



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie



Département de Génie Civil & Architecture

N° d'ordre : M...../GC A/2019

MEMOIRE DU PROJET DE FIN D'ETUDE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et ouvrages d'art

Thème

**Etude géométrique et géotechnique du 2^{ème}
boulevard périphérique de Mostaganem
« Du PK 18+460 au PK 20+440 »**

Présenté par :

1. KHENAFU Ahmed
2. MEKKAOUI Sanae

Soutenu le 09/07/2019 devant le jury composé de :

Présidente :	Mme Nadia BELAS	Professeur	UMAB-Mostaganem
Examineur :	Mr Mohamed ROUAM SERIK	MAA	UMAB-Mostaganem
Encadreur :	Mr Nasr Eddine BOUHAMOU	Professeur	UMAB-Mostaganem

Année Universitaire : 2018 / 2019

Remerciements

Nous commençons par remercier le **bon Dieu** tout puissant qui grâce à sa majesté nous avons pu aboutir à finaliser ce projet de fin d'étude.

Nous souhaitons adresser ici tous nos remerciements aux personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce projet. Tout d'abord à Monsieur l'encadreur **Pr N. BOUHAMOU**, pour l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer et sans qui ce projet n'aurait jamais vu ce jour.

Aussi nous tenons à remercier tous les enseignants de la faculté des Sciences et de la Technologie.

Nous exprimons nos gratitude à tous les employés Du **DTP**, rencontrés lors du stage et qui ont acceptés de répondre à nos questions avec gentillesse et plus particulièrement à Monsieur **BELGHIT Abdel-Kader**.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis qui nous ont toujours soutenue et encouragé au cours de la réalisation de ce projet

Sanae et Ahmed



Dédicaces



Je dédie le fruit de mon travail à mes très chers parents avec autant d'admiration que d'amour.

Je le dédie à mon frère adoré et à mes sœurs chéries surtout Ma sœurs Fatiha

A mes nièces Ritedj, Israe et Alae.

A mes tantes et mes oncles.

A tous mes cousins et cousines.

A toute la famille MEKKAOUI et la famille FORTANI.

A mes copines les plus intimes ; Fatiha, Chaima, Kaouther, Dawya, Nawel, Fatima, Ikram, Soumia, Sara, Keltoum et Yasmine.

A mes amis Oussama, Hichem, et sans oublier bien sur mon binôme Ahmed.

Et a tous mes collègues de la promotion des travaux publics et aussi génie civil.

Sanae

Dédicaces

Je dédie le couronnement de mes études

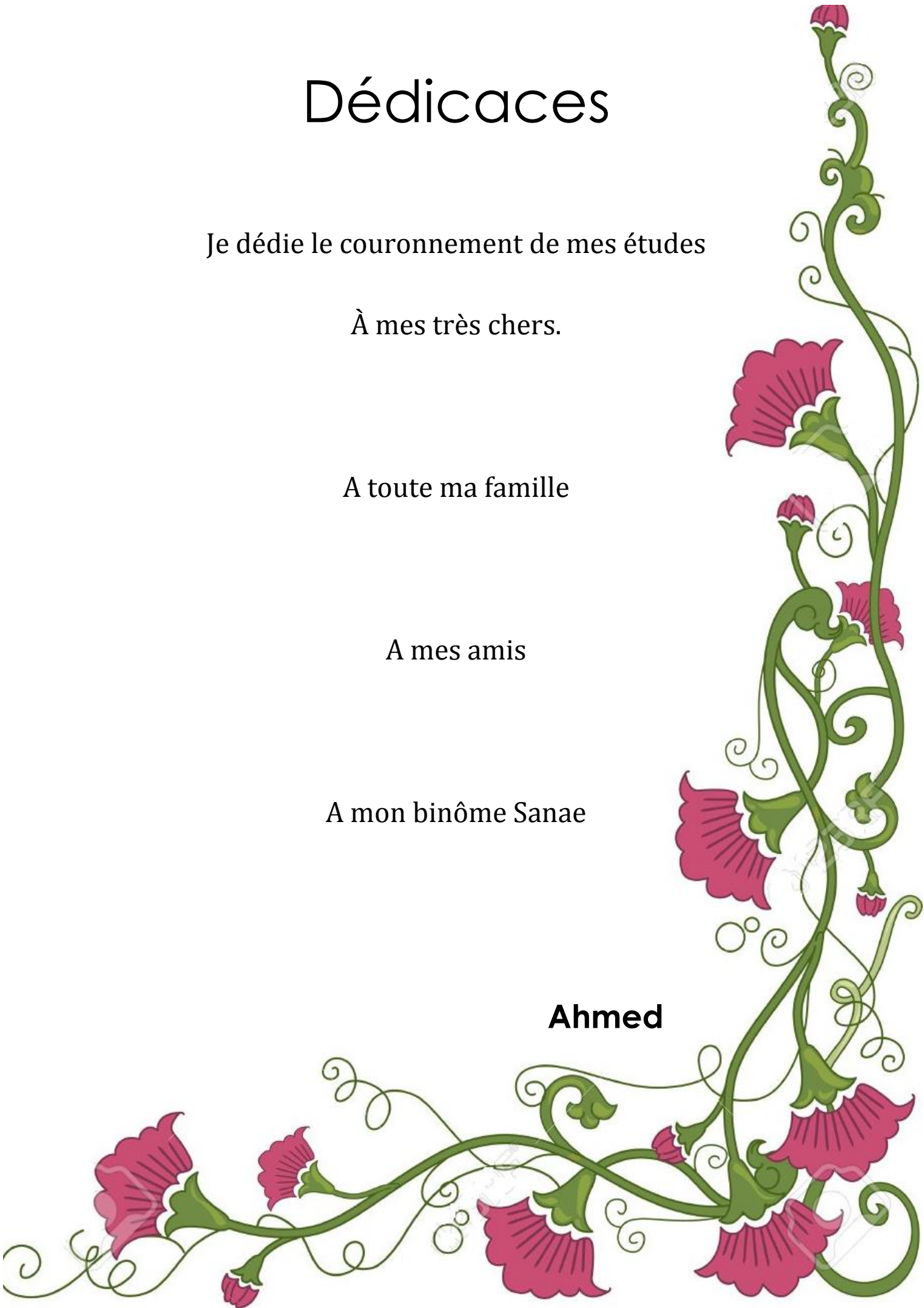
À mes très chers.

A toute ma famille

A mes amis

A mon binôme Sanae

Ahmed



Résumé

Cette étude fait partie d'un nouveau projet qui consiste à concevoir un tronçon d'environ 2 km (du Pk 18+460 au Pk 20+440) du 2^{ème} boulevard périphérique de Mostaganem entre les sablettes, mazagran et le carrefour giratoire urgence sur 26 km (du pk 00+000 au pk 26+000) qui rentre dans le cadre des prévisions du schéma national d'aménagement.

Notre étude a pour but de renforcer le réseau routier local et régional et d'assurer un rôle dans le rééquilibrage du territoire qui se traduit par :

- ✓ Diminuer le temps de parcours
- ✓ Assurer une bonne fluidité de la circulation
- ✓ Et assurer le confort de l'utilisateur.

Le travail qu'on élaborera consiste à étudier le tronçon du Pk 18+460 au Pk 20+440, il s'articulera sur trois axes principaux à savoir :

- 1) Etude bibliographique sur les roades dans le monde et en Algérie ainsi que sur le réseau routier.
- 2) Etude géométrique ; inclut la phase d'avant-projet sommaire qui s'articulera sur l'étude des deux variantes, et l'étude avant-projet détaillé sur la variante choisie et l'impact sur l'environnement.
- 3) Etude géotechnique dans laquelle on étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

Mots clés :

Roades, étude géométrique, étude géotechnique, Impact des roades sur l'environnement.

Abstract

Our end-of-study project is a part of a new route which consists of designing a section of about 2 km (from Pk 18 + 460 to Pk 20 + 440) of the 2nd Mostaganem ring road between the sables, mazagan and the emergency roundabout on 26 km (from pk 00 + 000 to pk 26 + 000) which falls within the framework of the forecasts of the national development plan.

Our study aims to strengthen the local and regional road network and ensure a role in the rebalancing of the territory that results in :

- ✓ Decrease travel time
- ✓ Ensure a smooth flow of traffic
- ✓ And ensure the comfort of the user.

This study is divided into three main parts :

- The first part : A bibliographical study on the ring roads in the world and in Algeria as well as the road network.
- The second part : A geometric study that includes a study in preliminary project summary, a study in before detailed project and the impact on the environment.
- The third part : A geotechnical study of the 2nd ring road of Mostaganem.

Keywords :

Algerian and world road networks, ring roads around the world and in Algeria, Geometric study, Geotechnical study, and impact study of ring roads on the environment.

ملخص

هذه الدراسة هي جزء من مشروع جديد يتكون من تصميم مقطع بطول حوالي 2 كم من الطريق الدائري الثاني في مستغانم بين صابلات ومزران ودوار الطوارئ على 26 كم التي تدخل في إطار توقعات خطة التنمية الوطنية.

تنقسم هذه الدراسة إلى ثلاثة أجزاء رئيسية:

- الجزء الأول: دراسة ببليوغرافية على الطرق الدائرية في العالم وفي الجزائر وكذلك على شبكة الطرق.
- الجزء الثاني: دراسة هندسية تتضمن دراسة في الملخص الأولي للمشروع، دراسة قبل المشروع المفصل والتأثير على البيئة.
- الجزء الثالث: دراسة جيوتقنية للطريق الدائري الثاني في مستغانم.

الكلمات الرئيسية:

شبكات الطرق الجزائرية والعالمية، الطرق الدائرية حول العالم وفي الجزائر، الدراسة الهندسية، الدراسة الجيوتقنية، دراسة تأثير الطرق الدائرية على البيئة.

Liste des figures et photos

Partie I : Etude Bibliographique

Chapitre I : Rocades à Travers Le Monde

Figure I) I.1 : Contournement de Narbonne	06
Figure I) I.2 : Rcade de Narbonne	06
Figure I) I.3 : la rocade de Sud de Strasbourg (En Allemagne)	07
Figure I) I.4 : La ceinture routière du secteur : A25 et les rocales (Flandre)	08

Chapitre II : Rocades En Algérie

Figure I) II .1 ; Réseau autoroutier Nord Algérien	10
Figure I) II.2 : Rcade Mostaganem – Relizane	11
Figure I) II.3 : Rcade Azazga-Azeffoun	11
Figure I) II.4 : 2e Rcade sud d'Alger Ouverture du tronçon Birtouta - Khemis El-Khechna	12
Figure I) II.5 : Réseau routier- balade sur la 2e rocade sud d'Alger	13

Chapitre III : Impact environnemental des rocales

Figure I) III.1 : plan de dérogation de destruction et/ou de déplacement des espèces à (STRASBOURG Allemagne)	15
---	----

Partie II : Etude Géométrique Du 2^{ème} Boulevard Périphérique De Mostaganem

Chapitre I : Présentation Du Projet

Figure II.I.1 : Réseau routier de la wilaya de Mostaganem	22
Figure II) I.2 : Les communes de la wilaya de Mostaganem	22
Figure II) I.3 : Communes traversées par le 2 ^{ème} boulevard périphérique de Mostaganem (vue en plan)	23
Figure II) I.4 : Communes traversées par le 2 ^{ème} boulevard périphérique de Mostaganem (En vue de satellite)	24
Figure II) I.5 : Levé topographique du 2 ^{ème} boulevard périphérique de Mostaganem	25
Figure II) I.6 : Levé topographique du tronçon de l'étude (de Pk 18+460 au Pk 20+440 Km)	25

Chapitre III : Etude En APS

III.1 : Tracé En Plan

Figure II.III.1 : La dénivelée cumulée moyenne H/L	35
Figure II.III.2 : Sinuosité ls / L	35
Figure II.III.3 : Exemple de calcul	38

III.2 : Etude De Variantes

Figure II.III.1 : Schéma représentant la surface entre profil	51
Figure II.III.2 : calcul de surfaces cas de remblais	51
Figure II.III.3 : calcul de surfaces cas de déblais	52

Chapitre IV : Etude En APD

IV.1 : Profil En Long

Figure II.IV.1 Raccordement progressif	84
Figure II) IV.2 : condition de gauchissement	85
Figure IV.1.3 : Elément géométrique du profil en long	93
Figure IV.1.4 : Schéma de la courbe du profil en long	94

IV.3 : Paramètres Cinématique

Figure II.VII.1 : Distance de freinage	103
Figure II.VII.2 : temps de perception-réaction	104

IV.4 : Dimensionnement Du Corps De Chaussée

Figure IV.4.1 : Corps de chaussée	109
Figure IV.4.2 : structure type d'une chaussée souple	110
Figure IV.4.3 : types de chaussées	110
Figure IV.4.4 : schéma des différentes couches	117

IV.5 : Profil En Travers

Figure IV.5.1 : Différents types de profil en travers	118
Figure IV.5.2 : Éléments du profil en travers	120
Figure IV.5.3 : dimensions du fossé	120

IV.6 : Cubatures Et Mouvements Des Terres

Figure IV.6.1 : Schéma représentant la surface entre profil	122
Figure IV.6.2 : L'épure de LALANNE	125
Figure IV.6.3 : Sens de transport	125

IV.7 : Implantation

Figure IV.7.1 : Méthode d'implantation	130
---	------------

IV.8 : La Signalisation Routière

Figure IV.8.1 : modulation de lignes discontinues	137
Figure IV.8.2 : Types de modulation	138
Figure IV.8.3 : Flèches de sélection	139
Figure IV.8.4 : Flèche de rabattement	139
Figure IV.8.5 : Signalisation de danger	139
Figure IV.8.6 : panneaux d'intersection et régime de priorité	140
Figure IV.8.7 : panneaux de signalisation de prescription	141

Figure IV.8.8 : signalisation de direction	141
Figure IV.8.9 : signaux pour l'évitement	142
Figure IV.8.10 : Signalisation horizontale	142
Chapitre IV.10 : Etude D'impacts Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem Sur L'environnement	
Figure 4.1 : La zone de notre étude	144
Partie III : Etude Géotechnique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem	
Chapitre I : Méthodes D'Essais	
Figure I.5.1 : Matériels d'essai teneur en eau	154
Figure I.5.2 : Analyse granulométrique	156
Figure I.5.3 : Tamisage électrique et manuel	156
Photo I.5.4 : méthode d'essai	157
Figure I.5.5 : Mode opératoire 01	157
Figure I.5.6 : Mode opératoire 02	158
Photo I.5.7 : Matériels utilisés dans l'essai équivalent de sable	159
Photo I.5.8 : L'essai d'équivalent de sable	160
Figure I.5.9 : Matériels utilisés	162
Photo I.5.10 : limite de plasticité	164
Figure I.5.11 : Appareillage	164
Photo I.5.12 : Tamisage de l'échantillon	165
Photo I.5.13 : Pesé l'échantillon	166
Figure I.5.14 : Mode opératoire de l'essai carbonate	167
Figure I.5.15 : Modalité d'exécution des essais Proctor modifié	167
Figure I.5.16 : Matériels de l'essai Proctor	167
Figure I.5.17 : les étapes de l'essai Proctor	168
Photo I.5.18 : Matériels d'essai CBR	169
Figure I.5.19 : Matériels d'essai CBR	170

Liste Des Tableaux

Partie I : Etude Bibliographique

Chapitre II : Rocades En Algérie

Tableau I) II.1 : Rocades en Algérie avec liaisons	10
Tableau I) II.2 : Rocades en Algérie	12

Partie II : Etude Géométrique Du 2^{ème} Boulevard Périphérique De Mostaganem

Chapitre I : Présentation Du Projet

Tableau II) I.1 : Réseau routier de la wilaya de Mostaganem	22
---	----

Chapitre III : Etude En APS

III.2 : Etude De Variantes

Tableau II.III.1 : Coordonnées définissant l'axe de 'la variante 01'	41
Tableau II.III.2 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 01"	41
Tableau II.III.3 : Sinuosité	41
Tableau II.III.4 : dénivelée cumulée "Variante 01"	42
Tableau II.III.5 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée	47
Tableau II.III.6 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité	47
Tableau II.III.7 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40	48
Tableau II.III.8 : Rayons du tracé en plan	49
Tableau II.III.9 : Eléments des raccordements circulaires "variante 1"	50
Tableau II.III.10 : Cubatures approchées de la 'variante 01'	52
Tableau II.III.11 : Coordonnées définissant l'axe de 'la variante 02'	60
Tableau II.III.12 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 02"	60
Tableau II.III.13 : Sinuosité	60
Tableau II.III.14: dénivelée cumulée "Variante 02"	61
Tableau II.III.15 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée	66
Tableau II.III.16 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité	66
Tableau II.III.17 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40	67
Tableau II.III.18: Rayons du tracé en plan	68
Tableau II.III.19 : Eléments des raccordements circulaires "variante 2"	69
Tableau II.III.20 : Cubatures approchées de la 'variante 02'	70

Tableau II.IV.21: Comparaison entre les deux variantes	77
--	----

Chapitre IV : Etude En APD

IV.1 : Profil En Long

Tableau II.IV.1 : Déclivité maximale (B40)	81
Tableau II.IV.4 : Coordonnées définissant l'axe de 'la variante 01'	83
Tableau II.IV.6 : Devers	87
Tableau II.IV.7 : Coefficient transversal	87
Tableau II.IV.8 : coefficient F''	87
Tableau IV.1.9 : Longueur de la clothoïde	89
Tableau IV.1.10 : Paramètres de clothoïde	90
Tableau IV.1.11: Variation de devers pour le rayon <i>500 m</i>	91
Tableau IV.1.11: Variation de devers pour le rayon <i>650 m</i>	92
Tableau II.IV.2: Rayons en angle saillant	93
Tableau II.IV.3 : Rayons en angle rentrant	93
Tableau IV.1.4 : Pentes et rampes du profil en long	94
Tableau IV.1.5 : Récapitulatif des résultats des tangentes et flèches	96

IV.2 : Etude Du Trafic

Tableau II) IV. 1 : Coefficient d'équivalence P	100
Tableau II) IV.2 : Valeurs de K1 en fonction de l'environnement	101
Tableau II) IV.3 : Les valeurs de K2	101
Tableau II) IV.4 : Récapitulatif des calculs du trafic	102

IV.3 : Paramètres Cinématique

Tableau IV.1 : coefficient de frottement longitudinal <i>f</i> en fonction de la vitesse (B40)	105
Tableaux IV.2 : les différentes distances selon les normes B40	107

IV.4 : Dimensionnement Du Corps De Chaussée

Tableau IV.4.1 : Classe de trafic <i>Ti</i>	113
Tableau IV.4.2 : Tableau des classes de sol <i>Si</i>	114
Tableau IV.4.3 : Coefficients d'équivalence	115
Tableau IV.4.4: épaisseurs du corps de chaussée	116

IV.6 : Cubatures Et Mouvements Des Terres

Tableau IV.6.1 : Cubatures détaillées	126
---	-----

IV.7 : Implantation

Tableau IV.7.1 : les éléments d'implantation clothoïde « 01 »	131
Tableau IV.7.2 : les éléments d'implantation cercle « 01 »	132
Tableau IV.7.3 : les éléments d'implantation clothoïde « 02 »	133

Tableau IV.7.4 : les éléments d'implantation cercle « 02 »	134
IV.8 : La Signalisation Routière	
Tableau IV.8.1 : Les caractéristiques des lignes discontinues	137
Tableau IV.8.2 : Les modulations de tous les types des lignes adoptées	138
Tableau IV.8.3 : Dimensions détaillées des panneaux	139
Partie III : Etude Géotechnique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem	
Chapitre I : Méthodes D'Essais	
Tableau I.1.1 : Essais in-situ et en laboratoire	151
Tableau I.2.1 : Essais en laboratoire (essais d'identification) avec norme	151
Tableau I.2.2 : Nature du sol en fonction d'E.S	160
Tableau I.5.2 : Qualification des horizons en fonction de leur teneur en calcaire total selon le GEPPA.....	166
Chapitre II : Interprétations Des Résultats	
Tableau II.2 : Récapitulatif des résultats obtenus puit au PK 18+480	173
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	176

Sommaire

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale 01

Problématique 02

Partie I : Etude Bibliographique

Chapitre I : Rocades à Travers Le Monde

I. 1 Introduction 05

I. 2 Rocades en France 05

I. 3 Rocades en Allemagne 06

I. 4 Rocades en Belgique 07

Chapitre II : Rocades En Algérie

II. 1 Introduction 10

II. 2 Quelques rocades en Algérie 10

Chapitre III : Impact environnemental des rocades

III. 1 Introduction 15

III. 2 Impacts pendant les travaux 15

III. 3 Impacts après les travaux 16

III. 4 Mesures d'atténuations préconisées 17

III. 5 Respect de l'environnement 17

Partie II : Etude Géométrique Du 2^{ème} Boulevard Périphérique De

Mostaganem

Chapitre I : Présentation Du Projet

I. 1 Présentation de la Wilaya de Mostaganem..... 21

I. 2 Cadre d'étude 23

Chapitre II : Classification Routière

II. 1 Introduction 28

II. 2 Caractéristiques géométriques 28

II. 3 Classification routière	29
II. 4 Conclusion.....	30
Chapitre III : Etude En APS	
Définition	32
III.1 : Tracé En Plan	
III. 1.1 Introduction	33
III. 1.2 Définition	33
III. 1.3 Règles à respecter dans le tracé en plan	33
III. 1.4 Eléments du tracé en plan	33
III. 1.5 Paramètres fondamentaux de projet	34
III. 1.6 Stabilité en courbe	36
III. 1.7 Calcul d'axe	38
III.2 : Etude Des Deux Variantes	
III. 2.1 Introduction	40
III. 2.2 Etude de la variante 01	41
III. 2.3 Etude de la variante 02	60
III. 2.4 Choix de la variante	77
III. 2.5 Conclusion	77
Chapitre IV : Etude En APD	
IV.1 Définition	79
IV.1 : Profil En Long	
IV. 1.1 Définition	80
IV. 1.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long	80
IV. 1.3 Eléments de composition du profil en long	80
IV. 1.4 Déclivités	81
IV. 1.5 Raccordements en profil en long	82
IV. 1.6 Application sur la variante choisie	83
IV.2 : Etude Du Trafic	
IV. 2.1 Introduction	97
IV. 2.2 Analyse des trafics existants	97
IV. 2.3 Calcul de la capacité	98
IV. 2.4 Calcul de trafic effectif	99
IV. 2.5 Débit de pointe horaire normal	99
IV. 2.6 Débit horaire admissible	99
IV. 2.7 Détermination nombre des voies	99

IV. 2.8 Application numérique au projet	99
---	----

IV.3 : Paramètres Cinématique

IV. 3.1 Introduction	103
IV.3.2 Distance minimale de freinage « d0 »	103
IV.3.3 Distance d'arrêt	104
IV.3.4 Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre	104
IV.3.5 Espacement entre 2 véhicules	104
IV.3.6 Application au projet	105

IV.4 : Dimensionnement Du Corps De Chaussée

IV.4.1 Introduction	109
IV.4.2 Définition de la chaussée	109
IV.4.3 Dimensionnement du corps de chaussée	111
IV. 4.4 Méthode de dimensionnement du corps de chaussée	112
IV.4.5 Application au projet	114

IV.5 : Profil En Travers

IV.5.1 Définition	118
IV.5.2 Types de profil en travers	118
IV.5.3 Les éléments de composition du profil en travers	119
IV.5.4 Application au projet	120

IV.6 : Cubatures Et Mouvements Des Terres

IV. 6.1 Introduction	121
IV.6.2 Définition	121
IV. 6.3 Méthode utilisée	121
IV. 6.4 Mouvement des terres	123
IV. 6.5 Calculs des cubatures	126

IV.7 : Implantation

IV. 7.1 Définition	129
IV. 7.2 Plan de piquetage des axes des voies	129
IV. 7.3 Implantation planimétrique des sommets des alignements	129
IV. 7.4 Implantation de courbes	130
IV. 7.5 Application au projet	131

IV.8 : Signalisation Routière

IV.8.1 Introduction	135
IV.8.2 Principes de la signalisation routière	135
IV.8.3 Rôle de la signalisation	135
IV. 8.4 Catégories de signalisation	135

IV. 8.5 Type de signalisation	136
IV. 8.6 Application au projet	140
IV.9 : Etude D'impacts Du 2ème Boulevard Périphérique	
De Mostaganem Sur L'environnement	
IV. 9.1 Introduction	143
IV. 9.2 Contexte climatique régionale	143
IV. 9.3 Contexte biologique	143
IV. 9.4 Contexte socioculturel	144
IV. 9.5 Evaluation des impacts du projet sur l'environnement	144
IV. 9.6 Mesures de compensation des effets dommageables sur l'environnement	145
IV. 9.7 Aménagement des zones de dépôt des déblais de chantier	146
IV. 9.8 Conclusion	148
Partie III : Etude Géotechnique Du 2ème Boulevard Périphérique	
De Mostaganem	
Chapitre I : Méthodes D'Essais	
I. 1 Introduction	150
I. 2 Objectif de la géotechnique routière	150
I. 3 Moyens de reconnaissance	150
I. 4 Réglementation algérienne en géotechnique	151
I. 5 Les essais en géotechnique	152
I. 5.1 Introduction	152
✓ L'implantation des puits de reconnaissance	152
I. 5.2 Essais physiques	153
1) La teneur en eau naturelle « W » : NF P 94-050	153
2) Masse volumique (NF P 94-054, NF P 94-053)	154
3) Analyse granulométrique par tamisage	155
4) Equivalent de sable selon la norme : NFP18-598	158
5) Limite Atterberg NF P 94-051	161
6) Essai d'évaluation des carbonates : NF P 94-048	164
I.5.3 Essais mécaniques	166
1) Essai Proctor modifié NF P 94-093	166
2) Essai CBR NF P 94-078	168
I.5.4 Essais chimiques	170
1) Essais au bleu de méthylène (ou à la tache)	170

Chapitre II : Interprétations Des Résultats

II.1 Interprétations des résultats	173
II. 2 Conclusion	174
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	176
Conclusion générale	180
Références Bibliographique	
Annexes	

Introduction générale

L'histoire de la route est intimement liée au niveau de développement technologique et de la croissance économique des nations et des civilisations.

L'évolution démographique et la forte urbanisation en Algérie ont engendré plusieurs mutations, ainsi des recherches et des études des tracés linéaires des routes et d'autoroutes ont été menées à travers le pays afin d'améliorer les infrastructures de transport.

La route joue un rôle moteur très important dans l'aménagement du territoire, elle favorise l'implantation d'activités économiques et industrielles et réduit les coûts de transport et donc de production.

L'objectif de ces mesures est d'assurer la sécurité, le confort des usagers avec les moindres coûts possibles, d'où, ce présent projet de fin d'études qui consiste à la création d'une rocade qui se situe dans la wilaya de Mostaganem (liaison entre les sablettes, mazagran et le carrefour giratoire urgence sur 26km).

Ce projet de fin d'étude s'articule sur trois grandes parties principales ; la première partie concerne l'étude bibliographique sur les rocades dans le monde et en Algérie ainsi que le réseau routier, la deuxième partie correspond l'étude géométrique dans laquelle nous exposons l'étude en APS et l'étude en APD ainsi que l'impact sur l'environnement. L'étude géotechnique du 2^{ème} boulevard périphérique de Mostaganem sera exposée dans la dernière partie.

Les transports terrestres présentent en Algérie en général et à Mostaganem en particulier deux caractéristiques essentielles :

- d'une part, ils sont l'héritage de la période coloniale au profit de laquelle ils ont été conçus,
- d'autre part, ils n'arrivent plus à contenir tous les mouvements nés de l'activité économique récente.

Ainsi les localisations industrielles ont porté sur des villes munies de moyens de transport. De ce fait ils posent un problème de localisation des différents centres d'activité économique qui sont à l'origine de nombreux déséquilibres : polarisation sur certains centres et drainage de la population.

Tout développement économique implique une croissance et toute croissance entraîne une intensification des transports des biens et des personnes. L'absence d'un réseau adéquat peut donc constituer un facteur de blocage au développement. La mise en place de réseaux de transports adéquats constitue un instrument de développement harmonieux du pays. Le transport est indéniablement un secteur clé pour une meilleure intégration physique régionale. Il contribue en outre, à la réduction des disparités sociales et économiques et permet l'attraction des investissements.

- ✓ Pourquoi construire des boulevards périphériques ?
- ✓ Comment traduire les ambitions de la future métropole mostaganemoise par un aménagement qui s'inscrit dans le cadre des principes du développement durable et de l'éco-urbanisme ?
- ✓ Comment sera-t-elle la région de Mostaganem à l'horizon ?

Partie I :
Etude
Bibliographique

Chapitre I :
Rocades A Travers
Le Monde

Chapitre I : Rocades A Travers Le Monde

I. 1 Introduction :

Le réseau routier occupe une place stratégique de transport, puisqu'il supporte plus de 85% (dans le monde) du volume de transport de marchandise et de voyageurs, c'est par conséquent, un élément essentiel et fondamental dans le processus de développement du pays.

Les rocades, boulevards périphériques et autres contournements sont des infrastructures assez communes dans la voirie urbaine. Elles sont à la fois très convoitées et vivement critiquées, dont beaucoup de villes rêvent pour réduire la congestion en centre-ville, mais dont peu sont équipées complètement.

I. 2 Rocades en France :

En **France**, Les rocades routières répondent à l'objectif principal de délester les voies urbaines des trafics de transit et périphériques afin d'apaiser la circulation en centre-ville mais également de desservir les zones d'extension péri-urbaines. De façon secondaire, elle permet le délestage autoroutier lors d'événements survenant entre Narbonne-Sud et Narbonne-Est (ville en France). L'aménagement de la rocade Est s'inscrit ainsi dans une logique de continuité d'aménagement qu'il convient d'assurer. En effet, l'autoroute A9 au Sud et les deux rocades déjà aménagées ont créé un contournement quasi-complet de Narbonne (voir **figure I.1** et **figure I.2**) et assure ainsi une desserte des nouveaux quartiers aménagés mais surtout ont supprimé un trafic de transit important en centre-ville. Sur le secteur Est de Narbonne, l'absence de bouclage routier implique la présence d'un trafic de transit important sur le réseau routier secondaire qui crée, en particulier aux heures de pointe du matin et du soir, des congestions et des files importantes en particulier à proximité des points d'échange. Sans aménagement de la rocade Est et dans la mesure où le trafic routier continue d'augmenter, les conditions de circulation sur ce secteur risquent de se détériorer. En prenant l'exemple de Marseille en France aussi, le destin de la rocade L2 est symptomatique du rapport ambigu entre la ville et sa rocade. Il fait apparaître à la fois la permanence d'un projet d'infrastructure (dans les plans depuis plus de 80 ans), et ses mutations (du boulevard circulaire à la voie rapide urbaine intégrée).

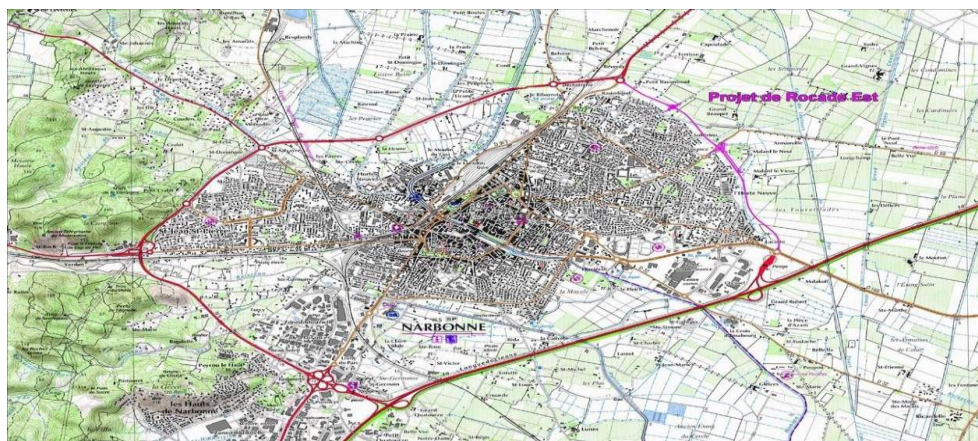


Figure I) I.1 : Contournement de Narbonne



Figure I) I.2 : Rocade de Narbonne

I. 3 Rocades en Allemagne :

En **Allemagne**, La Rocade Sud de Strasbourg permet de faire face à des enjeux d'organisation spatiale du développement de l'agglomération strasbourgeoise. Cette infrastructure permet d'une part, le report de trafic PL en dehors du coeur d'agglomération, facilitant ainsi la requalification d'axes structurants (RN4) et la reconquête d'espaces urbains largement pénalisés jusque-là (Quartier de l'Étoile, Quartier du Port du Rhin), et d'autre part, l'amélioration de la desserte de secteurs urbanisés et à urbaniser par un accroissement de la fluidité sur les axes qui bénéficieront d'un report favorable (de la RD1083 vers la Rocade Sud par exemple). La deuxième phase de l'opération de Rocade Sud consiste

en la construction d'une Voie Rapide Urbaine (VRU) à 2 × 2 voies reliant l'échangeur de Fegersheim (RD1083/RN353) à l'échangeur de Geispolsheim (RD400/A35) sur environ 4,6 km.

La figure suivante représente le plan général des travaux de la rocade de sud de Strasbourg (en Allemagne) :

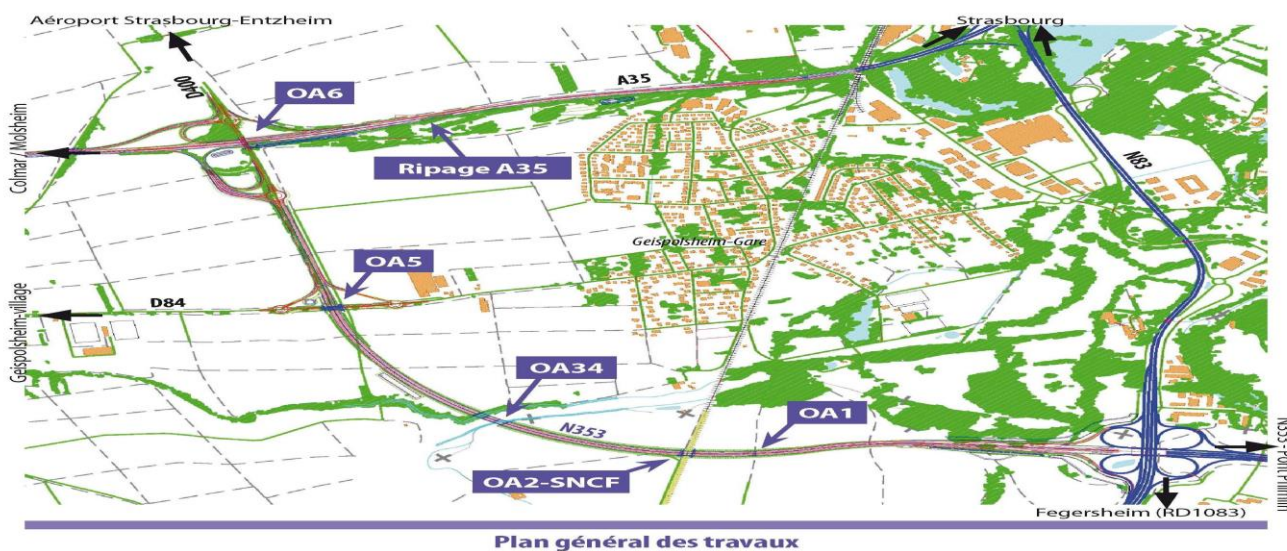


Figure I) I.3 : la rocade de Sud de Strasbourg (En Allemagne)

I. 4 Rocade en Belgique :

En **Belgique** (Bruxelles), l'alternative proposée sur Verlinghem-Pérenchies-Frelinghien ;

- Relier le futur rond-point rue Bouchery à Pérenchies RD654 (sortie du chemin du Vieux Soldat) au chemin du Temple par un barreau à créer pour rejoindre le carrefour existant à l'entrée de la rue des Flandres.
- Traverser la RD36 au Funquereau à Frelinghien pour réaliser une nouvelle voie sur le chemin de terre et à l'équerre jusqu'à la rue du Fresnel RD36 : longer le bois.
- Redresser et refaire complètement le chemin de l'Aventure RD7 jusqu'à la rocade de la Lys RD945 – (cessionnaire Duquesne Agricole).

La figure ci-dessous représente La ceinture routière du secteur : A25 et les rocades de la Flandre :

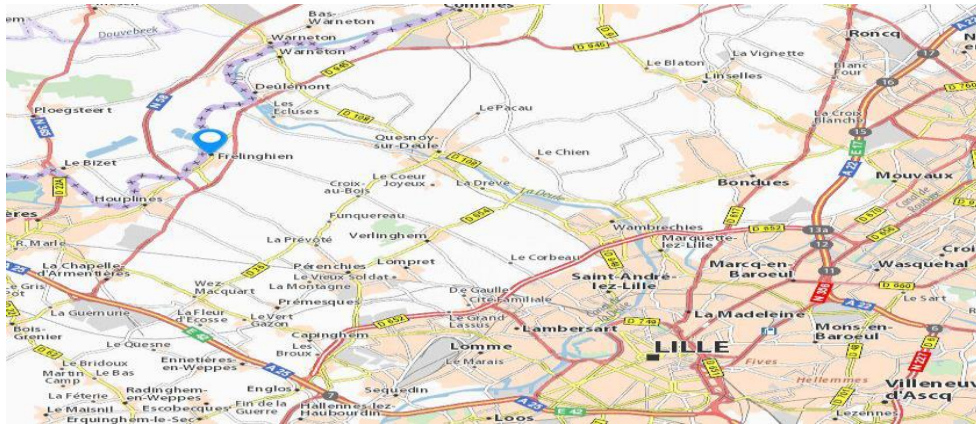


Figure I) I.4 : La ceinture routière du secteur : A25 et les rocade (Flandre)

Chapitre II :
Rocades En Algérie

Chapitre II : Rocades en Algérie

I. 1 Introduction :

En Algérie, la voie rapide dénommée 'Autoroute de l'Est entre l'Aéroport d'Alger et Boudouaou a été inaugurée à la fin des années 1970 afin de soulager la RN5. Cette route a été requalifiée et est prolongée durant les années 1980 par deux rocade, dont la Rocade Nord inaugurée en 1985.

La Rocade Nord vient suppléer l'ancienne route moutonnaire construite dans les années 1920 pour aller d'Alger vers la banlieue Est.

La Rocade Sud d'Alger a été construite en plusieurs étapes entre 1976 et 1998. La première partie ouverte se situe entre Bir Mourad Raïs et Ben Aknoun (Voir figure II.1).



Figure I) II .1 ; Réseau autoroutier Nord Algérien

II. 2 Quelques rocade en Algérie :

Le tableau suivant représente quelques rocade en Algérie avec l'année, ses liaisons, ses itinéraires et le nombre de voies :

Tableau I) II.1 : Rocades en Algérie avec liaisons.

Rocade	Liaison	Itinéraire	N° de voie
Ghazaouet - Maghnia	Elle reliera la ville de Ghazaouet à l'Autoroute Est-Ouest au niveau de l'échangeur de Maghnia (Wilaya de Tlemcen).	41 km	2x3

Saïda – Sig	qui reliera la ville de Mascara à l'Autoroute Est-Ouest au niveau de l'échangeur de Sig (Wilaya de Mascara), est en travaux depuis 2014	43 Km	2x3
Mostaganem – Relizane	Elle reliera la ville de Mostaganem à l'Autoroute Est-Ouest au niveau de l'échangeur d'El Hamadna (Wilaya de Relizane). (Voir Figure I) II.2)	66 Km	2x3
Azazga – Azeffoun	Elle relie Azazga et Azeffoun (Azazga est située à 30 km du littoral à 30 km à l'est de Tizi Ouzou et à 100 km à l'ouest de Béjaïa) et (Azeffoun est une ville cotière de la wilaya de Tizi Ouzou, située à 70 km au nord-est de Tizi Ouzou et à 95 km à l'ouest de Béjaïa). (Voir figure I) II.3)	28 km	2x3



Figure I) II.2 : Rociade Mostaganem – Relizane



Figure I) II.3 : Rociade Azazga-Azeffoun

Ci-dessous un autre tableau qui récapitule des rocades en Algérie avec l'année et l'itinéraire :

Tableau I) II.2 : Rocades en Algérie

Année	Nom de Rcade	Itinéraire
1985	Nord Rcade Alger-Centre - Dar El Beïda	16 km
1985	Rcade Est	3,5 km
1988	Liaison rcade Nord - rcade Sud (Mohammadia - Oued Ouchaïah)	4 km
1988	Rcade Est Bordj El Kiffan - Aéroport	4,5 km
1988	Rcade Est (Constantine - El Khroub- El Gourzi)	35 km
1996	Rcade Sud (Douaouda - Dar El Beïda)	45,5 km
2004	Rcade Sud (Aïn Smara - Zighoud Youcef)	31 km
2005	Rcade Sud de Tizi-Ouzou	12,3 km
2008	Rcade Nord-Est (Ali Mendjeli - El khroub)	10 km
2007	Rcade Sud (Bir El Djir – Es Sénia - Messerghine)	32 Km
2009	2e rcade Sud (Zéralda - Boudouaou) (Voir figure I) II.4 et .5)	61 km
2009	Rcade nord-est de Sétif	9,5 km



Figure I) II.4 : 2e Rcade sud d'Alger Ouverture du tronçon Birtouta - Khemis El-Khechna



Figure I) II.5 : Réseau routier- balade sur la 2e rocade sud d'Alger

TOTAL : Autoroutes et Rocades Autoroutes algériennes en 2011 :1061,8 km

Et voici les rocales à l'année 2017 :

- * 3e Rocade Sud d'Alger
- * 4e Rocade Sud d'Alger
- * 2e Rocade d'Oran
- * Rocade Nord de Tizi Ouzou

Chapitre II :
Impact
Environnemental
Des Rocades

Chapitre III : Impact Environnemental Des Rocades

III. 1 Introduction :

Comme tout projet de construction, le projet des travaux de construction d'une route, dans sa phase d'exécution et même d'exploitation a des répercussions aussi bien négatives que positives sur l'environnement.

Des dérogations à Strasbourg (Allemagne) exceptionnelles de destruction et/ou de déplacement de ces espèces au titre des articles L411-1 et L411-2 du Code de l'Environnement ont été obtenues par le maître d'ouvrage en novembre 2014. (Voir figure I) III.1)

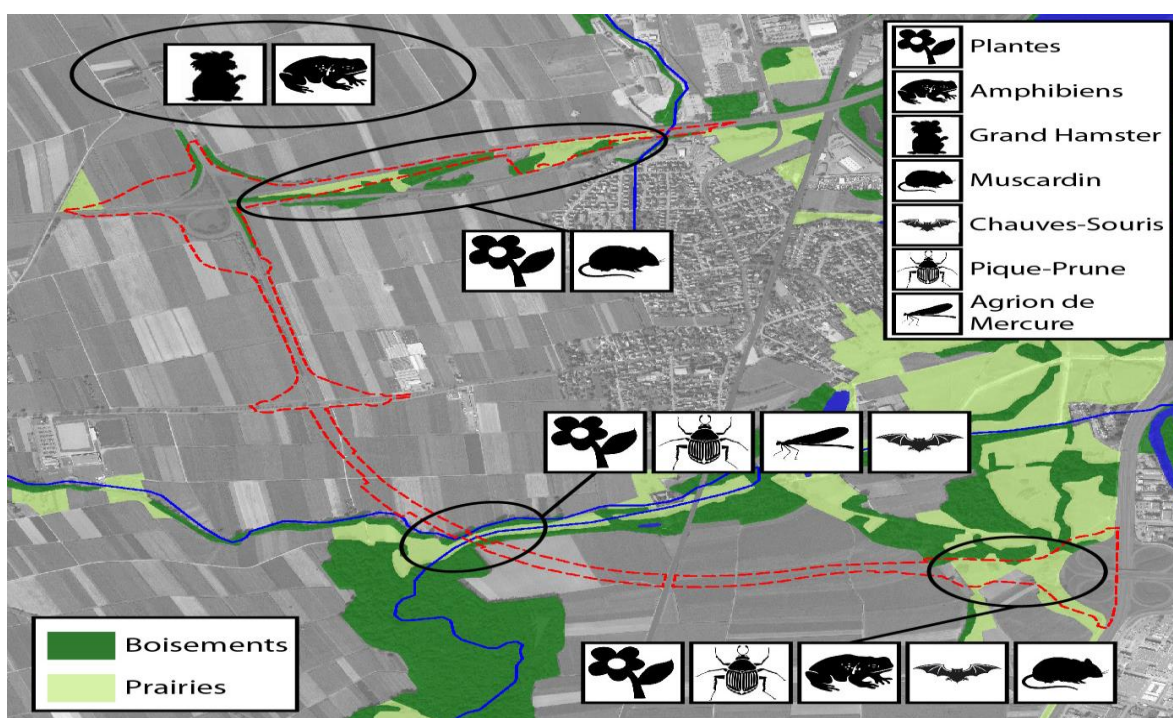


Figure I) III.1 : plan de dérogation de destruction et/ou de déplacement des espèces à (STRASBOURG Allemagne)

III. 2 Les impacts pendant les travaux :

✓ Les impacts négatifs

Les impacts négatifs pendant les travaux concernent essentiellement :

- *le paysage* : les travaux d'une telle ampleur entraînent certainement l'abatage d'arbres en place, ce qui modifie considérablement les écosystèmes de la région ;

- *les ressources faunistiques* : les bruits assourdissants provoqués par les engins pendant les travaux entraînent le déplacement des animaux vers d'autres régions ;
- *la pollution de l'air ambiant de l'atmosphère* par les fumées d'engins sont sources des nombreuses maladies respiratoires ;
- *la santé publique* : risque de propagation des maladies contagieuses et transmissibles.

