

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou  
Faculté du Génie de la Construction  
Département des Travaux Publics



**Mémoire de fin d'études**  
**En vue d'obtention du Diplôme de Master en Travaux Publics,**  
**Option : Voies et Ouvrages d'Arts**

**Thème : étude de la déviation et de la modernisation du CW128**  
**dans la wilaya de Tizi-Ouzou sur un linéaire de 7.5km**



**Réalisé par :**  
**OUICHER Sofiane**  
**SAIDI Madjid**

**Encadré par :**  
**Mme KHAL Nassima**

**Membres de jury :**  
**Mme HELLAL Ourida**  
**Mme HERMIME Tassadit**

**Promotion 2023**



## Remerciements

*Nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant qui nous a donné la bonne santé, le courage, la volonté et la patience pour mener à bien et accomplir ce modeste travail.*

*Nous remercions nos parents, pour leur amour et soutien moral et matériel durant notre cursus d'étude.*

*Nous profitons à saisir cette occasion et adresser nos remerciements et reconnaissances à Mme KHIAL pour son encadrement de qualité, ses conseils et critiques constructives, ses corrections, ainsi pour le temps qu'elle a consacré pour réussir notre travail. Nous avons eu l'honneur et la chance de bénéficier de ses connaissances et compétences.*

*Nos remerciements vont également à Mr GUELLAL, Mr KOULOGLI et Mr GHARBI, de nous avoir fourni les données nécessaires pour l'élaboration de notre projet ainsi que pour leurs conseils et orientations.*

*Nous tenons aussi à remercier les membres du jury, pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre manuel et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Enfin, sans oublier nos chers frères et sœurs camarades, surtout Rafik et Amirouche, pour leurs aides et motivations, leur patience et soutien pour mener à terme notre travail.*



## Dédicaces

*Je dédie ce travail à Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance dans ma vie, reçois à travers ce mémoire aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privation pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.*

*Je dédie aussi ce modeste travail à mes sœurs Yasmine et Hanane, mes frères Nabil et Juba, et à ma famille en général.*

*Mes amis et amies, tous ceux qui ont relation avec moi de près ou de loin, je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi, des vrais frères sur qui je peux compter.*

*En témoignage de l'amitié qui nous uni et des beaux souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*OUICHER Sofiane*



## Dedicaces

*Je dédie ce travail à Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance dans ma vie, reçois à travers ce mémoire aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privation pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.*

*Je dédie aussi ce modeste travail à mon cher frère Lyes, à ma chère sœur Sonia et à ma famille en général.*

*A mon binôme Sofiane avec qui j'ai partagé ce travail.*

*Mes amis, Rafik, Amirouche, Farid, Moussa, Nassim et tous ceux qui ont relation avec moi du près ou de loin, je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi, des vrais frères, sur qui je peux compter.*

*En témoignage de l'amitié qui nous uni et des beaux souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*SAIDI Madjid*

## **Résumé**

La construction d'une nouvelle infrastructure routière, la réhabilitation, la modernisation, le renforcement, l'élargissement et le dédoublement des routes sont des types de travaux routiers programmés par les services compétents, à savoir le ministère des travaux publics, les directions des travaux publics et les services techniques des communes, afin de permettre le développement des réseaux routiers. Le présent travail, objet de notre mémoire de master, porte sur la déviation et de la modernisation du CW128 dans la wilaya de Tizi-Ouzou sur un linéaire de 7.5 km, car ce dernier, sera touché par le niveau d'eau de la retenue du futur barrage « Souk Th'latha ».

A cet effet, notre projet est basé sur l'ensemble de la conception de cette route, ainsi qu'il met le point sur les problèmes posés par sa déviation. L'essentiel des études menées dans ce mémoire portent sur le calcul du trafic, une partie détaillée de la géométrie routière avec le logiciel « Piste5 », le dimensionnement du corps de chaussée, l'assainissement de la route et l'impact sur l'environnement.

Mots clés : CW128, Géométrie, Dimensionnement, trafic, environnement, Piste5.

## **Abstract**

The construction of new road infrastructure, rehabilitation, modernization, strengthening, widening and duplication of roads are types of road works scheduled by the competent departments, namely the Ministry of Public Works, works directorates public and technical services of municipalities, in order to enable the development of road networks. This work, the subject of our master's thesis, concerns the diversion and modernization of the CW128 in the wilaya of Tizi-Ouzou over a length of 7.5 km, because the latter will be affected by the water level of the reservoir of the future "Souk Th'latha" dam.

To this end, our project deals with the entire design of this route, as well as highlighting the problems posed by its deviation. Most of the studies carried out in this thesis concern the calculation of traffic, a detailed part of the road geometry with the "Piste5" software, the dimensioning of the road body, the sanitation of the road and the impact on the environment.

Keywords: CW128, Geometry, Sizing, traffic, environment, Piste5.

## Table des matières

Remerciement	
Dédicaces	
Résumé	
Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I :Présentation de projet</b> .....	<b>2</b>
I.1 Introduction.....	3
I.2 Situation de la wilaya de Tizi Ouzou .....	3
I.2.1 Relief .....	4
I.2.2 Climat .....	4
I.2.3 Hydrographie .....	4
I.3 Présentation du projet .....	4
I.3.1 Localisation .....	4
I.3.2 Aperçu géographique.....	5
I.4 Objectif du projet .....	5
I.5 Conclusion .....	6
<b>Chapitre II :Etude du trafic</b> .....	<b>7</b>
II.1 Introduction.....	8
II.2 Analyse du trafic .....	8
II.2.1 Comptages .....	8
II.2.2 Enquêtes (la connaissance des flux) .....	9
II.3 Différents types de trafics .....	9
II.3.1 Modèles de présentation du trafic.....	9
II.3.1.1. Prolongation de l'évolution passée .....	10
II.3.1.2. Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques .....	10
II.3.1.4. Modèle des facteurs de croissance .....	10
II.4 Calcul de la capacité .....	11

II.4.1	Définition de la capacité .....	11
II.5	Calcul du trafic effectif .....	11
II.5.1	Environnement de la route.....	12
II.5.2	Débit de pointe horaire normale .....	13
II.5.3	Nombre de voies du profil en travers .....	15
II.6	Application au projet.....	15
II.6.1	Données du projet.....	15
II.6.2	Projection future du projet.....	16
II.6.3	Calcul du trafic effectif.....	16
II.6.4	Débit de pointe horaire normale .....	16
II.6.5	Débit horaire admissible .....	16
II.6.6	Résultats de calcul .....	16
II.7	Conclusion .....	17
<b>Chapitre III</b>	<b>:Aperçu géotechnique.....</b>	<b>18</b>
III.1	Introduction .....	19
III.2	Objectifs de l'étude géotechnique .....	19
III.3	Réglementation Algérienne en géotechnique.....	19
III.4	Moyens de la reconnaissance .....	20
III.5	Différents essais au laboratoire .....	20
III.6	Essais d'identification .....	21
III.6.1	Paramètres d'état.....	21
III.6.2	Analyse granulométrique (normes NF P 94-056).....	22
III.6.3	Limite d'Atterberg (norme NF P 94-051).....	23
III.6.4	Essai au bleu de méthylène VBS : (norme NF P 94-068).....	26
III.6.5	Equivalent de sable ES.....	26
III.6.6	L'analyse chimique sommaire .....	27
III.7	Essais mécaniques .....	27

III.8	Conditions d'utilisation des sols en remblai .....	29
III.9	Application au projet.....	29
III.9.1	Essais in situ.....	29
III.10	Résultats des essais au laboratoire et leurs interprétations.....	34
III.10.1	Essais physiques.....	34
III.10.2	Essais chimiques .....	40
III.10.3	Essais mécaniques.....	41
III.11	Conclusion.....	44
<b>Chapitre IV</b>	<b>:Dimensionnement du corps de chaussée .....</b>	<b>45</b>
IV.1	Introduction .....	46
IV.2	Facteurs considérés dans le dimensionnement.....	46
IV.2.1	Trafic.....	46
IV.2.2	Environnement.....	47
IV.2.3	Sol support .....	47
IV.2.4	Matériaux .....	47
IV.3	Chaussée.....	47
IV.3.1	Définition .....	47
IV.3.2	Différents types de chaussées .....	48
IV.4	Méthodes principales de dimensionnement .....	51
IV.4.1	Méthode L.C.P.C (Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées).....	51
IV.4.2	Méthode de C.B.R (Californian-Bearing-Ratio).....	51
IV.4.3	Méthode des catalogues de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP 53	
IV.5	Application au projet.....	62
IV.5.1	Méthode C.B.R .....	62
IV.5.2	Méthode de catalogue des chaussées neuves (CTTP).....	64
IV.6	Conclusion.....	69

<b>Chapitre V :Caractéristiques géométriques.....</b>	<b>70</b>
V.1 Introduction.....	71
V.2 Présentation brève du logiciel PISTE .....	71
V.3 Tracé en plan.....	71
V.3.1 Introduction .....	71
V.3.2 Règles à respecter dans le tracé en plan .....	71
V.3.3 Eléments du tracé en plan .....	72
V.3.4 Normes pratiques du tracé en plan .....	78
V.3.5 Construction du terrain .....	78
V.4 Profil en en long (PEL).....	83
V.4.1 Introduction .....	83
V.4.2 Coordination du tracé en plan et du profil en long.....	83
V.4.3 Règles à respecter dans le tracé du profil en long .....	83
V.4.4 Eléments de composition du profil en long .....	83
V.4.5 Raccordements du profil en long.....	84
V.4.6 Normes pratiques du profil en long .....	86
V.4.7 Conception longitudinale.....	87
V.5 Profil en travers (PET).....	90
V.5.1 Introduction .....	90
V.5.2 Classification des profils en travers.....	90
V.5.3 Eléments constituant le profil en travers .....	90
V.5.4 Pentes transversales (dévers).....	91
V.5.5 Profil en travers type de notre projet .....	92
V.6 Conclusion .....	92
<b>Chapitre VI :cubature.....</b>	<b>93</b>
VI.1 Introduction .....	94
VI.2 Définition .....	94

VI.3	Méthodes de calculs des cubatures.....	94
VI.3.1	FORMULE DE SARRAUS.....	95
VI.3.2	Méthode linéaire .....	97
VI.3.3	Méthode de GULDEN .....	97
VI.4	Application au projet :.....	97
<b>Chapitre VII : Hydraulique et assainissement .....</b>		<b>98</b>
VII.1	Introduction .....	99
VII.2	Objectifs de l'assainissement .....	99
VII.3	Assainissement de la chaussée .....	99
VII.3.1	Réseaux de collectes longitudinaux .....	100
VII.3.2	Liaisons transversales .....	100
VII.3.3	Les ouvrages de raccordement.....	101
VII.3.4	Ouvrages de contenance et de dépollution.....	101
VII.3.5	Exutoires .....	101
VII.4	Détermination des bassins versants.....	101
VII.5	Dimensionnement des ouvrages d'évacuation .....	102
VII.5.1	Débits d'apports .....	102
VII.5.2	Débit de saturation (Qs).....	105
VII.5.3	Dimensionnement des fossés .....	105
VII.5.4	Dimensionnement des dalots .....	106
VII.5.5	Dimensionnement d'une buse.....	107
VII.6	Application au projet.....	108
VII.6.1	Données pluviométriques.....	108
VII.6.2	Bassins versants et leurs caractéristiques.....	108
VII.6.3	Exemple de calcul de débit d'apport du bassin versant N°3 avec une période de retour de 10 ans .....	110
VII.6.4	Exemple de calcul de débit d'apport du bassin versant N°21 avec une période de retour de 50 ans .....	115

VII.6.5	Calcul des Dimensions des ouvrages hydrauliques .....	116
VII.7	Conclusion.....	119
<b>Chapitre VIII</b>	<b>:Equipements de la route .....</b>	<b>121</b>
VIII.1	Introduction .....	122
VIII.2	Equipements de la route .....	122
VIII.2.1	Sécurité .....	122
VIII.3	Signalisation routière.....	125
VIII.3.1	Définition de la signalisation routière.....	125
VIII.3.2	Types de signalisation.....	125
VIII.3.3	Application au projet.....	129
VIII.4	Eclairage .....	130
VIII.4.1	Définition .....	130
VIII.4.2	Catégories d'éclairages .....	130
VIII.4.3	Paramètres d'implantations des luminaires .....	131
VIII.4.4	Application au projet.....	131
<b>Chapitre IX</b>	<b>:Impact sur l'environnement .....</b>	<b>132</b>
IX.1	Introduction .....	133
IX.2	Cadre juridique.....	133
IX.3	Définitions .....	133
IX.4	Etude d'impact sur l'environnement .....	134
IX.4.1	Impacts négatifs .....	134
IX.4.2	Impacts positifs .....	136
IX.5	Méthodologie du choix de l'implantation du type de plantes .....	137
IX.6	Intérêt de la végétation .....	137
IX.7	Conclusion.....	138
<b>Conclusion générale</b>	.....	<b>141</b>
Références bibliographiques		
Annexes		

# Liste des figures

Figure I-1: Carte vierge de la wilaya de Tizi-Ouzou représentant sa situation.....	3
Figure I-2: Situation de la zone du présent projet.....	5
Figure I-3: Localisation de notre projet (nouveau CW128) .....	5
Figure I-4: Plan d'eau du barrage de Souk-T'latha. ....	6
Figure III-1:Appareil de CASAGRANDE. ....	24
Figure III-2: expression des résultats des limites d'Atterberg et les seuils pris par GTR. ....	25
Figure III-3 : différents états de consistance.....	25
Figure III-4 : l'essai d'équivalent de sable. ....	27
Figure III-5 : Les échantillons pris au SC02/PK01+520. ....	32
Figure III-6:Les échantillons pris au SC04/PK02+890. ....	32
Figure III-7 : Les échantillons pris au SC07/PK06+530. ....	33
Figure IV-1 : Coupe transversale démontrant les différentes couches d'une chaussée souple.....	47
Figure IV-2: Structure type d'une chaussée souple.....	48
Figure IV-3: Structure type d'une chaussée semi-rigide. ....	50
Figure IV-4: Structure type d'une chaussée rigide. ....	50
Figure IV-5: Démarche du catalogue CTTP.....	54
Figure IV-6: Structure de notre chaussée d'après méthode CBR.....	64
Figure IV-7: Structure de chaussée de notre projet d'après le CTTP-fascicule3.....	66
Figure IV-8: Structure de notre chaussée d'après CTTP.....	67
Figure IV-9: Résultats de calcul des déformations avec ALIZE.....	68
Figure V-1: Eléments du tracé en plan.....	72
Figure V-2: Schématisation de la force centrifuge. ....	74
Figure V-3: Les éléments de la clothoïde.....	76
Figure V-4: Levé topographique de notre projet. ....	79
Figure V-5: Triangulation du levé topographique. ....	79
Figure V-6: Tracé en plan de présent projet.....	81
Figure V-7 : Axe en plan de notre tracé. ....	82
Figure V-8: Interpolation de l'axe en plan. ....	82
Figure V-9: Schématisation de raccordement concave et convexe.....	85
Figure V-10: Profil en long. ....	88

<b>Figure V-11: paraboles du profil en long.</b> .....	89
<b>Figure V-12: Axe du profil en long.</b> .....	89
<b>Figure V-13: Les éléments de profil en travers.</b> .....	90
<b>Figure V-14: Profil en travers type du présent projet.</b> .....	92
<b>Figure VI-1:surfaces de déblai et de remblai.</b> .....	95
<b>Figure VI-2 : Représentation de distance d'application.</b> .....	95
<b>Figure VI-3 : Profil en long d'un tracé donné.</b> .....	96
<b>Figure VII-1: Principaux types d'ouvrages d'assainissements.</b> .....	101
<b>Figure VII-2 : profil en travers d'un fossé</b> .....	106
<b>Figure VII-3 : représentation d'une buse</b> .....	107
<b>Figure VII-4 : Délimitations des bassins versants de notre projet.</b> .....	108
<b>Figure VII-5 : représentation d'un dalot.</b> .....	118
<b>Figure VIII-1 : Exemple de séparateur en béton GBA et DBA.</b> .....	123
<b>Figure VIII-2: Exemple de murette en béton de plus de 2m.</b> .....	124
<b>Figure VIII-3 : Glissières métalliques au TPC, et sur accotement.</b> .....	124
<b>Figure VIII-4: Plaque de signalisation de danger.</b> .....	126
<b>Figure VIII-5: Modèle de plaque de signalisation d'interdiction.</b> .....	126
<b>Figure VIII-6: Modèle de plaque de direction.</b> .....	126
<b>Figure VIII-7: Lignes longitudinales comportant différents type de modulation.</b> ....	128
<b>Figure VIII-8: Exemple de signalisation horizontale.</b> .....	128
<b>Figure VIII-9 : Signaux d'avertissement de danger.</b> .....	129
<b>Figure VIII-10: Signaux d'interdiction.</b> .....	129
<b>Figure VIII-11: Signaux d'identification des routes.</b> .....	129
<b>Figure VIII-12: Flèches de sélection.</b> .....	130
<b>Figure VIII-13: Paramètre d'implantation des luminaires.</b> .....	131

# Liste des tableaux

Tableau II-1: Valeurs des coefficients d'équivalence P.....	12
Tableau II-2 : Type d'environnements .....	13
Tableau II-3 : coefficient K1 lié à l'environnement.....	14
Tableau II-4 : Coefficient de réduction de capacité K2. ....	14
Tableau II-5 : Valeurs de la capacité théorique Cth.....	14
Tableau II-6: Résultats de calcul.....	16
Tableau III-1: Valeurs usuelles des teneurs en eau. ....	21
Tableau III-2: Qualificatif du sol en fonction de sa masse volumique sèche (densité sèche). ....	22
Tableau III-3 : Classification des sols selon le diamètre des grains.....	23
Tableau III-4: Qualificatif des solutions en fonction de leurs concentrations en agents agressifs (P 18-011).....	27
Tableau III-5: Classe de portance des sols par ordre croissant.....	28
Tableau III-6: résultats des puits de reconnaissances géotechnique. ....	29
Tableau III-7: Résultats des sondages carottés.....	30
Tableau III-8: Résultats des sondages pénétrométriques.....	33
Tableau III-9 : résultats des essais physico-chimiques sur échantillons prélevés des sondages carottés au PK 00+00 et leurs interprétations.....	35
Tableau III-10 : résultats des essais physico-chimiques sur échantillons prélevés des sondages carottés au PK 01+520 et leurs interprétations.....	36
Tableau III-11 : résultats des essais physico-chimiques sur échantillons prélevés des sondages carottés au PK 02+890 et leurs interprétations.....	37
Tableau III-12 : résultats des essais physico-chimiques sur échantillons prélevés des sondages carottés au PK 06+530 et leurs interprétations.....	38
Tableau III-13 : résultats des essais physico-chimiques sur échantillons prélevés des sondages carottés au PK 07+350 et leurs interprétations.....	39
Tableau III-14 : Résultats des analyses chimiques.....	40
Tableau III-15 : Résultats des essais PROCTOR modifié et CBR .....	41
Tableau III-16 : Résultats des essais de compressibilité à l'œdomètre.....	43
Tableau III-17 : Résultats des essais de cisaillement rectiligne.....	43
Tableau IV-1 : Coefficients d'équivalence des différents matériaux.....	52

<b>Tableau IV-2: Classification des réseaux principaux.....</b>	<b>54</b>
<b>Tableau IV-3: Risques adoptés pour le réseau RP1 selon CTTP f2*.....</b>	<b>55</b>
<b>Tableau IV-4: Risques adoptés pour le réseau RP2 selon CTTP f2.....</b>	<b>55</b>
<b>Tableau IV-5: Durée de vie des différents matériaux selon CTTP f2.....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau IV-6: Zone climatique de pluviométrie selon CTTP f2.....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau IV-7: Choix des températures équivalentes selon CTTP f2.....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau IV-8: Classes de trafic TPLi adoptées selon CTTP f2.....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau IV-9: Valeurs du facteur de cumul C selon CTTP f2.....</b>	<b>58</b>
<b>Tableau IV-10: Valeurs du coefficient d'agressivité A selon CTTP f2.....</b>	<b>59</b>
<b>Tableau IV-11: Classes de portance de sols Si selon CTTP f1.....</b>	<b>59</b>
<b>Tableau IV-12: performances mécaniques des matériaux traités au bitume selon CTTP f2.....</b>	<b>60</b>
<b>Tableau IV-13: Performances mécaniques des matériaux non traités selon CTTP f2.....</b>	<b>60</b>
<b>Tableau IV-14: Valeurs de t en fonction de r% selon CTTP f2.....</b>	<b>61</b>
<b>Tableau IV-15: Tableau représente la couche d'assise avec épaisseur réelle et équivalente.....</b>	<b>63</b>
<b>Tableau IV-16: Classes de trafics TPLi selon CTTP f2.....</b>	<b>65</b>
<b>Tableau IV-17: Classes de portance du sol en fonction de Module de Young.....</b>	<b>66</b>
<b>Tableau IV-18: Résultats de calcul des déformations.....</b>	<b>69</b>
<b>Tableau V-1: Paramètres fondamentaux.....</b>	<b>73</b>
<b>Tableau V-2: Valeurs du coefficient de frottement transversal.....</b>	<b>74</b>
<b>Tableau V-3: Valeurs et symboles des paramètres de calcul de stabilité des véhicules en courbe.....</b>	<b>78</b>
<b>Tableau V-4: Valeurs de déclivité maximale selon B-40.....</b>	<b>84</b>
<b>Tableau V-5: Valeurs de limite d'accélération verticale et rayon de raccordement par catégorie.....</b>	<b>85</b>
<b>Tableau V-6: Paramètres fondamentaux du profil en long.....</b>	<b>87</b>
<b>Tableau V-7: Valeurs de dévers minimal et maximale propre de notre projet selon la B-40.....</b>	<b>91</b>
<b>Tableau V-8: Valeurs appliquées à notre projet.....</b>	<b>92</b>
<b>Tableau VII-1: Variable de GAUSS en fonction de la période de retour.....</b>	<b>103</b>
<b>Tableau VII-2 : Valeurs des coefficients de ruissellement C.....</b>	<b>104</b>
<b>Tableau VII-3 : caractéristiques des bassins versants.....</b>	<b>109</b>

<b>Tableau VII-4 : caractéristiques et débit d'apport du BV N°3 pour une période de retour de 10 ans. ....</b>	<b>111</b>
<b>Tableau VII-5 : Les caractéristiques et les débits d'apports des bassins versants....</b>	<b>112</b>
<b>Tableau VII-6 : caractéristiques et débit d'apport du BV N°21 pour une période de retour de 50 ans. ....</b>	<b>116</b>
<b>Tableau VII-7 : Ouvrages hydrauliques utilisés dans notre projet. ....</b>	<b>119</b>
<b>Tableau VIII-1: Caractérisation des lignes discontinues.....</b>	<b>127</b>

## Liste des abréviations

- **ONM** : Office National de la Météorologie.
- **RN** : Route Nationale.
- **CW** : Chemin de Wilaya.
- **BB** : Béton Bitumineux.
- **GB** : Grave Bitume.
- **GC** : Grave Concassée.
- **MNT** : Matériaux Non Traiter.
- **MTB** : Matériaux Traités au Bitume.
- **MTLH** : Matériaux Traités au Liants Hydrauliques.
- **TJMA** : Trafic Journalier Moyen Annuel.
- **T<sub>eq</sub>** : Trafic équivalent.
- **ICBR** : Indice californian bearing ration
- **LCPC** : Laboratoire Centrale des ponts et Chaussées.
- **CTTP** : Contrôle Technique des Travaux Publics.
- **AASHO** : American Association of State Highway Officials. (Association Américaine des responsable des Routes d'Etat.)
- **E2** : Environnement 2.
- **e<sub>eq</sub>** : Epaisseur équivalente.
- **TVO** : Tous Venants d'Oued.
- **RP** : Réseau Principale.
- **PL** : Poids Lourds.
- **TPL** : Trafic du Poids Lourds.
- **V<sub>b</sub>** : Vitesse de Base.
- **PK** : point kilométrique.
- **PTAC** : Poids Total Autorisé en Charge.
- **TCEi** : Trafic Cumulé Equivalent.
- **TN** : Terrain Naturel.
- **ANBT** : Agence Nationale des Barrages et Transfert.
- **B-40** : Normes Algériennes routières.
- **DTP** : Direction des Travaux Publics.
- **R<sub>Hm</sub>** : Rayon minimum absolu.
- **R<sub>HN</sub>** : Rayon minimal normal.
- **R<sub>Hd</sub>** : Rayon au dévers minimum.
- **R<sub>Hnd</sub>** : Rayon non déversé.
- **PNB** : Produit National Brut.
- **UVP** : Unités des Véhicules Particuliers.
- **T<sub>eff</sub>** : Trafic Effectif.
- **Q** : Débit à l'année d'horizon.
- **Q<sub>adm</sub>** : Débit admissible.
- **K1, K2** : Coefficients correcteurs.
- **C<sub>th</sub>** : Capacité théorique.
- **BET** : Bureau d'étude.
- **ISO** : Normes internationales.
- **CEI** : Comité Electrotechnique International.
- **GTR** : Guide des Terrassements Routiers.

- **SETRA** : Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes.
- $\gamma_h$  : Densité humide.
- $\gamma_d$  : Densité sèche.
- **Sr** : Degré de saturation.
- **Es** : Equivalent de sable.
- **VBS** : Essai au bleu de méthylène.
- **C<sub>U</sub>** : Coefficient d'uniformité.
- **Cc** : Coefficient de courbure.
- **D<sub>max</sub>** : Dimension maximale des plus gros éléments contenus dans le sol.
- **WL** : Limite de liquidité.
- **WP** : Limite de plasticité.
- **IP** : l'Indice de Plasticité.
- **IC** : l'Indice de Consistance.
- **Qa** : Débit d'apport.
- **Qs** : Débit de saturation.
- **Pj** : La précipitation.
- **It** : Intensité de l'averse.
- **Pt** : Fréquence de l'averse.
- **Tc** : Temps de concentration.
- **GBA** : Glissière en Béton Adhérent.
- **DBA** : Double en Béton Adhérent.

# Introduction générale

En Algérie, l'importance des échanges de personnes et de marchandises confère au secteur du transport un rôle déterminant dans le développement socio-économique. Le réseau routier, assure, à lui seul près de 90% du volume de ces échanges, dont le plus important est enregistré sur le réseau économique de base (autoroutes, routes nationales et chemins de wilaya). Le réseau routier national comptait en 2016, un linéaire de 112 696 Km de routes.

Afin de faire face à la crise d'eau provoquée par la faible pluviométrie, que vit notre cher pays ces dernières années, un projet de barrage « Souk Th'latha » est en cours de construction à la wilaya de Tizi-Ouzou. Vu l'emplacement géographique de ce projet, la route nationale n°25 ainsi que le chemin de wilaya n°128, seront touchés par le niveau d'eau de la retenue du futur barrage.

De ce fait, de nouveaux tracés de dédoublement sont élaborés, suite à la décision émanant des services compétents, à savoir l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT) ainsi que la Direction des Travaux Publics (DTP) de la Wilaya de Tizi-Ouzou, et ce, afin de procéder à la déviation du chemin de wilaya n° 128 (CW n°128) menant de Boghni vers Tizi-Ouzou, et la route nationale n°25 menant de Draa El Mizan vers Tizi-Ouzou, afin de détourner la circulation de ces deux derniers du barrage.

Notre projet de fin d'études porte sur l'étude le dédoublement du CW128, sur un linéaire de 7.5 km. Afin de mener à bien notre travail, qui comprend les parties suivantes :

- Une introduction générale.
- Présentation du projet.
- Etude de trafic.
- Aperçu géotechnique.
- Dimensionnement du corps de chaussée.
- Caractéristiques géométriques.
- Cubatures.
- Hydraulique et assainissement.
- Equipements de la route.
- Impact sur l'environnement.
- Et enfin, une conclusion.

# **Chapitre I : Présentation du projet**

## I.1 Introduction

La wilaya de Tizi-Ouzou, où se situe le projet de dédoublement du chemin de wilaya n° 128 (CW128), suite à l'implantation du barrage « Souk Th'latha », est située sur le littoral dans la partie centre du Nord de l'Algérie. Elle dispose d'une façade maritime de 85 km qui s'étend de la commune d'Ait-Chafai à la commune de Tizirt. Le chef lieu est situé à 101 km de l'est du centre de la capitale, Alger. La superficie de la wilaya de Tizi-Ouzou est de 3 568 km<sup>2</sup>, et de 122.4 km<sup>2</sup> du chef lieu.

La zone du projet, est située à environ 8 km du Sud-Ouest de la daïra de Draa-Ben-Khedda, à l'aval de la digue du futur barrage de Souk-Tlatha. Cette zone ou les chainons montagneux de plus de 200 m d'altitude se succèdent, est cernée en majeure partie par les vallées d'Assif-Tlatha, Assif-Thala-Imadrene, et Assif-Guifrane ; affluents de l'Oued Boughdoura.

## I.2 Situation de la wilaya de Tizi-Ouzou

La wilaya de Tizi-Ouzou est limitée par :

- Au Nord : la Mer Méditerranée.
- Au Sud : la wilaya de Bouira.
- A l'Est : la wilaya de Bejaïa.
- A l'Ouest : la wilaya de Boumerdes



Figure I-1: Carte vierge de la wilaya de Tizi-Ouzou représentant sa situation. [1]

### **I.2.1 Relief**

La chaîne côtière comprend approximativement le territoire situé de la rive droite du Sebaou jusqu'à la mer, dont elle touche les communes de : Tizirt, Makouda, Ouaguenoun, Azazga et Azeffoun.

Le massif central comprend les chainons montagneux de plus de 200 m de hauteur, qui s'étendent de la daïra de Boghni, jusqu'à Draa-Ben-Khedda, il est vraiment net de voir de cette région la montagne de Djurdjura qui représente un lieu touristique dans la wilaya, son altitude est de 2308 m.

### **I.2.2 Climat**

La région de Tizi-Ouzou, possède un climat méditerranéen ou le mois d'Août étant le mois le plus chaud, avec une température moyenne de 28°C, par contre le mois de Janvier est très froid, avec une température moyenne de 10°C.

La période pluvieuse s'étend du mois de Novembre au mois d'Avril, le mois de Décembre étant le plus pluvieux, avec une quantité moyenne de 128.57 mm, et le mois de juillet est le plus sec avec une valeur moyenne de 3.62 mm (source : ONM de Tizi-Ouzou 2013). [2]

### **I.2.3 Hydrographie**

Lors de la dernière décennie, la pluviométrie annuelle moyenne de la wilaya de Tizi-Ouzou a varié entre 500 et 800 mm. Le réseau hydrographique renferme deux grands bassins versants à savoir le bassin de Sebaou et le bassin côtier. [3]

## **I.3 Présentation du projet**

### **I.3.1 Localisation**

Notre projet porte sur l'étude du dédoublement du CW128, son linéaire est de 7.58 km, d'orientation Nord-Sud. Il démarre à partir de sa jonction avec le tracé du dédoublement de la route nationale n°25 (RN25) du PK03+180, au lieu-dit Agouni-Thala-Imadrene, puis se faufile à travers des massifs forestiers très boisés de plus de 200 m d'altitude ; en longeant le CW128 existant à Assif-Guifrane, et Assif-Thala-Imadrene. Vers la fin du projet, le tracé se raccorde à l'ancien CW128, du côté Nord-Est de la localité de Kantidja.

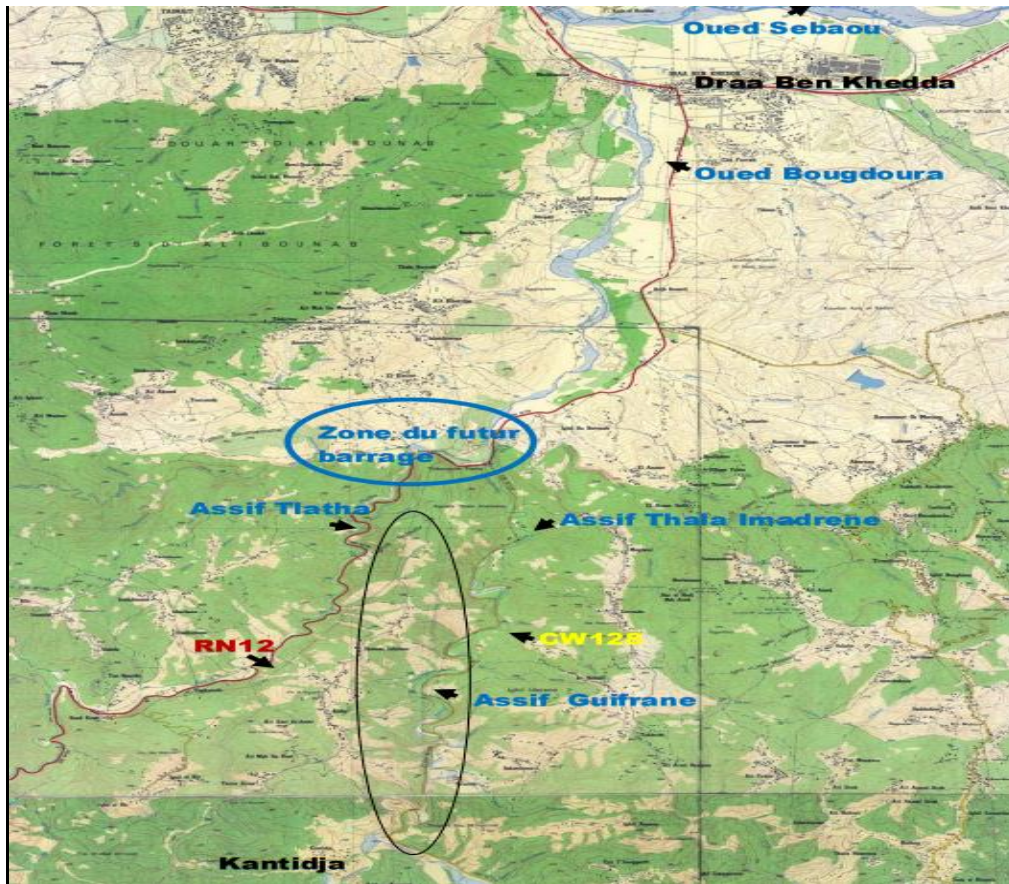


Figure I-2: Situation de la zone du présent projet. [4]

### I.3.2 Aperçu géographique

La figure ci-dessous, illustre la localisation de notre projet.



Figure I-3: Localisation de notre projet (nouveau CW128). [5]

### I.4 Objectif du projet

La route nationale n°25 ainsi que le chemin de wilaya n°128, sont des axes de circulation importants pour le trafic routier des deux régions, soit de Boghni ou de Draa-El-Mizan. Ces axes seront touchés par le niveau d'eau de la retenue du futur barrage de Souk Tlatha. De ce

fait, ces routes seront déviées avec réalisation de nouveaux tracés comportant un viaduc qui enjambera sur 300 m de longueur.

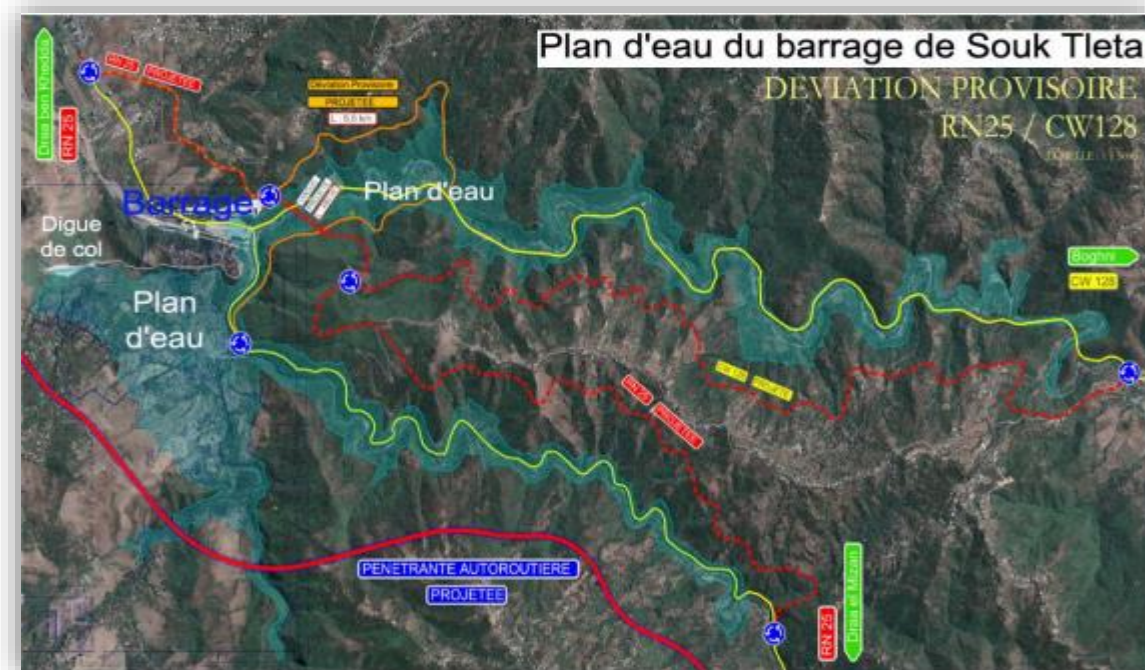


Figure I-4: Plan d'eau du barrage de Souk-T'latha. [6]

Tous les espaces qui seront immergés dans l'eau du barrage après remplissage, sont montrés dans la figure I-4, avec la couleur en surface verte, de ce fait on distingue que :

- Les deux routes existantes, à savoir la RN25 menant vers Draa-El-Mizan, et le CW128 menant vers Boghni, sont montrés en jaune, ce sont les deux axes principaux de la région qui seront immergés dans l'eau après le remplissage du barrage.
- Les deux nouveaux tracés des tronçons de 6.4km de la RN25, et de 7.58 km du CW128 (objet de notre étude) sont définis en rouge d'une ligne discontinue faible.

Il est donc nécessaire, de réaliser de nouveaux tracés de dédoublement pour les deux routes, afin de détourner la circulation de ces deux derniers du barrage.

## I.5 Conclusion

Après avoir cité les caractéristiques de la wilaya de Tizi-Ouzou en général, et présenté le site du projet, il faut concevoir le tronçon de dédoublement, à savoir le CW128 (objet de notre étude), en tenant en compte les données géotechniques, hydrologiques, hydrauliques ainsi que le levé topographique, afin éviter les contraintes techniques et économiques, qui pourront empêcher la réalisation du projet, cette conception fera l'objet des chapitres suivants.

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

## II.1 Introduction

Une étude du trafic est une phase fondamentale qui doit intervenir à l'amont de toute réflexion relative à un projet routier. Elle permet de déterminer l'intensité du trafic et son agressivité (poids lourds).

L'étude du trafic constitue un élément essentiel et de base dans la planification et la justification économique des projets, elle permet également de :

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

## II.2 Analyse du trafic

L'analyse du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier, elle consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêts variables en ce qui concerne les trafics. On veille cependant à adapter le niveau de connaissance aux besoins. Le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire, mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause. Enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude du trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

- Celles qui permettent de quantifier le trafic : les comptages.
- Celles qui en outre, permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs : les enquêtes.

### II.2.1 Comptages

Il correspond à la mesure du nombre de véhicules et la composition du trafic routier, c'est un élément de base de l'étude du trafic, on distingue essentiellement deux types de comptages:

- **Comptages automatiques** : ils peuvent être permanents ou temporaires.

- **Comptages permanents** : Des comptages permanents sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et routes départementales les plus circulées.
- **Comptages temporaires** : s'effectuent une fois par an durant un mois, pendant la période où le trafic est intense sur le reste des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournants.
- **Comptages manuels** : Ils sont réalisés par des enquêteurs qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indications fournies par les comptages automatiques (parts relatives du trafic lourd, données souvent indispensables, du transport en commun, des deux roues ...)

### II.2.2 Enquêtes (la connaissance des flux)

Il est plus souvent avantageux de compléter les informations recueillies à travers des comptages, par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux. Cette méthode permet en particulier, de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leurs origines et destinations.

## II.3 Différents types de trafics

On distingue quatre types de trafics :

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

### II.3.1 Modèles de présentation du trafic

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

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

- Prolongation de l'évolution passée.
- Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques.
- Modèle gravitaire.
- Modèle des facteurs de croissance.

#### II.3.1.1. 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:

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

Où :

$T_0$ : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

$\tau$ : est le taux de croissance annuel.

#### II.3.1.2. Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques

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

- Produit national brut (PNB).

#### II.3.1.3. 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.3.1.4. Modèle des facteurs de 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.
- Le nombre d'emploi.
- La population de la zone.

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

## II.4 Calcul de la capacité

### II.4.1 Définition de la capacité

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point, ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions), avec les caractéristiques géométriques et la circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée.

La capacité dépend :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Du type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à une autre).
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

#### II.4.1.1 Projection future du trafic

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

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

Avec :

**TJMA<sub>h</sub>** : trafic à l'année horizon.

**TJMA<sub>0</sub>** : trafic à l'année de référence.

**n** : nombre d'années.

**τ** : taux d'accroissement annuel du trafic (%).

## II.5 Calcul du trafic effectif

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction des classes de routes et de l'environnement.

Pour cela, on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL (poids lourds) en (U.V.P). Le trafic effectif est donné par la relation :

$$T_{eff} = [(1 - z) + p \cdot z] TJMA_h$$

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 les poids lourds, il dépend de la nature de la route.

**TJMA<sub>h</sub>** : le trafic à l'année horizon.

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

**Tableau II-1: Valeurs des coefficients d'équivalence (B40).**

Environnement	E1	E2	E3
Routes à bonne caractéristiques	2-3	4-6	8-12
Route étroite	3-6	8-12	16-24

### II.5.1 Environnement de la route

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

- La dénivelée cumulée moyenne au kilomètre :  $\frac{h}{L}$
- La sinuosité.

#### ➤ La dénivelée cumulée moyenne au kilomètre

C'est la somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportée à la longueur de cet itinéraire. Elle permet de mesurer la variation longitudinale du relief. Elle est donnée par la formule ci-dessous :

$$\frac{h}{L} : \frac{\text{dénivelée cumulée totale}}{\text{longueur de l'itinéraire}}$$

Avec :

$$\begin{aligned} \frac{h}{L} < 1.5\% & : \text{ Terrain plat} \\ 1.5 < \frac{h}{L} < 4\% & : \text{ Terrain vallonné} \\ \frac{h}{L} > 4 & : \text{ Terrain montagneux} \end{aligned}$$

#### ➤ La sinuosité

La sinuosité  $\sigma$  d'un itinéraire, est égale au rapport de la longueur sinueuse **L<sub>s</sub>** sur la longueur totale de l'itinéraire **L**. Elle est donnée par la formule ci-dessous :

$$\sigma = \frac{L_s}{L} = \frac{\text{Longueur sinueuse}}{\text{Longueur totale de l'itinéraire}}$$

Avec :

$$\frac{L_s}{L} \leq 0.1 \quad : \quad \text{Sinuosité faible.}$$

$$0.1 \leq \frac{L_s}{L} \leq 0.3 \quad : \quad \text{Sinuosité moyenne.}$$

$$\frac{L_s}{L} \geq 0.4 \quad : \quad \text{Sinuosité forte.}$$

Tableau II-2 : Type d'environnements(B40).

Sinuosité relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	-
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	-	E3	E3

### II.5.2 Débit de pointe horaire normale

Le débit de pointe horaire normale, est une traction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

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

Avec :

**Q** : Débit de pointe horaire normale, exprimé en (UVP/h).

$\frac{1}{n}$  : Coefficient de pointe pris égale à 0,12 (en général).

#### II.5.2.1 Débit horaire admissible

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

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

Avec :

**Q<sub>adm</sub>** : Débit horaire maximal accepté par voie, compte tenu du niveau de service visé.

**K<sub>1</sub>** : Coefficient lié à l'environnement.

**K<sub>2</sub>** : Coefficient lié à la catégorie de la route et de son environnement.

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

Les coefficients  $K_1$  et  $K_2$ , dépendent de l'environnement, de la largeur initiale de la chaussée et de la valeur du temps.

- Valeurs de  $K_1$  : les valeurs de  $K_1$ , sont données par le tableau ci-dessous :

Tableau II-3 : Coefficient  $K_1$  lié à l'environnement(B40).

Environnement	E1	E2	E3
<b>K1</b>	<b>0.75</b>	<b>0.85</b>	<b>0.90 - 0.95</b>

- Valeurs de  $K_2$  : les valeurs de  $K_2$ , sont données par le tableau ci-dessous :

Tableau II-4 : Coefficient de réduction de capacité  $K_2$ (B40).

$K_2$		Catégorie de la route				
		1	2	3	4	5
Environnement	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

Les valeurs de la capacité théorique ( $C_{th}$ ) selon la B40 sont citées dans le tableau ci-dessous :

Tableau II-5 : Valeurs de la capacité théorique  $C_{th}$ .

Capacité théorique des routes en uvp/h									
Dégagement latérale ou largeur des accotements	4m	Largeur de chaussée unique						2 Chaussée Autoroute ou route express (2)	
		2 voies		3 voies		4 voies (1)			
		5m	6m	7m	9m	10.5m	12m	14m	
<b>1.80 et plus</b>	1100	1300	1600	2000	2600	3200	3000	3400	1800
							4500*	5100*	
<b>1.20</b>	1000	1200	1500	1900	2400	3000	2950	3300	1750
							4400*	5000*	
<b>0.60</b>	(x)	1100	1350	1700	2200	2700	2900	3200	1700
							4300*	4800*	
<b>0.00</b>	(x)	(x)	1200	1500	2000	2400	2650	3000	1500
							4000*	4500*	

- (1) : pour un sens de la circulation sur route à 2x2 voies ;  
 (2) : capacité pour une seule voie de 3,50m ;  
 Valeurs avec \* : capacité pour les deux sens réunis  
 (x) : capacité non applicable.

