880.002	701359.230	144.172°	2.50	-2.50
75	1850.000	419.908	419.767	499865.368	701338.961	144.172°	2.50	-2.50

## Annexes.

76	1875.000	419.402	422.021	499850.734	701318.691	144.172°	2.50	-2.50
77	1900.000	426.360	424.275	499836.281	701298.295	146.445°	2.50	1.11
78	1925.000	423.768	426.529	499824.389	701276.356	158.332°	6.51	6.51
79	1950.000	424.720	428.783	499818.819	701252.080	175.107°	4.50	4.50
80	1975.000	430.586	431.037	499818.824	701227.101	183.221°	2.50	-0.89
81	2000.000	436.316	433.291	499820.405	701202.151	183.671°	2.50	-2.50
82	2025.000	438.779	435.545	499822.006	701177.203	183.671°	2.50	-2.50
83	2050.000	439.156	437.798	499823.606	701152.254	183.671°	2.50	-2.50
84	2075.000	437.138	440.052	499825.983	701127.378	189.139°	3.05	3.05
85	2100.000	446.107	442.306	499833.082	701103.498	205.458°	7.00	7.00
86	2125.000	443.453	444.560	499847.358	701083.116	224.557°	7.00	7.00
87	2150.000	446.814	446.915	499867.517	701068.526	243.655°	7.00	7.00
88	2175.000	451.876	449.647	499891.335	701061.304	262.100°	5.08	5.08
89	2200.000	455.957	452.480	499916.287	701060.358	271.660°	2.50	-0.57
90	2225.000	459.145	455.312	499941.268	701061.337	272.321°	2.50	-2.50
91	2250.000	463.818	458.145	499966.252	701062.213	270.609°	-0.60	-2.50
92	2275.000	467.546	460.978	499991.132	701060.297	258.687°	-6.26	-6.26
93	2300.000	470.873	463.811	500014.400	701051.473	239.686°	-7.00	-7.00
94	2325.000	474.629	466.644	500033.501	701035.523	220.588°	-7.00	-7.00
95	2350.000	479.378	469.476	500046.331	701014.202	201.489°	-7.00	-7.00
96	2375.000	476.495	472.298	500051.480	700989.856	182.391°	-7.00	-7.00
97	2400.000	475.049	474.827	500048.378	700965.165	163.292°	-7.00	-7.00
98	2425.000	477.474	476.940	500037.371	700942.848	144.289°	-6.27	-6.27
99	2450.000	479.792	478.641	500020.471	700924.488	132.348°	-0.61	-2.50
100	2475.000	482.281	480.194	500001.587	700908.106	130.626°	2.50	-2.50
101	2500.000	484.692	481.747	499982.612	700891.828	130.626°	2.50	-2.50
102	2525.000	487.074	483.300	499963.914	700875.240	134.087°	2.50	1.95
103	2550.000	489.753	484.853	499947.874	700856.140	147.545°	7.00	7.00
104	2575.000	492.946	486.387	499937.945	700833.307	165.450°	7.00	7.00
105	2600.000	493.918	487.603	499935.516	700808.527	183.354°	7.00	7.00
106	2625.000	495.578	488.403	499940.655	700784.147	199.304°	3.01	3.01
107	2650.000	495.446	488.786	499950.581	700761.217	205.815°	2.50	-2.32
108	2675.000	496.321	488.752	499960.747	700738.395	198.917°	-3.10	-3.10
109	2700.000	496.642	488.502	499963.834	700713.806	173.396°	-7.00	-7.00
110	2725.000	499.830	488.251	499955.005	700690.691	145.134°	-5.89	-5.89
111	2750.000	500.594	488.000	499937.790	700672.654	131.051°	-0.10	-2.50
112	2775.000	489.890	487.661	499918.856	700656.329	130.752°	2.50	-2.50
113	2800.000	489.845	486.566	499899.917	700640.009	130.752°	2.50	-2.50
114	2825.000	494.616	484.666	499880.979	700623.689	130.752°	2.50	-2.50

## Annexes.

---

115	2850.000	492.819	482.626	499862.075	700607.329	131.658°	2.50	0.06
116	2875.000	487.215	480.585	499844.661	700589.438	141.758°	5.86	5.86
117	2900.000	485.494	478.545	499832.087	700567.912	156.267°	2.64	2.64
118	2925.000	483.282	476.505	499823.189	700544.555	160.277°	2.50	-2.50
119	2950.000	475.906	474.465	499814.752	700521.021	160.277°	2.50	-2.50
120	2975.000	471.776	472.425	499806.315	700497.488	160.277°	2.50	-2.50
121	3000.000	469.129	470.385	499797.878	700473.955	160.277°	2.50	-2.50
122	3019.273	468.812	468.812	499791.374	700455.813	160.277°	2.50	-2.50

## Annexes.

### VOLUMES TERRASSEMENT

N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE	PURGE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0.000	896.0	0.0	0.0	0.0
2	25.000	3859.8	0.0	0.0	0.0
3	50.000	3704.5	0.0	0.0	0.0
4	75.000	3531.5	0.0	0.0	0.0
5	100.000	3112.3	0.0	0.0	0.0
6	125.000	2705.4	0.0	0.0	0.0
7	150.000	2340.2	0.0	0.0	0.0
8	175.000	1469.1	0.0	0.0	0.0
9	200.000	648.7	0.0	0.0	0.0
10	225.000	341.6	324.4	0.0	0.0
11	250.000	323.5	799.2	0.0	0.0
12	275.000	242.0	772.6	0.0	0.0
13	300.000	155.4	416.7	0.0	0.0
14	325.000	175.3	79.3	0.0	0.0
15	350.000	126.1	51.6	0.0	0.0
16	375.000	95.6	18.1	0.0	0.0
17	400.000	67.5	13.2	0.0	0.0
18	425.000	4.3	167.4	0.0	0.0
19	450.000	0.0	444.8	0.0	0.0
20	475.000	0.0	1205.3	0.0	0.0
21	500.000	0.0	2763.5	0.0	0.0
22	525.000	0.0	4240.5	0.0	0.0
23	550.000	0.0	9625.0	0.0	0.0
24	575.000	0.0	18231.3	0.0	0.0
25	600.000	0.0	13636.5	0.0	0.0
26	625.000	0.0	12499.2	0.0	0.0
27	650.000	0.0	11393.4	0.0	0.0
28	675.000	0.0	10553.9	0.0	0.0
29	700.000	0.0	8517.7	0.0	0.0
30	725.000	0.0	4649.2	0.0	0.0
31	750.000	0.0	3752.3	0.0	0.0
32	775.000	0.0	2605.1	0.0	0.0
33	800.000	0.0	1883.7	0.0	0.0
34	825.000	0.1	373.5	0.0	0.0
35	850.000	59.9	11.2	0.0	0.0
36	875.000	94.6	28.0	0.0	0.0