✓ *Les impacts positifs*

Les impacts positifs liés aux travaux portent sur les populations et le milieu socio-économique.

On peut citer entre autres :

- la création d'emplois pour les populations des zones traversées par le projet ;
- le forage des points d'eau pour l'alimentation en eau potable des employés ainsi ses populations locales ;
- la commercialisation des produits agricoles.

III. 3 Les impacts après les travaux

✓ *Les impacts négatifs*

Les impacts négatifs liés à la réalisation de ce projet sont essentiellement :

- le risque d'accidents de circulation dus le plus souvent à des vitesses non règlementaires des usagers.
- L'augmentation du trafic, qui entraine la propagation des maladies dans les villes traversées par ce projet ;

✓ *Les impacts positifs*

Dans un pays en voie de développement comme l'Algérie, les infrastructures de transport et surtout les infrastructures routières jouent un rôle non négligeable dans le développement socio-économique.

Ainsi, les impacts positifs dus à la réalisation de notre rocade routière concernent le milieu physique et également le milieu socio-économique de la région de Mostaganem. Le projet permet donc aux populations locales de :

- avoir les meilleures conditions de déplacement et la réduction des coûts de transport ;
- transporter leurs marchandises et leurs produits agricoles vers les grands centres de consommation ;

- faciliter l'accès aux grands centres de santé ;
- rendre la communication facile entre la région du Mostaganem et l'administration centrale de la capitale ;
- le désenclaver des localités lointaines ;
- réduire l'amortissement des véhicules.

III. 4 Mesures d'atténuation préconisées :

Afin de s'assurer de la prise en compte d'un environnement viable, un plan d'actions environnementales a été mis en place pour la formulation des mesures d'atténuation des impacts négatifs du projet.

Ces mesures visent à :

- compenser la végétation détruite lors des travaux par la plantation d'arbres ;
- remettre en état ou valoriser les zones d'emprunts ;
- sensibiliser les ouvriers et la population locale sur les maladies transmissibles ou toute autre maladie liée au projet ;
- employer la main d'œuvre locale ;
- créer des couloirs de déviation pendant les travaux et les arroser si possible, afin d'éviter de contaminer la population des zones traversées par des poussières ;
- donner aux employés des matériels de protection contre les poussières ;
- créer des aires de stationnement au niveau des agglomérations pour fluidifier le trafic ;
- installer des panneaux des signalisations aux entrées des villes et des zones pâturages pour éviter les risques d'accidents.

III. 5 Respect de l'environnement :

Une étude d'impact sur l'environnement a été menée en 2012 en république de Tchad (région de Guera) ^[1] pour tenir compte à la fois du milieu naturel, des activités humaines et de du patrimoine culturel et archéologique environnant. Des mesures de protection ont été préconisées :

Mise en place d'un dispositif pour la préservation des ressources en eau superficielles et souterraines, avec des bassins décanteurs déshuileurs, des fossés étanches...

- * Aménagement foncier par remembrement ;
- * Aménagement paysager par reboisement et végétalisations des berges et abords de la voie ;
- * Etablissement de fouilles prospectives dans le cas où l'autoroute projetée traverse un site classé comme site archéologique potentiel ;
- * Respect des habitudes et de la sécurité des riverains par le rétablissement des servitudes.

Partie II :

**Etude Géométrique
Du 2^{ème} Boulevard Périphérique
De Mostaganem**

Chapitre I :

Présentation Du Projet

Chapitre I : Présentation Du Projet

I. 1 Présentation de la wilaya de Mostaganem

1) Situation géographique :

La wilaya de Mostaganem est située sur le littoral Ouest du pays, elle dispose d'une façade maritime de 124 km. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 365 km à l'Ouest de la capitale, Alger, La wilaya s'étend sur une superficie de 2 269 km². [2]

La wilaya de Mostaganem est limitée :

- * A l'Est par les Wilayas de Chlef et Relizane ;
- * Au Sud par les Wilayas de Mascara et Relizane ;
- * A l'Ouest par les Wilayas d'Oran et Mascara ;
- * Au Nord par la Mer Méditerranée.

2) Relief :

Le relief de la Wilaya de Mostaganem se divise en quatre unités morphologiques appartenant à deux régions distinctes, le Plateau et le Dahra :

- ✓ Les vallées basses de l'Ouest englobent les communes : Hassi Mameche, Mazagran, Stidia, Aïn Nouïssy, El Hassaine et Fornaka.
- ✓ Les Monts du Dahra englobent les communes : Sidi Belattar, Oued El Kheir, Sidi Ali, Ouled Maallah, Tazgait, Nekmaria, Kheireddine, Ain Boudinar et Safsaf.
- ✓ Le plateau de Mostaganem englobe les communes : Mostaganem, Ain Tedles, Sour, Bouguirat, Sirat, Souafli, Mesra, Aïn Sidi Cherif, Mansourah, Touahria et Sayada.
- ✓ Les vallées de l'Est englobent les communes : Achaacha, Khadra, Ouled Boughalem, Sidi Lakhdar, Hadjadj et Abdelmalek Ramdane.

3) Climat :

Le climat de Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride en hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350 mm sur le plateau et 400 mm sur les piémonts du Dahra.

4) Réseau routier :

En infrastructure de base, le réseau routier de la Wilaya de Mostaganem (**Voir Figure II) I.1**) est présenté dans le tableau ci-après :

Tableau II) I.1 : Réseau routier de la wilaya de Mostaganem

Désignation	Longueur (km)
Routes nationales	332.43
Chemins de wilaya	653.83
Chemins communaux	1147.98



Figure II.I.1 : Réseau routier de la wilaya de Mostaganem.

La figure ci-dessous représente les communes de la wilaya de Mostaganem :



Figure II) I.2 : Les communes de la wilaya de Mostaganem

I. 2 Cadre d'étude :

I. 2.1 introduction :

Dans le cadre de l'étude d'un deuxième boulevard périphérique de Mostaganem à deux chaussées unidirectionnelles (CW07bis) entre les Sablettes, Mazagran et le carrefour giratoire urgence sur 26 km et suite à la demande de la Direction des Travaux Publics « D.T.P » de la wilaya de Mostaganem, une étude d'avant-projet détaillée, fera l'objectif de ce projet.

Afin de mener à bien notre étude, plusieurs visites de site sont effectuées pour avoir une appréciation suffisante de toutes les contraintes sur l'ensemble des aspects géométrique, géotechnique, environnemental, etc....

Notre projet se limite à un tronçon de 2,00 Km du Pk 18+460 au Pk 20+440 Km.

Les figures suivantes (**II**) **I.3** et **II**) **I.4**) représentent les communes qui sont en jaune que traverse notre projet :

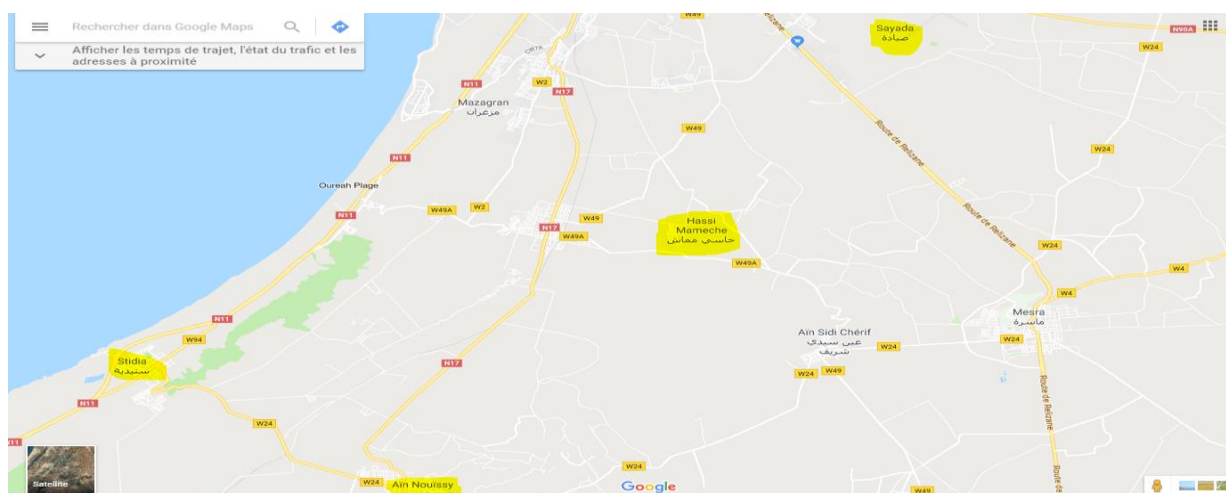


Figure II) **I.3** : Communes traversées par le 2^{ème} boulevard périphérique de Mostaganem (vue en plan)



Figure II) I.4 : Communes traversées par le 2^{ème} boulevard périphérique de Mostaganem (En vue de satellite)

I. 2.2 Objectif du projet :

Le but de la création de la rocade côtière est de favoriser le développement touristique de la région côtière de Mostaganem.

Le deuxième boulevard périphérique de Mostaganem, a pour objet :

- * Renforcer le réseau routier local et régional.
- * D'assurer un rôle dans le rééquilibrage du territoire.
- * Favoriser la mobilité douce et réduire la congestion, les temps de déplacement, et les accidents.
- * D'accroître la sécurité routière des usagers.
- * Soutenir les objectifs de développement économique de la région, et de la Wilaya en générale.

I. 2.3 Levé topographique :

Toute étude est conçue sur un fond topographique définissant l'état du relief. Pour notre étude, le levé topographique a été effectué par STATION TOTALE. Les travaux ont été effectués en deux phases. Dans la première phase on a levé la quasi-totalité du tracé sauf environ 5 km du côté de Mostaganem.

Ci-dessous, le levé topographique du 2^{ème} boulevard périphérique de Mostaganem est représenté dans la première figure et dans la deuxième le tronçon d'étude du PK 18+460 au PK 20+440 Km :



Figure II) I.5 : Levé topographique du 2^{ème} boulevard périphérique de Mostaganem



Figure II) I.6 : Levé topographique du tronçon de l'étude (de Pk 18+460 au Pk 20+440 Km).

A. Recommandation importante

Compte tenu que les travaux sont effectués sur la base d'un système géodésique, il est important de signaler que pour tous les travaux d'implantation ou de reconstitution de bornes disparues, il est impératif d'utiliser le facteur d'échelle lors des mesures topographiques effectuées à la station totale.

Il s'agit en fait d'introduire un facteur d'échelle combiné associant la réduction à l'ellipsoïde et la réduction à la projection, qui doit être introduit dans les stations totales lors des mesures.

Pour simplifier cette tâche voire le rapport de traitement qui nous donne le facteur à utiliser pour chaque station (distance où la variation est négligeable vu que le terrain n'est pas trop Accidenté).

Chapitre II :

Classification Routière

Chapitre II : Classification Routière

II. 1 Introduction :

L'infrastructure routière est un ouvrage important et stratégique dans le développement économique d'un pays. Les routes peuvent être classées selon plusieurs critères, la classification peut être propre au pays, régionale ou d'ordre international. Chaque pays dispose d'une classification propre, cette classification administrative des routes est basée sur la domanialité du terrain et de la répartition de la gestion des routes.

La classification classique est sans aucun doute d'un point de vue technique, les routes sont classées selon la vitesse de référence ou selon le trafic qu'elles supportent.

Les routes peuvent être aussi classées selon leurs fonctions ou selon les différentes contraintes environnementales. Certains pays classent les routes selon leurs modes de gestion ou d'exploitation (routes publiques, routes privées, ...).

La référence des routes est le plus souvent faite en usage avec les deux principales classifications, qui sont la classification administrative et la classification technique par catégorie de route selon la vitesse de référence. D'autres classifications ont trait au volume du trafic ou au profil des routes.

II. 2 Caractéristiques géométriques :

La route est l'une des voies de communication la plus utilisée qui permet de relier tous les points d'un territoire. la route est également définie comme une vaste plateforme bien dégagée comportant deux ou plusieurs voies, devant résister aux efforts statiques et dynamiques des véhicules (légers, lourds) et dont les caractéristiques géométriques correspondant à des réglementations et normes bien précis.

En route, les bases de tous les calculs sont :

- * La catégorie
- * L'environnement
- * Les vitesses de référence
- * Les données du trafic.

Les caractéristiques géométriques d'une route sont :

- ✓ *Le tracé en plan* : projection de la route sur un plan horizontal

- ✓ *Le profil en long* : développement de l'intersection de la surface de la route avec le cylindre a génératrice verticale passant par l'axe de celui-ci
- ✓ *Le profil en travers* : coupe suivent un plan vertical perpendiculaire à l'axe.

II. 3 Classification routière :

Il existe deux classifications routières, l'une fonctionnelles (selon la gestion) et l'autre selon la liaison comme suit :

1) Classification fonctionnelle :

- ✓ *Cat 1* : les routes nationales RN : gérées par la DTP, et aménagées aux frais exclusifs de l'état.
- ✓ *Cat 2* : les routes de wilaya CW : Aménagées et entretenues aux frais de wilaya avec l'aide de l'état.
- ✓ *Cat 3* : les chemins communaux CC : qui relèvent de la compétence des subdivisions ou sous directions.

2) Classification selon la liaison :

L'infrastructure routière en Algérie est classée selon la liaison en 5 catégories :

- ✓ *Cat 1* : liaison entre les grands centres économiques et les industries lourdes
- ✓ *Cat 2* : liaison entre centres de transformation et les pôles d'industrie industries légères.
- ✓ *Cat 3* : liaison entre des chefs-lieux de wilaya et de daïra non desservis par le réseau de catégorie 1 et 2
- ✓ *Cat 4* : liaison des centres ville non reliés au réseau de cat 1, 2 et 3.
- ✓ *Cat 5* : routes de moindres importances, ou piste (wilaya ou certains pôles isolés).

3) Classement des routes urbaines :

Les routes urbaines sont classées selon leurs importances en :

- Routes dessertes : Profil minimum 2 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 1,50 m et vitesse maximum autorisée 30 Km/h.
- Routes collectrices : Profil minimum 3 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 3,00 m et vitesse maximum 40 Km/h.
- Artères urbaines : Profil minimum 2x2 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 4,50 m et vitesse maximum autorisée 50 Km/h.

- Routes urbaines rapides : Profil 2x3 voies de circulation, largeur de trottoir minimum 4,50 m et vitesse maximum autorisée : 60 Km/h.
- Routes urbaines express : Profil minimum 2x3 voies séparées par terre-plein central, largeur de trottoir minimum 6,00 m et vitesse maximum autorisée : 80 Km/h.
- Autoroutes urbaines : Profil minimum 2x3 voies séparées par terre-plein central de 3,00 m, largeur de trottoir minimum 6,00 m et vitesse maximum autorisée : 110 Km/h.

II. 3 Conclusion :

Etant donné qu'il s'agit d'une liaison entre deux poles industriels important donc notre route est de catégorie : **CAT 01**.

Chapitre III :

Etude En APS

Chapitre III : Etude En APS

Définition :

APS : Avant-projet sommaire

La phase APS c'est l'étape qui suit la phase préliminaire, dans le cas où cette dernière est prévue, elle consiste à étudier plus profondément les couloirs retenus dans l'étude antérieure ou bien quand celle-ci n'est pas prévue, de procéder à l'étude à partir de carte d'état majeure, de topographique et aussi géologique, permettant ainsi de mieux cerner les aléas, les contraintes et les avantages liés à la situation sociaux-géographique de chaque couloir.

On devra faire une étude multicritère pour le choix du couloir à retenir, celle-ci sera basée sur un plan de comparaison selon l'ensemble des critères suivant :

- Les contraintes remarquées sur le site.
- L'aspect économique du projet.
- Les difficultés trouvées lors du choix des tracés (caractéristiques techniques).
- Comparaison des impacts sur l'environnement.

Finalement après cette analyse multicritère, une seule variante sera gardée pour entamer la phase APD ^[3].

III.1 : Tracé En Plan

III. 1.1 Introduction :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain.

La surface de roulement d'une route est une conception de l'espace, définie géométriquement par trois groupes d'éléments qui sont :

- ❖ Trace de son axe en situation ou en plan.
- ❖ Tracé cette axe en élévation ou profil en long.
- ❖ Profil en travers.

III. .1.2 Définition :

Le tracé en plan est une pièce topographique qui résulte théoriquement de la projection de l'axe de la route sur un plan horizontale.

III. 1.3 Règles à respecter dans le tracé en plan :

- * L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- * Eviter de passer si possible sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- * Se raccorder au réseau routier existant.
- * Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrage d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.
- * Remplacer deux cercles voisins de même sens et de rayon différent par un cercle unique.
- * Eviter les sites qui sont sujet à des problèmes géologiques (présence de failles ou des matériaux présentant des caractéristiques très médiocres).
- * Il faut toujours appliquer les rayons supérieurs au rayon minimal normal.
- * Eviter les très longs alignements droits.

III. 1.4 Eléments du tracé en plan :

a- *Alignement droit :*

Le tracé en plan est composé d'alignements droits et de courbes.

On a tendance à remplacer de grandes lignes droites par une succession d'alignements droits et de courbes. Le pourcentage d'alignement droit d'une section de route doit être si possible :

$$20 \% L_T \leq L_{AD} \leq 60\% L_T$$

b- Courbes :

Dans les courbes, les problèmes suivants se posent :

- Stabilité sous l'effet de l'accélération centrifuge (rayon de courbe-pente dans le virage) ;
- Visibilité dans les tranchés ;
- L'introduction des véhicules longs.

Une longueur minimale L_a doit séparer 2 courbes circulaires de même sens. Cette longueur est prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des 2 arcs de cercle.

$$L_a \geq \frac{5 * V (Km/h)}{3,6}$$

Si cette condition ne peut pas être obtenue, les 2 courbes circulaires seront raccordées par une courbe en OVE ou en C.

c- Type de courbes de raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont la condition désirée d'une variation continue de la courbe, on a trois types de courbes suivantes :

c-1 Parabole cubique :

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

c-2 Lemniscate :

Courbe utilisé pour certains problèmes de tracé de route par exemple trèfle d'autoroute sa courbure est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur à partir du point d'inflexion ou centre de symétrie.

c-3 Clothoïde : (Voir définition dans le chapitre **IV.1**)

III. 1.5 Paramètres fondamentaux de projet :

a- Environnement de la route : « Ei »

L'environnement d'une route est déterminé à partir de 2 paramètres, qui sont :

- 1- Dénivelée moyenne cumulée « H/L » : c'est la cumule de toutes les hauteurs sur la longueur de notre itinéraire. (Voir figure II.III.1)

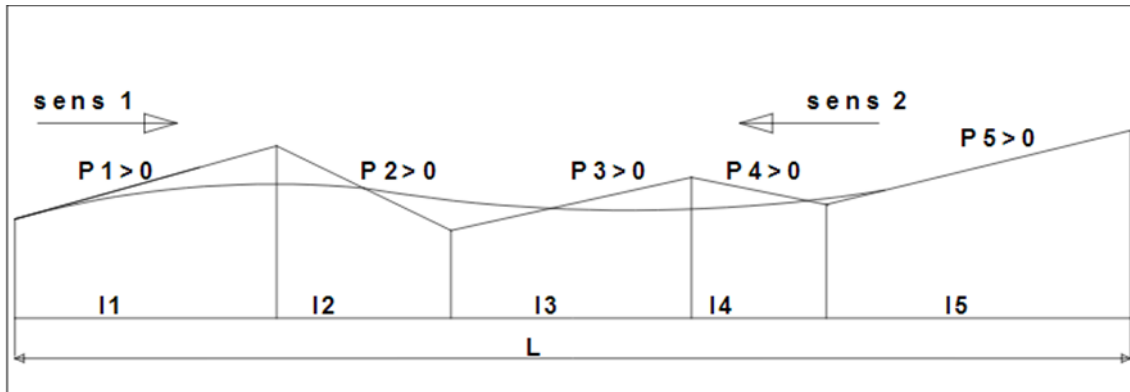


Figure II.III.1 : La dénivelée cumulée moyenne H/L

Cette dénivelée moyenne cumulée nous permet de mesurer la variation du relief. (Nature du terrain naturel).

- 2- La sinuosité $\sigma = l_s / L$: C'est la longueur cumulée des courbes de rayon en plan ≤ 200 m sur la longueur totale de l'itinéraire. (Voir figure II.III.2)

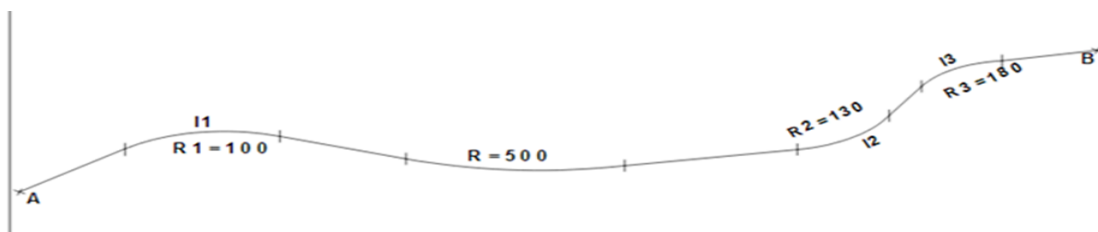


Figure II.III.2 : Sinuosité l_s / L

b- La vitesse de référence :

La vitesse de référence (V_r) est le critère principal pour la définition des paramètres géométriques d'un itinéraire et pour la corrélation de ses paramètres entre eux ; elle dépend de la catégorie, de l'environnement et de la politique économique du pays. Le choix de la vitesse de référence joue un rôle très important sur le coût du projet. Choisir une vitesse de base élevée nécessite un aménagement plus approprié et adapté à cette vitesse.

c- Choix de la vitesse de référence :

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ✓ Caractéristiques topographiques.
- ✓ Type de la route dans le réseau.

- ✓ Importance et genre de trafic.
- ✓ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

d- Vitesse de projet :

La vitesse de projet V_p est la vitesse théorique la plus élevée pouvant être admise en chaque point de la route, compte tenu de la sécurité et du confort dans les conditions normales. Pour une route Nationale on admet $V_r = 80$ km/h

On entend par conditions normales:

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

e- Dévers :

Pour l'évacuation des eaux pluviale au droit des alignements assurer la stabilité dynamique des véhicules en courbe.

La route nécessite un dévers qui est par définition la pente transversale de la chaussée.

III. 1.6 Stabilité en courbe :

Dans un virage, le véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à lui provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers exprimée par sa tangente.

L'équilibre des forces agissant sur le véhicule nous amène à la conclusion suivante :

- ✓ Rayon horizontal minimal absolu (R_{hm}) :

Par définition, c'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal par contre à la vitesse V_r :

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

Avec : f_t : coefficient de frottement transversal

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

- ✓ Rayon minimal normal (R_{hN}) :

Le rayon minimal normal à la vitesse V_r est par définition le rayon minimal à la vitesse (V_r+20), il est proposé de lui associer un dévers : $d = d_{max} - 2\%$ en catégorie **1 – 2 – 3 – 4**

$$d = d_{\max} - 3 \% \text{ en catégorie } 5$$

$$\mathbf{Rh}_N (V_r) = R_{hm} (V_r + 20)$$

$$\mathbf{Rh}_N = \frac{(V_r + 20)^2}{127 (f_t + d)}$$

✓ Rayon minimal déversé (**Rhd**) :

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

Dévers associé : $d_{\min} = 2.5\%$ en catégorie **1 - 2**

$d_{\min} = 3\%$ en catégorie **3 - 4 - 5**

$$\mathbf{Rhd} = \frac{V^2 (Km/h)}{127 * 2 * d_{\min}}$$

✓ Rayon minimal non déversé (**Rh_{nd}**) :

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un Véhicule parcourant à la vitesse VB une courbe de devers égal à d_{\min} vers l'extérieur reste Inférieur à valeur limitée.

$$\mathbf{Rh}_{nd} = \frac{Vr^2 (Km/h)}{127 (f'' - d_{\min})}$$

- Pour Cat **1- 2** ; $d_{\min} = 2,5\%$; $f'' = 6\%$

$$\mathbf{Rh}_{nd} = \frac{Vr^2 (Km/h)}{127 (0.06 - 0.025)} = \frac{Vr^2 (Km/h)}{127 * 0.035}$$

- Pour Cat **3 - 4 - 5** ; $d_{\min} = 3\%$; $f'' = 0,07 \dots$ pour cat **3**
 $f'' = 0,075 \dots$ pour Cat **4, 5**

$$\mathbf{Rh}_{nd} = \frac{Vr^2 (Km/h)}{127 (f'' - 0,03)}$$

III. 1.7 Calcul d'axe :

Le calcul d'axe est l'opération permettant de matérialiser le tracé routier par des coordonnées x.y.z représentant l'ensemble des points caractéristiques du tracé et faciliter par la même l'établissement d'un plan de piquetage nécessaire à l'implantation topographique de tout le tracé routier.

Le calcul d'axe se fait à partir d'une base de coordonnées qui sont propres au projet (stations locales) ou stations NGA et il doit suivre les étapes suivantes (**Voir figure II.III.2**) :

- ✓ Calcul des gisements.
- ✓ Calcul de l'angle
- ✓ Entre les alignements.
- ✓ Calcul de la tangente T.
- ✓ Calcul de la corde polaire SL.
- ✓ Vérification de non- chevauchement.
- ✓ Calcul de l'arc en cercle.
- ✓ Calcul de des coordonnées de points particuliers.
- ✓ Calcul de kilométrage des points particuliers.

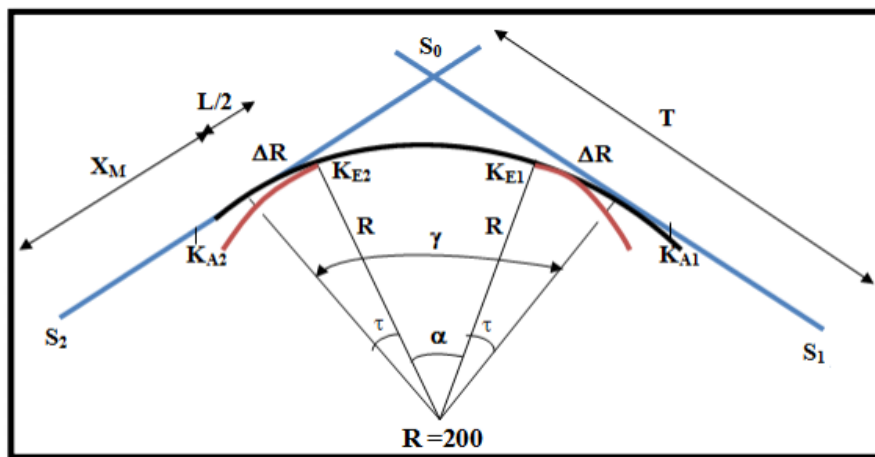


Figure II.III.3 : Exemple de calcul

➤ Calcul de gisements et des angles au centre :

a- Gisement

Le gisement d'une direction est l'angle dans le sens topographique (des aiguilles d'une montre) compris entre l'axe des Y et la direction

Exemple : Calcul du Gisement de la direction AS1.

$$G_{AS1} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_{S1} - Y_A}{Y_{S1} - Y_A}$$

- Cas exceptionnels pour le calcul de gisement :

$$\text{GIS} = \text{gis} \quad \text{si } (\Delta X > 0 \text{ et } Y > 0) \text{ (avec gis} > 0)$$

$$\text{GIS} = 200 - \text{gis} \quad \text{si } (\Delta X > 0 \text{ et } Y < 0) \text{ (avec gis} < 0)$$

$$\text{GIS} = 200 + \text{gis} \quad \text{si } (\Delta X < 0 \text{ et } Y < 0) \text{ (avec gis} > 0)$$

$$\text{GIS} = 400 - \text{gis} \quad \text{si } (\Delta X < 0 \text{ et } Y > 0) \text{ (avec gis} < 0)$$

b- Distance

La distance AS1 est donnée par la relation :

$$AS1 = \sqrt{(X_{S1} - X_A)^2 + (Y_{S1} - Y_A)^2}$$

c- L'angle au centre

D'après le cas de figure, l'angle au centre β est donné par :

$$\beta = G_{AS1} - G_{S1B}$$

d- Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire :

✚ La tangente $ST = ST' = R \cdot \text{tg} \frac{\beta}{2}$

✚ Bissectrice e $Biss = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$

✚ La développée : $D = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{deg}} \cdot R}{180} = \frac{\pi \cdot \beta^{\text{Grad}} \cdot R}{200} = R\beta^{\text{rd}}$

✚ La flèche $F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$

III.2 : Etude De Variantes

III. 2.1 Introduction :

Les variantes sont en première approximation composées d'alignements raccords par des arcs cercles. Notre présente étude portera sur les différentes étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route.
- Détermination des rayons des parties circulaires.
- Mesure des longueurs des tangentes
- Calcul du pourcentage d'alignement droit et courbe
- L'environnement de la route
 - Dénivelée cumulée.
 - Sinuosité
- Vitesse de référence **Vr**.
- Calcul des rayons en plan **RHm, RHN, RHd et RHnd**. Choix des rayons.
- Détermination de tous les éléments des raccordements circulaires.
- Déclivités « profil en long ».
- Cubatures approchées.
- Conclusion.

III. 2.2 Etude de la variante 01 :

La première variante est d'une longueur d'environ 2 Km. Le tracé en plan de la variante est constitué d'alignement droit et de deux (02) virages. L'étude consiste à déterminer les angles aux sommets et les longueurs des tangentes, on procède à la mesure à partir de notre plan topographique dans le but de déterminer les rayons en plan.

1) Coordonnées des sommets :

Le tableau suivant récapitule les coordonnées des sommets de notre projet :

Tableau II.III.1 : Coordonnées définissant l'axe de 'la variante 01'

Pnt	X	Y
A	2885.6740	1112.2428
S1	3096.8270	1717.4856
S2	3966.5089	1797.3949
B	4463.0605	2051.4260

Les calculs de gisements et des angles au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II.III.2 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 01"

Pnt	DX	DY	gisement	distance	Beta
A					
S1	211.153	605.2428	21.3695	641.0183	/
S2	869.6819	79.9093	94.1669	873.3454	72.7974
B	496.5516	254.0311	69.8957	557.7592	-24.2712

2) Environnement de la route :

- Sinuosité :

On a évité de choisir des rayons inférieurs ou égaux à 200 m : $\sigma = 0$

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité (Voir le tableau suivant) :

Tableau II.III.3: Sinuosité

N°	Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.10$

2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

A partir du tableau ci-dessus, nous pouvons conclure que notre variante est de **sinuosité faible**.

- Dénivelée cumulée moyenne :

Cette dénivelée moyenne cumulée nous permet de mesurer la variation du relief. (C-à-d la nature du terrain naturel). Le tableau ci-après nous donne la dénivelée moyenne cumulée de chaque profil :

Tableau II.III.4 : dénivelée cumulée "Variante 01"

N° de profil	Abscisse (m)	Distance entre profil (m)	Altitude (m)	Dh (m)	Pente	Déclivité en %	Nature de la déclivité
1	0.0000	0.0000	162.2876	/	/	/	/
2	10.0000	10.0000	161.7903	-0.50	-0.04973	-4.973	Pente
3	20.0000	10.0000	161.2835	-0.51	-0.05068	-5.068	Pente
4	30.0000	10.0000	160.9340	-0.35	-0.03495	-3.495	Pente
5	40.0000	10.0000	160.9293	0.00	-0.00047	-0.047	Pente
6	50.0000	10.0000	160.9270	0.00	-0.00023	-0.023	Pente
7	60.0000	10.0000	160.8685	-0.06	-0.00585	-0.585	Pente
8	70.0000	10.0000	160.8296	-0.04	-0.00389	-0.389	Pente
9	80.0000	10.0000	160.7713	-0.06	-0.00583	-0.583	Pente
10	90.0000	10.0000	160.7129	-0.06	-0.00584	-0.584	Pente
11	100.0000	10.0000	160.6114	-0.10	-0.01015	-1.015	Pente
12	110.0000	10.0000	160.4847	-0.13	-0.01267	-1.267	Pente
13	120.0000	10.0000	160.3581	-0.13	-0.01266	-1.266	Pente
14	130.0000	10.0000	160.2315	-0.13	-0.01266	-1.266	Pente
15	140.0000	10.0000	160.2497	0.02	0.00182	0.182	rampe
16	150.0000	10.0000	160.2902	0.04	0.00405	0.405	rampe
17	160.0000	10.0000	160.3203	0.03	0.00301	0.301	rampe
18	170.0000	10.0000	160.3938	0.07	0.00735	0.735	rampe
19	180.0000	10.0000	160.1596	-0.23	-0.02342	-2.342	Pente
20	190.0000	10.0000	160.0330	-0.13	-0.01266	-1.266	Pente
21	200.0000	10.0000	160.0624	0.03	0.00294	0.294	rampe
22	210.0000	10.0000	160.1171	0.05	0.00547	0.547	rampe
23	220.0000	10.0000	160.1686	0.05	0.00515	0.515	rampe
24	230.0000	10.0000	160.1593	-0.01	-0.00093	-0.093	Pente
25	240.0000	10.0000	160.1157	-0.04	-0.00436	-0.436	Pente
26	250.0000	10.0000	160.0721	-0.04	-0.00436	-0.436	Pente
27	260.0000	10.0000	160.0356	-0.04	-0.00365	-0.365	Pente

28	270.0000	10.0000	160.0097	-0.03	-0.00259	-0.259	Pente
29	280.0000	10.0000	159.9743	-0.04	-0.00354	-0.354	Pente
30	290.0000	10.0000	160.0556	0.08	0.00813	0.813	rampe
31	300.0000	10.0000	160.0724	0.02	0.00168	0.168	rampe
32	310.0000	10.0000	160.0624	-0.01	-0.001	-0.1	Pente
33	319.2982	9.2982	160.0388	-0.02	-0.002538126	-0.253812566	Pente
34	320.0000	0.7018	160.0371	0.00	-0.002422343	-0.242234255	Pente
35	330.0000	10.0000	160.0523	0.02	0.00152	0.152	rampe
36	340.0000	10.0000	160.0848	0.03	0.00325	0.325	rampe
37	350.0000	10.0000	160.1265	0.04	0.00417	0.417	rampe
38	360.0000	10.0000	160.2551	0.13	0.01286	1.286	rampe
39	370.0000	10.0000	160.3989	0.14	0.01438	1.438	rampe
40	380.0000	10.0000	160.5536	0.15	0.01547	1.547	rampe
41	390.0000	10.0000	160.7191	0.17	0.01655	1.655	rampe
42	400.0000	10.0000	160.2392	-0.48	-0.04799	-4.799	Pente
43	410.0000	10.0000	159.6590	-0.58	-0.05802	-5.802	Pente
44	420.0000	10.0000	159.2361	-0.42	-0.04229	-4.229	Pente
45	430.0000	10.0000	158.9895	-0.25	-0.02466	-2.466	Pente
46	440.0000	10.0000	159.2746	0.29	0.02851	2.851	rampe
47	450.0000	10.0000	159.9854	0.71	0.07108	7.108	rampe
48	460.0000	10.0000	160.2182	0.23	0.02328	2.328	rampe
49	470.0000	10.0000	160.2824	0.06	0.00642	0.642	rampe
50	480.0000	10.0000	160.1775	-0.10	-0.01049	-1.049	Pente
51	490.0000	10.0000	160.1882	0.01	0.00107	0.107	rampe
52	500.0000	10.0000	160.2480	0.06	0.00598	0.598	rampe
53	510.0000	10.0000	160.1162	-0.13	-0.01318	-1.318	Pente
54	520.0000	10.0000	160.0260	-0.09	-0.00902	-0.902	Pente
55	530.0000	10.0000	160.1143	0.09	0.00883	0.883	rampe
56	540.0000	10.0000	159.8147	-0.30	-0.02996	-2.996	Pente
57	550.0000	10.0000	159.7325	-0.08	-0.00822	-0.822	Pente
58	560.0000	10.0000	159.7831	0.05	0.00506	0.506	rampe
59	570.0000	10.0000	159.8445	0.06	0.00614	0.614	rampe
60	580.0000	10.0000	159.9259	0.08	0.00814	0.814	rampe
61	590.0000	10.0000	160.2686	0.34	0.03427	3.427	rampe
62	600.0000	10.0000	160.6680	0.40	0.03994	3.994	rampe
63	610.0000	10.0000	161.0731	0.41	0.04051	4.051	rampe
64	620.0000	10.0000	161.3109	0.24	0.02378	2.378	rampe
65	630.0000	10.0000	161.4385	0.13	0.01276	1.276	rampe
66	640.0000	10.0000	161.3401	-0.10	-0.00984	-0.984	Pente
67	650.0000	10.0000	161.1958	-0.14	-0.01443	-1.443	Pente
68	660.0000	10.0000	161.0810	-0.11	-0.01148	-1.148	Pente
69	670.0000	10.0000	161.0210	-0.06	-0.006	-0.6	Pente
70	680.0000	10.0000	160.9718	-0.05	-0.00492	-0.492	Pente
71	690.0000	10.0000	161.0138	0.04	0.0042	0.42	rampe

72	700.0000	10.0000	161.1687	0.15	0.01549	1.549	rampe
73	710.0000	10.0000	161.4526	0.28	0.02839	2.839	rampe
74	720.0000	10.0000	161.7443	0.29	0.02917	2.917	rampe
75	730.0000	10.0000	162.1213	0.38	0.0377	3.77	rampe
76	740.0000	10.0000	162.4674	0.35	0.03461	3.461	rampe
77	750.0000	10.0000	162.7200	0.25	0.02526	2.526	rampe
78	760.0000	10.0000	162.9315	0.21	0.02115	2.115	rampe
79	770.0000	10.0000	162.9435	0.01	0.0012	0.12	rampe
80	780.0000	10.0000	163.0421	0.10	0.00986	0.986	rampe
81	790.0000	10.0000	163.1864	0.14	0.01443	1.443	rampe
82	800.0000	10.0000	163.3403	0.15	0.01539	1.539	rampe
83	810.0000	10.0000	163.5245	0.18	0.01842	1.842	rampe
84	820.0000	10.0000	163.7353	0.21	0.02108	2.108	rampe
85	830.0000	10.0000	163.9360	0.20	0.02007	2.007	rampe
86	840.0000	10.0000	164.0930	0.16	0.0157	1.57	rampe
87	850.0000	10.0000	164.5740	0.48	0.0481	4.81	rampe
88	860.0000	10.0000	165.0675	0.49	0.04935	4.935	rampe
89	870.0000	10.0000	165.6885	0.62	0.0621	6.21	rampe
90	880.0000	10.0000	166.3259	0.64	0.06374	6.374	rampe
91	890.0000	10.0000	166.9007	0.57	0.05748	5.748	rampe
92	891.0480	1.0480	166.9672	0.07	0.063454198	6.345419847	rampe
93	900.0000	8.9520	167.4988	0.53	0.059383378	5.938337802	rampe
94	910.0000	10.0000	167.9241	0.43	0.04253	4.253	rampe
95	920.0000	10.0000	168.3400	0.42	0.04159	4.159	rampe
96	930.0000	10.0000	168.7559	0.42	0.04159	4.159	rampe
97	940.0000	10.0000	169.1718	0.42	0.04159	4.159	rampe
98	950.0000	10.0000	169.4914	0.32	0.03196	3.196	rampe
99	960.0000	10.0000	169.8084	0.32	0.0317	3.17	rampe
100	970.0000	10.0000	170.1335	0.33	0.03251	3.251	rampe
101	980.0000	10.0000	170.6942	0.56	0.05607	5.607	rampe
102	990.0000	10.0000	171.3232	0.63	0.0629	6.29	rampe
103	1000.0000	10.0000	171.9523	0.63	0.06291	6.291	rampe
104	1010.0000	10.0000	172.5524	0.60	0.06001	6.001	rampe
105	1020.0000	10.0000	173.3171	0.76	0.07647	7.647	rampe
106	1030.0000	10.0000	173.8574	0.54	0.05403	5.403	rampe
107	1040.0000	10.0000	174.4751	0.62	0.06177	6.177	rampe
108	1050.0000	10.0000	175.0845	0.61	0.06094	6.094	rampe
109	1060.0000	10.0000	175.7185	0.63	0.0634	6.34	rampe
110	1070.0000	10.0000	176.3740	0.66	0.06555	6.555	rampe
111	1080.0000	10.0000	176.8938	0.52	0.05198	5.198	rampe
112	1090.0000	10.0000	177.3499	0.46	0.04561	4.561	rampe
113	1100.0000	10.0000	177.7672	0.42	0.04173	4.173	rampe
114	1110.0000	10.0000	178.1691	0.40	0.04019	4.019	rampe
115	1120.0000	10.0000	178.5711	0.40	0.0402	4.02	rampe

116	1130.0000	10.0000	178.8224	0.25	0.02513	2.513	rampe
117	1140.0000	10.0000	178.9705	0.15	0.01481	1.481	rampe
118	1150.0000	10.0000	179.1186	0.15	0.01481	1.481	rampe
119	1160.0000	10.0000	179.2479	0.13	0.01293	1.293	rampe
120	1170.0000	10.0000	179.3629	0.12	0.0115	1.15	rampe
121	1180.0000	10.0000	179.4779	0.12	0.0115	1.15	rampe
122	1190.0000	10.0000	179.5950	0.12	0.01171	1.171	rampe
123	1200.0000	10.0000	179.9609	0.37	0.03659	3.659	rampe
124	1210.0000	10.0000	180.3929	0.43	0.0432	4.32	rampe
125	1220.0000	10.0000	180.8249	0.43	0.0432	4.32	rampe
126	1230.0000	10.0000	181.3379	0.51	0.0513	5.13	rampe
127	1240.0000	10.0000	181.8451	0.51	0.05072	5.072	rampe
128	1250.0000	10.0000	182.2082	0.36	0.03631	3.631	rampe
129	1260.0000	10.0000	182.6335	0.43	0.04253	4.253	rampe
130	1270.0000	10.0000	182.9980	0.36	0.03645	3.645	rampe
131	1280.0000	10.0000	183.4344	0.44	0.04364	4.364	rampe
132	1288.2986	8.2986	183.8021	0.37	0.044308679	4.430867857	rampe
133	1290.0000	1.7014	183.8775	0.08	0.044316445	4.431644528	rampe
134	1300.0000	10.0000	184.3219	0.44	0.04444	4.444	rampe
135	1310.0000	10.0000	184.6107	0.29	0.02888	2.888	rampe
136	1320.0000	10.0000	184.8965	0.29	0.02858	2.858	rampe
137	1330.0000	10.0000	185.1521	0.26	0.02556	2.556	rampe
138	1340.0000	10.0000	185.1268	-0.03	-0.00253	-0.253	Pente
139	1350.0000	10.0000	185.4240	0.30	0.02972	2.972	rampe
140	1360.0000	10.0000	185.7227	0.30	0.02987	2.987	rampe
141	1370.0000	10.0000	185.9590	0.24	0.02363	2.363	rampe
142	1380.0000	10.0000	185.9886	0.03	0.00296	0.296	rampe
143	1390.0000	10.0000	186.0116	0.02	0.0023	0.23	rampe
144	1400.0000	10.0000	186.0280	0.02	0.00164	0.164	rampe
145	1410.0000	10.0000	186.2217	0.19	0.01937	1.937	rampe
146	1420.0000	10.0000	186.5235	0.30	0.03018	3.018	rampe
147	1430.0000	10.0000	186.8223	0.30	0.02988	2.988	rampe
148	1440.0000	10.0000	187.1368	0.31	0.03145	3.145	rampe
149	1450.0000	10.0000	187.5620	0.43	0.04252	4.252	rampe
150	1460.0000	10.0000	187.9802	0.42	0.04182	4.182	rampe
151	1470.0000	10.0000	188.2324	0.25	0.02522	2.522	rampe
152	1480.0000	10.0000	188.1780	-0.05	-0.00544	-0.544	Pente
153	1490.0000	10.0000	188.1198	-0.06	-0.00582	-0.582	Pente
154	1500.0000	10.0000	188.0578	-0.06	-0.0062	-0.62	Pente
155	1510.0000	10.0000	188.2416	0.18	0.01838	1.838	rampe
156	1520.0000	10.0000	188.5749	0.33	0.03333	3.333	rampe
157	1530.0000	10.0000	188.9333	0.36	0.03584	3.584	rampe
158	1540.0000	10.0000	189.2946	0.36	0.03613	3.613	rampe
159	1550.0000	10.0000	189.4076	0.11	0.0113	1.13	rampe

160	1560.0000	10.0000	189.5262	0.12	0.01186	1.186	rampe
161	1570.0000	10.0000	189.6394	0.11	0.01132	1.132	rampe
162	1580.0000	10.0000	189.8295	0.19	0.01901	1.901	rampe
163	1590.0000	10.0000	190.2022	0.37	0.03727	3.727	rampe
164	1593.2993	3.2993	190.3343	0.13	0.040038796	4.003879611	rampe
165	1600.0000	6.7007	190.6019	0.27	0.039936126	3.993612608	rampe
166	1610.0000	10.0000	191.0013	0.40	0.03994	3.994	rampe
167	1620.0000	10.0000	191.3491	0.35	0.03478	3.478	rampe
168	1630.0000	10.0000	191.5341	0.19	0.0185	1.85	rampe
169	1640.0000	10.0000	191.8172	0.28	0.02831	2.831	rampe
170	1650.0000	10.0000	192.1004	0.28	0.02832	2.832	rampe
171	1660.0000	10.0000	192.3835	0.28	0.02831	2.831	rampe
172	1670.0000	10.0000	192.6094	0.23	0.02259	2.259	rampe
173	1680.0000	10.0000	192.8223	0.21	0.02129	2.129	rampe
174	1690.0000	10.0000	193.0213	0.20	0.0199	1.99	rampe
175	1700.0000	10.0000	193.4288	0.41	0.04075	4.075	rampe
176	1710.0000	10.0000	194.1388	0.71	0.071	7.1	rampe
177	1720.0000	10.0000	194.8635	0.72	0.07247	7.247	rampe
178	1730.0000	10.0000	195.5881	0.72	0.07246	7.246	rampe
179	1740.0000	10.0000	195.6586	0.07	0.00705	0.705	rampe
180	1750.0000	10.0000	195.9483	0.29	0.02897	2.897	rampe
181	1760.0000	10.0000	196.0918	0.14	0.01435	1.435	rampe
182	1770.0000	10.0000	196.0791	-0.01	-0.00127	-0.127	Pente
183	1780.0000	10.0000	196.0128	-0.07	-0.00663	-0.663	Pente
184	1790.0000	10.0000	195.9327	-0.08	-0.00801	-0.801	Pente
185	1800.0000	10.0000	195.8639	-0.07	-0.00688	-0.688	Pente
186	1810.0000	10.0000	195.8031	-0.06	-0.00608	-0.608	Pente
187	1820.0000	10.0000	195.4149	-0.39	-0.03882	-3.882	Pente
188	1830.0000	10.0000	195.2285	-0.19	-0.01864	-1.864	Pente
189	1840.0000	10.0000	195.1590	-0.07	-0.00695	-0.695	Pente
190	1850.0000	10.0000	195.0560	-0.10	-0.0103	-1.03	Pente
191	1860.0000	10.0000	195.5206	0.46	0.04646	4.646	rampe
192	1870.0000	10.0000	195.9467	0.43	0.04261	4.261	rampe
193	1880.0000	10.0000	196.1648	0.22	0.02181	2.181	rampe
194	1890.0000	10.0000	196.3830	0.22	0.02182	2.182	rampe
195	1900.0000	10.0000	196.8996	0.52	0.05166	5.166	rampe
196	1910.0000	10.0000	197.6037	0.70	0.07041	7.041	rampe
197	1920.0000	10.0000	198.2251	0.62	0.06214	6.214	rampe
198	1930.0000	10.0000	198.9228	0.70	0.06977	6.977	rampe
199	1940.0000	10.0000	199.7215	0.80	0.07987	7.987	rampe
200	1950.0000	10.0000	200.2875	0.57	0.0566	5.66	rampe
201	1960.0000	10.0000	200.9133	0.63	0.06258	6.258	rampe
202	1970.0000	10.0000	201.5909	0.68	0.06776	6.776	rampe
203	1980.0000	10.0000	202.0816	0.49	0.04907	4.907	rampe

204	1990.0000	10.0000	202.4605	0.38	0.03789	3.789	rampe
205	1996.6836	6.6836	202.7351	0.27	0.041085642	4.108564247	rampe
somme	/	1996.6836	/	40.45	/	/	/

$$\sum \Delta H = 40.45 \text{ m ;}$$

$$\sum \text{Distance} = 1996.6836 \text{ m}$$

$$D_c = \frac{\sum \Delta H}{\sum \text{Distance}} = \frac{40.45}{1996.6836} = 0,0202585 = 2.02585 \%$$

Le tableau suivant représente la nature du terrain en fonction de la dénivelée cumulée :

Tableau II.III.5 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$D_c \leq 1.5\%$
2	Terrain Vallonné	$1.5\% < DC \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

On peut conclure toute en se référant au tableau ci-dessus que le relief de la variante 01 est de **terrain vallonné**.