### II.5.3 Nombre de voies du profil en travers

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

On compare  $Q$  et  $Q_{adm}$  et on opte le profil auquel correspond la valeur de  $Q_{adm}$  la plus proche a  $Q$  :

$$Q \leq Q_{adm}$$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle .

$$N = S \times \frac{Q}{Q_{adm}}$$

Avec :

$S$  : étant un coefficient traduisant la dissymétrie dans la répartition du trafic, en générale égale à 2/3.

$Q_{adm}$ : Débit admissible par voie

## II.6 Application au projet

### II.6.1 Données du projet

D'après les résultats du trafic qui ont été établi par BET SAETI et fournis par le BET BECH, nous avons :

- Le trafic à l'année 2015 : 2600 v/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté :  $\tau = 4\%$ .
- Le pourcentage de poids lourds :  $Z=20\%$ .
- L'année de mise en service sera en : 2025.
- La durée de vie : 20 ans.
- Catégorie : C3.
- Environnement : E3.
- Le coefficient d'équivalence du poids lourds, pour une route à bonne caractéristiques et un environnement E3 on a :  $P=8$ .
- $K1 = 0.95$  environnement E3,  $K2 = 0.97$  environnement E3 et catégorie C3.

## II.6.2 Projection future du projet

L'année de mise en service (2025).

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

$$TJMA_{2025} = 2600 \times (1 + 0.04)^{10} = 3849v/j/2sens$$

Trafic a l'année (2045) pour une durée de vie de 20 ans.

$$TJMA_{2045} = 3849 \times (1 + 0.04)^{20} = 8434v/j$$

$$TJMA_{2045} = 8434 v/j$$

## II.6.3 Calcul du trafic effectif

$$Teff = [(1 - Z) + P.Z] TJMA_h$$

$$Teff = [(1 - 0.2) + 8 \times 0.2] \times 8434 = 20242 UVP/j$$

## II.6.4 Débit de pointe horaire normale

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot Teff$$

$\frac{1}{n}$  : Coefficient de pointe pris égale à 0,12 (en général).

$$Q = 0,12 \times 20242 = 2429 uvp/h$$

## II.6.5 Débit horaire admissible

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

$$Q \leq Q_{adm}$$

$$\rightarrow k_1 k_2 C_{th} \geq Q$$

$$\rightarrow C_{th} \geq Q/k_1 k_2$$

$$C_{th} \geq 2429 / (0.95 \times 0.97)$$

$$C_{th} \geq 2636 uvp/h$$

D'après le règlement B40, on prend :  $C_{th} = 2700$  uvp/h, qui correspond à une chaussée unique de 03 voies de largeur totale de 10,5 m, et de dégagement latéral de 0.60m.

Donc :

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

$$Q_{adm} = 0.95 \times 0.97 \times 2700$$

$$Q_{adm} = 2489 uvp/h$$

## II.6.6 Résultats de calcul

Tableau II-II-6: Résultats de calcul.

TJMA <sub>2015</sub> (v/j)	TJMA <sub>2025</sub> (v/j)	TJMA <sub>2045</sub> (v/j)	T <sub>eff</sub> (uvp/j)	Q (uvp/h)	Q adm (uvp/h)	Nombre de voies
2600	3849	8434	20242	2429	2489	3

## **II.7 Conclusion**

La capacité théorique de notre projet étant de 2700 uvp/h. D'après la B40 on opte pour une route :

- Une chaussée unique (bidirectionnelle) de 03 voies.
- La largeur utile de la voie est de 3,5 m.
- Le dégagement latéral est de 0,60 m.

# **Chapitre III : Aperçu géotechnique**

### **III.1 Introduction**

La géotechnique routière a pour but de définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terres de différentes natures, soumises à l'effet des efforts extérieurs, appliquée aussi bien au sol que l'on rencontre dans la nature et qui supporte la construction d'une route et des massifs de terres artificielles (remblais).

Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches, donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol. Pour cela, on fait des essais au laboratoire afin de déterminer les caractéristiques in situ.

### **III.2 Objectifs de l'étude géotechnique**

L'étude géotechnique du projet est basée essentiellement sur des campagnes de reconnaissance effectuées sur terrain, par l'exécution des sondages sous accotement par puits de reconnaissance et d'autres, sous chaussée, en suite, prélèvement d'échantillons remaniés pour faire des essais au laboratoire. Ces dernières ont pour but de :

- Connaître l'épaisseur et l'état des différentes couches constituant le corps de chaussée actuel, ainsi identifier et évaluer la portance du sol support de la chaussée, par des essais physico-mécaniques ;
- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement ;
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais ;
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.

### **III.3 Réglementation Algérienne en géotechnique**

En Algérie, la bonne exécution des projets routiers nécessite une étude géotechnique approfondie et adéquate à la réglementation en vigueur. Pour cela, les maîtres d'œuvres se réfèrent à diverses normes, dont le choix est parfois imposé par le maître d'ouvrage. La quasi-totalité de ces normes étant internationales (ISO), Françaises (NF) ou Anglo-Saxonnes (EN). Il y a environ 108 normes adoptées dans le domaine des travaux publics, dont près de la moitié concerne la géotechnique routière.

Les certifications ISO 9000/9001/9004 de la gestion de qualité, la norme NF P 94-500 relative aux marchés et l'accréditation ISO/CEI 17025 relatives à la compétence des laboratoires d'essais, sont requises pour l'obtention de rapports qualité/prix très satisfaisants.

L'utilisation des nomenclatures GTR – SETRA et du LCPC aidera à déterminer les caractéristiques des matériaux et de définir leurs conditions de mise en œuvre.

### **III.4 Moyens de la reconnaissance**

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

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

### **III.5 Différents essais au laboratoire**

Les essais géotechniques effectués au laboratoire sont essentiels pour évaluer les propriétés et le comportement des sols et des matériaux géotechniques. Ils permettent de caractériser ces matériaux, afin de prendre des décisions éclairées lors de la conception, de la construction et de l'entretien des infrastructures. Voici quelques principaux essais géotechniques réalisés au laboratoire :

#### **Essais d'identifications**

- Analyse granulométrique par tamisage.
- Limites d'Atterberg.
- Teneur en eau et masses volumiques.
- Mesure des densités sèches ( $\gamma_s$ ) et humide ( $\gamma_h$ ) et du degré de saturation (Sr)
- Equivalent de sable ES.
- Essai au bleu de méthylène (VBS).
- Analyse chimique sur quelques échantillons pour l'évaluation du degré d'agressivité du sol.

#### **Essais mécaniques**

- Essai CBR.
- Essai de cisaillement.
- Essai PROCTOR.
- Essais de compression (Essai triaxial, Essai de compression simple ...)
- Essai Micro deval.
- Essai Los Angeles.
- Essai de compressibilité à l'œdomètre pour la détermination des paramètres suivants :
  - ✓ Pression de consolidation ( $P_c$ ).

- ✓ Indice de compression (Cc).
- ✓ Indice de gonflement (Cg).

### III.6 Essais d'identification

L'objectif de ces essais est de :

- Classer les sols en fonction de leur granularité, plasticité, argilosité, état hydrique, etc.
- Calculer les indices des vides, le degré de saturation, la porosité, etc.

#### III.6.1 Paramètres d'état

- ✓ **Teneur en eau naturelle** : (norme NF P 94-050)

L'essai de teneur en eau définit le rapport en pourcentage (%) du poids de l'eau :  $W_w$  que le sol contient, au poids de ses éléments secs :  $W_s$ , on a :

$$W_n(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$W_w$  : Poids de l'eau dans l'échantillon

$W_s$ : Poids des grains solides dans l'échantillon.

**Tableau III-1: Valeurs usuelles des teneurs en eau.**

Teneur en eau %	Etat
01-25 %	Légèrement humide
25-50 %	Humide
50-75 %	Mouillé
75-90 %	Détrempé
100 %	Saturé

- ✓ **Densité**

Cet essai permet d'obtenir l'une des plus importantes caractéristiques physiques d'un sol sous plusieurs formes, on cite parmi ces formes :

#### ❖ Densité humide

C'est le poids volumique apparent du sol humide ; elle est obtenue par la relation suivante :

$$\gamma_h = \frac{W}{V}$$

Avec :

W : poids de l'échantillon humide.

V: volume total.

#### ❖ Densité sèche

C'est le poids volumique apparent du sol sec ; elle est obtenue par la relation suivant :

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V}$$

Avec :

W<sub>s</sub> : poids de l'échantillon sec

V : volume total.

**Tableau III-2: Qualificatif du sol en fonction de sa masse volumique sèche (densité sèche).**

Etat	Densité sèche (KN/m <sup>3</sup> )
Peu dense	$\gamma_s \leq 16$
Dense	$16 < \gamma_s \leq 18$
Très dense	$\gamma_s > 18$

### III.6.2 Analyse granulométrique (normes NF P 94-056)

La granularité est un paramètre qui permet de distinguer les sols grâce à la dimension de leurs grains.

Une première analyse consiste à mesurer la répartition des quantités selon la dimension des grains. Les deux méthodes complémentaires sont le tamisage pour les sols grossiers (ou grenus) et la sédimentométrie pour les sols fins. Il s'agit de mesurer le pourcentage des grains de sol passant au travers d'un tamis donné (passant ou tamisât).

L'expression classique de cette analyse est la courbe granulométrique caractérisée par les indices suivants:

- Le coefficient d'uniformité (de Hazen) : permet d'exprimer l'étalement de la courbe granulométrique:  $C_U = D_{60} / D_{10}$  ( $C_U < 2$  uniforme,  $C_U > 2$  étalée)

D<sub>60</sub> : diamètre effectif des particules qui correspond à 60 % du passant.

D10 : diamètre effectif des particules qui correspond à 10 % du passant.

- Le coefficient de courbure : permet de décrire la forme de la courbe granulométrique :  $C_c = D_{30}^2 / D_{60} \times D_{10}$  (bien gradué si  $C_c$  entre 1 et 3).

D30 : diamètre effectif des particules qui correspond à 30 % du passant.

❖ **Dmax** : Dimension maximale des plus gros éléments contenus dans le sol.

❖ **Tamisât 0.08<mm** : Pourcentage en fines du sol.

Les fines sont sensibles à l'eau, selon leur proportion, elles vont donc influencer le comportement du sol.

✓ **Seuils retenus (par le GTR)**

> 35% : comportement du sol totalement régi par la fraction fine.

< 12% : seuil conventionnel pour dire si un sol est pauvre ou riche en fines

❖ **Tamisât 2mm** : distinction entre sols sableux et sols graveleux

**Seuil retenu (par le GTR) : 70%**

> 70% : sol tendance sableuse.

< 70 % : sol tendance graveleuse.

Tableau III-3 : Classification des sols selon le diamètre des grains.

Granulométrie	Classification
$d < 2\mu\text{m}$	Argile
$2\mu\text{m} \leq d < 20\mu\text{m}$	Limon
$20\mu\text{m} \leq d < 200\mu\text{m}$	Sable fin
$0,2\text{mm} \leq d < 2\text{mm}$	Sable grossier
$2\text{mm} \leq d < 20\text{mm}$	Gravier
$20\text{mm} \leq d < 50\text{mm}$	Cailloux
$d \geq 50\text{mm}$	Blocs

### III.6.3 Limite d'Atterberg (norme NF P 94-051)

Les limites d'Atterberg sont déterminées uniquement pour les éléments fins d'un sol (<400 $\mu\text{m}$ ), car ce sont les seuls éléments sur lesquels l'eau agit en modifiant la consistance du sol.

L'essai consiste donc à faire varier la teneur en eau de cette fraction de sol et à en observer la consistance. Selon la teneur en eau, le sol se comportera comme un solide, un matériau plastique (capable de se déformer beaucoup sans se casser) ou liquide.

- **Limite de liquidité notée  $W_L$**  : La limite de liquidité est déterminée en utilisant l'appareil de CASAGRANDE, elle correspond à la teneur en eau qui caractérise le passage de l'état liquide à l'état plastique.



Figure III-1:Appareil de CASAGRANDE.

- **Limite de plasticité notée  $W_P$**  : Caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plastique Elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%.
- **Indice de plasticité  $I_p$**  : est défini comme étant la différence des deux paramètres précédents, soit :  $I_p = W_L - W_P$ , le diagramme de CASAGRANDE permet la classification des sols fins à partir de ces paramètres

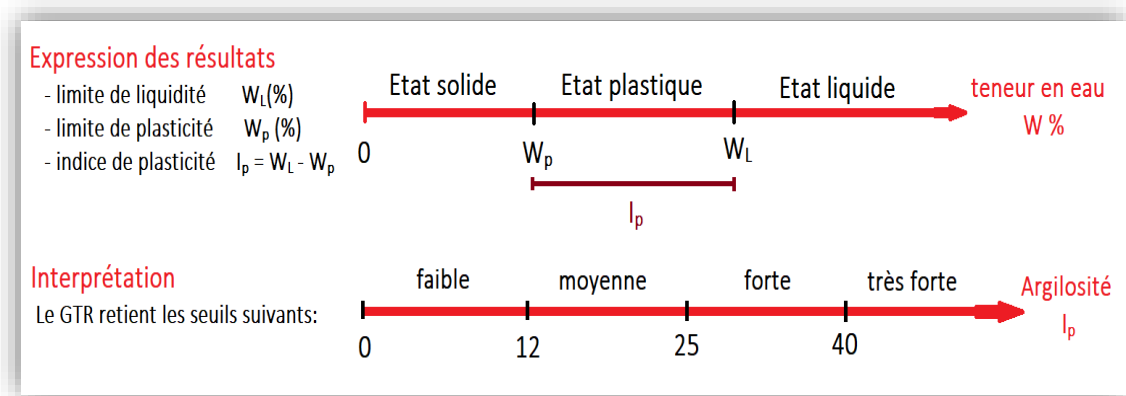


Figure III-2: Expression des résultats des limites d'Atterberg et les seuils pris par GTR.

➤ **Indice de consistance Ic**

Les limites d'Atterberg permettent de calculer l'indice de consistance qui caractérise l'état hydrique d'un sol (80 à 90 % d'éléments < 400µm) et se calcul par la formule suivante :

$$Ic = \frac{(W_L - W_N)}{I_p}$$

Avec :

$W_N$  : teneur en eau naturelle.

\*Si  $Ic < 0$ ,  $W > W_L$  : le sol est dans un état liquide

\*Si  $0 < Ic < 1$  :  $W_p < W < W_L$  : le sol est dans un état plastique

\*Si  $Ic > 1$  :  $W < W_p$  : le sol est dans un état solide

Le schéma ci-dessous résume l'ensemble de ces notions :

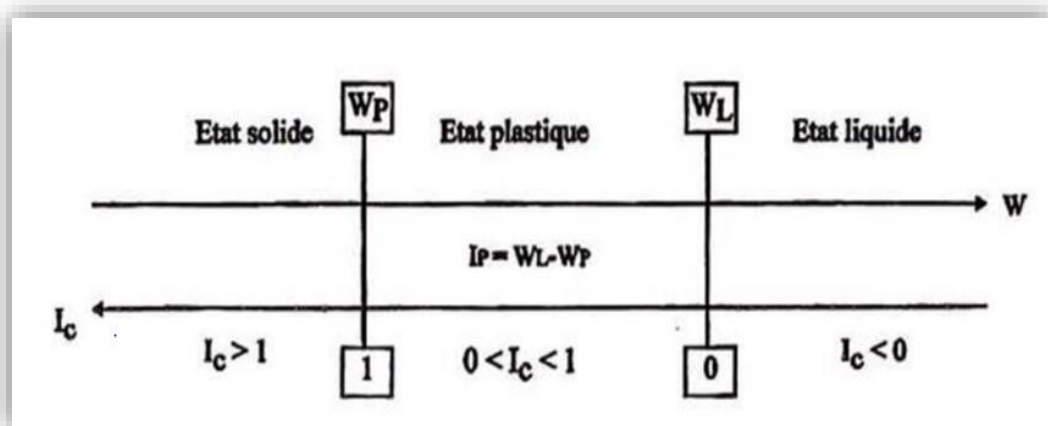


Figure III-3 : Différents états de consistance.

### III.6.4 Essai au bleu de méthylène VBS : (norme NF P 94-068)

C'est le paramètre représentant l'absorption de la surface spécifique du sol. L'essai VBS s'exprime en g de bleu absorbé pour 100 g de sol. La surface spécifique du sol est déterminée par la surface des particules de la fraction argileuse, une évaluation indirecte de la quantité et de la nature de l'argile contenue dans le sol et on calcule sa valeur par la formule suivante :

$$VBS = \frac{B}{M_s} \times C \times 100$$

Avec :

B : masse de bleu introduite dans le bêcher (en gramme)

M<sub>s</sub> : masse sèche de la prise d'essai (en gramme)

C : proportion de 0/5 mm soumise à l'essai dans la fraction 0/50mm du matériau sec.

Seuil retenu (par le GTR) :

- 0,1 : sol insensible à l'eau.
- 0,2 : apparition d'une légère sensibilité à l'eau (sols sableux).
- 1,5 : distinction de sols sablo limoneux et sols sablo argileux.
- 2,5 : distinction de sols limoneux peu plastiques à plasticité moyenne.
- 8 : distinction de sols argileux et sols très argileux.

### III.6.5 Equivalent de sable ES

La mesure d'équivalent de sable sert à mesurer la propreté des sables. Elle se pratique généralement sur la fraction 0/2mm d'un sol faiblement plastique ( $I_p < 10$ ). On place un volume donné d'échantillon dans une éprouvette graduée dans laquelle est versé un mélange d'eau et de solution floculante destinée à séparer les grains argileux des grains de sable et à les mettre en suspension. Après agitation normalisée, on laisse reposer le matériau.

Et on le calcule comme suit :  $E_s = [h_1 / (h_1 + h_2)] \times 100$

Avec :

$h_1$  : la hauteur du floculant.

$h_2$  : la hauteur du sable.

- Si ES = 0                      Argile pure
- Si ES = 20                    Sol plastique
- Si ES = 40                    Sol non plastique
- Si ES = 100                  Sable pur et propre

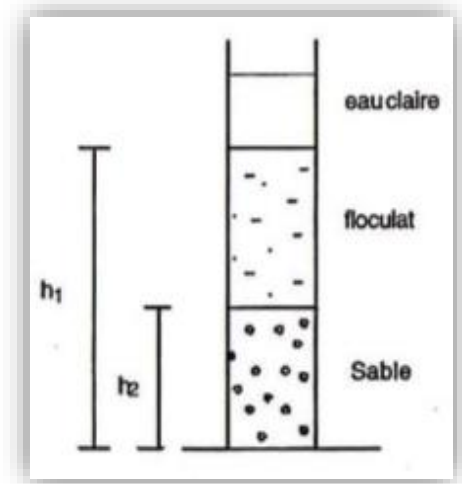


Figure III-4 : L'essai d'équivalent de sable.

### III.6.6 L'analyse chimique sommaire

L'essai chimique (analyse chimique sommaire ou bien complète) permet de déterminer les constituants minéralogiques d'un sol ainsi que son agressivité

Tableau III-4:Qualificatif des solutions en fonction de leurs concentrations en agents agressifs (P 18-011).

Etat	Concentration en (mg/l)		
	Carbonates CaCO <sub>3</sub>	Sulfates SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PH
Faiblement agressif	15-30	250-600	6.5-5.5
Moyennement agressif	30-60	600-1500	5.5-4.5
Fortement agressif	60-100	1500-6000	4.5-4
Très fortement agressif	>100	>6000	<4

### III.7 Essais mécaniques

Parmi ces essais on cite :

❖ **Essai PROCTOR : (norme NF P 94-093)**

Le but d'un essai PROCTOR est d'étudier le comportement d'un sol en fonction de sa teneur en eau pour une énergie de compactage donnée.

Cette énergie est caractérisée par :

- La dame définie par sa masse et sa hauteur de chute
- Le nombre de chutes appliquées au sol

En géotechnique routière, on distingue 2 types d'essais PROCTOR :

- L'essai PROCTOR Normal réservé à l'étude des matériaux de remblais,
- L'essai PROCTOR Modifié destiné aux couches de forme et de chaussées.

❖ **Essai CBR : (norme NF P 94-078)**

L'essai CBR (Californian Bearing Ratio) est un essai qui a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner le corps de chaussée et orienter les travaux de terrassements.

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

**Tableau III-5: Classe de portance des sols par ordre croissant.**

Portance (Si)	CBR	Interprétation
S4	<5	Très mauvaise portance
S3	5-10	Mauvaise portance
S2	10-25	Portance moyenne
S1	25-40	Bonne portance
S0	>40	Très bonne portance

❖ **Essai Los Angeles : (Norme NF P 18-573)**

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

❖ **Essai micro Deval : (Norme NF P 18-572)**

L'essai a pour but d'apprécier la résistance à l'usure par frottements réciproques des granulats et leur sensibilité à l'eau.

### III.8 Conditions d'utilisation des sols en remblai

Il est préférable de réutiliser les terres provenant des déblais, mais ceci doit répondre à certaines conditions.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierres de dimension >80 mm.
- Matériaux plastiques (IP>20%) ou organiques.
- Matériaux gélifs.
- Sols à forte teneur en argile.

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

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

### III.9 Application au projet

Les résultats des différents essais effectués à notre projet, sont récapitulés comme suit :

#### III.9.1 Essais in situ

Les résultats des essais in situ (sondages carottés, puits de reconnaissance, sondages pressiométriques et pénétromètres dynamique) sont résumés dans les tableaux suivants :

##### III.9.1.1 Puits de reconnaissance

Les puits de reconnaissance réalisés dans notre projet sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau III-6: Résultats des puits de reconnaissances géotechnique.

Puits N°	PK	LITHOLOGIE		Profondeur
		Profondeur (m)	Description	D'échantillonnage (m)
PU01	PK 00+300	00.00_02.80	Blocs et cailloux de micaschiste	–
PU02	PK 00+950	00.00_02.20	Schiste altéré en surface, devient compact en profondeur	02.00_02.20
PU03	PK 01+770	00.00_03.20	Argile marneuse sableuse graveleuse	02.00_02.50
PU04	PK 02+500	00.00_03.20	Encroutements calcaire caillouteux	02.60_03.10
PU05	PK 03+420	00.00_02.80	Schiste et micaschiste altéré	01.50_02.00

<b>PU06</b>	PK 03+760	00.00_01.80	Schiste et micaschiste altéré	01.50_01.80
<b>PU07</b>	PK 04+060	00.00_02.20	Blocs et cailloux rocheux de micaschiste	–
<b>PU08</b>	PK 04+680	00.00_03.00	Sables grossiers à matrice argileuse	02.50_03.00
<b>PU09</b>	PK 05+040	00.00_02.80	Sables grossiers à matrice argileuse	02.20_02.80
<b>PU10</b>	PK 05+610	00.00_03.20	Sables grossiers à moyens	02.50_03.20
<b>PU11</b>	PK 05+820	00.00_02.60	Sables grossiers à moyens	02.00_02.60
<b>PU12</b>	PK 06+760	00.00_02.90	Sables grossiers à moyens argileux	02.20_02.80
<b>PU13</b>	PK 07+150	00.00_02.20	Sables grossiers à moyens argileux	01.70_02.20

### III.9.1.2 Sondages carottés

Les résultats des sondages carottés effectués pour notre projet sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau III-7: Résultats des sondages carottés.**

Sondage N°	PK	Lithologie		Profondeur d'échantillonnage (m)
		Profondeur (m)	Description	
<b>SC01</b>	PK00+000	00.00_04.00	-blocs et cailloux de micaschiste	00.00_04.00
		04.00_10.00	-sables grossiers	04.00_10.00
		10.00_18.00	-sables fins à moyens argileux plus au moins argileux	10.00_12.00
<b>SC02</b>	PK01+520	00.00_06.00	-argile marneuse rougeâtre sableuse et caillouteuse	00.00_06.00 06.00_07.00
		06.00_08.00	-sable fin à moyens argileux	
		08.00_16.00	-blocs et cailloux de micaschiste	
<b>SC03</b>	PK01+870	00.00_07.00	-tuf et sable caillouteux	00.00_07.00
		07.00_20.00	-sable fin à moyen	07.00_14.00
<b>SC04</b>	PK02+890	00.00_03.00	-blocs et cailloux de micaschiste	00.00_03.00
		03.00_04.00	-sable grossier à moyen argileux	03.00_09.00
		04.00_09.00	-sable fin à moyen argileux	09.00_10.00
		09.00_10.00	-sable grossier à moyen argileux	10.00_12.00

		10.00_20.00	-sable fin à moyen argileux	
<b>SC05</b>	PK03+350	00.00_05.50	-schiste et micaschiste altéré	
		05.50_17.00	-sable grossier à moyen argileux	--
<b>SC06</b>	PK05+920	00.00_07.00	-sable grossier à moyen argileux	--
		07.00_16.00	-blocs et cailloux rocheux	
<b>SC07</b>	PK06+530	00.00_04.00	-sable grossier à moyen peu argileux	00.00_04.00
		04.00_18.00	-sable fin à moyen argileux	04.00_12.00
<b>SC08</b>	PK07+350	00.00_04.60	-sable grossier à moyen peu argileux	00.50_04.70
		04.60_13.00	-sable fin à moyen argileux	04.70_12
		13.00_15.00	-blocs et cailloux rocheux	

### III.9.1.3 Synthèse de la description lithologique

D'après les coupes des sondages carottés, la lithologie du terrain en profondeur se distingue par un faciès sableux peu à moyennement argileux ; reposant par des endroits sur des blocs et cailloux rocheux 'micaschiste'.

Sur les quatre (04) premiers kilomètres du tracé, le sable est recouvert d'une couche de blocs et cailloux de micaschiste, parfois d'argile sableuse et caillouteuse, ou bien de micaschiste altéré.

Les photos suivantes, illustrent la nature du terrain en profondeur, tel que recoupé par les sondages carottés :



**Figure III-5 : Les échantillons pris au SC02/PK01+520.**

- 1 : 00.00 à 06.00 m : argile marneuse rougeâtre sableuse et caillouteuse
- 2 : 06.00 à 08.00 m : sable fin à moyens argileux
- 3 : 08.00 à 16.00 m : blocs et cailloux de micaschiste



**Figure III-6: Les échantillons pris au SC04/PK02+890.**

- 1 : 0.00 à 3.00 m : blocs et cailloux de micaschiste
- 2 : 03.00 à 20.00 m : sable grossier à moyen argileux

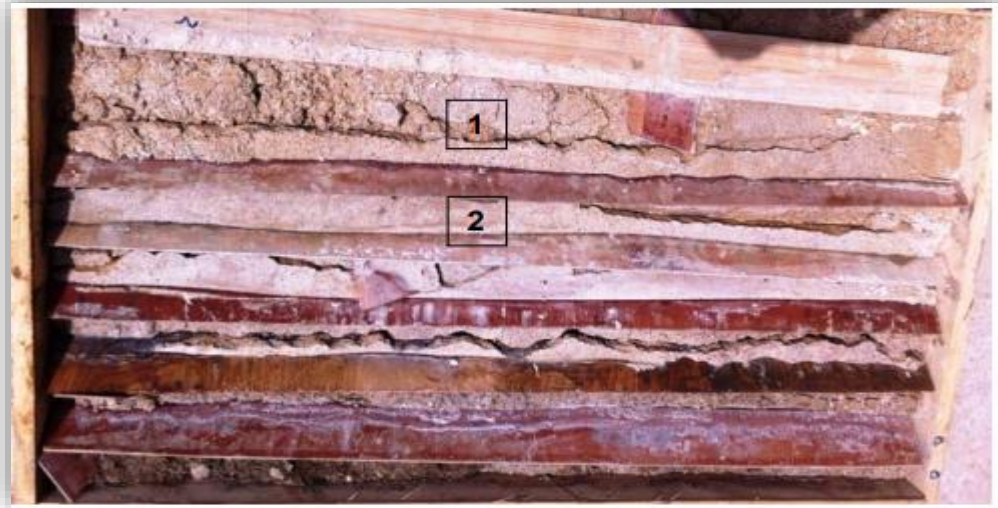


Figure III-7 : Les échantillons pris au SC07/PK06+530.

1 : 00.00 à 04.00 m : sable grossier à moyen peu argileux

2 : 04.00 à 18.00 m : sable fin à moyen argileux

### III.9.1.4 Pénétrètres dynamiques

Les valeurs des résistances de pointes  $R_d$  (bars), et leurs variations en fonction de la profondeur, sont énumérées dans le tableau suivant :

Tableau III-8: Résultats des sondages pénétrométriques.

Désignation	PK	Profondeur (m)	$R_d$ min (Bars)	$R_d$ max (Bars)	Description
PND1	PK 01+370	00.20-01.00	63.01	173.77	Argile sableuse caillouteuse
		01.20-02.00	212.38	312.65	Argile sableuse caillouteuse
		02.20-02.60	401.98	893.28 (refus)	Argile sableuse caillouteuse
PND2	PK 03+220	00.20-01.00	52.50	212.28	Schiste et micaschiste altéré
		01.00-01.80	530.95	965.30 (refus)	Schiste et micaschiste altéré
PND3	PK04+960	00.20-01.00	63.01	270.30	Sable grossier à matrice argileuse
		01.20-01.40	337.88	965.30 (refus)	Sable grossier à matrice argileuse

### III.10 Résultats des essais au laboratoire et leurs interprétations

#### III.10.1 Essais physiques

Les sols soumis aux essais physiques et chimiques ont été prélevés des sondages :

SC01:PK00+000, SC02:PK01+520, SC04:PK02+890, SC07:PK06+530, SC08:PK07+350.

$W_n$  : teneur en eau naturelle% ;  $\gamma_h$  : densité humide ;  $\gamma_d$  : densité sèche ;  $S_r$  : degré de saturation

WL : limite de liquidité

IP : indice de plasticité ; IC : indice de consistance

VBS : valeur au bleu de méthylène.

Et selon la classification GTR, on trouve les classes et les sous-classes suivantes :

Classe A : sols fins

Classe B : sols sableux et graveleux avec fines

Sous classe A1 : sable fin limono-argileux.

Sous classe B2 : sable peu argileux

Sous classe B4 : grave peu argileuse

Sous classe B6 : sables et graves argileux

Les résultats des essais et leur interprétation, sont insérés dans les tableaux suivant :

Tableau III-9 : Résultats des essais physico-chimiques sur échantillons prélevés des sondages carottés au PK 00+00 et leurs interprétations.

Sondage N°	PK	Prof. (m)	Nature Géologique	W <sub>n</sub> (%)	γ <sub>h</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	Sr (%)	Granulométrie (% du passant)						Limites D'Atterberg			VBS	Classification GTR
								D max	20 mm	5 mm	2 Mm	0.4 mm	0.08 mm	WL	IP	IC		
SC01	00+000	00-40	Blocs de cailloux de micaschiste	2.97	-	-	-	<50	65.82	30.37	20.44	07.77	4.29	20	05	3.40	3.10	<b>B<sub>4</sub></b> (Couche1)
		04-10	Sables grossiers	8.05	2.17	2.00	65.6	<50	81.08	73.48	70.13	24.06	11.29	31	06	3.82	1.90	<b>B<sub>2</sub></b> (Couche2)
		10-12	Sable fin à grossier plus ou moins argileux	20.41	-	-	-0	<50	100	98.50	98.50	94.70	72.89	23	04	2.40	2.40	<b>A<sub>1</sub></b> (Couche3)
Interprétation	<p><b>Couche 1 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&lt;35% : indiquent un <b>sol grenu</b> de la classe <b>B</b>.</li> <li>Le tamisât à 0.08mm est ≤12%, le tamisât à 2mm≤70%, est la valeur VBS est &gt;0.2 : selon la classification GTR, le sol prospecté appartient à la classe <b>B<sub>4</sub> (grave peu argileuse)</b>.</li> <li>Le sol est non plastique (IP&lt;12), dur (IC&gt;1).</li> </ul> <p><b>Couche 2 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&lt;35% : indiquent un <b>sol grenu</b> de la classe <b>B</b>.</li> <li>Le tamisât à 0.08mm est ≤12%, le tamisât à 2mm&gt;70%, est la valeur VBS est &gt;0.2 : selon la classification GTR, le sol prospecté appartient à la classe <b>B<sub>2</sub> (sable peu argileux)</b>.</li> <li>Le sol est non plastique (IP&lt;12), dur (IC&gt;1), très dense (γ<sub>d</sub>&gt;1.80 g/cm<sup>3</sup>) et non saturé (Sr &lt;100%).</li> </ul> <p><b>Couche 3 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&gt;35% : indiquent un <b>sol fin</b> de la classe <b>A</b>.</li> <li>La valeur VBS est ≤ 2.5 : selon la classification GTR : le sol prospecté appartient à la classe <b>A<sub>1</sub> (sable fin limono-argileux)</b>.</li> <li>Le sol est non plastique (IP&lt;12) et ferme (0.50&lt;IC&lt;0.75).</li> </ul>																	

Tableau III-10 : Résultats des essais physico-chimiques sur échantillons prélevés des sondages carottés au PK 01+520 et leurs interprétations.

Sondage N°	PK	Prof (m)	Nature Géologique	Wn (%)	$\gamma_h$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	Sr (%)	Granulométrie (% du passant)						Limites D'Atterberg			VBS	Classification GTR
								D max	20 mm	5 mm	2 mm	0.4 mm	0.08 mm	WL	IP	IC		
SC02	01+520	00 à 06	Argile marneuse rougeâtre sableuse caillouteuse	10.91	2.16	1.95	80.54	<50	97.31	49.57	34.21	17.72	10.66	39	17	1.65	4.90	B <sub>4</sub> (Couche 1)
		06 à 07	Sable fin à moyen argileux	10.91	2.05	1.76	87.62	<50	100	96.62	89.89	61.15	21.27	34	13	2.70	1.90	B <sub>6</sub> (couche 2)
Interprétation		<p><b>Couche 1 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&lt;35% : indiquent un <b>sol grenu</b> de la classe <b>B</b>.</li> <li>Le tamisât à 0.08mm est ≤12%, le tamisât à 2mm≤70%, est la valeur VBS est &gt;0.2 : selon la classification GTR, le sol prospecté appartient à la classe <b>B<sub>4</sub> (grave peu argileuse)</b>.</li> <li>Le sol est peu plastique (12&lt;IP&lt;25), très dense (<math>\gamma_d</math>&gt;1.80 g/cm<sup>3</sup>), et non saturé (Sr &lt;100%).</li> </ul> <p><b>Couche 2 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&lt;35% : indiquent un <b>sol grenu</b> de la classe <b>B</b>.</li> <li>Le tamisât à 0.08mm est compris entre 12 et 35% et la valeur VBS est &gt;1.5 : selon la classification GTR le sol prospecté appartient à la classe <b>B<sub>6</sub> (sables et graves argileux)</b>.</li> <li>Le sol est peu plastique (12&lt;IP&lt;25), dense (1.6&lt;<math>\gamma_d</math>&lt;1.80), et non saturé (Sr&lt;100%)</li> </ul>																

Sondage N°	PK	Prof. (m)	Nature Géologique	Wn (%)	$\gamma_h$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	Sr (%)	Granulométrie (% du passant)						Limites D'Atterberg			VBS	Classification GTR
								D max	20 mm	5 mm	2 Mm	0.4 mm	0.08 mm	WL	IP	IC		
SC04	02+ 890	00 à 03	Blocs de cailloux de micaschiste	3.62	-	-	-	<50	90.81	43.40	24.56	10.44	7.69	27	7	3.34	2.9	B <sub>4</sub> (Couche1)
		03 à 09	Sable fin argileux	15.25	2.06	1.87	65.12	<50	100	98.94	96.93	50.99	21.56	28	7	1.82	2.0	B <sub>6</sub> (Couche2)
		09 à 10	Sable grossier peu argileux	11.84	-	-	-	<50	96.26	44.06	43.41	8.25	2.52	37	18	1.40	1.8	B <sub>4</sub> (Couche3)
		10 à 12	Sable fin Argileux	07.90	2.23	2.06	73.05	<50	100	83.85	87.60	42.57	26.72	32	11	2.19	2.2	B <sub>6</sub> (Couche4)
Interprétation	<p><b>Couches 1 et 3 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&lt;35% : indiquent un <b>sol grenu</b> de la classe <b>B</b>.</li> <li>Le tamisât à 0.08mm est ≤12%, le tamisât à 2mm≤70%, est la valeur VBS est &gt;0.2 : selon la classification GTR, le sol prospecté appartient à la classe <b>B<sub>4</sub> (grave peu argileuse)</b>.</li> <li>Le sol est non plastique (IP&lt;12), dur (IC&gt;1).</li> </ul> <p><b>Couches 2 et 4 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&lt;35% : indiquent un <b>sol grenu</b> de la classe <b>B</b>.</li> <li>Le tamisât à 0.08mm est compris entre 12 et 35% et la valeur VBS est &gt;1.5 : selon la classification GTR le sol prospecté appartient à la classe <b>B<sub>6</sub> (sables et graves argileux)</b>.</li> <li>Le sol est peu plastique (12&lt;IP&lt;25), dense (1.6&lt;<math>\gamma_d</math> g/cm<sup>3</sup>&lt;1.80), et non saturé (Sr&lt;100%).</li> </ul>																	

Tableau III-11 : Résultats des essais physico-chimiques sur échantillons prélevés des sondages carottés au PK 02+890 et leurs interprétations.

Tableau III-12 : Résultats des essais physico-chimiques sur échantillons prélevés des sondages carottés au PK 06+530 et leurs interprétations.

Sondage N°	PK	Prof (m)	Nature Géologique	Wn (%)	$\gamma_h$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	Sr (%)	Granulométrie (% du passant)						Limites D'Atterberg			Classification GTR	
								D max	20 mm	5 mm	2 mm	0.4 mm	0.08 mm	WL	IP	IC		VBS
SC07	06+530	00 à 04	Sable grossier à moyen peu argileux	07.70	-	-	-	<50	100	98.85	84.47	27.98	4.80	19	5	2.26	2.2	B <sub>2</sub> (Couche 1)
		04 à 18	Sable fin à moyen argileux	13.41	-	-	-	<50	100	99.34	98.74	78.77	13.56	23	8	1.2	2.8	B <sub>6</sub> (Couche2)
Interprétation		<p><b>Couche 1 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&lt;35% : indiquent un <b>sol grenu</b> de la classe <b>B</b>.</li> <li>Le tamisât à 0.08mm est ≤12%, le tamisât à 2mm&gt;70%, est la valeur VBS est &gt;0.2 : selon la classification GTR, le sol prospecté appartient à la classe <b>B<sub>2</sub> (sable peu argileux)</b>.</li> <li>Le sol est non plastique (IP&lt;12), dur (IC&gt;1).</li> </ul> <p><b>Couche 2 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&lt;35% : indiquent un <b>sol grenu</b> de la classe <b>B</b>.</li> <li>Le tamisât à 0.08mm est compris entre 12 et 35% et la valeur VBS est &gt;1.5 : selon la classification GTR le sol prospecté appartient à la classe <b>B<sub>6</sub> (sables et graves argileux)</b>.</li> <li>Le sol est non plastique (IP&lt;12), dur (IC&gt;1).</li> </ul>																

Tableau III-13 : Résultats des essais physico-chimiques sur échantillons prélevés des sondages carottés au PK 07+350 et leurs interprétations.

Sondage N°	PK	Prof (m)	Nature Géologique	Wn (%)	$\gamma_h$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	Sr (%)	Granulométrie (% du passant)						Limites D'Atterberg			VBS	Classification GTR
								D max	20 mm	5 mm	2 mm	0.4 mm	0.08 mm	WL	IP	IC		
SC08	07+ 350	0.50 à 4.7	Sable grossier à moyen peu argileux	9.98	-	-	-	<50	100	97.60	81.52	22.31	6.08	23	6	2.17	2.60	B <sub>2</sub> (Couche 1)
		4.7 à 12	Sable fin à moyen argileux	17.01	1.77	1.51	59.69	<50	100	99.90	98.97	77.18	16.40	28	1 1	1.00	3.10	B <sub>6</sub> (Couche2)
Interprétation		<p><b>Couche 1 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&lt;35% : indiquent un <b>sol grenu</b> de la classe <b>B</b>.</li> <li>Le tamisât à 0.08mm est ≤12%, le tamisât à 2mm&gt;70%, est la valeur VBS est &gt;0.2 : selon la classification GTR, le sol prospecté appartient à la classe <b>B<sub>2</sub> (sable peu argileux)</b>.</li> <li>Le sol est non plastique (IP&lt;12), dur (IC&gt;1).</li> </ul> <p><b>Couche 2 :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le diamètre max&lt;50mm et le tamisât à 0.08mm&lt;35% : indiquent un <b>sol grenu</b> de la classe <b>B</b>.</li> <li>Le tamisât à 0.08mm est compris entre 12 et 35% et la valeur VBS est &gt;1.5 : selon la classification GTR le sol prospecté appartient à la classe <b>B<sub>6</sub> (sables et graves argileux)</b>.</li> <li>Le sol est non plastique (IP&lt;12), très ferme (IC=1), peu dense (dense (<math>\gamma_d</math>&lt;1.60g/cm<sup>3</sup>) et non saturé Sr&lt;100%).</li> </ul>																

### III.10.2 Essais chimiques

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur des échantillons prélevés des sondages carottés, et leur interprétation sont insérés dans le tableau suivant :

**Tableau III-14 : Résultats des analyses chimiques.**

Sondage N°	Prof (m)	Nature Géologique	Carbonate CaCO <sub>3</sub> (%)	Qualificatif	Chlorure NaCl (%)	PH	Sulfates
SC01	00 à 04	Blocs et cailloux de micaschiste	4.42	Non marneux	0.51	7.65	Néant
	04 à 10	Sable grossiers	3.75	Non marneux	0.68	8.69	Néant
	10 à 12	Sable fin à grossier plus au moins argileux	4.01	Non marneux	0.48	7.10	Néant
SC02	00 à 06	Argile rougeâtre sableuse et caillouteuse	4.15	Non marneux	0.52	7.74	Néant
	06 à 7.80	Sable fin à moyen argileux	4.22	Non marneux	0.81	7.72	Néant
	7.40 à 12	Blocs et cailloux de micaschiste	4.15	Non marneux	0.63	8.13	Néant
SC04	00 à 03	Blocs et cailloux de micaschiste	4.27	Non marneux	0.62	7.19	Néant
	03 à 09	Sable argileux	4.22	Non marneux	0.50	7.79	Néant
	09 à 10	Sable grossier peu argileux	4.35	Non marneux	0.85	7.64	Néant
	10 à 12	Sable argileux	4.00	Non marneux	0.52	7.91	Néant
SC07	00 à 04	Sable grossier à moyen peu argileux	0.82	Non marneux	0.50	7.43	Néant
	04 à 12	Sable fin à moyen peu argileux	4.46	Non marneux	0.48	8.13	Néant
SC08	00 à 05	Sable fin à moyen peu argileux	3.92	Non marneux	0.40	7.35	Néant
	0.5 à 4.70	Sable fin à moyen peu argileux	4.33	Non marneux	0.52	7.61	Néant

Interprétation :

- Selon la norme P18-011, le  $PH > 7$ , indique un sol non agressif
- Les teneurs en sulfates sont négligeables.
- Les teneurs en carbonates sont  $< 10$ , les sols sont classés non marneux.

### III.10.3 Essais mécaniques

Les résultats des essais mécaniques effectués sur des échantillons prélevés des sondages carottés et les puits de reconnaissances géotechniques ainsi que leurs interprétations sont insérés dans les tableaux suivants :

#### a) Echantillons prélevés des puits de reconnaissances géotechniques

Tableau III-15 : Résultats des essais PROCTOR modifié et CBR.

Puits N°	PK	Prof D'échantillonnage (m)	Lithologie	Proctor modifié		CBR imb	Classe de portance des sols
				Masse volumique sèche $\rho_d$	Wopm		
PU01	00+300	-	Blocs et cailloux de micaschiste	-	-	-	-
PU02	00+950	02.00-02.20	Schiste altéré en surface, devient compact en profondeur	1.87	10.2	13.83	S2
PU03	01+770	02.00-02.50	Argile marneuse sableuse graveleuse	1.91	11.1	11.21	S2
PU04	02+500	02.60-03.10	Encroutements calcaire caillouteux	2.05	8.4	17.70	S2
PU05	03+420	01.50-02.00	Schiste et micaschiste	1.84	9.1	12.74	S2

			altéré				
PU06	03+760	01.50-01.80	Schiste et micaschiste altéré	1.89	8.9	14.21	S2
PU07	04+060	-	Blocs et cailloux rocheux de micaschiste	-	-	-	-
PU08	04+680	02.50-03.00	Sables grossiers à matrice argileuse	1.95	7.4	21.35	S2
PU09	05+040	02.20-02.80	Sables grossiers à matrice argileuse	1.97	7.8	20.68	S2
PU10	05+610	02.50-03.20	Sables grossiers à moyens	1.96	7.6	26.93	S1
PU11	05+820	02.00-02.60	Sables grossiers à moyens	1.93	8.00	22.20	S2
PU12	06+760	02.20-02.80	Sables grossiers à moyens argileux	1.94	7.5	25.04	S2
PU13	07+150	01.70-02.20	Sables grossiers à moyens argileux	1.93	7.9	28.92	S1

### b) Echantillons prélevés des sondages carottés

#### ✓ Essais de compressibilité à l'œdomètre

Les résultats des essais de compressibilité à l'œdomètre, obtenus sur les échantillons de sables argileux et de tufs sableux, sont insérés dans le tableau suivant :

Tableau III-16 : Résultats des essais de compressibilité à l'œdomètre.