## Annexes.

---

37	900.000	353.1	55.7	0.0	0.0
38	925.000	162.5	135.0	0.0	0.0
39	950.000	0.0	501.9	0.0	0.0
40	975.000	0.0	480.4	0.0	0.0
41	1000.000	0.0	771.7	0.0	0.0
42	1025.000	0.0	771.8	0.0	0.0
43	1050.000	1.4	456.8	0.0	0.0
44	1075.000	19.0	367.7	0.0	0.0
45	1100.000	28.9	287.5	0.0	0.0
46	1125.000	35.4	240.9	0.0	0.0
47	1150.000	11.1	320.9	0.0	0.0
48	1175.000	0.0	586.9	0.0	0.0
49	1200.000	0.0	603.6	0.0	0.0
50	1225.000	0.0	614.1	0.0	0.0
51	1250.000	0.0	463.4	0.0	0.0
52	1275.000	0.0	278.9	0.0	0.0
53	1300.000	66.9	208.0	0.0	0.0
54	1325.000	228.9	259.3	0.0	0.0
55	1350.000	849.7	84.2	0.0	0.0
56	1375.000	1170.0	57.7	0.0	0.0
57	1400.000	1336.9	37.7	0.0	0.0
58	1425.000	812.5	25.3	0.0	0.0
59	1450.000	1282.8	17.1	0.0	0.0
60	1475.000	645.4	9.2	0.0	0.0
61	1500.000	254.0	61.4	0.0	0.0
62	1525.000	288.5	2.6	0.0	0.0
63	1550.000	153.5	0.0	0.0	0.0
64	1575.000	120.6	0.2	0.0	0.0
65	1600.000	14.3	26.8	0.0	0.0
66	1625.000	1.6	424.0	0.0	0.0
67	1650.000	0.0	108.1	0.0	0.0
68	1675.000	0.0	259.0	0.0	0.0
69	1700.000	13.9	374.9	0.0	0.0
70	1725.000	0.0	472.2	0.0	0.0
71	1750.000	0.0	992.0	0.0	0.0
72	1775.000	0.0	1079.9	0.0	0.0
73	1800.000	0.0	918.5	0.0	0.0
74	1825.000	25.5	370.9	0.0	0.0
75	1850.000	367.8	356.0	0.0	0.0
76	1875.000	473.6	252.2	0.0	0.0

## Annexes.

---

77	1900.000	339.9	810.8	0.0	0.0
78	1925.000	972.7	244.7	0.0	0.0
79	1950.000	617.5	416.7	0.0	0.0
80	1975.000	0.0	521.5	0.0	0.0
81	2000.000	781.4	1145.3	0.0	0.0
82	2025.000	431.9	1162.7	0.0	0.0
83	2050.000	0.0	1006.0	0.0	0.0
84	2075.000	1002.2	410.4	0.0	0.0
85	2100.000	395.2	1267.2	0.0	0.0
86	2125.000	57.6	578.4	0.0	0.0
87	2150.000	0.0	1229.9	0.0	0.0
88	2175.000	0.0	1315.8	0.0	0.0
89	2200.000	0.0	1602.1	0.0	0.0
90	2225.000	0.0	2540.0	0.0	0.0
91	2250.000	0.0	3957.9	0.0	0.0
92	2275.000	0.0	3238.1	0.0	0.0
93	2300.000	0.0	3952.0	0.0	0.0
94	2325.000	0.0	4109.9	0.0	0.0
95	2350.000	0.0	4646.1	0.0	0.0
96	2375.000	0.0	4870.4	0.0	0.0
97	2400.000	0.0	7761.1	0.0	0.0
98	2425.000	0.0	2905.3	0.0	0.0
99	2450.000	0.0	2135.7	0.0	0.0
100	2475.000	0.0	3566.5	0.0	0.0
101	2500.000	0.0	4248.7	0.0	0.0
102	2525.000	0.0	4877.4	0.0	0.0
103	2550.000	0.0	4899.8	0.0	0.0
104	2575.000	0.0	4534.9	0.0	0.0
105	2600.000	0.0	4288.5	0.0	0.0
106	2625.000	0.0	4536.8	0.0	0.0
107	2650.000	0.0	4482.5	0.0	0.0
108	2675.000	0.0	4424.2	0.0	0.0
109	2700.000	0.0	6236.6	0.0	0.0
110	2725.000	0.0	12915.6	0.0	0.0
111	2750.000	0.0	11734.3	0.0	0.0
112	2775.000	0.0	7331.6	0.0	0.0
113	2800.000	0.0	5166.7	0.0	0.0
114	2825.000	0.0	5149.5	0.0	0.0
115	2850.000	0.0	2739.6	0.0	0.0
116	2875.000	0.0	4775.2	0.0	0.0

## Annexes.

---

117	2900.000	0.0	5395.1	0.0	0.0
118	2925.000	0.1	4539.5	0.0	0.0
119	2950.000	0.4	2616.9	0.0	0.0
120	2975.000	142.1	593.8	0.0	0.0
121	3000.000	66.9	211.3	0.0	0.0
122	3019.273	86.2	123.6	0.0	0.0
		40565	223608		

## Annexes.

### VOLUMES CHAUSSEE

N°	ABSCISSE	FORME	BASE	CHAUSSEE	ACCOTE	T.P.C.
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	0.000	39.0	30.7	6.0	0.0	0.0
2	25.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
3	50.000	94.9	70.9	15.0	0.8	0.0
4	75.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
5	100.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
6	125.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
7	150.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
8	175.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
9	200.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
10	225.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
11	250.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
12	275.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
13	300.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
14	325.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
15	350.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
16	375.000	94.1	71.3	15.0	0.8	0.0
17	400.000	95.6	71.3	15.0	0.8	0.0
18	425.000	90.1	70.0	15.0	0.8	0.0
19	450.000	91.0	68.5	15.0	0.8	0.0
20	475.000	90.4	67.7	15.0	0.8	0.0
21	500.000	90.2	67.1	15.0	0.8	0.0
22	525.000	90.4	67.1	15.0	0.8	0.0
23	550.000	90.4	67.1	15.0	0.8	0.0
24	575.000	90.4	67.1	15.0	0.8	0.0
25	600.000	90.4	67.1	15.0	0.8	0.0
26	625.000	90.2	67.2	15.0	0.8	0.0
27	650.000	90.4	67.9	15.0	0.8	0.0
28	675.000	91.3	68.7	15.0	0.8	0.0
29	700.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
30	725.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
31	750.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
32	775.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
33	800.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
34	825.000	91.1	68.3	15.0	0.8	0.0
35	850.000	90.9	68.2	15.0	0.8	0.0
36	875.000	92.9	68.5	15.0	0.8	0.0

## Annexes.

---

37	900.000	93.1	68.5	15.0	0.8	0.0
38	925.000	93.8	69.5	15.0	0.8	0.0
39	950.000	91.3	69.0	15.0	0.8	0.0
40	975.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
41	1000.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
42	1025.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
43	1050.000	84.5	69.4	15.0	0.8	0.0
44	1075.000	91.9	71.3	15.0	0.8	0.0
45	1100.000	91.4	71.0	15.0	0.8	0.0
46	1125.000	95.1	71.3	15.0	0.8	0.0
47	1150.000	89.8	71.2	15.0	0.8	0.0
48	1175.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
49	1200.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
50	1225.000	91.8	70.1	15.0	0.8	0.0
51	1250.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
52	1275.000	91.4	69.0	15.0	0.8	0.0
53	1300.000	95.6	71.3	15.0	0.8	0.0
54	1325.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
55	1350.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
56	1375.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
57	1400.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
58	1425.000	94.6	69.0	15.0	0.8	0.0
59	1450.000	94.7	69.2	15.0	0.8	0.0
60	1475.000	94.4	68.7	15.0	0.8	0.0
61	1500.000	95.5	70.6	15.0	0.8	0.0
62	1525.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
63	1550.000	95.9	71.3	15.0	0.8	0.0
64	1575.000	93.9	68.6	15.0	0.8	0.0
65	1600.000	91.6	68.8	15.0	0.8	0.0
66	1625.000	89.6	68.4	15.0	0.8	0.0
67	1650.000	81.9	65.9	15.0	0.8	0.0
68	1675.000	87.9	69.1	15.0	0.8	0.0
69	1700.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
70	1725.000	91.1	70.1	15.0	0.8	0.0
71	1750.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
72	1775.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
73	1800.000	87.0	68.5	15.0	0.8	0.0
74	1825.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
75	1850.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
76	1875.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0