- Environnement de la route :

Trois types d'environnement sont caractérisés par le croisement des 2 paramètres précédents à partir du tableau suivant :

Tableau II.III.6 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité

Sinuosité Relief	Faible	Moyenne	Fort
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E3	E3

Dans notre cas, nous avons :

Terrain vallonné

Sinuosité faible



Environnement **E2**

- Vitesse de référence :

La vitesse est donc fonction de :

- * La catégorie
- * L'environnement.

La catégorie de notre tronçon est **CAT1** et environnement **E2** (Voir Tableau II.IV.7).

Tableau II.III.7 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40.

Environnement Catégorie	E1	E2	E3
CAT 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 4	100-80-60	80-60-40	60-40
CAT 5	80-60-40	60-40	40

La vitesse de référence choisie dans notre projet D'après le tableau ci-dessus est **Vr = 80 Km/h**

3) Détermination des rayons en plan :

On a Cat 1, Vr = 80 Km/h

✚ Rayon horizontal minimal absolu (Rh_m) :

D'après un tableau des normes B40, on prend : $f_t = 0,13$; $d_{max} = 7\%$

$$Rh_m = \frac{Vr^2}{127 (f_t + d_{max})} = \frac{80^2}{127 (0,13 + 0,07)}$$

$$Rh_m = 252 \text{ m} ; d_{max} = 7\%$$

✚ Rayon minimal normal (Rh_N) :

$$Rh_N (Vr) = Rh_m (Vr + 20)$$

D'après un tableau des normes B40, on prend : $f_t = 0,11$; $d_{max} = 5\%$

$$Rh_N = \frac{(vr+20)^2}{127 (ft+dmax)} = \frac{(80+20)^2}{127 (0,11 + 0,05)}$$

$Rh_N = 492 \text{ m}$; $dmax = 5\%$.

✚ Rayon minimal déversé (Rh_d) :

D'après un tableau des normes B40, on prend : $dmin = 2.5 \%$

$$Rh_d = \frac{v^2(Km/h)}{127*2*dmin} = \frac{80^2}{127*2*0,025}$$

$Rh_d = 1008 \text{ m}$; $dmin = 2.5\%$

✚ Rayon minimal non déversé (Rh_{nd}) :

D'après un tableau des normes B40, on prend : $f'' = 6 \%$

$$Rh_{nd} = \frac{vr^2(Km/h)}{127 (f'' - 0,03)} = \frac{80^2}{127 (0,06 - 0,025)}$$

$Rh_{nd} = 1440 \text{ m}$; $dmin = -2.5 \%$

1) Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes d'aménagements routiers B40, pour un environnement E2 et une catégorie C1 et une vitesse de base $VB = 80 \text{ km/h}$ on définit les paramètres dans le tableau suivants :

Tableau Tableau II.III.8: Rayons du tracé en plan

Paramètres	Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7 %)	252 m	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5 %)	492 m	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5 %)	1008 m	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5 %)	1440 m	1400

2) Choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RH_N.

A partir du tracé de la variante 1, nous avons pu choisir deux rayons tels que :

$$R1 = 500 \text{ m}$$

$$R2 = 650 \text{ m}$$

3) Détermination des éléments des raccordements circulaire :

Les résultats des calculs du raccordement sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau II.III.9 : Eléments des raccordements circulaires "variante 1"

Bitas (β)	Rayon (m)	Tangente (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)	Développée (m)
72,7974	500,00	321,7198	94,5617	79,5222	571,7494
-24,2712	650,00	125,4296	11,9914	11,7742	247,8132

✚ *Longueur totale des alignements droits : LAd*

$$LAd = AT1 + T1'T2 + T2'B$$

$$LAd = 506,1299 + 426,7178 + 432,3296 \quad \longrightarrow \quad LAd = 1\,178,9877 \text{ m}$$

✚ *Longueur totale des arcs de cercles : Lc*

$$Lc = D1 + D2$$

$$Lc = 571,7949 + 247,8132 \quad \longrightarrow \quad Lc = 819,5626 \text{ m}$$

✚ *Longueur totale du tronçon : LT*

$$LT = LAd + Lc \quad \longrightarrow \quad LT = 1\,178,9877 + 819,5626 \quad \longrightarrow \quad LT = 1\,998,5503 \text{ m}$$

✚ *Pourcentage Alignement droit*

$$\% \text{ alig_Droit} = 58,99 \% \approx 59 \% \quad \text{C.V}$$

✚ *Pourcentage Courbe*

$$\% \text{ courbe} = 41,01 \% \approx 41 \% \quad \text{C.V}$$

✓ **Cubatures approchées :**

❖ *Méthodes de calcul approximatif :*

La figure suivante représente un schéma représentatif des surfaces entre profil :

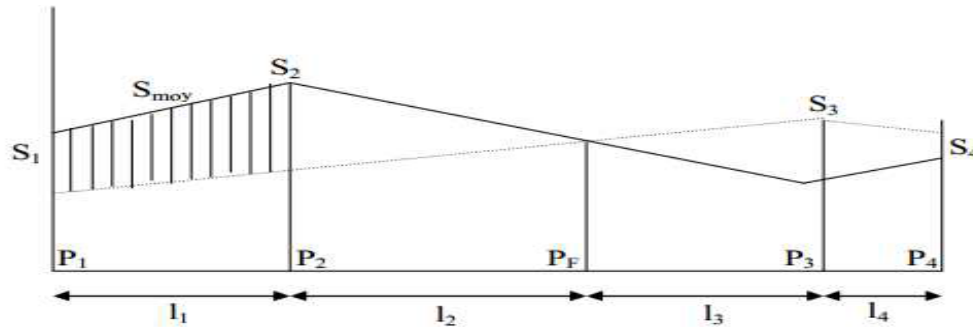


Figure II.III.1 : Schéma représentant la surface entre profil

$$Vt = \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right) d_1 + \left(\frac{S_2 + S_3}{2} \right) d_2 + \dots + \left(\frac{S_n + S_{n+1}}{2} \right) d_{n+1}$$

- Par conséquent

$$Vt = \left(\frac{d_1}{2} \right) S_1 + \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right) S_2 + \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right) S_3 + \dots + \left(\frac{d_n + d_{n+1}}{2} \right) S_{n+1}$$

❖ **Calcul des surfaces :**

- En remblai : (Voir figure)

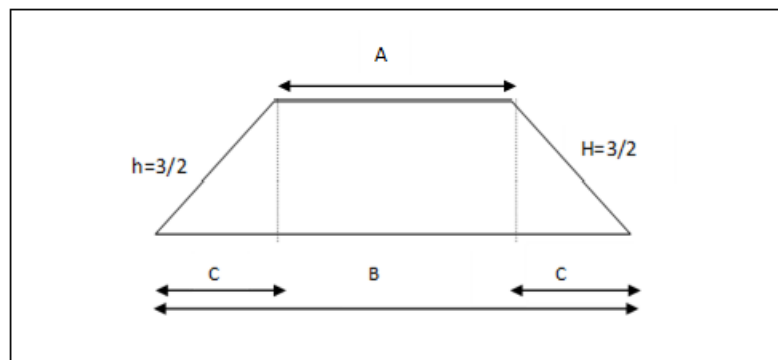


Figure II.III.2 : calcul de surfaces cas de remblais.

Avec : A : largeur de la chaussée les 2 Accotements.

$$\text{Tg } \alpha = P = 2/3 = h/c$$

$$c = 3h / 2$$

h : différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel

$$B = A + 2c = A + 3h$$

D'où : $S = (A + B) h/2$

$$SR = Ah + 3 h^2/2$$

- En déblai : (Voir figure)

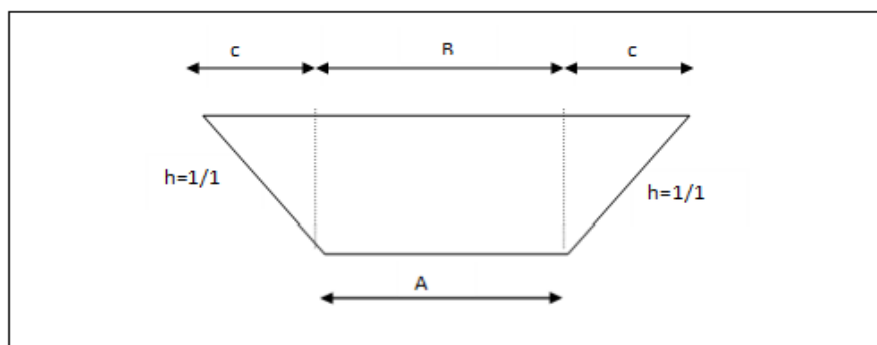


Figure II.III.3 : calcul de surfaces cas de déblais

Avec : h : différence entre C.T.N et C.P.

A : largeur de la chaussée + 2 accotements

D'où : $SD=Ah+h^2$

Les résultats des cubatures approchées sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II.III.10: Cubatures approchées de la 'variante 01'

N° De profil	Distance	D ENTRE PROFIL	Altitude		H	Surface Remblai	Volume Remblai	Surface Déblai	Volume Déblai
			TN	Projet					
1	0.000	0.000	162.2876	162.2876	0.00	-	-	-	-
2	10.000	10.000	161.7903	162.3148	-0.52	-8.93601818	-89.36018185	-	-
3	20.000	10.000	161.2835	162.3420	-1.06	-17.5923578	-175.9235786	-	-
4	30.000	10.000	160.9340	162.3692	-1.44	-22.6648666	-226.6486663	-	-
5	40.000	10.000	160.9293	162.3964	-1.47	-20.7961519	-207.9615199	-	-
6	50.000	10.000	160.9270	162.4236	-1.50	-18.8501798	-188.5017984	-	-
7	60.000	10.000	160.8685	162.4507	-1.58	-18.0361385	-180.361385	-	-
8	70.000	10.000	160.8296	162.4779	-1.65	-16.8103046	-168.1030462	-	-
9	80.000	10.000	160.7713	162.5051	-1.73	-15.9802446	-159.8024463	-	-
10	90.000	10.000	160.7129	162.5323	-1.82	-15.1453846	-151.4538463	-	-
11	100.000	10.000	160.6114	162.5595	-1.95	-15.2123500	-152.1235007	-	-

12	110.000	10.000	160.4847	162.5867	-2.10	-15.8032385	-158.032385	-	-
13	120.000	10.000	160.3581	162.6139	-2.26	-16.3917242	-163.9172427	-	-
14	130.000	10.000	160.2315	162.6411	-2.41	-16.9757406	-169.7574062	-	-
15	140.000	10.000	160.2497	162.6683	-2.42	-14.5476185	-145.476185	-	-
16	150.000	10.000	160.2902	162.6955	-2.41	-11.5994173	-115.9941738	-	-
17	160.000	10.000	160.3203	162.7227	-2.40	-8.82260046	-88.22600465	-	-
18	170.000	10.000	160.3938	162.7499	-2.36	-5.02760714	-50.2760714	-	-
19	180.000	10.000	160.1596	162.7771	-2.62	-8.03517606	-80.35176065	-	-
20	190.000	10.000	160.0330	162.8043	-2.77	-8.65232178	-86.52321785	-	-
21	200.000	10.000	160.0624	162.8314	-2.77	-5.83859914	-58.3859914	-	-
22	210.000	10.000	160.1171	162.8586	-2.74	-2.40073098	-24.00730985	-	-
23	220.000	10.000	160.1686	162.8858	-2.72	-	-	1.0254802	10.2548025
24	230.000	10.000	160.1593	162.9130	-2.75	-	-	2.9696865	29.6968656
25	240.000	10.000	160.1157	162.9402	-2.82	-	-	3.962241	39.62241
26	250.000	10.000	160.0721	162.9674	-2.90	-	-	4.7898009	47.8980096
27	260.000	10.000	160.0356	162.9946	-2.96	-	-	5.6222156	56.2221561
28	270.000	10.000	160.0097	163.0218	-3.01	-	-	6.541961	65.41961
29	280.000	10.000	159.9743	163.0490	-3.07	-	-	7.0726122	70.7261225
30	290.000	10.000	160.0556	163.0762	-3.02	-	-	10.208547	102.0854736
31	300.000	10.000	160.0724	163.1034	-3.03	-	-	11.658814	116.5881444
32	310.000	10.000	160.0624	163.1306	-3.07	-	-	12.300124	123.0012441
33	319.298	9.298	160.0388	163.1559	-3.12	-	-	12.401134	115.308228
34	320.000	0.702	160.0371	163.1578	-3.12	-	-	12.403539	8.70480426
35	330.000	10.000	160.0523	163.1850	-3.13	-	-	13.314225	133.14225
36	340.000	10.000	160.0848	163.2122	-3.13	-	-	14.477191	144.7719161
37	350.000	10.000	160.1265	163.2393	-3.11	-	-	15.695866	156.9586689
38	360.000	10.000	160.2551	163.2665	-3.01	-	-	18.875248	188.7522489
39	370.000	10.000	160.3989	163.2937	-2.89	-	-	22.289705	222.8970596
40	380.000	10.000	160.5536	163.3209	-2.77	-	-	25.840387	258.4038756

41	390.000	10.000	160.7191	163.3481	-2.63	-	-	29.528048	295.2804864
42	400.000	10.000	160.2392	163.3753	-3.14	-	-	16.895156	168.9515625
43	410.000	10.000	159.6590	163.4025	-3.74	-	-	2.2728825	22.7288256
44	420.000	10.000	159.2361	163.4297	-4.19	-8.20392426	-82.0392426	-	-
45	430.000	10.000	158.9895	163.4569	-4.47	-14.5266	-145.266	-	-
46	440.000	10.000	159.2746	163.4841	-4.21	-9.61265	-96.1265	-	-
47	450.000	10.000	159.9854	163.5113	-3.53	-	-	5.0779296	50.7792969
48	460.000	10.000	160.2182	163.5385	-3.32	-	-	8.9414297	89.4142976
49	470.000	10.000	160.2824	163.5657	-3.28	-	-	8.6540220	86.5402209
50	480.000	10.000	160.1775	163.5929	-3.42	-	-	4.2214604	42.2146041
51	490.000	10.000	160.1882	163.6201	-3.43	-	-	2.3680062	23.6800625
52	500.000	10.000	160.2480	163.6498	-3.40	-	-	1.4969120	14.9691201
53	510.000	10.000	160.1162	163.6830	-3.57	-3.89813306	-38.9813306	-	-
54	520.000	10.000	160.0260	163.7197	-3.69	-8.37249458	-83.72494585	-	-
55	530.000	10.000	160.1143	163.7599	-3.65	-9.03410266	-90.3410266	-	-
56	540.000	10.000	159.8147	163.8036	-3.99	-18.0279330	-180.2793306	-	-
57	550.000	10.000	159.7325	163.8508	-4.12	-22.3671616	-223.6716163	-	-
58	560.000	10.000	159.7831	163.9016	-4.12	-24.1256258	-241.2562586	-	-
59	570.000	10.000	159.8445	163.9558	-4.11	-25.788714	-257.88714	-	-
60	580.000	10.000	159.9259	164.0136	-4.09	-27.1834146	-271.8341462	-	-
61	590.000	10.000	160.2686	164.0749	-3.81	-23.6562764	-236.5627647	-	-
62	600.000	10.000	160.6680	164.1397	-3.47	-19.0234170	-190.2341706	-	-
63	610.000	10.000	161.0731	164.2081	-3.13	-14.2594040	-142.5940407	-	-
64	620.000	10.000	161.3109	164.2799	-2.97	-13.0818141	-130.8181416	-	-
65	630.000	10.000	161.4385	164.3553	-2.92	-14.3814905	-143.8149058	-	-
66	640.000	10.000	161.3401	164.4341	-3.09	-20.4519127	-204.5191274	-	-
67	650.000	10.000	161.1958	164.5165	-3.32	-27.2751968	-272.7519687	-	-
68	660.000	10.000	161.0810	164.6024	-3.52	-33.3016298	-333.0162984	-	-
69	670.000	10.000	161.0210	164.6918	-3.67	-38.0737167	-380.7371674	-	-

Partie II :

Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem

70	680.000	10.000	160.9718	164.7848	-3.81	-42.4483697	-424.4836979	-	-
71	690.000	10.000	161.0138	164.8812	-3.87	-45.1724403	-451.7244038	-	-
72	700.000	10.000	161.1687	164.9812	-3.81	-46.0369665	-460.369665	-	-
73	710.000	10.000	161.4526	165.0847	-3.63	-44.836104	-448.36104	-	-
74	720.000	10.000	161.7443	165.1917	-3.45	-43.4923902	-434.9239026	-	-
75	730.000	10.000	162.1213	165.3022	-3.18	-40.6995414	-406.9954147	-	-
76	740.000	10.000	162.4674	165.4162	-2.95	-38.3576335	-383.5763354	-	-
77	750.000	10.000	162.7200	165.5337	-2.81	-37.5993096	-375.9930963	-	-
78	760.000	10.000	162.9315	165.6548	-2.72	-37.555754	-375.55754	-	-
79	770.000	10.000	162.9435	165.7794	-2.84	-40.9304625	-409.304625	-	-
80	780.000	10.000	163.0421	165.9075	-2.87	-42.7691138	-427.6911387	-	-
81	790.000	10.000	163.1864	166.0391	-2.85	-43.8616335	-438.6163358	-	-
82	800.000	10.000	163.3403	166.1742	-2.83	-44.8731812	-448.7318126	-	-
83	810.000	10.000	163.5245	166.3128	-2.79	-45.4754631	-454.7546314	-	-
84	820.000	10.000	163.7353	166.4550	-2.72	-45.734344	-457.34344	-	-
85	830.000	10.000	163.9360	166.6006	-2.66	-46.2402279	-462.4022794	-	-
86	840.000	10.000	164.0930	166.7498	-2.66	-47.5135332	-475.1353327	-	-
87	850.000	10.000	164.5740	166.9025	-2.33	-43.7164065	-437.164065	-	-
88	860.000	10.000	165.0675	167.0587	-1.99	-39.6286871	-396.2868714	-	-
89	870.000	10.000	165.6885	167.2184	-1.53	-33.1654684	-331.6546847	-	-
90	880.000	10.000	166.3259	167.3817	-1.06	-26.0862866	-260.8628666	-	-
91	890.000	10.000	166.9007	167.5484	-0.65	-19.9612216	-199.6122162	-	-
92	891.048	1.048	166.9672	167.5661	-0.60	-19.1821969	-20.10294244	-	-
93	900.000	8.952	167.4988	167.7187	-0.22	-13.1709335	-117.9061971	-	-
94	910.000	10.000	167.9241	167.8925	0.03	-9.96395834	-99.6395834	-	-
95	920.000	10.000	168.3400	168.0698	0.27	-7.01674506	-70.1674506	-	-
96	930.000	10.000	168.7559	168.2506	0.51	-4.13855938	-41.38559385	-	-
97	940.000	10.000	169.1718	168.4349	0.74	-1.33351914	-13.3351914	-	-
98	950.000	10.000	169.4914	168.6228	0.87	-0.82376678	-8.23766785	-	-

99	960.000	10.000	169.8084	168.8141	0.99	-0.49839366	-4.98393665	-	-
100	970.000	10.000	170.1335	169.0090	1.12	-0.11036544	-1.1036544	-	-
101	980.000	10.000	170.6942	169.2074	1.49	-	-	5.6316092	56.3160929
102	990.000	10.000	171.3232	169.4093	1.91	-	-	13.007952	130.0793529
103	1000.000	10.000	171.9523	169.6147	2.34	-	-	20.445449	204.45449
104	1010.000	10.000	172.5524	169.8236	2.73	-	-	27.198705	271.9870529
105	1020.000	10.000	173.3171	170.0361	3.28	-	-	38.230026	382.3002624
106	1030.000	10.000	173.8574	170.2521	3.61	-	-	43.482140	434.8214096
107	1040.000	10.000	174.4751	170.4715	4.00	-	-	50.762195	507.6219524
108	1050.000	10.000	175.0845	170.6945	4.39	-	-	57.905826	579.0582609
109	1060.000	10.000	175.7185	170.9210	4.80	-	-	65.875330	658.7533049
110	1070.000	10.000	176.3740	171.1511	5.22	-	-	74.629318	746.2931889
111	1080.000	10.000	176.8938	171.3846	5.51	-	-	79.603847	796.0384704
112	1090.000	10.000	177.3499	171.6217	5.73	-	-	82.765299	827.6529956
113	1100.000	10.000	177.7672	171.8622	5.91	-	-	84.805395	848.0539584
114.00	1110.000	10.000	178.1691	172.1063	6.06	-	-	86.399454	863.9945424
115	1120.000	10.000	178.5711	172.3539	6.22	-	-	88.002312	880.0231281
116	1130.000	10.000	178.8224	172.6050	6.22	-	-	85.144382	851.4438249
117	1140.000	10.000	178.9705	172.8597	6.11	-	-	79.289571	792.8957136
118	1150.000	10.000	179.1186	173.1178	6.00	-	-	73.517549	735.1754916
119	1160.000	10.000	179.2479	173.3795	5.87	-	-	67.293876	672.93876
120	1170.000	10.000	179.3629	173.6447	5.72	-	-	60.768227	607.6822761
121	1180.000	10.000	179.4779	173.9134	5.56	-	-	54.351064	543.5106404
122	1190.000	10.000	179.5950	174.1856	5.41	-	-	48.098784	480.9878436
123	1200.000	10.000	179.9609	174.4613	5.50	-	-	48.582566	485.8256676
124	1210.000	10.000	180.3929	174.7405	5.65	-	-	50.851492	508.5149225
125	1220.000	10.000	180.8249	175.0233	5.80	-	-	53.131840	531.3184025
126	1230.000	10.000	181.3379	175.3096	6.03	-	-	57.654936	576.5493636

Partie II :

Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem

127	1240.000	10.000	181.8451	175.5993	6.25	-	-	62.070812	620.7081201
128	1250.000	10.000	182.2082	175.8926	6.32	-	-	62.494816	624.9481601
129	1260.000	10.000	182.6335	176.1895	6.44	-	-	64.661056	646.6105625
130	1270.000	10.000	182.9980	176.4898	6.51	-	-	65.127210	651.2721081
131	1280.000	10.000	183.4344	176.7936	6.64	-	-	67.621733	676.2173376
132	1288.299	8.298	183.8021	177.0485	6.75	-	-	69.858872	579.7308373
133	1290.000	1.701	183.8775	177.1010	6.78	-	-	70.322595	119.6468646
134	1300.000	10.000	184.3219	177.4119	6.91	-	-	73.075972	730.7597264
135	1310.000	10.000	184.6107	177.7263	6.88	-	-	71.385754	713.8575401
136	1320.000	10.000	184.8965	178.0442	6.85	-	-	69.617264	696.17264
137	1330.000	10.000	185.1521	178.3656	6.79	-	-	67.002986	670.0298649
138	1340.000	10.000	185.1268	178.6905	6.44	-	-	56.606306	566.0630625
139	1350.000	10.000	185.4240	179.0190	6.41	-	-	55.215387	552.1538724
140	1360.000	10.000	185.7227	179.3510	6.37	-	-	53.870534	538.7053476
141	1370.000	10.000	185.9590	179.6864	6.27	-	-	50.835254	508.3525481
142	1380.000	10.000	185.9886	180.0254	5.96	-	-	42.322798	423.2279876
143	1390.000	10.000	186.0116	180.3679	5.64	-	-	33.850544	338.50544
144	1400.000	10.000	186.0280	180.7140	5.31	-	-	25.460898	254.6089889
145	1410.000	10.000	186.2217	181.0635	5.16	-	-	21.701019	217.0101929
146	1420.000	10.000	186.5235	181.4166	5.11	-	-	20.695162	206.9516241
147	1430.000	10.000	186.8223	181.7731	5.05	-	-	19.660555	196.6055504
148	1440.000	10.000	187.1368	182.1332	5.00	-	-	19.059680	190.5968064
149	1450.000	10.000	187.5620	182.4968	5.07	-	-	21.237321	212.37321
150	1460.000	10.000	187.9802	182.8640	5.12	-	-	23.298289	232.9828961
151	1470.000	10.000	188.2324	183.2339	5.00	-	-	21.276968	212.7696836
152	1480.000	10.000	188.1780	183.6042	4.57	-	-	11.860421	118.6042116
153	1490.000	10.000	188.1198	183.9745	4.15	-	-	2.6930722	26.9307225
154	1500.000	10.000	188.0578	184.3447	3.71	-6.17829662	-61.78296625	-	-
155	1510.000	10.000	188.2416	184.7150	3.53	-9.308416	-93.08416	-	-

Partie II :

Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem

156	1520.000	10.000	188.5749	185.0853	3.49	-9.11688224	-91.1688224	-	-
157	1530.000	10.000	188.9333	185.4555	3.48	-8.33529306	-83.3529306	-	-
158	1540.000	10.000	189.2946	185.8258	3.47	-7.4486585	-74.486585	-	-
159	1550.000	10.000	189.4076	186.1960	3.21	-11.9205853	-119.2058539	-	-
160	1560.000	10.000	189.5262	186.5663	2.96	-16.1092182	-161.0921827	-	-
161	1570.000	10.000	189.6394	186.9366	2.70	-20.254234	-202.54234	-	-
162	1580.000	10.000	189.8295	187.3068	2.52	-22.7263081	-227.2630816	-	-
163	1590.000	10.000	190.2022	187.6771	2.53	-21.5139992	-215.1399926	-	-
164	1593.299	3.299	190.3343	187.7993	2.54	-20.9207471	-69.02382119	-	-
165	1600.000	6.701	190.6019	188.0474	2.55	-19.7101451	-132.0717698	-	-
166	1610.000	10.000	191.0013	188.4176	2.58	-17.8493459	-178.4934599	-	-
167	1620.000	10.000	191.3491	188.7879	2.56	-16.9984730	-169.9847306	-	-
168	1630.000	10.000	191.5341	189.1582	2.38	-19.4504856	-194.5048567	-	-
169	1640.000	10.000	191.8172	189.5284	2.29	-19.849914	-198.49914	-	-
170	1650.000	10.000	192.1004	189.8987	2.20	-20.2118367	-202.1183679	-	-
171	1660.000	10.000	192.3835	190.2689	2.11	-20.536544	-205.36544	-	-
172	1670.000	10.000	192.6094	190.6392	1.97	-21.9711645	-219.7116456	-	-
173	1680.000	10.000	192.8223	191.0095	1.81	-23.6110185	-236.1101856	-	-
174	1690.000	10.000	193.0213	191.3797	1.64	-25.4632778	-254.6327784	-	-
175	1700.000	10.000	193.4288	191.7500	1.68	-23.2049575	-232.0495754	-	-
176	1710.000	10.000	194.1388	192.1203	2.02	-14.6547661	-146.5476619	-	-
177	1720.000	10.000	194.8635	192.4905	2.37	-5.20618794	-52.0618794	-	-
178	1730.000	10.000	195.5881	192.8608	2.73	4.85125841	48.51258415	-	-
179	1740.000	10.000	195.6586	193.2310	2.43	-0.14254234	-1.4254234	-	-
180	1750.000	10.000	195.9483	193.6013	2.35	-	-	0.0092001	0.0920016
181	1760.000	10.000	196.0918	193.9716	2.12	-3.13188186	-31.3188186	-	-
182	1770.000	10.000	196.0791	194.3418	1.74	-9.60179462	-96.01794625	-	-
183	1780.000	10.000	196.0128	194.7121	1.30	-16.8930466	-168.9304663	-	-
184	1790.000	10.000	195.9327	195.0824	0.85	-24.0628834	-240.6288346	-	-

185	1800.000	10.000	195.8639	195.4526	0.41	-30.6206902	-306.2069024	-	-
186	1810.000	10.000	195.8031	195.8229	-0.02	-36.680704	-366.80704	-	-
187	1820.000	10.000	195.4149	196.1931	-0.78	-47.6695622	-476.6956227	-	-
188	1830.000	10.000	195.2285	196.5634	-1.33	-54.5353821	-545.3538216	-	-
189	1840.000	10.000	195.1590	196.9337	-1.77	-59.2444669	-592.4446696	-	-
190	1850.000	10.000	195.0560	197.3039	-2.25	-64.0023865	-640.023865	-	-
191	1860.000	10.000	195.5206	197.6742	-2.15	-61.6591853	-616.5918538	-	-
192	1870.000	10.000	195.9467	198.0445	-2.10	-59.7128384	-597.1283847	-	-
193	1880.000	10.000	196.1648	198.4147	-2.25	-60.4437053	-604.4370536	-	-
194	1890.000	10.000	196.3830	198.7850	-2.40	-61.1650631	-611.6506319	-	-
195	1900.000	10.000	196.8996	199.1552	-2.26	-57.9956231	-579.9562314	-	-
196	1910.000	10.000	197.6037	199.5255	-1.92	-51.9386927	-519.3869274	-	-
197	1920.000	10.000	198.2251	199.8958	-1.67	-46.6421194	-466.4211944	-	-
198	1930.000	10.000	198.9228	200.2660	-1.34	-39.693514	-396.93514	-	-
199	1940.000	10.000	199.7215	200.6363	-0.91	-30.3416287	-303.4162874	-	-
200	1950.000	10.000	200.2875	201.0066	-0.72	-24.7845164	-247.8451647	-	-
201	1960.000	10.000	200.9133	201.3768	-0.46	-17.7466069	-177.4660698	-	-
202	1970.000	10.000	201.5909	201.7471	-0.16	-9.21703114	-92.1703114	-	-
203	1980.000	10.000	202.0816	202.1174	-0.04	-4.44141096	-44.4141096	-	-
204	1990.000	10.000	202.4605	202.4876	-0.03	-2.08285118	-20.82851185	-	-
205	1996.684	6.684	202.7351	202.7351	0.00	-8.93601818	-89.36018185	-	-
La Som me	/	/	/	/	/	/	-28442.33438	/	29185.79164

✚ Volume de déblai total : 29 185,792 m³

✚ Volume de remblai total : -28 442,334 m³

✚ Excès de déblai : **743,457 m³**

III. 2.3 Etude de la variante 02 :

La deuxième variante est d'une longueur d'environ 2 Km. Le tracé en plan de la variante est constitué d'alignement droit et de deux (02) virages. L'étude consiste à déterminer les angles aux sommets et les longueurs des tangentes, on procède à la mesure à partir de notre plan topographique dans le but de déterminer les rayons en plan.

4) Coordonnées des sommets :

Le tableau suivant récapitule les coordonnées des sommets de notre projet :

Tableau II.III.11 : Coordonnées définissant l'axe de 'la variante 02'

Pnt	X	Y
A	2428.1584	1003.8456
S1	2606.9596	1597.1091
S2	3650.1814	1698.3754
B	3983.3542	1956.1566

Les calculs de gisements et des angles au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II.III.12 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 02"

Pnt	DX	DY	Gisement	Distance	Beta
A					
S1	178,8012	593,2635	18,6356	619,6220	/
S2	1043,2218	101,2663	93,8396	1048,1253	75.204
B	333,1728	257,7812	58,0781	421,2544	-35.7615

5) Environnement de la route :

- Sinuosité :

On a évité de choisir des rayons inférieurs ou égaux à 200 m : $\sigma = 0$

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraire en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité (Voir le tableau suivant)

Tableau II.III.13 : Sinuosité

N°	Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0.10$
2	Sinuosité moyenne	$0.10 < \sigma \leq 0.30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0.30$

A partir du tableau ci-dessus, nous pouvons conclure que notre variante est de **sinuosité faible**.

- Dénivelée cumulée moyenne :

Cette dénivelée moyenne cumulée nous permet de mesurer la variation du relief. (C-à-d la nature du terrain naturel). Le tableau ci-après nous donne la dénivelée moyenne cumulée de chaque profil :

Tableau II.III.14: dénivelée cumulée "Variante 02"

N° de profil	Abscisse (m)	Distance entre profil (m)	Altitude (m)	Dh (m)	Pente	Déclivité en %	Nature de la déclivité
1	0.0000	0.0000	162.2876	/	/	/	/
2	10.0000	10.0000	161.7735	-0.51	-0.05141	-5.141	Pente
3	20.0000	10.0000	161.2497	-0.52	-0.05238	-5.238	Pente
4	30.0000	10.0000	160.8793	-0.37	-0.03704	-3.704	Pente
5	40.0000	10.0000	160.8599	-0.02	-0.00194	-0.194	Pente
6	50.0000	10.0000	160.8401	-0.02	-0.00198	-0.198	Pente
7	60.0000	10.0000	160.7231	-0.12	-0.0117	-1.17	Pente
8	70.0000	10.0000	160.6663	-0.06	-0.00568	-0.568	Pente
9	80.0000	10.0000	160.6095	-0.06	-0.00568	-0.568	Pente
10	90.0000	10.0000	160.5526	-0.06	-0.00569	-0.569	Pente
11	100.0000	10.0000	160.4614	-0.09	-0.00912	-0.912	Pente
12	110.0000	10.0000	160.3220	-0.14	-0.01394	-1.394	Pente
13	120.0000	10.0000	160.1835	-0.14	-0.01385	-1.385	Pente
14	130.0000	10.0000	160.0450	-0.14	-0.01385	-1.385	Pente
15	140.0000	10.0000	160.0312	-0.01	-0.00138	-0.138	Pente
16	150.0000	10.0000	160.0351	0.00	0.00039	0.039	Rampe
17	160.0000	10.0000	160.0390	0.00	0.00039	0.039	Rampe
18	170.0000	10.0000	160.1235	0.08	0.00845	0.845	Rampe
19	180.0000	10.0000	159.9928	-0.13	-0.01307	-1.307	Pente
20	190.0000	10.0000	159.8056	-0.19	-0.01872	-1.872	Pente
21	200.0000	10.0000	159.7189	-0.09	-0.00867	-0.867	Pente
22	210.0000	10.0000	159.7564	0.04	0.00375	0.375	Rampe
23	220.0000	10.0000	159.7694	0.01	0.0013	0.13	Rampe
24	230.0000	10.0000	159.6438	-0.13	-0.01256	-1.256	Pente
25	240.0000	10.0000	159.5791	-0.06	-0.00647	-0.647	Pente
26	250.0000	10.0000	159.5229	-0.06	-0.00562	-0.562	Pente
27	260.0000	10.0000	159.4848	-0.04	-0.00381	-0.381	Pente
28	270.0000	10.0000	159.3704	-0.11	-0.01144	-1.144	Pente
29	280.0000	10.0000	159.4622	0.09	0.00918	0.918	Rampe
30	290.0000	10.0000	159.4845	0.02	0.00223	0.223	Rampe
31	300.0000	10.0000	159.4756	-0.01	-0.00089	-0.089	Pente
32	310.0000	10.0000	159.5161	0.04	0.00405	0.405	Rampe
33	317.8978	7.8978	159.4822	-0.03	-0.00429233	-0.42923346	Pente

34	320.0000	2.1022	159.4734	-0.01	-0.00418609	-0.41860908	Pente
35	330.0000	10.0000	159.4713	0.00	-0.00021	-0.021	Pente
36	340.0000	10.0000	159.5795	0.11	0.01082	1.082	Rampe
37	350.0000	10.0000	159.6945	0.12	0.0115	1.15	Rampe
38	360.0000	10.0000	159.7846	0.09	0.00901	0.901	Rampe
39	370.0000	10.0000	159.8359	0.05	0.00513	0.513	Rampe
40	380.0000	10.0000	159.9372	0.10	0.01013	1.013	Rampe
41	390.0000	10.0000	160.1461	0.21	0.02089	2.089	Rampe
42	400.0000	10.0000	158.5629	-1.58	-0.15832	-15.832	Pente
43	410.0000	10.0000	157.5710	-0.99	-0.09919	-9.919	Pente
44	420.0000	10.0000	157.1884	-0.38	-0.03826	-3.826	Pente
45	430.0000	10.0000	157.6626	0.47	0.04742	4.742	Rampe
46	440.0000	10.0000	158.5331	0.87	0.08705	8.705	Rampe
47	450.0000	10.0000	159.3068	0.77	0.07737	7.737	Rampe
48	460.0000	10.0000	159.4462	0.14	0.01394	1.394	Rampe
49	470.0000	10.0000	159.5071	0.06	0.00609	0.609	Rampe
50	480.0000	10.0000	159.5975	0.09	0.00904	0.904	Rampe
51	490.0000	10.0000	159.7313	0.13	0.01338	1.338	Rampe
52	500.0000	10.0000	159.8522	0.12	0.01209	1.209	Rampe
53	510.0000	10.0000	159.9848	0.13	0.01326	1.326	Rampe
54	520.0000	10.0000	159.7050	-0.28	-0.02798	-2.798	Pente
55	530.0000	10.0000	159.3953	-0.31	-0.03097	-3.097	Pente
56	540.0000	10.0000	159.8364	0.44	0.04411	4.411	Rampe
57	550.0000	10.0000	159.1894	-0.65	-0.0647	-6.47	Pente
58	560.0000	10.0000	159.1750	-0.01	-0.00144	-0.144	Pente
59	570.0000	10.0000	159.2453	0.07	0.00703	0.703	Rampe
60	580.0000	10.0000	159.3585	0.11	0.01132	1.132	Rampe
61	590.0000	10.0000	159.5641	0.21	0.02056	2.056	Rampe
62	600.0000	10.0000	159.8955	0.33	0.03314	3.314	Rampe
63	610.0000	10.0000	160.2784	0.38	0.03829	3.829	Rampe
64	620.0000	10.0000	160.6439	0.37	0.03655	3.655	Rampe
65	630.0000	10.0000	160.7248	0.08	0.00809	0.809	Rampe
66	640.0000	10.0000	160.7530	0.03	0.00282	0.282	Rampe
67	650.0000	10.0000	160.7078	-0.05	-0.00452	-0.452	Pente
68	660.0000	10.0000	160.6262	-0.08	-0.00816	-0.816	Pente
69	670.0000	10.0000	160.5319	-0.09	-0.00943	-0.943	Pente
70	680.0000	10.0000	160.5134	-0.02	-0.00185	-0.185	Pente
71	690.0000	10.0000	160.6035	0.09	0.00901	0.901	Rampe
72	700.0000	10.0000	160.7017	0.10	0.00982	0.982	Rampe
73	710.0000	10.0000	160.8320	0.13	0.01303	1.303	Rampe
74	720.0000	10.0000	161.1421	0.31	0.03101	3.101	Rampe
75	730.0000	10.0000	161.5167	0.37	0.03746	3.746	Rampe
76	740.0000	10.0000	161.9205	0.40	0.04038	4.038	Rampe
77	750.0000	10.0000	162.3291	0.41	0.04086	4.086	Rampe

78	760.0000	10.0000	162.6011	0.27	0.0272	2.72	Rampe
79	770.0000	10.0000	162.7971	0.20	0.0196	1.96	Rampe
80	780.0000	10.0000	162.8463	0.05	0.00492	0.492	Rampe
81	790.0000	10.0000	162.9545	0.11	0.01082	1.082	Rampe
82	800.0000	10.0000	163.1395	0.19	0.0185	1.85	Rampe
83	810.0000	10.0000	163.3350	0.20	0.01955	1.955	Rampe
84	820.0000	10.0000	163.5530	0.22	0.0218	2.18	Rampe
85	830.0000	10.0000	163.8068	0.25	0.02538	2.538	Rampe
86	840.0000	10.0000	164.0707	0.26	0.02639	2.639	Rampe
87	849.4833	9.4833	164.3064	0.24	0.024854217	2.485421741	Rampe
88	850.0000	0.5167	164.3174	0.01	0.021288949	2.12889491	Rampe
89	860.0000	10.0000	164.8090	0.49	0.04916	4.916	Rampe
90	870.0000	10.0000	165.3418	0.53	0.05328	5.328	Rampe
91	880.0000	10.0000	165.9051	0.56	0.05633	5.633	Rampe
92	890.0000	10.0000	166.5593	0.65	0.06542	6.542	Rampe
93	900.0000	10.0000	167.1798	0.62	0.06205	6.205	Rampe
94	910.0000	10.0000	167.7979	0.62	0.06181	6.181	Rampe
95	920.0000	10.0000	168.2283	0.43	0.04304	4.304	Rampe
96	930.0000	10.0000	168.6586	0.43	0.04303	4.303	Rampe
97	940.0000	10.0000	169.0822	0.42	0.04236	4.236	Rampe
98	950.0000	10.0000	169.4951	0.41	0.04129	4.129	Rampe
99	960.0000	10.0000	169.8219	0.33	0.03268	3.268	Rampe
100	970.0000	10.0000	170.0973	0.28	0.02754	2.754	Rampe
101	980.0000	10.0000	170.2948	0.20	0.01975	1.975	Rampe
102	990.0000	10.0000	170.7649	0.47	0.04701	4.701	Rampe
103	1000.0000	10.0000	171.3845	0.62	0.06196	6.196	Rampe
104	1010.0000	10.0000	172.0092	0.62	0.06247	6.247	Rampe
105	1020.0000	10.0000	173.5351	1.53	0.15259	15.259	Rampe
106	1030.0000	10.0000	173.8786	0.34	0.03435	3.435	Rampe
107	1040.0000	10.0000	174.0570	0.18	0.01784	1.784	Rampe
108	1050.0000	10.0000	174.6432	0.59	0.05862	5.862	Rampe
109	1060.0000	10.0000	175.2718	0.63	0.06286	6.286	Rampe
110	1070.0000	10.0000	175.8932	0.62	0.06214	6.214	Rampe
111	1080.0000	10.0000	176.5464	0.65	0.06532	6.532	Rampe
112	1090.0000	10.0000	177.1995	0.65	0.06531	6.531	Rampe
113	1100.0000	10.0000	177.8362	0.64	0.06367	6.367	Rampe
114	1110.0000	10.0000	178.2843	0.45	0.04481	4.481	Rampe
115	1120.0000	10.0000	178.7546	0.47	0.04703	4.703	Rampe
116	1130.0000	10.0000	179.2248	0.47	0.04702	4.702	Rampe
117	1140.0000	10.0000	179.4963	0.27	0.02715	2.715	Rampe
118	1150.0000	10.0000	179.4876	-0.01	-0.00087	-0.087	Pente
119	1160.0000	10.0000	179.4996	0.01	0.0012	0.12	Rampe
120	1170.0000	10.0000	179.6276	0.13	0.0128	1.28	Rampe
121	1180.0000	10.0000	179.6843	0.06	0.00567	0.567	Rampe