Sondage N°	Profondeur	Lithologie	CC (%)	CG (%)	PC (Bars)	Interprétation des résultats
SC01 PK00+000	16.00/17.00	Sable fin à moyen plus au moins argileux	20.10	1.00	2.08	Sol assez compressible, et non gonflant
SC03 PK01+870	02.00/02.50	Tufs sableux caillouteux	20.35	2.66	1.77	Sol assez compressible, et peu gonflant
	03.50/4.00	Tufs sableux caillouteux	23.12	1.99	2.00	Sol assez compressible, et non gonflant
SC04 PK02+890	18.50/20.00	Sable fin à moyen argileux	16.33	1.66	2.03	Sol moyennement compressible et non gonflant
SC06 PK05+920	03.50/5.00	Sable grossier à moyen argileux	16.59	1.33	1.95	Sol moyennement compressible et non gonflant

#### ✓ Essai de cisaillement

Les résultats des caractéristiques mécaniques des sols étudiés (angle de frottement interne  $\phi$  et leur cohésion interne  $C_u$ ), obtenus sur les échantillons de sables argileux, et de tufs sableux, sont insérés dans le tableau suivant :

Tableau III-17 : Résultats des essais de cisaillement rectiligne.

Sondage N°	Profondeur (m)	Lithologie	Cohésion ( $C_u$ ) (Bars)	Angle de frottement interne $\phi$ (°)
SC01 PK00+000	16.00/17.00	Sable fin à moyen plus au moins argileux	0.11	22.44
SC03	02.00/02.50	Tufs sableux caillouteux	0.25	13.28

<b>PK01+870</b>	03.50/4.00	Tufs sableux caillouteux	0.30	7.89
<b>SC04</b>		Sable fin à moyen	0.13	24.51
<b>PK02+890</b>	18.50/20.00	argileux		
<b>SC06</b>		Sable grossier à	0.10	27.18
<b>PK05+920</b>	03.50/5.00	moyen argileux		

### III.11 Conclusion

Cette étude nous a permis de déterminer la nature des sols prospectés dans notre projet, en se basant sur la classification du GTR, ces sols appartiennent généralement à la classe B (sol sableux et graveleux avec fine).

D'après les résultats des essais effectués, on a affaire à un sol de classe de portance S2 avec la valeur minimale de l'indice CBR égale à 11.21 et dans ce cas, la couche de forme n'est pas nécessaire.

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

## IV.1 Introduction

Le dimensionnement d'une structure de chaussée routière, consiste à déterminer la nature et l'épaisseur des couches qui la constituent, afin qu'elle puisse résister aux diverses agressions et sollicitations auxquelles elle sera soumise tout au long de sa vie. Elle doit assurer la diffusion des efforts induits par le trafic dans le sol de fondation. L'application d'une charge roulante induit ainsi, à une déformation en flexion des couches de la structure. Cette flexion entraîne des sollicitations en compression au droit de la charge et des sollicitations en traction à la base des couches d'enrobés. Diverses méthodes existent pour bien appréhender cette déformation, elles donnent lieu ensuite à différents modèles de dimensionnement.

## IV.2 Facteurs considérés dans le dimensionnement

Le nombre de couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs.

Parmi les plus importants on cite :

### IV.2.1 Trafic

Le trafic de dimensionnement est essentiellement les poids lourds (véhicules dont le poids est supérieur à 3.5t). Il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux, pour la fabrication des matériaux de chaussées.

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

- Le trafic des poids lourds « **T** » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptage sur les voies existantes.
- Le trafic cumulé sur la période considérée, qui est donnée par la formule suivante :

$$N = T \times A \times C$$

**N** : trafic cumulé.

**A** : facteur d'agressivité globale du trafic.

**C** : facteur de cumul, avec :

$$C = [(1 + \tau)^{\rho} - 1] / \tau$$

Avec :

- **$\tau$**  : Taux de croissance du trafic.
- **$\rho$**  : Nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée.

### IV.2.2 Environnement

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement ; la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, la température a une influence marquée sur les propriétés des matériaux bitumineux et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants hydrauliques.

### IV.2.3 Sol support

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate-forme support de chaussée » constitué du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme. Les plates-formes sont définies à partir :

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

### IV.2.4 Matériaux

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

## IV.3 Chaussée

### IV.3.1 Définition

Au sens propre de la géométrie, c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules, et au sens structurel, elle est l'ensemble des couches de matériaux superposés et qui permettent la reprise des charges.

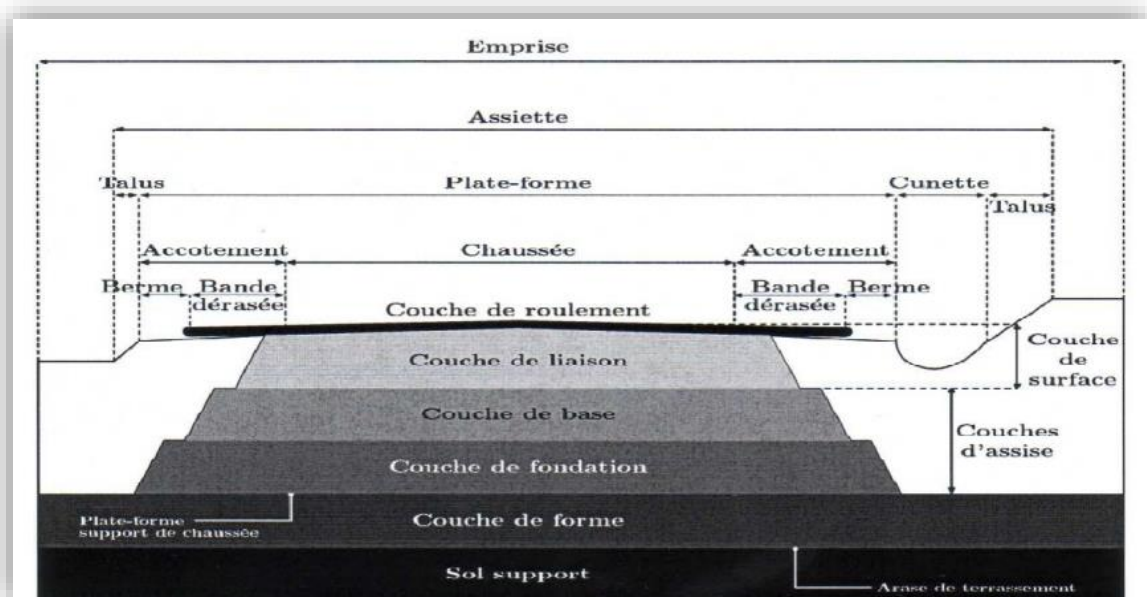


Figure IV-1 : Coupe transversale démontrant les différentes couches d'une chaussée souple.

### IV.3.2 Différents types de chaussées

Dans la réalisation des routes, on distingue trois types de chaussée :

- Chaussées souples.
- Chaussées semi-rigides.
- Chaussées rigide.

#### IV.3.2.1 Chaussées souples

Les chaussées souples sont constituées par des couches superposées de matériaux qui ne sont pas facilement affectés par une résistance à la traction.

Pour assurer parfaitement un confort idéal, les méthodes de dimensionnement exigent plusieurs couches exécutées en matériaux différents et des épaisseurs bien déterminées, ayant chacune un rôle aussi défini.

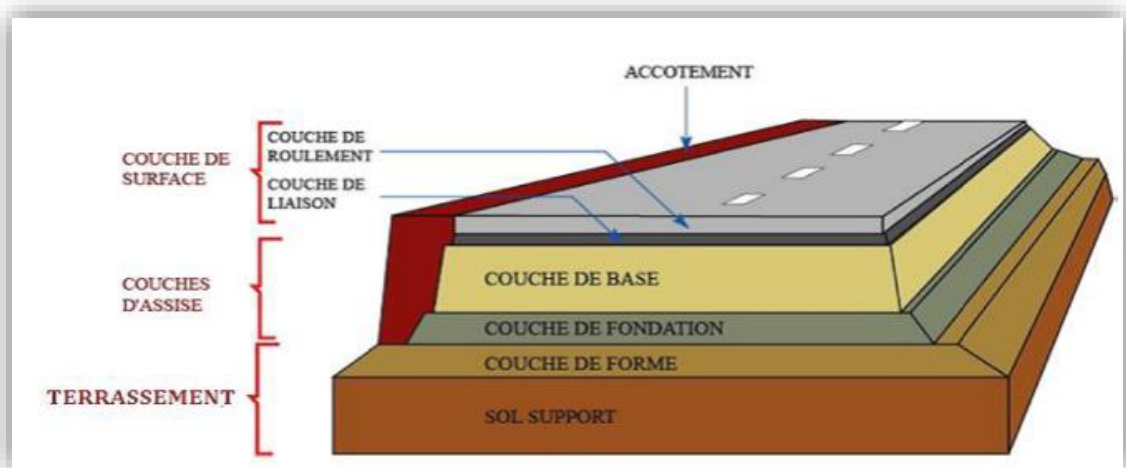


Figure IV-2: Structure type d'une chaussée souple.

- **Couche de surface** : la couche de surface est entre 6 et 8 cm d'épaisseur, elle est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures, son rôle essentiel est d'encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation. Elle est en général composée :
  - **D'une couche de roulement** en enrobés denses en béton bitumineux (BB), qui imperméabilise la surface de chaussée, et qui permet aussi d'assurer la sécurité et le confort des usagers.
  - **Et une couche de liaison** en enrobé semi-dense en béton bitumineux, qui a pour but d'assurer une transition avec la couche qui vient directement sous la couche de roulement.

- **Couche d'assise :** L'assise de la chaussée est généralement constituée de deux couches, la couche de fondation et par-dessus la couche de base. Ces couches sont généralement constituées de matériaux liés permettant à la chaussée de résister mécaniquement aux charges engendrées par le trafic. Elle est généralement composée de :
  - **Couche de base :** c'est une couche intermédiaire en grave concassée ou en grave bitume de 10 à 25 cm d'épaisseur, permet le passage entre la couche de roulement et la couche de fondation, elle est formée en général de grave concassée ou de grave bitume, tuf, sable gypseux. Elle est constituée avec beaucoup de soin, elle doit porter de meilleurs matériaux car les contraintes sont plus élevées vers la surface qu'au fond. Elle a pour rôle de résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi le lâche du sol, et aussi reprend les efforts verticaux et reparti les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous – jacentes.
  - **Couche de fondation :** C'est une couche inférieure du corps de la chaussée. Constituée en grave concassée, ou TVO (tout venant d'oued) d'environ 20 cm d'épaisseur. Elle assure un bon uni et une bonne portance de la chaussée finie, et aussi elle a le même rôle que celui de la couche de base.
  - **Couche de forme :** La couche de forme est une structure plus ou moins complexe entre 40 et 70 cm d'épaisseur, qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et disperser les matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée.

#### IV.3.2.2 Chaussées semi-rigides

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

- Les chaussées comportant une couche de base (une couche de fondation) traitée aux liants hydrauliques (ciment, granulats,).
- La couche de roulement, en enrobés hydrocarbonés et repose par l'intermédiaire d'une couche de liaison, également en enrobés, qui doit être de 15 cm d'épaisseur (ce type de chaussées n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie).
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux

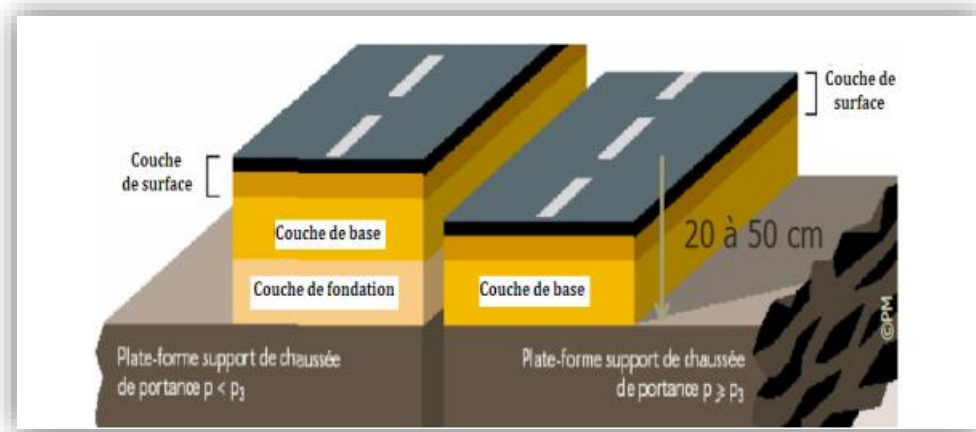


Figure IV-3: Structure type d'une chaussée semi-rigide.

### IV.3.2.3 Chaussées rigides

Une chaussée rigide est constituée d'un revêtement en béton de ciment pervibré ou fluide. En général, une chaussée en béton comporte à partir du sol, les couches suivantes :

- Une couche de forme.
- Une couche de fondation.
- Une couche de roulement (en béton de ciment correspondant à la couche de surface de la chaussée).

Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la couche de fondation n'est pas nécessaire.

La dalle en béton de ciment peut aussi être réalisée directement sur l'arase ou la plate-forme support de chaussée.

La chaussée rigide, la couche de surface, et la couche de base sont confondues, et ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie (sauf pour les chaussées aéronautique).

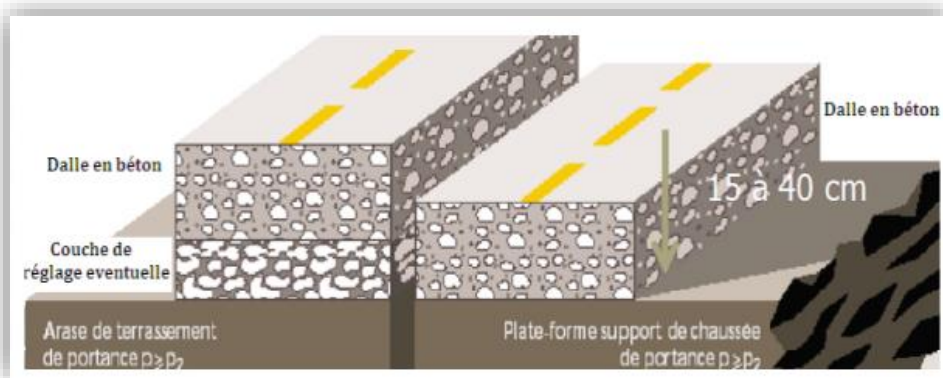


Figure IV-4: Structure type d'une chaussée rigide.

## IV.4 Méthodes principales de dimensionnement

On distingue deux familles de méthodes :

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

### IV.4.1 Méthode L.C.P.C (Laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées)

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donné par l'expression :

$$T_{eq} = \left[ \frac{TJMA \times a[(1 + \tau)^n - 1] \times 0.75 \times p \times 365}{(1 + \tau) - 1} \right]$$

Telle que :

**T<sub>eq</sub>** : trafic équivalent par essieu de 13t.

**TJMA** : trafic à la mise en service de la route.

**A** : coefficient qui dépend du nombre de voies.

**N** : durée de vie de la route.

**P** : pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente **e** (en fonction de **T<sub>eq</sub>**, **I<sub>CBR</sub>**) à partir de l'abaque **L.C.P.C**.

L'abaque LCPC est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

### IV.4.2 Méthode de C.B.R (Californian-Bearing-Ratio)

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

L'indice CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon.

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

L'épaisseur de la chaussée est donnée par la formule suivante :

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

**N** : nombre moyen de camion de plus 1.5 t à vide.

**Log** : logarithme décimal.

**I<sub>CBR</sub>** : indice CBR.

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

**e** : épaisseur de la chaussée.

#### IV.4.2.1 Notion de l'épaisseur équivalente

La méthode considère que la chaussée est constituée d'une seule couche d'un même matériau.

L'épaisseur de la couche obtenue est celle d'une grave concassée propre (grave de référence dont le coefficient d'équivalence est égal à l'unité).

La détermination des épaisseurs des différentes couches d'une chaussée en matériaux divers, est obtenue en utilisant des coefficients qui permettent de convertir l'épaisseur équivalente calculée en une épaisseur réelle de plusieurs couches.

L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches :

$$e_{eq} = (a_1 \times e_1) + (a_2 \times e_2) + (a_3 \times e_3)$$

(a<sub>1</sub>, e<sub>1</sub>) : couche de roulement.

(a<sub>2</sub>, e<sub>2</sub>) : couche de base.

(a<sub>3</sub>, e<sub>3</sub>) : couche de fondation.

Avec :

- a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub> : coefficients d'équivalences.
- e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>3</sub> : épaisseur réelles des couches.

Les valeurs usuelles des coefficients d'équivalence suivant les matériaux utilisés, sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV-1 : Coefficients d'équivalence des différents matériaux. [7]

Matériaux utilisés	Coefficients d'équivalences
<b>Béton bitumineux - enrobé dense :</b>	
Epaisseur <5cm	1.7
Epaisseur =5cm	1.8

Epaisseur de 5 à 7cm	2.0
Epaisseur >7cm	2.2
<b>Grave bitume :</b>	
Epaisseur ≤10cm	1.2
Epaisseur >10cm	1.4
Epaisseur de l'ordre de 15cm	1.6
Epaisseur de l'ordre de 20cm	1.7
<b>Grave ciment - grave laitier</b>	1.5
<b>Sable ciment</b>	1.00 à 1.20
<b>Grave concassée ou gravier</b>	1.00
<b>Grave roulée – grave sableuse – TVO</b>	0.75
<b>Sable</b>	0.5
<b>Tuf</b>	0.60

#### IV.4.3 Méthode des catalogues de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

[8]

L'utilisation des catalogues de dimensionnement des chaussées neuves fait appel aux paramètres suivants :

- Type de réseau principal.
- Risque de calcul.
- Durée de vie.
- Les données climatiques.
- Le trafic.
- Le sol support de chaussée.
- Les caractéristiques des matériaux.

##### IV.4.3.1 Démarche du catalogue [9]

L'organigramme suivant indique la succession des étapes de calcul avec le CTTP pour la détermination de la structure optimale de dimensionnement.

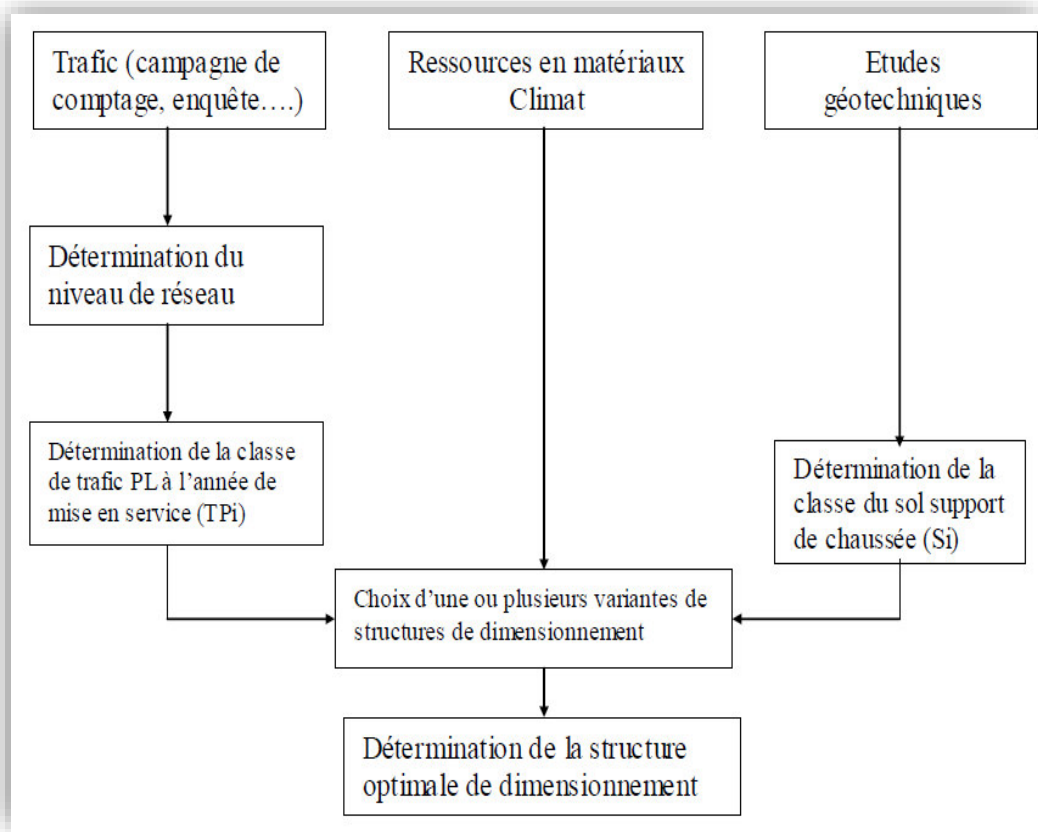


Figure IV-5: Démarche du catalogue CTPP.

#### IV.4.3.2 Type de réseaux principaux [10]

Les réseaux principaux se composent des routes reliant :

- Les chefs-lieux de wilaya.
- Les ports, les aérodromes et les postes frontaliers.
- Les principales agglomérations et importantes zones industrielles.

La classification de ces réseaux principaux se fait d’après le tableau suivant

Tableau IV-2: Classification des réseaux principaux.

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

- **Réseau secondaire** : ce réseau se compose du reste des routes qui ne sont pas classées en **RP**, son linéaire total est de l’ordre de 7900 km.

#### IV.4.3.3 Risque de calcul

Compte tenu du caractère probabiliste relatif au dimensionnement des chaussées dû à l'importance de la dispersion et du caractère aléatoire des essais de fatigue, l'objectif qui est retenu est que la probabilité d'apparition des dégradations avant une période donnée de x

années soit inférieure à une valeur fixée. Cette probabilité de rupture est appelée **le risque de calcul** et la période de x années la **durée de vie**, ou durée du dimensionnement.

**Définition du risque** : Un risque r% sur une période de x années pris pour le dimensionnement de la chaussée, est la probabilité pour qu'apparaissent au cours de ces x années des dégradations structurelles qui impliqueraient des travaux de renforcement de la chaussée.

Les niveaux de risque choisis sont en fait en étroite relation avec les options retenues par le maître de l'ouvrage, en matière de niveau de service et de stratégie d'investissement et d'entretien (détail mentionné dans le fascicule 1 : notice d'utilisation). Les risques de calcul (r %) adoptés dans le dimensionnement des structures qui sont en fonction du trafic et du niveau de réseau principal, ils sont donnés dans les tableaux 3 et 4 ci-dessous.

**Tableau IV-3: Risques adoptés pour le réseau RP1 (selon CTTP fascicule2).**

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

Avec :

**GB** : grave bitume, **GL** : grave laitier, **BCG** : béton de ciment goujonné, **SB** : sable bitume, **GNT** : grave non traité, **SG** : sable gypseux, **AG** : arène granitique, **TUF** : encroutement calcaire.

**Tableau IV-4: Risques adoptés pour le réseau RP2 (selon CTTP fascicule2).**

Risque de trafic					
	(TPLi)	TPL0	TPL1	TPL2	TPL3
	(PL/j/sens)				
<b>Risque (%)</b>	GNT/GNT, TUF/TUF, SG/SG ; SB/SG		25		20

**IV.4.3.4 Durée de vie**

La durée de vie est en étroite relation avec la stratégie d’investissement retenue par le maître de l’ouvrage. Elle correspond à un investissement initial moyen à élever et des durées de vie allant de **15 à 25ans** en fonction du niveau de réseau considéré.

Les durées de vie fixées par niveau de réseau principal (RP1, RP2) et par matériaux types sont synthétisées dans le tableau suivant :

**Tableau IV-5: Durée de vie des différents matériaux (selon CTTP fascicule 2).**

Niveau de réseau Principal (RPi)	Matériaux types	Structures types	Durée de vie (année)
<b>RP1</b>	MTB (matériaux traités au bitume)	GB/GB, GB/GNT, GB/TUF, GB/SG	20
	MTLH (matériaux traités aux liants hydrauliques)	GL/GL	20
		BCg	25
<b>RP2</b>	MNT (matériaux non traités)	GNT/GNT, TUF/TUF, SG/SG, AG/AG	15
	MTB (matériaux traités au bitume)	SB/SG	15

**IV.4.3.5 Données climatiques**

Les données directement utilisées dans le calcul de dimensionnement des chaussées se rapportent à :

- **L’état hydrique du sol support** : IL est pris en compte à travers la portance du sol support. Cette portance est estimée à partir d’un essai de poinçonnement CBR dont les conditions d’imbibition (immédiat ou à 4jours) sont liées à la zone climatique. Ces derniers de l’Algérie sont mentionnés dans le tableau suivant :

**Tableau IV-6: Zone climatique de pluviométrie (selon CTTP fascicule 2).**

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Région
<b>I</b>	>600	très humide	Nord
<b>II</b>	350 – 600	humide	Nord, hauts-plateaux
<b>III</b>	100 – 350	semi-aride	Hauts-plateaux
<b>IV</b>	<100	aride	Sud

- **Cycles saisonniers de température :** les cycles saisonniers de température qui influent sur les caractéristiques mécaniques des matériaux bitumineux (GB, BB, SB) sont pris en compte à travers la notion de température équivalente.

Température équivalente : le calcul de dimensionnement est fait pour une température constante dite température équivalente  $\theta_{eq}$ . Cette dernière se détermine par application du cumul des dommages de la loi de Miner.

Les valeurs de température équivalente ( $\theta_{eq}$ ) retenues pour le calcul du dimensionnement sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV-7: Choix des températures équivalentes (selon CTTP fascicule 2).

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

#### IV.4.3.6 Trafic

- **Définition du poids lourd :** Un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 35KN (3.5tonnes) de poids total autorisé en charge (PTAC).
- **Répartition transversale du trafic :** En absence d’informations précises sur la répartition des poids lourd sur les différentes voies de circulation, on adoptera les valeurs suivantes :
  - Chaussées unidirectionnelles à 2 voies : 90% du trafic PL sur la voie lente de droite.
  - Chaussées unidirectionnelles à 3 voies : 80% du trafic PL sur la voie lente de droite.
  - Chaussées bidirectionnelles à 2 voies : 50% du trafic PL.
  - Chaussées bidirectionnelles à 3 voies : 50% du trafic PL/voie lente.
- **Détermination de la classe de trafic (TPLi) :** Le tableau suivant donne par niveau de réseau (RP1 ou RP2) les classes de trafic adoptées dans les fiches structure de dimensionnement, en nombre de PL par jour et sens à l’année de mise en service :

Tableau IV-8: Classes de trafic TPLi adoptées (selon CTTP fascicule2).

		TPL0	TPL1	TPL2	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
(PL/J/SENS)	RP1	-	-	-	150 à 300	300 à 600	600 à 1500	1500 à 3000	3000 à 6000
	RP2	0 à 50	50 à 100	100 à 150	150 à 300	-	-	-	-

- **Calcul du trafic cumulé de PL (TCi) :** le **TCi** est le trafic cumulé de **PL** sur la période considérée pour le dimensionnement (durée de vie). Il est donné par la formule suivante :

$$TCi = TPLi \times 365 \times \left[ 1 + \frac{(1 + \tau)^{n+1}}{\tau} \right]$$

Ou :

- **τ :** taux d'accroissement géométrique de 4%, résulte d'une enquête nationale de trafic.
- **n :** durée de vie.

- **Calcul du trafic cumulé équivalent (TCEi) :** le **TCEi** est le trafic à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée. En Algérie, l'essieu de référence standard est isolé à roues jumelées de 130 KN.

Le calcul de TCEi fait intervenir l'agressivité (A) des PL, est donnée par la formule :

$$TCEi = TPLi \times C \times A \times 10^3$$

Avec :

$$C = 365 \times \frac{(1+\tau)}{\tau} \times 10^{-3} \quad (\text{Appelé facteur de cumul})$$

Tableau IV-9: Valeurs du facteur de cumul C (selon CTTP fascicule2).

n (année)	10	15	20	25
τ(%)				
2	4	6.3	8.9	11.7
4	4.4	7.3	10.9	15.2
7	5	9.2	15	23.1
10	5.8	11.6	20.9	35.9

**A :** Coefficient d'agressivité des PL par rapport à l'essieu de référence de 13 tonnes, ces coefficients ont été calculés conformément à la norme **NFP98-082**, à partir des histogrammes de charges obtenus lors de différentes campagnes nationales de pesages des poids lourds.

Leurs résultats de calculs sont donnés dans le tableau ci-après :

Tableau IV-10: Valeurs du coefficient d'agressivité A (selon CTTP fascicule2).

Niveau de réseau principal (R <sub>Pi</sub> )	Types de matériaux et structures	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GB, GB/TUF, GB/SC...	0.6
	Chaussées à matériaux traités aux liants hydrauliques : GL/GL, BCg/GC	1
RP2	Chaussées à matériaux non traités : GNT/GNT, TUF/TUF, SG/SG, AG/AG	0.6
	Chaussées à matériaux traités au bitume : SB/SG	0.4
RP1 et RP2	Sol support (calcul de $\epsilon_{z,adm}$ )	0.6

#### IV.4.3.7 Classes de sols supports

Le sol support de chaussée est assimilé à un massif demi-infini élastique, homogène et isotrope. Les classes de portances sont données dans le tableau ci-après :

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

Tableau IV-11: Classes de portance de sols Si (selon CTTP fascicule1).

Classe de portance (Si)	S4	S3	S2	S1	S0
E modules (MPa)	15 - 25	- 50	- 125	- 200	

- Calcul de déformations admissibles sur le sol support :

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

#### IV.4.3.8 Matériaux

Les performances mécaniques des matériaux sont différentes et sont en fonction de leurs nature, on distingue les matériaux traités au bitume (MTB), et les matériaux non traités (MNT).

1. **Performances mécaniques :** les performances mécaniques relatives aux matériaux traités au bitume et matériaux non traités, sont données dans les tableaux ci-dessous :

Tableau IV-12: Performances mécaniques des matériaux traités au bitume (selon CTTP fascicule2).

Matériaux (MTB)	E (30°C, 10Hz) (Mpa)	E (25°, 10Hz) (Mpa)	E (20°, 10Hz) (Mpa)	E (10°, 10Hz) (Mpa)	$\epsilon_6(10^\circ, 10^6 \text{ Hz})$	-1/b	SN	Sh (cm)	$\nu$	Kccal age
BB	2500	3500	4000	-	-	-	-	-	0.35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3
SB	1500	-	-	3000	245	7.63	0.68	2.5	0.45	1.3

E (30°C, 25°C, 20°C, 10°C) : module complexe en Mpa des matériaux à température variable.

Kc : facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul avec le comportement observé sur chaussées.

SN : dispersion sur la loi de fatigue.

Sh : dispersion sur les épaisseurs (cm).

$\epsilon_6(10^\circ C, 25Hz)$  : Déformation détenue au bout de  $10^6$  cycles avec une probabilité de rupture de 50% à 10°C et 25Hz (essai de fatigue).

Tableau IV-13: Performances mécaniques des matériaux non traités (selon CTTP fascicule2).

Niveau de la couche	Modules des MNT (Mpa)	Valeurs de k	$\nu$
Base (15 ≤ h ≤ 20 cm)	GNT = 500	2.5	0.25
	TUF 1 = 500	2	0.25
	TUF 2 = 300	2	0.25
	SG 1 = 700	2	0.25
	SG 2 = 300	2	0.25
	AG = 300	2	0.25
Fondation (en sous couches de 25 cm)	$E_{MNT}(\text{sous couche } 1) = k E_{\text{sol support}}$ $E_{MNT}(\text{sous couche } i) = k E_{MNT}(\text{sous couche } i - 1)$ Avec $E_{MNT}$ borné à 350 Mpa.		
Fondation Sous GB et SB (GB/MNT)	$E_{MNT}(\text{sous couche } 1) = k E_{\text{sol support}}$ (avec k idem ci-dessus) $E_{MNT}(\text{sous couche } i) = k E_{MNT}(\text{sous couche } i - 1)$ Avec $E_{MNT}$ borné à 350 Mpa.		

2. Calcul des sollicitations admissibles : les sollicitations admissibles pour chaque type de matériaux sont calculées à partir des relations suivantes :

- **Matériaux traités au bitume :**

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) \times k_{ne} \times k_{\theta} \times k_r \times k_c$$

**Kne** : facteur lié au nombre cumulé d'essieu équivalent supporté par la chaussée.

**Kθ** : facteur lié à la température.

**Kr** : facteur lié au risque et aux dispersions.

**Kc** : facteur lié au calage des résultats du module de calcul avec le comportement observé sur chaussées.

Avec :

$$K_{ne} = \left(\frac{10^6}{TCEi}\right)^b ; k_{\theta} = \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}} ; k_r = 10^{-tb\delta}$$

Avec :

**b**: pente de la droite de fatigue (b<0).

**E (10°C)** : module complexe du matériau bitumineux à 10°C.

**E (θeq)** : module complexe du matériau bitumineux à la température équivalente de la zone d'étude.

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

**c** : coefficient égal à 0.02.

**t** : fractale de la loi normale, qui est fonction du risque adopté (r%). Mentionnée dans le tableau :

**Tableau IV-14: Valeurs de t en fonction de r% (selon CTTP fascicule2).**

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

- **Matériaux non traités** : il n'existe pas de calcul pour ce type de matériau, il faut assurer le bon choix des caractéristiques des matériaux afin d'avoir une bonne tenue à l'orniérage.

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

- **Matériaux traités au bitume (MTB) :** Faudra vérifier que  $\epsilon_z$  et  $\epsilon_t$  calculées à l'aide d'Alizé, sont inférieure aux valeurs admissibles ( $\epsilon_{z,adm}$  et  $\epsilon_{t,adm}$ ) calculées avec CTPP.

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

- **Matériaux non traités (MNT) :** Dans le cas des MNT la seule vérification est à faire sur le sol support.

$$\epsilon_z < \epsilon_{z,adm}$$

## IV.5 Application au projet

D'après le rapport géotechnique, nous avons comme donnés pour le démarrage de calcul, l'indice CBR qui égale à  $I_{CBR} = 11.21$ , implique : la classe de portance de notre sol est de **S2** (portance moyenne).

### IV.5.1 Méthode C.B.R

- **Données de calcul**

Environnement : **E3**

Le trafic à l'an 2015 :  $TJMA_{2015} = 2600 \text{ v/j}$

Le taux d'accroissement annuel du trafic noté :  $\tau = 4\%$

La vitesse de base sur le tracé :  $V_b = 60 \text{ km/h}$

Le pourcentage de poids lourds du trafic :  $PL = Z = 20\%$

L'année de mise en service sera en : 2025.

La durée de vie estimée de :  $n = 20 \text{ ans}$

Indice CBR :  $I_{CBR} = 11.21$

- **Répartition de trafic**

$$TJMA_{2015} = 2600 \text{ v/j}$$

$$TJMA_h = TJMA_0 (1 + \tau)^n = 3849 \text{ v/j}$$

$n$  : différence d'années entre  $TJMA_h$  et  $TJMA_0$

$T$  : nombre de camions par jour de plus de 1.5t

$$TPL_{2025} = TJMA_{2025} \times PL = 3849 \times 0.2$$

$$TPL_{2025} = 770 \text{ PL/j}$$

$$TPL_{2045} = 770 \times (1 + 0.04)^{20} = 1687 \text{ v/j}$$

Calcul de l'épaisseur équivalente :

Rappel :

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

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times [75 + (50 \times \log \frac{1684}{10})]}{11.21 + 5} = \frac{575.12}{16.21} = 35.47 \text{ cm}$$

On prend l'épaisseur, d'après le calcul, égale à :

$$e = 35.5 \text{ cm}$$

On calcule l'épaisseur équivalente en fixant les valeurs des épaisseurs de **e1** et **e2**, puis on calcule **e3**.

**e1** : couche de roulement en béton bitumineux = 6 cm.

**a1** : coefficient d'équivalence de béton bitumineux = 2.

**e2** : couche de base en grave bitume = 8 cm.

**a2** : coefficient d'équivalence de grave bitume = 1.2.

**e3** : couche de fondation en grave concassée = à calculer.

**a2** : coefficient d'équivalence de grave concassé = 1

Avec :

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

$$(2 \times 6) + (1.2 \times 8) + (1 \times e3) = 35.5$$

D'où : **e3 = 14cm**

Le sol de notre projet est de moyenne portance, donc ça ne nécessite pas d'ajouter une couche de forme ou bien l'améliorer.

Les résultats de calculs effectués avec la méthode CBR, seront donnés dans le tableau suivant :

Tableau IV-15: Tableau représente la couche d'assise avec épaisseur réelle et équivalente.

Couches	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence	Epaisseur équivalente (cm)
BB	6	2	12
GB	8	1.2	9.5
GC	14	1	14
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>		<b>35.5</b>

Notre structure comporte alors:

**6 cm (BB) + 8 cm (GB) + 14 cm (GC).**

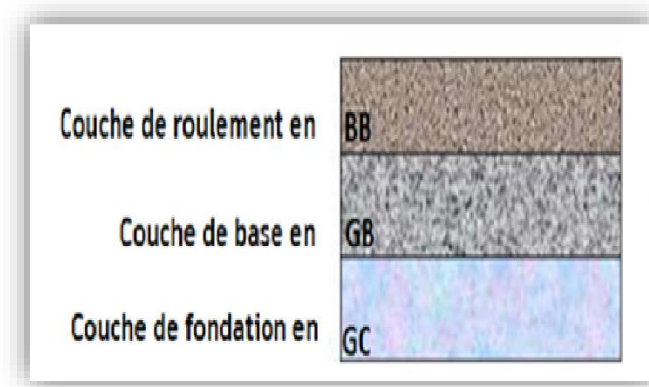


Figure IV-6: Structure de notre chaussée d'après méthode CBR.

#### IV.5.2 Méthode de catalogue des chaussées neuves (CTTP)

##### ✚ Données de notre projet :

Année de comptage : 2015.

Année de mis en service : 2025.

Taux de croissance : 4%.

PL : Z= 50%/ voie lente.

$TJMA_{2015} = 2600$  v/j.

Durée de vie de : 20 ans.

Année horizon : 2025/2045.

##### ✚ Détermination de type de réseau :

D'après le catalogue, et le tableau IV-2 on a la classification du réseau principal tel que :

$TJMA_{2025} = 3849$  v/j > 1500 v/j      D'où le réseau est principal : **RP1**

##### ✚ Températures :

La température conforme à la zone d'étude du projet selon les tableaux IV-6 et IV-7 est :  $\theta_{eq} = 20^{\circ}C$

##### ✚ Détermination de la classe du trafic :

- **Définition du poids lourd** : un poids lourd (PL) est un véhicule de plus de 35 KN (3.5 tonnes) de poids total en charge (PTC)
- **Répartition transversale du trafic** : en absence d'informations précises sur la répartition des poids lourds sur les différentes voies de circulation, on adoptera la valeur suivante selon la B40 : **chaussées bidirectionnelles (3 voies) ; 50% du**

trafic PL sur la voie lente de droite.  $\Rightarrow TPL_{2025} \times 50\% = 770 \times 0.5 = 385 \text{ PL/j}$

- Détermination de la classe du trafic (TPLi) : D'après le résultat de calcul déjà obtenu, on a :  $TPL_{2025} = 385 \frac{PL}{j}$
- Classe TPLi pour RP1 :

Tableau IV-16: Classes de trafics TPLi (selon CTTP fascicule2).

TPLi	TPL3	TPL4	TPL5	TPL6	TPL7
PL/j/sens	150 - 300	300 - 600	600 - 1500	1500 - 3000	3000 - 6000

D'après le tableau IV-16 portant sur les classes de trafics extrait du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves CTTP fascicule 2, et le taux de poids lourds en 2025 calculé qui égale à 385 PL/j, on a la classe de trafic **TPL4**.

- Calcul du trafic cumulé de PL (TCi) :

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

$$TCi = 385 \times 365 \times \frac{(1 + 0.04)^{20} - 1}{0.04}$$

$$TCi = 4184564.49 \text{ TPL/j}$$

$$TCi = 4.18 \times 10^6 \text{ TPL/j}$$

- Calcul de trafic cumulé équivalent (TCEi) :

$$TCEi = TCi \times A \left( \frac{TPL}{j} \right)$$

Comme les matériaux qui seront utilisés sont traités au bitume et selon le tableau IV-10 correspondant les valeurs de coefficient d'agressivité, la valeur de  $A = 0.6$

Donc :

$$TCEi = 4.18 \times 10^6 \times 0.6 = 2.51 \times 10^6$$

$$TCEi = 2.51 \times 10^6 \text{ TPL/j}$$

- ✚ **Classe de sol support** : d'après le tableau ci-dessous, la classe de sol support se détermine avec la formule de YOUNG suivante :

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

Tableau IV-17: Classes de portance du sol en fonction de Module de Young.

Classe de portance (Si)	S4	S3	S2	S1	S0
E modules (MPa)	15	25	50	125	200

La classe de portance du sol de notre zone d'étude est de S2 portance moyenne. Il n'est pas nécessaire d'améliorer la couche de forme.

Choix de structure de la chaussée du projet suivant le CCTP est donc :

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

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










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

Figure IV-7: Structure de chaussée de notre projet d'après le CCTP-fascicule3. [11]

Les résultats déduits de la méthode de dimensionnement des chaussées neuves, on a obtenus les couches de structure comme suit :

$$6\text{cm (BB)} + 15\text{cm (GB)} + 35\text{cm (GNT)} = 56\text{ cm}$$



Figure IV-8: Structure de notre chaussée d'après CTTp.

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

Pour effectuer la vérification, il faut vérifier l'inégalité tel que :  $\epsilon_t$  et  $\epsilon_z$  calculées à l'aide du logiciel alizé, soit inférieure aux valeurs admissibles ( $\epsilon_{t,adm}$ ,  $\epsilon_{z,adm}$ ) calculées par la méthode du CTTp.

On calcule les déformations admissibles du sol support et de traction ( $\epsilon_{z,adm}$ ), ( $\epsilon_{t,adm}$ ) par ordre.

- Calcul de déformation admissible du sol support :

$$\epsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (2.51 \times 10^6)^{-0.235} = 689.44 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_{z,adm} = 689.44 \times 10^{-6}$$

- Calcul de déformation admissible à la base de MTB GB :

$$\epsilon_{t,adm} = \epsilon_6(10^\circ C, 25\text{Hz}) \times kne \times k\theta \times kr \times kc$$

$$kne = \left(\frac{10^6}{TCEi}\right)^b ; k\theta = \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta eq)}} ; kr = 10^{-tb\delta}$$

- **b**: pente de droite de fatigue = -0.146.
- **E (10°C)** : du tableau n°12= 12500 MPa.
- **E (θeq= 25°C)** : du tableau n°12= 7000 MPa.
- **t**: fractile de loi normale, du tableau n°14= 1.036 en fonction de risque de calcul r%=15.
- **r%** : pour le réseau RP1 ⇒ TPL=15 du tableau n°3.

- $\delta$  : la dispersion  $\delta = \sqrt{SN^2 + \left(\frac{c}{b} \times Sh\right)^2}$ 
  - o SN : dispersion sur la loi de fatigue du tableau IV-12 = 0.45.
  - o c: coefficient = 0.02.
  - o Sh : dispersion sur les épaisseurs (cm) du tableau IV-12 = 3.
- kc: facteur lié au calage des résultats du modèle de calcul du tableau IV-12 = 1.3.

Calcul numérique :

$$kne = 1.14$$

$$k\theta = 1.34$$

$$kr = 1.24$$

$$\epsilon_6(10^\circ C, 25Hz) = 100 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times 1.14 \times 1.34 \times 1.24 \times 1.3 = 246.25 \times 10^{-6}$$

$$\epsilon_{t,adm} = 246.25 \times 10^{-6}$$

A l'aide du logiciel ALIZE 2 pour la vérification de la structure proposée, ce dernier nous fournit les résultats ci-après :

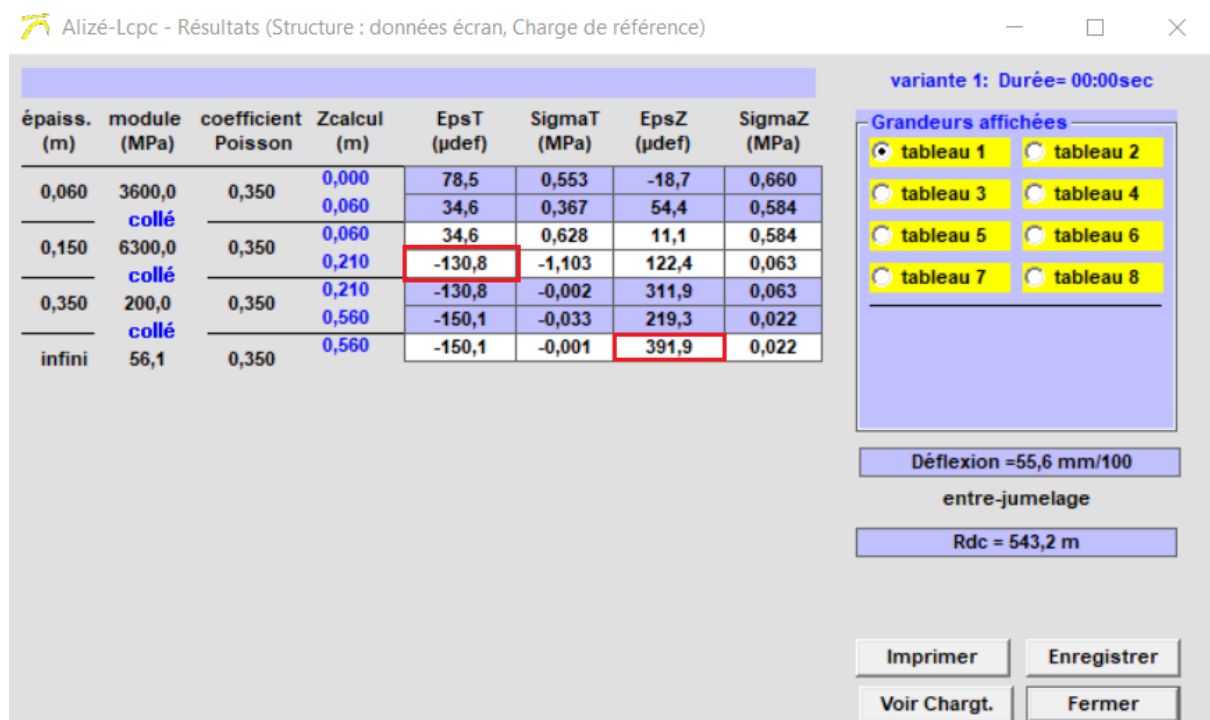


Figure IV-9: Résultats de calcul des déformations avec ALIZE.