## Annexes.

---

77	1900.000	92.4	68.7	15.0	0.8	0.0
78	1925.000	92.9	68.8	15.0	0.8	0.0
79	1950.000	90.4	67.0	15.0	0.8	0.0
80	1975.000	90.9	68.4	15.0	0.8	0.0
81	2000.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
82	2025.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
83	2050.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
84	2075.000	91.9	67.5	15.0	0.8	0.0
85	2100.000	92.3	67.2	15.0	0.8	0.0
86	2125.000	90.7	67.0	15.0	0.8	0.0
87	2150.000	90.7	67.0	15.0	0.8	0.0
88	2175.000	90.5	67.0	15.0	0.8	0.0
89	2200.000	90.8	68.2	15.0	0.8	0.0
90	2225.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
91	2250.000	90.4	67.8	15.0	0.8	0.0
92	2275.000	90.6	67.0	15.0	0.8	0.0
93	2300.000	90.7	67.0	15.0	0.8	0.0
94	2325.000	90.7	67.0	15.0	0.8	0.0
95	2350.000	90.7	67.0	15.0	0.8	0.0
96	2375.000	90.7	67.0	15.0	0.8	0.0
97	2400.000	90.7	67.0	15.0	0.8	0.0
98	2425.000	90.6	67.0	15.0	0.8	0.0
99	2450.000	90.4	67.8	15.0	0.8	0.0
100	2475.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
101	2500.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
102	2525.000	90.2	67.2	15.0	0.8	0.0
103	2550.000	90.7	67.1	15.0	0.8	0.0
104	2575.000	90.7	67.0	15.0	0.8	0.0
105	2600.000	90.7	67.0	15.0	0.8	0.0
106	2625.000	90.2	67.0	15.0	0.8	0.0
107	2650.000	91.4	69.0	15.0	0.8	0.0
108	2675.000	90.2	67.0	15.0	0.8	0.0
109	2700.000	90.5	66.8	15.0	0.8	0.0
110	2725.000	90.5	66.9	15.0	0.8	0.0
111	2750.000	90.5	68.0	15.0	0.8	0.0
112	2775.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
113	2800.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
114	2825.000	91.5	69.0	15.0	0.8	0.0
115	2850.000	90.5	68.0	15.0	0.8	0.0
116	2875.000	90.6	67.1	15.0	0.8	0.0

## Annexes.

---

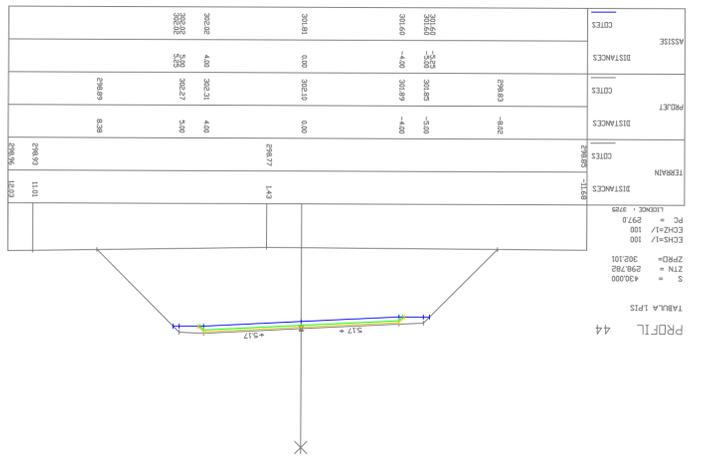
117	2900.000	90.1	67.0	15.0	0.8	0.0
118	2925.000	86.9	68.5	15.0	0.8	0.0
119	2950.000	87.4	68.8	15.0	0.8	0.0
120	2975.000	93.7	70.1	15.0	0.8	0.0
121	3000.000	81.9	61.7	13.3	0.7	0.0
122	3019.273	35.7	26.9	5.8	0.3	0.0
TOTAL		11094	8322	1810	91	0