122	1190.0000	10.0000	179.7376	0.05	0.00533	0.533	Rampe
123	1200.0000	10.0000	179.8320	0.09	0.00944	0.944	Rampe
124	1210.0000	10.0000	180.1891	0.36	0.03571	3.571	Rampe
125	1220.0000	10.0000	180.5461	0.36	0.0357	3.57	Rampe
126	1230.0000	10.0000	180.9032	0.36	0.03571	3.571	Rampe
127	1240.0000	10.0000	181.2480	0.34	0.03448	3.448	Rampe
128	1250.0000	10.0000	181.6718	0.42	0.04238	4.238	Rampe
129	1260.0000	10.0000	182.0974	0.43	0.04256	4.256	Rampe
130	1270.0000	10.0000	182.5231	0.43	0.04257	4.257	Rampe
131	1280.0000	10.0000	182.9130	0.39	0.03899	3.899	Rampe
132	1290.0000	10.0000	183.3055	0.39	0.03925	3.925	Rampe
133	1300.0000	10.0000	183.7491	0.44	0.04436	4.436	Rampe
134	1310.0000	10.0000	184.1504	0.40	0.04013	4.013	Rampe
135	1320.0000	10.0000	184.6526	0.50	0.05022	5.022	Rampe
136	1330.0000	10.0000	184.9721	0.32	0.03195	3.195	Rampe
137	1340.0000	10.0000	185.2422	0.27	0.02701	2.701	Rampe
138	1350.0000	10.0000	185.2571	0.01	0.00149	0.149	Rampe
139	1360.0000	10.0000	185.5424	0.29	0.02853	2.853	Rampe
140	1370.0000	10.0000	185.8462	0.30	0.03038	3.038	Rampe
141	1379.5121	9.5121	186.1261	0.28	0.029425679	2.942567887	Rampe
142	1380.0000	0.4879	186.1363	0.01	0.020905923	2.090592334	Rampe
143	1390.0000	10.0000	186.3439	0.21	0.02076	2.076	Rampe
144	1400.0000	10.0000	186.5484	0.20	0.02045	2.045	Rampe
145	1410.0000	10.0000	186.6280	0.08	0.00796	0.796	Rampe
146	1420.0000	10.0000	186.8226	0.19	0.01946	1.946	Rampe
147	1430.0000	10.0000	187.0610	0.24	0.02384	2.384	Rampe
148	1440.0000	10.0000	187.3187	0.26	0.02577	2.577	Rampe
149	1450.0000	10.0000	187.6549	0.34	0.03362	3.362	Rampe
150	1460.0000	10.0000	188.0432	0.39	0.03883	3.883	Rampe
151	1470.0000	10.0000	188.4259	0.38	0.03827	3.827	Rampe
152	1480.0000	10.0000	188.8058	0.38	0.03799	3.799	Rampe
153	1490.0000	10.0000	188.9688	0.16	0.0163	1.63	Rampe
154	1500.0000	10.0000	189.1212	0.15	0.01524	1.524	Rampe
155	1510.0000	10.0000	189.2629	0.14	0.01417	1.417	Rampe
156	1520.0000	10.0000	189.3031	0.04	0.00402	0.402	Rampe
157	1530.0000	10.0000	189.1374	-0.17	-0.01657	-1.657	Pente
158	1540.0000	10.0000	189.5172	0.38	0.03798	3.798	Rampe
159	1550.0000	10.0000	189.9547	0.44	0.04375	4.375	Rampe
160	1560.0000	10.0000	190.1332	0.18	0.01785	1.785	Rampe
161	1570.0000	10.0000	190.2829	0.15	0.01497	1.497	Rampe
162	1580.0000	10.0000	190.6135	0.33	0.03306	3.306	Rampe
163	1590.0000	10.0000	191.0486	0.44	0.04351	4.351	Rampe
164	1600.0000	10.0000	191.3444	0.30	0.02958	2.958	Rampe
165	1610.0000	10.0000	191.6412	0.30	0.02968	2.968	Rampe

166	1620.0000	10.0000	191.8500	0.21	0.02088	2.088	Rampe
167	1630.0000	10.0000	191.9043	0.05	0.00543	0.543	Rampe
168	1640.0000	10.0000	192.0239	0.12	0.01196	1.196	Rampe
169	1650.0000	10.0000	192.1959	0.17	0.0172	1.72	Rampe
170	1660.0000	10.0000	192.4814	0.29	0.02855	2.855	Rampe
171	1670.0000	10.0000	192.7615	0.28	0.02801	2.801	Rampe
172	1680.0000	10.0000	193.0132	0.25	0.02517	2.517	Rampe
173	1690.0000	10.0000	193.3153	0.30	0.03021	3.021	Rampe
174	1700.0000	10.0000	193.6138	0.30	0.02985	2.985	Rampe
175	1710.0000	10.0000	193.9335	0.32	0.03197	3.197	Rampe
176	1720.0000	10.0000	194.4138	0.48	0.04803	4.803	Rampe
177	1730.0000	10.0000	194.9539	0.54	0.05401	5.401	Rampe
178	1740.0000	10.0000	195.7441	0.79	0.07902	7.902	Rampe
179	1750.0000	10.0000	196.0784	0.33	0.03343	3.343	Rampe
180	1760.0000	10.0000	196.4434	0.37	0.0365	3.65	Rampe
181	1770.0000	10.0000	196.6399	0.20	0.01965	1.965	Rampe
182	1780.0000	10.0000	196.7291	0.09	0.00892	0.892	Rampe
183	1790.0000	10.0000	196.7645	0.04	0.00354	0.354	Rampe
184	1800.0000	10.0000	196.7238	-0.04	-0.00407	-0.407	Pente
185	1800.8169	0.8169	196.7217	0.00	-0.00257069	-0.25706941	Pente
186	1810.0000	9.1831	196.6459	-0.08	-0.00825429	-0.82542932	Pente
187	1820.0000	10.0000	196.4639	-0.18	-0.0182	-1.82	Pente
188	1830.0000	10.0000	196.2818	-0.18	-0.01821	-1.821	Pente
189	1840.0000	10.0000	195.9745	-0.31	-0.03073	-3.073	Pente
190	1850.0000	10.0000	195.6629	-0.31	-0.03116	-3.116	Pente
191	1860.0000	10.0000	195.3649	-0.30	-0.0298	-2.98	Pente
192	1870.0000	10.0000	195.1804	-0.18	-0.01845	-1.845	Pente
193	1880.0000	10.0000	195.5247	0.34	0.03443	3.443	Rampe
194	1890.0000	10.0000	195.9431	0.42	0.04184	4.184	Rampe
195	1900.0000	10.0000	196.2159	0.27	0.02728	2.728	Rampe
196	1910.0000	10.0000	196.4888	0.27	0.02729	2.729	Rampe
197	1920.0000	10.0000	197.0442	0.56	0.05554	5.554	Rampe
198	1930.0000	10.0000	197.7382	0.69	0.0694	6.94	Rampe
199	1940.0000	10.0000	198.4482	0.71	0.071	7.1	Rampe
200	1950.0000	10.0000	199.2359	0.79	0.07877	7.877	Rampe
201	1960.0000	10.0000	199.9237	0.69	0.06878	6.878	Rampe
202	1970.0000	10.0000	200.4342	0.51	0.05105	5.105	Rampe
203	1980.0000	10.0000	200.9670	0.53	0.05328	5.328	Rampe
204	1990.0000	10.0000	201.4998	0.53	0.05328	5.328	Rampe
205	2000.0000	10.0000	201.8388	0.34	0.0339	3.39	Rampe
206	2005.6990	5.6990	202.0117	0.17	0.030338656	3.03386559	Rampe
Somme	/	2005.6990	/	39.72	/	/	/

$$\sum \Delta H = 39.72 \text{ m ;}$$

$$\sum \text{Distance} = 2005.6990 \text{ m}$$

$$D_c = \frac{\sum \Delta H}{\sum \text{Distance}} = \frac{39,72}{2005,6990} = 0.019805614 = 1,98 \%$$

Le tableau suivant représente la nature du terrain en fonction de la dénivelée cumulée :

Tableau II.III.15 : Classification de terrain et Dénivelée cumulée

N°	Classification du terrain	Dénivelée cumulée
1	Plat	$D_c \leq 1.5\%$
2	Terrain Vallonné	$1.5\% < D_c \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$D_c > 4\%$

On peut conclure toute en se référant au tableau ci-dessus que le relief de la variante 02 est de **terrain vallonné**.

- Environnement de la route :

Trois types d'environnement sont caractérisés par le croisement des 2 paramètres précédents à partir du tableau suivant :

Tableau II.III.16 : Environnement en fonction du relief et de la sinuosité

Sinuosité Relief	Faible	Moyenne	Fort
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E3	E3

Dans notre cas, nous avons :



- Vitesse de référence :

La vitesse est donc fonction de :

- * La catégorie
- * L'environnement.

La catégorie de notre tronçon est **CAT1** et environnement **E2** (Voir Tableau II.IV.17).

Tableau II.III.17 : VVL et VPL en fonction de la Cat et E sur B40.

Environnement \ Catégorie	E1	E2	E3
CAT 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
CAT 4	100-80-60	80-60-40	60-40
CAT 5	80-60-40	60-40	40

La vitesse de référence choisie dans notre projet D'après le tableau ci-dessus est **Vr = 80 Km/h**

6) Détermination des rayons en plan :

On a Cat 1, Vr = 80 Km/h

✚ *Rayon horizontal minimal absolu (Rh_m) :*

D'après un tableau des normes B40, on prend : f_t = 0,13 ; d_{max} = 7%

$$Rh_m = \frac{Vr^2}{127 (f_t + d_{max})} = \frac{80^2}{127 (0,13 + 0,07)}$$

$$Rh_m = 252 \text{ m ; } d_{max} = 7\%$$

✚ *Rayon minimal normal (Rh_N) :*

$$Rh_N (Vr) = Rh_m (Vr + 20)$$

D'après un tableau des normes B40, on prend : f_t = 0,11 ; d_{max} = 5 %

$$Rh_N = \frac{(Vr+20)^2}{127 (f_t + d_{max})} = \frac{(80+20)^2}{127 (0,11 + 0,05)}$$

$$Rh_N = 492 \text{ m ; } d_{max} = 5\%.$$

✚ Rayon minimal déversé (Rh_d) :

D'après un tableau des normes B40, on prend : $d_{min} = 2.5 \%$

$$Rh_d = \frac{V^2(Km/h)}{127 * 2 * d_{min}} = \frac{80^2}{127 * 2 * 0,025}$$

$$Rh_d = 1008 \text{ m ; } d_{min} = 2.5\%$$

✚ Rayon minimal non déversé (Rh_{nd}) :

D'après un tableau des normes B40, on prend : $f' = 6 \%$

$$Rh_{nd} = \frac{Vr^2(Km/h)}{127 (f'' - 0,03)} = \frac{80^2}{127 (0,06 - 0,025)}$$

$$Rh_{nd} = 1440 \text{ m ; } d_{min} = -2.5 \%$$

4) Paramètres fondamentaux :

D'après le règlement des normes d'aménagements routiers B40, pour un environnement E2 et une catégorie C1 et une vitesse de base $VB = 80 \text{ km/h}$ on définit les paramètres dans le tableau suivants :

Tableau II.III.18: Rayons du tracé en plan

Paramètres	Symboles	Valeurs calculées	Valeurs selon B-40
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7 %)	252 m	250
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5 %)	492 m	450
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5 %)	1008 m	1000
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5 %)	1440 m	1400

5) Choix des rayons :

Pour une route de catégorie donnée, il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RH_N.

A partir du tracé de la variante 2, nous avons pu choisir deux rayons tels que :

$$R1 = 450 \text{ m}$$

$$R2 = 750 \text{ m}$$

6) Détermination des éléments des raccords circulaire :

Les résultats des calculs du raccordement sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau II.III.19 : Eléments des raccords circulaires "variante 2"

Bitas (β)	Rayon (m)	Tangente (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)	Développée (m)
75.204	450,00	301,7244	91,7911	76,2397	531,5858
-35.7615	750,00	216,3725	30,5876	29,3891	421,3052

✚ *Longueur totale des alignements droits : LAd*

$$LAd = AT_1 + T_1'T_2 + T_2'B$$

$$LAd = 317,8976 + 530,0284 + 204,8819 \quad \longrightarrow \quad LAd = 1\,052,8879 \text{ m}$$

✚ *Longueur totale des arcs de cercles : Lc*

$$Lc = D_1 + D_2$$

$$Lc = 531,5858 + 421,3052 \quad \longrightarrow \quad Lc = 952,891 \text{ m}$$

✚ *Longueur totale du tronçon : L_T*

$$L_T = LAd + Lc \quad \longrightarrow \quad L_T = 1\,052,8879 + 952,891 \quad \longrightarrow \quad L_T = 2\,005,8879 \text{ m}$$

✚ *Pourcentage Alignement droit*

$$\% \text{ align_Droit} = 52,49 \% \approx 52 \% \quad \text{C.V}$$

✚ *Pourcentage Courbe*

$$\% \text{ courbe} = 47,51 \% \approx 48 \% \quad \text{C.V}$$

✓ **Cubatures approchées :**

Les résultats des cubatures approchées sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II.III.20 : Cubatures approchées de la 'variante 02'

N° De profil	Distance	D ENTRE PROFIL	Altitude		H	Surface Remblai	Volume Remblai	Surface Déblai	Volume Déblai
			TN	Projet					
1	0.0000	0.0000	162.2876	162.2876	0.00	0	0	0	0
2	10.0000	10.0000	161.7735	162.1798	-0.41	-	-	-9.0972804	-90.9728046
3	20.0000	10.0000	161.2497	162.0721	-0.82	-	-	-17.900687	-179.006874
4	30.0000	10.0000	160.8793	161.9643	-1.09	-	-	-23.189162	-231.891625
5	40.0000	10.0000	160.8599	161.8566	-1.00	-	-	-21.433983	-214.339837
6	50.0000	10.0000	160.8401	161.7488	-0.91	-	-	-19.661496	-196.614965
7	60.0000	10.0000	160.7231	161.6411	-0.92	-	-	-19.849914	-198.49914
8	70.0000	10.0000	160.6663	161.5334	-0.87	-	-	-18.815506	-188.155064
9	80.0000	10.0000	160.6095	161.4256	-0.82	-	-	-17.771271	-177.712712
10	90.0000	10.0000	160.5526	161.3179	-0.77	-	-	-16.723373	-167.233739
11	100.0000	10.0000	160.4614	161.2101	-0.75	-	-	-16.379272	-163.792725
12	110.0000	10.0000	160.3220	161.1024	-0.78	-	-	-17.035668	-170.356638
13	120.0000	10.0000	160.1835	160.9946	-0.81	-	-	-17.668475	-176.684752
14	130.0000	10.0000	160.0450	160.8869	-0.84	-	-	-18.300506	-183.005066
15	140.0000	10.0000	160.0312	160.7791	-0.75	-	-	-16.362664	-163.626684
16	150.0000	10.0000	160.0351	160.6714	-0.64	-	-	-14.027583	-140.275835
17	160.0000	10.0000	160.0390	160.5636	-0.52	-	-	-11.652992	-116.529923
18	170.0000	10.0000	160.1235	160.4559	-0.33	-	-	-7.4794653	-74.7946536
19	180.0000	10.0000	159.9928	160.3481	-0.36	-	-	-7.9825428	-79.8254286
20	190.0000	10.0000	159.8056	160.2404	-0.43	-	-	-9.7168234	-97.1682344
21	200.0000	10.0000	159.7189	160.1326	-0.41	-	-	-9.2583784	-92.5837847
22	210.0000	10.0000	159.7564	160.0249	-0.27	-	-	-6.0673616	-60.6736162
23	220.0000	10.0000	159.7694	159.9172	-0.15	-	-	-3.3666327	-33.6663274
24	230.0000	10.0000	159.6438	159.8094	-0.17	-	-	-3.7676649	-37.6766496
25	240.0000	10.0000	159.5791	159.7017	-0.12	-	-	-2.7972538	-27.9725386
26	250.0000	10.0000	159.5229	159.5939	-0.07	-	-	-1.625438	-16.254385
27	260.0000	10.0000	159.4848	159.4862	0.00	-	-	-0.0321970	-0.3219706
28	270.0000	10.0000	159.3704	159.3784	-0.01	-	-	-0.183904	-1.83904
29	280.0000	10.0000	159.4622	159.2707	0.19	4.44117225	44.4117225	-	-
30	290.0000	10.0000	159.4845	159.1629	0.32	7.50022656	75.0022656	-	-

Partie II :

Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem

31	300.0000	10.0000	159.4756	159.0552	0.42	9.84593616	98.4593616	-	-
32	310.0000	10.0000	159.5161	158.9474	0.57	13.40351969	134.0351969	-	-
33	317.8978	7.8978	159.4822	158.8623	0.62	14.64197601	115.6393981	-	-
34	320.0000	2.1022	159.4734	158.8397	0.63	14.97667569	31.48396764	-	-
35	330.0000	10.0000	159.4713	158.7319	0.74	17.55291236	175.5291236	-	-
36	340.0000	10.0000	159.5795	158.6242	0.96	22.88449809	228.8449809	-	-
37	350.0000	10.0000	159.6945	158.5164	1.18	28.48421961	284.8421961	-	-
38	360.0000	10.0000	159.7846	158.4087	1.38	33.53880081	335.3880081	-	-
39	370.0000	10.0000	159.8359	158.3009	1.54	37.661225	376.61225	-	-
40	380.0000	10.0000	159.9372	158.1995	1.74	42.98670129	429.8670129	-	-
41	390.0000	10.0000	160.1461	158.1540	1.99	49.78676241	497.8676241	-	-
42	400.0000	10.0000	158.5629	158.1751	0.39	9.06978884	90.6978884	-	-
43	410.0000	10.0000	157.5710	158.2630	-0.69	-	-	-15.197704	-151.97704
44	420.0000	10.0000	157.1884	158.4175	-1.23	-	-	-26.003269	-260.032698
45	430.0000	10.0000	157.6626	158.6386	-0.98	-	-	-21.019136	-210.19136
46	440.0000	10.0000	158.5331	158.9074	-0.37	-	-	-8.3987492	-83.9874927
47	450.0000	10.0000	159.3068	159.1739	0.13	3.07436241	30.7436241	-	-
48	460.0000	10.0000	159.4462	159.3902	0.06	1.291136	12.91136	-	-
49	470.0000	10.0000	159.5071	159.5440	-0.04	-	-	-0.8466575	-8.46657585
50	480.0000	10.0000	159.5975	159.6477	-0.05	-	-	-1.1508199	-11.5081994
51	490.0000	10.0000	159.7313	159.7470	-0.02	-	-	-0.3607302	-3.60730265
52	500.0000	10.0000	159.8522	159.8463	0.01	0.13573481	1.3573481	-	-
53	510.0000	10.0000	159.9848	159.9457	0.04	0.90082881	9.0082881	-	-
54	520.0000	10.0000	159.7050	160.0450	-0.34	-	-	-7.6466	-76.466
55	530.0000	10.0000	159.3953	160.1443	-0.75	-	-	-16.385498	-163.854985
56	540.0000	10.0000	159.8364	160.2436	-0.41	-	-	-9.1168822	-91.1688224
57	550.0000	10.0000	159.1894	160.3429	-1.15	-	-	-24.534656	-245.346566
58	560.0000	10.0000	159.1750	160.4423	-1.27	-	-	-26.738826	-267.388261
59	570.0000	10.0000	159.2453	160.5416	-1.30	-	-	-27.294309	-272.943095
60	580.0000	10.0000	159.3585	160.6409	-1.28	-	-	-27.028375	-270.283754
61	590.0000	10.0000	159.5641	160.7402	-1.18	-	-	-24.975483	-249.754832
62	600.0000	10.0000	159.8955	160.8396	-0.94	-	-	-20.377312	-203.773128
63	610.0000	10.0000	160.2784	160.9389	-0.66	-	-	-14.537109	-145.371096

Partie II :

Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem

64	620.0000	10.0000	160.6439	161.0382	-0.39	-	-	-8.8356912	-88.3569126
65	630.0000	10.0000	160.7248	161.1375	-0.41	-	-	-9.2366180	-92.3661807
66	640.0000	10.0000	160.7530	161.2368	-0.48	-	-	-10.776306	-107.763063
67	650.0000	10.0000	160.7078	161.3362	-0.63	-	-	-13.860870	-138.608702
68	660.0000	10.0000	160.6262	161.4355	-0.81	-	-	-17.631450	-176.314503
69	670.0000	10.0000	160.5319	161.5348	-1.00	-	-	-21.557987	-215.579874
70	680.0000	10.0000	160.5134	161.6341	-1.12	-	-	-23.892143	-238.921473
71	690.0000	10.0000	160.6035	161.7338	-1.13	-	-	-24.080532	-240.805329
72	700.0000	10.0000	160.7017	161.8466	-1.14	-	-	-24.366506	-243.66506
73	710.0000	10.0000	160.8320	161.9794	-1.15	-	-	-24.415409	-244.154099
74	720.0000	10.0000	161.1421	162.1323	-0.99	-	-	-21.303855	-213.038559
75	730.0000	10.0000	161.5167	162.3051	-0.79	-	-	-17.200838	-172.008382
76	740.0000	10.0000	161.9205	162.4979	-0.58	-	-	-12.780113	-127.801139
77	750.0000	10.0000	162.3291	162.7108	-0.38	-	-	-8.5605576	-85.6055766
78	760.0000	10.0000	162.6011	162.9436	-0.34	-	-	-7.7015406	-77.0154063
79	770.0000	10.0000	162.7971	163.1964	-0.40	-	-	-8.9447397	-89.4473927
80	780.0000	10.0000	162.8463	163.4693	-0.62	-	-	-13.746806	-137.468065
81	790.0000	10.0000	162.9545	163.7621	-0.81	-	-	-17.596473	-175.964734
82	800.0000	10.0000	163.1395	164.0749	-0.94	-	-	-20.201740	-202.017403
83	810.0000	10.0000	163.3350	164.4077	-1.07	-	-	-22.946072	-229.460721
84	820.0000	10.0000	163.5530	164.7538	-1.20	-	-	-25.455519	-254.55519
85	830.0000	10.0000	163.8068	165.1001	-1.29	-	-	-27.236962	-272.369627
86	840.0000	10.0000	164.0707	165.4465	-1.38	-	-	-28.804161	-288.041615
87	849.4833	9.4833	164.3064	165.7749	-1.47	-	-	-30.540761	-289.627205
88	850.0000	0.5167	164.3174	165.7928	-1.48	-	-	-30.668992	-15.8466683
89	860.0000	10.0000	164.8090	166.1391	-1.33	-	-	-27.938551	-279.38551
90	870.0000	10.0000	165.3418	166.4855	-1.14	-	-	-24.343025	-243.430255
91	880.0000	10.0000	165.9051	166.8318	-0.93	-	-	-20.025940	-200.259407
92	890.0000	10.0000	166.5593	167.1782	-0.62	-	-	-13.660144	-136.601442
93	900.0000	10.0000	167.1798	167.5254	-0.35	-	-	-7.7696409	-77.6964096
94	910.0000	10.0000	167.7979	167.8758	-0.08	-	-	-1.7825973	-17.8259738
95	920.0000	10.0000	168.2283	168.2296	0.00	-	-	-0.0298974	-0.29897465
96	930.0000	10.0000	168.6586	168.5867	0.07	1.65886961	16.5886961	-	-

Partie II :

Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem

97	940.0000	10.0000	169.0822	168.9471	0.14	3.12555201	31.2555201	-	-
98	950.0000	10.0000	169.4951	169.3108	0.18	4.27286649	42.7286649	-	-
99	960.0000	10.0000	169.8219	169.6779	0.14	3.332736	33.32736	-	-
100	970.0000	10.0000	170.0973	170.0483	0.05	1.129401	11.29401	-	-
101	980.0000	10.0000	170.2948	170.4221	-0.13	-	-	-2.9035926	-29.0359206
102	990.0000	10.0000	170.7649	170.7992	-0.03	-	-	-0.7871352	-7.87135265
103	1000.0000	10.0000	171.3845	171.1796	0.20	4.75468401	47.5468401	-	-
104	1010.0000	10.0000	172.0092	171.5634	0.45	10.45213764	104.5213764	-	-
105	1020.0000	10.0000	173.5351	171.9505	1.58	38.95675716	389.5675716	-	-
106	1030.0000	10.0000	173.8786	172.3409	1.54	37.73162129	377.3162129	-	-
107	1040.0000	10.0000	174.0570	172.7346	1.32	32.16394176	321.6394176	-	-
108	1050.0000	10.0000	174.6432	173.1317	1.51	37.04913225	370.4913225	-	-
109	1060.0000	10.0000	175.2718	173.5321	1.74	43.03965609	430.3965609	-	-
110	1070.0000	10.0000	175.8932	173.9359	1.96	48.84892329	488.4892329	-	-
111	1080.0000	10.0000	176.5464	174.3430	2.20	55.53317156	555.3317156	-	-
112	1090.0000	10.0000	177.1995	174.7534	2.45	62.24370521	622.4370521	-	-
113	1100.0000	10.0000	177.8362	175.1672	2.67	68.510561	685.10561	-	-
114	1110.0000	10.0000	178.2843	175.5843	2.70	69.39	693.9	-	-
115	1120.0000	10.0000	178.7546	176.0047	2.75	70.80965001	708.0965001	-	-
116	1130.0000	10.0000	179.2248	176.4284	2.80	72.13705296	721.3705296	-	-
117	1140.0000	10.0000	179.4963	176.8555	2.64	67.71222464	677.1222464	-	-
118	1150.0000	10.0000	179.4876	177.2859	2.20	55.48658289	554.8658289	-	-
119	1160.0000	10.0000	179.4996	177.7197	1.78	44.10574401	441.0574401	-	-
120	1170.0000	10.0000	179.6276	178.1568	1.47	35.99165264	359.9165264	-	-
121	1180.0000	10.0000	179.6843	178.5961	1.09	26.21277924	262.1277924	-	-
122	1190.0000	10.0000	179.7376	179.0355	0.70	16.64124441	166.4124441	-	-
123	1200.0000	10.0000	179.8320	179.4749	0.36	8.34082041	83.4082041	-	-
124	1210.0000	10.0000	180.1891	179.9142	0.27	6.39827001	63.9827001	-	-
125	1220.0000	10.0000	180.5461	180.3477	0.20	4.60256256	46.0256256	-	-
126	1230.0000	10.0000	180.9032	180.7598	0.14	3.31876356	33.1876356	-	-
127	1240.0000	10.0000	181.2480	181.1497	0.10	2.27056289	22.7056289	-	-
128	1250.0000	10.0000	181.6718	181.5173	0.15	3.57737025	35.7737025	-	-
129	1260.0000	10.0000	182.0974	181.8627	0.23	5.45318409	54.5318409	-	-

Partie II :

Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem

130	1270.0000	10.0000	182.5231	182.1859	0.34	7.86930384	78.6930384	-	-
131	1280.0000	10.0000	182.9130	182.4869	0.43	9.98186121	99.8186121	-	-
132	1290.0000	10.0000	183.3055	182.7664	0.54	12.68992881	126.8992881	-	-
133	1300.0000	10.0000	183.7491	183.0401	0.71	16.809681	168.09681	-	-
134	1310.0000	10.0000	184.1504	183.3138	0.84	19.94169956	199.4169956	-	-
135	1320.0000	10.0000	184.6526	183.5874	1.07	25.63425104	256.3425104	-	-
136	1330.0000	10.0000	184.9721	183.8611	1.11	26.787321	267.87321	-	-
137	1340.0000	10.0000	185.2422	184.1348	1.11	26.69653476	266.9653476	-	-
138	1350.0000	10.0000	185.2571	184.4085	0.85	20.23792196	202.3792196	-	-
139	1360.0000	10.0000	185.5424	184.6821	0.86	20.52701609	205.2701609	-	-
140	1370.0000	10.0000	185.8462	184.9558	0.89	21.27201216	212.7201216	-	-
141	1379.5121	9.5121	186.1261	185.2161	0.91	21.7581	206.965223	-	-
142	1380.0000	0.4879	186.1363	185.2295	0.91	21.67868624	10.57703102	-	-
143	1390.0000	10.0000	186.3439	185.5031	0.84	20.04534464	200.4534464	-	-
144	1400.0000	10.0000	186.5484	185.7768	0.77	18.34216656	183.4216656	-	-
145	1410.0000	10.0000	186.6280	186.0505	0.58	13.61600625	136.1600625	-	-
146	1420.0000	10.0000	186.8226	186.3241	0.50	11.71400225	117.1400225	-	-
147	1430.0000	10.0000	187.0610	186.5978	0.46	10.86815424	108.6815424	-	-
148	1440.0000	10.0000	187.3187	186.8715	0.45	10.48558784	104.8558784	-	-
149	1450.0000	10.0000	187.6549	187.1452	0.51	11.98289409	119.8289409	-	-
150	1460.0000	10.0000	188.0432	187.4188	0.62	14.75107536	147.5107536	-	-
151	1470.0000	10.0000	188.4259	187.6925	0.73	17.40607556	174.0607556	-	-
152	1480.0000	10.0000	188.8058	187.9662	0.84	20.01572816	200.1572816	-	-
153	1490.0000	10.0000	188.9688	188.2398	0.73	17.298441	172.98441	-	-
154	1500.0000	10.0000	189.1212	188.5135	0.61	14.34639929	143.4639929	-	-
155	1510.0000	10.0000	189.2629	188.7872	0.48	11.16739049	111.6739049	-	-
156	1520.0000	10.0000	189.3031	189.0608	0.24	5.63160929	56.3160929	-	-
157	1530.0000	10.0000	189.1374	189.3345	-0.20	-	-	-4.4750273	-44.7502738
158	1540.0000	10.0000	189.5172	189.6082	-0.09	-	-	-2.0805785	-20.805785
159	1550.0000	10.0000	189.9547	189.8819	0.07	1.67969984	16.7969984	-	-
160	1560.0000	10.0000	190.1332	190.1555	-0.02	-	-	-0.5121540	-5.12154065
161	1570.0000	10.0000	190.2829	190.4292	-0.15	-	-	-3.3327944	-33.3279446
162	1580.0000	10.0000	190.6135	190.7029	-0.09	-	-	-2.0442114	-20.4421146

Partie II :

Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem

163	1590.0000	10.0000	191.0486	190.9765	0.07	1.66349841	16.6349841	-	-
164	1600.0000	10.0000	191.3444	191.2502	0.09	2.17547364	21.7547364	-	-
165	1610.0000	10.0000	191.6412	191.5239	0.12	2.71165929	27.1165929	-	-
166	1620.0000	10.0000	191.8500	191.7975	0.05	1.21025625	12.1025625	-	-
167	1630.0000	10.0000	191.9043	192.0712	-0.17	-	-	-3.7969165	-37.9691658
168	1640.0000	10.0000	192.0239	192.3449	-0.32	-	-	-7.2284385	-72.284385
169	1650.0000	10.0000	192.1959	192.6186	-0.42	-	-	-9.4540870	-94.5408706
170	1660.0000	10.0000	192.4814	192.8922	-0.41	-	-	-9.1952654	-91.9526504
171	1670.0000	10.0000	192.7615	193.1659	-0.40	-	-	-9.0558906	-90.5589096
172	1680.0000	10.0000	193.0132	193.4396	-0.43	-	-	-9.5344746	-95.3447456
173	1690.0000	10.0000	193.3153	193.7132	-0.40	-	-	-8.9142138	-89.1421338
174	1700.0000	10.0000	193.6138	193.9869	-0.37	-	-	-8.3724945	-83.7249458
175	1710.0000	10.0000	193.9335	194.2599	-0.33	-	-	-7.3473945	-73.4739456
176	1720.0000	10.0000	194.4138	194.5321	-0.12	-	-	-2.6999076	-26.9990767
177	1730.0000	10.0000	194.9539	194.8036	0.15	3.47949009	34.7949009	-	-
178	1740.0000	10.0000	195.7441	195.0742	0.67	15.85646601	158.5646601	-	-
179	1750.0000	10.0000	196.0784	195.3440	0.73	17.43054336	174.3054336	-	-
180	1760.0000	10.0000	196.4434	195.6130	0.83	19.78876416	197.8876416	-	-
181	1770.0000	10.0000	196.6399	195.8812	0.76	18.02572569	180.2572569	-	-
182	1780.0000	10.0000	196.7291	196.1486	0.58	13.68848025	136.8848025	-	-
183	1790.0000	10.0000	196.7645	196.4152	0.35	8.15591049	81.5591049	-	-
184	1800.0000	10.0000	196.7238	196.6810	0.04	0.98623184	9.8623184	-	-
185	1800.8169	0.8169	196.7217	196.7026	0.02	0.43966481	0.359162183	-	-
186	1810.0000	9.1831	196.6459	196.9459	-0.30	-	-	-6.765	-62.1236715
187	1820.0000	10.0000	196.4639	197.2101	-0.75	-	-	-16.327378	-163.273783
188	1830.0000	10.0000	196.2818	197.4734	-1.19	-	-	-25.276934	-252.769342
189	1840.0000	10.0000	195.9745	197.7360	-1.76	-	-	-35.860176	-358.601766
190	1850.0000	10.0000	195.6629	197.9977	-2.33	-	-	-45.523463	-455.234634
191	1860.0000	10.0000	195.3649	198.2587	-2.89	-	-	-53.996282	-539.962823
192	1870.0000	10.0000	195.1804	198.5188	-3.34	-	-	-60.065828	-600.658282
193	1880.0000	10.0000	195.5247	198.7781	-3.25	-	-	-58.951282	-589.512827
194	1890.0000	10.0000	195.9431	199.0367	-3.09	-	-	-56.797258	-567.972586
195	1900.0000	10.0000	196.2159	199.2944	-3.08	-	-	-56.589756	-565.897566

Partie II :

Etude Géométrique Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem

196	1910.0000	10.0000	196.4888	199.5515	-3.06	-	-	-56.371903	-563.719031
197	1920.0000	10.0000	197.0442	199.8086	-2.76	-	-	-52.118339	-521.18339
198	1930.0000	10.0000	197.7382	200.0656	-2.33	-	-	-45.405013	-454.050139
199	1940.0000	10.0000	198.4482	200.3227	-1.87	-	-	-37.842874	-378.428746
200	1950.0000	10.0000	199.2359	200.5798	-1.34	-	-	-28.200599	-282.005992
201	1960.0000	10.0000	199.9237	200.8369	-0.91	-	-	-19.752698	-197.526986
202	1970.0000	10.0000	200.4342	201.0940	-0.66	-	-	-14.522395	-145.223959
203	1980.0000	10.0000	200.9670	201.3510	-0.38	-	-	-8.610816	-86.10816
204	1990.0000	10.0000	201.4998	201.6081	-0.11	-	-	-2.4733066	-24.7330667
205	2000.0000	10.0000	201.8388	201.8652	-0.03	-	-	-0.6061545	-6.0615456
206	2005.6990	5.6990	202.0117	202.0117	0.00	0	0	0	0
La Som me	/	/	/	/	/	/	17756.0339	/	-19085.46762

✚ Volume de déblai total : 17756,034 m³

✚ Volume de remblai total : -19085,468 m³

✚ Excès de remblai : **-1329,434 m³**

III. 2.4 Choix de la variante :

Pour le choix de variante, on a dressé le tableau comparatif ci-dessus des deux variantes étudiées.

Ce tableau tient compte de plusieurs paramètres forts importants pour nous faciliter le choix de la variante qui répond aux normes.

Tableau II.IV.21: Comparaison entre les deux variantes

Critères	Unité	Variante N°1	Variante N°2	V1	V2
Longueur totale de l'itinéraire	m	1996,68	2005,70	+	-
Déclivités max	%	3.479	4,394	+	+
Déclivités min	%	-0.984	-0,934	+	+
Pourcentage Alignement droit	%	59	52	+	-
Pourcentage en courbe	%	41	48	+	-
Nombre de courbes		2	2	+	+
Quantité de déblai	m ³	29 185.791	17 756,034	-	+
Quantité de remblai	m ³	-28 442.334	-19 085,468	-	+
Excès Déblai - Remblai	m ³	743,457	-1 329,434	+	-
Domaine privé à exproprier		PUIT	PUIT	-	-
Prix approximatif du Km équipé : 15 milliards	DA	299 502 000,00	300 855 000,00	+	-
				8	5

III. 2.5 Conclusion :

Après la comparaison entre les critères des deux variantes, on a opté pour la variante plus avantageuse qui est **la variante N°1** car elle présente plus d'avantages que deuxième variante (voir le tableau ci-dessus).

Chapitre IV :

Etude En APD

Chapitre IV : Etude En APD

IV.1 Définition :

APD : Avant-projet détaillé

Ce projet contient des pièces similaires à ceux l'APS mais plus détaillées (échelle 1/1000 et parfois 1/500) de telle manière qu'ils peuvent permettre de d'approcher le cout réel de l'ouvrage et peuvent servir aussi au lancement des appels d'offres.

Les travaux développés dans ce sens sont :

- * Implantation sur terrain de la variante optimum.
- * Levé en plan de la bande d'étude pour obtenir un plan de situation (dénivelée du terrain : courbes de niveaux), à l'échelle 1 :1000 ou 1 :500 la bande d'études visage aura une largeur au minimum de 50 m mais couramment on prend des largeurs de 100 à 300m le long de l'axe de la route selon l'importance de la route.
- * Etude du tracé sur les nouveaux plans.
- * Etablissement de toutes les pièces nécessaires à la réalisation du projet (tracé en plan, profils en long, profils en travers, ...). [4]

Chapitre IV.1 : Profil En Long

IV. 1.1 Définition :

Le profil en long est le développement du cylindre vertical sur lequel est tracé l'axe de la route. Il est constitué de segments de droite raccordés par des arcs (paraboles) de cercles caractérisés par leur rayon. Pour les segments de droite, on parle de pente ou de rampe suivant que la route descend ou monte dans le sens de la marche.

IV. 1.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

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

IV. 1.3 Éléments de composition du profil en long :

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

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

Les types de rayons :

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

IV. 1.4 Déclivités :

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

1) Déclivité minimale :

Dans un terrain plat on n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement le long de la route au bord de la chaussée. On adopte en général les pentes longitudinales minimales suivantes :

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

2) Déclivité maximale :

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

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

Donc, La déclivité maximale dépend de :

- Condition d'adhérence.
- Vitesse minimum de PL
- Condition économique.

Tableau II.IV.1 : Déclivité maximale (B40).

VB(km/h)	40	60	80	100	120	140
I _{max} (%)	8	7	6	5	4	4

IV. 1.5 Raccordements en profil en long :

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

On distingue deux types de raccordements :

1- Raccordements convexes (angle saillant) :

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

Leur conception doit satisfaire aux conditions de :

- * Confort ;
- * Visibilité.

*Condition de confort :

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

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

✓ Pour :

$$RV \geq 0,3 V^2 \text{ (cat. 1-2).}$$

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

✓ Avec : $g = 10 \text{ m /s}^2$.

R_v : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse de référence (km /h).

*Condition de visibilité :

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

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

2- Raccordements concaves (angle rentrant) :

Les rayons minimaux en angle rentrant doivent satisfaire la condition de confort suivante :

- Le véhicule abordent un angle rentrant doit avoir une limitation des accélérations aux seuils suivants :

Soient :

$$g / 40 \quad \text{pour Cat 1-2 ;}$$

$$g / 30 \quad \text{Pour Cat 3-4-5}$$

IV.1.6 Application sur la variante choisie :

1. Coordonnées des sommets :

Le tableau suivant récapitule les coordonnées des sommets de notre projet :

Tableau II.IV.4 : Coordonnées définissant l'axe de 'la variante 01'

Pnt	X	Y
A	2885.6740	1112.2428
S1	3096.8270	1717.4856
S2	3966.5089	1797.3949
B	4463.0605	2051.4260

✓ **Rayons de courbures** : $R1 = 500 \text{ m}$

$$R2 = 650 \text{ m}$$

2. Raccordement progressif :

Le raccordement direct de deux alignements droits par un arc de cercle ne tient pas compte de la vitesse des véhicules qui l'empruntent.

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon R.

Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon R passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre

brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle (**Figure II.IV.5**) raccordement progressif, généralement une clothoïde. La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle.

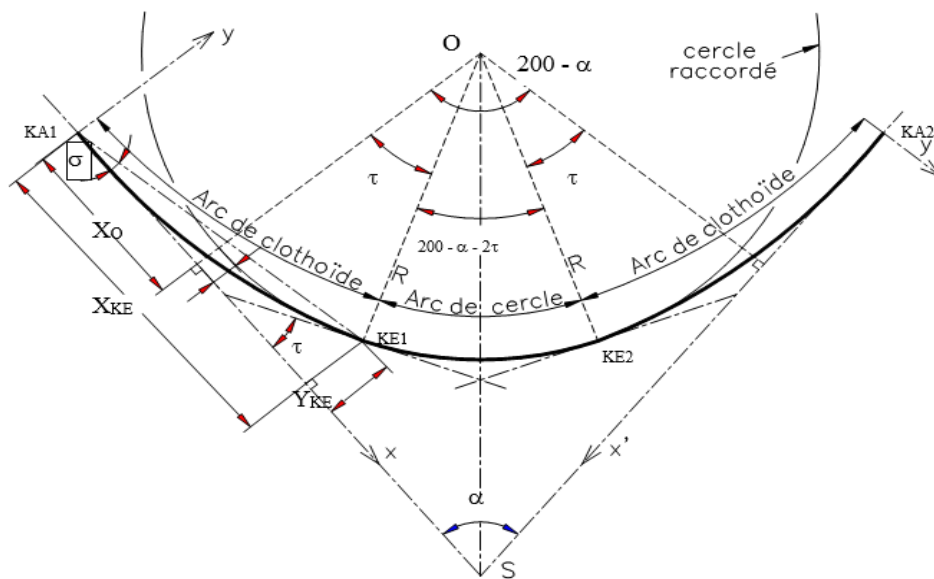


Figure II.IV.1 Raccordement progressif.

L'équation caractéristique est donnée par : $A^2 = R * L$

Le calcul des caractéristiques de ces raccordements à courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usagers.

Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules. Dans la pratique, ceci revient à fixer une limite à la variation d'accélération tolérée par seconde.

3. La longueur de la clothoïde :

La longueur des raccordements progressifs est une combinaison de plusieurs conditions de natures différentes, parmi ces conditions les trois principales sont :

a- Condition d'optique :

Pour la condition d'optique, on adoptera les conditions suivantes :

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \tau \approx 1/18 \text{ rads}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rads} \rightarrow L > R/9 \text{ soit } A > R/3$$

$$\boxed{R/3 \leq A \leq R}$$

Règle générale (B40) :

$$\begin{matrix} \text{✚} & R \leq 1500m & \Delta R = 1m & (\text{éventuellement } 0.5m) \end{matrix}$$

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

$$\begin{matrix} \text{✚} & 1500 < R \leq 5000m \end{matrix}$$

$$\boxed{L \geq R/9}$$

$$\begin{matrix} \text{✚} & R > 5000m & \Delta R = 2.5m \end{matrix}$$

$$\boxed{L = 7.75 \sqrt{R}}$$

b- 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. (Figure ci-dessus)

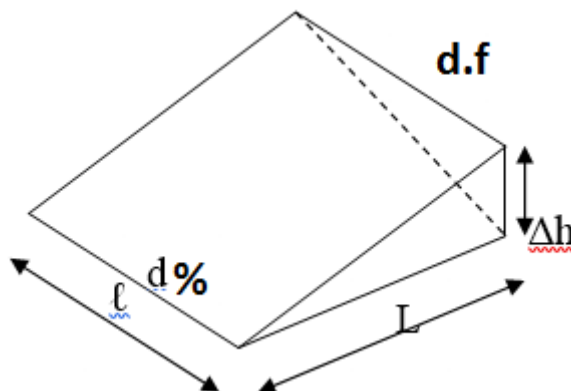


Figure II) IV.2 : condition de gauchissement

$$\boxed{L \geq l \cdot \Delta d \cdot V_B}$$

L : longueur de raccordement.

l : Largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

c- Condition de confort dynamique :

Cette condition consiste à limiter pendant le temps de parcourue Δt du raccordement, la variation par unité de temps de l'accélération transversale.