Tableau IV-18: Résultats de calcul des déformations.

	Déformation calculés avec ALIZE LCPC	Déformation admissibles calculés
$\epsilon_z$ sol support	$391.9 * 10^{-6}$	$689.44 * 10^{-6}$
$\epsilon_t$ à la base de GB	$130.8 * 10^{-6}$	$246.25 * 10^{-6}$

Les résultats des déformations admissibles calculés sont supérieurs à ceux obtenus avec ALIZE, donc les inégalités telles que  $(\epsilon_t < \epsilon_{t,adm})$  et  $(\epsilon_z < \epsilon_{z,adm})$  sont confirmées, cela signifie que le choix des couches effectué est correct.

## IV.6 Conclusion

L'application des méthodes CBR et CTTP, nous donnent la différence suivante :

Méthode CBR Améliorée	Méthode CTTP
6BB + 8GB + 14GC	6BB + 15GB + 35GNT

Le choix de la structure de la chaussée doit d'abord résulter de la prise en considération des contraintes techniques, mais il doit aussi prendre en compte les contraintes économiques imposées au projet ou attachées au choix même de la structure.

L'épaisseur du corps de chaussée, obtenue avec la méthode CBR est moins importante que la méthode CTTP.

Ceci fait que la méthode CBR nous donne le corps de chaussée le plus économique, donc on la choisit pour le dimensionnement du corps de chaussée de notre projet.

# **Chapitre V : Caractéristiques géométriques**

## **V.1 Introduction**

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain. De plus, la surface de roulement d'une route est une conception dans l'espace, définie géométriquement par trois groupes d'éléments, qui sont :

- Tracé de son axe en situation ou en plan.
- Profil en long.
- Profil en travers.

## **V.2 Présentation brève du logiciel PISTE**

Parmi les logiciels existants dans le domaine des travaux publics adapté à la conception des ouvrages linéaires tel que les tracés routiers, on trouve le logiciel PISTE

C'est un outil de base pour les bureaux d'études devant concevoir des projets linéaires de génie civil, depuis le simple chemin de remembrement jusqu'au projet autoroutier, en passant par les projets de renforcement de chaussées existantes. Sa souplesse lui permet en outre, de pouvoir traiter toutes les études modélisables par profils en travers (canaux, digues, barrages, voies ferrées, travaux aéroportuaires, tranchées...).

## **V.3 Tracé en plan**

### **V.3.1 Introduction**

Le tracé en plan est la représentation sur un plan horizontal de l'axe de la route, ce plan est en général soit ; une carte topographique, une image satellitaire, un plan de situation, ou une carte du relief du terrain, représentée par des courbes de niveaux.

Ce tracé est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

### **V.3.2 Règles à respecter dans le tracé en plan**

Pour faire une bonne conception de tracé en plan dans les normes, il est recommandé de :

- Eviter les franchissements des oueds, afin d'éviter la construction des ouvrages d'art pour des raisons économiques.
- Appliquer les normes de conception, par exemple les normes de la B-40. L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel, en cherchant un équilibre entre le volume des remblais et celui des déblais.

- Eviter de passer sur des terrains agricoles, des zones forestières et les propriétés privées.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Construire 60% des alignements au plus de la longueur totale du trajet.

### V.3.3 Eléments du tracé en plan

Les éléments du tracé en plan sont les suivants :

- ✓ Des droites (alignements).
- ✓ Des arcs de cercle.
- ✓ Courbes de raccordement de courbures progressives (clothoïdes).

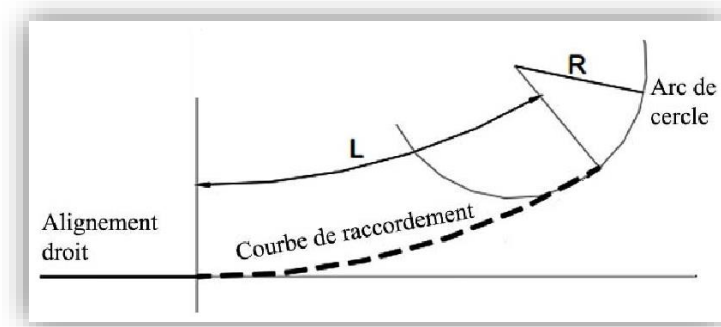


Figure 0-1: Eléments du tracé en plan.

#### V.3.3.1 Alignements (droites)

La longueur des alignements dépend de la vitesse de base ( $V_b$ ).

- **La longueur minimale  $L_{min}$** : est celle qui sépare deux courbes circulaires de même sens, elle correspond à un chemin parcouru durant un temps de 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon de deux arcs de cercles.

$$L_{min} = T \times \frac{V_b}{3.6}$$

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

$T$  : temps égal à 5 secondes.

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

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

### V.3.3.2 Arcs de cercle

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe tels que ; stabilités des véhicules en courbe ; visibilité en courbe et inscription des véhicules longs dans **les rayons faibles**.

Le dimensionnement du rayon du tracé en plan et des dévers correspondant est lié à :

- La dynamique des véhicules.
- Conditions de contact pneu/chaussée (stabilité).
- Confort de l'utilisateur.

**Paramètres fondamentaux :** Ce projet est une route de catégorie C3, dans un environnement E3, avec une vitesse de base de  $V_b=60$  km/h. ces données nous aident à tirer les caractéristiques suivantes qui sont inspirées des normes de la B-40 :

Tableau 0-1: Paramètres fondamentaux.

Paramètres	symbole	valeur
Temps de perception réaction (s)	$t_l$	2
Frottement longitudinal	$f_L$	0.46
Distance de freinage (m)	$d_0$	31
Distance d'arrêt (m)	$d_l$	64
Distance de visibilité de dépassement min (m)	$d_m$	250
Distance de visibilité de dépassement normal (m)	$d_n$	350
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	$d_{md}$	120

#### V.3.3.2.1 Stabilité des véhicules en courbe

Dans une courbe de rayon  $R$ , de dévers  $d$ , un véhicule de masse  $m$  circulant à la vitesse  $v$ , est sollicité par une **force centrifuge** donnée par la formule ci-dessous :

$$F_c = \frac{mv^2}{R}$$

Afin de réduire l'effet de cette force (éviter le phénomène de dérapage), la chaussée est inclinée transversalement (dévers) vers l'intérieur du virage (exprimé par sa tangente).

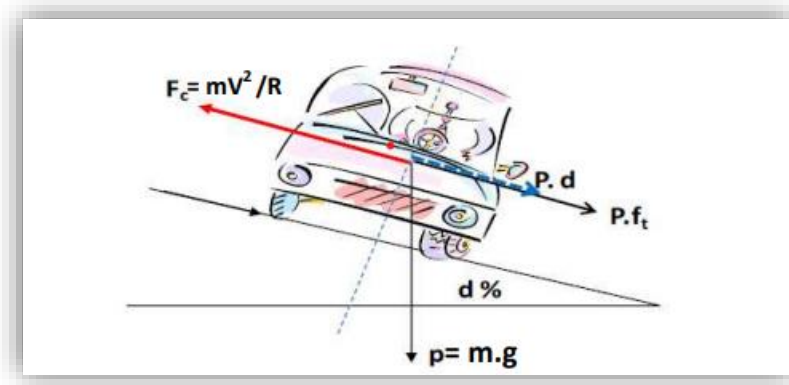


Figure 0-2: Schématisation de la force centrifuge.

**d**: dévers, selon la B-40 :

**F** : force centrifuge.

**P** : poids de véhicule.

**f<sub>t</sub>**: coefficient de frottement transversale :

Tableau 0-2: Valeurs du coefficient de frottement transversal.

Vitesse de base V <sub>b</sub> (km/h)	40	60	80	100	120
f <sub>t</sub>	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11

a. Rayon minimal admissible

$$R = \frac{V_b^2}{127(d + f_t)}$$

b. Rayon minimum absolu (R<sub>Hm</sub>):

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

c. Rayon minimal normal (R<sub>HN</sub>) :

$$R_{HN} = R_{Hm}(v_b + 20)$$

$$R_{HN} = \frac{(v_b + 20)^2}{127 \times (d_{max} + f_t)}$$

d. Rayon au dévers minimum (R<sub>Hd</sub>) :

$$R_{Hd} = \frac{v_b^2}{127(2 \times d_{min})}$$

e. Rayon non déversé ( $R_{Hnd}$ ) :

$$R_{Hnd} = \frac{v_r^2}{127(f' - d_{min})}$$

Avec :

$f' = 0.07$  pour catégorie 3.

f. Règles pour l'utilisation des rayons en plan

- Il n'y a aucun rayon  $\leq R_{Hm}$ . On utilise autant que possible des rayons  $> R_{HN}$ .
- Les rayons compris entre  $R_{Hm}$  et  $R_{HN}$  sont au  $d_{min}$ , mais des 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.
- Tous les rayons déversés (compris entre  $R_{Hm}$  et  $R_{Hnd}$ ) sont munis de courbes de raccordement progressif.

#### V.3.3.2.2 Visibilité en courbe

Pour avoir une bonne visibilité dans les courbes, on essaie de choisir des rayons les plus grands que possibles afin d'éviter de descendre en dessous du rayon minimum.

Un véhicule long à 2 essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit. Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur-largeur par rapport à sa largeur normale en alignement.

La sur-largeur est calculée par la formule ci-après :

$$S = \frac{L^2}{2 \times R^2}$$

$L$  : la longueur du véhicule (valeur standard de 10 m).

$R$  : rayon inférieur à 200 m.

Donc la formule de calcul de la sur-largeur est confort à :  $S = \frac{50}{R^2}$

#### V.3.3.3 Courbes de raccordement progressives (clothoïdes)

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

a. **Expression de la clothoïde :** Une clothoïde est une courbe plane dont la courbure en un point est proportionnelle à l'abscisse curviligne du point. Elle est définie par :

$$A = \sqrt{RL}$$

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

b. **Éléments de la clothoïde :**

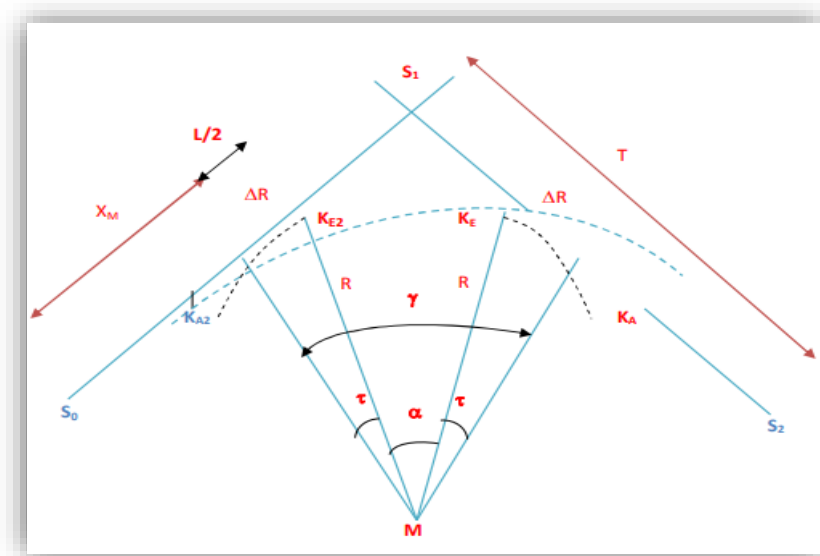


Figure 0-3: Les éléments de la clothoïde.

- **A** : paramètre de la clothoïde.
- **M** : centre de cercle.
- **R** : rayon de cercle.
- **KA** : origine de clothoïde.
- **KE** : extrémité de la clothoïde.
- **L** : longueur de la branche de la clothoïde.
- **ΔR** : mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage).
- **Xm** : abscisse du centre du cercle.
- **τ** : angle des tangentes.
- **X** : abscisse de KE.
- **Y** : origine de KE.
- **TK** : tangente courte.
- **TL** : tangente longue.

- $S_L$  : corde ( $K_A-K_E$ ).
- $\sigma$  : angle polaire (angle de corde avec la tangente).

**c. Conditions de raccordement :**

Le choix du paramètre **A** de la clothoïde doit respecter les trois conditions, qui nous permet de fixer la longueur minimale de raccordement, qui sont :

- ❖ Condition de confort optique.
- ❖ Condition de gauchissement.
- ❖ Condition de confort dynamique.

**✚ 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. Selon la B-40 on distingue :

$$\frac{R}{3} < A < R \qquad \text{D'où } A = \sqrt{R \times L}$$

- $R \leq 1500 \text{ m}$                       alors :  $\Delta R = 0.5 \text{ m}$  et  $L = \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$
- $1500 < R < 5000 \text{ m}$               alors :  $L > R/9$
- $R > 5000 \text{ m}$                         alors  $R = 2.5 \text{ m}$  et  $L = \sqrt{7.75 \times R}$

**✚ Condition de confort dynamique**

Cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, et imposer une variation limitée.

$$\text{D'où : } L > \left[ \frac{Vr^2}{18} \times \left( \frac{Vr^2}{127 \times R} - \Delta d \right) \right]$$

Avec :

- **Vr** : vitesse de référence (vitesse de base) en (km/h).
- **R** : rayon (m).
- **Δd**: variation de dévers.

**✚ Condition de gauchissement**

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant, en particulier, dans les zones de variation de devers, elle s'applique par rapport à son axe.

$$L \geq Vr \times \Delta d \times l$$

- **L** : longueur de raccordement.
- **Vr** : vitesse de référence (vitesse de base) en (km/h).
- **l** : largeur de la chaussée.

- $\Delta d$  : variation de dévers.

### V.3.4 Normes pratiques du tracé en plan

Tableau 0-3: Valeurs et symboles des paramètres de calcul de stabilité des véhicules en courbe.

paramètres	symboles	Valeurs
Vitesse de base (km/h)	$V_b$	60
Dévers min (%) pour C3	$d_{\min}$	3
Dévers max (%) pour C3	$d_{\max}$	7
Longueur min (m)	$L_{\min}$	24
Longueur max (m)	$L_{\max}$	278
Rayon min absolu (m)	$R_{Hm}$	114
Rayon min normal (m)	$R_{HN}$	202
Rayon au dévers min (m)	$R_{Hd}$	473
Rayon min non déversé (m)	$R_{Hnd}$	709

### V.3.5 Construction du terrain

#### V.3.5.1 Fond de plan (TEP)

- **Le nuage des points du terrain**
  - ✓ Ouvrir le logiciel piste5  $\Rightarrow$  fichier  $\Rightarrow$  nouveau  $\Rightarrow$  fond de plan (TPL)  $\Rightarrow$  ok  $\Rightarrow$  nommé le fichier  $\Rightarrow$  ok.
  - ✓ Fichier  $\Rightarrow$  lire  $\Rightarrow$  levé topo  $\Rightarrow$  ok.

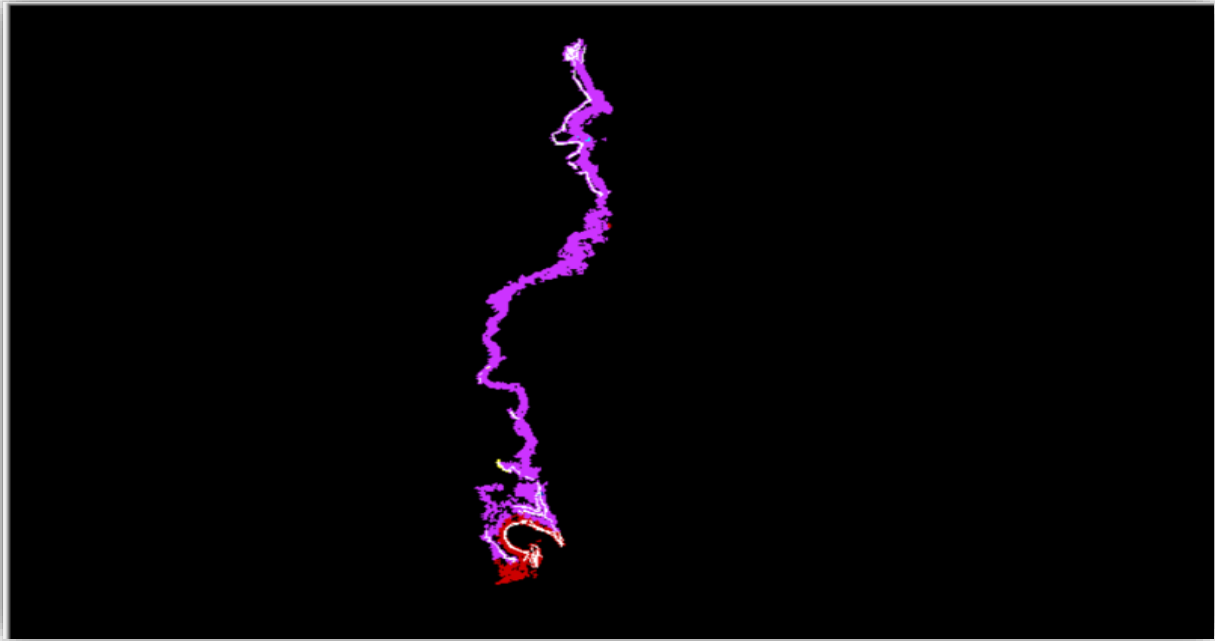


Figure 0-4: Levé topographique de notre projet.

- **Triangulation du terrain**

✓ Calcul       $\Rightarrow$  trianguler    $\Rightarrow$  ok       $\Rightarrow$  ok.

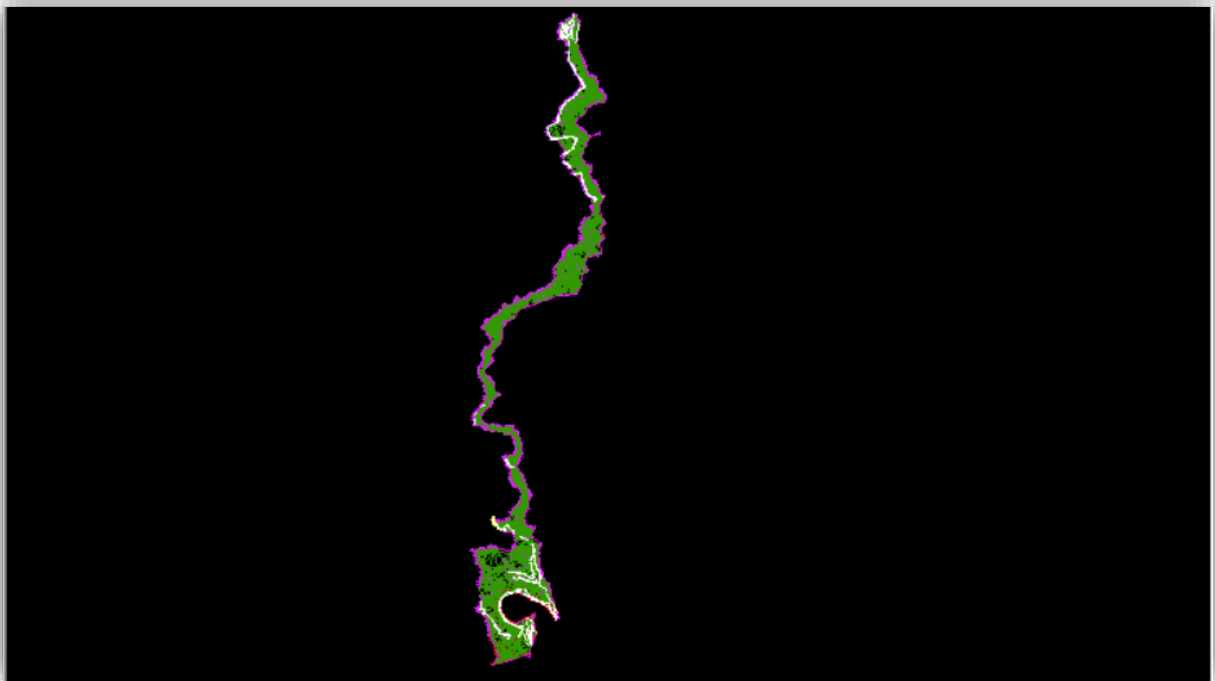


Figure 0-5: Triangulation du levé topographique.

- **Courbe de niveau**
  - ✓ Calcul  $\Rightarrow$  courbe de niveau  $\Rightarrow$  ok  $\Rightarrow$  ok.
- **Point haut et bas**
  - ✓ Calcul  $\Rightarrow$  point haut et bas  $\Rightarrow$  ok.

### V.3.5.2 Axe en plan

- ✓ Fichier  $\Rightarrow$  nouveau  $\Rightarrow$  conception plane  $\Rightarrow$  ouvrir  $\Rightarrow$  ok.
- ✓ Fichier  $\Rightarrow$  fond de plan  $\Rightarrow$  ouvrir  $\Rightarrow$  bouton droit  $\Rightarrow$  zoom tout.
- **Points**
  - ✓ Élément  $\Rightarrow$  points  $\Rightarrow$  nom d'élément : écrire **POI P1** (en bas de la page de terrain)  $\Rightarrow$  graphiquement, on sélectionne le premier point sur le graphique exécuté.
  - ✓ Élément  $\Rightarrow$  point  $\Rightarrow$  nom d'élément : en bas de la page de terrain  $\Rightarrow$  **POI P2**  $\Rightarrow$  graphiquement, on sélectionne le 2<sup>ème</sup> point sur le graphe exécuté.

Ainsi de suite pour les autres points jusqu'à la fin de tracé.
- **Droites (liaison entre deux points)**
  - ✓ Élément  $\Rightarrow$  droite  $\Rightarrow$  nom d'élément : on donne un nom pour la droite en bas de graphe **DRO D1 P1 P2**  $\Rightarrow$  entrer.

Même étapes pour les autres droites.
- **Cercles (deux droites et un rayon) :**

On détermine d'abord le rayon.
- **Rayon**
  - ✓ Élément  $\Rightarrow$  distance en bas du graphe : **DIS R1**  $\Rightarrow$  entrer.

On détermine un autre rayon s'il existe en tenant compte le signe.

Et on passe aux cercles.
- ✓ Élément  $\Rightarrow$  cercle : on écrit en bas du graphe **CER C1 D1 D2 R1**  $\Rightarrow$  exécuter.

Même étapes pour les autres cercles.

- **Liaison**
  - ✓ On introduit d'abord les valeurs de clothoïde de chaque rayon en bas de graphe **DIS A1 R1/3**.

Puis :

- ✓ Elément  $\Rightarrow$  liaison  $\Rightarrow$  nom de d'élément : en donne un nom en bas de graphe **L1 D1 D2 PARA A1 R1**.

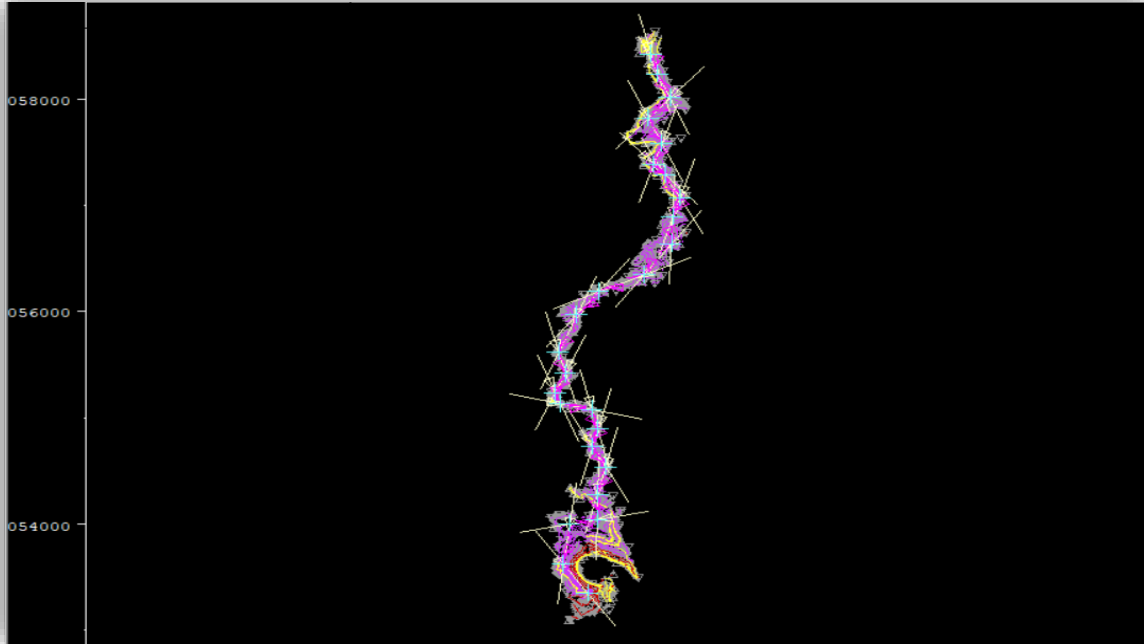


Figure 0-6: Tracé en plan de présent projet.

- **Construction de l'axe**

- ✓ Elément  $\Rightarrow$  axe  $\Rightarrow$  nom d'élément **AXE1**  $\Rightarrow$  point : on clique sur le point **P1**  $\Rightarrow$  fin auto  $\Rightarrow$  exécuter : on aura notre axe rouge.

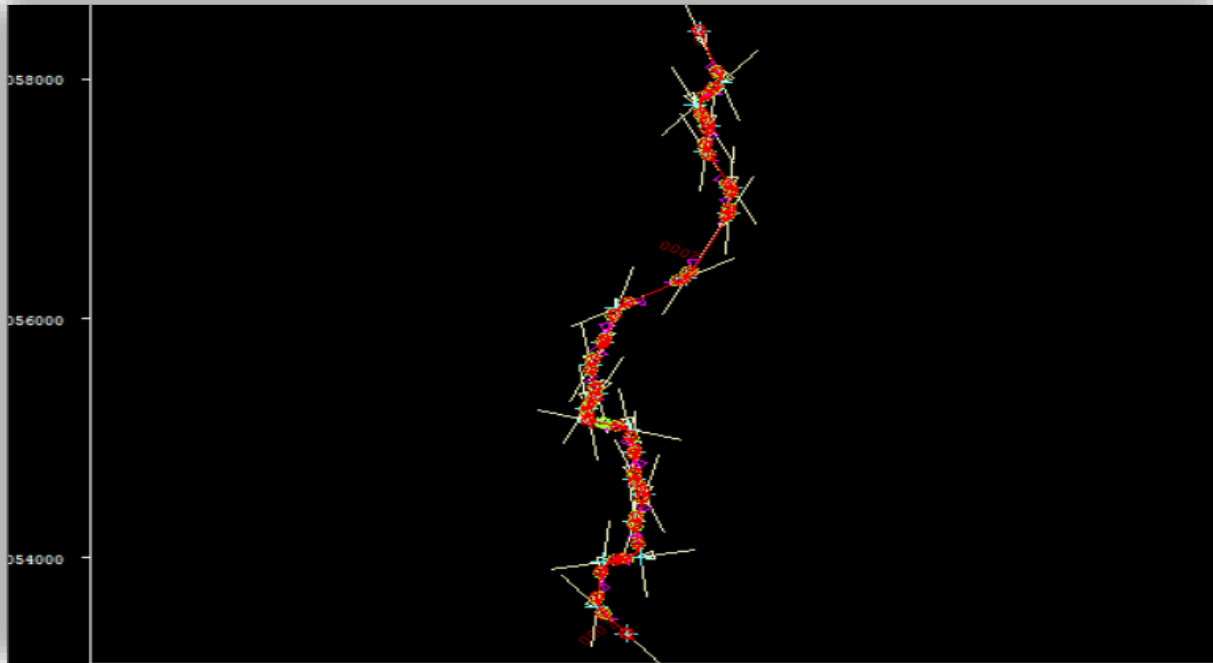


Figure 0-7 : Axe en plan de notre tracé.

- **Interpolation de l'axe en plan**

- ✓ Fichier      ⇒ ouvrir      ⇒ fond de plan TPL      ⇒ ok.
- ✓ Calcul      ⇒ interpoler ⇒ ouvrir      ⇒ ok.

Un clic sur f2 nous permet de voir les résultats en mode texte.

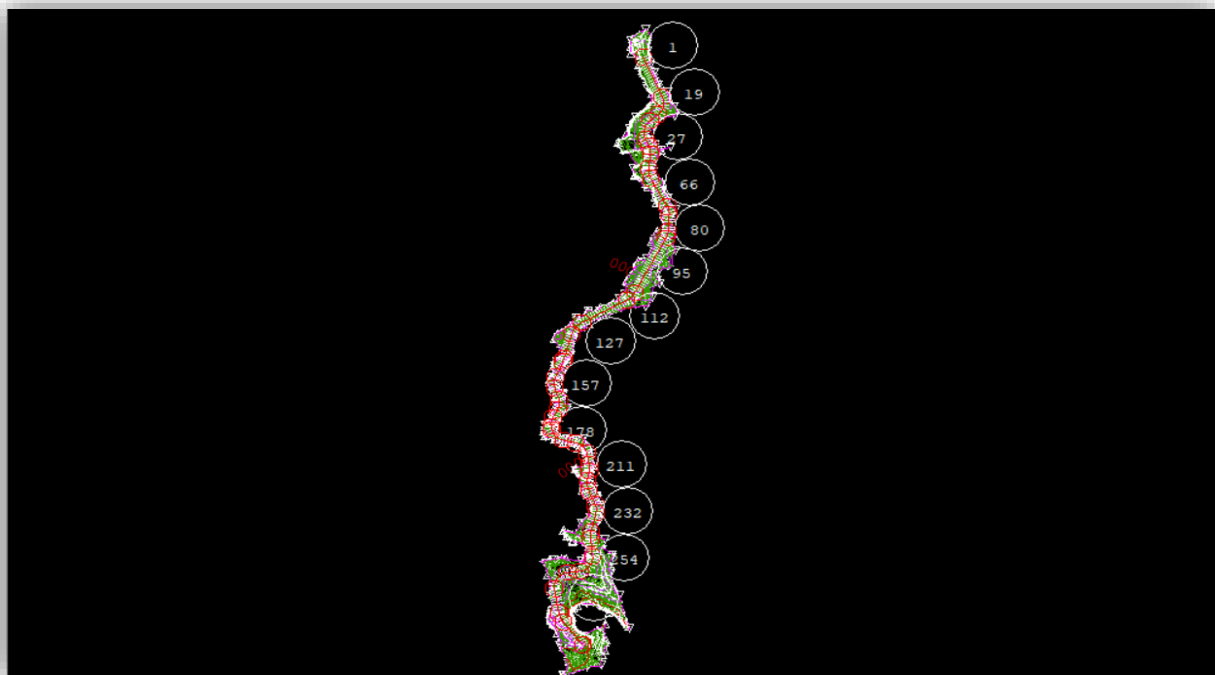


Figure 0-8: Interpolation de l'axe en plan.

## V.4 Profil en en long (PEL)

### V.4.1 Introduction

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle.

C'est, en général, une succession d'alignements droits (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires.

### V.4.2 Coordination du tracé en plan et du profil en long

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

- Avoir une vie satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- Envisager de loin l'évolution du tracé.
- Distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefour, échangeur) pour éviter les défauts résultant d'une mauvaise coordination du tracé en plan et profil en long.
- Décaler les courbes en plan des courbes à sommet du profil en long.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

### V.4.3 Règles à respecter dans le tracé du profil en long

- Respecter les normes de conception.
- Rechercher un équilibre entre le volume de remblais et de déblais.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Eviter les hauteurs excessives de remblais.
- Adaptation aux réseaux divers (gazoducs, réseaux d'alimentation en eau et d'assainissement, lignes électriques...)

### V.4.4 Eléments de composition du profil en long

#### V.4.4.1 Déclivités

On appelle déclivité d'une route, la tangente de l'angle qui fait le profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour montées.

- **Déclivité minimale**

Pour assurer un bon écoulement des eaux de pluies, la pente transversale seule ne suffit pas, il faut éviter les paliers (tronçons de route absolument horizontaux) pour que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante, leur minimum vaut 0.5 % et de préférence 1 %.

- $I_{\min} = 0.5\%$  dans les longueurs sections en déblais.
- $I_{\min} = 0.5\%$  pour les sections en déblais prévues avec des descentes d'eau.

- **Déclivité maximale**

Elle dépend de :

- Conditions d'adhérence entre pneus-chaussée.
- La réduction de vitesse que provoque le PEL.
- Elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à  $V_b$ , selon la B-40.

Tableau 0-4: Valeurs de déclivité maximale selon B-40.

Environnement	Facile	Moyen	difficile
<b>Catégorie</b>			
<b>Cat 1 – 2</b>	4 %	5 %	6 %
<b>Cat 3</b>	5 %	6 %	7 %
<b>Cat 4 – 5</b>	5 %	6 %	7 %

#### V.4.5 Raccordements du profil en long

Les changements de déclivités constituent l'un des points particuliers dans le profil en long, ces changements devront être adoucis par l'aménagement de raccordement circulaire, qui doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort.

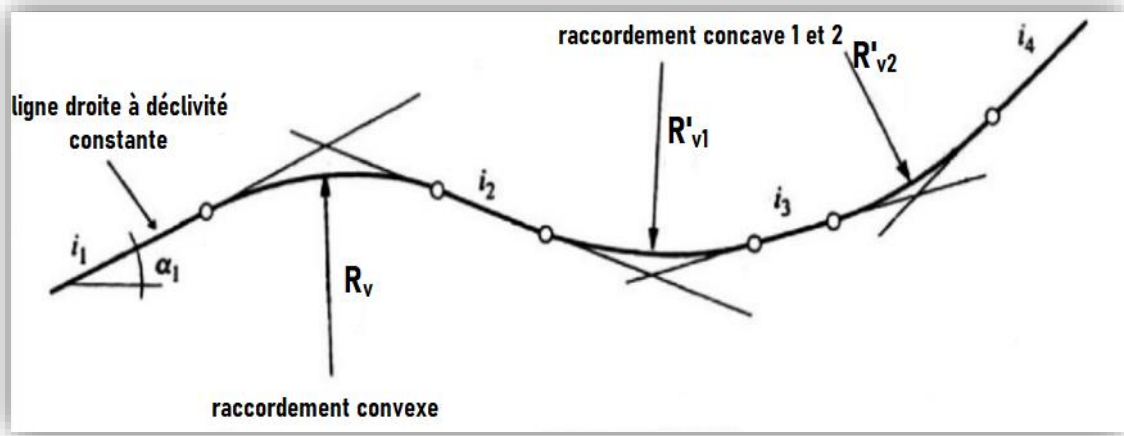


Figure 0-9:Schématisation de raccordement concave et convexe.

On distingue donc deux types de raccordements :

**V.4.5.1 Raccordement convexe (angles saillants)**

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 :

- **Condition de confort** : Elle consiste à limiter l’accélération verticale à laquelle le véhicule sera soumis lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe.

Tableau 0-5: Valeurs de limite d'accélération verticale et rayon de raccordement par catégorie. [12]

catégorie	Limite d'accélération verticale	Rayon de raccordement
1 - 2	$g / 40$	$R_v \geq 0.3v_b^2$
3 - 4 - 5	$g / 30$	$R_v \geq 0.23v_b^2$

$R_v$  : rayon vertical (m).

- **Condition de visibilité** : Elle intervienne seulement dans les raccordements des points hauts comme condition supplémentaire à celle de condition confort.

Il faut que deux véhicules circulant en sens opposés puissent s’apercevoir à une distance double de la distance d’arrêt au minimum. Le rayon est donné par la formule suivante :

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

$d_1$  : distance d'arrêt (m).

$h_0$  : hauteur de l'œil (m),  $h_0 = 1.1$  m.

$h_1$  : hauteur de l'obstacle (m),  $h_1 = 0.2$  m.

Cas de notre route (chaussée bidirectionnelle) :

$$R_v = 0.22 \times d_1^2$$

#### V.4.5.2 Raccordement concave (angles rentrants)

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

La visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :

$$R'_v = \frac{d_1^2}{1,5 + 0.035 \times d_1}$$

$d_1$  : distance d'arrêt (m).

#### V.4.5.3 Condition esthétique

Une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à procurer à l'utilisateur une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté. Pour cela, il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale, en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes.

Pour éviter cet effet, on imposera une longueur de raccordement minimale égale à 50m pour des dévers  $d < 10$  (spéciale échangeur) :

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

Avec :

$\Delta d$  : Changement de dévers (%).

$R_{v \min}$  : rayon vertical minimum.

#### V.4.6 Normes pratiques du profil en long

Les paramètres géométriques utilisés pour le tracé de la ligne rouge de notre projet, sont pris du règlement B-40 et donnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 0-6: Paramètres fondamentaux du profil en long.

Catégorie		C3
Environnement		E3
Vitesses de base (km/h)		60
Rayon en angle saillant $R_v$	<b>Route bidirectionnelle</b>	
	RVm1 (minimal absolu) en m	1300
	RVn1 (minimal normal) en m	3500
Rayon en angle rentrant $R'_v$	<b>Route bidirectionnelle</b>	
	R'Vm1 (Minimal absolu) en m	1100
	R''Vn1 (minimal normal) en m	1600
Déclivité maximale	Imax (%)	7
Déclivité minimale	Imin (%)	1(de préférence)

#### V.4.7 Conception longitudinale

Le fichier est déjà ouvert et interpolé.

##### V.4.7.1 Création du profil en long

- ✓ Fichier ⇒ nouveau ⇒ conception longitudinale ⇒ ok (Donner un nom exp : profil en long) ⇒ ouvrir ⇒ ok.
- ✓ Bouton droit ⇒ zoom tout.
- ✓ Fichier ⇒ projet piste : on cherche notre axe (axe projeté) ⇒ ouvrir.

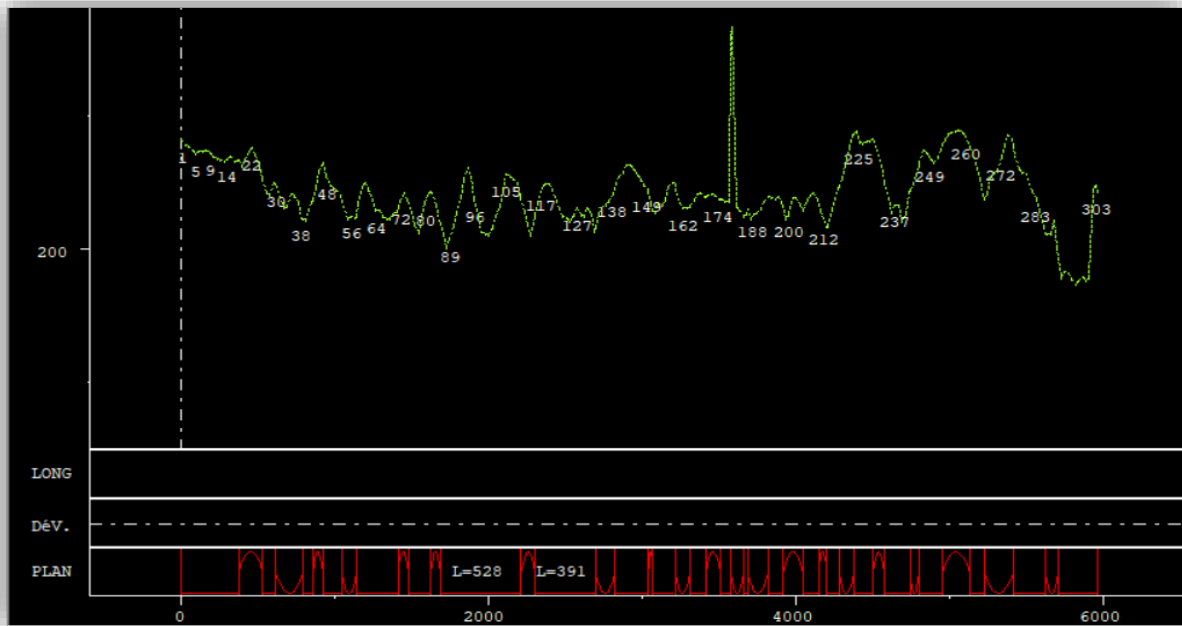


Figure 0-10: Profil en long.

#### V.4.7.2 Conception des éléments du profil en long

- **Les points**

✓ Elément ⇒ point ⇒ nom de l'élément ⇒ graphiquement  
 ⇒ on sélectionne sur le graphe ⇒ exécuter.

Même étapes avec les autres points.

- **Les droites**

✓ Elément ⇒ droite ⇒ on écrit **D1 P1 P2** ⇒ exécuter.

Même étapes pour les autres droites.

- **Les paraboles**

✓ Elément ⇒ distance ⇒ on écrit **DISR1** et on donne une valeur du rayon avec considération du signe.

Ainsi de suite pour les autres.

✓ Elément ⇒ paraboles ⇒ on écrit **PARA1 D1 D2 R1** exécuter.

Ainsi de suite.

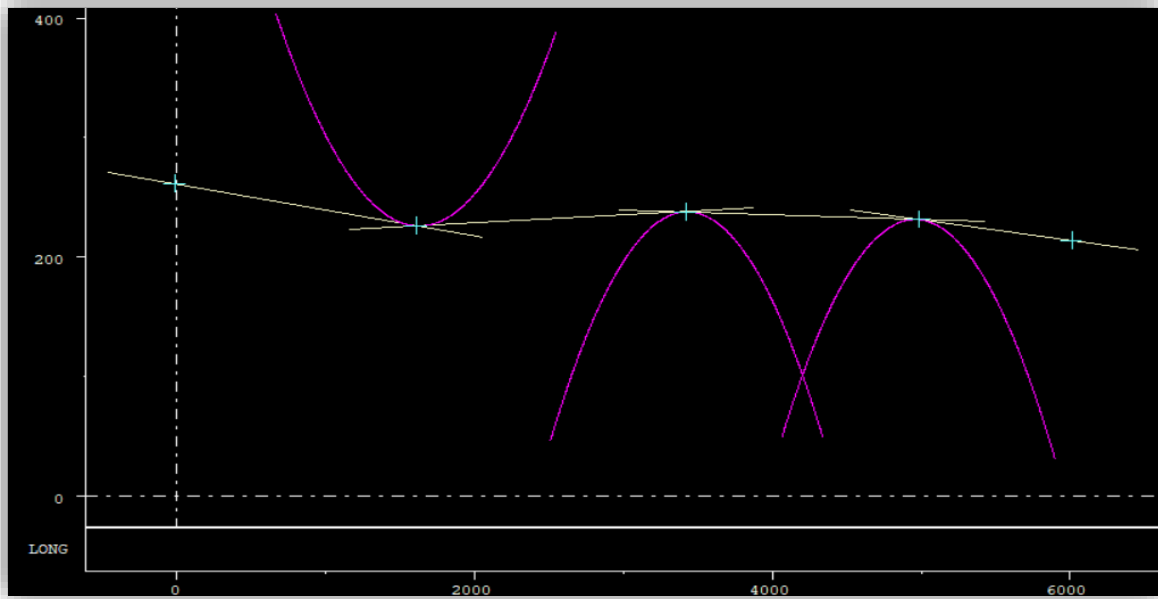


Figure 0-11: Paraboles du profil en long.

- L'axe

- ✓ Elément ⇒ axe ⇒ nom d'élément ⇒ on écrit AXE1 P1 auto ⇒ exécuter.

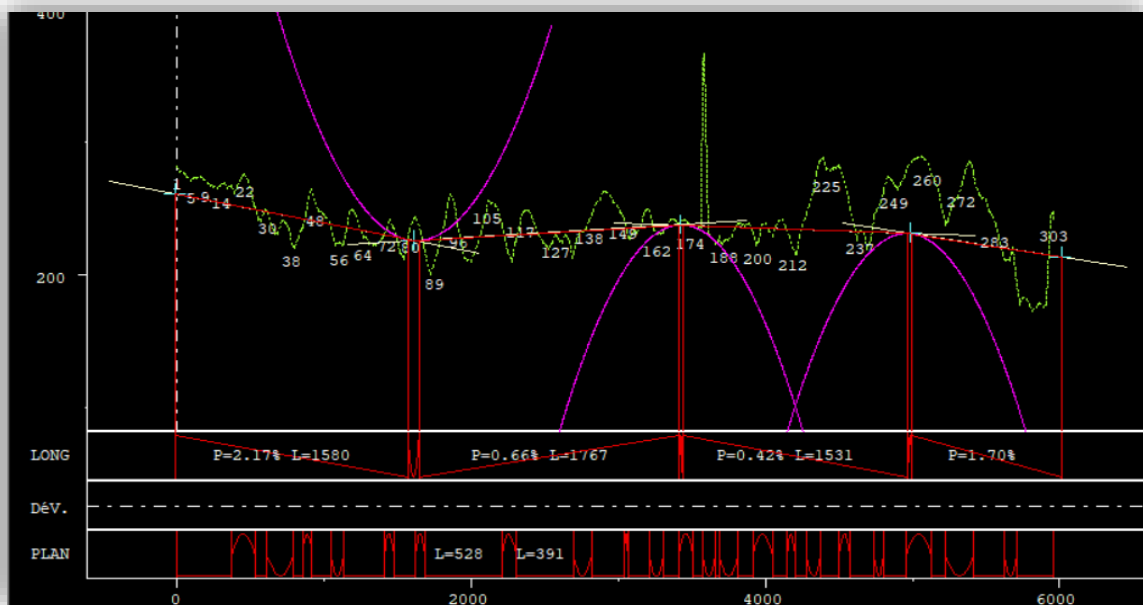


Figure 0-12: Axe du profil en long.