du PK0+000 au PK0+975

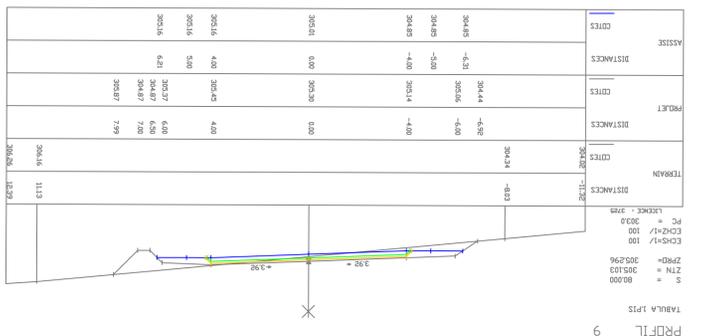
TABULA L'PIS

PK	COTES TERRAIN	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	COTES PROJET	DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES	DEVERS GAUCHE	DEVERS DROIT
0+000	459.14	0.00	0.00	459.14				
0+005	459.14	5.00	5.00	459.14				
0+010	459.14	10.00	10.00	459.14				
0+015	459.14	15.00	15.00	459.14				
0+020	459.14	20.00	20.00	459.14				
0+025	459.14	25.00	25.00	459.14				
0+030	459.14	30.00	30.00	459.14				
0+035	459.14	35.00	35.00	459.14				
0+040	459.14	40.00	40.00	459.14				
0+045	459.14	45.00	45.00	459.14				
0+050	459.14	50.00	50.00	459.14				
0+055	459.14	55.00	55.00	459.14				
0+060	459.14	60.00	60.00	459.14				
0+065	459.14	65.00	65.00	459.14				
0+070	459.14	70.00	70.00	459.14				
0+075	459.14	75.00	75.00	459.14				
0+080	459.14	80.00	80.00	459.14				
0+085	459.14	85.00	85.00	459.14				
0+090	459.14	90.00	90.00	459.14				
0+095	459.14	95.00	95.00	459.14				
0+100	459.14	100.00	100.00	459.14				
0+105	459.14	105.00	105.00	459.14				
0+110	459.14	110.00	110.00	459.14				
0+115	459.14	115.00	115.00	459.14				
0+120	459.14	120.00	120.00	459.14				
0+125	459.14	125.00	125.00	459.14				
0+130	459.14	130.00	130.00	459.14				
0+135	459.14	135.00	135.00	459.14				
0+140	459.14	140.00	140.00	459.14				
0+145	459.14	145.00	145.00	459.14				
0+150	459.14	150.00	150.00	459.14				
0+155	459.14	155.00	155.00	459.14				
0+160	459.14	160.00	160.00	459.14				
0+165	459.14	165.00	165.00	459.14				
0+170	459.14	170.00	170.00	459.14				
0+175	459.14	175.00	175.00	459.14				
0+180	459.14	180.00	180.00	459.14				
0+185	459.14	185.00	185.00	459.14				
0+190	459.14	190.00	190.00	459.14				
0+195	459.14	195.00	195.00	459.14				
0+200	459.14	200.00	200.00	459.14				
0+205	459.14	205.00	205.00	459.14				
0+210	459.14	210.00	210.00	459.14				
0+215	459.14	215.00	215.00	459.14				
0+220	459.14	220.00	220.00	459.14				
0+225	459.14	225.00	225.00	459.14				
0+230	459.14	230.00	230.00	459.14				
0+235	459.14	235.00	235.00	459.14				
0+240	459.14	240.00	240.00	459.14				
0+245	459.14	245.00	245.00	459.14				
0+250	459.14	250.00	250.00	459.14				
0+255	459.14	255.00	255.00	459.14				
0+260	459.14	260.00	260.00	459.14				
0+265	459.14	265.00	265.00	459.14				
0+270	459.14	270.00	270.00	459.14				
0+275	459.14	275.00	275.00	459.14				
0+280	459.14	280.00	280.00	459.14				
0+285	459.14	285.00	285.00	459.14				
0+290	459.14	290.00	290.00	459.14				
0+295	459.14	295.00	295.00	459.14				
0+300	459.14	300.00	300.00	459.14				
0+305	459.14	305.00	305.00	459.14				
0+310	459.14	310.00	310.00	459.14				
0+315	459.14	315.00	315.00	459.14				
0+320	459.14	320.00	320.00	459.14				
0+325	459.14	325.00	325.00	459.14				
0+330	459.14	330.00	330.00	459.14				
0+335	459.14	335.00	335.00	459.14				
0+340	459.14	340.00	340.00	459.14				
0+345	459.14	345.00	345.00	459.14				
0+350	459.14	350.00	350.00	459.14				
0+355	459.14	355.00	355.00	459.14				
0+360	459.14	360.00	360.00	459.14				
0+365	459.14	365.00	365.00	459.14				
0+370	459.14	370.00	370.00	459.14				
0+375	459.14	375.00	375.00	459.14				
0+380	459.14	380.00	380.00	459.14				
0+385	459.14	385.00	385.00	459.14				
0+390	459.14	390.00	390.00	459.14				
0+395	459.14	395.00	395.00	459.14				
0+400	459.14	400.00	400.00	459.14				
0+405	459.14	405.00	405.00	459.14				
0+410	459.14	410.00	410.00	459.14				
0+415	459.14	415.00	415.00	459.14				
0+420	459.14	420.00	420.00	459.14				
0+425	459.14	425.00	425.00	459.14				
0+430	459.14	430.00	430.00	459.14				
0+435	459.14	435.00	435.00	459.14				
0+440	459.14	440.00	440.00	459.14				
0+445	459.14	445.00	445.00	459.14				
0+450	459.14	450.00	450.00	459.14				
0+455	459.14	455.00	455.00	459.14				
0+460	459.14	460.00	460.00	459.14				
0+465	459.14	465.00	465.00	459.14				
0+470	459.14	470.00	470.00	459.14				
0+475	459.14	475.00	475.00	459.14				
0+480	459.14	480.00	480.00	459.14				
0+485	459.14	485.00	485.00	459.14				
0+490	459.14	490.00	490.00	459.14				
0+495	459.14	495.00	495.00	459.14				
0+500	459.14	500.00	500.00	459.14				
0+505	459.14	505.00	505.00	459.14				
0+510	459.14	510.00	510.00	459.14				
0+515	459.14	515.00	515.00	459.14				
0+520	459.14	520.00	520.00	459.14				
0+525	459.14	525.00	525.00	459.14				
0+530	459.14	530.00	530.00	459.14				
0+535	459.14	535.00	535.00	459.14				
0+540	459.14	540.00	540.00	459.14				
0+545	459.14	545.00	545.00	459.14				
0+550	459.14	550.00	550.00	459.14				
0+555	459.14	555.00	555.00	459.14				
0+560	459.14	560.00	560.00	459.14				
0+565	459.14	565.00	565.00	459.14				
0+570	459.14	570.00	570.00	459.14				
0+575	459.14	575.00	575.00	459.14				
0+580	459.14	580.00	580.00	459.14				
0+585	459.14	585.00	585.00	459.14				
0+590	459.14	590.00	590.00	459.14				
0+595	459.14	595.00	595.00	459.14				
0+600	459.14	600.00	600.00	459.14				
0+605	459.14	605.00	605.00	459.14				
0+610	459.14	610.00	610.00	459.14				
0+615	459.14	615.00	615.00	459.14				
0+620	459.14	620.00	620.00	459.14				
0+625	459.14	625.00	625.00	459.14				
0+630	459.14	630.00	630.00	459.14				
0+635	459.14	635.00	635.00	459.14				
0+640	459.14	640.00	640.00	459.14				
0+645	459.14	645.00	645.00	459.14				
0+650	459.14	650.00	650.00	459.14				
0+655	459.14	655.00	655.00	459.14				
0+660	459.14	660.00	660.00	459.14				
0+665	459.14	665.00	665.00	459.14				
0+670	459.14	670.00	670.00	459.14				
0+675	459.14	675.00	675.00	459.14				
0+680	459.14	680.00	680.00	459.14				
0+685	459.14	685.00	685.00	459.14				
0+690	459.14	690.00	690.00	459.14				
0+695	459.14	695.00	695.00	459.14				
0+700	459.14	700.00	700.00	459.14				
0+705	459.14	705.00	705.00	459.14				
0+710	459.14	710.00	710.00	459.14				
0+715	459.14	715.00	715.00	459.14				
0+720	459.14	720.00	720.00	459.14				
0+725	459.14	725.00	725.00	459.14				
0+730	459.14	730.00	730.00	459.14				
0+735	459.14	735.00	735.00	459.14				
0+740	459.14	740.00	740.00	459.14				
0+745	459.14	745.00	745.00	459.14				
0+750	459.14	750.00	750.00	459.14				
0+755	459.14	755.00	755.00	459.14				
0+760	459.14	760.00	760.00	459.14				
0+765	459.14	765.00	765.00	459.14				
0+770	459.14	770.00	770.00	459.14				
0+775	459.14	775.00	775.00	459.14				
0+780	459.14	780.00	780.00	459.14				
0+785	459.14	785.00	785.00	459.14				
0+790	459.14	790.00	790.00	459.14				
0+795	459.14	795.00	7					