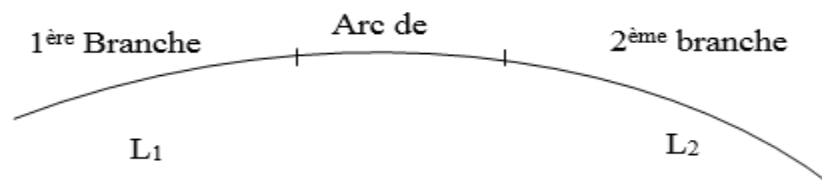
$$L_3 \geq \frac{Vr^2}{18} \left[\frac{Vr^2}{127R} - \Delta d \right]$$

Finalement, la longueur de la Clothoïde sera le Max entre les L des 3 conditions.

d- Vérification au non chevauchement :

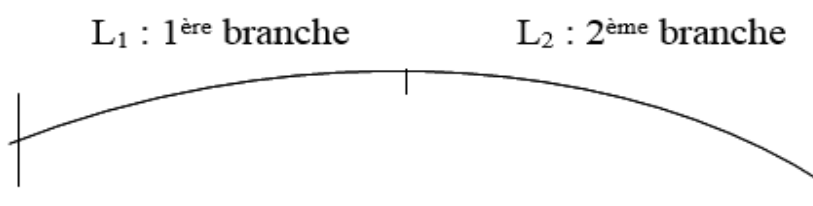
La construction de la Clothoïde n'est possible que si $\tau \leq \beta/2$ (β : angle formé par les 2 alignements droits)

- **1er cas** : $\tau < \beta/2$: Les deux alignements droits sont raccordés par les 2 branches de Clothoïde donc non chevauchement.



Clothoïde avec arc de cercle.

- **2ème cas** : $\tau = \beta/2$: les 2 alignements droits sont raccordés par les 2 branches de Clothoïde sans arc de cercle.



Clothoïde sans arc de cercle.

- **3ème cas** : $\tau > \beta/2$: la construction de la Clothoïde est impossible == chevauchement.



Clothoïde impossible.

Pour résoudre le problème, il faut jouer avec les 2 inconnues L et R et comme L est limitée par les 3 conditions précédentes (condition d'optique, de gauchissement et de confort dynamique).

La seule solution est d'augmenter le rayon R.

4. Devers associés :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée.

L'épaisseur du film d'eau est conditionnée par deux types de paramètres :

- * Paramètres indépendants de la route : intensité et durée de la pluie
- * Paramètres liés à la route : nature et état du revêtement de surface

a) Devers vers l'intérieur des courbes :

En courbe, le devers permet de :

- Assurer un bon écoulement des eaux superficielles
- Compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules
- Améliorer le guidage optique.

Le devers maximal admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologiques exceptionnelles.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Tableau II.IV.6 : Devers

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
<i>dmin</i>	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
<i>dmax</i>	7%	7%	8%	8%	9%

b) Détermination du coefficient transversal f_t :

Tableau II.IV.7 : Coefficient transversal

Vr	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,22	0,16	0,13	0,11	0,1	0,1
CAT 3-4-5	0,22	0,18	0,15	0,125	0,11	/

c) Détermination du coefficient F'' en fonction de la catégorie :

Tableau II.IV.8 : coefficient F''

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
-----------	------	------	------	------	------

F''	0,06	0,06	0,07	0,075	0,075
-----	------	------	------	-------	-------

d) Détermination des dévers associés aux rayons en plan :

1^{er} cas :

Le rayon choisi : $R \geq R_{HNd}$ \rightarrow Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit

2^{ème} cas :

Le rayon choisi : $R_{Hd} \leq R \leq R_{HNd}$ \rightarrow Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

3^{ème} cas :

Si $R_{HN} \leq R \leq R_{Hd}$, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à R_{HN} et celui associé à R_{Hd} .

$$\frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{HN}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

4^{ème} cas :

Si $R_{Hm} < R < R_{HN}$, la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

$$\frac{d(R) - d(R_{HN})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{HN}}} = \frac{d(R_{Hm}) - d(R_{HN})}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}}$$

✓ **Application :**

Virage 01 : $R = 500$ m (Cas 3)

$$\frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{HN}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

$$\frac{dR - 0.025}{\frac{1}{500} - \frac{1}{1000}} = \frac{0.05 - 0.025}{\frac{1}{500} - \frac{1}{1000}} \longrightarrow \mathbf{dR = 5 \%}$$

Virage N° 02 : R = 650 m (Cas 3)

$$\frac{d(R) - d(RHd)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}} = \frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}}$$

$$\frac{dR - 0.025}{\frac{1}{650} - \frac{1}{1000}} = \frac{0.05 - 0.025}{\frac{1}{500} - \frac{1}{1000}} \longrightarrow \mathbf{dR = 3,8 \%}$$

Pour : R = 500 m

a- Condition d'optique :

$$L_1 \geq \sqrt{24 \cdot R \cdot \Delta R} \quad \text{Avec : } \Delta R = 1$$

$$L_1 \geq \sqrt{24 \cdot 500 \cdot 1} \longrightarrow L_1 \geq 109,5445 \text{ m}$$

b- Condition de gauchissement :

$$L_2 \geq L \cdot \Delta d \cdot V_r \quad \text{Avec : } \Delta d = df - di \quad \Delta d = 5 - (-2,5) \quad \Delta d = 7,5 \%$$

$$L = 23 \text{ m}$$

$$V_r = 80 \text{ Km/h}$$

$$L_2 \geq 23 \cdot 0.075 \cdot 80 \longrightarrow L_2 \geq 138 \text{ m}$$

c- Condition dynamique :

$$L_3 \geq \frac{V_r^2}{18} \left[\frac{V_r^2}{127 R} - \Delta d \right] \quad \text{Avec : } \Delta d = 7,5 \%$$

$$L_3 \geq \frac{80^2}{18} \left[\frac{80^2}{127 \cdot 500} - 0.075 \right] \longrightarrow L_3 \geq 9,1689 \text{ m}$$

- ✓ Les résultats pour les deux virages de la longueur, la vérification au non chevauchement et les paramètres de la clothoïde sont récapitulés dans les deux tableaux suivants :

Tableau IV.1.9 : Longueur de la clothoïde

Conditions	1 ^{er} virage	2 ^{eme} virage
Optique	$L_1 \geq 109.5445 \text{ m}$	$L_1 \geq 124.900 \text{ m}$
Gauchissement	$L_2 \geq 138 \text{ m}$	$L_2 \geq 115.92 \text{ m}$

Confort dynamique	$L3 \geq 9.1689 \text{ m}$	$L3 \geq 5.1658 \text{ m}$
Chevauchement	$\tau = 8.913 \text{ gr}$	$\tau = 6.112 \text{ gr}$
	$\beta/2 = 36.3987 \text{ gr}$	$\beta/2 = 12.1356 \text{ gr}$
	Pas de chevauchement	Pas de chevauchement
L max	138 m	124.9 m
L choisie	140 m	125 m

Avec : 1^{er} virage R = 500 m et 2^{ème} virage R = 650 m

Tableau IV.1.10 : Paramètres de clothoïde

Les éléments de la clothoïde		Virage 1	Virage 2
R	Rayon	500 m	650 m
L	Longueur de la clothoïde	140 m	125 m
$A = \sqrt{R \cdot L}$	Paramètre de la clothoïde	264.5751	285.0439
$\alpha = 200 - \beta$	Angle au sommet	127.2026 gr	175.7288gr
β	Angle au centre	72.7974 gr	24.2712 gr
$\tau = \frac{L}{2R}$	Angle des tangentes	8.913 gr	6.112 gr
$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	Angle au centre Partie circulaire	54.9714 gr	12.0472 gr
$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde.	140 m	125 m
$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde	6.5333 m	4.0064 m
$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	Angle Polaire	2.9687 gr	2.0397 gr
D cercle : $D = \frac{\pi R \gamma}{200}$	Long, de la partie circulaire	431.7444 m	123.0040 m
$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	Longueur de la corde KA-KE	140.1524 m	125.0642 m
$X_O = X_{KE} - R \sin \tau$	Abscisse du centre	70.2260 m	62.6912 m
$Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$	Ordonnées du centre	501.6409 m	651.0131 m
$KA \text{ cw}O = \sqrt{X_O^2 + Y_O^2}$	W	506.5326 m	654.0247 m
$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	Ripage	1,6333 m	1.00 m
$DT = 2L + D_{\text{cercle}}$	Développée totale	711.7444 m	373.0040 m
$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	Tangente courte	46.8175 m	41.7944 m
$TL = X_{KE} - \left(\frac{Y_{KE}}{\cos \tau}\right)$	Tangente longue	133.4021 m	120.9751 m

$B = \frac{(R+\Delta R)}{\cos\frac{\alpha}{2}} - R$	Bissectrice	95.7508 m	13.0098 m
---	-------------	-----------	-----------

5. Variation du dévers dans la clothoïde :

Selon la variation du dévers et la longueur de la clothoïde on peut déterminer le dévers relatif à un point quelconque de la clothoïde.

Cette méthode consiste à déterminer la distance (X) entre le début de la clothoïde et le profil en travers et déterminer son dévers.

Bord extérieur :

$$d_{\text{ext}} = \left(\frac{\Delta d}{L} \cdot xi\right) - d_{\text{min}}$$

$$d_{\text{int}} = \begin{cases} d_{\text{min}} & \text{si } xi < \frac{6L}{\Delta d} \\ d_{\text{ext}} & \text{si } xi > \frac{6L}{\Delta d} \end{cases}$$

Les calculs des devers extérieurs et intérieurs de chaque profil tous les 10 m se récapitule dans les tableaux suivants :

❖ Clothoïde N° 01 :

$$R = 500 \text{ m} \quad L = 140 \text{ m} \quad d(R) = 5 \% \quad d_{\text{min}} = 2.50\% \quad \Delta d = 7.5 \%$$

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 140}{7.5} = 112.00 \text{ m}$$

Tableau IV.1.11: Variation de devers pour le rayon **500 m**

L =	140,00 m	X =	112,00 m
N° Profil	xi (m)	Dext (%)	Dint (%)
KA	0	-2,50 %	-2,50%
P1	10	-1,96 %	-2,50%
P2	20	-1,42%	-2,50%
P3	30	-0,89%	-2,50%
P4	40	-0,36%	-2,50%
P5	50	-0,17%	-2,50%
P6	60	-0,71%	-2,50%
P7	70	1,25%	-2,50%
P8	80	1,79%	-2,50%

P9	90	2,32%	-2,50%
P10	100	2,86%	-2,50%
P11	110	3,39%	-2,50%
P12	120	3,93%	3,93%
P13	130	4,46 %	4,46%
KE	140	5 %	5%

❖ *Clothoïde N° 02 :*

R = 650 m L = 125 m d(R) = 3.8 % dmin = 2.50% Δd = 6.3 %

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 125}{6.3} = 119.05m$$

Tableau IV.1.11: Variation de devers pour le rayon **650 m**

L =	125,00 m	X =	119,05 m
N° Profil	xi (m)	dext (%)	dint (%)
KA	0	-2,50 %	-2,50%
P1	10	-2,00 %	-2,50%
P2	20	-1,49 %	-2,50%
P3	30	-0,99 %	-2,50%
P4	40	-0,48%	-2,50%
P5	50	0,02%	-2,50%
P6	60	-0,52%	-2,50%
P7	70	1,03%	-2,50%
P8	80	1,53%	-2,50%
P9	90	2,04%	-2,50%
P10	100	2,54%	-2,50%
P11	110	3,04%	-2,50%
P12	120	3,53%	3,53 %
KE	125	3,8 %	3,8 %

6. Rayons de raccordement :

Le choix des rayons de raccordement doit satisfaire les deux conditions suivantes :

- Condition de visibilité (déclivités formant un angle saillant)
- Condition de confort (déclivités formant un angle rentrant) ; (Voir figure)

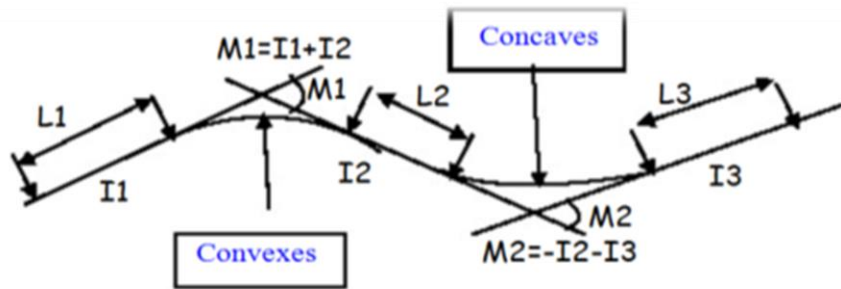


Figure IV.1.3 : Elément géométrique du profil en long

✚ Raccordement convexe (angle saillant) :

Les rayons assurent la condition de visibilité sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base, l'environnement et la catégorie de la route, pour choix unidirectionnelle, pour une vitesse de base V_B de 80 km/h, la catégorie CAT1 et pour l'environnement E2 ; les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II.IV.2: Rayons en angle saillant

		V (km/h)				
		RAYON	40	60	80	100
Chaussée unidirectionnelle (4 voies ou 2x2 voies)	Rvm	300	1000	2500	6000	12000
	Rvn	1000	2500	6000	12000	18000
	RVD	500	1500	4500	10000	20000

✚ Raccordement concave (angle rentrant) :

Les rayons assurent la condition de confort sont données pour les normes en fonction de la vitesse de base, l'environnement et la catégorie de la route, pour une vitesse de base V_B de 80 km/h, la catégorie CAT1 et pour l'environnement E2 ; les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II.IV.3 : Rayons en angle rentrant

		V (km/h)				
		Rayons	40	60	80	100
CAT	Rvm	5000	1200	2400	3000	4200

1-2	Rvn	1200	2400	3000	4200	6000
-----	-----	------	------	------	------	------

7. Détermination pratique du profil en long :

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

À l'équation de la parabole : $X^2 - 2 R Y = 0 \quad \rightarrow \quad Y = \frac{X^2}{2 R}$

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

- Donnée les coordonnées (abscisse, altitude) les points A, D.
- Donnée La pente P1 de la droite (AS).
- Donnée la pente P2 de la droite (DS).
- Donnée le rayon R.

La figure suivante est un schéma représentatif de la courbe du profil en long

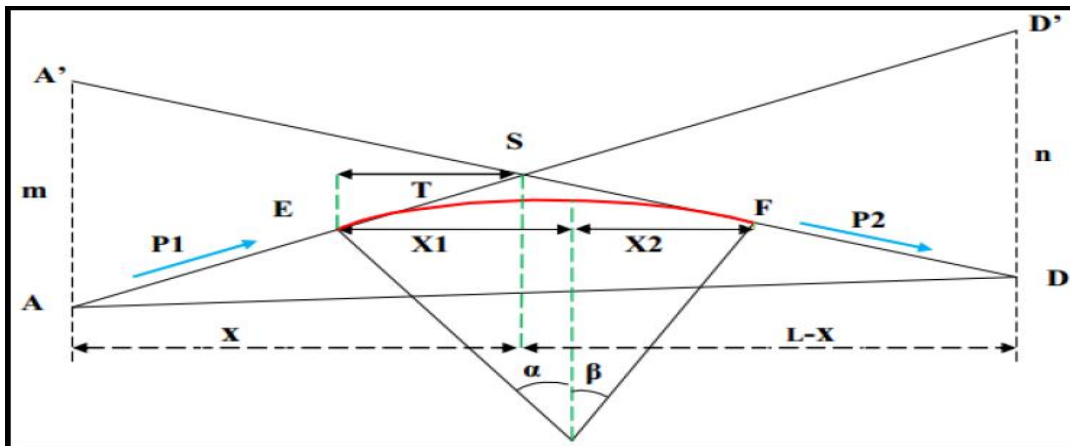


Figure IV.1.4 : Schéma de la courbe du profil en long

✓ Application au projet :

Le tableau suivant représente les pentes du profil en long du projet : (Voir Annexe 08)

Tableau IV.1.4 : Pentes et Rampes du profil en long

Pente 01 (%)	Rampe 01 (%)	Rampe 02 (%)	Rampe 03 (%)
-0.984	2.090	3.479	2.745

$$1- \text{ Calcul des coordonnées du sommet de la parabole : } \begin{cases} X1 = R \times P \\ Y1 = \frac{P^2 * R}{2} \end{cases} ; \begin{cases} X2 = R \times P' \\ Y2 = \frac{P'^2 * R}{2} \end{cases}$$

Rayon de courbure pour 04 déclivités formant deux angles rentrants et un angle saillant.

On prendra « Norme B40 »

Angle saillant : R= 6 000 m

Angle rentrant : R= 3 000 m

- Pour $R_1 = 3\,000\text{ m}$:

$$\begin{cases} X1 = 3\,000 \times (-0.00984) = -29,52\text{ m} \\ Y1 = \frac{(-0.00984)^2 * 3\,000}{2} = 0,15\text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X2 = 3\,000 \times (0.02090) = 62,7\text{ m} \\ Y2 = \frac{(0.02090)^2 * 3\,000}{2} = 0,66\text{ m} \end{cases}$$

- Pour $R_2 = 3\,000\text{ m}$

$$\begin{cases} X1 = 3\,000 \times (0.02090) = 62,7\text{ m} \\ Y1 = \frac{(0.02090)^2 * 3\,000}{2} = 0,66\text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X1 = 3\,000 \times (0.03479) = 104,37\text{ m} \\ Y1 = \frac{(0.03479)^2 * 3\,000}{2} = 1,82\text{ m} \end{cases}$$

- Pour $R_3 = 6\,000\text{ m}$

$$\begin{cases} X1 = 6\,000 \times (0.03479) = 208,74\text{ m} \\ Y1 = \frac{(0.03479)^2 * 6\,000}{2} = 3,63\text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} X1 = 6\,000 \times (0.02756) = 165,36\text{ m} \\ Y1 = \frac{(0,02756)^2 * 6\,000}{2} = 2,28\text{ m} \end{cases}$$

2- Calcul des tangentes :

Les positions de T et T'sont données par rapport à l'intersection des pentes :

$$T = T' = \frac{R}{2} |\Delta P|$$

✚ Dans le cas où les déclivités sont de sens contraire :

$$T = T' = \frac{R}{2}(p + p')$$

✚ Dans le cas où les déclivités sont de même sens :

$$T = T' = \frac{R}{2}(p - p')$$

Exemple : Pour $R = 14\ 167\ m$

$$\left\{ \begin{array}{l} P = -0.984\ \% \\ P' = 2.090\ \% \end{array} \right. \quad \text{Déclivité de sens contraire}$$

Donc :

$$T = T' = \frac{R}{2}(p + p') = \frac{3\ 000}{2}(-0.00984 + 0.02090) = 16,59\ m$$

3- Calcul de la flèche :

La flèche est donnée par :

$$f = \frac{T^2}{2R}$$

Exemple : Pour $R = 14\ 167\ m$

$$f = \frac{(16,59)^2}{2 * 3\ 000} = 0.046\ m$$

Le tableau ci-dessus récapitule les résultats des calculs des tangentes et les flèches du projet :

Tableau IV.1.5 : Récapitulatif des résultats des tangentes et flèches

P % P' %	Rayon (m)	Tangente (m)	Flèche (m)
-0.984 2.090	3 000	16,59	0,046
2.090 3.479	3 000	83,54	1,163
3.479 2.745	6 000	186,72	2,905

Chapitre IV.2 : Etude Du Trafic

IV. 2.1 Introduction

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic, son agressivité et aussi le type d'aménagement à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (TMJA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

L'étude de trafic s'attachera à la connaissance des flux transitoires :

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération a nature des flux, pour déterminer les points d'échange ;
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les investissements ;
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges ;
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

IV. 2.2 Analyse des trafics existants :

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et 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.

2.1- Mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires :

- ✓ Les comptages : permettent de quantifier le trafic.
- ✓ Les enquêtes : permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs.

2.2- Comptages :

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage :

- ✓ Les comptages manuels.
- ✓ Les comptages automatiques

a) Comptages manuels :

Ils sont réalisés par les enquêteurs qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports en commun, Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A)

b) Comptages automatiques :

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires.

2.3 Enquêtes « origine-destination » :

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux.

IV. 2.3 Calcul 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 de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminer.

La capacité dépend :

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- De 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 l'autre).
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies)

IV. 2.4 Calcul de trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement.

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

IV. 2.5 Débit de pointe horaire normal :

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp).

IV. 2.6 Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie à la 10^{ème} année d'exploitation.

IV. 2.7 Détermination nombre des voies :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle : on compare Q à Q_{adm} et on adopter le profil auquel correspond la valeur de Q_{adm} la plus proche à Q .

$$Q_{adm} \geq Q$$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle : Il y a lieu de tenir compte d'un coefficient de dissymétrie S d'un sens le plus chargé par rapport à l'autre.

IV. 2.8 Application numérique au projet :

❖ *Données de trafic :*

- ✓ $TMJA_{2017} = 20\ 000\ V/J$
- ✓ Pourcentage de poids lourds (%**PL**) : % PL = 30 %
- ✓ Taux d'accroissement (τ) : $\tau = 4\%$
- ✓ Durée d'étude et de mise en service : 3 ans
- ✓ Durée de vie : 10 ans

D'après les données de base mentionnée et les suivants :

- * Catégorie
- * L'environnement

8.1 Projection future du trafic :

Le trafic à l'année de mise en service (2020) :

$$TMJA_h = TMJA_{2020} (1 + \tau)^n$$

Avec : $TMJA_h$: trafic à l'horizon (année de mise en service 2020)

$TMJA_o$: trafic à l'année origine (**2017**)

$$TMJA_{2020} = 20\,000 (1+0.04)^3 = 22\,497 \text{ v/j}$$

Donc : **$TMJA_{2020} = 22\,497 \text{ v/j}$**

Trafic à l'année horizon (2030) pour une durée de vie de 10 Ans :

$$TMJA_{2030} = 22\,497 (1+0.04)^{10} = 33\,301 \text{ v/j}$$

Donc : **$TMJA_{2030} = 33\,301 \text{ v/j}$** .

8.2 Calcul du trafic effectif :

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

Avec : P : coefficient d'équivalence il dépend de la nature de la route.

Le tableau suivant montre les valeurs du coefficient d'équivalence P

Tableau II) IV. 1 : Coefficient d'équivalence P.

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

Le coefficient d'équivalence est pris pour convertir le poids lourds, pour une route à bonne caractéristique et un environnement E2 on a **P = 4**.

Z : le pourcentage de poids lourds est égal à **30 %**.

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.3) + 4 * 0.3] * 33\,301 = **63\,272 \text{ uvp/j}**$$

8.3 Débit de pointe horaire normal :

$$Q = 0.12 * T_{\text{eff}}$$

$$Q = 0.12 * 63\,272 = **7\,593 \text{ uvp/h}**$$

8.4 La capacité admissible :

$$Q_{\text{adm}} = K_1 * K_2 * C_{\text{th}} \quad \rightarrow \quad C_{\text{th}} = Q / (K_1 * K_2)$$

Avec : K_1 : coefficient correcteur comme l'indique le tableau ci-dessous

Tableau II) IV.2 : Valeurs de K_1 en fonction de l'environnement

Environnement	E1	E2	E3
K_1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Dans notre cas, on a l'environnement E2 donc : $K_1 = 0,85$

K_2 : coefficient de réduction en fonction de la catégorie et l'environnement.

Le tableau suivant montre les valeurs de K_2 :

Tableau II) IV.3 : Les valeurs de K_2

Environnement	1	2	3	4
E1	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96

Pour un environnement E2 et catégorie CAT 1, Le coefficient de réduction K_2 est pris égal à **0,99**

Q : de l'année de mise en service.

- Chaussée unidirectionnelle :

$$N = S \left(\frac{Q}{Q_{adm}} \right)$$

$$C_L = Q_{max} = \frac{Q}{2} = 7\,593 / 2 = 3\,797 \text{ uvp /h par sens}$$

$$C_{th} = 0,85 * 0,99 * 3\,797 = 3\,195 \text{ uvp /h}$$

$$N = 2/3 \left[\frac{7\,593}{0,85 * 0,99 * 3\,797} \right] = 1,58$$

Donc : $N = 2 \text{ voies /sens}$

Les résultats de calculs sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II) IV.4 : Récapitulatif des calculs du trafic

TJMA₂₀₁₇ (v/j)	TJMA₂₀₂₀ (v/j)	TJMA₂₀₃₀ (v/j)	Teff (uvp/j)	Q (uvp/h)	N (Par sens)
20 000	22 497	33 301	63 272	7 593	2

8.5 Conclusion :

Le profil en travers retenu pour notre projet est défini comme suit :

Deux chaussées unidirectionnelles de 2x2 voies de 3,50 m de largeur séparée par un terre-plein central de 3,00 m et des accotements de 2,40 m.

Chapitre IV.3 : Paramètres Cinématique

IV. 3.1 Introduction :

On doit donner à un conducteur en cas de freinage d'urgence une distance de visibilité suffisante qui lui permettra de freiner sans qu'il ait un risque de danger.

Le frottement du pneumatique sur la chaussée dépendant de la route se caractérise par 3 états :

- Etat de la chaussée ;
- Etat atmosphérique ;
- Etat des pneus du véhicule.

Pour l'importance du coefficient de frottement « f_L » des chaussées, on pourrait admettre les valeurs suivantes :

- Chaussée sèche, pneu en bon état : $f_L = 0,8$ à $0,9$
- Chaussée mouillée, pneu usé : $f_L = 0,3$ à $0,4$
- Chaussée lisse mouillée, pneu usé : $f_L = 0,1$ à $0,2$
- Verglas et boue : $f_L = 0,05$ à $0,1$.

IV. 3.2 Distance minimale de freinage « d_0 » :

La distance de freinage « d_0 » représente une distance nécessaire pour permettre à une roue roulante avec une vitesse v , de s'arrêter sur une chaussée mouillée. Autrement dit c'est la longueur que parcourt le conducteur pendant le freinage qui annule totalement la vitesse. (**Voir figure suivante**)

$$\frac{1}{2}mv^2 = p \cdot f \cdot d_0 \Rightarrow d_0 = \frac{v^2}{2gf} = \frac{v^2}{254f}$$

Avec : V : vitesse en Km/h (Eq II.1.1 « B40 »).

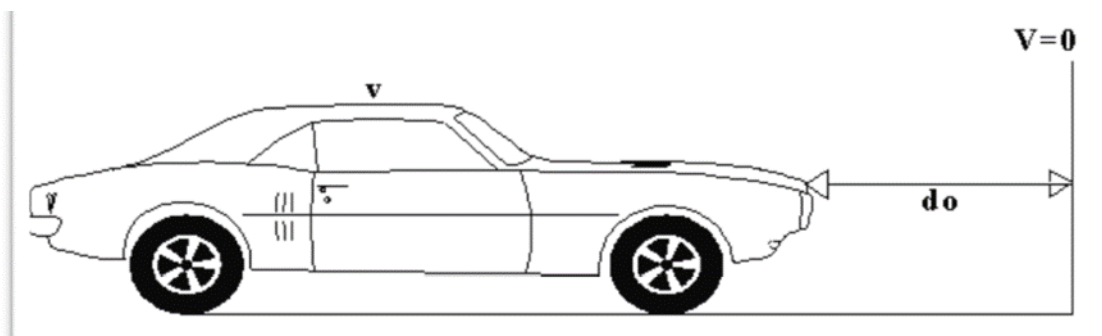


Figure II.VII.1 : Distance de freinage

Dans le cas général, la route est déclive c'est-à-dire elle est en rampe ou en pente.

IV. 3.3 Distance d'arrêt :

La distance parcourue par le véhicule entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est appelée distance d'arrêt « d_1 ».

Elle est obtenue en ajoutant à la distance de freinage « d_0 » l'espace parcouru durant le temps de perception-réaction « t ».

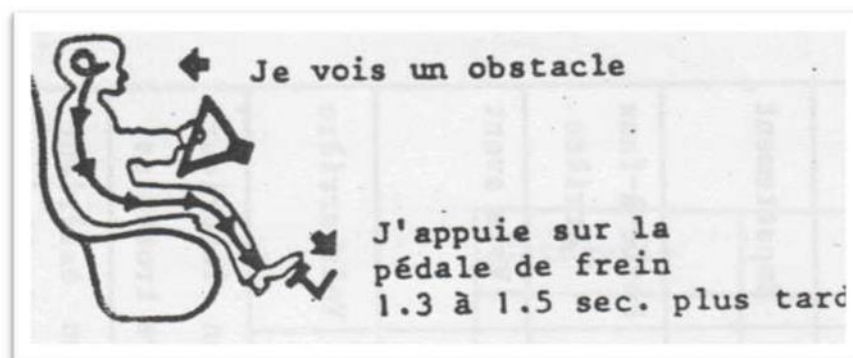


Figure II.VII.2 : temps de perception-réaction.

Ce temps t est appelé le temps de perception-réaction. La norme divise ce temps en deux parties :

- ✓ Le temps physiologique moyen c'est-à-dire le temps au cours duquel l'œil transmet les informations au cerveau et à son tour donne l'ordre d'agir qui est de 1.5 à 1.3s.
- ✓ Le temps mort mécanique c'est-à-dire celui qui permet l'entrer en action des freins qui est de 0,5s.

On aura en fin de compte un temps de perception-réaction égale à :

IV. 3.4 Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre :

Cette dernière représente la distance nécessaire telle que si un véhicule rapide apparaît en sens inverse du véhicule effectuant le dépassement à l'instant où celui-ci amorce sa manœuvre il ne croise le véhicule inverse qu'après l'exécution de la manœuvre.

IV. 3.5 Espacement entre 2 véhicules :

Cet espacement doit être simplement égal au chemin parcouru par le 2^{ème} véhicule pendant le temps de perception et de réaction « t » :

L'espacement sera donc théoriquement : $E = V * t + l$

On a établi une formule basée sur l'étude expérimentale d'un flux régulier de véhicules à vitesse constante : $E = a + b * V + c * V^2$.

IV. 3.6 Application au projet :

On a catégorie 1, vitesse de référence = 80 Km/ h

1- Distance de freinage :

La formule de d_0 sera en fonction de ces cas suivants :

En rampe :

$$d_0 \text{ (m)} = (0,04 * V^2) / (g (f_l + i))$$

En pente :

$$d_0 \text{ (m)} = (0,04 * V^2) / (g (f_l - i))$$

En palier ($i=0$) on aura :

$$d_0 \text{ (m)} = (0,04 * V^2) / (g * f_l)$$

Avec : i : déclivité de la route en %. v : vitesse (km/h).

f : coefficient de frottement longitudinal, varie avec l'état des pneus et l'état de la chaussée comme il peut varier avec la vitesse du véhicule.

Tableau IV.1 : coefficient de frottement longitudinal f en fonction de la vitesse (B40).

Vitesse (km/h)	40	60	80	100	120
Catégorie 1.2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33
Catégorie 3.4.5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36

Le tableau suivant représente Listing du profil en long :

De l'annexe 04, on tire f : $f = 0,39$

En rampe :

- Pour : $i = 2.745$ % (pris du tableau précédent)

$$d_0 \text{ (m)} = \frac{(0,04*v^2)}{g \text{ (fl+i)}} = \frac{(0,04*80^2)}{10 (0,39+0,02745)} = 61,32 \text{ m}$$

- Pour $i = 3.479 \%$

$$d_0 \text{ (m)} = \frac{(0,04*v^2)}{g \text{ (fl+i)}} = \frac{(0,04*80^2)}{10 (0,39+0,03479)} = 60,27 \text{ m}$$

- Pour $i = 2.090 \%$

$$d_0 \text{ (m)} = \frac{(0,04*v^2)}{g \text{ (fl+i)}} = \frac{(0,04*80^2)}{10 (0,39+0,02090)} = 62,30 \text{ m}$$

En pente : avec : $i = -0.984 \%$ (du tableau) :

$$d_0 \text{ (m)} = \frac{(0,04*v^2)}{g \text{ (fl-i)}} = \frac{(0,04*80^2)}{10 (0,39-0,00984)} = 67,34 \text{ m.}$$

En palier : $i = 0 \%$

$$d_0 \text{ (m)} = \frac{(0,04*v^2)}{g * fl} = \frac{(0,04*80^2)}{10 * 0,39} = 65,64 \text{ m.}$$

2- Distance d'arrêt :

La distance d'arrêt se calcule en fonction du temps de perception-réaction qui est égale à :

✓ Catégorie 1- 2, avec environnement E1, E2 :

t = 1.8s pour $V > 80 \text{ km/h.}$

t = 2s pour $V \leq 80 \text{ km/h.}$

✓ Catégorie 1- 2, environnement E3 :

t = 1.8s quel que soit la vitesse.


✓ Catégorie 3-4-5, quel que soit l'environnement :

t = 1.8s pour $V > 60 \text{ km/h.}$

t = 2s pour $V \leq 60 \text{ km/h.}$

Finalement, les distances d'arrêt seront déterminées en fonction des valeurs de « t », d'où :

a- Distance d'arrêt en alignement droit :

Si **t = 1,8 s**  $d_1 \text{ (m)} = d_0 + 0.50 * V$

Si $t = 2 \text{ s}$ \rightarrow $d_1 \text{ (m)} = d_0 + 0.55 * V$

b- Distance d'arrêt en courbe :

Si $t = 1,8 \text{ s}$ \rightarrow $d_1 \text{ (m)} = 1,25 d_0 + 0.50 * V$

Si $t = 2 \text{ s}$ \rightarrow $d_1 \text{ (m)} = 1,25 d_0 + 0.55 * V$

On a : $V = 80 \text{ Km/h}$ donc : $t = 2 \text{ s}$ donc :

2.1 En alignement droit :

$$d_1 \text{ (m)} = d_0 + 0,55 * V = 65,64 + 0,55 * 80$$

$$d_1 \text{ (m)} = 109,64 \text{ m}$$

2.1 En courbe :

$$d_1 \text{ (m)} = 1,25 d_0 + 0,55 v = 1,25 * 65,64 + 0,55 * 80$$

$$d_1 \text{ (m)} = 126,05 \text{ m}$$

3- Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre :

Sachant que : $V = 80 \text{ Km/h}$

Le tableau suivant résume selon les normes B40 les distances de visibilité de la manœuvre et de dépassement et d'arrêt :

Tableaux IV.2 : les différentes distances selon les normes B40 :

V (Km/ h)	40	60	80	100	120	140
Dvd_f (m)	4 V	4 V	4 V	4,2 V	4,6 V	5 V
	160	240	320	420	550	700
Dvd_N (m)	6 V	6 V	6 V	6,2 V	6,6 V	7 V
	240	360	480	620	790	980
Dmd (m)	70	120	200	300	425	/

3.1 Pour un dépassement court ou en force :

D'après le tableau **IV.2** :

Pour $V \leq 90$ Km/h : $t = 7,2$ s :

$$Dvd f (m) = 4 * V = 4 * 80 = 320 \text{ m}$$

3.2 Pour un dépassement normal :

Pour $V \leq 90$ Km/h : $t = 10.8$ s :

$$Dvd n = 6 * V = 6 * 80 = 480 \text{ m}$$

3.3 Distance de manœuvre :

On peut obtenir cette distance du tableau **IV.2** : $Dmd (m) = 200$ m.

4- Espacement entre 2 véhicules :

$$E = 8 + 0,2 * V + 0,003 * V^2 = 8 + 0.2 * 80 + 0.003 * 80^2$$

$$E = 43,2 \text{ m.}$$

Chapitre IV.4 : Dimensionnement Du Corps De Chaussée

IV. 4.1 Introduction :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

Et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc..... Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

La qualité de la construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe d'abord par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser.

Le dimensionnement des structures de chaussée constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

- ✓ Le trafic.
- ✓ L'environnement de la route (le climat essentiellement).
- ✓ Le sol support.

IV. 4.2 Définition de la chaussée :

Au sens Géométrique : la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

Au sens Structurel : l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la Reprise des charges (**Voir figure IV.4.1**). Il existe trois types de chaussées :

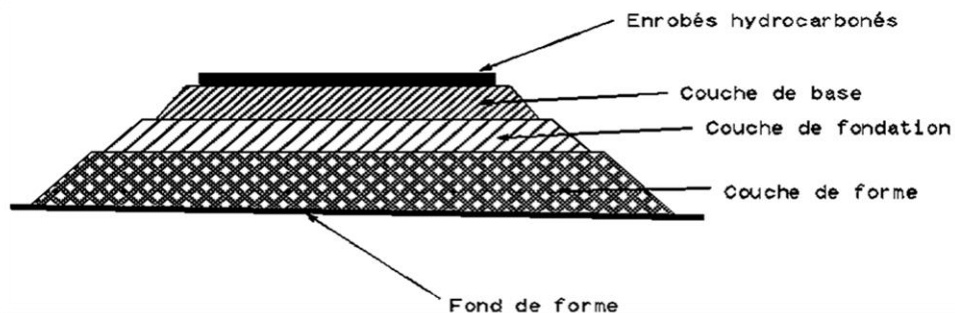


Figure IV.4.1 : Corps de chaussée.

- Chaussée souple : Elles constituent l'immense majorité des routes actuelles. Elles sont composées d'une fondation constituée d'un matériau non traité mais stabilisé mécaniquement (Compact), d'une couverture bitumineuse mince (couche de roulement) moins de 15 cm (Voir figure IV.4.2).

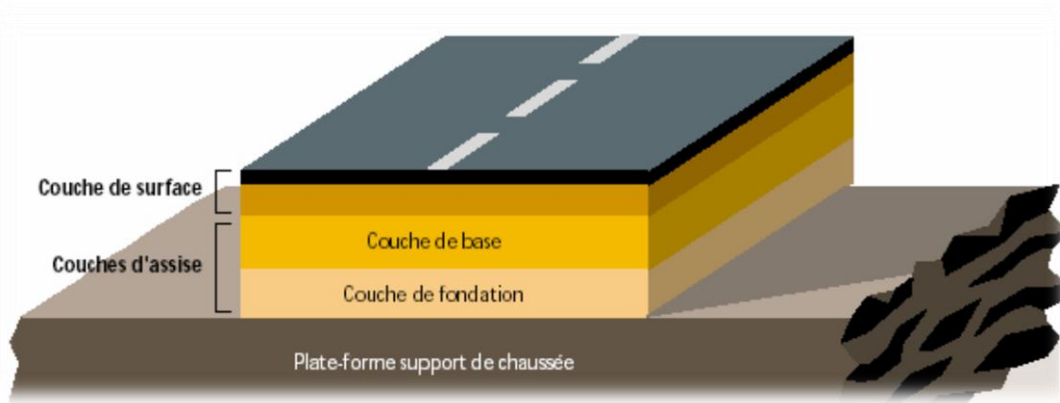


Figure IV.4.2 : structure type d'une chaussée souple.

- Chaussée semi – rigide : On distingue :

Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat, ...).

- Chaussée rigide : Comportant des dalles en béton (correspondant aux couches de base de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent ainsi sur une couche de fondation qui peut être une grave stabilisé mécaniquement.

La figure ci-dessous représente les trois types de structure de la chaussée :

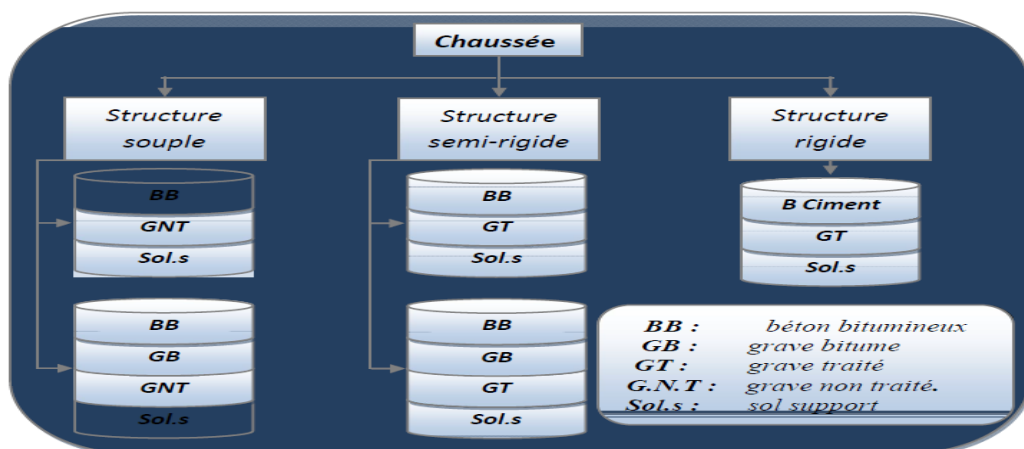


Figure IV.4.3 : types de chaussées

Les différentes couches d'une chaussée sont en partant du bas ; les sous-couches (sub-base), la couche de fondation (foundation course), la couche de base (base course) et la couche de surface (surfacing course).

1. *Sous-couche :*

- a) Anti-contaminante : pour s'opposer à des remontées d'argile.
- b) Drainante : pour assurer l'évacuation de l'humidité.
- c) Anti-capillaire : pour s'opposer aux remontées d'eau par capillarité.
- d) Anti-gel : pour s'opposer au gel.

2. *Couche de fondation :*

Elle répartie les pressions sur le terrain naturel (15 à 30 cm).

3. *Couche de base :*

Elle supporte directement l'action du véhicule qui transmet ces pressions à la couche de fondation (10 à 20 cm).

4. *Couche de surface : (revêtement)*

Elle constitue la chape de protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et elle devra assurer la rugosité (qualité essentielle par la sécurité des usagers) (5 à 10 cm).

IV. 4.3 Dimensionnement du corps de chaussée :

❖ Principe :

Il consiste à déterminer une épaisseur de chaussée suffisante pour que le terrain naturel d'assise ne se poinçonne pas sous l'effet des charges de circulation.

❖ Facteurs à prendre en compte pour le dimensionnement du corps de chaussée :

Résistance du terrain naturel : Elle est exprimée par l'indice de CBR (I_{CBR}) « lorsque I_{CBR} est grand, e est petit et inversement.

❖ Nature du matériau :

Le corps de chaussée sera exprimé par le coefficient d'équivalence par un matériau de référence qui est une grave bien propre ou bien graduée.

❖ Le trafic :

Considéré par le nombre moyen journalier « TMJA » des véhicules de plus de 1,5 t à vide.

Le poids de la roue la plus chargée en route ; $P = 13 / 2 = 6,5 \text{ t}$.

Remarque générale :

On distingue 3 groupes de méthodes :

- ✓ Méthodes théoriques : sont des méthodes utilisées pour une recherche théorique.
- ✓ Méthodes empiriques : elles se bornent à une classification des sols et des types de chaussées (expérimentalement).
- ✓ Méthodes semi-empirique : elles combinent entre les résultats théoriques et les essais de laboratoires. Ces méthodes sont les plus répandues.

IV. 4.5 Méthode de dimensionnement du corps de chaussée :

A. Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio) :

C'est une méthode semi empirique qui tient compte de la résistance au poinçonnement suivant l'essai CBR du sol de fondation et d'autre part sur l'hypothèse de « Boussinesque » pour la répartition ou profondeur des pressions verticales dans un massif homogène semi-infini. Cette pression qui s'exerce sur le sol de fondation doit être inférieure à la résistance du poinçonnement « I » du sol données par l'essai CBR.

L'épaisseur du corps de chaussée est donnée par l'abaque Américain est telle que :

$$e = \frac{100 + 150 \sqrt{P}}{ICBR + 5}$$

Avec : e : épaisseur.

I_{CBR} : indice CBR (sol support).

P : charge par roue $P = 6.5 \text{ t}$ (essieu 13 t)

- ✓ Epaisseur de chaque couche constituante :

La structure de chaussée est composée de plusieurs couches de matériaux différents et d'épaisseurs successives e_1 , e_2 et e_3 (épaisseurs réelles).

Chaque matériau est défini par son coefficient d'équivalence (a_1 , a_2 et a_3).

L'épaisseur totale équivalente sera donc :

$$e_{eq} = a_1 * e_1 + a_2 * e_2 + a_3 * e_3$$

✓ Coefficient d'équivalence :

L'épaisseur de la couche telle quelle est calculée, l'utilisation de matériaux autres que la grave propre ou graduée, permet de réduire l'épaisseur ou bien de l'augmenter. Dans ce cas, l'épaisseur se déduit de celle qui sera calculée en divisant cette dernière par le coefficient d'équivalence.

Remarque : Dans ce projet nous allons utiliser cette méthode.

B. Méthode de catalogue des chaussées Neuves (CTTP) 1977 ou 1998 :

Les paramètres utilisés dans la méthode du catalogue des chaussées sont : trafic, sol support, Environnement et zone climatique.

Pour la détermination de l'épaisseur, il faut passer par les étapes suivantes :

- Détermination de la classe de trafic ;

La classe de trafic est déterminée du trafic cumulé (Poids lourds moyen journalier annuel cumulé) de la voie la plus chargée.

Avec : T_c : Trafic cumulé correspondant aux VPL sur la durée de vie (**voir tableau suivant**) :

Tableau IV.4.1 : Classe de trafic T_i

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T_0	$T < 3.5 \cdot 10^5$
T_1	$3.5 \cdot 10^5 < T < 7.3 \cdot 10^5$
T_2	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^6$
T_3	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
T_4	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
T_5	$T > 4 \cdot 10^7$

$$T_c = \frac{(1 + \tau)^n - 1}{\tau} * T_1 * 365$$

Avec : n : Durée de vie.