## V.5 Profil en travers (PET)

### V.5.1 Introduction

Le profil en travers d'une chaussée est la coupe perpendiculaire à l'axe de la chaussée sur un plan vertical. Il est en fonction de l'importance et l'hétérogénéité de trafic à écouler, qui définit le nombre de voies.

### V.5.2 Classification des profils en travers

Dans une étude d'un projet routier, l'ingénieur doit faire la conception de deux types de profil en travers :

- **Profil en travers type** : il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (en remblais, déblais, ou mixtes).
- **Profil en travers courants** : ce sont des profils dessinés à des distances régulières et qui dépendent du terrain naturel. Ils servent à calculer les cubatures et avoir des précisions techniques et géométriques sur les sections transversales de la route.

### V.5.3 Eléments constituant le profil en travers

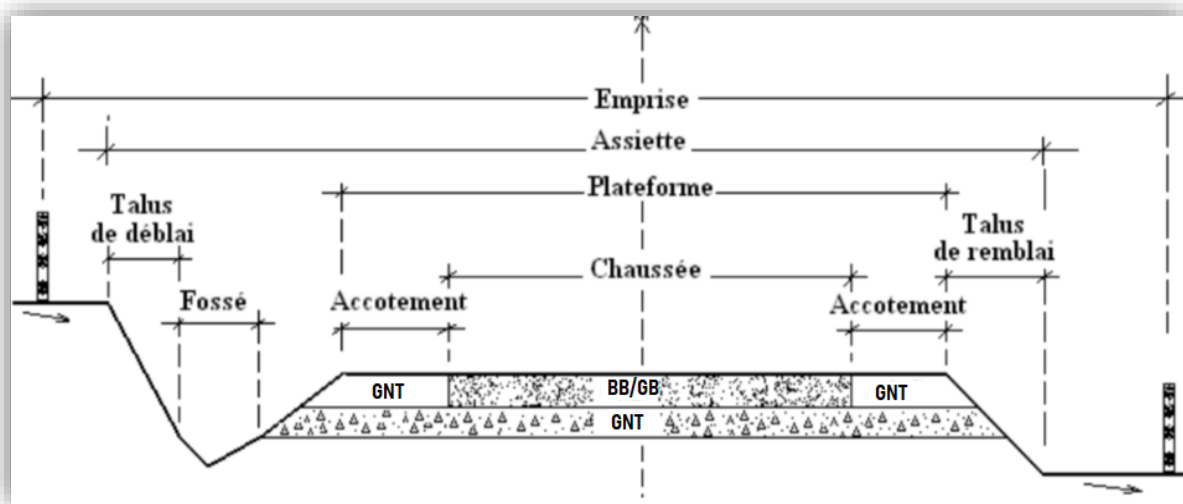


Figure 0-13: Les éléments de profil en travers.

- **Emprise** : La surface occupée par la route et toute la dépendance indispensable à sa tenue. L'emprise est la surface du terrain nécessaire à occuper pour construire une route.
- **Assiette** : la surface du terrain réellement construite pour créer la route, c'est-à-dire les limites des terrassements (distance entre limites de terrassements).

- **Plateforme** : C'est la surface de la route qui comprend les chaussées, les accotements et éventuellement les terres pleines.
- **Chaussée** : C'est la partie d'une voie de communication affectée à la circulation des véhicules, elle assure les déplacements et le transport des usagers dans des conditions de sécurité et de confort.

#### V.5.4 Pentas transversales (dévers)

Le dévers représente une pente transversale de la chaussée en :

##### V.5.4.1 Aligment et en courbe non déversée

Le dévers en aligment est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée.

##### V.5.4.2 Courbe déversée

La pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de  $1/R$ , entre 2.5 % pour  $R_{Hnd}$ , et 7% pour  $R_{Hm}$ . La variation du dévers est habituellement linéaire le long du raccordement progressif.

Tableau 0-7: Valeurs de dévers minimal et maximale propre de notre projet selon la B-40.

Environnement	Difficile (E3)
<b>Catégorie</b>	
<b>Catégorie 3</b>	
- <b>Devers minimum</b>	3 %
- <b>Devers maximum</b>	7 %

V.5.5 Profil en travers type de notre projet

La figure ci-dessous représente le profil type coté remblais et coté déblais de notre tracé.

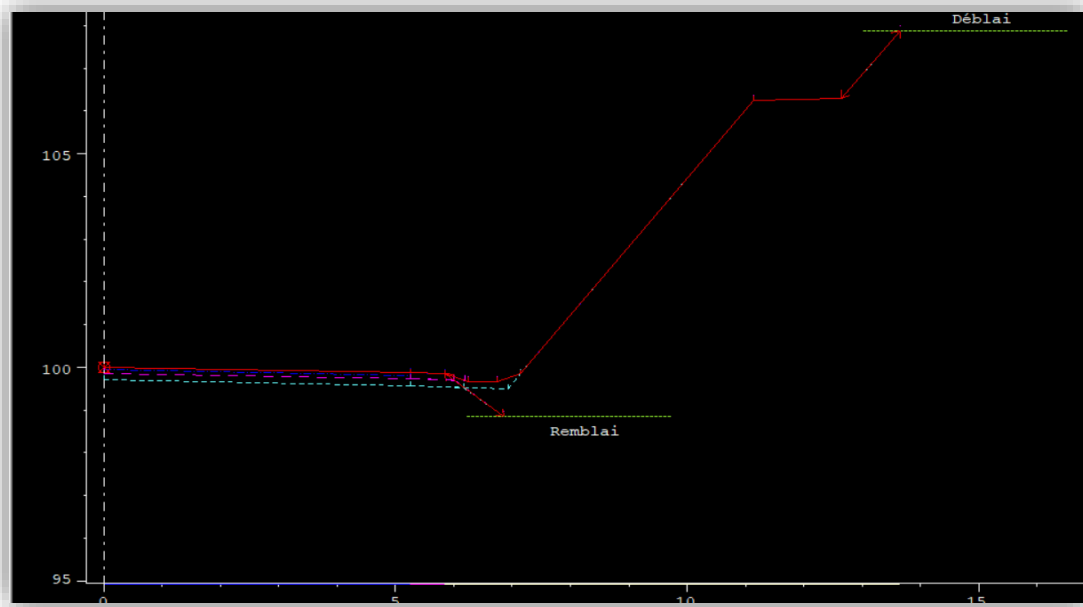


Figure 0-14: Profil en travers type du présent projet.

Tableau 0-8: Valeurs appliquées à notre projet.

Description		Largeur (m)	Nombre	Largeur totale (m)
Voie de circulation (2)		3.5	3	10.5
Accotement	Bande d'arrêt d'urgence	0.6	2	1.2
Plateforme (m)		11.7		
Dévers en section droite	Chaussée	3% vers extérieur		
	Bande d'arrêt d'urgence	4 % vers extérieur		
Dévers en courbes déversées	Chaussée	Max de 7%		
	Bande d'arrêt d'urgence	Identique à la chaussée		

V.6 Conclusion

Une bonne géométrie d'une route est caractérisée par la bonne coordination des trois éléments ; tracé en plan, profil en long, profil en travers. Cette fixation concerne non seulement le respect des principes fondamentaux des différents disciplines (physique, mécanique, mathématiques, etc), mais aussi, vise à atteindre des objectifs, afin d'avoir une route qui répond aux exigences.

# **Chapitre VI : Cubatures**

## VI.1 Introduction

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassements, dont l'objectif primordial est de modifier la forme du terrain naturel, pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général.

Ces actions sont nécessaires, et fréquemment constatées sur les profils en longs et en travers.

La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première, s'agit d'ajouter des terres (remblais) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblais). Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle « **les cubatures des Terrassements** ».

## VI.2 Définition

Les cubatures de terrassements, est l'évolution des cubes de déblais et remblais que comporte le projet, afin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous-jacente à la ligne projet.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces différents points le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente.

## VI.3 Méthodes de calculs des cubatures

Les cubatures sont calculées pour avoir les volumes des terrassements existants dans un projet.

Il existe plusieurs méthodes de calculs des cubatures :

- Méthode de SARRAUS.
- Méthode linéaire.
- Méthode de GULDEN.

Le travail consiste à calculer les surfaces de déblai (SD) et de remblai (SR) pour chaque profil en travers, ensuite les soustraire pour trouver la section du projet.

TN: Terrain Naturel.

SD : Surface Déblai.

SR : Surface Remblai.

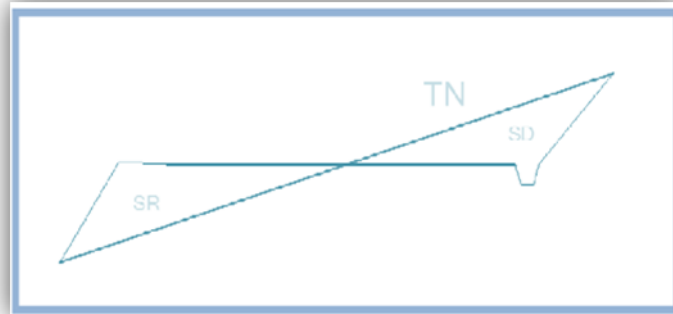


Figure VI-1: Surfaces de déblai et de remblai.

### VI.3.1 FORMULE DE SARRAUS

C'est la méthode de la moyenne des aires la plus utilisée en travaux publics ; Cette méthode consiste à calculer séparément les volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs, en utilisant la formule des trois niveaux.

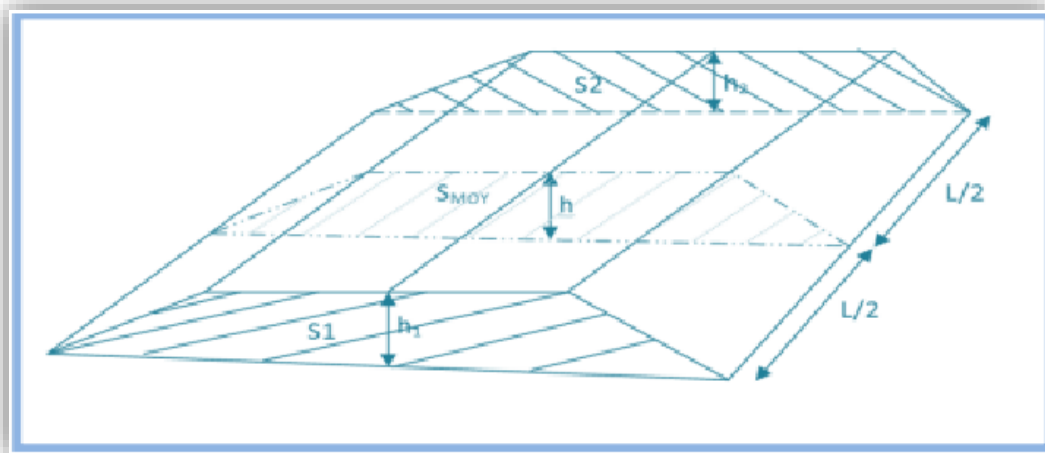
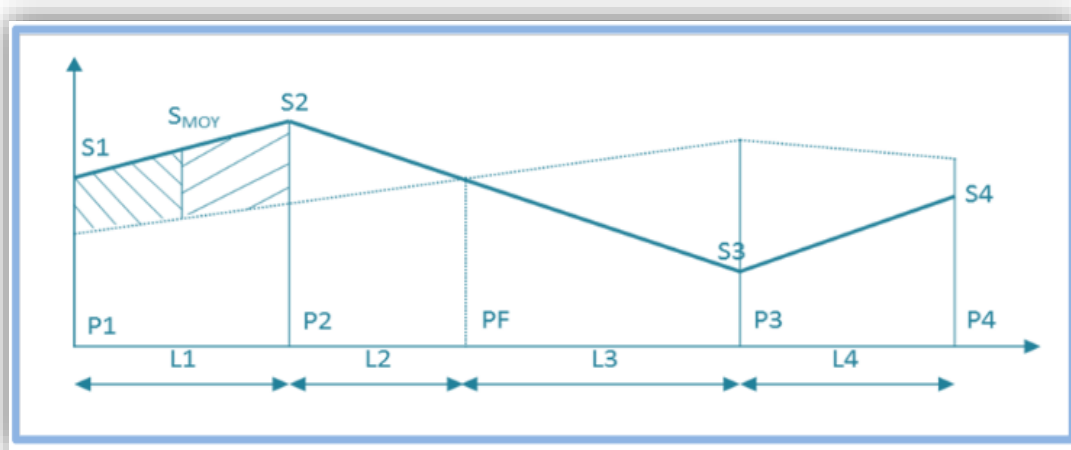


Figure VI-2 : Représentation de distance d'application.



FigureVI-3 : Profil en long d'un tracé donné.

**PF** : profil fictif, est le profil où le volume des terrassements est nul.

**Si**: surface de profil en travers  $P_i$ .

**Li**: distance entre les profils.

**S<sub>MOY</sub>**: surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance de  $P_1$  et  $P_2$ ).

Si on applique la formule de **SARRAUS**, le volume entre **P1** et **P2** de surface **S1** et **S2** sera :

$$V_1 = \frac{L_1}{6} (S_1 + S_2 + 4S_{MOY})$$

Pour éviter des calculs très longs, on simplifie cette formule en considérant comme très

voisines les deux expressions **S<sub>MOY</sub>** et  $(S_1+S_2) / 2$  ; Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

- Entre  $P_1$  et  $P_2$  :  $V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2)$
- Entre  $P_2$  et  $PF$  :  $V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0)$
- Entre  $PF$  et  $P_3$  :  $V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3)$
- Entre  $P_3$  et  $P_4$  :  $V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4)$

En additionnant membre à membre ces expressions, on aura le volume total des terrassements **V**:

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

### VI.3.2 Méthode linéaire

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces.

Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet, donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan.

### VI.3.3 Méthode de GULDEN

Dans cette méthode, les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique, mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe, est calculée pour obtenir les volumes et les surfaces. Ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre, en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée.

Si on utilise la méthode de **GULDEN**, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens.

### VI.4 Application au projet :

Les calculs sont effectués à l'aide du logiciel PISTE 5. Les résultats sont joints en annexes.

Les volumes totaux des remblais et déblais calculés dans notre projet sont indiqués sur le tableau suivant :

<b>Volume total des déblais (m<sup>3</sup>)</b>	3022355
<b>Volume total des remblais (m<sup>3</sup>)</b>	821742

# **Chapitre VII : Hydraulique et assainissement**

## VII.1 Introduction

L'évacuation des eaux pluviales est l'une des préoccupations fondamentales dans le domaine routier, car la présence d'eau provoque plusieurs inconvénients, tels que les problèmes d'inondations, glissements des terrains, les problèmes d'érosion, stabilité des talus et la dégradation des chaussées par défaut de portance du sol.

C'est pour cela, ces impacts doivent être évalués et corrigés par des moyens appropriés, ce qu'on appelle « Hydraulique et assainissement de la route », qui sont l'ensemble des dispositifs constructifs contribuant à assainir la route à savoir :

- Le rétablissement des écoulements naturels.
- La collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route.
- La collecte et l'évacuation des eaux internes (drainage).

## VII.2 Objectifs de l'assainissement

L'assainissement des routes doit répondre aux objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux pluviales et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction de coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosion.
- La sauvegarde de l'ouvrage routier (l'eau accélère la dégradation de la surface, augmente la teneur en eau du sol support, entraîne par la suite, des variations de portance et diminue la qualité mécanique de la chaussée).
- Garantir la stabilité de l'ouvrage pour toute sa durée de vie.

## VII.3 Assainissement de la chaussée

L'architecture d'un réseau d'assainissement peut être décomposée conventionnellement en cinq (5) grandes parties :

- Les réseaux de collecte longitudinaux.
- Les ouvrages transversaux.
- Les ouvrages de raccordement.
- Les ouvrages de contenance et de dépollution.
- Les exutoires.

### VII.3.1 Réseaux de collectes longitudinaux

- **Réseaux longitudinaux sur la plate-forme** : on distingue :
  - **Le réseau du terre-plein central** : a pour fonction de collecter et d'évacuer les eaux issues du TPC et de la demi-chaussée déversée.
  - **Le réseau du pied de talus de déblai** : ce réseau a pour fonction, de collecter les eaux issues du ruissèlement du talus de déblai, de la chaussée, de la bande d'arrêt d'urgence et de la berme, en général, on réalise une cunette ou un fossé de faible profondeur enherbée ou revêtue.
  - **Le réseau de crête de talus de remblai** : a pour fonction, de canaliser l'eau issue du ruissèlement de la chaussée pour éviter son déversement en rive sur le talus de remblai. Il protège le talus routier contre toute altération, en général, on prévoit ce type d'ouvrages dès que la hauteur du talus de remblai dépasse 4 m ou 2 m pour les régions exposées à une intensité pluvieuse importante. En section courante, l'ouvrage peut être constitué de caniveaux rectangulaires en béton, de bourrelets ou de bordures.
- **Réseaux longitudinaux en dehors de la plate-forme** : on distingue :
  - **Réseau de crête de talus de déblai** : son rôle est d'éviter l'érosion du talus et les infiltrations susceptibles de compromettre la stabilité du talus. Il intercepte les eaux de ruissèlement du bassin versant naturel modifié par le tracé routier ; les ouvrages utilisés peuvent être des fossés trapézoïdaux, fossés triangulaires ou des 1/2 buses.
  - **Réseau de pied de talus de remblai** : ce réseau doit collecter toutes les eaux de l'impluvium routier gravitairement, pour les diriger vers l'exutoire. L'ouvrage est généralement un fossé trapézoïdal enherbé ou un fossé revêtu en béton lorsque les risques d'érosion sont à craindre.

### VII.3.2 Liaisons transversales

Comprennent les ouvrages assurant un transfert des écoulements d'un réseau longitudinal vers un autre comme les descentes d'eau superficielles et les descentes d'eau enterrées.

### VII.3.3 Les ouvrages de raccordement

Il s'agit des regards et des différents raccordements des liaisons transversales avec le réseau longitudinal. Leur bonne exécution dépend du bon fonctionnement du système d'assainissement et de sa pérennité. Le plus souvent, ces ouvrages sont préfabriqués et plus rarement coulés sur place. Il s'agit des :

- **Regards de visite** : nécessaires pour l'entretien et le contrôle des collecteurs enterrés.
- **Regards avaloirs** : servant à l'engouffrement des eaux.

### VII.3.4 Ouvrages de contenance et de dépollution

On a plusieurs types d'ouvrages comme fossés enherbés, bassins sec et fossés subhorizontaux enherbés.

### VII.3.5 Exutoires

L'exutoire est considéré comme le point de sortie d'un réseau d'assainissement ou d'un bassin versant. On en a plusieurs types :

- **Exutoires naturels** : comme les cours d'eaux et les canaux...
- **Exutoires artificiels** : comme canalisation d'un réseau d'assainissement existant, fossé, bassin d'infiltration, etc...

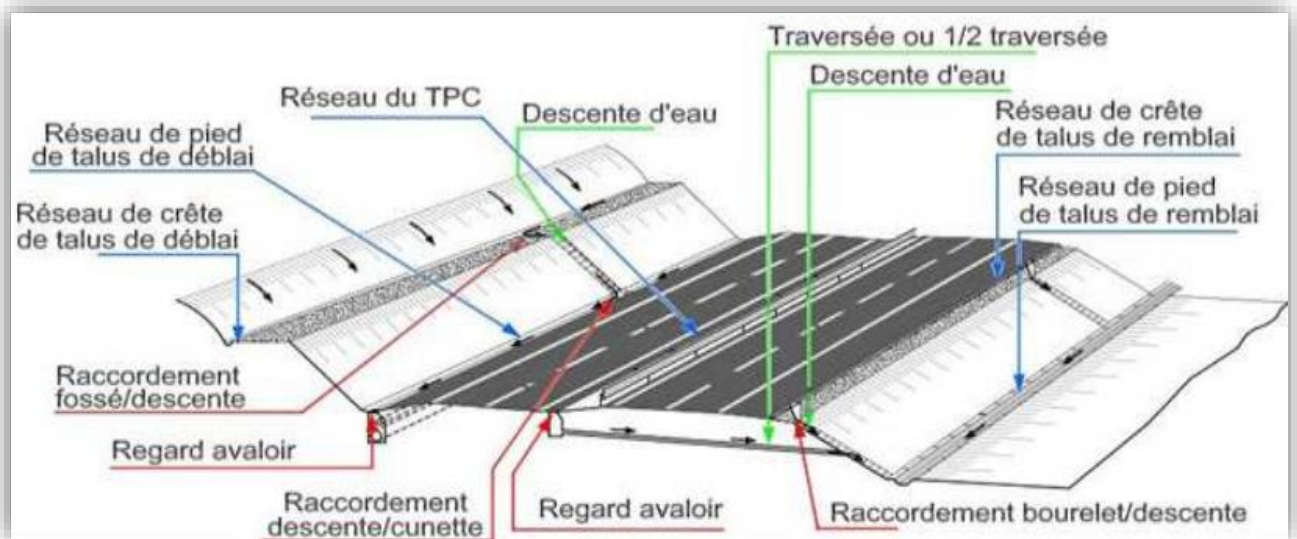


Figure VII-1: Principaux types d'ouvrages d'assainissements.

## VII.4 Détermination des bassins versants

Un bassin versant (également appelé bassin hydrographique ou bassin de drainage), est une zone géographique délimitée par des lignes de crête, où toutes les eaux de surface s'écoulent

vers un point commun, généralement un cours d'eau principal, un lac ou un océan. Il est délimité par les reliefs topographiques environnants, qui déterminent la direction d'écoulement des eaux.

Il est constitué d'une rivière principale, qui prend sa source sur les hauteurs en amont (la tête d'un bassin). Cette rivière s'écoule dans le fond de la vallée pour se jeter dans un fleuve, ou rejoindre la mer en aval, à l'exutoire du bassin versant.

Durant son parcours, la rivière collecte l'eau qui vient de tous les points du bassin versant : affluents, pluie, glaciers, eau souterraine.

En amont du bassin, la pente étant plus forte, la force d'eau emporte de petites particules de terre : c'est le phénomène d'érosion. En aval, dans les zones plus calmes, avec une pente et un courant plus faible, les particules de terre se déposent : c'est la sédimentation.

Chaque bassin versant est unique : par sa taille, sa forme, son orientation, sa densité du réseau hydrographique, relief, géologie, paysage de cultures, haies, forêts ou plans d'eau..., climat, urbanisation et activités humaines. Tout cela va influencer la qualité des cours d'eau qui le traversent.

## VII.5 Dimensionnement des ouvrages d'évacuation

Pour évaluer l'ordre de grandeur du débit maximum des eaux de ruissellement susceptibles d'être recueillies par les fossés ou par un exutoire, on peut employer la méthode rationnelle, dont nous rappelons très sommairement le principe :

$$Q_a < Q_s$$

Avec :

**Q<sub>a</sub>** : Débit d'apport en provenance du bassin versant (m<sup>3</sup> /s).

**Q<sub>s</sub>**: Débit d'écoulement au point de saturation (m<sup>3</sup> /s).

### VII.5.1 Débits d'apports

Le débit d'un bassin étant la quantité d'eau qui s'écoule dans l'intervalle d'un temps donné, sa gestion dans le milieu urbain a aussi pour but d'éviter des dommages aux propriétés.

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

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

Avec :

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

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

**C** : coefficient de ruissellement.

**A** : aire du bassin versant (Km).

Cette formule est empirique, elle a été faite pour les unités suivantes : **Qa** en (m<sup>3</sup> /s) valable pour : **I** en (mm/h) ; **A** en (Km<sup>2</sup>) ; **K**= 0.278.

❖ **Calcul des précipitations :**

La précipitation Pj (%) est obtenue par la formule suivante :

$$Pj(\%) = \frac{Pj_{moy}}{\sqrt{Cv^2 + 1}} \times e^{u\sqrt{\ln(Cv^2+1)}}$$

Avec :

**Pj<sub>moy</sub>** : hauteur de la pluie journalière moyenne (mm).

**Cv** : coefficient de variation.

**U** : variable de Gauss (en fonction de la période de retour).

La pluie de référence pour le calcul de dimensionnement des ouvrages correspond à une durée de pluie t minute et une période de retour de 10 ans, 50 ans, 100 ans. Soit le tableau suivant qui donne les valeurs des variables gaussiennes en fonction de la fréquence :

**Tableau VII-1:Variable de GAUSS en fonction de la période de retour.**

Fréquence	50	20	10	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de GAUSS (U)	0.00	0.84	1.287	2.05	2.327

❖ **Coefficient de ruissellement « C » :**

Le coefficient de ruissellement d’une surface donnée est le rapport du volume d’eau tombé sur le volume d’eau écoulé sur la surface.

Ce coefficient dépend essentiellement :

- De la nature des revêtements sur les ruisselles d’eau.
- Des pentes des surfaces drainées.
- De la température de l’air, du sol, de l’eau, degré hygrométrique de l’air et de la saison.

Les valeurs du coefficient « C » sont fixées à partir du tableau ci-dessus :

Tableau VII-2 : Valeurs des coefficients de ruissellement C.

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

#### ❖ Intensité de l'averse « It »

L'intensité de l'averse It, est donnée par la formule suivante :

$$It = I \times \left( \frac{Tc}{24} \right)^B$$

Avec :

**I** : intensité de l'averse pour une durée de 1h.

**Tc** : temps de concentration (heure).

**B** : b-1,

Où **b** : exposant climatique.

#### ❖ Fréquence de l'averse « Pt (%) »

Pour une durée de temps spécifié, la fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

$$Pt (\%) = Pj(\%) \left( \frac{Tc}{24} \right)^b$$

Avec :

**Pt** : hauteur de pluie de durée t (mm)

**Pj**: pluie journalière maximale annuelle

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

**Tc** : temps de concentration (temps nécessaire à l'eau pour s'écouler depuis le point le plus éloigné du bassin versant jusqu' à son exutoire ou le point de calcul).

#### ❖ Temps de concentration « Tc »

La durée « t » de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps déconcentration. Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après **Ventura, Passini, Giandothi**, comme suit :

- **La formule de VENTURA**

Lorsque  $A < 5 \text{ Km}^2$  : 
$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

- **La formule de PASSINI**

Lorsque  $5 \text{ Km}^2 \leq A \leq 25 \text{ Km}^2$  : 
$$T_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{AI}}{\sqrt{P}}$$

- **La formule de GIADOTTI**

Lorsque  $25 \text{ Km}^2 \leq A < 200 \text{ Km}^2$  : 
$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

Avec :

**T<sub>c</sub>** : temps de concentration (heure).

**A** : superficie du bassin versant ( $\text{Km}^2$ ).

**L** : longueur du bassin versant (Km).

**H** : la différence entre la cote moyenne et la cote minimale (m)

### VII.5.2 Débit de saturation (Q<sub>s</sub>)

Le débit de saturation de l'ouvrage d'assainissement est calculé par la formule de MAMING STICKLER :

$$Q_s = K_{st} \times RH^{2/3} \times J^{1/2} \times S_m$$

Avec :

**Q<sub>s</sub>** : Débit de saturation.

**J** : Pente de l'ouvrage d'évacuation.

**S<sub>m</sub>** : Section mouillée.

**RH** : Rayon hydraulique, avec :  $R_h = \text{section de profil mouillé} / \text{périmètre du profil mouillé}$ .

**K<sub>st</sub>** : Coefficient de rugosité (MAMING STICKLER).

- Parois en terre : KST = 30
- En buses métalliques : KST = 40
- Maçonneries : KST = 50
- Béton : KST = 70
- Buses préfabriquées : KST = 80

### VII.5.3 Dimensionnement des fossés

Le profil en travers du fossé est donné par la figure ci-dessous :

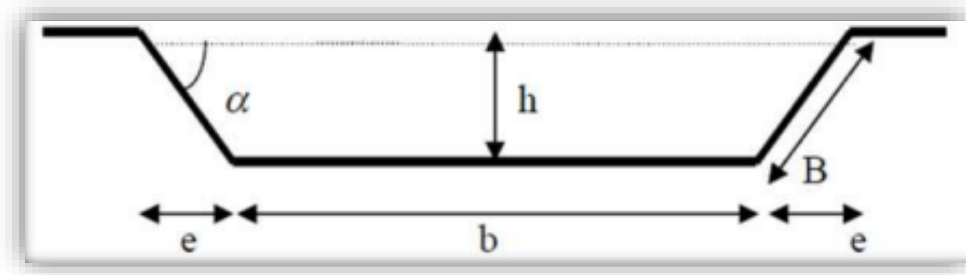


Figure VII-2 : Profil en travers d'un fossé.

Le dimensionnement des fossés doit satisfaire l'égalité, entre le débit d'apport et son débit de saturation :

$$Q_a = Q_s$$

$$K \cdot I \cdot C \cdot A = K_{st} \times R H^{2/3} \times J^{1/2} \times S_m$$

Avec :

**S<sub>m</sub>**: surface mouillée :  $S_m = h \times (b + n \cdot h)$

**P<sub>m</sub>**: périmètre mouillé :  $P_m = b + 2h\sqrt{1 + n^2}$

**R<sub>h</sub>**: rayon hydraulique :  $R_h = S_m / P_m$

**P**: pente du talus.

**n**: coefficient de Manning, (pris égal à 1.5)

L'égalité entre le débit d'apport et le débit de saturation s'écrira alors :

$$Q_a = Q_s = K_{st} \times \left[ \frac{h \times (b + n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \times J^{1/2} \times h \times (b + n \cdot h)$$

#### VII.5.4 Dimensionnement des dalots

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au piédroit sur lesquelles repose une dalle ou une série de dalles accolées (on utilise généralement des dalles de 1m de large), les piédroits sont posés sur une fondation ou un radier.

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

En considérant une période de retour de 50 ans :

On

a :

$$Q_s = K_{st} \times R H^{2/3} \times J^{1/2} \times S_m$$

On aura :

$$Q_a = Q_s = K_{st} \times \left( \frac{0.8 H \times B}{1.6H + B} \right)^{2/3} \times J^{1/2} \times 0.8 H \times B$$

Périmètre mouillé :  $Pm = 1.6H + B$

Section mouillée :  $Sm = 0.8H \times B$

Rayon mouillé :  $Rm = Sm/Pm = 0.8H + L/(1.6H + L)$

**J** : Pente de l'ouvrage

### VII.5.5 Dimensionnement d'une buse

Les buses sont des Ouvrage hydraulique en béton utilisé pour le rétablissement des écoulements naturels.

On dimensionne les buses par rapport au débit :  $Q_a = Q_{\text{chaussée}} + Q_{\text{talus}} + Q_{\text{BV}}$ .

En considérant une période de retour de 10 ans.

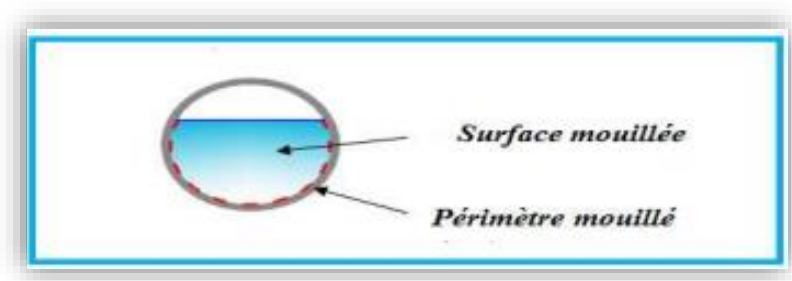


Figure VII-3 : Représentation d'une buse.

Le dimensionnement des buses s'effectue avec la formule de **Manning-Strickler** :

On a :

$$Q_s = K_{st} \times R H^{2/3} \times J^{1/2} \times S_m$$

On aura :

$$Q_a = Q_s = K_{st} \times \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} \times J^{1/2} \times \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R^2$$

D'où :

$$R H^{8/3} = \frac{2^{2/3} \times Q_a}{K_{st} \times J^{1/2} \times \frac{1}{2} \cdot \pi}$$

Avec :

**Sm** : surface mouillée  $= \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R^2$

**Pm** : périmètre mouillé  $= \pi \cdot R$

**Rh** : rayon hydraulique  $= Sm / Pm = R/2$

$K_{st} = 80$  (buses préfabriquées).

$J$  : la pente de pose qui vérifie la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à 4 m/s.

## VII.6 Application au projet

### VII.6.1 Données pluviométriques

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 données nécessaires aux calculs concernent :

- La pluie journalière moyenne :  $P_{24} = P_{moy} = 65.03 \text{ mm}$
- Le coefficient de variation de la région considérée :  $C_v = 0.38$
- L'exposant climatique de la région :  $b = 0.37$ .

### VII.6.2 Bassins versants et leurs caractéristiques

Les caractéristiques des bassins versants ont été estimées avec le logiciel MapInfo sur la carte topographique, avec une échelle de 1/10000 et sont illustrés dans le tableau ci-dessous :



Figure VII-4 : Délimitations des bassins versants de notre projet.

Tableau VII-3 : Caractéristiques des bassins versants.

BASSIN VERSANT	PK	Surface (m2)	Surface (km2)	longueur du Cours d'Eau	L (km)	Hmax	Hmin	Hmax -Hmin
1	0+350	46163.12	0.0462	310.15	0.31	358	260	98.000
2	0+512	36227.32	0.0362	150.84	0.15	317	260	57.000
3	0+750	18965.00	0.0190	221.00	0.22	294	240.6	53.400
4	0+870	69757.29	0.0698	347.69	0.35	360	234.19	125.810
5	0+950	91281.66	0.0913	460.51	0.46	359	240.6	118.400
6	1+350	62323.50	0.0623	329.03	0.33	360	230.62	129.380
7	1+380	58669.55	0.0587	377.46	0.38	367	228.88	138.120
8	1+600	36242.91	0.0362	215.63	0.22	317	215.59	101.410
9	1+800	83393.92	0.0834	428.72	0.43	367	216.69	150.310
10	2+050	25802.47	0.0258	150.89	0.15	290	225.01	64.990
11	2+350	61814.70	0.0618	406.45	0.41	349	222.22	126.780
12	2+450	75030.95	0.0750	329.70	0.33	336	225.85	110.150
13	2+780	74166.63	0.0742	401.56	0.40	317	218.52	98.480
14	3+060	42263.01	0.0423	334.70	0.33	322	218.25	103.750
15	3+150	32034.05	0.0320	328.24	0.33	315	217.83	97.170
16	3+230	81092.23	0.0811	298.52	0.30	318	221.21	96.790
17	3+610	57889.54	0.0579	316.83	0.32	364	232.04	131.960
18	3+700	34330.72	0.0343	344.85	0.34	363	230.63	132.370
19	3+875	66982.20	0.0670	367.81	0.37	364	226.57	137.430
20	4+150	22509.00	0.0225	278.21	0.28	296	219.61	76.390
21	4+290	185003.00	0.1850	548.00	0.55	346	221.19	124.810
22	4+575	96752.01	0.0968	597.72	0.60	383	222.27	160.730
23	4+690	43141.44	0.0431	480.92	0.48	361	225.1	135.900
24	4+850	115634.82	0.1156	578.23	0.58	408	227.38	180.620
25	5+315	143873.93	0.1439	598.60	0.60	413	233.55	179.450
26	5+400	66904.70	0.0669	432.33	0.43	387	229.5	157.500
27	5+612	31901.82	0.0319	252.80	0.25	324	228	96.000
28	5+765	14734.22	0.0147	186.21	0.19	271	226	45.000
29	6+112	21942.00	0.0219	313.20	0.31	228	187.83	40.170
30	6+400	280000.00	0.2800	837.02	0.84	440	165	275.000
31	6+700	40471.12	0.0405	183.00	0.18	271	142.61	128.390

Dans notre application, on prend les bassins versants N°3 et N° 21 qui serviront d'exemples de calcul.

On considère la présence de 3 éléments (chaussée, talus et bassin versant), en calculant le débit d'apport pour chaque élément de la route et le débit total.

Une largeur de talus a été prise défavorable égale à 10m.

Les valeurs des surfaces de la chaussée, du talus et du bassin versant :

❖ Le bassin versant N°3 :

- ✓ Surface de la chaussée :  $A_{ch} = 0.0105 \cdot 0.22 = 0.00231 \text{ km}^2$
- ✓ Surface du talus :  $A_t = 0.01 \cdot 0.22 = 0.0022 \text{ km}^2$
- ✓ Surface du bassin :  $A_{bv} = 0.019 \text{ km}^2$

❖ Le bassin versant N° 21 :

- ✓ Surface de la chaussée :  $A_{ch} = 0.0105 \times 0.55 = 0.00577 \text{ km}^2$
- ✓ Surface du talus :  $A_t = 0.01 \times 0.55 = 0.0055 \text{ km}^2$
- ✓ Surface du bassin :  $A_{bv} = 0.185 \text{ km}^2$

### VII.6.3 Exemple de calcul de débit d'apport du bassin versant N°3 avec une période de retour de 10 ans

❖ Calcul de précipitation

$$P_j(\%) = \frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \times e^{u\sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

Avec :

$$U = 1.287$$

$$C_v = 0.38$$

$$P_j(10\%) = \frac{65.03}{\sqrt{0.38^2 + 1}} \times e^{1.287\sqrt{\ln(0.38^2 + 1)}} = 90.50 \text{ mm}$$

$$P_j(10\%) = 90.50 \text{ mm}$$

❖ Temps de concentration :

$$A < 5 \text{ km}^2 \text{ donc : } T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

✓ Bassin versant N°3 :

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.0462}{0.24}} = 0.031 \text{ h}$$

$$\text{Avec : } P = (H_{\text{max}} - H_{\text{min}}) / L = 53.4 / 222 = 0.24$$

✓ La chaussée :  $T_c = 0.035 \text{ h}$

✓ Le talus :  $T_c = 0.0072 \text{ h}$

❖ La fréquence de l'averse :

$$P_t(\%) = 90.50 \left( \frac{0.031}{24} \right)^{0.37} = 7.72 \text{ mm}$$

❖ L'intensité de l'averse :

$$\checkmark \text{ Pour BV : } \begin{cases} I = \frac{90.50}{24} = 3.77 \text{ mm/h} \\ B = b - 1 = -0.63 \\ T_c = 0.031 \text{ h} \end{cases}$$

$$I_t = 3.77 \times \left(\frac{0.031}{24}\right)^{-0.63} = 249.06 \text{ mm/h}$$

✓ Pour la chaussée :  $I_t = 230.73 \text{ mm/h}$

✓ Pour le talus :  $I_t = 624.82 \text{ mm/h}$

❖ Calcul du débit d'apport  $Q_a$  :

On calcule le débit d'apport du bassin versant N°3 pour une période de retour de 10ans.

On a:

$$Q_a = Q_{Bv} + Q_c + Q_t$$

Avec :

$$Q_{Bv} = K. I. C_{tn}. A = 0.278 \times 173.55 \times 0.2 \times 0.0462 = 0.263 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_c = K. I. C_c. A_c = 0.278 \times 229.9 \times 0.95 \times 0.00231 = 0.140 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_t = K. I. C_t. A_t = 0.278 \times 624.82 \times 0.3 \times 0.0022 = 0.114 \text{ m}^3/\text{s}$$

D'où :

$$Q_a = 0.699 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le tableau suivant représente les résultats de calculs pour le débit d'apport du bassin versant N°3 et une période de retour de 10ans.

Tableau VII-4 : Caractéristiques et débit d'apport du BV N°3 pour une période de retour de 10 ans.

BV	Type	K	A (km <sup>2</sup> )	Tc(h)	It (mm/h)	C	Pente	Qi (10%)	Qa m <sup>3</sup> /s
BV N°3	BV	0.278	0.0462	0.031	249.06	0.2	0.24	0.263	0.517
	Chaussé		0.00325	0.0352	230.73	0.95	0.03	0.140	
	Talus		0.0022	0.0072	624.82	0.3	0.67	0.114	

Le tableau suivant représente les caractéristiques et les débits d'apports de tous les bassins versants de notre projet :

**Tableau VII-5 : Les caractéristiques et les débits d'apports des bassins versants.**

Bassin Versant	Type	A (km <sup>2</sup> )	P	Tc (h)	It (mm/h)	C	Qi (m <sup>3</sup> /s)	Qa (m <sup>3</sup> /s)
BV1	BV	0.0462	0.31	0.049	186.65	0.2	0.479	0.806
	Chaussée	0.0032	0.03	0.041	208.84	0.95	0.176	
	Talus	0.0031	0.67	0.008	584.69	0.3	0.151	
BV2	BV	0.0362	0.37	0.039	215.52	0.2	0.433	0.677
	Chaussée	0.0016	0.03	0.029	259.75	0.95	0.157	
	Talus	0.0015	0.67	0.006	700.87	0.3	0.087	
BV3	BV	0.0190	0.24	0.031	249.06	0.2	0.263	0.517
	Chaussée	0.0023	0.03	0.035	230.73	0.95	0.140	
	Talus	0.0022	0.67	0.007	624.82	0.3	0.114	
BV4	BV	0.0698	0.35	0.056	171.59	0.2	0.666	1.268
	Chaussée	0.0036	0.03	0.043	202.66	0.95	0.193	
	Talus	0.0035	0.67	0.002	1400.31	0.3	0.409	
BV5	BV	0.0913	0.25	0.077	140.4	0.2	0.713	1.128
	Chaussée	0.0048	0.03	0.051	182.01	0.95	0.231	
	Talus	0.0046	0.67	0.011	478.4	0.3	0.184	
BV6	BV	0.0623	0.39	0.051	182.01	0.2	0.630	0.961
	Chaussée	0.0034	0.03	0.043	202.66	0.95	0.182	
	Talus	0.0033	0.67	0.009	542.87	0.3	0.149	
BV7	BV	0.0587	0.36	0.051	182.01	0.2	0.594	0.955
	Chaussée	0.0039	0.03	0.046	194.23	0.95	0.2	
	Talus	0.0038	0.67	0.010	508.01	0.3	0.161	
BV8	BV	0.0362	0.46	0.036	226.67	0.2	0.456	0.713
	Chaussée	0.0023	0.03	0.035	230.73	0.95	0.14	
	Talus	0.0022	0.67	0.007	636	0.3	0.117	
BV9	BV	0.0834	0.34	0.063	159.32	0.2	0.739	1.143
	Chaussée	0.0045	0.03	0.049	186.65	0.95	0.222	
	Talus	0.0043	0.67	0.010	508.01	0.3	0.182	
BV10	BV	0.0258	0.43	0.031	249.06	0.2	0.357	0.55
	Chaussée	0.0015	0.03	0.028	265.56	0.95	0.105	

	Talus	0.0015	0.67	0.006	700.87	0.3	0.088	
<b>BV11</b>	BV	0.0618	0.30	0.058	167.84	0.2	0.577	0.966
	Chaussée	0.0043	0.03	0.048	189.1	0.95	0.215	
	Talus	0.0041	0.67	0.010	508.01	0.3	0.174	
<b>BV12</b>	BV	0.0750	0.33	0.060	164.3	0.2	0.685	0.941
	Chaussée	0.0034	0.03	0.043	202.66	0.95	0.182	
	Talus	0.0033	0.67	0.009	542.87	0.3	0.149	
<b>BV13</b>	BV	0.0742	0.24	0.071	147.76	0.2	0.610	0.989
	Chaussée	0.0042	0.03	0.048	189.01	0.95	0.210	
	Talus	0.0040	0.67	0.010	508.01	0.3	0.169	
<b>BV14</b>	BV	0.0423	0.31	0.047	191.62	0.2	0.451	0.782
	Chaussée	0.0034	0.03	0.043	202.66	0.95	0.182	
	Talus	0.0033	0.67	0.009	542.87	0.3	0.149	
<b>BV15</b>	BV	0.0320	0.29	0.042	205.69	0.2	0.366	0.697
	Chaussée	0.0034	0.03	0.043	202.66	0.95	0.182	
	Talus	0.0033	0.67	0.009	542.87	0.3	0.149	
<b>BV16</b>	BV	0.0811	0.32	0.064	157.75	0.2	0.711	1.028
	Chaussée	0.0031	0.03	0.041	208.84	0.95	0.171	
	Talus	0.0030	0.67	0.008	584.69	0.3	0.146	
<b>BV17</b>	BV	0.0579	0.42	0.047	191.62	0.2	0.616	
	Chaussée	0.0033	0.03	0.042	205.69	0.95	0.179	
	Talus	0.0032	0.67	0.009	542.87	0.3	0.144	
<b>BV18</b>	BV	0.0343	0.38	0.038	219.08	0.2	0.417	0.757
	Chaussée	0.0035	0.03	0.043	202.66	0.95	0.187	
	Talus	0.0034	0.67	0.009	542.87	0.3	0.153	
<b>BV19</b>	BV	0.0670	0.37	0.054	175.57	0.2	0.654	1.018
	Chaussée	0.0038	0.03	0.045	196.94	0.95	0.197	
	Talus	0.0037	0.67	0.009	542.87	0.3	0.167	
<b>BV20</b>	BV	0.0225	0.27	0.037	222.79	0.2	0.278	0.579
	Chaussée	0.0029	0.03	0.039	215.52	0.95	0.165	
	Talus	0.0028	0.67	0.008	584.69	0.3	0.136	
<b>BV21</b>	BV	0.1850	0.22	0.116	108.45	0.2	1.115	1.595
	Chaussée	0.0057	0.03	0.055	173.55	0.95	0.261	
	Talus	0.0055	0.67	0.011	478.4	0.3	0.219	
<b>BV22</b>	BV	0.0968	0.26	0.077	140.4	0.2	0.755	1.26

	Chaussée	0.0063	0.03	0.058	167.84	0.95	0.279	
	Talus	0.006	0.67	0.012	452.88	0.3	0.226	
<b>BV23</b>	BV	0.0431	0.28	0.05	184.29	0.2	0.441	0.869
	Chaussée	0.005	0.03	0.052	179.8	0.95	0.237	
	Talus	0.0048	0.67	0.011	478.4	0.3	0.191	
<b>BV24</b>	BV	0.1156	0.31	0.07	149.09	0.2	0.958	1.445
	Chaussée	0.006	0.03	0.057	169.69	0.95	0.268	
	Talus	0.0058	0.67	0.012	452.88	0.3	0.219	
<b>BV25</b>	BV	0.1439	0.29	0.09	127.26	0.2	0.101	0.606
	Chaussée	0.0063	0.03	0.058	167.84	0.95	0.279	
	Talus	0.0060	0.67	0.012	452.88	0.3	0.226	
<b>BV26</b>	BV	0.0669	0.36	0.055	173.55	0.2	0.645	1.048
	Chaussée	0.0045	0.03	0.049	186.65	0.95	0.221	
	Talus	0.0043	0.67	0.010	508.01	0.3	0.182	
<b>BV27</b>	BV	0.0319	0.38	0.037	222.79	0.2	0.395	0.668
	Chaussée	0.0026	0.03	0.037	222.79	0.95	0.152	
	Talus	0.0025	0.67	0.008	584.69	0.3	0.121	
<b>BV28</b>	BV	0.0147	0.23	0.032	244.13	0.2	0.199	0.425
	Chaussée	0.0020	0.03	0.033	239.44	0.95	0.126	
	Talus	0.0019	0.67	0.007	636	0.3	0.1	
<b>BV29</b>	BV	0.0219	0.13	0.052	179.8	0.2	0.218	0.534
	Chaussée	0.0032	0.03	0.041	208.84	0.95	0.176	
	Talus	0.0031	0.67	0.009	542.85	0.3	0.140	
<b>BV30</b>	BV	0.28	0.32	0.119	106.72	0.2	1.661	2.077
	Chaussée	0.0088	0.03	0.069	150.45	0.95	0.349	
	Talus	0.0084	0.67	0.14	96.34	0.3	0.067	
<b>BV31</b>	BV	0.0405	0.71	0.03	254.26	0.2	0.572	0.789
	Chaussée	0.0019	0.03	0.032	244.13	0.95	0.122	
	Talus	0.0018	0.67	0.007	636	0.3	0.095	

### VII.6.4 Exemple de calcul de débit d'apport du bassin versant N°21 avec une période de retour de 50 ans

#### ❖ Calcul de précipitation

$$P_j(2\%) = \frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \times e^{u\sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}}$$

Avec :

$$U = 2.057$$

$$C_v = 0.38$$

$$P_j(2\%) = \frac{65.03}{\sqrt{0.38^2 + 1}} \times e^{2.057\sqrt{\ln(0.38^2 + 1)}} = 129.39 \text{ mm}$$

#### ❖ Temps de concentration :

$$A < 5 \text{ km}^2 \text{ donc : } T_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

✓ Bassin versant N°21 :

$$T_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.185}{0.24}} = 0.116 \text{ h}$$

$$\text{Avec : } P = (H_{\text{max}} - H_{\text{min}}) / L = 124.81 / 548 = 0.22$$

✓ La chaussée :  $T_c = 0.0556 \text{ h}$

✓ Le talus :  $T_c = 0.036 \text{ h}$

#### ❖ La fréquence de l'averse :

$$P_t(2\%) = 129.39 \left( \frac{0.116}{24} \right)^{0.37} = 17.99 \text{ mm}$$

#### ❖ L'intensité de l'averse :

$$\checkmark \quad \text{Pour BV : } \left\{ \begin{array}{l} I = \frac{129.39}{24} = 5.39 \text{ mm/h} \\ B = b - 1 = -0.63 \\ T_c = 0.116 \text{ h} \end{array} \right.$$

$$I_t = 5.39 \times \left( \frac{0.116}{24} \right)^{-0.63} = 155.06 \text{ mm/h}$$

✓ Pour la chaussée :  $I_t = 246.44 \text{ mm/h}$

✓ Pour le talus :  $I_t = 324.07 \text{ mm/h}$

❖ Calcul du débit d'apport  $Q_a$  :

On a :

$$Q_a = Q_{Bv} + Q_c + Q_t$$

Avec :

$$Q_{Bv} = K \cdot I \cdot C_{tn} \cdot A = 0.278 \times 155.06 \times 0.2 \times 0.185 = 1.59 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_c = K \cdot I \cdot C_c \cdot A_c = 0.278 \times 246.44 \times 0.95 \times 0.0057 = 0.375 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_t = K \cdot I \cdot C_t \cdot A_t = 0.278 \times 324.07 \times 0.3 \times 0.0055 = 0.148 \text{ m}^3/\text{s}$$

D'où :

$$Q_a = 2.113 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le tableau suivant représente les résultats de calculs pour le débit d'apport du bassin versant N°21 et une période de retour de 50ans.