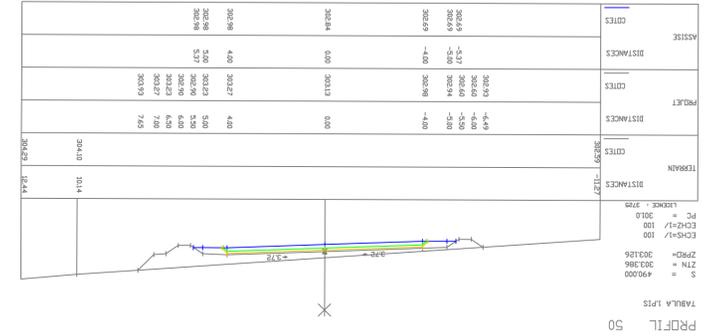
# PROFIL EN TRAVERS COURANT AU NIVEAU DE LA BOUCLE



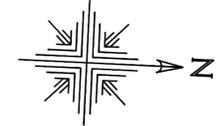
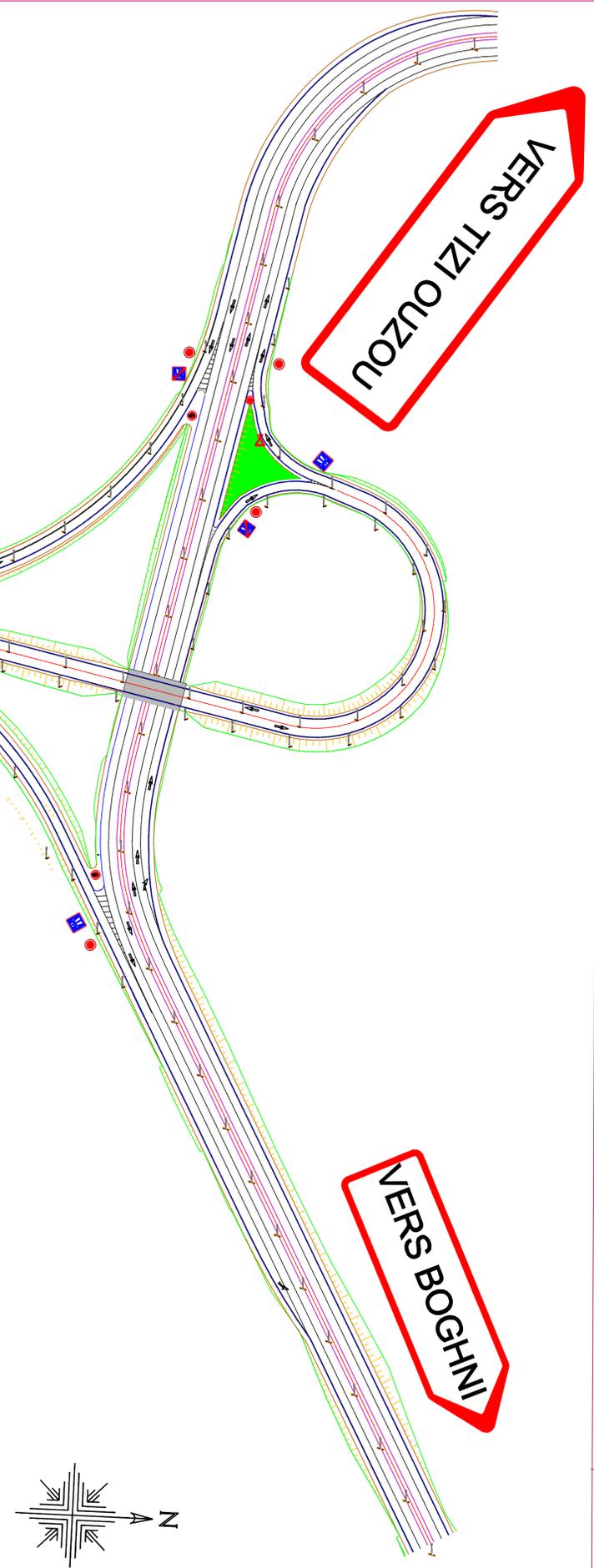
# PROFIL EN TRAVERS COURANT EN REMBLAIS



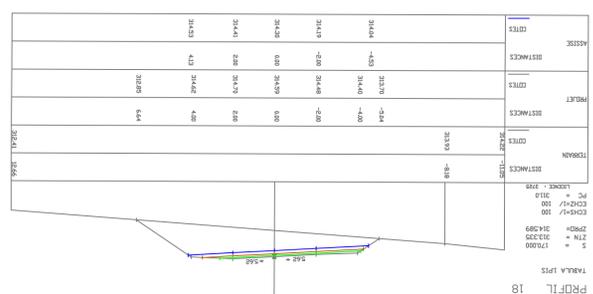
# PROFIL EN TRAVERS COURANT MIXTE



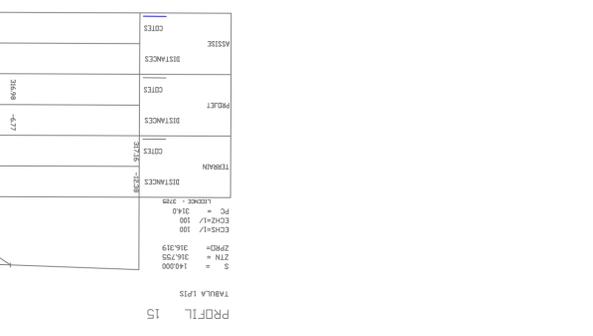
# PROFIL EN TRAVERS COURANT EN DEBLAIS



# PROFIL EN TRAVERS COURANT AU NIVEAU DES BRETÈLLES



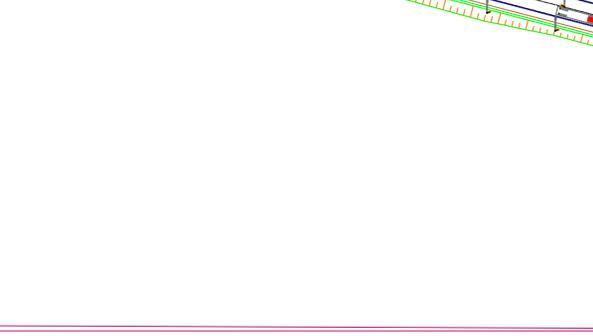
# PROFIL EN TRAVERS COURANT EN REMBLAIS



# PROFIL EN TRAVERS COURANT MIXTE



# PROFIL EN TRAVERS COURANT EN DEBLAIS



VERS BOUIRA

VERS TIZI OUZOU

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
 UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI  
 DE TIZI OUZOU

ETUDE EN AFS, AFD DE LA DEVIATION DE LA VILLE  
 DE DRAA EL MIZAN RELIANT LA RN30 A LA RN25 A VHC AMENAGEMENT  
 D'UN CARREFOUR DEVIANTE (BCHANGOUR) ET DEUX CARREFOURS PLAN