- Détermination de la classe du sol ;

La classe du sol est déterminée directement du tableau des S_i en fonction d' I_{CBR} .

Tableau IV.4.2 : Tableau des classes de sol Si

Classe de sol (Si)	Indice C.B.R
S0	>40
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

IV. 4.5 Application numérique au projet :

Données : TMJA 2020 (Année de mise en service) = 22 497 v/j. « Calculé dans le chapitre IV : Etude de Trafic »

$I_{CBR} = 4,5$ (Selon la classe du sol)

% PL = 30 %

Durée de vie = 10 ans

$\tau = 4 \%$

1- Calcul du trafic du VPL à l'année de mise en service :

$$N_1 = TMJA\ 2020 * \%PL = 22\ 497 * 0,30$$

$$N_1 = 6\ 749\ VPL/j$$

2- Calcul du trafic du VPL à l'année horizon :

$$N_n = N_1 (1 + \tau)^n$$

$$N_{20} = 6\ 749 (1 + 0,04)^{10}$$

$$N_{20} = 9\ 990\ VPL/j$$

3- Calcul de l'épaisseur théorique :

$$e = \frac{100 + \sqrt{6,5} * [75 + 50 \log (\frac{N}{10})]}{ICBR + 5}$$

Avec : N : désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide

Log : logarithme décimal.

$$e = \frac{100 + \sqrt{6,5} * [75 + 50 \log (\frac{9990}{10})]}{4,5 + 5}$$

e = 70,90 cm.

4- Calcul des épaisseurs des différentes couches :

Dans le dimensionnement du corps de chaussée de différents matériaux sont utilisés, et chaque matériau a un coefficient d'équivalence résultant du tableau suivant :

Tableau IV.4.3 : Coefficients d'équivalence.

	Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Couche de surface	Béton bitumineux en épaisseur < 5	1,8
	Béton bitumineux en épaisseur de 5 à 7 cm	2,0
	Béton bitumineux en épaisseur > 7cm	2,2
Couche de base	Grave bitume en épaisseur ≤ 10 cm	1,20
	Grave bitume en épaisseur > 10 cm	1,50
	Grave bitume en épaisseur de l'ordre de 15 cm	1,60
	Grave bitume en épaisseur de l'ordre de 20 cm	1,70
	Grave ciment	1,5
	Sable ciment	1,2
Couche de fondation	Grave concassée ou gravier	1,00
	Tuf granuleux	0,75
	Tuf	0,60
	Grave roulée-grave sableuse T.V.O	0,75

On propose :

4.1 Couche de surface : « en biton bitumineux BB »

D'après le tableau **ci-dessous** ; $c_1 = 2,00$

$$e_1 = 10 \text{ cm} ; e_1 = c_1 * e_1 = 2,00 * 10 = 20 \text{ cm}$$

4.2 Couche de base : « en Grave Concassée »

D'après le tableau **ci-dessous** ; $c_1 = 1,00$

$$e_2 = 20 \text{ cm} ; e_2 = c_2 * e_2 = 1,00 * 20 = 20 \text{ cm}$$

4.4 Couche de fondation : « en Tuf »

D'après le tableau **ci-dessous** ; $c_3 = 0,75$

$$e = \mathbf{70,9} \text{ cm} = c_1 * e_1 + c_2 * e_2 + c_3 * e_3$$

$$e_3 = \frac{e - [c_1 * e_1 + c_2 * e_2]}{c_3} = \frac{70,9 - [20 + 20]}{0,75}$$

$$e_3 = 41,2 \text{ cm} \simeq 41 \text{ cm}$$

$$e_3 = 41 * 0,75 = 30,75 \text{ cm} \simeq 31 \text{ cm}$$

- ✓ Avec une Sous-couche en sable ciment d'épaisseur de 25 cm

D'après le tableau **ci-dessous** ; $c_4 = 1,2$

$$e_4 = 25 \text{ cm} ; e_4 = c_4 * e_4 = 25 * 1,2$$

$$e_4 = 30 \text{ cm}$$

Après la vérification, la structure proposée est comme suit :

Tableau IV.4.4 : épaisseurs du corps de chaussée

Couches	Matériaux	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Epaisseur équivalente (cm)
C.S	BB	10	2,00	20
C.B	GCC	20	1,00	20
C.F	Tuf	41	0,75	31
Total		71		71

- ✓ Notre structure comporte : 10 **BB** + 25 **GCC** + 41 **Tuf** + 25 **sable**

La figure suivante récapitule les résultats de la méthode CBR que nous avons utilisée :



Figure IV.4.4 : schéma des différentes couches

Chapitre IV.5 : Profil En Travers

IV. 5.1 Définition :

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de l'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical.

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc...).

IV. 5.2 Types de profil en travers :

On distingue deux types de profils : type et courant.

✓ Profil en travers type :

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

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

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

✓ Profil en travers courant :

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

Il existe trois types de profils en travers : Les profils en remblai, en déblai ou bien les profils mixtes. (Voir figure)

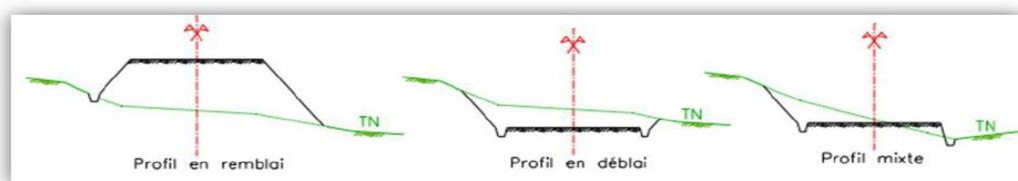


Figure IV.5.1 : Différents types de profil en travers

IV. 5.3 Les éléments de composition du profil en travers :

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

La chaussée : C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.

La plate-forme : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussée et les accotements, éventuellement les terrepleins et les bandes d'arrêts.

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

L'emprise : C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc.), elle coïncidant généralement avec le domaine public.

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

B.D.G : onde dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

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

Berme : Partie latérale non roulable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

B.A.U : Partie de l'accotement, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée.

Banquette : Parapet de terre établi le long d'une route.

Caniveau : Bordure extérieure de la chaussée aménagée pour l'écoulement de l'eau.

La figure suivante représente les éléments d'un profil en travers :

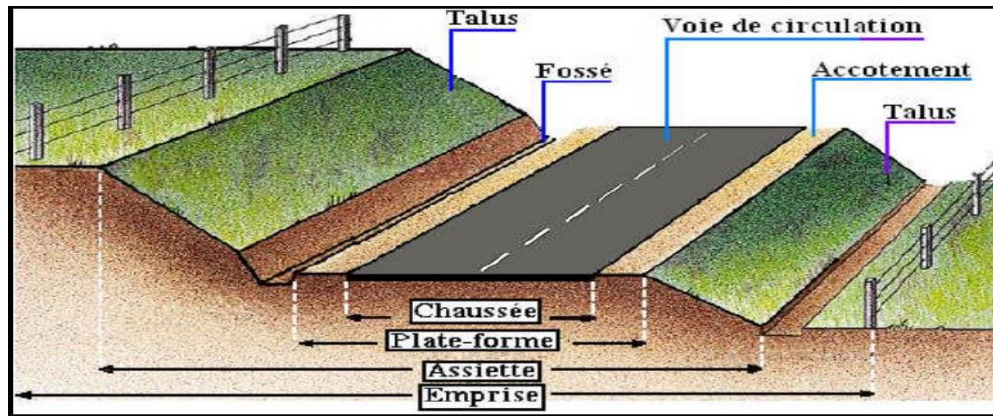


Figure IV.5.2 : Éléments du profil en travers

IV. 5.4 Application au projet :

Après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre route sera composé de deux chaussées unidirectionnelles.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée : $3.50 \times 4 = 14$ m
 - Accotement : $2.40 \times 2 = 4.80$ m
 - Terre-plein central : 3.00 m
 - Bande de guidage : $0.30 \times 4 = 1.2$ m
 - Plate-forme : 23 m
- ❖ Fossés bétonnés sur toute la longueur. La figure suivante montre le fossé avec les dimensions :

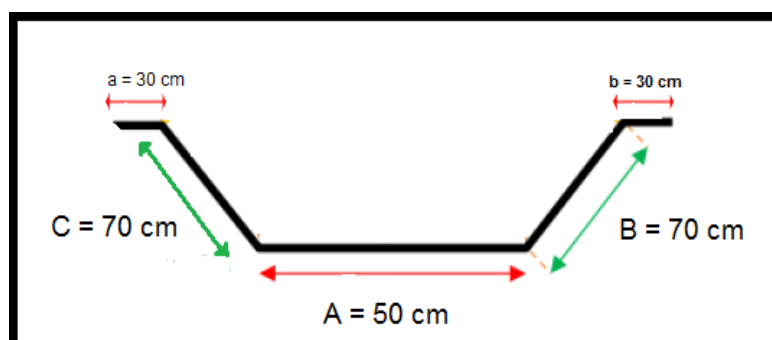


Figure IV.5.3 : dimensions du fossé

Chapitre IV.6 : Cubatures Et Mouvements Des Terres

IV. 6.1 Introduction :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont objectif primordial de modifier la forme du terrain naturel pour qu'il soit disponible à recevoir des ouvrages en terme général.

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

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

Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle (les cubatures des terrassements).

IV. 6.2 Définition :

On définit les cubatures par le nombre des cubes de déblais et remblais que comporte le projet afin d'obtenir une surface uniforme sensiblement rapprocher et sous adjacente à la ligne rouge de notre projet.

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

IV. 6.3 Méthode utilisée :

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi lesquelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité.

a- Description de la Méthode :

En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs

Où h, S1, S2 et S0 désignant respectivement :

- ❖ Hauteur entre deux profils.
- ❖ Hauteur des deux profils.

Surface limitée à mi-distances des profils.

Ici à la figure ci-dessous on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés :

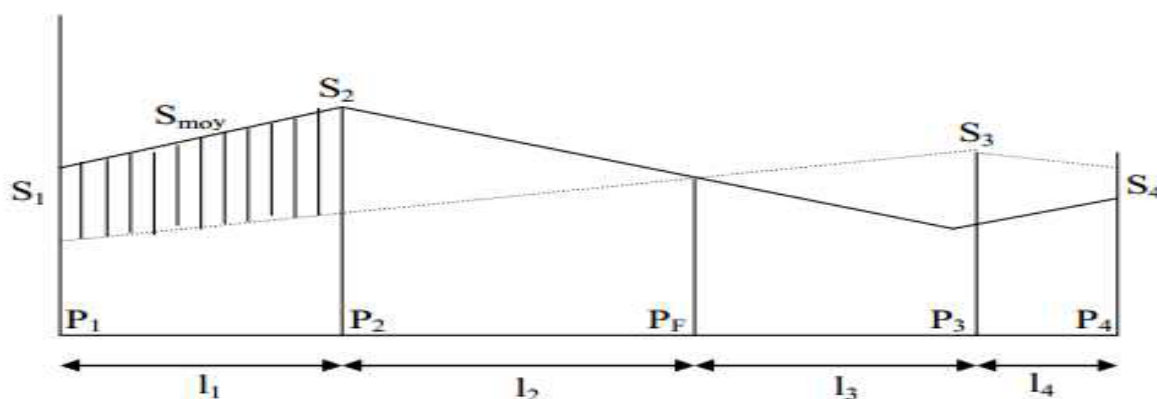


Figure IV.6.1 : Schéma représentant la surface entre profil

Le volume compris entre les deux profils en travers P1 et P2 de section S1 et S2 sera égale à :

$$V = \frac{l1}{6} * (S1 + S2 + 4Smoy)$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions Smoy et $\frac{(S1 + S2)}{2}$

Ceci donne : $V_1 = \frac{l1}{2} * (S1 + S2)$

Donc les volumes seront :

- Entre P1 et P2 : $V1 = \frac{l1}{2} * (S1 + S2)$
- Entre P2 et PF : $V2 = \frac{l2}{2} * (S2 + 0)$
- Entre PF et P3 : $V3 = \frac{l3}{2} * (0 + S3)$

En additionnant membre à membre ces expressions on a le volume total des terrassements :

$$V = \frac{l1}{2} * S1 + \frac{l1 + l2}{2} * S2 + \frac{l2 + l3}{2} * 0 + \frac{l3 + l4}{2} * S3 + \frac{l4}{2} * S4$$

On voit l'utilité de placer les profils PF puisqu'ils neutralisent en quelque sorte une certaine longueur du profil en long, en y produisant un volume nul.

IV. 6.4 Mouvement des terres :

1. Métre de terrassement :

C'est une méthode quantitative qui consiste à évaluer les cubes du déblai et du remblai existant dans un projet, l'opération qui consiste à transporter les terres de déblais ou d'emprunt en remblai ou en dépôt dite mouvement des terres. A cette opération deux facteurs interviennent [5] :

- Les cubes des terres à transporter
- Distance de transport.

A cet effet, on cherche toujours la distance minimale de transport

- En évacuant l'excès de déblai aux dépôts les plus proches.
- En ramenant les terres des emprunts les plus proche.

2. Foisonnement :

On appelle la propriété que présente les sols d'augmenter le volume lorsqu'on les manipule, il se produit à ce moment par suite de la décompression de matériaux de vides partiels, entre les particules plus ou moins grosses et les cailloux. Lorsqu'on remet en place les sols remaniés, ils ne représentent pas le volume qu'ils occupaient précédemment dans la majorité des cas. Le foisonnement des matériaux est très variable.

Suivant la nature du sol, on a pris le coefficient de foisonnement pour les terres qui seront transportées égale à **20%**

Pour les remblais, il s'agit de tassement. Suivant la nature du sol, on a opté un coefficient de remblai avant compactage (coefficient de tassement) égale à **15%**.

3. Moment de transport :

C'est le produit du volume transporté par la distance de transport $M = v \times d$

Avec : v : volume transporté

d : distance de transport

Le but de l'étude des mouvements des terres est de trouver la distance moyenne minimale de transport pour minimiser le prix de ce dernier.

4. Distance minimale de transport :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n v_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

5. Epure de LALANNE :

Elle consiste à rechercher les transports des terres des plus économiques entre les déblais réutilisables, les dépôts, le remblai et les emprunts.

Dans le cas de profil mixtes (remblai et déblai), on ne prendra en compte que la cube de terre restant après compensation dans les profils.

Le but de l'épure consiste à obtenir la somme minimum des moments de transports qui dépend de la ligne horizontale dite de répartition choisie [6].

6. Principe de l'épure de LALANNE :

Il s'agit maintenant de déterminer le détail des transports des terres d'un profil à un autre et d'un ou plusieurs lieux d'emprunts à des profils ou depuis des profils vers des emprunts dans le cas d'un excès de remblai. C'est pour cela qu'on établit l'épure de LALANNE.

7. Etablissement de l'épure de LALANNE :

L'épure de LALANNE est un moyen de représentation graphique des terrassements effectués, et s'établit de la façon suivante :

- On représente les volumes par des lignes verticales dont la longueur est proportionnelle aux cubes représentés
- On trace une ligne horizontale initiale appelé ligne des terres sur laquelle on porte l'échelle choisie l'emplacement des profils en travers.
- On porte les déblais de bas en haut et les remblais de haut en bas sautant d'un profil à un autre par un échelon horizontal en cumulant les cubes à chaque profil et comptant les déblais comme positif et les remblais comme négatif.

Exemple : Cas d'un excès de déblais :

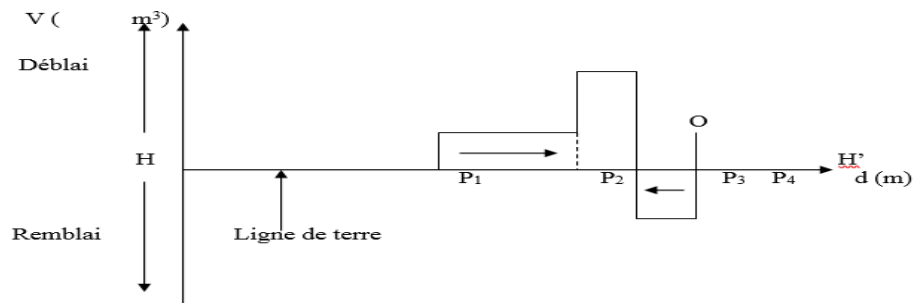


Figure IV.6.1 : L'épure de LALANNE

Ligne de répartition des sens de transport :

On cherche à partager cette épure dans sa hauteur par une ligne horizontale qui pourra être différente ou non de l'horizontal (H, H'), et qui suivra la ligne de répartition, (LR) de la direction des transports ; Ceci devra se faire de gauche à droite pour les volumes situés au-dessus de cette ligne et de droite à gauche pour les volumes situés au-dessous de cette ligne.

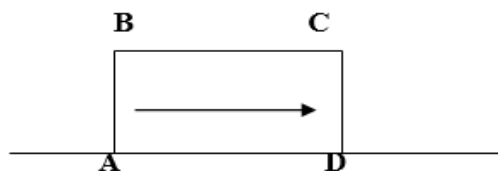


Figure IV.6.2 : Sens de transport

La flèche indique qu'il conviendra de transporter le déblai AB pour combler le remblai CD, situé à la distance AD, le rectangle ABCD a pour surface le produit AB par la distance AD ; cette surface est appelée moment de transport.

IV. 6.5 Calculs des cubatures :

Le tableau ci-après représente le calcul des cubatures détaillées :

Tableau IV.6.1 : Cubatures détaillées

Profil n°	Abscisse (m)	Longueur d'application (m)	Déblais		Remblais		Volume Déblai Foisonné (m³)	Volume Remblai avant tassement (m³)	Excès déblais (m³)	Excès remblais (m³)
			Surface (m²)	Volume (m³)	Surface (m²)	Volume (m³)				
P1	0,00	10,00	10,44	104,43	1,33	13,30	125,315	15,641	109,675	
P2	20,00	20,00	0,58	11,53	10,18	203,68	13,839	239,524		225,685
P3	40,00	20,00	0,07	1,34	12,99	259,74	1,603	305,449		303,846
P4	60,00	20,00	0,56	11,10	11,21	224,19	13,322	263,647		250,325
P5	80,00	20,00	0,96	19,26	9,26	185,12	23,106	217,704		194,598
P6	100,00	20,00	1,00	19,93	7,71	154,12	23,917	181,242		157,325
P7	120,00	20,00	0,64	12,83	8,48	169,53	15,397	199,364		183,967
P8	140,00	20,00	1,80	36,02	7,08	141,52	43,230	166,423		123,194
P9	160,00	20,00	4,58	91,69	3,89	77,82	110,022	91,511	18,512	
P10	180,00	20,00	4,08	81,56	2,76	55,17	97,877	64,880	32,997	
P11	200,00	20,00	5,78	115,64	2,61	52,19	138,773	61,372	77,401	
P12	220,00	20,00	10,28	205,66	1,19	23,72	246,798	27,895	218,902	
P13	240,00	14,30	12,55	179,53	0,68	9,74	215,433	11,453	203,979	
P14	248,61	10,00	13,47	134,67	0,56	5,63	161,609	6,621	154,988	
P15	260,00	15,70	14,63	229,70	0,41	6,45	275,645	7,590	268,055	
P16	280,00	20,00	16,07	321,43	0,17	3,35	385,721	3,942	381,779	
P17	300,00	20,00	20,58	411,51	0,00	0,00	493,817	0,000	493,817	
P18	320,00	20,00	22,18	443,63	0,00	0,00	532,360	0,000	532,360	
P19	340,00	20,00	24,79	495,72	0,00	0,00	594,869	0,000	594,869	
P20	360,00	20,00	29,39	587,86	0,00	0,00	705,430	0,000	705,430	
P21	380,00	14,00	36,97	517,59	0,00	0,00	621,111	0,000	621,111	
P22	388,00	10,00	39,71	397,05	0,00	0,00	476,465	0,000	476,465	
P23	400,00	16,00	28,57	457,11	0,02	0,32	548,533	0,374	548,159	
P24	420,00	20,00	13,84	276,87	7,06	141,24	332,239	166,094	166,144	
P25	440,00	20,00	8,90	178,02	2,74	54,81	213,625	64,458	149,167	
P26	460,00	20,00	18,30	365,98	0,00	0,01	439,177	0,011	439,166	
P27	480,00	20,00	14,82	296,49	0,48	9,56	355,792	11,242	344,550	
P28	500,00	20,00	12,61	252,16	0,93	18,52	302,593	21,781	280,812	
P29	520,00	20,00	6,64	132,77	2,47	49,33	159,328	58,010	101,318	
P30	540,00	20,00	3,24	64,84	8,14	162,84	77,803	191,505		113,702
P31	560,00	20,00	0,57	11,48	13,58	271,58	13,772	319,384		305,612
P32	580,00	20,00	0,16	3,29	16,05	320,98	3,952	377,477		373,525
P33	600,00	20,00	0,32	6,43	9,51	190,23	7,714	223,707		215,993
P34	620,00	20,00	1,81	36,29	4,95	98,99	43,545	116,415		72,870
P35	640,00	20,00	0,20	3,95	11,66	233,29	4,745	274,352		269,607
P36	660,00	20,00	0,00	0,00	25,72	514,48	0,000	605,033		605,033
P37	680,00	20,00	0,00	0,00	37,16	743,19	0,000	873,991		873,991
P38	700,00	20,00	0,00	0,00	42,65	853,09	0,000	1003,230		1003,230
P39	720,00	20,00	0,00	0,00	38,39	767,73	0,000	902,847		902,847
P40	740,00	20,00	0,00	0,00	32,54	650,71	0,000	765,232		765,232
P41	760,00	20,00	0,00	0,00	32,85	656,91	0,000	772,529		772,529
P42	780,00	20,00	0,00	0,00	37,93	758,56	0,000	892,064		892,064
P43	800,00	20,00	0,00	0,00	40,75	815,01	0,000	958,454		958,454
P44	820,00	10,18	0,00	0,00	41,79	425,36	0,000	500,226		500,226
P45	820,36	10,00	0,00	0,00	41,82	418,20	0,000	491,803		491,803
P46	840,00	19,82	0,00	0,00	42,85	849,38	0,000	998,865		998,865
P47	860,00	20,00	0,00	0,00	30,08	601,63	0,000	707,516		707,516
P48	880,00	20,00	0,21	4,20	14,49	289,74	5,040	340,737		335,696
P49	900,00	20,00	3,96	79,21	5,17	103,41	95,051	121,616		26,565
P50	920,00	20,00	7,41	148,11	2,27	45,33	177,726	53,304	124,422	
P51	940,00	19,87	11,68	232,13	1,30	25,78	278,553	30,323	248,230	
P52	959,75	10,00	12,10	121,01	1,16	11,55	145,208	13,585	131,623	
P53	960,00	10,13	12,10	122,54	1,15	11,68	147,051	13,731	133,319	
P54	980,00	20,00	18,36	367,13	0,03	0,61	440,560	0,717	439,843	
P55	1000,00	20,00	31,01	620,12	0,00	0,00	744,149	0,000	744,149	
P56	1020,00	20,00	48,99	979,87	0,00	0,00	1175,846	0,000	1175,846	
P57	1040,00	20,00	58,04	1160,76	0,00	0,00	1392,913	0,000	1392,913	
P58	1060,00	20,00	70,55	1411,10	0,00	0,00	1693,318	0,000	1693,318	

P59	1080,00	20,00	80,57	1611,34	0,00	0,00	1933,610	0,000	1933,610		
P60	1100,00	20,00	86,46	1729,22	0,00	0,00	2075,061	0,000	2075,061		
P61	1120,00	20,00	90,40	1808,05	0,00	0,00	2169,660	0,000	2169,660		
P62	1140,00	20,00	81,08	1621,66	0,00	0,00	1945,987	0,000	1945,987		
P63	1160,00	20,00	70,09	1401,79	0,00	0,00	1682,147	0,000	1682,147		
P64	1180,00	20,00	60,11	1202,19	0,00	0,00	1442,632	0,000	1442,632		
P65	1200,00	20,00	58,78	1175,65	0,00	0,00	1410,782	0,000	1410,782		
P66	1220,00	20,00	60,89	1217,72	0,00	0,00	1461,263	0,000	1461,263		
P67	1240,00	17,39	67,47	1173,39	0,00	0,00	1408,069	0,000	1408,069		
P68	1254,78	10,00	70,03	700,29	0,00	0,00	840,353	0,000	840,353		
P69	1260,00	12,61	70,55	889,54	0,00	0,00	1067,445	0,000	1067,445		
P70	1280,00	20,00	71,24	1424,73	0,00	0,00	1709,670	0,000	1709,670		
P71	1300,00	20,00	74,09	1481,87	0,00	0,00	1778,246	0,000	1778,246		
P72	1320,00	20,00	72,98	1459,56	0,00	0,00	1751,473	0,000	1751,473		
P73	1340,00	20,00	62,45	1248,94	0,00	0,00	1498,734	0,000	1498,734		
P74	1360,00	17,70	59,80	1058,45	0,00	0,00	1270,141	0,000	1270,141		
P75	1375,40	10,00	52,65	526,46	0,00	0,00	631,746	0,000	631,746		
P76	1380,00	12,30	49,84	613,14	0,00	0,00	735,768	0,000	735,768		
P77	1400,00	20,00	37,05	740,96	0,00	0,00	889,147	0,000	889,147		
P78	1420,00	20,00	32,69	653,83	0,00	0,00	784,591	0,000	784,591		
P79	1440,00	20,00	31,50	630,00	0,00	0,00	756,005	0,000	756,005		
P80	1460,00	20,00	33,65	673,00	0,00	0,00	807,601	0,000	807,601		
P81	1480,00	20,00	21,62	432,34	0,00	0,00	518,802	0,000	518,802		
P82	1500,00	11,30	6,74	76,13	2,34	26,46	91,356	31,118	60,238		
P83	1502,59	10,00	5,23	52,35	2,86	28,63	62,820	33,665	29,155		
P84	1520,00	18,70	5,77	107,99	2,90	54,26	129,592	63,813	65,779		
P85	1540,00	20,00	5,67	113,40	3,01	60,12	136,077	70,696	65,381		
P86	1560,00	20,00	1,23	24,55	8,27	165,50	29,455	194,626		165,172	
P87	1580,00	20,00	0,29	5,79	13,98	279,60	6,953	328,810		321,857	
P88	1600,00	20,00	0,84	16,76	10,72	214,35	20,112	252,079		231,967	
P89	1620,00	11,61	0,05	0,53	8,85	102,72	0,636	120,795		120,159	
P90	1623,21	10,00	0,00	0,00	9,67	96,70	0,000	113,723		113,723	
P91	1640,00	18,39	0,00	0,00	11,09	204,02	0,000	239,931		239,931	
P92	1660,00	20,00	0,00	0,00	12,12	242,38	0,000	285,043		285,043	
P93	1680,00	20,00	0,10	1,98	13,61	272,22	2,375	320,129		317,755	
P94	1700,00	20,00	0,56	11,15	13,09	261,89	13,381	307,986		294,604	
P95	1720,00	20,00	8,56	171,25	1,85	37,08	205,505	43,607	161,898		
P96	1740,00	20,00	11,31	226,22	1,30	25,93	271,466	30,495	240,971		
P97	1760,00	20,00	8,05	160,95	1,84	36,87	193,143	43,360	149,783		
P98	1780,00	20,00	0,65	12,93	9,52	190,31	15,520	223,804		208,284	
P99	1800,00	20,00	0,00	0,00	24,65	492,95	0,000	579,713		579,713	
P100	1820,00	20,00	0,00	0,00	48,23	964,55	0,000	1134,307		1134,307	
P101	1840,00	20,00	0,00	0,00	65,31	1306,12	0,000	1535,992		1535,992	
P102	1860,00	20,00	0,00	0,00	69,16	1383,26	0,000	1626,709		1626,709	
P103	1880,00	20,00	0,00	0,00	67,71	1354,15	0,000	1592,485		1592,485	
P104	1900,00	20,00	0,00	0,00	62,33	1246,55	0,000	1465,943		1465,943	
P105	1920,00	20,00	0,00	0,00	44,66	893,11	0,000	1050,301		1050,301	
P106	1940,00	20,00	0,00	0,00	23,13	462,63	0,000	544,051		544,051	
P107	1960,00	20,00	0,12	2,44	7,87	157,48	2,930	185,192		182,262	
P108	1980,00	17,53	7,08	124,17	2,02	35,48	149,002	41,723	107,279		
P109	1995,07	7,53	9,98	75,17	1,33	10,02	90,209	11,785	78,425		
Total							46103,351	26206,755	44531,158	24634,562	

Volume déblais foisonnés – Volume remblais avant tassement = Excès déblais (+) – Excès remblais (-)

$$\updownarrow 46103,351 - 26206,755 = \mathbf{19896,596 \text{ m}^3}$$

$$\updownarrow 44531,158 - 24634,562 = \mathbf{19896,596 \text{ m}^3}$$

- Calcul de La distance minimale de transport : $D_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^n v.d}{\sum_{i=1}^n v_i}$

$$D_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^n v.d}{\sum_{i=1}^n v_i} = \frac{11387334,36}{56936,6718} \longrightarrow D_{\min} = 200 \text{ m}$$

- Le choix d'engins :

Si $D_m \leq 200 \text{ m}$ \longrightarrow l'engin utilisé : le scapper

Si $D_m > 200 \text{ m}$ \longrightarrow L'engin utilisé : Camion + chargeur

Pour notre projet, la distance minimale de transport égale à **200,67 m** donc on utilise le **scrapper**

Chapitre IV.7 : Implantation

IV.7.1 Définition :

L'implantation est une opération topographique dont le but de déterminer la position exacte de tous points en coordonnées et en altitude, celle-ci s'effectue sur le terrain à l'aide d'un théodolite à partir de la coordonnée rectangulaire déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de base qui a servi au levé du terrain. Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction.

Le piquetage « l'implantation » est donc le report du projet étudié sur le terrain naturel. ^[9]

IV.7.2 Plan de piquetage des axes des voies :

C'est le plan où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

IV.7.3 Implantation planimétrique des sommets des alignements :

A- Par rayonnement :

On pose un point connu avec un théodolite et après avoir fait une orientation sur un point pris comme référence (affichage du gisement), on affiche le gisement du point à implanter et on reporte ensuite sur cette direction la distance correspondante jusqu'à matérialiser le point.

B- Par intersection :

On stationne simultanément en deux points connus et de chacun et après orientation on affiche les angles et on matérialise l'intersection.

C- Par coordonnées polaires :

Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

IV.7.4 Implantation de courbes :

1. Raccordement circulaire :

Pour implanter un raccordement circulaire, il faut implanter au préalable les alignements droits adjacents et leur intersection.

La valeur du rayon R est une donnée, l'angle au centre β est calculé.

Après l'implantation des alignements, on implante les points de tangences T, T' et le sommet M de la courbe à partir du sommet S.

Plusieurs méthodes d'implantation peuvent être utilisées pour l'implantation de la partie circulaire.

2. Raccordement progressif :

Le piquetage peut être réalisé soit par coordonnées rectangulaires à partir des tangentes, soit par la méthode des cordes et angles. Ce sont surtout les appareils de mesure dont on dispose qui fixeront le choix du procédé. Tandis que le piquetage par les coordonnées rectangulaires peut se faire à l'aide d'un jalon, d'un ruban métrique et d'une équerre optique, un théodolite est nécessaire pour appliquer la méthode des cordes et angles.

La figure suivante montre la méthode d'implantation :

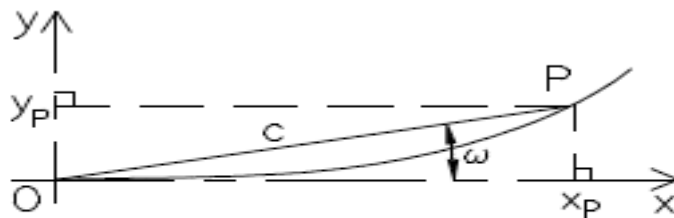


Figure IV.7.1 : Méthode d'implantation

- Piquetage par coordonnées rectangulaires

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

- Piquetage par coordonnées Polaires

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \qquad w_{\text{radians}} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6}$$

IV. 7.5 Application au projet :

❖ Calcul d'implantation pour les deux clothoïdes :

- Raccordement progressif (Forme symétrique)

➤ *Virage n° 01 :*

✓ Partie clothoïde :

Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS :

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \quad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : ($\Delta L = 10\text{m}$).

$$n = \frac{L}{\Delta L}$$

$$n = \frac{140}{10} \longrightarrow n = 14\text{pts}$$

Données : R = 500 m

L = 140 m

A = 264.58 m

$\Delta L = 10$ m

n = 14

Le tableau suivant récapitule les résultats pour le clothoïde n° 01 :

Tableau IV.7.1 : les éléments d'implantation clothoïde « 01 »

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000	0,002
2	20 m	20,000	0,019
3	30 m	30,000	0,064
4	40 m	39,999	0,152
5	50 m	49,998	0,298
6	60 m	59,996	0,514
7	70 m	69,991	0,817
8	80 m	79,983	1,219
9	90 m	89,970	1,735
10	100 m	99,949	2,380
11	110 m	109,918	3,167
12	120 m	119,873	4,111
13	130 m	129,810	5,225
KE	140 m	139,725	6,524

✓ Partie circulaire :

Par abscisse et ordonnées sur la tangente :

$$X_i = R \sin i\delta$$

$$Y_i = R(1 - \cos i\delta)$$

Données : R = 500 m

$$\gamma = 54.9714 \text{ gr}$$

$$\gamma / 2 = 27.4857 \text{ gr}$$

$$n = 15 \text{ pts}$$

$$\delta = 1,832 \text{ gr}$$

Le tableau ci-dessus représente les résultats des calculs :

Tableau IV.7.2 : les éléments d'implantation cercle « 01 »

Pts	Iδ (gr)	Xi = R* sin iδ (m)	Yi= R (1 - cos iδ) (m)
M	0,000	0,000	0,000
1	1,832	14,387	0,207
2	3,664	28,761	0,828
3	5,496	43,112	1,862
4	7,328	57,427	3,309
5	9,160	71,694	5,167
6	10,992	85,903	7,435
7	12,824	100,040	10,110
8	14,656	114,094	13,191
9	16,488	128,054	16,676
10	18,320	141,907	20,650
11	20,152	155,643	24,842
12	21,984	169,251	29,517
13	23,816	182,718	35,582
14	25,648	196,034	40,032
T	27,480	209,187	45,863

➤ Virage n°2 :

✓ Partie clothoïde :

Par abscisse et ordonnées sur la tangente KAS :

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8}$$

$$y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

On prendra un point tous les 10 m de longueur de clothoïde : ($\Delta L = 10\text{m}$).

$$n = \frac{L}{\Delta L}$$

$$n = \frac{125}{10} \longrightarrow n = 13 \text{ pts}$$

Données : R = 650 m

L = 125 m

A = 285.04 m

$\Delta L = 10$ m

n = 13

Le tableau suivant récapitule les résultats pour le clothoïde n° 01 :

Tableau IV.7.3 : les éléments d'implantation clothoïde « 02 »

Pts	$i\Delta L$ (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000	0,002
2	20 m	20,000	0,019
3	30 m	30,000	0,064
4	40 m	39,999	0,152
5	50 m	49,998	0,298
6	60 m	59,996	0,514
7	70 m	69,991	0,817
8	80 m	79,983	1,219
9	90 m	89,970	1,735
10	100 m	99,949	2,380
11	110 m	109,918	3,167
12	120 m	119,873	4,111
KE	125 m	124,844	4,646

✓ Partie circulaire :

Par abscisse et ordonnées sur la tangente :

$$X_i = R \sin i\delta$$

$$Y_i = R(1 - \cos i\delta)$$

Données : R = 650 m

$\gamma = 12,0472$ gr

$\gamma / 2 = 6,0236$ gr

n = 15 pts

$\delta = 0,402$ gr

Le tableau ci-dessus représente les résultats des calculs :

Tableau IV.7.4 : les éléments d'implantation cercle « 02 »

Pts	$I\delta$ (gr)	$X_i = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y_i = R(1 - \cos i\delta)$ (m)
<i>M</i>	0,000	0,000	0,000
<i>1</i>	0,402	4,104	0,013
<i>2</i>	0,804	8,209	0,052
<i>3</i>	1,206	12,313	0,117
<i>4</i>	1,608	16,416	0,207
<i>5</i>	2,010	20,519	0,324
<i>6</i>	2,412	24,621	0,466
<i>7</i>	2,814	28,722	0,635
<i>8</i>	3,216	32,822	0,829
<i>9</i>	3,618	36,921	1,049
<i>10</i>	4,020	41,018	1,295
<i>11</i>	4,422	45,113	1,567
<i>12</i>	4,824	49,207	1,865
<i>13</i>	5,226	53,298	2,189
<i>14</i>	5,628	57,388	2,538
<i>T</i>	6,024	61,414	2,908

Chapitre IV.8: Signalisation Routière

IV. 8.1 Introduction :

La signalisation routière permet d'assurer le guidage des usagers en leur donnant des informations d'aide à la conduite et au déplacement sur un itinéraire donné, dans le but de faciliter la circulation et de la rendre plus sûre. Elle consiste en deux grands ensembles, à savoir la signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, les balises et les feux tricolores et la signalisation routière horizontale, constituée des marquages au sol.

IV. 8.2 Principes de la signalisation routière :

La signalisation routière ne peut être efficace que si l'on respecte certains principes :

- a) Principe de valorisation ;
- b) Principe de concentration ;
- c) Principe de visibilité.

IV. 8.3 Rôle de la signalisation :

Le rôle primordial de la signalisation est de réduire les causes d'accidents et de faciliter la circulation aux usagers de la route non familiers avec l'environnement du projet.

Il est bien entendu que les critères principaux pour avoir une circulation saine et efficace sont :

- * L'uniformité ;
- * L'homogénéité ;
- * Et la simplicité.

Pour satisfaire ces critères, il faudrait prévoir des moyens rigoureusement efficaces pour répondre parfaitement à l'objectif principal du mouvement de trafic. Ces moyens consistent en une signalisation horizontale et verticale bien appropriée.

Le but de ce chapitre est de présenter les critères appliqués pour la signalisation de deuxième boulevard périphérique de Mostaganem.

IV. 8.4 Catégories de signalisation :

On distingue :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.

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

IV. 8.5 Type de signalisation :

Il y a deux types de signalisations : verticale et horizontale.

A. Signalisation Horizontale

La signalisation horizontale a pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de la circulation ou à certaines catégories d'usages.

Le marquage des chaussées joue un rôle essentiel dans la sécurité routière, il est obligatoire sur autoroute.

Le rôle essentiel de la signalisation horizontale est de délimiter les voies de circulation afin d'augmenter la sécurité routière. Un autre rôle est de compléter la signalisation verticale.

Le marquage de la chaussée est réalisé par plusieurs catégories de marques.

* Type de signalisation :

La signalisation horizontale se divise en trois types :

Marquages longitudinaux :

- Lignes axiales, on distingue les lignes continues infranchissables, lignes discontinues, lignes de dissuasion ;
- Lignes de rive ;
- Lignes de délimitation de vitesse.

Marquages transversaux :

- Lignes d'arrêt ;
- Lignes « céder le passage » ;
- Passage pour piétons.

Marquages complémentaires :

- Flèches de sélection de rives ;
- Flèches de rabattement ;
- Indications particulières.

* Dimensions des marquages :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « u » différente selon le type de route ; on adopte les valeurs suivantes pour « u » :

U = 7,5 cm ; sur routes de types autoroutier et voies rapides urbaines.

U = 6 cm ; sur routes express à une chaussée et routes principales bidirectionnelles.

U = 5 cm ; sur les autres routes.

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 6 cm.

* Modulation des lignes discontinues :

Trois types de modulation ont été retenus, se différenciant par rapport des pleins aux vides ; ces modulations (tirets plus intervalles) sont des multiples ou sous-multiples de 13 (m). Le tableau ci-après donne leurs caractéristiques (Voir figure)

Tableau IV.8.1 : Les caractéristiques des lignes discontinues

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs	Rapport plein/vide	Couleur
Axial longitudinal	T1	3	10	1/3	Blanc
	T'1	1.5	5	1/3	Blanc
	T3	3	1.33	3	Blanc
rive transversal délimitation du TPC	T2	3	3.5	1	Blanc
	T'3	20	6	3	Blanc
	T4	39	13	3	Jaune
	T'2	0.5	0.5	1	Blanc
	LC				Jaune

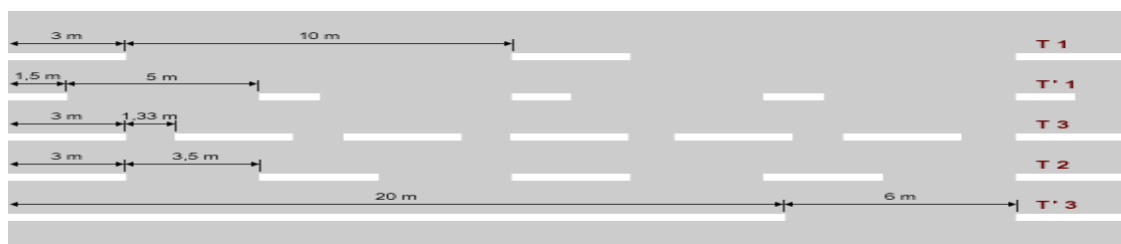


Figure IV.8.1 : modulation de lignes discontinues

Tableau IV.8.2 : Les modulations de tous les types des lignes adoptées.

modulation	désignation des marques	largeur
Continue	Délimitation de terre-plein central (TPC)	3U
	Ligne séparant les sens de circulation opposés sur les routes à trois voies, avec deux voies affectées à un sens de circulation et ligne oblique marquant un rétrécissement de route de trois à deux voies	3U
T1	Ligne axiale ou de délimitation de voie	2U
T2	Délimitation des voies de décélération, d'insertion ou d'entrecroisement	5U
T3	Ligne de rive de chaussée	3U
T'3	Ligne d'annonce d'une ligne continue	2U
T'3	Ligne de rive aux approches de certains carrefours et dans les bretelles de raccordement	3U
T4	Ligne délimitant une bande d'arrêt d'urgence, en section courante (hors bretelles de raccordement) sur autoroutes et routes à chaussées séparées et à carrefours dénivelés	3U
T'2	Ligne " CÉDEZ-LE-PASSAGE "	50 cm

La figure suivante est un schéma représentatif de type de modulation :

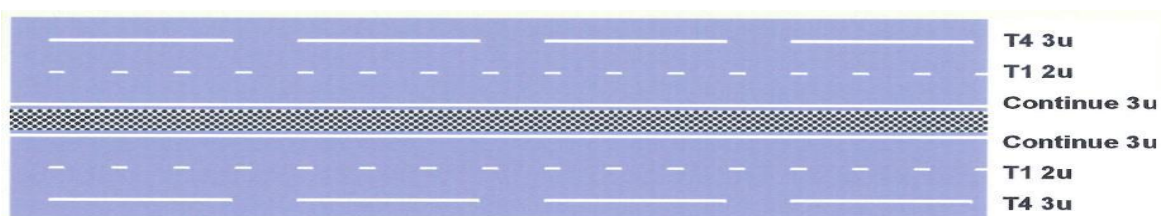


Figure IV.8.2 : Types de modulation

B. Signalisation verticale

La signalisation verticale est divisée en deux grandes catégories :

- * Signalisation de danger, de prescription et d'indication.
- * Signalisation de direction.

1- *Signalisation de Danger, de Prescription et D'indication :*

La signalisation de danger, de prescription et d'indication est utilisée pour régler, en conditions de sécurité, la circulation autant sur la section de type autoroutier, que sur le réseau routier existant.

Le tableau suivant résume les dimensions détaillées des panneaux :

Tableau IV.8.3 : Dimensions détaillées des panneaux ^[20]

Dimensions	Côté du triangle (mm)	Diamètre du rond (mm)	Double de l'apothème de L'octogone (mm)	Côté du carré (mm)
TGG (*)	1500	1250	1200	1050
GG (**)	1250	1050	1000	900
GN (***)	1000	850	800	700

(*) : Taille des panneaux sur autoroute : Très Grande Gamme (TGG)

(**) : Sur entrées et sortie : Grande Gamme (GG)

(***) : Bretelle d'accès aux gares de péage et rétablissements : Gamme Normale (GN)

✓ La signalisation de danger : **(Voir figure)**



Figure IV.8.3 : Signalisation de danger

✓ Intersection et régime de priorité : **(Voir figure)**



Figure IV.8.4 : panneaux d'intersection et régime de priorité

✓ La signalisation de prescription :

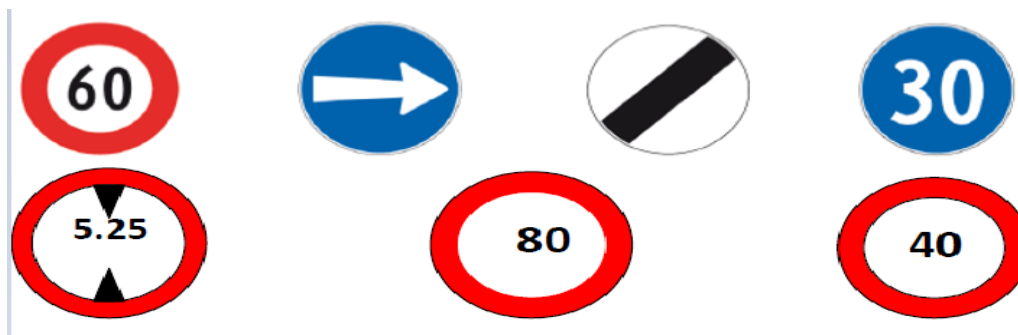


Figure IV.8.5 : panneaux de signalisation de prescription

2- Signalisation de direction :

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



Figure IV.8.6 : signalisation de direction

II. 8.6 Application au projet :

Dans le cadre de notre étude, tout en respectant les critères énoncés précédemment ainsi que la réglementation routière Algérienne, on mentionne sur le plan de signalisation que la codification des panneaux et l'unité de largeur des lignes de marquage.