Tableau VII-6 : Caractéristiques et débit d'apport du BV N°21 pour une période de retour de 50 ans.

BV	Type	K	A (km <sup>2</sup> )	Tc(h)	It (mm/h)	C	Pente	Qi	Qa m <sup>3</sup> /s
BV N°21	BV	0.278	0.185	0.116	155.06	0.2	0.22	1.59	2.113
	Chaussé		0.0057	0.0556	246.44	0.95	0.03	0.375	
	Talus		0.0055	0.036	324.07	0.3	0.67	0.148	

### VII.6.5 Calcul des Dimensions des ouvrages hydrauliques

#### 1) Dimensionnement des fossés

On dimensionne les fossés par rapport aux débits de calcul, en considérant une période de retour de 10ans.

Pour le dimensionnement, on a pris le bassin versant N°3, avec un  $Q_a = 0.699 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et du débit d'écoulement au point de saturation.

$$Q_a = Q_s = K_{st} \times \left[ \frac{h \times (b + n \cdot h)}{b + 2h\sqrt{1 + n^2}} \right]^{2/3} \times J^{1/2} \times h \times (b + n \cdot h)$$

**Données :**

$$Q_a = 0.699 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K_{st} = 70 \text{ (béton)}$$

$$J = 4 \%$$

**On fixe :**

$$\alpha = 45^\circ$$

$$n = 1.5$$

$$b = 0.5 \text{ m}$$

#### ❖ Application numérique

$$0.699 = 70 \times \left[ \frac{h \times (0.5 + 1.5 \cdot h)}{0.5 + 2h\sqrt{1 + 1.5^2}} \right]^{2/3} \times 0.04^{1/2} \times h \times (0.5 + 1.5 \cdot h)$$

Par un calcul itératif, on aura :  $h=0.4 \text{ m}$  et  $b = 0.5 \text{ m}$ .

Vérification :

$$Q_s = 70 \times \left[ \frac{0.4 \times (0.5 + 1.5 \times 0.4)}{0.5 + 2 \times 0.4\sqrt{1 + 1.5^2}} \right]^{2/3} \times 0.04^{1/2} \times 0.4 \times (0.5 + 1.5 \times 0.4)$$

Donc :

$$Q_s = 1.38 \text{ m}^3/\text{s} > Q_a = 0.699 \text{ m}^3/\text{s} \implies \text{c'est vérifié}$$

## 2) Dimensionnement des buses

On prend pour exemple le bassin versant N°3 avec une période de retour de 10 ans.

Le dimensionnement des buses s'effectue avec la formule suivante :

$$Q_a = Q_s = K_{st} \times \left( \frac{R}{2} \right)^{2/3} \times J^{1/2} \times \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R^2$$

D'où :

$$RH^{8/3} = \frac{2^{2/3} \times Qa}{Kst \times J^{1/2} \times \frac{1}{2} \cdot \pi}$$

Avec :

**Qa = 0.699 m<sup>3</sup>/s**

**Kst = 80** (pour les buses préfabriquées)

**J** : la pente de pose qui vérifie la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à 4 m/s. Pour notre cas **J = 3%**

**A.N:**

$$RH^{8/3} = \frac{2^{2/3} \times 0.699}{80 \times 0.03^{1/2} \times \frac{1}{2} \times 3.14} = 0.051$$

Donc : **R = 0.327 m**

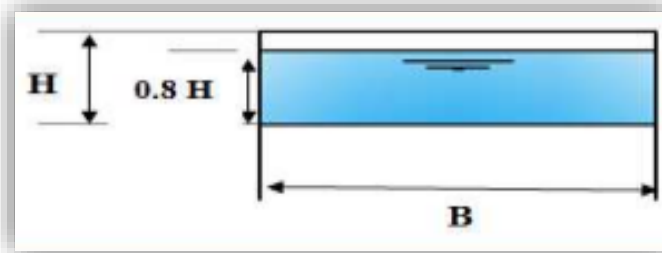
Alors on aura : **D = 2R = 0.655 m.**

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé et commercialisé, tel que : **Φ 400, Φ500, Φ800, Φ1000, Φ1200, Φ 1500...etc.**

Pour notre cas : le diamètre de la buse sera : **Φ800**

**3) Dimensionnement des dalots :**

On prend pour exemple le bassin versant N°21 avec une période de retour de 50 ans.



**Figure VII-5 : Représentation d'un dalot.**

On a:

$$Qs = Kst \times RH^{2/3} \times J^{1/2} \times Sm$$

$$Qa = Qs = Kst \times \left( \frac{0.8 H \times B}{1.6H + B} \right)^{2/3} \times J^{1/2} \times 0.8 H \times B$$

Avec :

$K_{st} = 70$  (béton)

$J = 3\%$

Le calcul se fera par itération, on fixe le paramètre B et on calcule le paramètre H.

On fixe  $B=2m$  et on calcule H ?


A.N :

$$2.113 = 70 \times \left( \frac{0.8 H \times 2}{1.6H + 2} \right)^{2/3} \times 0.03^{1/2} \times 0.8 H \times 2$$

On trouve :  $H=1.5 m$

**Vérification :**

$$Q_s = 70 \times \left( \frac{0.8 \times 1.5 \times 2}{1.6 \times 1.5 + 2} \right)^{2/3} \times 0.03^{1/2} \times 0.8 \times 1.5 \times 2 = 11.08 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_s = 11.08 \text{ m}^3/\text{s} > Q_a = 2.113 \text{ m}^3/\text{s}$   **c'est verifier.**

## VII.7 Conclusion

Les résultats de notre étude sur le réseau d'assainissement sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau VII-7 : Ouvrages hydrauliques utilisés dans notre projet.**

Bassin versant N°	PK	Ouvrage prévu	Dimensions
1	00+350	Buse	Φ800
2	00+512	Buse	Φ800
3	00+750	Buse	Φ800
4	00+870	Dalot	(2m*1.5m)
5	00+950	Dalot	(2m*1.5m)
6	01+350	Buse	Φ800
7	01+380	Buse	Φ800
8	01+600	Buse	Φ800
9	01+800	Dalot	(2m*1.5m)
10	02+050	Buse	Φ800
11	02+350	Buse	Φ800
12	02+450	Buse	Φ800
13	02+780	Buse	Φ800
14	03+060	Dalot	(2m*1.5m)
15	03+150	Dalot	(2m*1.5m)
16	03+230	Dalot	(2m*1.5m)
17	03+610	Buse	Φ800

<b>18</b>	03+700	Buse	<b>Φ800</b>
<b>19</b>	03+875	Dalot	<b>(2m*1.5m)</b>
<b>20</b>	04+150	Buse	<b>Φ800</b>
<b>21</b>	04+290	Dalot	<b>(2m*1.5m)</b>
<b>22</b>	04+575	Dalot	<b>(2m*1.5m)</b>
<b>23</b>	04+690	Buse	<b>Φ800</b>
<b>24</b>	04+850	Dalot	<b>(2m*1.5m)</b>
<b>25</b>	05+315	Buse	<b>Φ800</b>
<b>26</b>	05+400	Dalot	<b>(2m*1.5m)</b>
<b>27</b>	05+612	Buse	<b>Φ800</b>
<b>28</b>	05+765	Buse	<b>Φ800</b>
<b>29</b>	06+112	Buse	<b>Φ800</b>
<b>30</b>	06+400	Dalot	<b>(2m*1.5m)</b>
<b>31</b>	06+700	Buse	<b>Φ800</b>

# **Chapitre VIII : Equipements de la route**

## VIII.1 Introduction

La prévention routière, ou sécurité routière, est l'ensemble des mesures visant à éviter les accidents de la route ou à atténuer leurs conséquences et de rendre plus facile et plus sûre l'utilisation des routes et des autoroutes, elle correspond à un enjeu majeur de protection des personnes.

## VIII.2 Equipements de la route

Les équipements routiers sont des dispositifs affectés aux besoins de la circulation routière, destinés à la signalisation, à la protection des usagers, à l'exploitation des voies du domaine public routier, à la constatation des infractions au code de la route et au recouvrement des droits d'usagers.

### VIII.2.1 Sécurité

Au fur et à mesure des réformes du code de la route, certains dispositifs de sécurité sont devenus obligatoires, alors que d'autres se sont imposés d'eux-mêmes tant leur efficacité est reconnue. Preuve en est, le nombre de décès sur les routes après une collision n'a eu de cesse de diminuer depuis que des équipements de sécurité en passant par les airbags ou encore les dispositifs d'assises pour enfant, les équipements de sécurité qui protègent les usagers sont multiples. D'ailleurs, le dernier bilan de la sécurité routière confirme que leur synergie n'est plus à prouver et que ces éléments contribuent directement à la sécurité des conducteurs et des passagers en cas d'accident de la route.

#### VIII.2.1.1 Dispositifs de retenus

Les dispositifs de retenue consistent eux même des obstacles, ils ne doivent être implantés que si le risque en leurs absences le justifie. Ces dispositifs sont :

- **Glissière de sécurité**

Elles sont classées en trois (03) niveaux, suivant leurs performances de retenus.

- **Les glissières de niveau 1** : sont particulièrement adoptées pour les routes principales.
- **Les glissières de niveau 2 et 3** : sont envisageables, lorsque les vitesses pratiquées à leurs endroits, sont faibles (de l'ordre de 60 km/h).

Concernant les autres types de routes, les glissières doivent être prévues, dans les cas suivants :

- **Sur le terre-plein-central TPC**

Des barrières de sécurité équipent systématiquement le TPC.

Le choix du type de barrière est en fonction du volume et de la composition du trafic, du risque à couvrir (obstacle, dénivelé ...), des contraintes de visibilité et d'exploitations et de la largeur du TPC.

On utilise les séparateurs en béton de type **GBA** (glissière en béton adhérent) ou **DBA** (double en béton adhérent) sont constitués d'un muret continu en béton faiblement armé coulé sur place et qui présente un profil spécifique. Ils sont capables de retenir les poids lourds de 12 t et entrent donc dans la classe des barrières normales de sécurité. Pour les voitures légères, le profil, par sa forme particulière, limite le frottement de la carrosserie sur le dispositif.



Figure VIII-1 : Exemple de séparateur en béton GBA et DBA.

#### ➤ Sur accotement

On met les séparateurs en béton, soit en présence d'obstacles durs ou autres configurations agressives, soit lorsque la hauteur des remblais dépasse 4 m, ou en présence d'une dénivellation brutale de plus de 1 m (cas des ouvrages d'arts par exemple).

#### • Murettes de protection en béton armé

L'implantation de ce type d'ouvrage nécessite des prescriptions spéciales dont il faut tenir compte dès la conception des projets. Leurs dimensions diffèrent par rapport aux glissières simples dont elles sont envisagées lorsque le danger potentiel représenté par la sortie des véhicules lourds de la chaussée, notamment les véhicules de transports en commun, est important, en particulier dans les cas ci-contre :

- Les sections où la route surplombe directement sur la mer.
- Lorsque la hauteur de la dénivellation est supérieure à 10 m.



Figure VIII-2: Exemple de murette en béton de plus de 2m.

- **Glissières métalliques**

Les glissières métalliques se qualifient comme les plus performantes des glissières existantes. Ces dispositifs de sécurité en métal viennent amortir les chocs (elles sont définies comme douces).

Ces modèles assurent leurs sécurités comme suit :

- Absorber le choc en cas d'accident.
- Rediriger et adresser le véhicule qui risque la sortie de la voie.
- Elles ont la faculté de protéger les bardages des bâtiments.
- Servent à aménager les parkings automobiles.
- Elles protègent les sorties des grands axes.

Les glissières métalliques ont les avantages dont, elles sont faciles à implanter, et à entretenir en cas de choc. Malgré l'usure et l'aspect de l'acier changeant, une glissière en acier a une durée de vie estimée entre **30 et 50** ans.

L'implantation de ces séparateurs peut être au TPC, comme peut être sur l'accotement.



Figure VIII-3 : Glissières métalliques au TPC, et sur accotement.

### VIII.2.1.2 Application au projet

Dans le cas de notre projet, on est sensé choisir l'implantation des glissières en métal sur tout le long de la route (de début jusqu'à la fin du projet) sur le côté aval.

Ce choix est conditionné par :

- Le danger provenant des terrains accidentés du site de projet.
- La hauteur du tracé.
- La rapidité et la durée de réalisation.
- La facilité d'entretenir en cas de dégât du choc.
- Le coût de réalisation.

**Remarque :** pour l'implantation de ces glissières métalliques, on prend en compte le coût économique, d'où, la réalisation de ces séparateurs dans les sections où il existe des talus est à éviter.

## VIII.3 Signalisation routière

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route tout au long de son parcours, en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce, en lui évitant hésitations et fausses manœuvres. Elle doit donc lui permettre d'anticiper toute manœuvre ou tout changement de direction et lui permettre de s'y préparer. En plus de lui servir de guide, en lui indiquant la route à suivre, ainsi que les dangers qui la parsèment (courbe en pente prononcée, accotement mou, chaussée glissante, etc.). Elle lui rappelle les diverses prescriptions du code de la sécurité routière et des règlements municipaux.

Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Il est, par conséquent, en constante évolution et fait l'objet de recherches continues, afin d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation.

### VIII.3.1 Définition de la signalisation routière

La signalisation routière est un outil de communication essentiel qui assure la sécurité des usagers de la route, et les informer sur les dangers et les prescriptions relatifs à la circulation ainsi que les éléments utiles à la prise de décision, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements.

### VIII.3.2 Types de signalisation

On distingue deux types de signalisation :

**VIII.3.2.1 Signalisations verticales**

Elle se fait à l'aide des panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'usager à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

- **Type A** : Signaux de danger, ce sont des panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

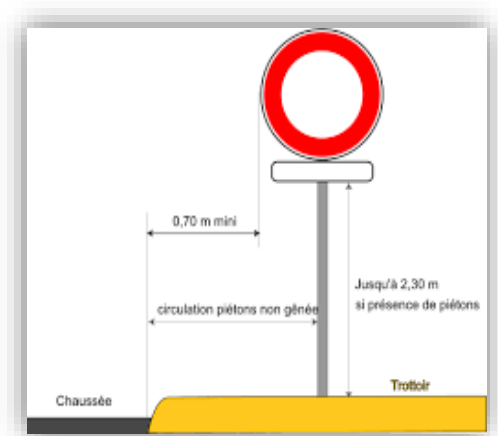


**Figure VIII-4: Plaque de signalisation de danger.**

- **Signaux comportant une prescription absolue :**

On trouve :

- **Type C** : Signaux d'interdiction, de forme circulaire comportant un périmètre rouge de fond blanc.



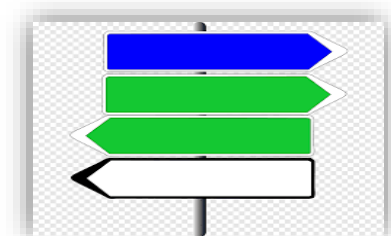
**Figure VIII-5: Modèle de plaque de signalisation d'interdiction.**

- **Type D** : Signaux d'obligation, de forme aussi circulaire, panneaux au fond bleu.
- Signaux de fin de prescription.

- **Signaux à simple indication**

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

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



**Figure VIII-6: Modèle de plaque de direction.**

➤ **Signaux de position des dangers**

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

### VIII.3.2.2 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 continues** : Les lignes continues annoncent aux conducteurs qu'il est interdit de les franchir.
- **Lignes discontinues** : 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.

- **Modulation des lignes discontinues** : elles sont basées sur une longueur périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Tableau VIII-1:Caractérisation des lignes discontinues. [13]

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (cm)	Intervalle entre deux traits successifs (m)	Rapport plein vide
Axiale longitudinal	T1	3.00	10.00	1/3
	T'1	1.50	5.00	1/3
	T3	3.00	1.33	3
Rive	T2	3.00	3.50	1
	T'3	20.00	6.00	3
Transversal	T'2	0.50	0.50	1

- **Type T1, T'1** : lignes discontinues axiales ou de délimitation des voies, à forte prédominance des vides entre les traits (pleins).
- **Type T2, T'2** : lignes discontinues pour délimitation de la chaussée, dont les vides et les pleins sont approximativement équilibrés.

- **Type T3, T'3** : Discontinues d'annonce d'une ligne continue ou de dissuasion remplaçant une ligne continue ou de délimitation des voies dans certains cas en agglomération, à forte prédominance des pleins sur les vides.

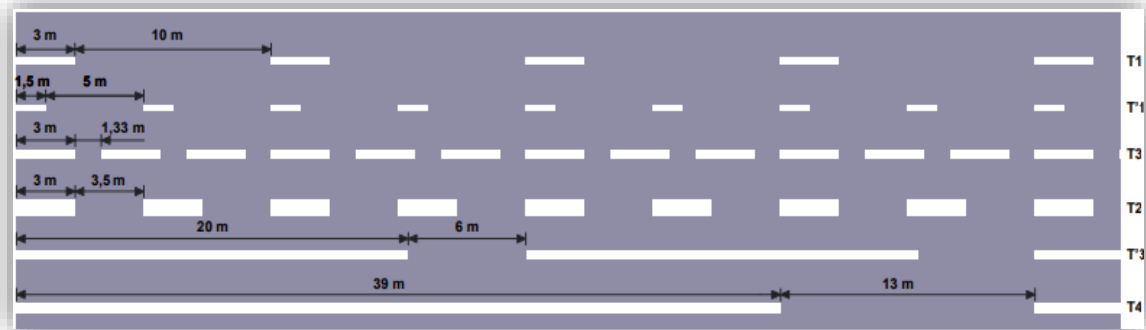


Figure VIII-7: Lignes longitudinales comportant différents type de modulation. [14]

#### ✚ Marquage transversal

- Lignes transversales continues : éventuelle tracées à la limite où les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.
- Lignes transversales discontinues : éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

#### ✚ Les flèches :

- Flèches de rabattement.
- Flèches de sélection unidirectionnelle.
- Flèches de sélection bidirectionnelle.



Figure VIII-8: Exemple de signalisation horizontale.

### VIII.3.3 Application au projet

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

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger types A.



Figure VIII-9 : Signaux d'avertissement de danger.

- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction type C.



Figure VIII-10: Signaux d'interdiction.

- Panneaux de signalisation d'identification des routes type E.
- Panneaux de signalisation d'identification des routes de type E :



Figure VIII-11: Signaux d'identification des routes.

- Signalisation horizontale :

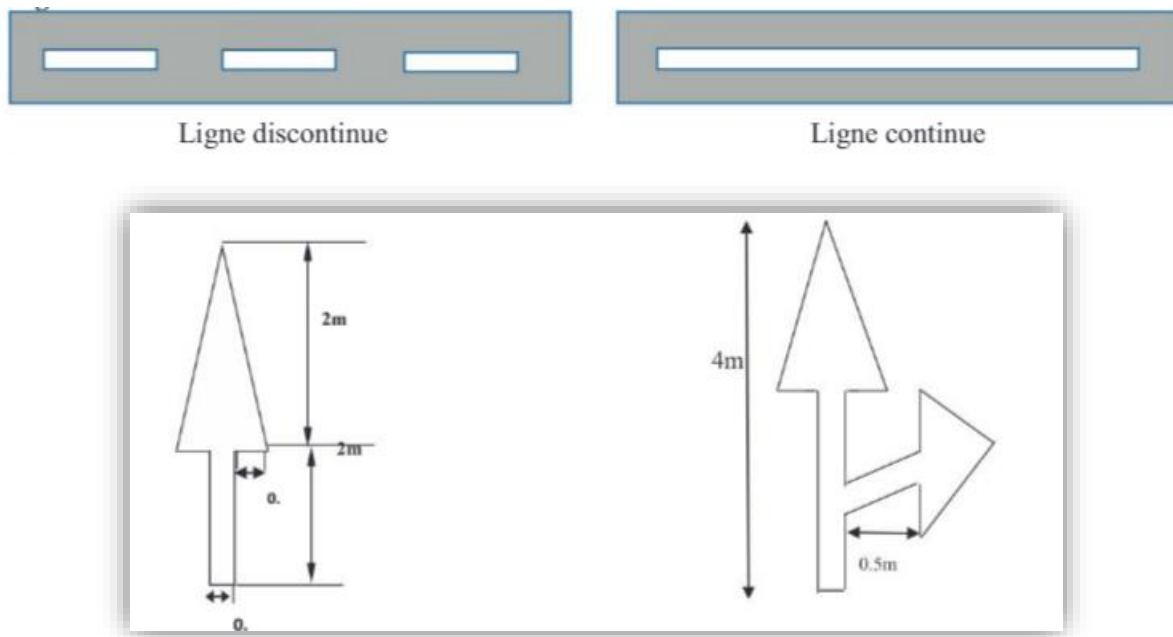


Figure VIII-12: Flèches de sélection.

## VIII.4 Eclairage

Nous avons tous de plus en plus besoin de nous déplacer, en toute sécurité et avec le moins d'impact possible sur notre environnement. Or, les déplacements nocturnes n'étant pas sans risques, l'éclairage routier permet de les effectuer dans les meilleures conditions possibles.

Ces systèmes d'équipements électrotechniques, ont pour but, d'assurer la visibilité et le confort aussi élevé pendant l'utilisation de la route.

### VIII.4.1 Définition

L'éclairage public est l'ensemble des moyens d'éclairage mis en œuvre dans les espaces publics, à l'extérieur et à l'intérieur des villes, généralement en bordures des voiries et places, ainsi les autoroutes, les carrefours, les zones industrielles etc..., nécessaire à éclairer et diminuer le mal visibilité des usagers.

### VIII.4.2 Catégories d'éclairages

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

### VIII.4.3 Paramètres d'implantations des luminaires

Afin de choisir l'éclairage selon les besoins d'étude, il faut d'abord savoir si l'élément évalué est un tronçon ; carrefour ; échangeur ou autre. Il est aussi important de définir le type de la route, soit une autoroute ; autoroute avec carrefour à niveau ; route nationale ; route collectrice ou une route locale.

Les paramètres d'implantation des luminaires sont :

- L'espace ( $e$ ) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur ( $h$ ) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10m et parfois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur ( $l$ ) de la chaussée.
- Le porte-à- faux ( $p$ ) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb ( $s$ ) par rapport au bord de la chaussée.

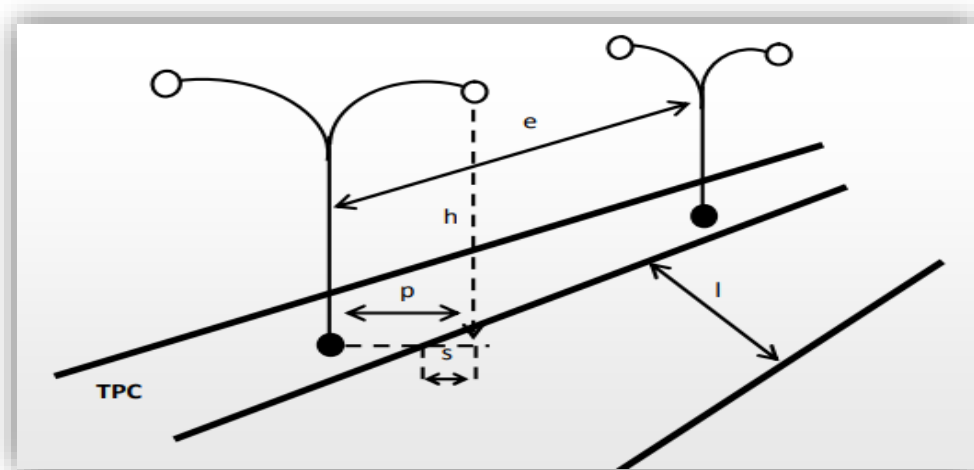


Figure VIII-13: Paramètre d'implantation des luminaires.

### VIII.4.4 Application au projet

Dans le cas de notre projet, nous allons prévoir des poteaux d'éclairage à LED, qui sont économiques et ne nécessitent pas de les alimenter avec câbles électriques parce qu'ils contiennent des panneaux solaires. L'implantation des poteaux se fera à 70 m entre chacun en vue de la situation de notre route en zone montagneuse, rurale loin des habitants.

# **Chapitre IX : Impact sur l'environnement**

## IX.1 Introduction

Le terme "**environnement**" est le domaine qui rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces humains, animales et végétales.

Tout projet de construction ou d'aménagement d'une infrastructure doit faire l'objet d'une évaluation de son impact sur l'environnement. En effet, l'extraction de matériaux, 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 les ressources naturelles.

L'effort technologique vise à maîtriser, 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.

## IX.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, directe et indirecte, à court, moyen et long terme du projet sur l'environnement.
- Les raisons, les justifications techniques et environnementales du choix du projet.
- L'estimation des coûts correspondants à l'étude de ces impacts.

## IX.3 Définitions

### L'environnement

C'est l'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains, contribuent directement à subvenir à ses besoins.

### Impact sur l'environnement

L'impact environnemental, est l'ensemble des changements qualitatifs, quantitatifs et fonctionnels de l'environnement, engendrés par un projet, un processus, un procédé, un des organismes, ou un des produits de sa conception, à sa fin de vie.

## **IX.4 Etude d'impact sur l'environnement**

Cette étude portera sur la description des effets prévisibles, positifs et négatifs, directs ou indirects, sur les composantes de l'environnement qui risquent d'être générés par les phases de construction et d'exploitation.

L'identification des conséquences d'un projet sur son environnement, constitue l'étape clé de l'étude d'impact sur l'environnement ; Ces conséquences, appelées plus couramment impacts, sont déduites de l'analyse par superposition du contenu du projet, tant en phase de construction qu'en phase d'exploitation et des composantes des domaines ou milieux affectés.

En phase de réalisation (ou de chantier), les impacts émaneront principalement des installations de chantier et des travaux d'exécution du projet.

Parmi ces impacts, on distingue deux différents types :

### **IX.4.1 Impacts négatifs**

Ils sont, en général, causés par la réalisation de l'ouvrage lui-même, les plus importants sont les suivants :

#### **IX.4.1.1 Impact sur La qualité de l'air**

Les risques d'impacts anticipés sont dus principalement aux envols de poussières, aux émissions de gaz d'échappement :

- Envols de poussière : émanant de la circulation des véhicules et engins utilisés pour les travaux de construction, des camions circulant avec des matériaux non couverts, vents soufflant sur les sols entassés et exposés, chargement et déchargement des matériaux sur le site, transport des matériaux extrait des lieux d'emprunt.
- Emission de gaz d'échappement : des véhicules, des engins, et des équipements de construction.

#### **IX.4.1.2 Impact sur les ressources en eau**

Les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines, entraînant parfois un risque accru d'inondation, d'érosion, de dépôts, ou une modification brutale de la dynamique de la nappe phréatique, et la pollution de cette dernière, par le déversement des sédiments et des matières polluantes (fuites d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant, les détritrus résultants de l'usure des plaquettes de freins et des pneus).

**IX.4.1.3 Impact sur la faune**

Au niveau des animaux, leur contamination par les métaux lourds accumulés dans la végétation des abords routiers, constitue le principal impact négatif important relié à la pollution générée par le transport routier. Le bruit et la lumière artificielle affectent également certaines formes de vie sauvage.

**IX.4.1.4 Impact sur La flore**

- Un projet aura un impact sur la végétation car il y a des espèces végétales sensibles ou protégés dans la zone.
- Les terrassements du sol conduit à un déséquilibre dans l'aération des racines et empêche ainsi leur développement.
- Désorganisation du territoire agricole.
- Diminution du couvert végétal.

**IX.4.1.5 Impact sur l'agriculture**

L'ensemble des impacts sur l'agriculture peuvent se regrouper en trois éléments qui sont :

- L'effet de la substitution du sol à vocation agricole, et la diminution des superficies exploitées.
- L'effet de coupure, entraînant la destruction d'une tranche de la parcelle agricole, et difficultés de travail et de circulation par des allongements de parcours (rupture de cheminements).
- L'effet de modification du régime agricole.

**IX.4.1.6 Impact sur le paysage**

L'infrastructure portera une défiguration au paysage naturel malgré les efforts de l'ingénieur à adapter le tracé géométrique à la topographie du site.

**IX.4.1.7 L'impact sur les habitants**

Les principaux impacts d'une infrastructure routière sur les habitants sont : la destruction, le bruit et la sécurité.

En outre à ces impacts qui sont difficiles, voire impossibles à évaluer, il existe d'autres effets qui leurs sont liés :

- L'effet de bornage d'une ville par projet.

- L'effet de barrière entre deux centres urbains.
- L'effet de destruction au sein des agglomérations.

#### ❖ **La destruction :**

Les projets d'aménagement routiers nécessitent parfois, la destruction de certaines habitations et le déplacement des populations du lieu de leur vie ou de travail, et leur réinstallation par la suite ailleurs, ce qui peut provoquer un bouleversement sur le plan économique et culturel de la vie des individus affectés.

Ces impacts sont d'ordre :

- Economique : modification des systèmes de production.
- Socioculturel : désorganisation des communautés, et modification culturelle.
- Naturel : modification dans l'exploitation des ressources naturelles.

#### ❖ **Le bruit :**

La construction d'une route au voisinage d'habitation a des conséquences sur la santé humaine, suite à la gêne due au bruit pouvant se manifester de plusieurs façons : perte de sommeil, fatigue, baisse de l'acuité auditive.

#### ❖ **La sécurité :**

➤ Pour assurer la sécurité des piétons on doit :

- Implanter des passerelles au niveau des centres qui génèrent les populations de la ville.
- Implanter des trottoirs.

➤ Pour assurer la sécurité des automobilistes on doit :

- Réduire la vitesse au niveau des intersections et des zones urbaines.
- Des panneaux de signalisation seront implantés.

### **IX.4.2 Impacts positifs**

Ce sont généralement des impacts socio-économiques et peuvent être résumé comme suit :

- La fluidité de la circulation (gaine du temps).
- Favoriser la découverte et la mise en valeur des régions traversées.
- La réduction des coûts de transport (gain du temps, sécurité, carburant ...).
- Désenclavement des régions limitrophes.

- La création des postes d'emplois temporaire (durant la phase de réalisation).
- Une réponse aux besoins de confort, et la sécurité des usagers.
- L'amélioration des conditions économiques de la population de la zone du projet. En effet, la mobilité des travailleurs sera nettement améliorée et l'activité de la population sera probablement développée.
- Attraction des activités agricoles, pastorales et touristiques.

### **IX.5 Méthodologie du choix de l'implantation du type de plantes**

La méthode adaptée, afin de pouvoir porter un choix sur un type donné de plantes, se résume comme suit :

- Choisir les espaces végétales disponibles localement.
- Les implantations doivent préserver la visibilité.

### **IX.6 Intérêt de la végétation**

#### **❖ Sur le plan technique**

- Elle limite l'érosion superficielle des sols.
- Elle règle les débits d'écoulement des eaux et draine les talus.
- Les plantations de terre-plein central ont pour fonction contre l'éblouissement.
- Les plantations peuvent avoir un rôle de stabilisation des talus et de balisage.

#### **❖ Sur le plan sécuritaire**

- Elle participe au guidage des usagers et de la compréhension du trajet.

#### **❖ Sur le plan paysager**

- Ces plantations permettent une meilleure intégration de l'aménagement dans la nature.

#### **❖ Sur le plan écologique**

- Les implantations vont constituer un espace de vie pour la faune et la flore, participe au cycle biologique et servent à atténuer certains polluants.

## **IX.7 Conclusion**

Il est essentiel d'améliorer nos connaissances dans divers domaines, afin de réaliser des évaluations et des prévisions plus précises, garantissant ainsi, une meilleure préservation de l'environnement dans le cadre des aménagements. Le défi consiste à réduire au maximum l'impact sur l'environnement, tout en préservant les ressources naturelles.

Cet engagement en faveur de la protection environnementale, doit être présent à toutes les étapes de vie d'une route :

- Sa conception.
- Sa construction.
- Son exploitation.

# Conclusion générale

Ce projet de fin d'études, a été une opportunité précieuse pour mettre en pratique les connaissances théoriques et techniques que nous avons acquises, tout au long de notre cursus à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Notre travail a porté sur l'étude de la déviation et de la modernisation du CW128 dans la Wilaya de Tizi-Ouzou. Tout au long de ce projet, nous sommes efforcés de respecter les normes et recommandations applicables dans le domaine routier, en mettant l'accent sur le confort des utilisateurs, la sécurité, l'économie et respect de l'environnement.

Cette étude nous a permis de chercher des solutions aux problèmes techniques qui peuvent survenir lors de l'élaboration d'un projet routier. En se conformant au règlement algérien, à savoir B40, nous avons défini les caractéristiques suivantes :

- Une chaussée bidirectionnelle de 3 voies de 3.5 m de largeur chacune.
- Un accotement de 0.6 m.
- Une couche de roulement en BB de 6 cm.
- Une couche de base en GB de 8cm.
- Une couche de fondation en GC de 14 cm.

Ce projet nous a permis, d'une part, de bénéficier de l'expérience des professionnels du domaine, et d'autre part, d'acquérir une méthodologie rationnelle pour la conception de projets des travaux publics, et d'avoir une patience de recherche pour un but donné.

Finalement, et après avoir jugé ce travail, on se permet de le prendre comme bagage préliminaire pour entamer une autre étape dans ce vaste domaine.

## Références bibliographiques :

- [1] : <https://d-maps.com/m/africa/algeria/tiziouzou/tiziouzou17.gif>.
- [2], [4], [5], [6] : rapport d'étude géologique et géotechnique (Etude de la déviation et de la modernisation de la RN25 et du CW128 dans la wilaya de TIZI OUZOU), Avant-Projet Détaillé, novembre 2016, établi par Mme OUZHER Chabha.
- [3] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya\\_de\\_Tizi\\_Ouzou](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Tizi_Ouzou).
- [7] : Rihane Ranida, mémoire fin d'étude qui prend le thème : Etude d'un tronçon de la voie expresse reliant (DRAA EL MIZAN-AIN EL HAMMAM), sur un linéaire de PK 0+020 au PK 4+200.
- [8], [9] : catalogue de dimensionnement de chaussées neuves, CTTP, fascicule 1 (notice d'utilisation), novembre 2001.
- [10] : catalogue de dimensionnement de chaussées neuves, CTTP, fascicule 2 (hypothèses et données de dimensionnement), novembre 2001.
- [11] : catalogue de dimensionnement de chaussées neuves, CTTP, fascicule 1 (fiche technique de dimensionnement), novembre 2001.
- [12], [13] : Instruction interministérielle sur la signalisation routière – 7ème partie – VC20130321, arrêté 16/02/1988.
- [14] : PEF de FARES BESSACI et HILAL BOUBAKOUR, 2016, Etude de la déviation et de la modernisation du CW 128 sur un linéaire de 4.5 km.
- Rapport d'étude géologique et géotechnique (Etude de la déviation et de la modernisation de la RN25 et du CW128 dans la wilaya de TIZI OUZOU), Avant-Projet Détaillé, novembre 2016, établi par BET SAETI.
- B40 : normes techniques d'aménagement des routes 1977, Algérie.
- CTTP, Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves : 2001, Algérie.
  - Fascicule 1
  - Fascicule 2
  - Fascicule 3
- Cours « conception et dimensionnement des routes », 2022, FGC/UMMTO, spécialité travaux publics, Mme Ghanem Fadhila.
- Cours « routes 1 et 2 », 2019, FGC/UMMTO, L3, spécialité travaux publics, Mme Khial Nassima.
- Guide des terrassements routiers GTR (SETRA-LCPC), 1994, France.
- Normes AFNOR NF P 11-300 ; 1992, France.
- Guide technique, Assainissement routier, SETRA, Octobre 2006.

- Rihane Ranida, Saber Salma et MounsiTaous 2019/2020 ; mémoire fin d'études « Etude d'un tronçon de la voie express reliant (DRAA EL MIZAN-AIN EL HAMMAM), sur un linéaire de PK 0+020 au PK 4+200 », UMMTO, Algérie.
- Amani Sarah et Titouche Naima 2016/2017 ; mémoire fin d'études « Etude d'un tronçon autoroutier de la pénétrante de Tizi-Ouzou sur un linéaire de 2 Km avec la conception de deux échangeurs », UMMTO, Algérie.
- OTMANE Hamid. 2015/2016 ; mémoire fin d'étude, « Etude de la liaison d'échangeur CW 06 avec la 2ème Rcade sud de la wilaya d'Alger en phase APD », UMMTO, Algérie.
- Haffaf M'bark, Chabira Belkhir, 2015/2016, mémoire de fin d'études « modernisation de la RN24 avec valorisation du sable dans le grave-ciment comme couche de fondation » ; Université de Djelfa. Algérie.
- Instruction interministérielle sur la signalisation routière – 7ème partie – VC20130321, arrêté 16/02/1988, France.
- Fares Bessaci et Hilal Boubakour, 2016, mémoire de fin d'études « Etude de la déviation et de la modernisation du CW 128 sur un linéaire de 4.5 km » université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Algérie.