PLAN N°03  
 ELABORE PAR: LAMALI REZKA  
 DIRIGE PAR: MR GABI SMAL  
 BOUGUEROUA AMEL  
 ECHELLE  
 DATE: JUN 2015

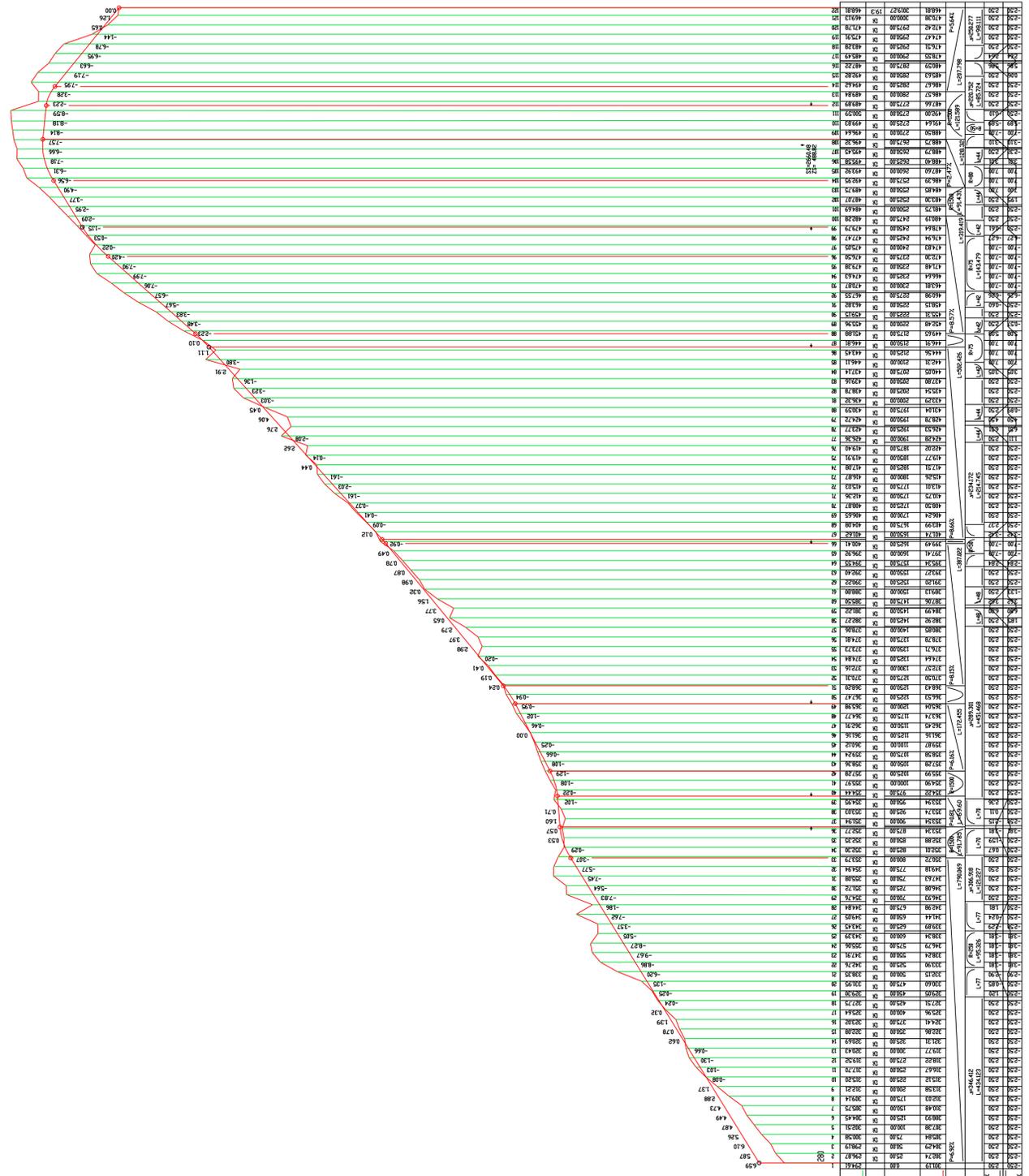
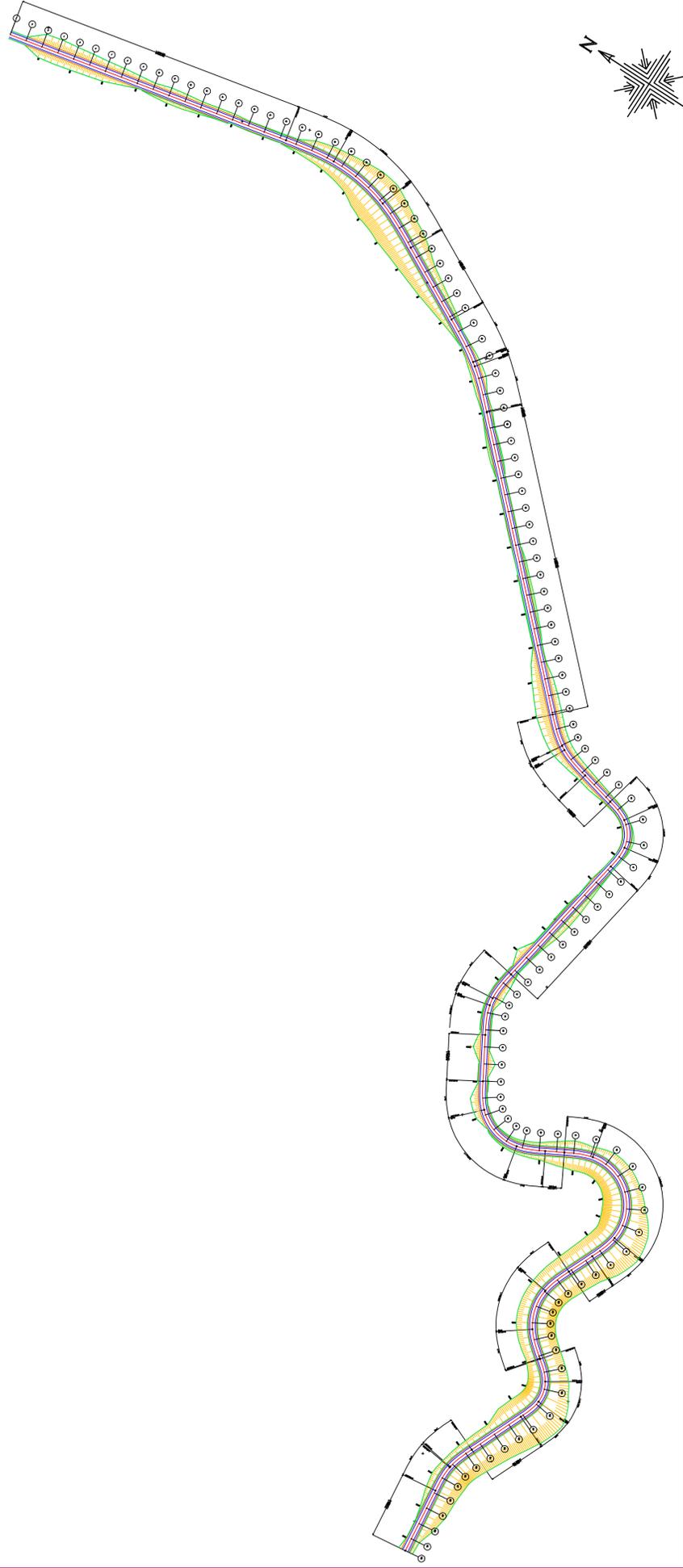