✚ Signalisation verticale :

Les différents types de panneaux de signalisation dans notre projet sont : (**Voir figure**)



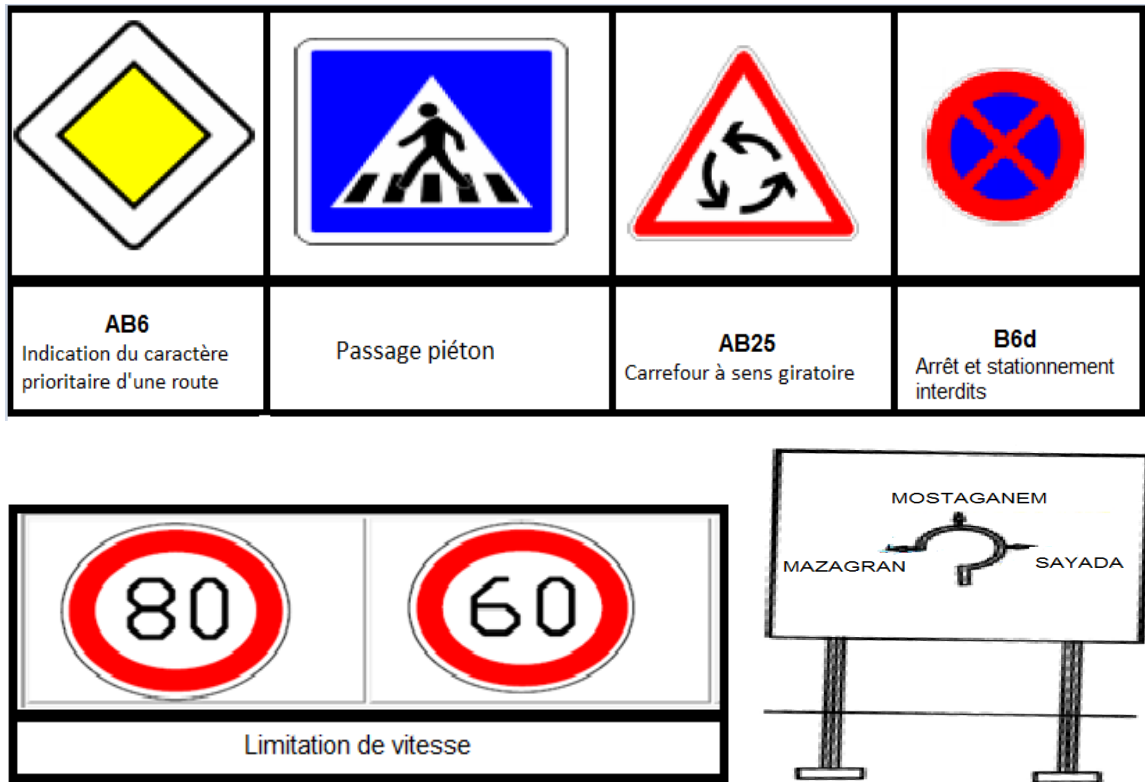


Figure IV.8.7 : signaux pour l'évitement.

✚ Signalisation horizontale :

Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un $U = 7,5$ cm. et les lignes de délimitation des voies sont de type T1 et de largeur $2U$.

La figure suivante montre la signalisation horizontale de notre cadre d'étude :

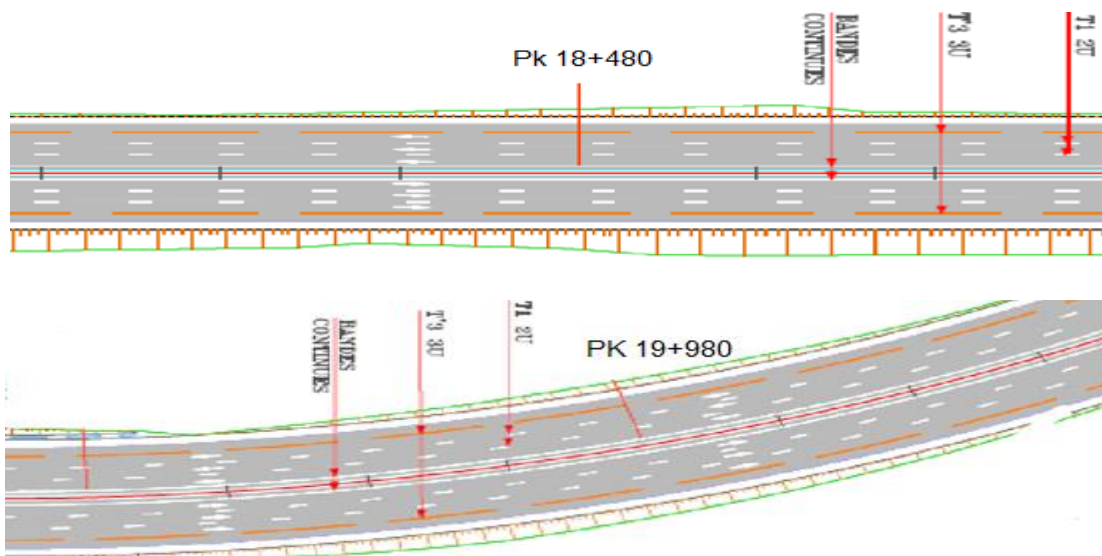


Figure IV.8.8 : Signalisation horizontale

✓ Flèches de sélection :

Les deux figures suivantes représentent les flèches de sélection et de rabattement avec leurs dimensions selon les normes :

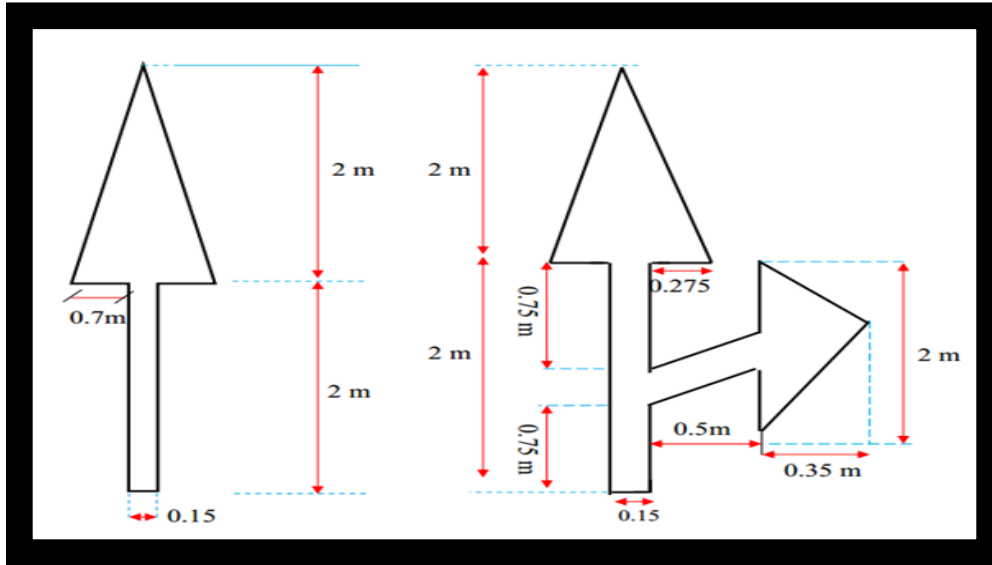


Figure IV.8.9 : Flèches de sélection

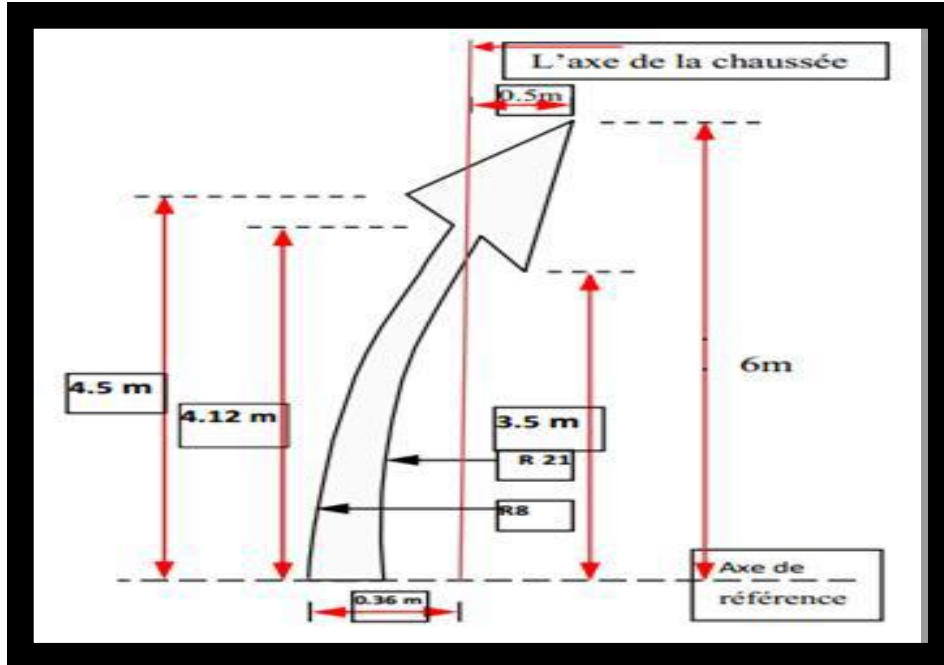


Figure IV.8.10 : Flèche de rabattement

Chapitre IV.9 : Etude D'impacts Du 2ème Boulevard Périphérique De Mostaganem Sur L'environnement

IV. 9.1 Introduction :

Cette étude porte sur l'évaluation environnementale de la réalisation d'un deuxième boulevard périphérique de Mostaganem, Ce tronçon d'environ 28 km prend son origine de la Commune de Stidia (RN 11), en traversant un important cordon dunaire de caractère forestier (forêt de Stidia).

Le projet passe ensuite par la commune d'Ain Nouissi, Hassi Mamache, et se termine au niveau des limites administratives de la commune de Sayada avec celles de Mostaganem.

Cette zone est caractérisée par sa vocation agricole, une richesse écologique importante (terrains agricoles, reboisements fruitiers, cultures céréalières, maraichères.).

IV. 9.2 Contexte climatique régionale

Le climat de la région d'étude est pratiquement du type méditerranéen comme tout le Nord-Ouest Algérien qui est caractérisé par :

- La concentration de pluies pendant la période froide (maximum de 60 mm au mois de Novembre et décembre).
- Une sécheresse apparente pendant les mois les plus chauds (de 01 à 05 mm entre Juin et Aout).
- La durée de la saison sèche est en moyenne de 07 mois, elle couvre la période de mois d'Avril jusqu'au mois d'octobre. L'indice d'aridité de la région est de 12,43 déterminants un régime Semi-aride.

L'utilisation du quotient pluviothermique d'EMBERGER dont l'application est propre aux régions méditerranéennes permet de classer la région d'étude dans l'étage bioclimatique Semi-aride à hiver chaud. Cette classification repose sur une moyenne d'environ 10 ans, condition de temps nécessaire et suffisante pour une caractérisation fiable du climat de la région.

IV. 9.3 Contexte biologique

La Faune : De par la variété de ses biotopes, la région renferme un potentiel cynégétique important. Cette conservation tant aussi à protéger l'habitat de la faune sauvage commune qui existe dans la région.

La Flore : La région de Mostaganem comme tout le littoral algérien est caractérisée par une végétation typiquement méditerranéenne, dépendant des conditions du milieu où elle vie.

Dans une étude intitulée « Taxons végétaux du littoral occidental et oriental algérien menacés de disparition » S. Belgat et R. Loisel ont classé la végétation herbacée du littoral algérien en 4 classes :

- Classe 1 : Les espèces en danger de disparition ;
- Classe 2 : Les espèces endémiques ;
- Classe 3 : Les espèces très rares ;
- Classe 4 : Les espèces rares.

IV. 9.4 Contexte socioculturel

Population : La zone d'étude (**Voir figure 4.1**) compte une population estimée à 310 509 Habitant selon le (RGPH 2013), soit 38,44 % de la population totale de la Wilaya, avec une densité moyenne de 999 hab/km².



Figure 4.1 : La zone de notre étude

Agriculture : La région de Mostaganem est connue par sa vocation agricole, elle dispose d'une superficie agricole totale de 177 310 ha. Dont 132 268 ha de superficie agricole utile (SAU), et 32 960 ha de terres irriguées répartis à travers 24 535 exploitations agricoles.

IV. 9.5 Evaluation des impacts du projet sur l'environnement

- Les impacts induits par le projet sont de nature à provoquer un dérangement de la population locale en phase de construction, dont des émanations atmosphériques (poussières, gaz à effets de serre).

- Les déchets solides rejetés dans la nature en phase de construction auront des impacts importants, de par leurs caractères non biodégradables pour la quasi-totalité des déchets de ce type de chantiers.
- Des effets de coupure traduits par des gênes à la circulation notamment le déplacement de la population locale, les accès aux propriétés (terres Agricoles, serres, fermes...), les déplacements des troupeaux, etc.
- Les niveaux de bruit seront élevés dans la zone de projet, une pollution sonore de plus de 90 dB sera enregistrée en construction, ceci sera due par les engins de construction, et les camions de transport.
- Les ressources en eau superficielles traversées par le projet seront perturbées en phase de construction, qu'en exploitation, des rejets de déchets solides augmentant les teneurs en MES, la turbidité de l'eau, ce qui provoque une pollution temporaire de ces dernières, en exploitation ; la pollution sera due principalement par les rejets liquides (ruissèlement de la chaussée lors des périodes pluvieuses).
- Sur le plan agricole ; une perte significative en superficies agricoles, environ 80 hectares sur tous le parcours du projet, dont environ 08 hectares de reboisements fruitiers, et 9,5 hectares de surfaces irriguées, qui ne seront plus destinées à la production, ceci aura une incidence sur les revenus des agriculteurs.

IV. 9.6 Mesures de compensation des effets dommageables sur l'environnement

- La circulation des engins doit être limitée à l'intérieur des emprises du projet et des pistes d'accès, dans des horaires bien définis pour éviter les effets de coupure, ainsi que les niveaux de bruit élevés hors les heures de travail.
- Des signalisations claires des chantiers et pistes d'accès doivent être mises en place afin de limiter les risques d'accident.
- Arrosage des pistes lors des travaux afin d'éviter l'envol des poussières, et l'utilisation d'engins en bon état pour éviter les émanations de grandes quantités des gaz d'échappement.
- Durant le transport de matériaux, seront couvertes les caisses pour éviter l'envol des poussières et des particules fines, qui, en suspension, polluent les alentours du chantier et de la route.
- Le nettoyage du matériel de chantier doit être effectué loin des lits d'Oueds ou cours d'eaux.
- Un suivi régulier (analyses physico-chimiques) des ressources en eau à proximité du tracé.

- L'approvisionnement des camions et engins de chantier en carburants doit être effectué dans les stations de services
- Le stockage des produits dangereux doit faire l'objet de dispositifs strictes et particulièrement spécifiques.
- Les déchets ménagers et les déchets inertes peuvent être collectés et transportés vers le centre d'enfouissement technique (C.E.T.) approprié le plus proche du chantier.
- Les terres végétales découpées lors des terrassements doivent être exploitées le maximum de part et d'autre de la chaussée ; ou dans des travaux d'aménagement des espaces verts et des zones touristiques.
- Eviter le maximum les zones riches en végétation (reboisements fruitiers, forêts, prairies, zones Humides...).

Passages à faune : Une route représente une barrière infranchissable pour la quasi-totalité de la faune, y compris parfois pour les espèces capables de voler (insectes en particulier)

Les principaux objectifs de mise en place des Passages à faune sont : Assurer le rétablissement des liaisons au-dessus et/ou au-dessous de l'infrastructure, et réduire la mortalité des espèces par collision.

Intégration paysagère et végétalisation des talus et des ouvrages d'art :

Lors des travaux de définition du corps de chaussée, des déblais et/ou des remblais seront réalisés afin de garantir la meilleure pente, pour la bonne intégration de ces talus dans leurs paysages, des reboisements doivent être effectués au niveau de chaque talus créé, en plus d'aspect esthétique de la route, cette végétalisation assurera la fixation et la protection des talus contre l'érosion liée au gel-dégel, aux vents, et aux eaux de ruissellement). La matrice meuble des talus est responsable du déchaussement de pierres ou de petits blocs lors de fortes précipitations.

IV. 9.7 Aménagement des zones de dépôt des déblais de chantier

Pour ce type de projets à caractère autoroutiers, une des exigences est la recherche de l'équilibre des déblais et des remblais.

Les matériaux non réutilisés provenant de déblais devront être immédiatement évacués en dehors de la zone de travaux (au moins 200 m de la zone des terrassements).

Principales caractéristiques des zones de dépôt :

- Topographie plane ;
- Loin des zones forestières ou d'intérêt écologique ;
- Loin des cours d'eaux (pour ne pas gêner l'écoulement des eaux, ou polluer ces derniers).
- Loin des zones contenant des nappes phréatiques (éviter l'infiltration des polluants).
- Loin des zones d'irrigation, et des zones comportant des puits, forages ...etc.
- Un corridor d'au moins 200 m de l'axe de projet (pour éviter la pollution de la zone de travail par la circulation des camions et engins) ...etc.
- La partie des matériaux jugés propre à réemployer en remblai sur le chantier pourra être stockée sur place ou mis en remblai immédiatement selon l'accord du Maître d'ouvrage.
- Les entreprises de réalisation doivent assurer les modalités techniques de préparation et de remise en état des terres cultivables sur lesquelles les zones de dépôt sont aménagées.
- Aussi, chaque zone de dépôt doit faire l'objet d'insertion paysagère et d'un suivi pendant et après les travaux ; (Voir le plan de délimitation des zones de dépôts)

Intégration paysagère des ouvrages d'Art :

Les ouvrages d'art franchissant d'autres structures (cours d'eau, vallées, peuvent créer d'importants effets de coupure et obstacles visuels dans les paysages environnants vis-à-vis des usagers des infrastructures coupées, et des habitants riverains.

Dans les secteurs boisés, des massifs arborescents doivent être replantés en pied d'ouvrage, le choix de la végétation sera à partir d'essences locale adaptées au milieu.

Choix des essences et techniques de végétalisation :

Le choix des essences d'espèces pour la végétalisation des talus ou de l'environnement générale de la route doit reposer sur des techniques bien étudiées afin de réussir cette plantation qui sert à une excellente insertion paysagère par la suite.

Une analyse du milieu environnementale doit être faite, suivis, et protégés jusqu'à la maturité (au moins 2 ans).

IV. 9.8 Conclusion

Le projet du deuxième boulevard périphérique de Mostaganem est un projet d'intérêt régional, il sera une source de soulagement des utilisateurs de la route par assurance de fluidité et confort, diminution du temps de parcours et du taux d'accidents de la circulation, ce qui sera traduit par une diminution des émissions de polluants, réduction des niveaux de bruit généré par la circulation routière.

Les nombreux impacts positifs justifient à eux seuls la mise en œuvre de ce projet.

Cependant, ce projet, comme tout projet similaire, aura des impacts négatifs sur l'Environnement, à savoir :

Pendant la phase de travaux :

- Etant donné que les travaux s'effectueront dans un couloir occupé essentiellement par des surfaces agricoles de haute fertilité, situés en milieu rural.

- Une perte d'environ 80 hectares de terres agricoles, dont 08 hectares de reboisements fruitiers, et 9,5 hectares de surfaces irriguées.

- Une perte d'environ 7,5 hectares de surfaces forestières.

- La pollution liée aux produits utilisés sur le chantier et aux eaux usées, qui pourra affecter les ressources en eaux superficielles et souterraines (nappe phréatique).

Pendant la phase d'exploitation :

- Des impacts négatifs sur l'agriculture et l'élevage (introduction d'une coupure qui allonge les trajets de certains agriculteurs, détruit le parcellaire et empiète sur les zones de parcours).

Partie III :
Etude Géotechnique
Du 2^{ème} Boulevard Périphérique
De Mostaganem

Chapitre I :

Méthodes D'Essais

Chapitre I : Méthodes D'Essais

I. 1 Introduction :

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques, chimique et mécaniques des roches et des sols qui vont jouer le rôle d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

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

L'exécution d'un projet routier nécessite une bonne connaissance des terrains traversés ; et qui exige des reconnaissances géotechniques.

La reconnaissance de sol, utilisant différents équipements et instrumentation sur terrain ou au laboratoire est un moyen pour le géotechnicien, à mieux connaître les sols et surtout le massif de sol étudié appelé à supporter dans de bonnes conditions le projet.

La géotechnique routière est la branche de la géotechnique qui traite des problèmes intéressant la route, dans toutes ses parties. Elle étudie notamment : les remblais, les fondations de chaussée et la construction des diverses couches de la chaussée. [8]

I. 2 Objectif de la géotechnique routière :

- Définir les caractéristiques des sols qui serviront d'assise pour le corps de chaussée,
- Etablir le projet de terrassement,
- Détecter des zones d'emprunts de matériaux de construction pour les remblais et le corps de la chaussée.

I. 3 Moyens de reconnaissance :

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

- L'étude des archives et documents existants (cartes géologiques et géotechniques)
- Les visites sur site.
- Les essais « in-situ ».
- Les essais de laboratoire.

I. 4 Réglementation algérienne en géotechnique :

La géotechnique couvre un grand champ qui va de la reconnaissance des sols au calcul et à l'exécution des ouvrages en passant par les essais de sols en laboratoire ou en place (in situ).

Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisés en laboratoire dans le cadre des études géotechniques.

- ✓ Les essais de laboratoire : essais d'identification et de classification.
- ✓ Les essais en place (essais pressiométriques, pénétromètre statique ou dynamique).

Les tableaux suivants résument les essais in-situ et en laboratoire utilisés en étude géotechnique du 2^{ème} boulevard périphérique de Mostaganem mené par le LTPO :

Tableau III.I.1 : Essais in-situ et en laboratoire

Essais in-situ	Essais en laboratoire
Creusement des puits de reconnaissance	Essais d'identification (physiques)
	Essais mécaniques
	Essais chimiques

Tableau III.I.2 : Essais en laboratoire (essais d'identification) avec norme

Essais d'identification	
Essais physiques	
Essais	Normes
Teneur en eau naturelle W	NF P 94-050
Masse volumique des particules solides des sols	NF P 94-054
Masse volumique des sols fins	NF P 94-053
Limites d'Atterberg (WL)	NF P 94-051 ou NF P 94-052-1
Analyse granulométrique (tamisage à sec)	NF P 94-056
Analyse granulométrique (par sédimentométrie)	NF P 94-057
Teneur en carbonates (CaCO₃)	NF P 94-048
Équivalent de sable (ES)	NF P 18-598
Essai au bleu de méthylène (VBS)	NF P 94-068
Essais mécaniques	

Essais	Normes
Essai Proctor normal et modifié	NF P 94-093
Portance CBR imbibé et immédiat	NF P 94-078
Essais chimiques	
Essais	Normes
Analyses chimiques complètes des sols	--

I. 5 Les essais en géotechnique :

I. 5.1 Introduction :

La détermination des caractéristiques d'un sol nécessite la réalisation d'essais. Certains essais (relatifs au comportement à court terme), peuvent être effectués de deux façons :

- Au laboratoire après prélèvement d'échantillon intacts (ou non remaniés) ;
- Au sein du massif de sol, par un essai en place ou in situ.

Les essais permettant la détermination des caractéristiques à long terme sont réalisés au laboratoire sur des échantillons de sol intacts.

Les essais in situ en géotechnique permettent d'approfondir l'étude des sols et des roches avant toute construction en surface ou en profondeur. Parfois discrédités au profit des essais de laboratoire, ils évitent pourtant toute contrainte de transport et de conservation susceptible d'altérer les prélèvements et leurs résultats.^[10]

Les avantages de l'essai in situ sont les suivants :

- Son exécution est rapide, donc on peut le multiplier pour permettre une meilleure reconnaissance du sol ;
- Il est parfois le seul à réaliser lorsqu'on ne peut pas extraire des échantillons intacts ;
- Il donne des résultats globaux par rapport aux essais de laboratoire qui donnent des résultats discontinus.

✓ L'implantation des puits de reconnaissance :

Les puits de reconnaissance creusés à ciel ouvert, réalisés à l'aide d'une pelle mécanique jusqu'au refus ou stoppée à 3.00 m de profondeur avaient pour objectif :

- La détermination des agencements lithologiques des strates rencontrées.
- La prise des échantillons remaniés en vue des essais de laboratoire.

D'autre part des densités in situ et des teneurs en eau ont été mesurés au droit de chaque puits à l'aide du gamma densimètre

I. 5.2 Essais physiques :

1) La teneur en eau naturelle « W » : NF P 94-050

a. Définition :

On désigne par teneur en eau la quantité d'eau contenue dans un échantillon de matière, par exemple un échantillon de sol, de roche, de céramique ou de bois, la quantité étant évaluée par un rapport de poids humides sur poids secs. [11]

b. But :

L'essai de teneur en eau permet de déterminer quel est le pourcentage massique (W%) d'eau dans le sol étudié, c'est-à-dire quelle est la masse d'eau présente par rapport à 100 grammes de sol sec.

c. Appareillages utilisés :

- Etuve sèche
- Des récipients
- Balances :
 - Balance sensible à 0,01 g près pour les sols fins
 - Balance sensible à 0,1 g près pour les sols sableux
 - Balance sensible au gramme près pour les sols grossiers.

d. Mode opératoire :

N.B : l'essai doit se faire sur deux prises pour en fin prendre la moyenne.

- rendre un récipient propre, sec et taré, y placer un échantillon de sol humide d'un poids minimum de :
 - 30g pour les sols fins
 - 300g pour les sols moyens
 - 3000g pour les sols grossiers
- On les place à l'étuve après 15 heures on prend le poids. En principe entre les deux pesées, de la différence est inférieure à 0,1%.

- ✓ Calculs de la teneur en eau

Soit Ph le poids humide de l'échantillon et Ps le poids sec de l'échantillon

$$W = \frac{Ps}{Ph} \times 100$$

- **Phase 1 : Déterminer "Ph" le poids Humide**

- Sur le terrain, disposer d'une balance type balance de cuisine et d'une poêle à frire.
- Poser la poêle sur la balance et faire la tare. (La balance doit indiquer « 00 » lorsque la poêle est dessus).
- Répartir dans la poêle une couche de sol épaisse d'environ 2cm.
- Noter le poids indiqué par la balance. C'est le poids humide (Ph).

- **Phase 2 : Déterminer Ps**

- Installer le réchaud à Gaz sur un endroit plan et abrité.
- Utiliser des gants et une spatule afin de prévenir tout risque de brûlure. Allumer le réchaud et « cuire » le sol en le mélangeant jusqu'à obtenir un mélange poudreux et totalement sec. (En laboratoire on évapore l'humidité du sol en le plaçant 24 heures dans une étuve à 105°).
- Laisser la poêle et le mélange refroidir sous surveillance.
- Peser le mélange et noter le poids sec indiqué. C'est le poids sec (Ps).

- **Phase 3 : Déterminer W%**

- A l'aide de la calculette, en prenant garde aux priorités de calcul, remplacer les valeurs de Ps et Ph dans la formule mathématique et déterminer la teneur en eau (W) du sol étudié.
- $[(Ph - Ps) : Ps] \times 100 = \text{Teneur en eau (W)}$



Figure I.5.1 : Matériels d'essai teneur en eau

2) Masse volumique (NF P 94-054, NF P 94-053)

- Définition : (γ) est la masse d'un volume unité de sol :

$$\gamma = W / V$$

On calcule aussi la masse volumique sèche :

$$\gamma_{ds} = W_s / V$$

b. Principe de l'essai : on utilise le principe de la poussée d'Archimède.

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

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

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

3) Analyse granulométrique par tamisage :

a. Définition :

L'analyse granulométrique est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille, ...). Par métonymie, c'est aussi le nom donné au résultat de cette analyse.

Granularité : distribution dimensionnelle des grains.

Refus : sur un tamis : matériau qui est retenu sur le tamis.

Tamisât (ou passant) : matériau qui passe à travers le tamis.

C'est la Fraction d'un matériau comprise entre 80 µm et 50 mm, détermination de la classe granulométrique. (**Voir figure**)

Par deux méthodes : • Tamisage par voie humide (NFP P 94-041)

• Tamisage à sec après lavage (NF NP P 94-056) ^[12]

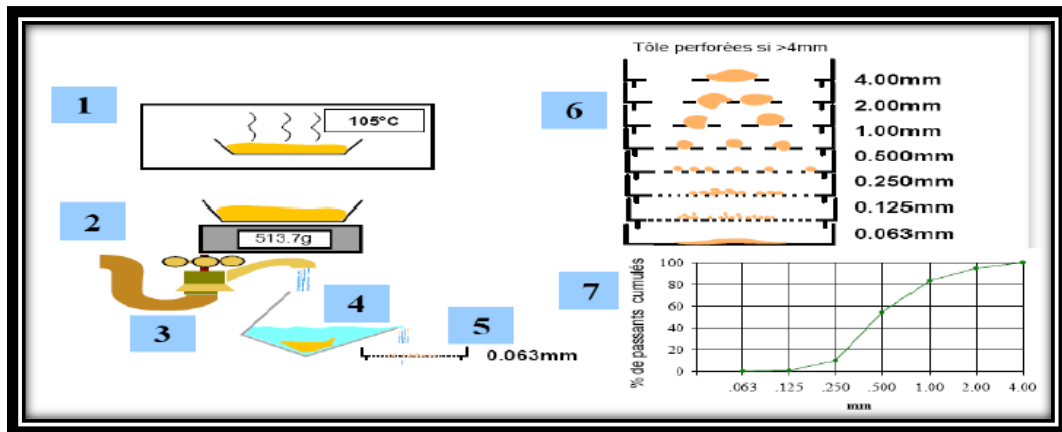


Figure I.5.2 : Analyse granulométrique

b. But de l'essai :

L'analyse granulométrique permet de déterminer grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles de grains constituant l'échantillon.

c. Principe de l'essai :

L'essai consiste à séparer les grains agglomères d'une masse connue de matériau par brassage sous l'eau à fractionner ce sol, une fois séché au moyen d'une série de tamis et à peser successivement le refus cumulé sur chaque tamis

d. Matériel utilisé :

- Appareillage spécifique à la norme P 18-553.
- Bacs, brosses, pinceaux.
- Balance dont la portée limite est compatible avec les masses à peser et permettant de faire toutes les pesées avec une précision relative de 0,1 %.
- Étuve ventilée réglée à 105 °C ± 5 °C.
- Un dispositif de lavage.
- Colonne de tamis (**Voir figure**)

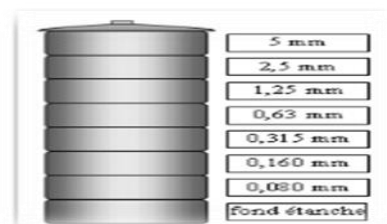


Figure I.5.3 : Tamisage électrique et manuel

e. Préparation de l'échantillon pour l'essai :

L'échantillon doit être préparé suivant les prescriptions de la norme P 18-553. La masse M de l'échantillon pour essai doit être supérieure à 0,2 D, avec M exprimé en kilogrammes et D plus grande dimension spécifiée en millimètres. (**Voir figure**)



Photo I.54. : méthode d'essai

f. Mode opératoire : [12]

1- Mode opératoire N°1 :

- Calcul de la masse sèche : Ms
- Faire une teneur en eau : w
- Peser l'échantillon humide : M
- $M_s = M / (1+w)$
- Tamisage par voie humide (OBLIGATOIRE)
- Tamis de 80µm
- Séchage des refus à 80µm (sables et graviers)
- Tamisage à sec des refus à 80 µm
- Pesage des refus secs

La figure ci-dessus représente le premier mode opératoire :

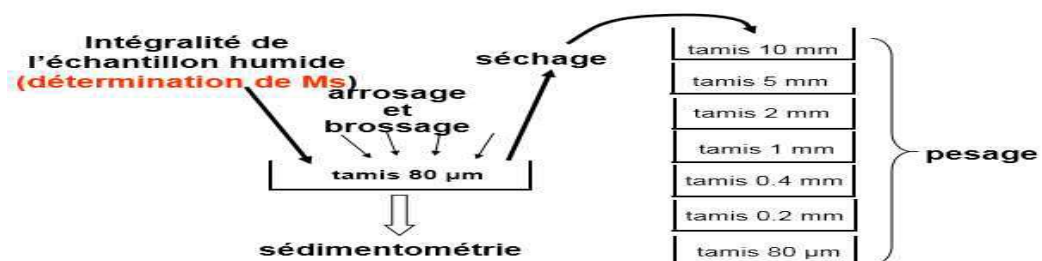


Figure I.5.5 : Mode opératoire 01

2- Mode opératoire N°2 :

Pesage des refus cumulés (Ri)

- R1, (R1 + R2), R1 + R2 + R3, ... etc

Calcul du pourcentage des refus (%) (PRi)

- $R1 / M_s = PR1$
- $(R1 + R2) / M_s = PR2$
- $(R1 + R2 + R3) / M_s = PR3 \dots etc$

Calcul du pourcentage des tamisats (%) (Ti)

- $T1 = 1 - PR1$
- $T2 = 1 - PR2$
- $T3 = 1 - PR3$

La figure suivante représente le deuxième mode opératoire :

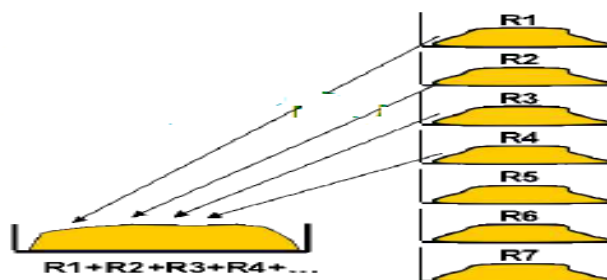


Figure I.5.6 : Mode opératoire 2

4) Equivalent de sable selon la norme : NFP18-598

a. Définition :

L'essai d'équivalent de sable, permettant de mesurer la propreté d'un sable, et effectué sur la fraction d'un granulat passant au tamis à mailles carrées de 5 mm. Il rend compte globalement de la quantité et de la qualité des éléments fins, en exprimant un rapport conventionnel volumétrique entre les éléments sableux qui sédimentent et les éléments fins qui flocculent.

La valeur de l'équivalent de sable (ES) est le rapport, multiplié par 100, de la hauteur de la partie sableuse sédimentée, à la hauteur totale du flocculat et de la partie sableuse sédimentée.

b. But de l'essai :

Le but de cet essai est de permet de mesurer rapidement l'importance relative des éléments fins au sien d'un matériau sableux, il rend compte globalement de la qualité et la quantité des éléments fins qui flocculent et l'élément sableux qui sédimentent.

c. Principe :

L'essai consiste à verser un échantillon de sable et une petite quantité de solution flocculant dans un cylindre gradué et d'agiter de façon à détacher les revêtements argileux des particules de sable de l'échantillon. On complète alors le sable en utilisant le reste de solution flocculant afin de faire remonter les particules de fines en suspension au-dessus du sable. Après 20 min, les hauteurs des produits sont mesurées. L'équivalent de sable est le rapport hauteur Du sable sur hauteur totale, exprimé en pourcentage. [13]

d. Matériels utilisés :

- Tamis de 5 mm d'ouverture de mailles avec fond.
- Spatule et cuillère.
- Récipients de pesée pouvant recevoir environ 200 ml.
- Balance dont la portée limite est compatible avec les masses à peser et permettant de faire toutes les pesées avec une précision relative de 0,1 %.
- Chronomètre donnant la seconde.
- Règle de 500 mm, gradué en millimètres.
- Goupillon pour le nettoyage des éprouvettes. (**Voir figure**)
- Bacs pour tamisage.



Photo I.5.7 : Matériels utilisés dans l'essai équivalent de sable.

e. Préparation de l'échantillon pour essai :

L'échantillon pour laboratoire doit être préparé suivant les prescriptions de la norme P 18-598. Sa masse doit être telle que la fraction passant au tamis de 5 mm pèse 500 à 700 g.

Si l'échantillon pour laboratoire n'est pas humide, l'humidifier afin d'éviter les pertes de fines et la ségrégation. Sur celui-ci, procéder à la préparation d'un échantillon pour la détermination de la teneur en eau w et de deux échantillons pour essai.

L'essai s'effectue sur le sable à sa teneur en eau naturelle, la masse sèche de l'échantillon pour essai doit être de $120 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$.

f. Mode opératoire :

- Tamisez l'échantillon (tamis de 5mm), et prenez 120 g.
- Remplir l'éprouvette jusqu'au trait inférieur avec la solution lavande, puis ajouter la masse de l'échantillon, et laisser la manipulation pendant 10 mn
- Après les 10 mn on ferme l'éprouvette avec un bouchon et on la pose dans un agitateur et le démarrer (agitation pendant 30s)
- Laver avec la tige d'eau de la solution lavande jusqu'à le trait supérieur
- Après 20 mn, mesurer avec la règle h1 jusqu'au niveau qui sépare le liquide et le matériau. Et avec le piston on mesure h2
- Refaire l'essai 3 fois. (**Voir figure**)



Photo I.5.8 : L'essai d'équivalent de sable

Selon la norme française NFP 18-598, l'observation de l'essai et la classification des échantillons se résume dans le tableau suivant :

Tableau I.5.1 : Nature du sol en fonction d'E.S

N°	Equivalent de sable en %	Observation
01	ESV < 65	Sable argileux; risque de retrait ou de gonflement de béton.
02	65 > ESV < 75	Sable léguèrent argileux ; de propreté admissible.
03	75 > ESV < 85	Sable propre ; convenant au béton à haute qualité.
04	ESV > 85	Sable très propre ; absence de plasticité de béton.

5) Limites d'Atterberg : NF P 94-051

a. Définition :

Les limites d'Atterberg sont des constantes physiques conventionnelles qui marquent le seuil entre ces différents états elles ont pour valeur la teneur en eau du sol à l'état de transition on les définit aussi par les notions suivantes telles que : [14]

- La limite de liquidité WL qui sépare l'état liquide au plastique
- La limite plasticité Wp qui sépare l'état plastique au solide
- La limite plasticité Ws qui sépare l'état solide avec retrait et l'état solide sans retrait (peu utilisé)
- L'indice de plasticité Ip définit par l'étendu du domaine plastique
- L'indice de consistance relative Ic définit par l'état naturel d'un sol en fonction de sa teneur en eau
- L'indice de liquidité IL fournit une approche inverse de l'indice de consistance relative

Relation entre ces différents facteurs :

$$\diamond I_c = \frac{W_L - W_p}{I_p}$$

$$\diamond I_L = \frac{W - W_p}{I_p}$$

$$\diamond I_p = W_L - W_p$$

b. But de l'essai :

Le but de cet essai est de déterminer les limites de plasticité et de liquidité d'un matériau et son état de consistance dans des proportions importantes en fonction de sa teneur en eau.

c. Principe de détermination des limites de consistance :

L'essai s'effectue en deux phases :

- Détermination de la teneur en eau WL pour laquelle une rainure pratiquée dans une coupelle se ferme, suite à des chocs répétés pour un nombre de coups donnés (cette limite de liquidité correspond à une résistance à un cisaillement conventionnel).
- Détermination de la teneur en eau WP pour laquelle un rouleau de sol se fissure (cette limite de plasticité correspond à une résistance à la traction conventionnelle).

d. Préparation de l'échantillon :

- On tamise une quantité de sol (tamis 0,400) pour obtenir 200 grammes de mortier préalablement au tamisage on prendra soin de briser les mottes de terre au pilon et d'écartier manuellement les grosses particules.

- On ajoute progressivement une quantité d'eau au sol et on malaxe vigoureusement.
- On couvrit le mélange et laisser reposer pendant la durée nécessaire à rhomogénéisqtiôfr.de l'humidité. Une période de repos de 24 heures est nécessaire pour les argiles, et quelques minutes sont suffisantes pour les limons.

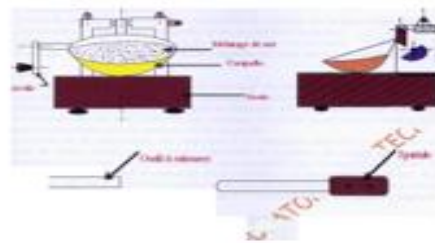
e. Détermination de la limite de liquidité :

e.1 Matériels utilisés :

- Spatule, coupelle, marbre pour malaxage, godet
- Balance, étuve à 105°C, socle en bois, bac et pinceau
- Appareil de limite (CASAGRANDE)
- Outil à rainurer
- Les tares



Figure VI.7 : L'appareil de Casagrande



Procédure (schéma d'expérience)



Tracé du sillon à l'aide de l'outil à rainurer



Fermeture du sillon
(Lèvres fermées sur 10 mm environ)



Photo VI.8 : Réalisation de la rainure dans la pâte



Photo VI.9 : Fermeture des lèvres sur ± 1 cm après application de chocs à la coupelle

Figure I.5.9 : Matériels utilisés [15]

e.2 Préparation de l'appareil :

Avant de démarrer l'essai il est conseillé de réaliser les préparations suivantes :

- On nettoie le socle et la coupelle avec un chiffon propre.

- On marque le point de contact de la coupelle avec le socle.
- On règle la hauteur de chute de la coupelle à l'aide de la vis de réglage.

e. 3 Mode opératoire :

- On remplit la coupelle au % avec le mélange *de* sol-eau en utilisant la spatule, pour obtenir une épaisseur maximum de 10 mm
- On réalise une rainure centrale qui partage le sol en deux avec l'outil à rainurer tenu perpendiculairement à la surface de la coupelle.
- A l'aide de la manivelle, on imprime à la coupelle une série *de* chocs régulière, à raison de deux chocs par seconde. On note le nombre de chocs qui correspond à la fermeture des lèvres de la rainure sur une longueur de 10 mm : On utilise l'extrémité non biseautée de l'outil à rainurer pour vérifier. La première fermeture doit se faire entre 15 et 30 chocs. Si l'échantillon est sec, la fermeture se fera pour un nombre de chocs plus élevé, on ajoute un peu d'eau à l'échantillon et on malaxe vigoureuse et on reprend les opérations de 1 -4.
- On prélève à l'aide de la spatule une masse; M_i , (humide) de sol à endroit où les lèvres se sont refermées et On procède à la mesure de sa teneur en eau et on met dans un tare de masse vide M_v et on pèse l'ensemble M_{eh} (tare+sol humide telle que $M_h = M_{eh} - M_v$) puis on pose dans l'étuve et après 24 heures (la durée de séchage) on pèse mon échantillon M_{es} (tare+sol sec telle que $M_s = M_{es} - M_v$).

f. Détermination de la limite de plasticité :

f.1 Mode opératoire :

- On prend la quantité de sol réservée à la détermination de la limite de plasticité au démarrage de la manipulation.
- On assèche cette fraction de sol en le roulant entre les paumes des mains. On roule les boulettes sur une surface lisse de façon à former des rouleaux ou fuseaux qu'on amincit progressivement jusqu'à ce qu'ils atteignent un diamètre de 3mm et de longueur de 20 mm.
- On reforme les boulettes avec les fuseaux et On répète l'étape 2 jusqu'à ce que les rouleaux de 3 mm se cassent en morceaux lorsqu'ils soumièrent à leur propre poids. Dans cette situation on dit que le sol a atteint sa limite de plasticité.
- On place les morceaux, ainsi de chaque rouleau brisé, dans une coupelle et on détermine leur teneur en eau.

La limite de liquidité sera la moyenne des teneurs en eau de tous ces échantillons. La teneur en eau de chaque échantillon ne doit pas varier de plus de 1 des autres teneurs en eau trouvées sinon elle est écartée. **(Voir la photo)**



Photo I.5.10 : limite de plasticité

6) Essai d'évaluation des carbonates : NF P 94-048

a. Définition :

L'essai de carbonate (CaCO_3) c'est la méthode de détermination de la teneur en carbonate dans des échantillons de sols (y compris les sédiments), de matières utilisées sur ou dans les sols et de déchets. Cette détermination est systématique sur les matières amendâtes mais pas sur les sols. [16]

b. But de l'essai :

Un calcimètre permet de mesurer le volume de CO_2 dégagé par action de l'acide chlorhydrique (HCl) sur le carbonate de calcium (CaCO_3) d'un échantillon de sol ou de roche.

c. Matériel utilisé :

- Fiole.
- Tamis de 0.200 mm.
- Solution d'acide chlorhydrique.
- Calcimètre. (**Voir la figure ci-dessus**)
- Balance.