# **Annexes**

**CUBATURES GEOLOGIQUES**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	0.0	0.0	0.0
2	23.000	0.0	0.0	0.0
3	46.000	0.0	0.0	0.0
4	69.000	0.0	0.0	0.0
5	92.000	0.0	0.0	0.0
6	115.000	0.0	0.0	0.0
7	138.000	0.0	0.0	0.0
8	161.000	0.0	0.0	0.0
9	184.000	0.0	0.0	0.0
10	207.000	0.0	0.0	0.0
11	230.000	0.0	0.0	0.0
12	253.000	0.0	0.0	0.0
13	276.000	0.0	0.0	0.0
14	299.000	0.0	0.0	0.0
15	322.000	0.0	0.0	0.0
16	345.000	0.0	0.0	0.0
17	368.000	0.0	0.0	0.0
18	371.077	0.0	0.0	0.0
19	391.000	0.0	0.0	0.0
20	414.000	0.0	0.0	0.0
21	437.000	0.0	0.0	0.0
22	460.000	0.0	0.0	0.0
23	483.000	0.0	0.0	0.0
24	506.000	0.0	0.0	0.0
25	529.000	0.0	0.0	0.0
26	530.635	0.0	0.0	0.0
27	552.000	2818.2	0.0	0.0
28	575.000	3393.1	0.0	0.0
29	598.000	4.9	0.0	0.0
30	614.971	41.8	0.0	0.0
31	621.000	216.4	0.0	0.0
32	644.000	3496.2	0.0	0.0
33	667.000	8617.5	0.0	0.0
34	690.000	7533.9	0.0	0.0
35	713.000	1878.1	0.0	0.0
36	736.000	2064.0	0.0	0.0
37	759.000	4793.8	0.0	0.0
38	782.000	9829.2	0.0	0.0
39	792.164	8021.6	0.0	0.0
40	805.000	12065.1	0.0	0.0
41	828.000	9740.4	0.0	0.0
42	851.000	1393.6	0.0	0.0
43	854.593	979.1	0.0	0.0
44	874.000	0.0	0.0	0.0
45	897.000	0.0	0.0	0.0
46	918.603	0.0	0.0	0.0
47	920.000	0.0	0.0	0.0
48	943.000	0.0	0.0	0.0
49	966.000	0.0	0.0	0.0
50	989.000	0.0	0.0	0.0
51	1012.000	0.0	0.0	0.0
52	1035.000	80.7	0.0	0.0
53	1046.485	380.8	0.0	0.0
54	1058.000	2197.7	0.0	0.0
55	1081.000	9551.7	0.0	0.0

**CUBATURES GEOLOGIQUES**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
56	1104.000	8735.8	0.0	0.0
57	1127.000	4893.5	0.0	0.0
58	1137.073	2732.7	0.0	0.0
59	1150.000	333.7	0.0	0.0
60	1173.000	0.0	0.0	0.0
61	1196.000	0.0	0.0	0.0
62	1219.000	0.0	0.0	0.0
63	1242.000	0.0	0.0	0.0
64	1265.000	2527.4	0.0	0.0
65	1288.000	2185.5	0.0	0.0
66	1311.000	4041.2	0.0	0.0
67	1334.000	4772.6	0.0	0.0
68	1357.000	4092.0	0.0	0.0
69	1380.000	2184.3	0.0	0.0
70	1403.000	485.0	0.0	0.0
71	1411.024	91.8	0.0	0.0
72	1426.000	0.0	0.0	0.0
73	1449.000	0.0	0.0	0.0
74	1472.000	0.0	0.0	0.0
75	1475.767	0.0	0.0	0.0
76	1495.000	393.1	0.0	0.0
77	1518.000	4952.6	0.0	0.0
78	1541.000	8075.3	0.0	0.0
79	1564.000	855.4	0.0	0.0
80	1587.000	0.0	0.0	0.0
81	1610.000	0.0	0.0	0.0
82	1625.121	0.0	0.0	0.0
83	1633.000	0.0	0.0	0.0
84	1656.000	0.0	0.0	0.0
85	1679.000	1589.3	0.0	0.0
86	1683.513	2064.8	0.0	0.0
87	1702.000	9439.3	0.0	0.0
88	1725.000	17623.2	0.0	0.0
89	1748.000	13998.4	0.0	0.0
90	1771.000	4675.6	0.0	0.0
91	1794.000	0.0	0.0	0.0
92	1817.000	0.0	0.0	0.0
93	1840.000	0.0	0.0	0.0
94	1863.000	0.0	0.0	0.0
95	1886.000	0.0	0.0	0.0
96	1909.000	0.0	0.0	0.0
97	1932.000	1769.4	0.0	0.0
98	1955.000	8688.2	0.0	0.0
99	1978.000	9908.7	0.0	0.0
100	2001.000	10825.9	0.0	0.0
101	2024.000	6325.4	0.0	0.0
102	2047.000	1440.0	0.0	0.0
103	2070.000	0.0	0.0	0.0
104	2093.000	0.0	0.0	0.0
105	2116.000	0.0	0.0	0.0
106	2139.000	0.0	0.0	0.0
107	2162.000	0.0	0.0	0.0
108	2185.000	0.0	0.0	0.0
109	2208.000	0.0	0.0	0.0
110	2211.023	0.0	0.0	0.0

**CUBATURES GEOLOGIQUES**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
111	2231.000	600.2	0.0	0.0
112	2254.000	7810.7	0.0	0.0
113	2277.000	12522.5	0.0	0.0
114	2300.000	1483.8	0.0	0.0
115	2303.658	848.3	0.0	0.0
116	2323.000	0.0	0.0	0.0
117	2346.000	0.0	0.0	0.0
118	2369.000	0.0	0.0	0.0
119	2392.000	0.0	0.0	0.0
120	2415.000	0.0	0.0	0.0
121	2438.000	0.0	0.0	0.0
122	2461.000	255.7	0.0	0.0
123	2484.000	3004.2	0.0	0.0
124	2507.000	4102.7	0.0	0.0
125	2530.000	6063.9	0.0	0.0
126	2553.000	2856.8	0.0	0.0
127	2576.000	345.9	0.0	0.0
128	2599.000	2096.1	0.0	0.0
129	2622.000	3155.6	0.0	0.0
130	2645.000	390.8	0.0	0.0
131	2668.000	3391.7	0.0	0.0
132	2691.000	7733.3	0.0	0.0
133	2694.396	6137.0	0.0	0.0
134	2714.000	2728.5	0.0	0.0
135	2737.000	678.3	0.0	0.0
136	2760.000	43.9	0.0	0.0
137	2783.000	0.0	0.0	0.0
138	2806.000	0.0	0.0	0.0
139	2820.398	0.0	0.0	0.0
140	2829.000	0.0	0.0	0.0
141	2852.000	0.0	0.0	0.0
142	2875.000	0.0	0.0	0.0
143	2898.000	0.0	0.0	0.0
144	2921.000	0.0	0.0	0.0
145	2944.000	0.0	0.0	0.0
146	2967.000	0.0	0.0	0.0
147	2990.000	0.0	0.0	0.0
148	3013.000	0.0	0.0	0.0
149	3036.000	0.0	0.0	0.0
150	3041.686	0.0	0.0	0.0
151	3059.000	259.4	0.0	0.0
152	3066.795	1405.0	0.0	0.0
153	3082.000	2651.8	0.0	0.0
154	3105.000	494.6	0.0	0.0
155	3128.000	660.9	0.0	0.0
156	3151.000	0.0	0.0	0.0
157	3174.000	0.0	0.0	0.0
158	3197.000	0.0	0.0	0.0
159	3211.870	0.0	0.0	0.0
160	3220.000	0.0	0.0	0.0
161	3243.000	591.1	0.0	0.0
162	3266.000	1393.0	0.0	0.0
163	3289.000	1342.2	0.0	0.0
164	3309.743	1096.2	0.0	0.0
165	3312.000	1179.7	0.0	0.0

**CUBATURES GEOLOGIQUES**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
166	3335.000	704.5	0.0	0.0
167	3358.000	0.0	0.0	0.0
168	3381.000	0.0	0.0	0.0
169	3404.000	2.2	0.0	0.0
170	3413.792	21.8	0.0	0.0
171	3427.000	8.2	0.0	0.0
172	3450.000	0.0	0.0	0.0
173	3473.000	0.0	0.0	0.0
174	3496.000	146.2	0.0	0.0
175	3506.587	76.0	0.0	0.0
176	3519.000	60.6	0.0	0.0
177	3542.000	504.4	0.0	0.0
178	3565.000	471.9	0.0	0.0
179	3579.481	0.0	0.0	0.0
180	3588.000	0.0	0.0	0.0
181	3611.000	2492.8	0.0	0.0
182	3634.000	4187.6	0.0	0.0
183	3657.000	4090.5	0.0	0.0
184	3658.919	4184.6	0.0	0.0
185	3680.000	4092.8	0.0	0.0
186	3686.613	2744.9	0.0	0.0
187	3703.000	7308.0	0.0	0.0
188	3726.000	4974.2	0.0	0.0
189	3749.000	4481.2	0.0	0.0
190	3772.000	2716.2	0.0	0.0
191	3795.000	292.3	0.0	0.0
192	3817.060	0.0	0.0	0.0
193	3818.000	0.0	0.0	0.0
194	3841.000	31.3	0.0	0.0
195	3864.000	45.1	0.0	0.0
196	3887.000	0.0	0.0	0.0
197	3910.000	107.5	0.0	0.0
198	3914.894	534.4	0.0	0.0
199	3933.000	7009.7	0.0	0.0
200	3956.000	5441.7	0.0	0.0
201	3979.000	0.0	0.0	0.0
202	4002.000	0.0	0.0	0.0
203	4025.000	639.2	0.0	0.0
204	4047.156	1195.9	0.0	0.0
205	4048.000	1197.8	0.0	0.0
206	4071.000	5124.7	0.0	0.0
207	4094.000	0.0	0.0	0.0
208	4117.000	0.0	0.0	0.0
209	4140.000	0.0	0.0	0.0
210	4147.680	69.7	0.0	0.0
211	4163.000	1905.1	0.0	0.0
212	4186.000	5986.5	0.0	0.0
213	4199.776	6341.6	0.0	0.0
214	4209.000	8905.6	0.0	0.0
215	4232.000	1964.4	0.0	0.0
216	4255.000	0.0	0.0	0.0
217	4278.000	0.0	0.0	0.0
218	4283.514	0.0	0.0	0.0
219	4301.000	0.0	0.0	0.0
220	4324.000	0.0	0.0	0.0

**CUBATURES GEOLOGIQUES**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
221	4347.000	0.0	0.0	0.0
222	4370.000	0.0	0.0	0.0
223	4374.696	0.0	0.0	0.0
224	4393.000	0.0	0.0	0.0
225	4416.000	0.0	0.0	0.0
226	4439.000	0.0	0.0	0.0
227	4462.000	0.0	0.0	0.0
228	4485.000	0.0	0.0	0.0
229	4503.289	0.0	0.0	0.0
230	4508.000	0.0	0.0	0.0
231	4531.000	0.0	0.0	0.0
232	4554.000	0.0	0.0	0.0
233	4573.817	0.0	0.0	0.0
234	4577.000	0.0	0.0	0.0
235	4600.000	0.0	0.0	0.0
236	4623.000	1905.1	0.0	0.0
237	4646.000	0.0	0.0	0.0
238	4669.000	934.7	0.0	0.0
239	4692.000	6495.5	0.0	0.0
240	4715.000	2221.9	0.0	0.0
241	4738.000	0.0	0.0	0.0
242	4741.395	0.0	0.0	0.0
243	4761.000	0.0	0.0	0.0
244	4784.000	0.0	0.0	0.0
245	4801.705	0.0	0.0	0.0
246	4807.000	0.0	0.0	0.0
247	4830.000	0.0	0.0	0.0
248	4853.000	0.0	0.0	0.0
249	4876.000	0.0	0.0	0.0
250	4899.000	0.0	0.0	0.0
251	4922.000	0.0	0.0	0.0
252	4945.000	0.0	0.0	0.0
253	4955.842	0.0	0.0	0.0
254	4968.000	0.0	0.0	0.0
255	4991.000	0.0	0.0	0.0
256	5014.000	0.0	0.0	0.0
257	5037.000	0.0	0.0	0.0
258	5060.000	0.0	0.0	0.0
259	5083.000	0.0	0.0	0.0
260	5106.000	0.0	0.0	0.0
261	5129.000	0.0	0.0	0.0
262	5129.329	0.0	0.0	0.0
263	5152.000	0.0	0.0	0.0
264	5175.000	0.0	0.0	0.0
265	5198.000	0.0	0.0	0.0
266	5221.000	0.0	0.0	0.0
267	5225.144	0.0	0.0	0.0
268	5244.000	0.0	0.0	0.0
269	5267.000	0.0	0.0	0.0
270	5290.000	0.0	0.0	0.0
271	5313.000	0.0	0.0	0.0
272	5336.000	0.0	0.0	0.0
273	5359.000	0.0	0.0	0.0
274	5382.000	0.0	0.0	0.0
275	5405.000	0.0	0.0	0.0

**CUBATURES GEOLOGIQUES**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
276	5415.884	0.0	0.0	0.0
277	5428.000	0.0	0.0	0.0
278	5451.000	0.0	0.0	0.0
279	5474.000	0.0	0.0	0.0
280	5497.000	0.0	0.0	0.0
281	5520.000	0.0	0.0	0.0
282	5543.000	0.0	0.0	0.0
283	5566.000	0.0	0.0	0.0
284	5589.000	0.0	0.0	0.0
285	5612.000	4543.9	0.0	0.0
286	5625.620	4738.5	0.0	0.0
287	5635.000	6602.8	0.0	0.0
288	5658.000	8336.4	0.0	0.0
289	5681.000	10038.7	0.0	0.0
290	5704.000	13227.5	0.0	0.0
291	5710.926	13499.2	0.0	0.0
292	5727.000	35633.0	0.0	0.0
293	5750.000	37353.8	0.0	0.0
294	5773.000	34811.0	0.0	0.0
295	5796.000	39154.2	0.0	0.0
296	5819.000	45822.4	0.0	0.0
297	5842.000	43026.5	0.0	0.0
298	5865.000	36505.9	0.0	0.0
299	5888.000	41506.9	0.0	0.0
300	5911.000	39201.8	0.0	0.0
301	5934.000	0.0	0.0	0.0
302	5957.000	0.0	0.0	0.0
303	5959.224	0.0	0.0	0.0
		821742	0	0

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
1	0.000	281.980	260.895	582733.210	4058395.970	246.818°	3.00	-3.0
2	23.000	278.567	260.395	582742.264	4058374.827	246.818°	3.00	-3.0
3	46.000	277.377	259.895	582751.318	4058353.684	246.818°	3.00	-3.0
4	69.000	274.624	259.395	582760.372	4058332.541	246.818°	3.00	-3.0
5	92.000	272.118	258.895	582769.427	4058311.398	246.818°	3.00	-3.0
6	115.000	273.272	258.395	582778.481	4058290.255	246.818°	3.00	-3.0
7	138.000	273.844	257.895	582787.535	4058269.113	246.818°	3.00	-3.0
8	161.000	274.811	257.395	582796.589	4058247.970	246.818°	3.00	-3.0
9	184.000	272.813	256.895	582805.643	4058226.827	246.818°	3.00	-3.0
10	207.000	269.513	256.395	582814.697	4058205.684	246.818°	3.00	-3.0
11	230.000	268.311	255.895	582823.751	4058184.541	246.818°	3.00	-3.0
12	253.000	267.280	255.395	582832.806	4058163.398	246.818°	3.00	-3.0
13	276.000	266.043	254.895	582841.860	4058142.255	246.818°	3.00	-3.0
14	299.000	268.043	254.395	582850.914	4058121.112	246.818°	3.00	-3.0
15	322.000	269.962	253.895	582859.968	4058099.969	246.818°	3.00	-3.0
16	345.000	266.386	253.395	582869.022	4058078.826	246.818°	3.00	-3.0
17	368.000	267.518	252.895	582878.076	4058057.684	246.818°	3.00	-3.0
18	371.077	267.055	252.828	582879.288	4058054.855	246.818°	3.00	-3.0
19	391.000	262.352	252.395	582885.676	4058036.005	255.736°	-3.00	-3.0
20	414.000	267.158	251.895	582889.316	4058013.326	266.031°	-3.00	-3.0
21	437.000	273.798	251.395	582888.843	4057990.362	276.326°	-3.00	-3.0
22	460.000	276.634	250.895	582884.274	4057967.852	286.622°	-3.00	-3.0
23	483.000	270.654	250.395	582875.756	4057946.521	296.917°	-3.00	-3.0
24	506.000	263.057	249.895	582863.562	4057927.056	307.212°	-3.00	-3.0
25	529.000	252.849	249.395	582848.086	4057910.084	317.508°	-3.00	-3.0
26	530.635	251.988	249.359	582846.873	4057908.987	318.240°	-3.00	-3.0
27	552.000	242.106	248.895	582830.936	4057894.757	318.240°	3.00	-3.0
28	575.000	241.057	248.395	582813.780	4057879.439	318.240°	3.00	-3.0
29	598.000	249.821	247.895	582796.623	4057864.121	318.240°	3.00	-3.0
30	614.971	248.815	247.526	582783.963	4057852.817	318.240°	3.00	-3.0
31	621.000	246.855	247.395	582779.556	4057848.705	315.737°	3.00	3.0
32	644.000	239.415	246.895	582764.495	4057831.357	306.187°	3.00	3.0
33	667.000	231.514	246.395	582752.521	4057811.751	296.638°	3.00	3.0
34	690.000	231.774	245.895	582743.966	4057790.430	287.089°	3.00	3.0
35	713.000	241.642	245.395	582739.067	4057767.985	277.539°	3.00	3.0
36	736.000	240.203	244.895	582737.959	4057745.038	267.990°	3.00	3.0
37	759.000	235.295	244.395	582740.673	4057722.226	258.441°	3.00	3.0
38	782.000	223.783	243.895	582747.133	4057700.180	248.892°	3.00	3.0
39	792.164	222.323	243.674	582751.139	4057690.841	244.672°	3.00	3.0
40	805.000	221.592	243.395	582756.631	4057679.239	244.672°	3.00	-3.0
41	828.000	229.234	242.895	582766.470	4057658.450	244.672°	3.00	-3.0
42	851.000	235.084	242.395	582776.310	4057637.661	244.672°	3.00	-3.0
43	854.593	236.617	242.317	582777.847	4057634.413	244.672°	3.00	-3.0
44	874.000	246.013	241.895	582784.620	4057616.251	254.426°	-3.00	-3.0
45	897.000	258.084	241.395	582788.526	4057593.625	265.985°	-3.00	-3.0
46	918.603	265.236	240.925	582787.993	4057572.061	276.843°	-3.00	-3.0
47	920.000	265.346	240.895	582787.827	4057570.674	276.843°	3.00	-3.0
48	943.000	254.810	240.395	582785.087	4057547.838	276.843°	3.00	-3.0
49	966.000	248.595	239.895	582782.346	4057525.002	276.843°	3.00	-3.0
50	989.000	246.625	239.395	582779.606	4057502.165	276.843°	3.00	-3.0
51	1012.000	244.117	238.894	582776.866	4057479.329	276.843°	3.00	-3.0
52	1035.000	240.254	238.394	582774.125	4057456.493	276.843°	3.00	-3.0
53	1046.485	236.003	238.145	582772.757	4057445.090	276.843°	3.00	-3.0
54	1058.000	231.993	237.894	582771.825	4057433.615	272.444°	3.00	3.0
55	1081.000	223.115	237.394	582772.606	4057410.651	263.659°	3.00	3.0

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
56	1104.000	224.994	236.894	582776.885	4057388.076	254.874°	3.00	3.0
57	1127.000	223.332	236.394	582784.563	4057366.419	246.088°	3.00	3.0
58	1137.073	224.476	236.175	582788.951	4057357.355	242.241°	3.00	3.0
59	1150.000	234.221	235.894	582794.972	4057345.915	242.241°	3.00	-3.0
60	1173.000	247.528	235.394	582805.685	4057325.562	242.241°	3.00	-3.0
61	1196.000	249.981	234.894	582816.397	4057305.209	242.241°	3.00	-3.0
62	1219.000	244.871	234.394	582827.110	4057284.856	242.241°	3.00	-3.0
63	1242.000	237.766	233.894	582837.822	4057264.503	242.241°	3.00	-3.0
64	1265.000	228.884	233.394	582848.534	4057244.150	242.241°	3.00	-3.0
65	1288.000	228.928	232.894	582859.247	4057223.797	242.241°	3.00	-3.0
66	1311.000	224.543	232.394	582869.959	4057203.444	242.241°	3.00	-3.0
67	1334.000	223.070	231.894	582880.672	4057183.091	242.241°	3.00	-3.0
68	1357.000	222.996	231.394	582891.384	4057162.738	242.241°	3.00	-3.0
69	1380.000	226.287	230.894	582902.096	4057142.385	242.241°	3.00	-3.0
70	1403.000	228.780	230.394	582912.809	4057122.032	242.241°	3.00	-3.0
71	1411.024	230.777	230.220	582916.546	4057114.932	242.241°	3.00	-3.0
72	1426.000	235.776	229.894	582922.677	4057101.279	249.391°	-3.00	-3.0
73	1449.000	242.390	229.394	582928.667	4057079.109	260.373°	-3.00	-3.0
74	1472.000	236.503	228.894	582930.323	4057056.204	271.355°	-3.00	-3.0
75	1475.767	235.387	228.812	582930.175	4057052.440	273.153°	-3.00	-3.0
76	1495.000	227.955	228.394	582929.117	4057033.236	273.153°	3.00	-3.0
77	1518.000	217.599	227.894	582927.852	4057010.271	273.153°	3.00	-3.0
78	1541.000	212.511	227.394	582926.587	4056987.306	273.153°	3.00	-3.0
79	1564.000	224.239	226.894	582925.322	4056964.340	273.153°	3.00	-3.0
80	1587.000	234.503	226.430	582924.056	4056941.375	273.153°	3.00	-3.0
81	1610.000	242.889	226.153	582922.791	4056918.410	273.153°	3.00	-3.0
82	1625.121	243.760	226.081	582921.960	4056903.312	273.153°	3.00	-3.0
83	1633.000	242.357	226.079	582921.305	4056895.461	276.378°	-3.00	-3.0
84	1656.000	232.627	226.193	582916.888	4056872.916	285.791°	-3.00	-3.0
85	1679.000	221.750	226.345	582908.844	4056851.396	295.203°	-3.00	-3.0
86	1683.513	219.695	226.375	582906.856	4056847.344	297.051°	-3.00	-3.0
87	1702.000	211.556	226.497	582898.449	4056830.880	297.051°	3.00	-3.0
88	1725.000	201.208	226.649	582887.989	4056810.396	297.051°	3.00	-3.0
89	1748.000	207.326	226.802	582877.529	4056789.912	297.051°	3.00	-3.0
90	1771.000	217.266	226.954	582867.069	4056769.428	297.051°	3.00	-3.0
91	1794.000	227.468	227.106	582856.610	4056748.944	297.051°	3.00	-3.0
92	1817.000	238.912	227.258	582846.150	4056728.460	297.051°	3.00	-3.0
93	1840.000	252.591	227.410	582835.690	4056707.976	297.051°	3.00	-3.0
94	1863.000	261.648	227.562	582825.230	4056687.492	297.051°	3.00	-3.0
95	1886.000	254.791	227.714	582814.770	4056667.008	297.051°	3.00	-3.0
96	1909.000	238.085	227.866	582804.310	4056646.524	297.051°	3.00	-3.0
97	1932.000	224.593	228.018	582793.851	4056626.040	297.051°	3.00	-3.0
98	1955.000	213.627	228.171	582783.391	4056605.556	297.051°	3.00	-3.0
99	1978.000	211.427	228.323	582772.931	4056585.073	297.051°	3.00	-3.0
100	2001.000	210.598	228.475	582762.471	4056564.589	297.051°	3.00	-3.0
101	2024.000	216.589	228.627	582752.011	4056544.105	297.051°	3.00	-3.0
102	2047.000	224.900	228.779	582741.551	4056523.621	297.051°	3.00	-3.0
103	2070.000	231.719	228.931	582731.091	4056503.137	297.051°	3.00	-3.0
104	2093.000	244.512	229.083	582720.632	4056482.653	297.051°	3.00	-3.0
105	2116.000	256.307	229.235	582710.172	4056462.169	297.051°	3.00	-3.0
106	2139.000	254.779	229.388	582699.712	4056441.685	297.051°	3.00	-3.0
107	2162.000	253.206	229.540	582689.252	4056421.201	297.051°	3.00	-3.0
108	2185.000	249.741	229.692	582678.792	4056400.717	297.051°	3.00	-3.0
109	2208.000	239.567	229.844	582668.332	4056380.233	297.051°	3.00	-3.0
110	2211.023	237.848	229.864	582666.957	4056377.541	297.051°	3.00	-3.0

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
111	2231.000	228.061	229.996	582656.767	4056360.374	304.341°	-3.00	-3.0
112	2254.000	217.848	230.148	582642.450	4056342.400	312.734°	-3.00	-3.0
113	2277.000	210.549	230.300	582625.662	4056326.708	321.128°	-3.00	-3.0
114	2300.000	224.392	230.452	582606.764	4056313.634	329.522°	-3.00	-3.0
115	2303.658	225.808	230.477	582603.590	4056311.816	330.857°	-3.00	-3.0
116	2323.000	235.037	230.604	582586.697	4056302.397	330.857°	3.00	-3.0
117	2346.000	246.172	230.757	582566.609	4056291.196	330.857°	3.00	-3.0
118	2369.000	248.934	230.909	582546.520	4056279.995	330.857°	3.00	-3.0
119	2392.000	248.752	231.061	582526.432	4056268.794	330.857°	3.00	-3.0
120	2415.000	244.087	231.213	582506.344	4056257.593	330.857°	3.00	-3.0
121	2438.000	236.308	231.365	582486.255	4056246.392	330.857°	3.00	-3.0
122	2461.000	230.668	231.517	582466.167	4056235.192	330.857°	3.00	-3.0
123	2484.000	224.657	231.669	582446.079	4056223.991	330.857°	3.00	-3.0
124	2507.000	223.230	231.821	582425.990	4056212.790	330.857°	3.00	-3.0
125	2530.000	220.594	231.974	582405.902	4056201.589	330.857°	3.00	-3.0
126	2553.000	225.373	232.126	582385.814	4056190.388	330.857°	3.00	-3.0
127	2576.000	230.872	232.278	582365.725	4056179.187	330.857°	3.00	-3.0
128	2599.000	225.901	232.430	582345.637	4056167.987	330.857°	3.00	-3.0
129	2622.000	224.908	232.582	582325.549	4056156.786	330.857°	3.00	-3.0
130	2645.000	230.851	232.734	582305.460	4056145.585	330.857°	3.00	-3.0
131	2668.000	226.246	232.886	582285.372	4056134.384	330.857°	3.00	-3.0
132	2691.000	213.701	233.038	582265.284	4056123.183	330.857°	3.00	-3.0
133	2694.396	216.349	233.061	582262.318	4056121.529	330.857°	3.00	-3.0
134	2714.000	226.748	233.190	582245.818	4056110.965	323.880°	3.00	3.0
135	2737.000	231.287	233.343	582228.269	4056096.128	315.695°	3.00	3.0
136	2760.000	233.579	233.495	582213.011	4056078.944	307.510°	3.00	3.0
137	2783.000	235.813	233.647	582200.355	4056059.763	299.325°	3.00	3.0
138	2806.000	241.360	233.799	582190.558	4056038.975	291.140°	3.00	3.0
139	2820.398	245.798	233.894	582185.973	4056025.332	286.016°	3.00	3.0
140	2829.000	249.268	233.951	582183.599	4056017.064	286.016°	3.00	-3.0
141	2852.000	254.508	234.103	582177.254	4055994.956	286.016°	3.00	-3.0
142	2875.000	257.553	234.255	582170.908	4055972.849	286.016°	3.00	-3.0
143	2898.000	263.190	234.407	582164.562	4055950.742	286.016°	3.00	-3.0
144	2921.000	262.897	234.560	582158.216	4055928.635	286.016°	3.00	-3.0
145	2944.000	260.637	234.712	582151.870	4055906.527	286.016°	3.00	-3.0
146	2967.000	255.390	234.864	582145.525	4055884.420	286.016°	3.00	-3.0
147	2990.000	252.424	235.016	582139.179	4055862.313	286.016°	3.00	-3.0
148	3013.000	248.390	235.168	582132.833	4055840.206	286.016°	3.00	-3.0
149	3036.000	245.203	235.320	582126.487	4055818.098	286.016°	3.00	-3.0
150	3041.686	242.986	235.358	582124.918	4055812.633	286.016°	3.00	-3.0
151	3059.000	233.766	235.472	582119.427	4055796.218	290.976°	-3.00	-3.0
152	3066.795	229.211	235.524	582116.496	4055788.996	293.209°	-3.00	-3.0
153	3082.000	227.807	235.624	582110.504	4055775.022	293.209°	3.00	-3.0
154	3105.000	233.632	235.776	582101.440	4055753.883	293.209°	3.00	-3.0
155	3128.000	232.946	235.929	582092.376	4055732.744	293.209°	3.00	-3.0
156	3151.000	236.600	236.081	582083.312	4055711.606	293.209°	3.00	-3.0
157	3174.000	247.071	236.233	582074.248	4055690.467	293.209°	3.00	-3.0
158	3197.000	249.965	236.385	582065.184	4055669.328	293.209°	3.00	-3.0
159	3211.870	248.787	236.483	582059.324	4055655.661	293.209°	3.00	-3.0
160	3220.000	244.894	236.537	582056.340	4055648.100	289.858°	3.00	3.0
161	3243.000	234.904	236.689	582050.348	4055625.922	280.377°	3.00	3.0
162	3266.000	231.539	236.841	582048.092	4055603.059	270.897°	3.00	3.0
163	3289.000	231.491	236.993	582049.632	4055580.137	261.416°	3.00	3.0
164	3309.743	232.543	237.131	582054.244	4055559.933	252.866°	3.00	3.0
165	3312.000	233.163	237.145	582054.909	4055557.776	252.866°	3.00	-3.0

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
166	3335.000	236.435	237.298	582061.685	4055535.797	252.866°	3.00	-3.0
167	3358.000	241.799	237.450	582068.461	4055513.818	252.866°	3.00	-3.0
168	3381.000	242.519	237.602	582075.237	4055491.838	252.866°	3.00	-3.0
169	3404.000	239.818	237.754	582082.013	4055469.859	252.866°	3.00	-3.0
170	3413.792	239.792	237.819	582084.898	4055460.502	252.866°	3.00	-3.0
171	3427.000	240.328	237.869	582088.056	4055447.684	259.446°	-3.00	-3.0
172	3450.000	241.890	237.800	582089.987	4055424.804	270.906°	-3.00	-3.0
173	3473.000	240.318	237.703	582087.334	4055401.996	282.365°	-3.00	-3.0
174	3496.000	237.573	237.607	582080.202	4055380.170	293.824°	-3.00	-3.0
175	3506.587	237.886	237.562	582075.487	4055370.696	299.099°	-3.00	-3.0
176	3519.000	237.936	237.510	582069.450	4055359.849	299.099°	3.00	-3.0
177	3542.000	236.338	237.414	582058.265	4055339.752	299.099°	3.00	-3.0
178	3565.000	236.154	237.318	582047.080	4055319.655	299.099°	3.00	-3.0
179	3579.481	359.253	237.257	582040.037	4055307.002	299.099°	3.00	-3.0
180	3588.000	367.029	237.221	582036.176	4055299.410	294.817°	3.00	3.0
181	3611.000	231.915	237.125	582028.687	4055277.705	283.257°	3.00	3.0
182	3634.000	228.883	237.028	582025.699	4055254.939	271.698°	3.00	3.0
183	3657.000	225.061	236.932	582027.333	4055232.037	260.138°	3.00	3.0
184	3658.919	224.516	236.924	582027.678	4055230.149	259.173°	3.00	3.0
185	3680.000	226.316	236.835	582031.638	4055209.443	259.173°	3.00	-3.0
186	3686.613	229.966	236.808	582032.880	4055202.948	259.173°	3.00	-3.0
187	3703.000	222.568	236.739	582037.102	4055187.129	250.937°	3.00	3.0
188	3726.000	226.671	236.642	582046.749	4055166.292	239.377°	3.00	3.0
189	3749.000	227.090	236.546	582060.375	4055147.812	227.818°	3.00	3.0
190	3772.000	230.083	236.450	582077.428	4055132.436	216.258°	3.00	3.0
191	3795.000	235.728	236.353	582097.217	4055120.790	204.698°	3.00	3.0
192	3817.060	239.659	236.261	582118.023	4055113.563	193.611°	3.00	3.0
193	3818.000	239.588	236.257	582118.936	4055113.342	193.611°	3.00	-3.0
194	3841.000	238.357	236.160	582141.291	4055107.930	193.611°	3.00	-3.0
195	3864.000	237.779	236.064	582163.645	4055102.517	193.611°	3.00	-3.0
196	3887.000	239.710	235.967	582185.999	4055097.104	193.611°	3.00	-3.0
197	3910.000	234.791	235.871	582208.353	4055091.692	193.611°	3.00	-3.0
198	3914.894	232.653	235.850	582213.109	4055090.540	193.611°	3.00	-3.0
199	3933.000	222.762	235.774	582230.299	4055084.914	202.632°	-3.00	-3.0
200	3956.000	226.028	235.678	582250.505	4055074.007	214.091°	-3.00	-3.0
201	3979.000	238.361	235.582	582268.141	4055059.302	225.550°	-3.00	-3.0
202	4002.000	239.158	235.485	582282.504	4055041.387	237.010°	-3.00	-3.0
203	4025.000	233.512	235.389	582293.021	4055020.976	248.469°	-3.00	-3.0
204	4047.156	229.490	235.296	582299.123	4054999.712	259.508°	-3.00	-3.0
205	4048.000	229.564	235.292	582299.277	4054998.883	259.508°	3.00	-3.0
206	4071.000	236.592	235.196	582303.465	4054976.267	259.508°	3.00	-3.0
207	4094.000	240.890	235.099	582307.654	4054953.652	259.508°	3.00	-3.0
208	4117.000	242.148	235.003	582311.842	4054931.036	259.508°	3.00	-3.0
209	4140.000	236.725	234.906	582316.030	4054908.421	259.508°	3.00	-3.0
210	4147.680	234.278	234.874	582317.429	4054900.869	259.508°	3.00	-3.0
211	4163.000	228.799	234.810	582319.450	4054885.690	265.321°	-3.00	-3.0
212	4186.000	221.178	234.714	582319.577	4054862.712	274.048°	-3.00	-3.0
213	4199.776	216.724	234.656	582317.980	4054849.035	279.275°	-3.00	-3.0
214	4209.000	216.606	234.617	582316.493	4054839.931	279.275°	3.00	-3.0
215	4232.000	229.574	234.521	582312.786	4054817.231	279.275°	3.00	-3.0
216	4255.000	237.717	234.424	582309.079	4054794.532	279.275°	3.00	-3.0
217	4278.000	245.653	234.328	582305.372	4054771.833	279.275°	3.00	-3.0
218	4283.514	247.225	234.305	582304.483	4054766.391	279.275°	3.00	-3.0
219	4301.000	252.695	234.231	582302.590	4054749.016	273.166°	3.00	3.0
220	4324.000	263.394	234.135	582302.931	4054726.038	265.130°	3.00	3.0

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
221	4347.000	276.880	234.039	582306.482	4054703.332	257.095°	3.00	3.0
222	4370.000	285.425	233.942	582313.171	4054681.346	249.060°	3.00	3.0
223	4374.696	286.963	233.922	582314.912	4054676.985	247.419°	3.00	3.0
224	4393.000	288.672	233.846	582321.940	4054660.084	247.419°	3.00	-3.0
225	4416.000	280.720	233.749	582330.772	4054638.847	247.419°	3.00	-3.0
226	4439.000	279.772	233.653	582339.604	4054617.611	247.419°	3.00	-3.0
227	4462.000	280.812	233.556	582348.436	4054596.374	247.419°	3.00	-3.0
228	4485.000	280.916	233.460	582357.267	4054575.137	247.419°	3.00	-3.0
229	4503.289	282.750	233.383	582364.290	4054558.250	247.419°	3.00	-3.0
230	4508.000	281.230	233.363	582366.009	4054553.864	249.787°	-3.00	-3.0
231	4531.000	274.312	233.267	582371.732	4054531.628	261.347°	-3.00	-3.0
232	4554.000	262.847	233.171	582372.883	4054508.696	272.906°	-3.00	-3.0
233	4573.817	251.867	233.087	582370.167	4054489.091	282.866°	-3.00	-3.0
234	4577.000	249.594	233.074	582369.458	4054485.988	282.866°	3.00	-3.0
235	4600.000	238.639	232.978	582364.337	4054463.565	282.866°	3.00	-3.0
236	4623.000	227.439	232.881	582359.216	4054441.143	282.866°	3.00	-3.0
237	4646.000	233.508	232.785	582354.094	4054418.720	282.866°	3.00	-3.0
238	4669.000	233.078	232.688	582348.973	4054396.298	282.866°	3.00	-3.0
239	4692.000	220.653	232.592	582343.851	4054373.875	282.866°	3.00	-3.0
240	4715.000	226.525	232.495	582338.730	4054351.453	282.866°	3.00	-3.0
241	4738.000	242.955	232.399	582333.608	4054329.030	282.866°	3.00	-3.0
242	4741.395	244.800	232.385	582332.852	4054325.720	282.866°	3.00	-3.0
243	4761.000	249.303	232.303	582329.485	4054306.415	276.923°	3.00	3.0
244	4784.000	255.640	232.206	582328.107	4054283.471	269.950°	3.00	3.0
245	4801.705	262.302	232.132	582328.951	4054265.792	264.583°	3.00	3.0
246	4807.000	265.034	232.110	582329.451	4054260.521	264.583°	3.00	-3.0
247	4830.000	274.418	232.013	582331.622	4054237.624	264.583°	3.00	-3.0
248	4853.000	272.696	231.917	582333.794	4054214.727	264.583°	3.00	-3.0
249	4876.000	267.601	231.820	582335.965	4054191.829	264.583°	3.00	-3.0
250	4899.000	264.814	231.724	582338.136	4054168.932	264.583°	3.00	-3.0
251	4922.000	269.134	231.628	582340.308	4054146.035	264.583°	3.00	-3.0
252	4945.000	274.904	231.531	582342.479	4054123.138	264.583°	3.00	-3.0
253	4955.842	278.267	231.486	582343.503	4054112.344	264.583°	3.00	-3.0
254	4968.000	282.563	231.435	582344.003	4054100.202	270.693°	-3.00	-3.0
255	4991.000	286.413	231.231	582341.415	4054077.387	282.253°	-3.00	-3.0
256	5014.000	288.217	230.849	582334.307	4054055.554	293.813°	-3.00	-3.0
257	5037.000	288.734	230.457	582322.968	4054035.588	305.372°	-3.00	-3.0
258	5060.000	289.438	230.065	582307.858	4054018.299	316.932°	-3.00	-3.0
259	5083.000	287.868	229.673	582289.591	4054004.389	328.492°	-3.00	-3.0
260	5106.000	284.575	229.281	582268.906	4053994.422	340.051°	-3.00	-3.0
261	5129.000	276.360	228.889	582246.644	4053988.801	351.611°	-3.00	-3.0
262	5129.329	276.303	228.883	582246.318	4053988.754	351.776°	-3.00	-3.0
263	5152.000	272.397	228.497	582223.880	4053985.511	351.776°	3.00	-3.0
264	5175.000	265.335	228.105	582201.117	4053982.221	351.776°	3.00	-3.0
265	5198.000	252.852	227.713	582178.353	4053978.931	351.776°	3.00	-3.0
266	5221.000	240.407	227.321	582155.590	4053975.641	351.776°	3.00	-3.0
267	5225.144	238.165	227.250	582151.489	4053975.049	351.776°	3.00	-3.0
268	5244.000	241.184	226.929	582133.114	4053970.899	342.773°	3.00	3.0
269	5267.000	253.227	226.537	582111.931	4053962.030	331.791°	3.00	3.0
270	5290.000	257.671	226.145	582092.825	4053949.289	320.810°	3.00	3.0
271	5313.000	259.349	225.753	582076.497	4053933.141	309.828°	3.00	3.0
272	5336.000	269.213	225.361	582063.543	4053914.178	298.846°	3.00	3.0
273	5359.000	278.617	224.969	582054.439	4053893.095	287.865°	3.00	3.0
274	5382.000	286.163	224.577	582049.518	4053870.664	276.883°	3.00	3.0
275	5405.000	283.458	224.185	582048.960	4053847.706	265.901°	3.00	3.0

**TABULATION**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	COTE TN	COTE PROJET	X PROFIL	Y PROFIL	ANGLE PROFIL	DEV GAU	DEV DRO
276	5415.884	277.353	223.999	582050.229	4053836.900	260.705°	3.00	3.0
277	5428.000	269.632	223.793	582052.186	4053824.943	260.705°	3.00	-3.0
278	5451.000	260.865	223.401	582055.901	4053802.245	260.705°	3.00	-3.0
279	5474.000	257.984	223.009	582059.616	4053779.547	260.705°	3.00	-3.0
280	5497.000	257.005	222.617	582063.331	4053756.849	260.705°	3.00	-3.0
281	5520.000	249.327	222.225	582067.046	4053734.151	260.705°	3.00	-3.0
282	5543.000	243.722	221.833	582070.761	4053711.453	260.705°	3.00	-3.0
283	5566.000	237.948	221.441	582074.476	4053688.755	260.705°	3.00	-3.0
284	5589.000	228.828	221.049	582078.191	4053666.057	260.705°	3.00	-3.0
285	5612.000	215.864	220.657	582081.906	4053643.359	260.705°	3.00	-3.0
286	5625.620	212.602	220.425	582084.106	4053629.917	260.705°	3.00	-3.0
287	5635.000	211.771	220.265	582085.872	4053620.707	257.580°	3.00	3.0
288	5658.000	211.603	219.873	582092.304	4053598.642	249.919°	3.00	3.0
289	5681.000	221.439	219.481	582101.620	4053577.632	242.257°	3.00	3.0
290	5704.000	201.074	219.089	582113.654	4053558.051	234.595°	3.00	3.0
291	5710.926	193.586	218.971	582117.778	4053552.488	232.288°	3.00	3.0
292	5727.000	178.281	218.697	582127.611	4053539.772	232.288°	3.00	-3.0
293	5750.000	183.351	218.305	582141.680	4053521.577	232.288°	3.00	-3.0
294	5773.000	182.525	217.913	582155.749	4053503.382	232.288°	3.00	-3.0
295	5796.000	177.805	217.521	582169.818	4053485.186	232.288°	3.00	-3.0
296	5819.000	174.045	217.129	582183.886	4053466.991	232.288°	3.00	-3.0
297	5842.000	176.461	216.737	582197.955	4053448.796	232.288°	3.00	-3.0
298	5865.000	179.123	216.345	582212.024	4053430.601	232.288°	3.00	-3.0
299	5888.000	176.249	215.953	582226.093	4053412.405	232.288°	3.00	-3.0
300	5911.000	177.927	215.561	582240.162	4053394.210	232.288°	3.00	-3.0
301	5934.000	245.079	215.169	582254.231	4053376.015	232.288°	3.00	-3.0
302	5957.000	248.191	214.777	582268.299	4053357.820	232.288°	3.00	-3.0
303	5959.224	243.130	214.739	582269.660	4053356.060	232.288°	3.00	-3.0

**VOLUMES CHAUSSEE**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
1	0.000	252.3	12.1	7.2	0.0	0.0
2	23.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
3	46.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
4	69.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
5	92.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
6	115.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
7	138.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
8	161.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
9	184.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
10	207.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
11	230.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
12	253.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
13	276.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
14	299.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
15	322.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
16	345.000	504.6	24.3	14.5	0.0	0.0
17	368.000	286.0	13.8	8.2	0.0	0.0
18	371.077	130.0	12.1	7.2	0.0	0.0
19	391.000	268.4	22.7	13.5	0.0	0.0
20	414.000	547.3	24.3	14.5	0.0	0.0
21	437.000	547.3	24.3	14.5	0.0	0.0
22	460.000	547.3	24.3	14.5	0.0	0.0
23	483.000	547.3	24.3	14.5	0.0	0.0
24	506.000	547.3	24.3	14.5	0.0	0.0
25	529.000	40.6	13.0	7.8	0.0	0.0
26	530.635	37.2	12.1	7.2	0.0	0.0
27	552.000	37.7	22.8	14.0	0.0	0.0
28	575.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
29	598.000	36.9	20.8	12.6	0.0	0.0
30	614.971	21.0	12.0	7.2	0.0	0.0
31	621.000	45.7	15.1	9.1	0.0	0.0
32	644.000	66.6	23.7	14.5	0.0	0.0
33	667.000	66.6	23.7	14.5	0.0	0.0
34	690.000	66.6	23.7	14.5	0.0	0.0
35	713.000	64.9	23.7	14.5	0.0	0.0
36	736.000	66.6	23.7	14.5	0.0	0.0
37	759.000	66.6	23.7	14.5	0.0	0.0
38	782.000	48.0	17.1	10.4	0.0	0.0
39	792.164	33.1	11.8	7.2	0.0	0.0
40	805.000	30.4	18.4	11.3	0.0	0.0
41	828.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
42	851.000	22.6	13.7	8.4	0.0	0.0
43	854.593	20.9	12.0	7.2	0.0	0.0
44	874.000	70.0	22.4	13.4	0.0	0.0
45	897.000	327.6	23.5	14.0	0.0	0.0
46	918.603	38.8	12.1	7.2	0.0	0.0
47	920.000	24.3	12.9	7.7	0.0	0.0
48	943.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
49	966.000	45.4	24.3	14.5	0.0	0.0
50	989.000	274.8	24.3	14.5	0.0	0.0
51	1012.000	45.4	24.3	14.5	0.0	0.0
52	1035.000	31.8	18.0	10.9	0.0	0.0
53	1046.485	21.0	12.0	7.2	0.0	0.0
54	1058.000	49.9	17.7	10.9	0.0	0.0
55	1081.000	66.5	23.7	14.5	0.0	0.0

**VOLUMES CHAUSSEE**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
56	1104.000	66.5	23.7	14.5	0.0	0.0
57	1127.000	47.8	17.0	10.4	0.0	0.0
58	1137.073	33.0	11.8	7.2	0.0	0.0
59	1150.000	30.5	18.5	11.3	0.0	0.0
60	1173.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
61	1196.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
62	1219.000	45.4	24.3	14.5	0.0	0.0
63	1242.000	44.3	24.3	14.5	0.0	0.0
64	1265.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
65	1288.000	38.3	23.6	14.5	0.0	0.0
66	1311.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
67	1334.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
68	1357.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
69	1380.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
70	1403.000	28.3	16.2	9.8	0.0	0.0
71	1411.024	129.8	12.0	7.2	0.0	0.0
72	1426.000	62.6	20.0	12.0	0.0	0.0
73	1449.000	77.6	24.3	14.5	0.0	0.0
74	1472.000	44.1	14.1	8.4	0.0	0.0
75	1475.767	37.5	12.1	7.2	0.0	0.0
76	1495.000	38.6	22.0	13.3	0.0	0.0
77	1518.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
78	1541.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
79	1564.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
80	1587.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
81	1610.000	38.0	20.1	12.0	0.0	0.0
82	1625.121	22.9	12.1	7.2	0.0	0.0
83	1633.000	52.0	16.3	9.7	0.0	0.0
84	1656.000	289.0	24.3	14.5	0.0	0.0
85	1679.000	39.8	14.1	8.7	0.0	0.0
86	1683.513	33.0	11.8	7.2	0.0	0.0
87	1702.000	35.2	21.3	13.1	0.0	0.0
88	1725.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
89	1748.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
90	1771.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
91	1794.000	41.3	23.9	14.5	0.0	0.0
92	1817.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
93	1840.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
94	1863.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
95	1886.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
96	1909.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
97	1932.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
98	1955.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
99	1978.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
100	2001.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
101	2024.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
102	2047.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
103	2070.000	45.4	24.3	14.5	0.0	0.0
104	2093.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
105	2116.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
106	2139.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
107	2162.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
108	2185.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
109	2208.000	155.7	13.7	8.2	0.0	0.0
110	2211.023	22.7	12.1	7.2	0.0	0.0