TABLEAU 1 FS

ECHELLE EN 2 V 5000  
 ECHELLE EN 1 V 5000  
 PLAN DE COMPARAISON

PK	COTES TERRAIN	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	COTES PROJET	DECLIVITES PROJET	ALIGNEMENTS ET COURBES	DEVERS GAUCHE	DEVERS DROIT
0+00	100.00	0.00	0.00	100.00				
0+10	100.50	10.00	10.00	100.50				
0+20	101.00	20.00	20.00	101.00				
0+30	101.50	30.00	30.00	101.50				
0+40	102.00	40.00	40.00	102.00				
0+50	102.50	50.00	50.00	102.50				
0+60	103.00	60.00	60.00	103.00				
0+70	103.50	70.00	70.00	103.50				
0+80	104.00	80.00	80.00	104.00				
0+90	104.50	90.00	90.00	104.50				
1+00	105.00	100.00	100.00	105.00				
1+10	105.50	110.00	110.00	105.50				
1+20	106.00	120.00	120.00	106.00				
1+30	106.50	130.00	130.00	106.50				
1+40	107.00	140.00	140.00	107.00				
1+50	107.50	150.00	150.00	107.50				
1+60	108.00	160.00	160.00	108.00				
1+70	108.50	170.00	170.00	108.50				
1+80	109.00	180.00	180.00	109.00				
1+90	109.50	190.00	190.00	109.50				
2+00	110.00	200.00	200.00	110.00				
2+10	110.50	210.00	210.00	110.50				
2+20	111.00	220.00	220.00	111.00				
2+30	111.50	230.00	230.00	111.50				
2+40	112.00	240.00	240.00	112.00				
2+50	112.50	250.00	250.00	112.50				
2+60	113.00	260.00	260.00	113.00				
2+70	113.50	270.00	270.00	113.50				
2+80	114.00	280.00	280.00	114.00				
2+90	114.50	290.00	290.00	114.50				
3+00	115.00	300.00	300.00	115.00				
3+10	115.50	310.00	310.00	115.50				
3+20	116.00	320.00	320.00	116.00				
3+30	116.50	330.00	330.00	116.50				
3+40	117.00	340.00	340.00	117.00				
3+50	117.50	350.00	350.00	117.50				
3+60	118.00	360.00	360.00	118.00				
3+70	118.50	370.00	370.00	118.50				
3+80	119.00	380.00	380.00	119.00				
3+90	119.50	390.00	390.00	119.50				
4+00	120.00	400.00	400.00	120.00				
4+10	120.50	410.00	410.00	120.50				
4+20	121.00	420.00	420.00	121.00				
4+30	121.50	430.00	430.00	121.50				
4+40	122.00	440.00	440.00	122.00				
4+50	122.50	450.00	450.00	122.50				
4+60	123.00	460.00	460.00	123.00				
4+70	123.50	470.00	470.00	123.50				
4+80	124.00	480.00	480.00	124.00				
4+90	124.50	490.00	490.00	124.50				
5+00	125.00	500.00	500.00	125.00				
5+10	125.50	510.00	510.00	125.50				
5+20	126.00	520.00	520.00	126.00				
5+30	126.50	530.00	530.00	126.50				
5+40	127.00	540.00	540.00	127.00				
5+50	127.50	550.00	550.00	127.50				
5+60	128.00	560.00	560.00	128.00				
5+70	128.50	570.00	570.00	128.50				
5+80	129.00	580.00	580.00	129.00				
5+90	129.50	590.00	590.00	129.50				
6+00	130.00	600.00	600.00	130.00				
6+10	130.50	610.00	610.00	130.50				
6+20	131.00	620.00	620.00	131.00				
6+30	131.50	630.00	630.00	131.50				
6+40	132.00	640.00	640.00	132.00				
6+50	132.50	650.00	650.00	132.50				
6+60	133.00	660.00	660.00	133.00				
6+70	133.50	670.00	670.00	133.50				
6+80	134.00	680.00	680.00	134.00				
6+90	134.50	690.00	690.00	134.50				
7+00	135.00	700.00	700.00	135.00				
7+10	135.50	710.00	710.00	135.50				
7+20	136.00	720.00	720.00	136.00				
7+30	136.50	730.00	730.00	136.50				
7+40	137.00	740.00	740.00	137.00				
7+50	137.50	750.00	750.00	137.50				
7+60	138.00	760.00	760.00	138.00				
7+70	138.50	770.00	770.00	138.50				
7+80	139.00	780.00	780.00	139.00				
7+90	139.50	790.00	790.00	139.50				
8+00	140.00	800.00	800.00	140.00				
8+10	140.50	810.00	810.00	140.50				
8+20	141.00	820.00	820.00	141.00				
8+30	141.50	830.00	830.00	141.50				
8+40	142.00	840.00	840.00	142.00				
8+50	142.50	850.00	850.00	142.50				
8+60	143.00	860.00	860.00	143.00				
8+70	143.50	870.00	870.00	143.50				
8+80	144.00	880.00	880.00	144.00				
8+90	144.50	890.00	890.00	144.50				
9+00	145.00	900.00	900.00	145.00				
9+10	145.50	910.00	910.00	145.50				
9+20	146.00	920.00	920.00	146.00				
9+30	146.50	930.00	930.00	146.50				
9+40	147.00	940.00	940.00	147.00				
9+50	147.50	950.00	950.00	147.50				
9+60	148.00	960.00	960.00	148.00				
9+70	148.50	970.00	970.00	148.50				
9+80	149.00	980.00	980.00	149.00				
9+90	149.50	990.00	990.00	149.50				
10+00	150.00	1000.00	1000.00	150.00				

LIGNE : 1/20

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERY  
 DE TIZI OUZOU**

ÉTUDE D'AMÉNAGEMENT DE LA DÉVIATION DE LA VILLE  
 DE DRAA EL MIZAN SUR 3 KM AVEC AMÉNAGEMENT D'UN  
 ÉCHANGEUR ET DEUX CARREFOURS PLAN  
**Tracé combiné du PK0+000 au PK3+019**

PLAN N°01  
**ÉLABORÉ PAR:**  
 LA MALI REZKA  
 BOUGUERROUMA AMEL

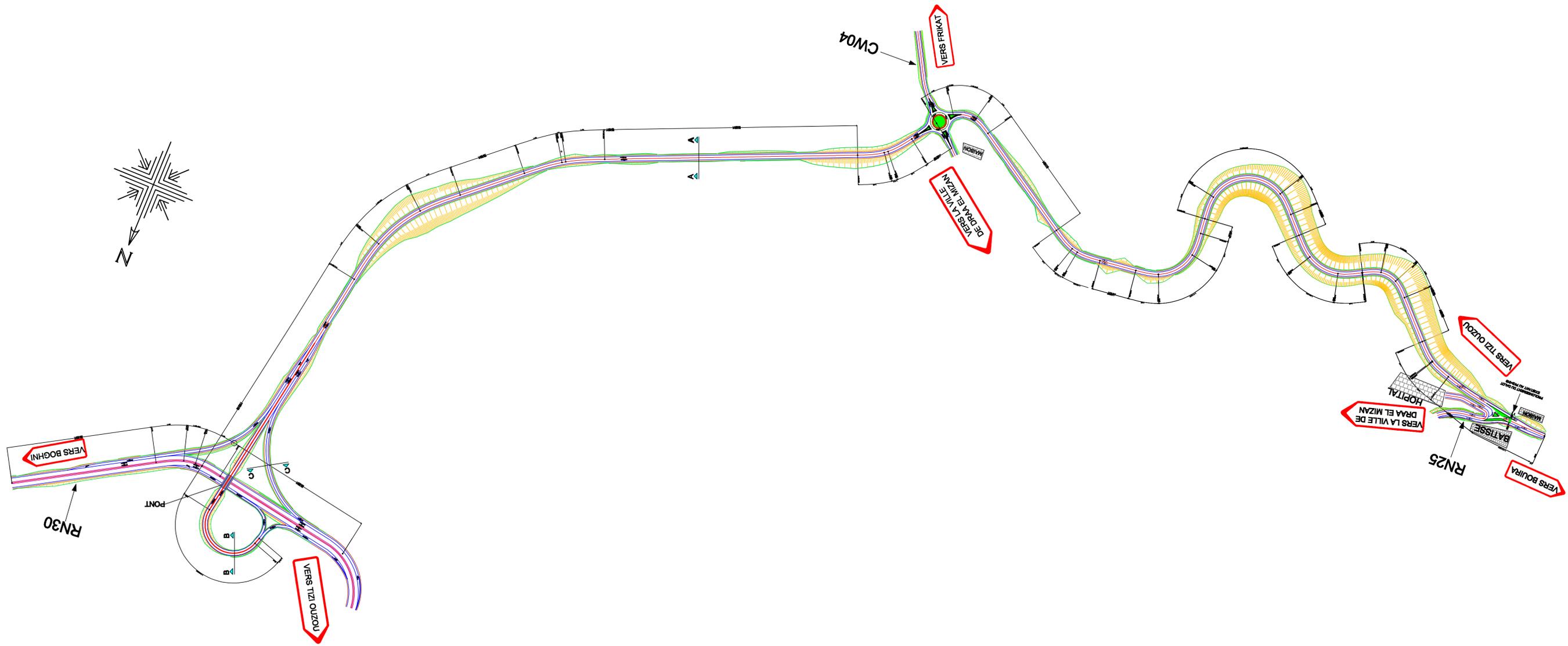
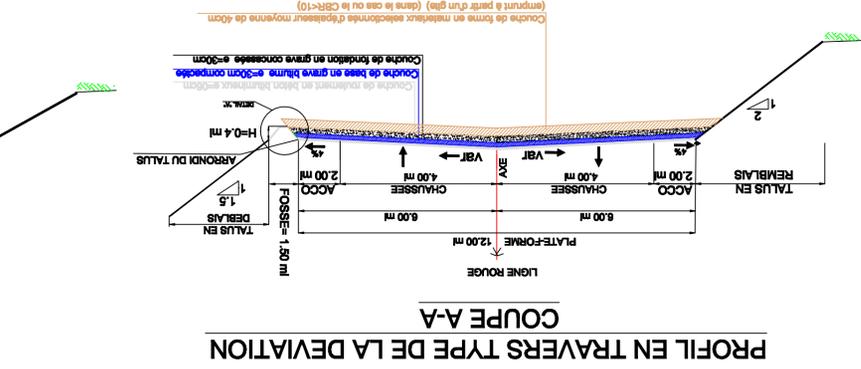
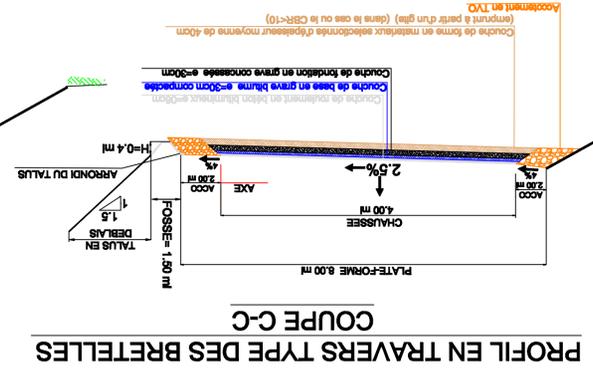
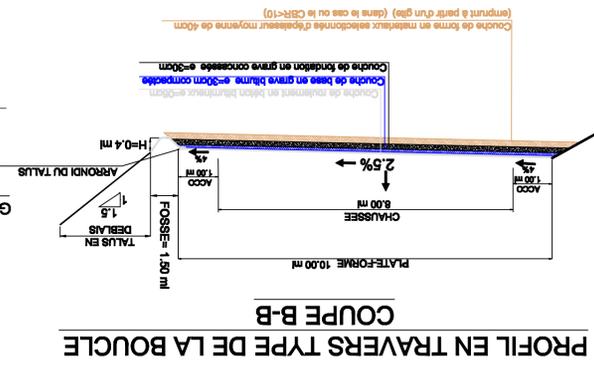
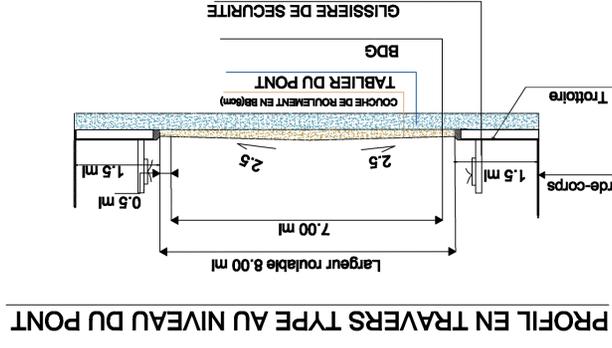
DIRIGÉ PAR:  
 MR GABI SMAL