**VOLUMES CHAUSSEE**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
111	2231.000	62.1	22.1	13.5	0.0	0.0
112	2254.000	66.5	23.7	14.5	0.0	0.0
113	2277.000	66.5	23.7	14.5	0.0	0.0
114	2300.000	38.5	13.7	8.4	0.0	0.0
115	2303.658	32.9	11.8	7.2	0.0	0.0
116	2323.000	41.4	22.4	13.3	0.0	0.0
117	2346.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
118	2369.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
119	2392.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
120	2415.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
121	2438.000	274.8	24.3	14.5	0.0	0.0
122	2461.000	42.0	24.0	14.5	0.0	0.0
123	2484.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
124	2507.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
125	2530.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
126	2553.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
127	2576.000	39.0	23.7	14.5	0.0	0.0
128	2599.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
129	2622.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
130	2645.000	42.0	24.0	14.5	0.0	0.0
131	2668.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
132	2691.000	22.4	13.6	8.3	0.0	0.0
133	2694.396	19.5	11.8	7.2	0.0	0.0
134	2714.000	61.5	21.9	13.4	0.0	0.0
135	2737.000	66.4	23.7	14.5	0.0	0.0
136	2760.000	72.3	24.0	14.5	0.0	0.0
137	2783.000	75.2	24.3	14.5	0.0	0.0
138	2806.000	62.5	19.7	11.8	0.0	0.0
139	2820.398	38.5	12.1	7.2	0.0	0.0
140	2829.000	189.1	16.7	10.0	0.0	0.0
141	2852.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
142	2875.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
143	2898.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
144	2921.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
145	2944.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
146	2967.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
147	2990.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
148	3013.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
149	3036.000	171.4	15.1	9.0	0.0	0.0
150	3041.686	22.7	12.1	7.2	0.0	0.0
151	3059.000	36.2	12.9	7.9	0.0	0.0
152	3066.795	33.0	11.8	7.2	0.0	0.0
153	3082.000	32.5	19.6	12.0	0.0	0.0
154	3105.000	271.8	24.0	14.5	0.0	0.0
155	3128.000	42.0	24.0	14.5	0.0	0.0
156	3151.000	45.0	24.3	14.5	0.0	0.0
157	3174.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
158	3197.000	226.6	20.0	11.9	0.0	0.0
159	3211.870	22.9	12.1	7.2	0.0	0.0
160	3220.000	225.7	16.4	9.8	0.0	0.0
161	3243.000	72.5	24.0	14.5	0.0	0.0
162	3266.000	66.5	23.7	14.5	0.0	0.0
163	3289.000	63.3	22.5	13.8	0.0	0.0
164	3309.743	36.2	12.0	7.2	0.0	0.0
165	3312.000	23.1	13.2	8.0	0.0	0.0

**VOLUMES CHAUSSEE**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
166	3335.000	42.5	24.0	14.5	0.0	0.0
167	3358.000	45.4	24.3	14.5	0.0	0.0
168	3381.000	45.4	24.3	14.5	0.0	0.0
169	3404.000	193.8	17.1	10.3	0.0	0.0
170	3413.792	130.3	12.0	7.2	0.0	0.0
171	3427.000	55.0	18.9	11.4	0.0	0.0
172	3450.000	285.7	24.3	14.5	0.0	0.0
173	3473.000	72.6	24.3	14.5	0.0	0.0
174	3496.000	50.7	17.5	10.6	0.0	0.0
175	3506.587	34.5	12.0	7.2	0.0	0.0
176	3519.000	32.4	18.5	11.2	0.0	0.0
177	3542.000	42.0	24.0	14.5	0.0	0.0
178	3565.000	34.2	19.5	11.8	0.0	0.0
179	3579.481	22.5	12.1	7.2	0.0	0.0
180	3588.000	53.0	16.6	9.9	0.0	0.0
181	3611.000	66.7	23.7	14.5	0.0	0.0
182	3634.000	66.7	23.7	14.5	0.0	0.0
183	3657.000	36.1	12.8	7.8	0.0	0.0
184	3658.919	32.9	11.8	7.2	0.0	0.0
185	3680.000	23.5	14.2	8.7	0.0	0.0
186	3686.613	19.5	11.8	7.2	0.0	0.0
187	3703.000	57.1	20.3	12.4	0.0	0.0
188	3726.000	66.7	23.7	14.5	0.0	0.0
189	3749.000	66.7	23.7	14.5	0.0	0.0
190	3772.000	66.7	23.7	14.5	0.0	0.0
191	3795.000	71.2	23.5	14.2	0.0	0.0
192	3817.060	38.6	12.1	7.2	0.0	0.0
193	3818.000	143.0	12.6	7.5	0.0	0.0
194	3841.000	42.5	24.0	14.5	0.0	0.0
195	3864.000	42.0	24.0	14.5	0.0	0.0
196	3887.000	45.0	24.3	14.5	0.0	0.0
197	3910.000	23.1	14.2	8.8	0.0	0.0
198	3914.894	19.5	11.8	7.2	0.0	0.0
199	3933.000	59.6	21.1	12.9	0.0	0.0
200	3956.000	66.7	23.7	14.5	0.0	0.0
201	3979.000	75.5	24.3	14.5	0.0	0.0
202	4002.000	75.5	24.3	14.5	0.0	0.0
203	4025.000	65.5	23.2	14.2	0.0	0.0
204	4047.156	33.3	11.8	7.2	0.0	0.0
205	4048.000	20.3	12.3	7.5	0.0	0.0
206	4071.000	41.6	23.8	14.5	0.0	0.0
207	4094.000	274.8	24.3	14.5	0.0	0.0
208	4117.000	274.8	24.3	14.5	0.0	0.0
209	4140.000	30.0	16.2	9.7	0.0	0.0
210	4147.680	21.0	12.0	7.2	0.0	0.0
211	4163.000	55.4	19.7	12.1	0.0	0.0
212	4186.000	53.2	18.9	11.6	0.0	0.0
213	4199.776	33.1	11.8	7.2	0.0	0.0
214	4209.000	27.4	16.6	10.2	0.0	0.0
215	4232.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
216	4255.000	45.0	24.3	14.5	0.0	0.0
217	4278.000	170.6	15.1	9.0	0.0	0.0
218	4283.514	132.4	12.1	7.2	0.0	0.0
219	4301.000	257.9	21.4	12.8	0.0	0.0
220	4324.000	293.0	24.3	14.5	0.0	0.0

**VOLUMES CHAUSSEE**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
221	4347.000	407.4	24.3	14.5	0.0	0.0
222	4370.000	249.9	14.6	8.7	0.0	0.0
223	4374.696	195.4	12.1	7.2	0.0	0.0
224	4393.000	295.8	21.8	13.0	0.0	0.0
225	4416.000	314.5	24.3	14.5	0.0	0.0
226	4439.000	549.2	24.3	14.5	0.0	0.0
227	4462.000	555.2	24.3	14.5	0.0	0.0
228	4485.000	247.0	21.8	13.0	0.0	0.0
229	4503.289	22.9	12.1	7.2	0.0	0.0
230	4508.000	46.8	14.6	8.7	0.0	0.0
231	4531.000	77.7	24.3	14.5	0.0	0.0
232	4554.000	72.3	22.6	13.5	0.0	0.0
233	4573.817	38.8	12.1	7.2	0.0	0.0
234	4577.000	156.7	13.8	8.2	0.0	0.0
235	4600.000	274.8	24.3	14.5	0.0	0.0
236	4623.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
237	4646.000	45.0	24.3	14.5	0.0	0.0
238	4669.000	42.5	24.0	14.5	0.0	0.0
239	4692.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
240	4715.000	39.1	23.7	14.5	0.0	0.0
241	4738.000	26.3	13.9	8.3	0.0	0.0
242	4741.395	132.6	12.1	7.2	0.0	0.0
243	4761.000	273.0	22.5	13.4	0.0	0.0
244	4784.000	68.3	21.5	12.8	0.0	0.0
245	4801.705	38.5	12.1	7.2	0.0	0.0
246	4807.000	28.2	14.9	8.9	0.0	0.0
247	4830.000	278.0	24.3	14.5	0.0	0.0
248	4853.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
249	4876.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
250	4899.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
251	4922.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
252	4945.000	33.8	17.9	10.7	0.0	0.0
253	4955.842	134.6	12.1	7.2	0.0	0.0
254	4968.000	228.6	18.6	11.1	0.0	0.0
255	4991.000	291.3	24.3	14.5	0.0	0.0
256	5014.000	302.8	24.3	14.5	0.0	0.0
257	5037.000	310.4	24.3	14.5	0.0	0.0
258	5060.000	311.7	24.3	14.5	0.0	0.0
259	5083.000	306.2	24.3	14.5	0.0	0.0
260	5106.000	294.8	24.3	14.5	0.0	0.0
261	5129.000	39.4	12.3	7.3	0.0	0.0
262	5129.329	38.3	12.1	7.2	0.0	0.0
263	5152.000	45.5	24.1	14.4	0.0	0.0
264	5175.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
265	5198.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
266	5221.000	27.1	14.3	8.6	0.0	0.0
267	5225.144	22.7	12.1	7.2	0.0	0.0
268	5244.000	70.6	22.1	13.2	0.0	0.0
269	5267.000	77.6	24.3	14.5	0.0	0.0
270	5290.000	288.3	24.3	14.5	0.0	0.0
271	5313.000	77.6	24.3	14.5	0.0	0.0
272	5336.000	77.6	24.3	14.5	0.0	0.0
273	5359.000	396.7	24.3	14.5	0.0	0.0
274	5382.000	404.4	24.3	14.5	0.0	0.0
275	5405.000	281.9	17.9	10.7	0.0	0.0

**VOLUMES CHAUSSEE**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	FORME VOLUME	BASE VOLUME	CHAUSSEE VOLUME	ACCOTE VOLUME	T.P.C. VOLUME
276	5415.884	177.3	12.1	7.2	0.0	0.0
277	5428.000	221.2	18.5	11.1	0.0	0.0
278	5451.000	277.2	24.3	14.5	0.0	0.0
279	5474.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
280	5497.000	282.1	24.3	14.5	0.0	0.0
281	5520.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
282	5543.000	275.2	24.3	14.5	0.0	0.0
283	5566.000	45.9	24.3	14.5	0.0	0.0
284	5589.000	311.2	24.3	14.5	0.0	0.0
285	5612.000	33.8	19.1	11.5	0.0	0.0
286	5625.620	19.5	11.8	7.2	0.0	0.0
287	5635.000	46.7	16.6	10.2	0.0	0.0
288	5658.000	66.4	23.6	14.5	0.0	0.0
289	5681.000	73.9	23.9	14.5	0.0	0.0
290	5704.000	43.0	15.3	9.4	0.0	0.0
291	5710.926	32.9	11.8	7.2	0.0	0.0
292	5727.000	32.9	20.0	12.3	0.0	0.0
293	5750.000	38.8	23.6	14.5	0.0	0.0
294	5773.000	38.8	23.6	14.5	0.0	0.0
295	5796.000	38.8	23.6	14.5	0.0	0.0
296	5819.000	38.8	23.5	14.5	0.0	0.0
297	5842.000	38.8	23.5	14.5	0.0	0.0
298	5865.000	38.8	23.5	14.5	0.0	0.0
299	5888.000	38.8	23.5	14.5	0.0	0.0
300	5911.000	38.8	23.6	14.5	0.0	0.0
301	5934.000	45.4	24.3	14.5	0.0	0.0
302	5957.000	25.2	13.3	7.9	0.0	0.0
303	5959.224	2.2	1.2	0.7	0.0	0.0
		37510	6227	3754	0	0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	0.0	8076.2	0.0	0.0
2	23.000	0.0	13510.1	0.0	0.0
3	46.000	0.0	13175.6	0.0	0.0
4	69.000	0.0	11110.6	0.0	0.0
5	92.000	0.0	8746.0	0.0	0.0
6	115.000	0.0	9068.2	0.0	0.0
7	138.000	0.0	10372.3	0.0	0.0
8	161.000	0.0	11154.2	0.0	0.0
9	184.000	0.0	10500.3	0.0	0.0
10	207.000	0.0	8988.4	0.0	0.0
11	230.000	0.0	8373.5	0.0	0.0
12	253.000	0.0	7934.3	0.0	0.0
13	276.000	0.0	7545.5	0.0	0.0
14	299.000	0.0	9350.9	0.0	0.0
15	322.000	0.0	10933.1	0.0	0.0
16	345.000	0.0	9569.2	0.0	0.0
17	368.000	0.0	5549.9	0.0	0.0
18	371.077	0.0	4573.5	0.0	0.0
19	391.000	0.0	6450.1	0.0	0.0
20	414.000	0.0	10247.2	0.0	0.0
21	437.000	0.0	16828.4	0.0	0.0
22	460.000	0.0	20390.8	0.0	0.0
23	483.000	0.0	14395.5	0.0	0.0
24	506.000	0.0	7876.0	0.0	0.0
25	529.000	0.0	832.3	0.0	0.0
26	530.635	0.0	613.3	0.0	0.0
27	552.000	2818.2	0.0	0.0	0.0
28	575.000	3393.1	0.0	0.0	0.0
29	598.000	4.9	830.8	0.0	0.0
30	614.971	41.8	354.4	0.0	0.0
31	621.000	216.4	155.9	0.0	0.0
32	644.000	3496.2	0.0	0.0	0.0
33	667.000	8617.5	0.0	0.0	0.0
34	690.000	7533.9	0.0	0.0	0.0
35	713.000	1878.1	0.5	0.0	0.0
36	736.000	2064.0	0.0	0.0	0.0
37	759.000	4793.8	0.0	0.0	0.0
38	782.000	9829.2	0.0	0.0	0.0
39	792.164	8021.6	0.0	0.0	0.0
40	805.000	12065.1	0.0	0.0	0.0
41	828.000	9740.4	0.0	0.0	0.0
42	851.000	1393.6	0.0	0.0	0.0
43	854.593	979.1	30.0	0.0	0.0
44	874.000	0.0	2401.0	0.0	0.0
45	897.000	0.0	10915.3	0.0	0.0
46	918.603	0.0	9178.6	0.0	0.0
47	920.000	0.0	10136.5	0.0	0.0
48	943.000	0.0	10745.7	0.0	0.0
49	966.000	0.0	6552.8	0.0	0.0
50	989.000	0.0	5584.3	0.0	0.0
51	1012.000	0.0	3161.7	0.0	0.0
52	1035.000	80.7	880.1	0.0	0.0
53	1046.485	380.8	60.6	0.0	0.0
54	1058.000	2197.7	0.0	0.0	0.0
55	1081.000	9551.7	0.0	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
56	1104.000	8735.8	0.0	0.0	0.0
57	1127.000	4893.5	0.0	0.0	0.0
58	1137.073	2732.7	0.0	0.0	0.0
59	1150.000	333.7	0.0	0.0	0.0
60	1173.000	0.0	6079.3	0.0	0.0
61	1196.000	0.0	9885.7	0.0	0.0
62	1219.000	0.0	6971.6	0.0	0.0
63	1242.000	0.0	2464.7	0.0	0.0
64	1265.000	2527.4	0.0	0.0	0.0
65	1288.000	2185.5	0.1	0.0	0.0
66	1311.000	4041.2	0.0	0.0	0.0
67	1334.000	4772.6	0.0	0.0	0.0
68	1357.000	4092.0	0.0	0.0	0.0
69	1380.000	2184.3	0.0	0.0	0.0
70	1403.000	485.0	110.1	0.0	0.0
71	1411.024	91.8	420.4	0.0	0.0
72	1426.000	0.0	2545.7	0.0	0.0
73	1449.000	0.0	7596.9	0.0	0.0
74	1472.000	0.0	2849.3	0.0	0.0
75	1475.767	0.0	2057.9	0.0	0.0
76	1495.000	393.1	355.2	0.0	0.0
77	1518.000	4952.6	0.0	0.0	0.0
78	1541.000	8075.3	0.0	0.0	0.0
79	1564.000	855.4	0.0	0.0	0.0
80	1587.000	0.0	4010.9	0.0	0.0
81	1610.000	0.0	8695.1	0.0	0.0
82	1625.121	0.0	5364.0	0.0	0.0
83	1633.000	0.0	6777.6	0.0	0.0
84	1656.000	0.0	3500.0	0.0	0.0
85	1679.000	1589.3	0.0	0.0	0.0
86	1683.513	2064.8	0.0	0.0	0.0
87	1702.000	9439.3	0.0	0.0	0.0
88	1725.000	17623.2	0.0	0.0	0.0
89	1748.000	13998.4	0.0	0.0	0.0
90	1771.000	4675.6	0.0	0.0	0.0
91	1794.000	0.0	342.1	0.0	0.0
92	1817.000	0.0	6511.1	0.0	0.0
93	1840.000	0.0	18872.5	0.0	0.0
94	1863.000	0.0	26227.0	0.0	0.0
95	1886.000	0.0	18756.7	0.0	0.0
96	1909.000	0.0	5081.2	0.0	0.0
97	1932.000	1769.4	0.0	0.0	0.0
98	1955.000	8688.2	0.0	0.0	0.0
99	1978.000	9908.7	0.0	0.0	0.0
100	2001.000	10825.9	0.0	0.0	0.0
101	2024.000	6325.4	0.0	0.0	0.0
102	2047.000	1440.0	0.0	0.0	0.0
103	2070.000	0.0	1696.6	0.0	0.0
104	2093.000	0.0	10792.6	0.0	0.0
105	2116.000	0.0	21361.0	0.0	0.0
106	2139.000	0.0	19164.7	0.0	0.0
107	2162.000	0.0	17080.6	0.0	0.0
108	2185.000	0.0	13441.4	0.0	0.0
109	2208.000	0.0	2923.7	0.0	0.0
110	2211.023	0.0	1894.5	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
111	2231.000	600.2	0.0	0.0	0.0
112	2254.000	7810.7	0.0	0.0	0.0
113	2277.000	12522.5	0.0	0.0	0.0
114	2300.000	1483.8	0.0	0.0	0.0
115	2303.658	848.3	0.0	0.0	0.0
116	2323.000	0.0	1683.8	0.0	0.0
117	2346.000	0.0	8541.9	0.0	0.0
118	2369.000	0.0	11324.4	0.0	0.0
119	2392.000	0.0	11381.9	0.0	0.0
120	2415.000	0.0	7635.5	0.0	0.0
121	2438.000	0.0	2602.6	0.0	0.0
122	2461.000	255.7	106.2	0.0	0.0
123	2484.000	3004.2	0.0	0.0	0.0
124	2507.000	4102.7	0.0	0.0	0.0
125	2530.000	6063.9	0.0	0.0	0.0
126	2553.000	2856.8	0.0	0.0	0.0
127	2576.000	345.9	0.1	0.0	0.0
128	2599.000	2096.1	0.0	0.0	0.0
129	2622.000	3155.6	0.0	0.0	0.0
130	2645.000	390.8	119.3	0.0	0.0
131	2668.000	3391.7	0.0	0.0	0.0
132	2691.000	7733.3	0.0	0.0	0.0
133	2694.396	6137.0	0.0	0.0	0.0
134	2714.000	2728.5	0.0	0.0	0.0
135	2737.000	678.3	0.0	0.0	0.0
136	2760.000	43.9	173.0	0.0	0.0
137	2783.000	0.0	907.2	0.0	0.0
138	2806.000	0.0	3107.5	0.0	0.0
139	2820.398	0.0	3834.4	0.0	0.0
140	2829.000	0.0	7709.9	0.0	0.0
141	2852.000	0.0	17794.0	0.0	0.0
142	2875.000	0.0	22587.1	0.0	0.0
143	2898.000	0.0	24634.7	0.0	0.0
144	2921.000	0.0	22793.3	0.0	0.0
145	2944.000	0.0	20085.0	0.0	0.0
146	2967.000	0.0	14652.1	0.0	0.0
147	2990.000	0.0	10959.3	0.0	0.0
148	3013.000	0.0	8488.2	0.0	0.0
149	3036.000	0.0	3087.1	0.0	0.0
150	3041.686	0.0	1701.3	0.0	0.0
151	3059.000	259.4	0.0	0.0	0.0
152	3066.795	1405.0	0.0	0.0	0.0
153	3082.000	2651.8	0.0	0.0	0.0
154	3105.000	494.6	453.3	0.0	0.0
155	3128.000	660.9	50.0	0.0	0.0
156	3151.000	0.0	419.8	0.0	0.0
157	3174.000	0.0	6048.9	0.0	0.0
158	3197.000	0.0	7151.9	0.0	0.0
159	3211.870	0.0	3658.1	0.0	0.0
160	3220.000	0.0	3129.1	0.0	0.0
161	3243.000	591.1	180.3	0.0	0.0
162	3266.000	1393.0	0.0	0.0	0.0
163	3289.000	1342.2	0.0	0.0	0.0
164	3309.743	1096.2	48.4	0.0	0.0
165	3312.000	1179.7	113.6	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
166	3335.000	704.5	862.4	0.0	0.0
167	3358.000	0.0	2075.2	0.0	0.0
168	3381.000	0.0	2716.7	0.0	0.0
169	3404.000	2.2	1260.1	0.0	0.0
170	3413.792	21.8	888.8	0.0	0.0
171	3427.000	8.2	1362.9	0.0	0.0
172	3450.000	0.0	2302.0	0.0	0.0
173	3473.000	0.0	1107.2	0.0	0.0
174	3496.000	146.2	234.7	0.0	0.0
175	3506.587	76.0	205.2	0.0	0.0
176	3519.000	60.6	218.2	0.0	0.0
177	3542.000	504.4	121.0	0.0	0.0
178	3565.000	471.9	126.0	0.0	0.0
179	3579.481	0.0	25676.8	0.0	0.0
180	3588.000	0.0	30180.6	0.0	0.0
181	3611.000	2492.8	0.0	0.0	0.0
182	3634.000	4187.6	0.0	0.0	0.0
183	3657.000	4090.5	0.0	0.0	0.0
184	3658.919	4184.6	0.0	0.0	0.0
185	3680.000	4092.8	0.0	0.0	0.0
186	3686.613	2744.9	0.0	0.0	0.0
187	3703.000	7308.0	0.0	0.0	0.0
188	3726.000	4974.2	0.0	0.0	0.0
189	3749.000	4481.2	0.0	0.0	0.0
190	3772.000	2716.2	0.0	0.0	0.0
191	3795.000	292.3	179.6	0.0	0.0
192	3817.060	0.0	803.2	0.0	0.0
193	3818.000	0.0	935.2	0.0	0.0
194	3841.000	31.3	1262.2	0.0	0.0
195	3864.000	45.1	909.5	0.0	0.0
196	3887.000	0.0	1519.2	0.0	0.0
197	3910.000	107.5	1.2	0.0	0.0
198	3914.894	534.4	0.0	0.0	0.0
199	3933.000	7009.7	0.0	0.0	0.0
200	3956.000	5441.7	0.0	0.0	0.0
201	3979.000	0.0	766.7	0.0	0.0
202	4002.000	0.0	1347.7	0.0	0.0
203	4025.000	639.2	0.0	0.0	0.0
204	4047.156	1195.9	0.0	0.0	0.0
205	4048.000	1197.8	0.0	0.0	0.0
206	4071.000	5124.7	320.8	0.0	0.0
207	4094.000	0.0	2843.7	0.0	0.0
208	4117.000	0.0	3531.9	0.0	0.0
209	4140.000	0.0	555.1	0.0	0.0
210	4147.680	69.7	23.8	0.0	0.0
211	4163.000	1905.1	0.0	0.0	0.0
212	4186.000	5986.5	0.0	0.0	0.0
213	4199.776	6341.6	0.0	0.0	0.0
214	4209.000	8905.6	0.0	0.0	0.0
215	4232.000	1964.4	0.0	0.0	0.0
216	4255.000	0.0	1422.8	0.0	0.0
217	4278.000	0.0	3740.4	0.0	0.0
218	4283.514	0.0	3796.3	0.0	0.0
219	4301.000	0.0	12541.8	0.0	0.0
220	4324.000	0.0	32583.5	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
221	4347.000	0.0	50956.6	0.0	0.0
222	4370.000	0.0	37491.8	0.0	0.0
223	4374.696	0.0	30956.7	0.0	0.0
224	4393.000	0.0	54602.8	0.0	0.0
225	4416.000	0.0	52657.1	0.0	0.0
226	4439.000	0.0	51504.3	0.0	0.0
227	4462.000	0.0	53235.2	0.0	0.0
228	4485.000	0.0	42213.8	0.0	0.0
229	4503.289	0.0	23121.3	0.0	0.0
230	4508.000	0.0	26534.0	0.0	0.0
231	4531.000	0.0	37924.3	0.0	0.0
232	4554.000	0.0	22598.9	0.0	0.0
233	4573.817	0.0	5973.1	0.0	0.0
234	4577.000	0.0	6303.4	0.0	0.0
235	4600.000	0.0	2776.8	0.0	0.0
236	4623.000	1905.1	0.0	0.0	0.0
237	4646.000	0.0	377.4	0.0	0.0
238	4669.000	934.7	786.0	0.0	0.0
239	4692.000	6495.5	0.0	0.0	0.0
240	4715.000	2221.9	0.0	0.0	0.0
241	4738.000	0.0	3052.1	0.0	0.0
242	4741.395	0.0	3414.4	0.0	0.0
243	4761.000	0.0	11359.3	0.0	0.0
244	4784.000	0.0	17845.3	0.0	0.0
245	4801.705	0.0	14696.2	0.0	0.0
246	4807.000	0.0	20212.6	0.0	0.0
247	4830.000	0.0	48003.9	0.0	0.0
248	4853.000	0.0	44017.6	0.0	0.0
249	4876.000	0.0	37319.9	0.0	0.0
250	4899.000	0.0	33489.4	0.0	0.0
251	4922.000	0.0	40625.4	0.0	0.0
252	4945.000	0.0	35975.1	0.0	0.0
253	4955.842	0.0	25822.7	0.0	0.0
254	4968.000	0.0	42503.5	0.0	0.0
255	4991.000	0.0	63383.4	0.0	0.0
256	5014.000	0.0	66940.8	0.0	0.0
257	5037.000	0.0	70043.3	0.0	0.0
258	5060.000	0.0	71863.4	0.0	0.0
259	5083.000	0.0	67955.9	0.0	0.0
260	5106.000	0.0	61547.7	0.0	0.0
261	5129.000	0.0	26179.9	0.0	0.0
262	5129.329	0.0	27359.6	0.0	0.0
263	5152.000	0.0	46428.3	0.0	0.0
264	5175.000	0.0	38712.5	0.0	0.0
265	5198.000	0.0	22324.3	0.0	0.0
266	5221.000	0.0	5353.8	0.0	0.0
267	5225.144	0.0	3777.8	0.0	0.0
268	5244.000	0.0	9905.3	0.0	0.0
269	5267.000	0.0	23998.0	0.0	0.0
270	5290.000	0.0	27990.6	0.0	0.0
271	5313.000	0.0	32057.0	0.0	0.0
272	5336.000	0.0	50209.3	0.0	0.0
273	5359.000	0.0	64681.8	0.0	0.0
274	5382.000	0.0	74884.4	0.0	0.0
275	5405.000	0.0	52208.7	0.0	0.0

**VOLUMES TERRASSEMENT**

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
276	5415.884	0.0	31968.9	0.0	0.0
277	5428.000	0.0	41191.2	0.0	0.0
278	5451.000	0.0	39690.6	0.0	0.0
279	5474.000	0.0	38223.3	0.0	0.0
280	5497.000	0.0	36616.8	0.0	0.0
281	5520.000	0.0	27640.1	0.0	0.0
282	5543.000	0.0	20217.3	0.0	0.0
283	5566.000	0.0	13872.1	0.0	0.0
284	5589.000	0.0	16007.7	0.0	0.0
285	5612.000	4543.9	117.3	0.0	0.0
286	5625.620	4738.5	0.0	0.0	0.0
287	5635.000	6602.8	0.0	0.0	0.0
288	5658.000	8336.4	0.0	0.0	0.0
289	5681.000	10038.7	23495.5	0.0	0.0
290	5704.000	13227.5	0.0	0.0	0.0
291	5710.926	13499.2	0.0	0.0	0.0
292	5727.000	35633.0	0.0	0.0	0.0
293	5750.000	37353.8	0.0	0.0	0.0
294	5773.000	34811.0	0.0	0.0	0.0
295	5796.000	39154.2	0.0	0.0	0.0
296	5819.000	45822.4	0.0	0.0	0.0
297	5842.000	43026.5	0.0	0.0	0.0
298	5865.000	36505.9	0.0	0.0	0.0
299	5888.000	41506.9	0.0	0.0	0.0
300	5911.000	39201.8	0.0	0.0	0.0
301	5934.000	0.0	16461.6	0.0	0.0
302	5957.000	0.0	22599.8	0.0	0.0
303	5959.224	0.0	1526.9	0.0	0.0
		821742	3022355	0	0

**AXE EN PLAN**

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	582733.210	4058395.970
D1	GIS = 156.818°	371.077			
			371.077	582879.288	4058054.855
C1	XC= 582761.623 YC= 4058004.467 R = -128.000	159.558			
			530.635	582846.873	4057908.987
D2	GIS = 228.240°	84.336			
			614.971	582783.963	4057852.817
C2	XC= 582875.874 YC= 4057749.878 R = 138.000	177.192			
			792.164	582751.139	4057690.841
D3	GIS = 154.672°	62.429			
			854.593	582777.847	4057634.413
C3	XC= 582674.805 YC= 4057585.644 R = -114.000	64.010			
			918.603	582787.993	4057572.061
D4	GIS = 186.843°	127.882			
			1046.485	582772.757	4057445.090
C4	XC= 582921.688 YC= 4057427.218 R = 150.000	90.588			
			1137.073	582788.951	4057357.355
D5	GIS = 152.241°	273.951			
			1411.024	582916.546	4057114.932
C5	XC= 582810.357 YC= 4057059.041 R = -120.000	64.743			
			1475.767	582930.175	4057052.440
D6	GIS = 183.153°	149.354			
			1625.121	582921.960	4056903.312
C6	XC= 582782.172 YC= 4056911.013 R = -140.000	58.392			
			1683.513	582906.856	4056847.344
D7	GIS = 207.051°	527.510			
			2211.023	582666.957	4056377.541
C7	XC= 582527.132 YC= 4056448.940 R = -157.000	92.635			
			2303.658	582603.590	4056311.816
D8	GIS = 240.857°	390.737			
			2694.396	582262.318	4056121.529
C8	XC= 582340.723 YC= 4055980.911 R = 161.000	126.002			
			2820.398	582185.973	4056025.332
D9	GIS = 196.016°	221.288			

**AXE EN PLAN**

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			3041.686	582124.918	4055812.633
C9	XC= 581932.681 YC= 4055867.814 R = -200.000	25.109			
			3066.795	582116.496	4055788.996
D10	GIS = 203.209°	145.076			
			3211.870	582059.324	4055655.661
C10	XC= 582187.075 YC= 4055600.883 R = 139.000	97.873			
			3309.743	582054.244	4055559.933
D11	GIS = 162.866°	104.049			
			3413.792	582084.898	4055460.502
C11	XC= 581975.001 YC= 4055426.622 R = -115.000	92.795			
			3506.587	582075.487	4055370.696
D12	GIS = 209.099°	72.894			
			3579.481	582040.037	4055307.002
C12	XC= 582139.649 YC= 4055251.562 R = 114.000	79.438			
			3658.919	582027.678	4055230.149
D13	GIS = 169.173°	27.694			
			3686.613	582032.880	4055202.948
C13	XC= 582144.851 YC= 4055224.362 R = 114.000	130.448			
			3817.060	582118.023	4055113.563
D14	GIS = 103.611°	97.833			
			3914.894	582213.109	4055090.540
C14	XC= 582186.046 YC= 4054978.770 R = -115.000	132.263			
			4047.156	582299.123	4054999.712
D15	GIS = 169.508°	100.523			
			4147.680	582317.429	4054900.869
C15	XC= 582168.954 YC= 4054873.372 R = -151.000	52.096			
			4199.776	582317.980	4054849.035
D16	GIS = 189.275°	83.738			
			4283.514	582304.483	4054766.391
C16	XC= 582466.339 YC= 4054739.959 R = 164.000	91.182			
			4374.696	582314.912	4054676.985
D17	GIS = 157.419°	128.593			
			4503.289	582364.290	4054558.250
C17	XC= 582259.029				

**AXE EN PLAN**

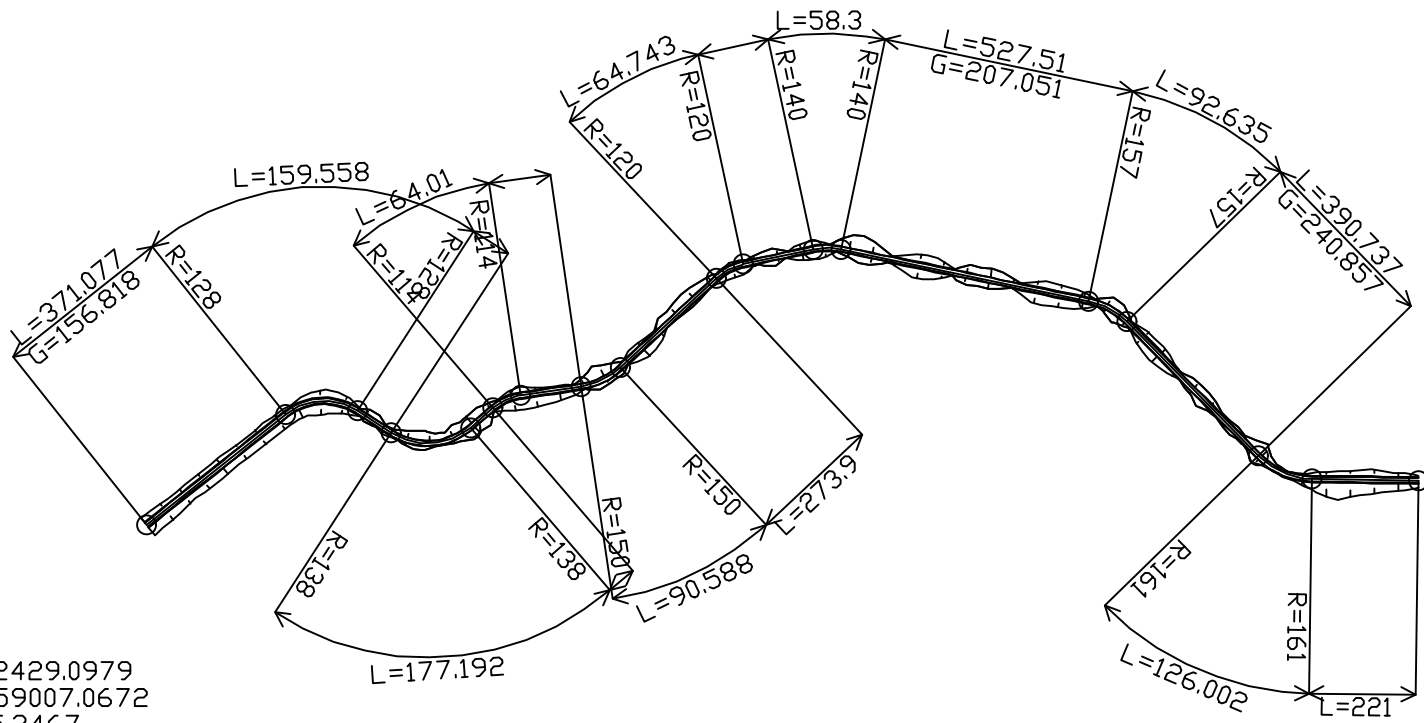
Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
	YC= 4054514.476 R = -114.000	70.528			
			4573.817	582370.167	4054489.091
D18	GIS = 192.866°	167.579			
			4741.395	582332.852	4054325.720
C18	XC= 582517.107 YC= 4054283.635 R = 189.000	60.310			
			4801.705	582328.951	4054265.792
D19	GIS = 174.583°	154.137			
			4955.842	582343.503	4054112.344
C19	XC= 582230.012 YC= 4054101.581 R = -114.000	173.487			
			5129.329	582246.318	4053988.754
D20	GIS = 261.776°	95.815			
			5225.144	582151.489	4053975.049
C20	XC= 582168.653 YC= 4053856.282 R = 120.000	190.740			
			5415.884	582050.229	4053836.900
D21	GIS = 170.705°	209.737			
			5625.620	582084.106	4053629.917
C21	XC= 582253.847 YC= 4053657.699 R = 172.000	85.305			
			5710.926	582117.778	4053552.488
D22	GIS = 142.288°	248.298			
			5959.224	582269.660	4053356.060
LONGUEUR DE L'AXE 5959.224					



TABAXE 3.PIS

X0=582429.0979  
Y0=4059007.0672  
G0=195.2467

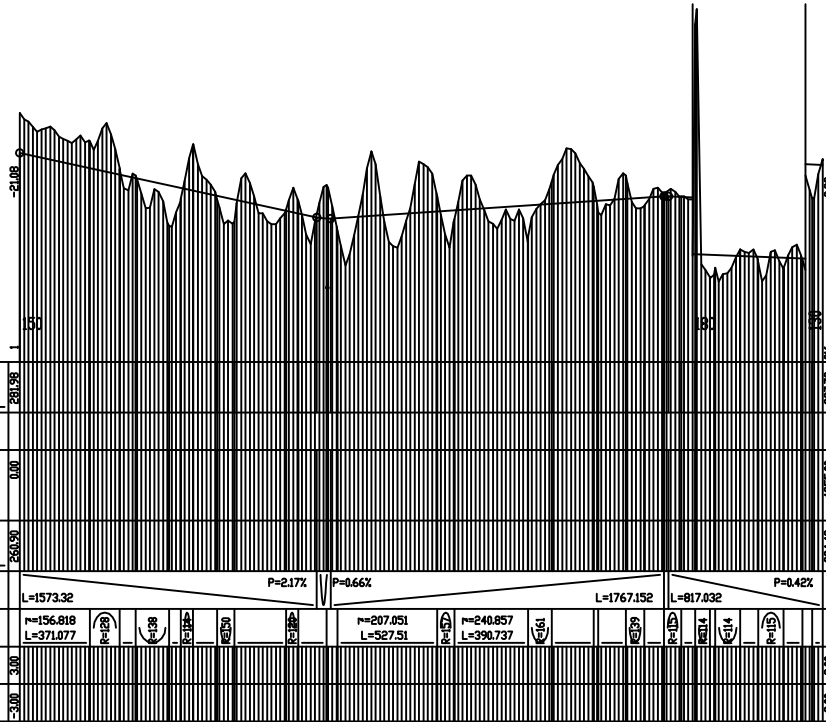
LICENCE : 3725



ECHELLE 1/20000



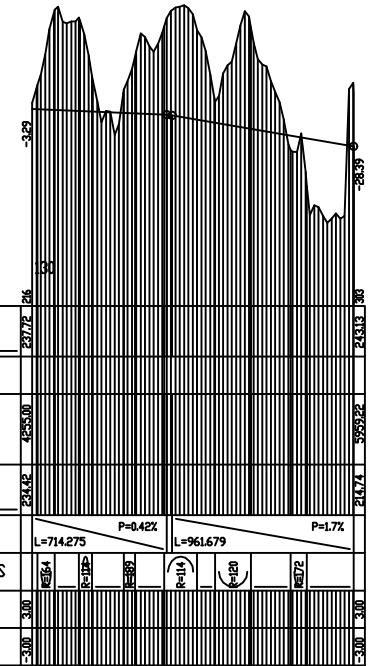
PLANCHE 1/ 2  
 ECHELLE EN S 1/ 20000  
 ECHELLE EN Z 1/ 2000  
 PLAN DE COMPARAISON



TABAXE 3.P1S

LICENCE : 3725

PLANCHE 2/ 2  
 ECHELLE EN S 1/ 20000  
 ECHELLE EN Z 1/ 2000  
 PLAN DE COMPARAISON



TABAXE 3.P1S

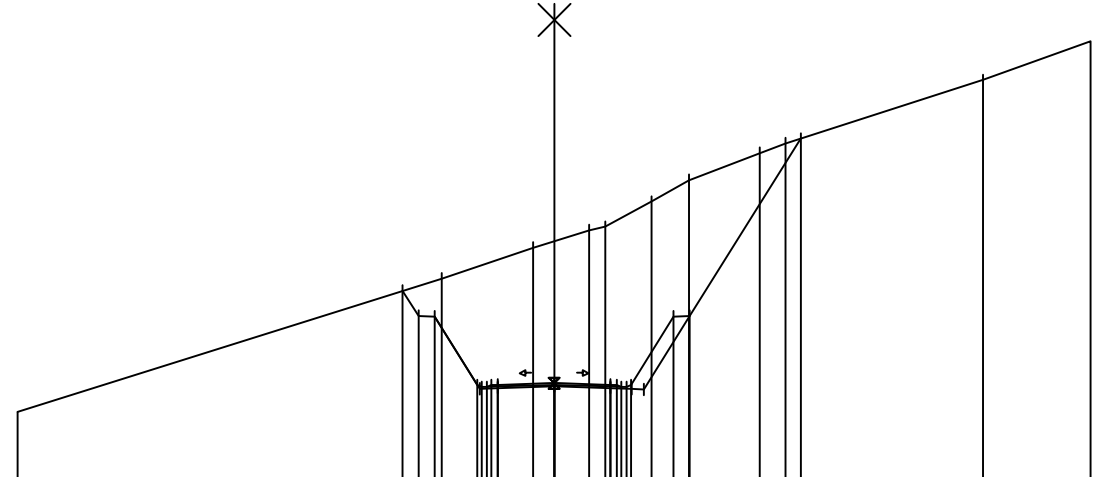
LICENCE : 3725

# PROFIL 5

TABAXE 3.PIS

S = 92.000  
 ZTN = 272.118  
 ZPRD= 258.895

ECHS=1/ 600  
 ECHZ=1/ 600  
 PC = 250.0  
 LICENCE : 3725



TERRAIN	DISTANCES	-50.00				-10.45		-1.96	3.28	4.77	9.11	12.54	19.16	21.60		39.96	50.00	
	COTES	256.25				268.64		271.52	273.13	273.48	275.83	277.84	280.35	281.25		287.17	290.78	
PROJET	DISTANCES					-14.11	-12.65	-11.15	-7.15	-6.75	-5.25	0.00	5.25	7.25	8.38	11.15	12.65	22.99
	COTES					267.49	265.16	265.11	258.71	258.53	258.74	258.74	258.74	258.74	258.74	265.11	265.16	281.70
ASSISE	DISTANCES								-6.95	-5.25	0.00	5.25	7.25	8.38				
	COTES								258.39	258.46	258.62	258.46	258.38	258.33				

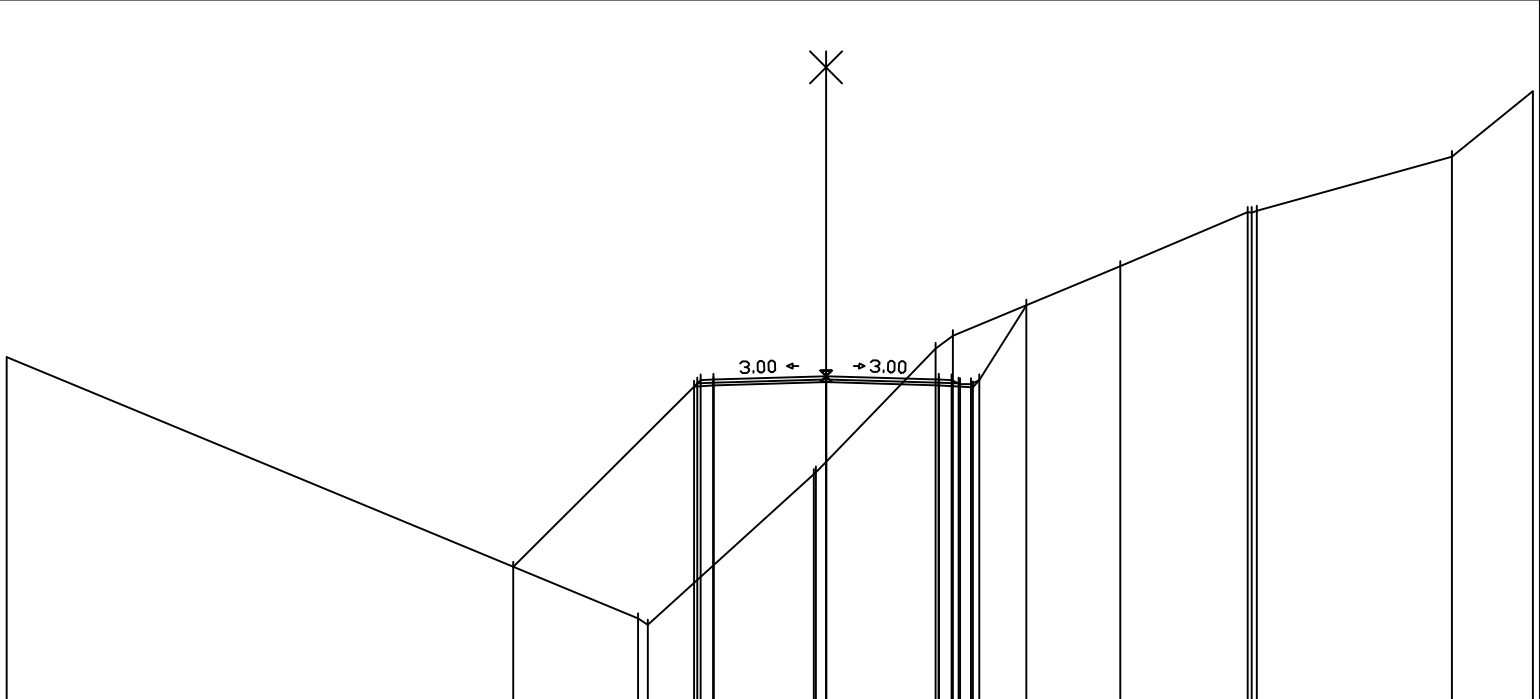
PROFIL 165

TABAXE 3.PIS

S = 3312.000  
 ZTN = 233.163  
 ZPRD= 237.145

ECHS=1/ 300  
 ECHZ=1/ 300  
 PC = 222.0

LICENCE : 3725



TERRAIN	DISTANCES	-38.19		-8.76	-0.58	5.12	13.71	19.66	29.17	32.94
	COTES	238.03		235.85	232.57	238.44	242.26	244.78	247.38	250.42
PROJET	DISTANCES		-14.56	-5.85	0.00	5.05	9.32			
	COTES		228.25	236.96	237.15	236.92	240.44			
ASSISE	DISTANCES			-6.14	0.00	5.25				
	COTES			236.67	236.87	236.71				