ECHELLE  
 DATE: JUIN 2015

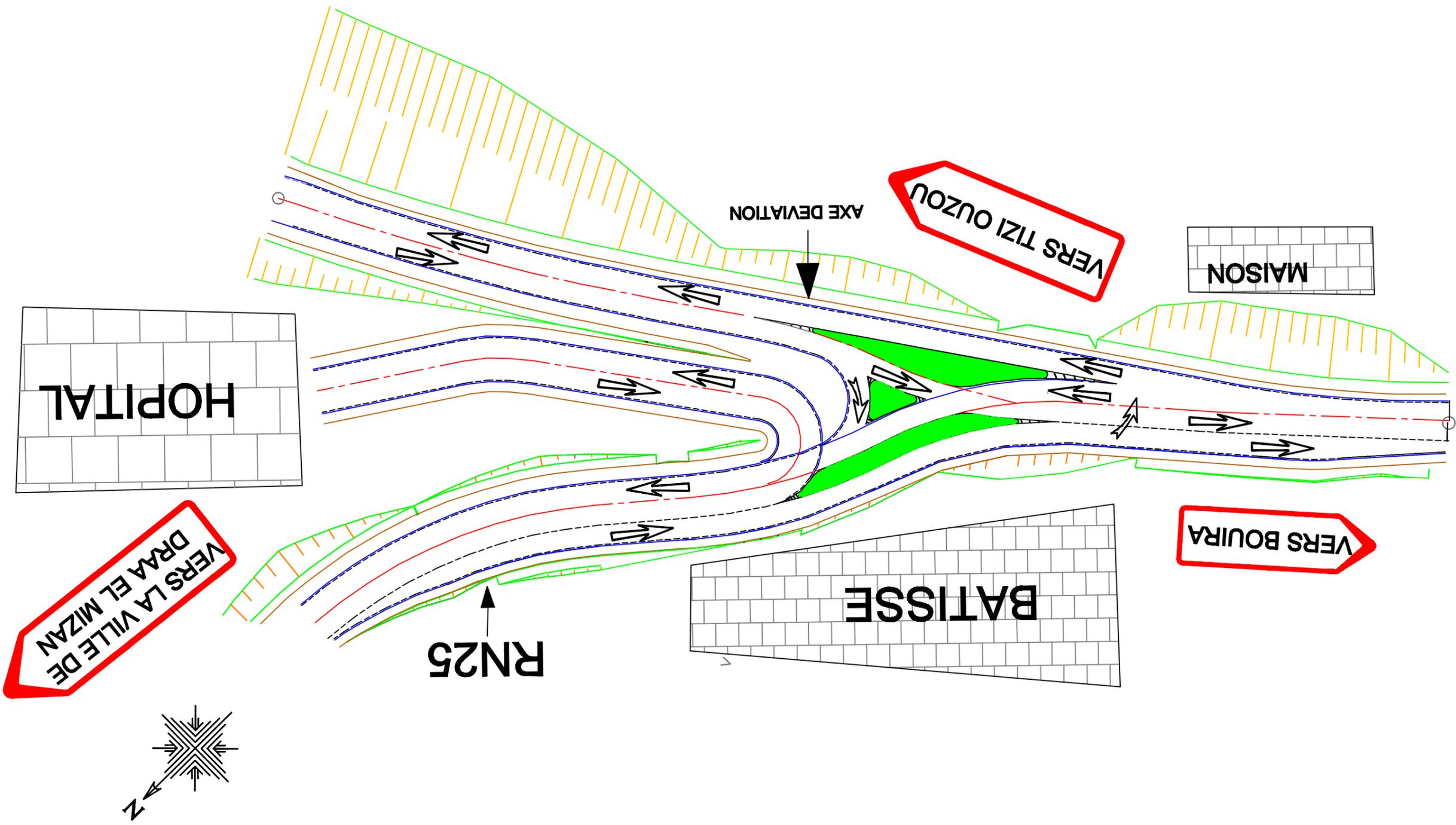
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
 MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI**  
 DE TIZI OUZOU  
 ETUDE EN APS: APD DE LA DEVIATION DE LA VILLE  
 DE DRAA EL MIZAN RELIANT A LA RN25 AVCC AMENAGEMENT  
 D'UN CARREFOUR DENIVELÉ ( BCHAANGEUR ) ET DEUX CARREFOURS

**VUE GLOBALE DU PROJET**

PLAN N°01  
 ELABORÉ PAR: LAMALI REZIKA  
 DIRIGE PAR: MR GABI SMAIL  
 ECHELLE:  
 DATE: JUIN 2015



# CARREFOUR PLAN ORDINAIRE AU PK3+019



# CARREFOUR GIRATOIRE AU PK1+600