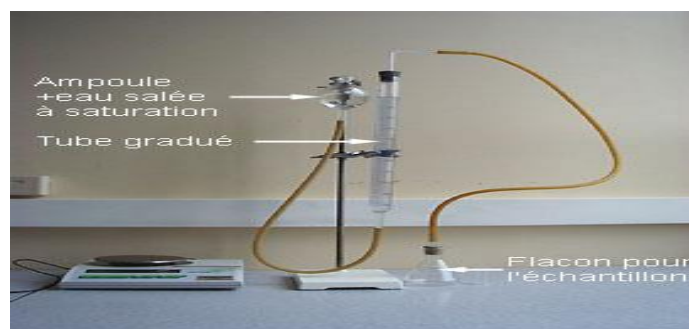


Figure I.5.11 : Appareillage

d. Préparation de l'échantillon :

- Prélever une masse $m=50\text{g}$ de l'échantillon.
- Tamiser l'échantillon au tamis 0.2mm.

- Peser une masse m_1 à partir de la masse m . (Voir figure)



Photo I.5.12 : Tamisage de l'échantillon



Photo I.5.13 : Pesé l'échantillon

e. Mode opératoire :

- Verser la prise m_1 dans la fiole.
- Introduire le tube qui contient 10ml de solution d'acide chlorhydrique.
- Relier la fiole au calcimètre.
- Equilibrer les pressions au zéro de la colonne.
- Verser l'acide contenu dans le tube sur la masse m_1 .
- Agiter énergiquement la fiole.
- Suivre et équilibrer en permanence le niveau d'eau de la colonne et celui de l'ampoule jusqu'à la stabilisation de dégagement gazeux.
- Noter le volume V de gaz.
- Répété l'essai aplatir de l'étape de verser la masse dans la fiole mais pour $m' = 0.050, 0.100, 0.200, 0.300g$, et calculer V' .
- Tracer la courbe d'étalonnage.
- Déterminer à partir de la courbe la masse m_2 .

La figure ci-contre représente le mode opératoire de l'essai carbonate :

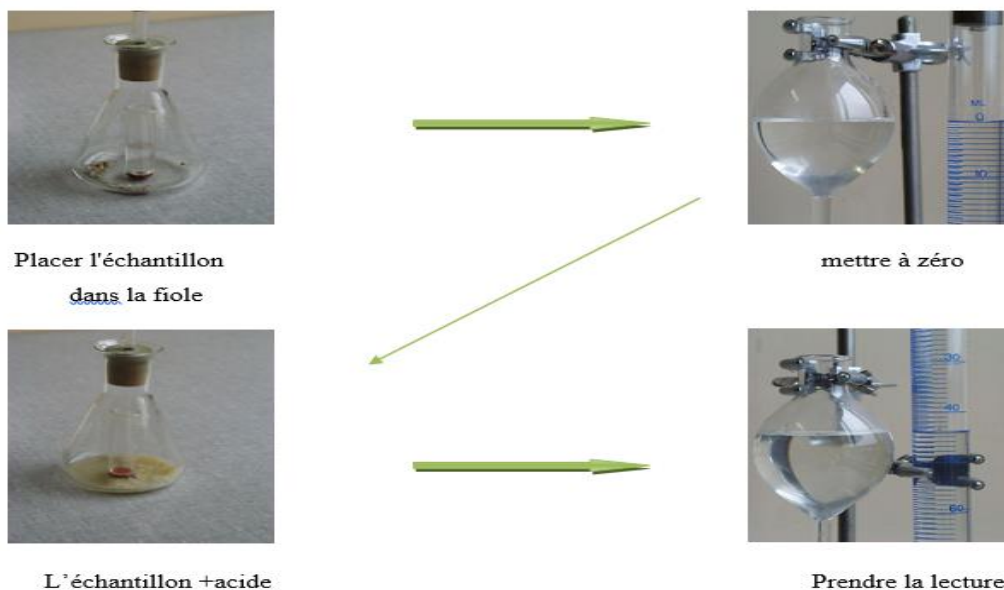


Figure I.5.14 : Mode opératoire de l'essai carbonate

La qualification de l'horizon dépende de la teneur en calcaire totale comme le montre le tableau suivant :

Tableau I.5.2 : Qualification des horizons en fonction de leur teneur en calcaire total selon le GEPPA.

Teneur en calcaire total	Qualificatif de l'horizon
< 1 %	non calcaire
1à5%	peu calcaire
5à25%	modérément calcaire
25à50%	fortement calcaire
60à80%	très fortement calcaire
>80%	excessivement calcaire

I. 5.3 Essais mécaniques :

1) Essai Proctor modifié : NF P 94-093

a. Définition :

L'essai Proctor, mis au point par l'ingénieur Ralph R. Proctor (1933), est un essai géotechnique qui permet de déterminer la teneur en eau nécessaire pour obtenir la densité sèche maximale d'un sol granulaire par compactage à une énergie fixée (dame de poids, nombre de coups et dimensions normés).

Le protocole de l'essai Proctor suit la norme NF P 94-093 (détermination des références de compactage d'un matériau). Les valeurs obtenues par l'essai sont notées pour la teneur en eau optimale, et γ_{OPN} pour la masse volumique sèche optimale. Une autre référence peut être déterminée pour une énergie supérieure

(notamment pour des couches de chaussées granulaires), il s'agit de l'optimum Proctor modifié (OPM).
(Voir figure)

Proctor modifié

Caractéristiques de l'essai	Moule Proctor	Moule CBR
Masse de la dame	4 500 g	4 500 g
Diamètre de la dame	50 mm	50 mm
Hauteur de chute	457 mm	457 mm
Nombre de couches	5	5
Nombre de coups par couche	25	56
Masse par couche	400 g	1 050 g

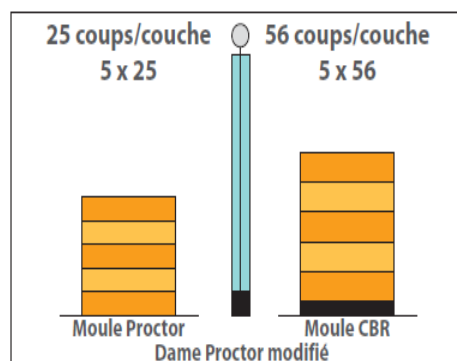


Figure I.5.15 : Modalité d'exécution des essais Proctor modifié [17]

b. But de l'essai :

L'essai a pour but de déterminer la teneur en eau optimum en fonction de la densité sèche optimale pour un sol de remblai donné et des conditions de compactage fixées qui conduit au meilleur compactage possible ou encore capacité portante maximum.

c. Principe de l'essai :

Lorsqu'on compacte de façon identique des échantillons d'un même sol, au moins cinq teneurs en eau différentes, on constate que la densité sèche ρ_d varie et passe par un maximum pour une teneur en eau déterminée (dite optimale W_{opt}).

d. Appareils utilisés :

- Un moule Proctor et CBR
- Une dame Proctor et CBR
- Une règle à araser
- Un disque d'espacement, étuve
- Une burette, balance,
- Une éprouvette, truelle, un bac et un tamis de 5 et 20 (Voir figure)



Figure I.5.16 : Matériels de l'essai Proctor

e. Mode opératoire :

- Peser 5500 g de Tuf.
- Tamiser la peser (série de passoir « 100-63-40-25-12,5 »).
- Noter la peser de chaque refus.
- Puis ajouter un pourcentage d'eau de 2% puis 4% puis 8% en mélangeant bien.
- La découper l'échantillon en 5 couches, ensuite les mettre l'une après les autres en compactant chaque couche avec la même énergie de compactage (56 coups/couches) jusqu'à la dernière couche.
- Araser bien et enfin peser et l'enlevé du moule.

La figure suivante montre les différentes étapes de l'essai Proctor :



Figure I.5.17 : les étapes de l'essai Proctor

Après le tracé de la courbe Proctor (Voir Annexe), on tire la densité sèche optimale et la teneur en eau optimale.

2) Essai CBR : NF P 94-078

a. Définition :

Pour les sols à vocations routière CALIFORNIA BEARING RATIO permet de finir un indice purement empirique dit indice portant cet indice connu grâce a des abaques permet de calculer l'épaisseur des couches de formation nécessaire d'une chaussée et ceci en fonction de la charge par essieu et du trafic attendu.



Photo I.5.18 : Matériels d'essai CBR

b. But de l'essai :

Cet essai a pour but de déterminer la portance d'un sol (l'indice CBR).

c. Principe de l'essai :

L'essai consiste à mesurer les forces à appliquer sur un poinçon cylindrique pour le faire pénétrer à vitesse constante (1.27 mm/min) dans une éprouvette de matériau, les valeurs particulières des deux forces ayant provoqué deux enfoncements (2.5 et 5.0 mm) conventionnels sont respectivement rapportées aux valeurs des forces observées sur un rapportées aux valeurs des forces observées sur un matériau de référence pour les mêmes enfoncements. ^[18]

L'indice portant immédiat (IPI) est obtenu lorsqu'on effectue l'essai de poinçonnement, sans surcharge, aussitôt après la confection de l'éprouvette.

L'indice CBR immersion (I.CBRi) est mesuré après 4 jours d'immersion dans l'eau, dans ce cas, l'éprouvette est recouverte de surcharges permettant de frotter la surface de l'échantillon et l'on mesure le gonflement linéaire de l'éprouvette.

d. Mode opératoire :

Il est nécessaire d'effectuer au préalable un essai Proctor modifié afin de déterminer la teneur en eau optimal de compactage de l'échantillon, cette teneur étant connu on prépare le nombre d'éprouvette voulue pour moule CBR, la même énergie de compactage sera adoptée que pour le moule Proctor modifié. Avant compactage un disque est disposé au fond du moule et après compactage le moule est arasée pesé puis remis sur l'embase on y dispose alors le plateau de gonflement, l'anneau de surcharge, le compactage, le comparateur que l'on règle à zéro, le moule est ensuite mis à imbiber pendant 4 jours au cours des quels on mesure à l'aide du comparateur les gonflements éventuels de l'échantillon, l'imbibition terminée la phase de poinçonnement commence le moule est disposé sur le plateau de la presse le piston est au contact du sol à l'aide de l'indicateur de cadence le poinçonnement s'effectue à vitesse constante de 1.27 mm/mim au cours de l'essai la pression correspondante aux enfoncements

/0.625 / 1.25 / 2.00 / 2.5 / 5 / 7.5 / 10mm est noté en fin de l'essai l'échantillon est prélevé et sa teneur en eau est déterminée. (Voir figure)



Figure I.5.19 : Matériels d'essai CBR.

e. Facteurs influents de l'essai :

1) *Teneur en eau :*

Pour avoir un meilleur remblai on utilise le sol dont la courbe Proctor est aplati c'est-à-dire le sable, par contre il faut éviter les sols dont la courbe présente un maximum marqué.

2) *L'énergie de compactage :*

La courbe Proctor varie si l'énergie de compactage varie, si la densité augment W diminue.

f. Remarque :

On mesure trois types d'indices en fonction du but :

- a) L'indice caractérisant l'aptitude du sol à permettre la circulation des engins de chantier directement sur sa surface lors des travaux : indice portant immédiat (IPE)
- b) L'indice caractérisant l'évolution de la portance d'un sol support compacté à différentes teneurs en eau : CBR immédiat
- c) L'indice caractérisant l'évolution de la portance d'un sol support compacté à différentes teneurs en eau et soumis à des variations de régime hydrique : CBR APRES IMMERSION.

I. 5.4 Essais chimiques :

1) Essais au bleu de méthylène (ou à la tache) :

a. Définition :

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

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

b. Principe de l'essai :

L'essai consiste à mettre en suspension une fraction de sol (0/d) avec $d \leq 10$ mm et à ajouter à cette suspension des doses successives de 5 ml d'une solution de bleu de méthylène jusqu' à apparition d'une auréole bleue autour de la tâche constituée par le sol, L'auréole bleue indique l'excès de cette solution dans les particules d'argile. [19]

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

$$\text{VBS (\%)} = \frac{X}{P} \times C \times 100$$

Avec : X : La masse de bleu introduit

P : Masse sèche de la prise d'essai (100g)

C : Proportion de la prise d'essai dans le (0/50) mm

Chapitre II :

Interprétations

Des Résultats

Chapitre II : Interprétations des résultats

Après avoir prélever des échantillons (Puit au Pk 18+480 et au Pk 19+820), et faire les différents essais cités ci-dessous sur notre projet, les résultats sont récapitulés dans les tableaux suivants :

1- Puit au PK 18+480 :

Tableau II.3.1 : Récapitulatif des résultats obtenus puit au PK 18+480

%Fines < 80 μ	W _{NAT} (%)	W _{OPM} (%)	ES (%)	Ip (%)	W _L (%)	γ_{dOPM} t/m ³	CBR à 100% imbibé	CBR à 100% immédiat	VBS (gr/100gr)
23	41,2	14,00	8,70	19,6	43,1	1,93	3,80	42,30	0,33

II.1 Interprétations des résultats :

Le matériau testé (Argile limoneuse brun rougeâtre) est de plasticité moyenne (**WL** = 43.10%, **Ip** = 19.60%). Il présente une valeur de teneur en eau naturelle forte supérieure à celle de l'OPM d'environ vingt-sept (27) points.

La valeur de densité sèche OPM est bonne (1.93 T/m³).

Il s'agit des argiles limoneuses non agressives (degré d'agressivité nul vis-à-vis du béton).

Ils sont majoritairement de classification **A.A1** selon le **GTR** [guide technique, réalisation des remblais et des couches de forme, **fascicule II**, annexes techniques (Juillet 2000, 2eme Edition)].

Les sols en place présentent une portance très faible. Ils sont de classe de portance **S4** (**CBR imbibé** = 3.80), selon le Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves << **C.T.T.P** >>, **Fascicule I**.

2- Puit au PK 19+820 :

Vu la nature de la formation rencontrée au droit de ce puits (Encroûtement grésocalcaire beige dur.), il n'a pas été possible de réaliser des essais au laboratoire.

II. 2 Conclusion :

Cette étude géotechnique destinée au deuxième boulevard périphérique de Mostaganem a deux chaussées unidirectionnelles sur d'environ 2 kms du Pk 18+460 au Pk 20+440, a permis de déterminer la nature géologique des formations rencontrées en place, de préciser le contexte géologique du site et de déterminer aussi certaines caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques des formations naturelles le constituant.

Devis Estimatif Et Quantitatif

Devis estimatif et quantitatif

N ^o	Désignation des travaux	Unité	Prix U DA	Quantité	Mentant
Série 01 : Installation du chantier					
1-01	Installation et repliement de chantier	F	10 000 000,00	1	10 000 000,00
1-02	Laboratoire de chantier	F	5 000 000,00	1	5 000 000,00
SOUS TOTAL (INSTALLATION DE CHANTIER) EN HT					15 000 000,00
Série 02 : Préparation du terrain					
2-01	Travaux de décapage sur 30 cm d'épaisseur.	M ²	100,00	45 886.59	4 588 659,00
2-02	Déblais mis en dépôt	M ³	700,00	48894.36	34 226 052,00
2-03	Remblais d'emprunt.	M ³	800,00	7219.63	5 775 704,00
SOUS TOTAL (PREPARATION DU TERRAIN) EN HT					44 590 415,00
Série 03 : Assainissement					
3-01	Fossés trapézoïdaux en béton légèrement armé	MI	4 000.00	998	3 992 000,00
SOUS TOTAL (PREPARATION DU TERRAIN) EN HT					3 992 000,00
Série 04 : Corps de chaussée					
4-01	Sous Couche en Sable sur une épaisseur de 25 cm.	M ³	1 000.00	11 471,25	11 471 250,00
4-02	Couche de fondation en tuf sur une épaisseur de 40 cm.	M ³	900.00	16 359	14 723 100,00
4-03	Couche de d'imprégnation 1.00 kg/m ²	M ²	100.00	30 324	3 032 400,00
4-04	Couche de base en grave concassée GC sur une épaisseur de 20 cm.	M ³	2 000.00	6 064,8	12 129 600,00
4-05	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'accrochage en émulsion cationique 65% dosée à 0.3 kg/m ² .	M ²	100.00	30 324	3 032 400,00
3-06	Fourniture et mise en œuvre d'une couche de roulement en béton bitumineux ép. De 10 cm.	T	6 000.00	6 974,52	41 847 120,00
SOUS TOTAL (Corps de chaussée) EN HT					86 235 870,00

Devis Estimatif Et Quantitatif

Série 05 : Travaux de finition					
5-01	Rechargement des accotements en tuf sur 2,40 m de largeur Et une épaisseur de 30 cm	M ³	1000,00	2 872,8	2 872 800,00
SOUS TOTAL (Travaux de finition) EN HT					2 872 800,00
Série 06 : Signalisation et équipements Routiers					
6-1	Marquages en lignes continues				
6-1-1	Module de largeur de 15 cm	M	66,00	1 995	131 670,00
6-1-2	Module de largeur de 22,5 cm	M	73,00	3 990	291 270,00
6-2	Marquage en lignes discontinues				
6-2-1	Module de largeur de 15 cm	M	66,00	1 995	131 670,00
6-2-2	Module de largeur de 22,5 cm	M	73,00	3 990	291 270,00
6-3	Marquage spécial				
6-3-1	Flèche de sélection unidirectionnelle (4m)	U	660,00	50	33 000,00
6-3-2	Marquage de flèche de rabattement	U	1 400,00	10	14 000,00
6-4	Signalisation de danger, de prescription et d'intersection				
6-4-1	Les signaux de danger Type A	U	20 000,00	10	200 000,00
6-4-2	Les signaux d'interdiction type C	U	20 000,00	10	200 000,00
6-4-3	Les signaux d'obligation type D	U	20 000,00	6	120 000,00
6-5	Signalisation de direction et de localisation				
6-5-1	Panneau de signalisation de direction, de localisation	U	30 000,00	4	120 000,00
6-6	TPC				
6-6-1	Barrière de sécurité en béton (GBA)	MI	6 500,00	3 990,00	25 935 000,00
6-6-2	Terre végétale d'une épaisseur de 70 cm	M ³	150,00	4 189,65	628 447,50
6-6-3	Un palmier tous les 20 m	U	150 000,00	100	15 000 000,00

Devis Estimatif Et Quantitatif

6-6-4	F/P des candélabres en acier galvanisé thermo laqué en double crosse d'une hauteur de dix mètres équipé d'un luminaire solaire à LED professionnel modèle ESL -40 d'un panneau solaire poly cristallin d'une dimension 1308 x 488 x 117mm et d'une batterie Li-ion rechargeable y compris ouverture de fouille en puits, évacuation des terres excédentaires, confection de socle en béton (0.70x0.70x0.80m) tige d'encrage galvanisé diamètre 24 avec double écrous pour fixation du candélabre.	U	200 000,00	200	40 000 000,00
SOUS TOTAL (Signalisation et équipement routiers) EN HT					83 096 327,50
Série 07 : Impact sur l'environnement					
7-1	Impact sur l'environnement	F	1% du total (2+4+5)	0,01	1 336 990,85
SOUS TOTAL (Impact sur l'environnement) EN HT					1 336 990,85
PRIX HT					237 124 403,35
TVA 19 %					45 053 636,64
PRIX TTC					282 178 039,99

Le coût du projet est estimé à deux-cent quatre-vingt-deux millions cent soixante-dix-huit mille trente-neuf dinars et quatre-vingt-dix-neuf centimes.

Conclusion générale

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation afin de renforcer le réseau routier local et régional.

Cette étude nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier dans les agglomérations comme la wilaya de Mostaganem où nous a été confié un tronçon routier.

Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, les directives et les recommandations liés au domaine routier pour contrecarrer les contraintes rencontrées sur le terrain. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été dans un premier temps la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route et dans un second temps l'économie et l'aspect environnemental lié à l'impact de la réalisation de cette route.

Il était pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels **AUTOCAD** et **COVADIS version (9.1)**.

Références

Bibliographique

Références Bibliographiques

- ✓ **B40** Normes techniques d'aménagement des routes.
 - ✓ DTP de Mostaganem
 - ✓ Les cours de routes « 3^{ème} année licence et 1^{ère} année master » de l'université d'Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.
 - ✓ Cours universitaires, ROUTES Géométrie et Géotechnique Routière ; Pr N. BOUHAMOU.
- [1] : Mémoire pour l'obtention du master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, Travaux dirigés par : Dr Ismail GUEYE, Enseignant-Chercheur à 2IE et Djamel DERGUINI, Chef mission de contrôle des travaux de construction et de bitumage de la route Arboutchatak-Bitkine, Promotion 2011- 2012.
- [2] : www.mostaganem-aujourd'hui.com/pages/mostaganem/wilaya-de-mostaganem.html.
- [3] : étude APS et ADP de la pénétrante autoroutière reliant la ville de Mostaganem a autoroute EST- OUEST (du pk35+00 au pk 45+00) avec conception d'un échangeur, promotion 2013 page 8.
- [4] : Etude d'aménagement de la rocade côtière relier honaine-ouardania sur 10 km dans la wilaya de Tlemcen, promotion 2012, page 30.
- [5] : livre géométrie et géotechnique routier BOUHAMOU. N, l'année 201, page 62.
- [6] : livre géométrie et géotechnique routier BOUHAMOU. N, l'année 201, page 63.
- [7] : Mémoire de fin d'étude, Etude géométrique et géotechnique BOURI & TIDJEDIT (ING-VOA, Promo 2013), N° de page, **59**.
- [8] : Mémoire de fin d'étude, Etude géométrique et géotechnique BOURI & TIDJEDIT (ING-VOA, Promo 2013), N° de page, **37**
- [9] : Mémoire de fin d'étude, Etude d'un tronçon routier neuf évitement de la RN 17 AB lieu de Sirat (du PK23+447 au PK 26+400), HADDAR Med, promotion 2017, chapitre 10 « implantation », page **96**.
- [10] : <https://iste-editions.fr/products/les-essais-in-situ-en-geotechnique> ; L'auteur Ingénieur et directeur du bureau d'étude géotechnique Gaiatech, Jacques Monnet a enseigné les essais in situ à Polytech' Grenoble.
- [11] : identification et analyse des caractéristiques mécaniques des matériaux utilisés pour la Réalisation de l'autoroute est/ouest tronçon Constantine-Annaba. Modélisation numérique de l'essai de plaque par la méthode des éléments finis. Promotion 2012, page 43.
- [12] : construction en terre focus sur la fabrication et la construction en blocs de terre Compressée, page 8.

Références Bibliographiques

- [13] : définition d'essai équivalent de sable, wikipédia.
- [14] : code de bonne pratique, page 7.
- [15] : Etude géotechnique de la pénétrante à l'autoroute est-ouest section Mostaganem ; BAGHDALI ; page 78
- [16] : définition d'essai de carbonate, wikipédia.
- [17] : figure prise du PDF, Code de bonne pratique, R 81/10, Edité par le Centre de recherches routières, Etablissement reconnu par application de l'Arrêté-loi du 30 janvier 1947, Boulevard de la Woluwe 42 – 1200 Bruxelles, P 16.
- [18] : Code de bonne pratique, R 81/10, Edité par le Centre de recherches routières, Etablissement reconnu par application de l'Arrêté-loi du 30 janvier 1947, Boulevard de la Woluwe 42 – 1200 Bruxelles, P 17-18.
- [19] : Mémoire de fin d'étude, Etude géométrique et géotechnique BOURI & TIDJEDIT (ING-VOA, Promo 2013), N° de page, **42**.
- [20] : Projet de fin d'étude ; étude d'un tronçon autoroutier sur 6 Km avec étude d'un échangeur sur la RN03 Ain Touta-Batna ; Mehdaoui Belkacem et Reguieg Ismail promotion 2012 ; P **86**.

Annexes

Annexes

AXE EN PLAN :

Annexe 01 : Listing de l'axe en plan sans rayons de la 1^{ère} Variante

COVADIS - LISTING D'UN AXE EN PLAN (Nouveau Projet)

Nom du dessin C:\Users\sanae\Desktop\Dessin1.dwg
Date du listing 07/04/2019 à 15:36:38

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
Alignement droit		641.0182	0.0000	2885.6740	1112.2428
Gisement	21.3695		641.0182	3096.8270	1717.4856
Alignement droit		873.3454			
Gisement	94.1669		1514.3636	3966.5089	1797.3949
Alignement droit		557.7591			
Gisement	69.8957		2072.1227	4463.0605	2051.4260
Longueur totale		2072.1227			

Annexe 02 : Listing de l'axe en plan avec rayons de la 1^{ère} Variante

COVADIS - LISTING D'UN AXE EN PLAN (Nouveau Projet)

Nom du dessin C:\Users\sanae\Desktop\Travaux sur levés\LEV2 VAR 1\var 1.dwg
Date du listing 29/04/2019 à 11:12:41

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
Alignement droit		319.2982	0.0000	2885.6740	1112.2428
Gisement	21.3695		319.2982	2990.8517	1413.7209
Arc de cercle		571.7498			
X Centre	3462.9465				
Y Centre	1249.0197				
Rayon	500.0000		891.0480	3417.1975	1746.9223
Alignement droit		426.1958			
Gisement	94.1669		1317.2438	3841.6055	1785.9183
Arc de cercle		247.8131			
X Centre	3782.1319				
Y Centre	2433.1918				
Rayon	650.0000		1565.0570	4078.1740	1854.5217
Alignement droit		432.3296			
Gisement	69.8957		1997.3866	4463.0605	2051.4260
Longueur totale		1997.3866			

Annexe 03 : Table Des Tabulations de la variante 01

Annexes

COVADIS - TABLE DES TABULATIONS - Nouveau Projet

Nom du dessin C:\Users\sanae\Desktop\Travaux sur levés\LEV2 VAR 1\var 1.dwg

Date du listing 29/04/2019 à 11:13:33

N°	Tab.	Elt		Ac/In	Distance		Gisement	Point d'axe		
		Origine	Elt		Cumulée	Partielle		X	Y	Z
1		Extremité	AD	X	0.0000	0.0000	121.3695	2885.6740	1112.2428	162.2876
2		Interv	AD	X	20.0000	20.0000	121.3695	2892.2621	1131.1266	161.2835
3		Interv	AD	X	40.0000	20.0000	121.3695	2898.8501	1150.0104	160.9293
4		Interv	AD	X	60.0000	20.0000	121.3695	2905.4382	1168.8942	160.8685
5		Interv	AD	X	80.0000	20.0000	121.3695	2912.0262	1187.7780	160.7713
6		Interv	AD	X	100.0000	20.0000	121.3695	2918.6143	1206.6618	160.6114
7		Interv	AD	X	120.0000	20.0000	121.3695	2925.2023	1225.5456	160.3581
8		Interv	AD	X	140.0000	20.0000	121.3695	2931.7904	1244.4294	160.2497
9		Interv	AD	X	160.0000	20.0000	121.3695	2938.3784	1263.3132	160.3203
10		Interv	AD	X	180.0000	20.0000	121.3695	2944.9665	1282.1970	160.1596
11		Interv	AD	X	200.0000	20.0000	121.3695	2951.5545	1301.0808	160.0624
12		Interv	AD	X	220.0000	20.0000	121.3695	2958.1426	1319.9646	160.1686
13		Interv	AD	X	240.0000	20.0000	121.3695	2964.7306	1338.8483	160.1157
14		Interv	AD	X	260.0000	20.0000	121.3695	2971.3187	1357.7321	160.0356
15		Interv	AD	X	280.0000	20.0000	121.3695	2977.9067	1376.6159	159.9743
16		Interv	AD	X	300.0000	20.0000	121.3695	2984.4948	1395.4997	160.0724
17		Axe	Arc	X	319.2982	19.2982	21.3726	2990.8517	1413.7209	160.0388
18		Interv	Arc	X	320.0000	0.7018	121.4588	2991.0833	1414.3834	160.0371
19		Interv	Arc	X	340.0000	20.0000	124.0053	2998.0735	1433.1206	160.0848
20		Interv	Arc	X	360.0000	20.0000	126.5518	3005.8074	1451.5633	160.2551
21		Interv	Arc	X	380.0000	20.0000	129.0982	3014.2727	1469.6819	160.5536
22		Interv	Arc	X	400.0000	20.0000	131.6447	3023.4557	1487.4476	160.2392
23		Interv	Arc	X	420.0000	20.0000	134.1912	3033.3418	1504.8318	159.2361
24		Interv	Arc	X	440.0000	20.0000	136.7377	3043.9152	1521.8068	159.2746
25		Interv	Arc	X	460.0000	20.0000	139.2842	3055.1590	1538.3454	160.2182
26		Interv	Arc	X	480.0000	20.0000	141.8306	3067.0551	1554.4211	160.1775
27		Interv	Arc	X	500.0000	20.0000	144.3771	3079.5846	1570.0083	160.2480
28		Interv	Arc	X	520.0000	20.0000	146.9236	3092.7273	1585.0819	160.0260
29		Interv	Arc	X	540.0000	20.0000	149.4701	3106.4624	1599.6179	159.8147
30		Interv	Arc	X	560.0000	20.0000	152.0166	3120.7677	1613.5930	159.7831
31		Interv	Arc	X	580.0000	20.0000	154.5630	3135.6205	1626.9849	159.9259
32		Interv	Arc	X	600.0000	20.0000	157.1095	3150.9969	1639.7721	160.6680
33		Interv	Arc	X	620.0000	20.0000	159.6560	3166.8723	1651.9342	161.3109
34		Interv	Arc	X	640.0000	20.0000	162.2025	3183.2214	1663.4517	161.3401
35		Interv	Arc	X	660.0000	20.0000	164.7490	3200.0181	1674.3062	161.0810
36		Interv	Arc	X	680.0000	20.0000	167.2954	3217.2353	1684.4804	160.9718
37		Interv	Arc	X	700.0000	20.0000	169.8419	3234.8456	1693.9579	161.1687
38		Interv	Arc	X	720.0000	20.0000	172.3884	3252.8209	1702.7236	161.7443
39		Interv	Arc	X	740.0000	20.0000	174.9349	3271.1323	1710.7635	162.4674
40		Interv	Arc	X	760.0000	20.0000	177.4813	3289.7505	1718.0646	162.9315
41		Interv	Arc	X	780.0000	20.0000	180.0278	3308.6458	1724.6154	163.0421
42		Interv	Arc	X	800.0000	20.0000	182.5743	3327.7880	1730.4054	163.3403
43		Interv	Arc	X	820.0000	20.0000	185.1208	3347.1464	1735.4252	163.7353
44		Interv	Arc	X	840.0000	20.0000	187.6673	3366.6901	1739.6669	164.0930
45		Interv	Arc	X	860.0000	20.0000	190.2137	3386.3877	1743.1237	165.0675
46		Interv	Arc	X	880.0000	20.0000	192.7602	3406.2079	1745.7900	166.3259
47		Axe	AD	X	891.0480	11.0480	94.1637	3417.1975	1746.9223	166.9672
48		Interv	AD	X	900.0000	8.9520	194.1669	3426.1119	1747.7414	167.4988
49		Interv	AD	X	920.0000	20.0000	194.1669	3446.0280	1749.5714	168.3400
50		Interv	AD	X	940.0000	20.0000	194.1669	3465.9441	1751.4013	169.1718
51		Interv	AD	X	960.0000	20.0000	194.1669	3485.8602	1753.2313	169.8084
52		Interv	AD	X	980.0000	20.0000	194.1669	3505.7763	1755.0612	170.6942

Annexes

53	Interv	AD	X	1000.0000	20.0000	194.1669	3525.6924	1756.8912	171.9523
54	Interv	AD	X	1020.0000	20.0000	194.1669	3545.6085	1758.7212	173.3171
55	Interv	AD	X	1040.0000	20.0000	194.1669	3565.5247	1760.5511	174.4751
56	Interv	AD	X	1060.0000	20.0000	194.1669	3585.4408	1762.3811	175.7185
57	Interv	AD	X	1080.0000	20.0000	194.1669	3605.3569	1764.2110	176.8938
58	Interv	AD	X	1100.0000	20.0000	194.1669	3625.2730	1766.0410	177.7672
59	Interv	AD	X	1120.0000	20.0000	194.1669	3645.1891	1767.8709	178.5711
60	Interv	AD	X	1140.0000	20.0000	194.1669	3665.1052	1769.7009	178.9705
61	Interv	AD	X	1160.0000	20.0000	194.1669	3685.0213	1771.5309	179.2479
62	Interv	AD	X	1180.0000	20.0000	194.1669	3704.9374	1773.3608	179.4779
63	Interv	AD	X	1200.0000	20.0000	194.1669	3724.8535	1775.1908	179.9609
64	Interv	AD	X	1220.0000	20.0000	194.1669	3744.7696	1777.0207	180.8249
65	Interv	AD	X	1240.0000	20.0000	194.1669	3764.6857	1778.8507	181.8451
66	Interv	AD	X	1260.0000	20.0000	194.1669	3784.6018	1780.6807	182.6335
67	Interv	AD	X	1280.0000	20.0000	194.1669	3804.5179	1782.5106	183.4344
68	Interv	AD	X	1300.0000	20.0000	194.1669	3824.4340	1784.3406	184.3239
69	Axe	Arc	X	1317.2438	17.2438	94.1645	3841.6055	1785.9183	184.8301
70	Interv	Arc	X	1320.0000	2.7562	193.8970	3844.3496	1786.1763	184.9109
71	Interv	Arc	X	1340.0000	20.0000	191.9381	3864.2252	1788.3967	185.1628
72	Interv	Arc	X	1360.0000	20.0000	189.9793	3884.0230	1791.2274	185.7648
73	Interv	Arc	X	1380.0000	20.0000	188.0205	3903.7244	1794.6659	186.1058
74	Interv	Arc	X	1400.0000	20.0000	186.0616	3923.3107	1798.7089	186.1613
75	Interv	Arc	X	1420.0000	20.0000	184.1028	3942.7634	1803.3525	186.6250
76	Interv	Arc	X	1440.0000	20.0000	182.1440	3962.0639	1808.5923	187.2515
77	Interv	Arc	X	1460.0000	20.0000	180.1852	3981.1942	1814.4235	188.0571
78	Interv	Arc	X	1480.0000	20.0000	178.2263	4000.1360	1820.8404	188.2635
79	Interv	Arc	X	1500.0000	20.0000	176.2675	4018.8714	1827.8370	188.1299
80	Interv	Arc	X	1520.0000	20.0000	174.3087	4037.3827	1835.4067	188.6329
81	Interv	Arc	X	1540.0000	20.0000	172.3498	4055.6524	1843.5423	189.3369
82	Interv	Arc	X	1560.0000	20.0000	170.3910	4073.6631	1852.2361	189.5479
83	Axe	AD	X	1565.0570	5.0570	69.8982	4078.1740	1854.5217	189.5984
84	Interv	AD	X	1580.0000	14.9430	169.8957	4091.4773	1861.3275	189.8182
85	Interv	AD	X	1600.0000	20.0000	169.8957	4109.2825	1870.4365	190.5739
86	Interv	AD	X	1620.0000	20.0000	169.8957	4127.0877	1879.5455	191.3460
87	Interv	AD	X	1640.0000	20.0000	169.8957	4144.8930	1888.6545	191.7973
88	Interv	AD	X	1660.0000	20.0000	169.8957	4162.6982	1897.7635	192.3636
89	Interv	AD	X	1680.0000	20.0000	169.8957	4180.5034	1906.8725	192.8073
90	Interv	AD	X	1700.0000	20.0000	169.8957	4198.3087	1915.9814	193.3805
91	Interv	AD	X	1720.0000	20.0000	169.8957	4216.1139	1925.0904	194.8125
92	Interv	AD	X	1740.0000	20.0000	169.8957	4233.9191	1934.1994	195.6525
93	Interv	AD	X	1760.0000	20.0000	169.8957	4251.7243	1943.3084	196.0913
94	Interv	AD	X	1780.0000	20.0000	169.8957	4269.5296	1952.4174	196.0185
95	Interv	AD	X	1800.0000	20.0000	169.8957	4287.3348	1961.5264	195.8681
96	Interv	AD	X	1820.0000	20.0000	169.8957	4305.1400	1970.6354	195.4280
97	Interv	AD	X	1840.0000	20.0000	169.8957	4322.9453	1979.7444	195.1468
98	Interv	AD	X	1860.0000	20.0000	169.8957	4340.7505	1988.8534	195.4859
99	Interv	AD	X	1880.0000	20.0000	169.8957	4358.5557	1997.9623	196.1495
100	Interv	AD	X	1900.0000	20.0000	169.8957	4376.3610	2007.0713	196.8550
101	Interv	AD	X	1920.0000	20.0000	169.8957	4394.1662	2016.1803	198.1814
102	Interv	AD	X	1940.0000	20.0000	169.8957	4411.9714	2025.2893	199.6669
103	Interv	AD	X	1960.0000	20.0000	169.8957	4429.7767	2034.3983	200.8657
104	Interv	AD	X	1980.0000	20.0000	169.8957	4447.5819	2043.5073	202.0580
105	Extremité	AD	X	1997.3866	17.3866	169.8957	4463.0605	2051.4260	202.7351

Annexes

Annexe 04 : Listing de l'axe en plan sans rayons de la 2^{ème} variante

COVADIS - LISTING D'UN AXE EN PLAN (Nouveau Projet)

Nom du dessin C:\Users\sanae\Desktop\Travail ahmed 450;750\axe sans rayons.dwg
Date du listing 28/04/2019 à 23:33:34

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
Alignement droit		619.6220	0.0000	2428.1584	1003.8456
Gisement	18.6356		619.6220	2606.9596	1597.1091
Alignement droit		1048.1253			
Gisement	93.8396		1667.7473	3650.1814	1698.3754
Alignement droit		421.2543			
Gisement	58.0781		2089.0016	3983.3542	1956.1566
Longueur totale		2089.0016			

Annexe 05 : Listing de l'axe en plan avec rayons de la 2^{ème} variante

COVADIS - LISTING D'UN AXE EN PLAN (Nouveau Projet)

Nom du dessin C:\Users\sanae\Desktop\Travail ahmed\levé ma9som copi_recover.dwg
Date du listing 08/04/2019 à 12:37:23

Elements d'axe		Longueur (m)	Abscisse	X	Y
Alignement droit		317.8978	0.0000	2428.1584	1003.8456
Gisement	18.6356		317.8978	2519.8926	1308.2201
Arc de cercle		531.5855			
X Centre	2950.7497				
Y Centre	1178.3659				
Rayon	450.0000		849.4833	2907.2722	1626.2606
Alignement droit		530.0288			
Gisement	93.8396		1379.5121	3434.8214	1677.4703
Arc de cercle		421.3049			
X Centre	3362.3589				
Y Centre	2423.9615				
Rayon	750.0000		1800.8169	3821.3117	1830.7817
Alignement droit		204.8820			
Gisement	58.0781		2005.6990	3983.3542	1956.1566
Longueur totale		2005.6990			

Annexes

Annexe 06 : Table des tabulations de la 2^{ème} variante

COVADIS - TABLE DES TABULATIONS - Nouveau Projet

Nom du dessin C:\Users\sanae\Desktop\Travail ahmed 450;750\levé ma9som copi_recover.dwg
 Date du listing 10/04/2019 à 14:33:02
 Profil en long 1
 Courbe projet Proj 1

N°	Elément		Ac/In	Distance		Point d'axe		Z	
	Origine	Elément		Cumulée	Partielle	X	Y	Z Projet	Z TN
1	Extrémité	AD	X	0.0000	0.0000	2428.158	1003.846	162.2876	162.2876
2	Interv	AD	X	10.0000	10.0000	2431.044	1013.420	162.3960	161.7735
3	Interv	AD	X	20.0000	10.0000	2433.930	1022.995	162.5044	161.2497
4	Interv	AD	X	30.0000	10.0000	2436.815	1032.569	162.6128	160.8793
5	Interv	AD	X	40.0000	10.0000	2439.701	1042.144	162.7212	160.8599
6	Interv	AD	X	50.0000	10.0000	2442.587	1051.719	162.8296	160.8401
7	Interv	AD	X	60.0000	10.0000	2445.472	1061.293	162.9380	160.7231
8	Interv	AD	X	70.0000	10.0000	2448.358	1070.868	163.0464	160.6663
9	Interv	AD	X	80.0000	10.0000	2451.244	1080.442	163.1548	160.6095
10	Interv	AD	X	90.0000	10.0000	2454.129	1090.017	163.2632	160.5526
11	Interv	AD	X	100.0000	10.0000	2457.015	1099.592	163.3716	160.4614
12	Interv	AD	X	110.0000	10.0000	2459.901	1109.166	163.4800	160.3220
13	Interv	AD	X	120.0000	10.0000	2462.786	1118.741	163.5884	160.1835
14	Interv	AD	X	130.0000	10.0000	2465.672	1128.315	163.6968	160.0450
15	Interv	AD	X	140.0000	10.0000	2468.558	1137.890	163.8052	160.0312
16	Interv	AD	X	150.0000	10.0000	2471.443	1147.465	163.9136	160.0351
17	Interv	AD	X	160.0000	10.0000	2474.329	1157.039	164.0220	160.0390
18	Interv	AD	X	170.0000	10.0000	2477.214	1166.614	164.1304	160.1235
19	Interv	AD	X	180.0000	10.0000	2480.100	1176.188	164.2388	159.9928
20	Interv	AD	X	190.0000	10.0000	2482.986	1185.763	164.3472	159.8056
21	Interv	AD	X	200.0000	10.0000	2485.871	1195.338	164.4556	159.7189
22	Interv	AD	X	210.0000	10.0000	2488.757	1204.912	164.5640	159.7564
23	Interv	AD	X	220.0000	10.0000	2491.643	1214.487	164.6724	159.7694
24	Interv	AD	X	230.0000	10.0000	2494.528	1224.061	164.7808	159.6438
25	Interv	AD	X	240.0000	10.0000	2497.414	1233.636	164.8892	159.5791
26	Interv	AD	X	250.0000	10.0000	2500.300	1243.211	164.9976	159.5229
27	Interv	AD	X	260.0000	10.0000	2503.185	1252.785	165.1060	159.4848
28	Interv	AD	X	270.0000	10.0000	2506.071	1262.360	165.2144	159.3704
29	Interv	AD	X	280.0000	10.0000	2508.957	1271.934	165.3228	159.4622
30	Interv	AD	X	290.0000	10.0000	2511.842	1281.509	165.4312	159.4845
31	Interv	AD	X	300.0000	10.0000	2514.728	1291.084	165.5396	159.4756
32	Interv	AD	X	310.0000	10.0000	2517.614	1300.658	165.6480	159.5161
33	Axe	Arc	X	317.8978	7.8978	2519.893	1308.220	165.7336	159.4822
34	Interv	Arc	X	320.0000	2.1022	2520.504	1310.231	165.7564	159.4734
35	Interv	Arc	X	330.0000	10.0000	2523.540	1319.759	165.8648	159.4713
36	Interv	Arc	X	340.0000	10.0000	2526.788	1329.217	165.9732	159.5795
37	Interv	Arc	X	350.0000	10.0000	2530.244	1338.600	166.0816	159.6945
38	Interv	Arc	X	360.0000	10.0000	2533.908	1347.905	166.1899	159.7846
39	Interv	Arc	X	370.0000	10.0000	2537.779	1357.125	166.2983	159.8359
40	Interv	Arc	X	380.0000	10.0000	2541.853	1366.257	166.4067	159.9372
41	Interv	Arc	X	390.0000	10.0000	2546.129	1375.297	166.5151	160.1461
42	Interv	Arc	X	400.0000	10.0000	2550.604	1384.239	166.6235	158.5629
43	Interv	Arc	X	410.0000	10.0000	2555.278	1393.080	166.7319	157.5710
44	Interv	Arc	X	420.0000	10.0000	2560.146	1401.814	166.8403	157.1884
45	Interv	Arc	X	430.0000	10.0000	2565.208	1410.438	166.9487	157.6626
46	Interv	Arc	X	440.0000	10.0000	2570.460	1418.948	167.0571	158.5331
47	Interv	Arc	X	450.0000	10.0000	2575.900	1427.339	167.1655	159.3068
48	Interv	Arc	X	460.0000	10.0000	2581.524	1435.607	167.2739	159.4462
49	Interv	Arc	X	470.0000	10.0000	2587.332	1443.747	167.3823	159.5071
50	Interv	Arc	X	480.0000	10.0000	2593.318	1451.757	167.4907	159.5975
51	Interv	Arc	X	490.0000	10.0000	2599.481	1459.632	167.5991	159.7313
52	Interv	Arc	X	500.0000	10.0000	2605.818	1467.368	167.7075	159.8522
53	Interv	Arc	X	510.0000	10.0000	2612.325	1474.961	167.8159	159.9848
54	Interv	Arc	X	520.0000	10.0000	2618.999	1482.408	167.9243	159.7050

Annexes

55	Interv	Arc	X	530.0000	10.0000	2625.837	1489.704	168.0327	159.3953
56	Interv	Arc	X	540.0000	10.0000	2632.835	1496.847	168.1411	159.8364
57	Interv	Arc	X	550.0000	10.0000	2639.990	1503.833	168.2495	159.1894
58	Interv	Arc	X	560.0000	10.0000	2647.299	1510.657	168.3579	159.1750
59	Interv	Arc	X	570.0000	10.0000	2654.758	1517.318	168.4663	159.2453
60	Interv	Arc	X	580.0000	10.0000	2662.362	1523.812	168.5747	159.3585
61	Interv	Arc	X	590.0000	10.0000	2670.109	1530.134	168.6831	159.5641
62	Interv	Arc	X	600.0000	10.0000	2677.995	1536.283	168.7915	159.8955
63	Interv	Arc	X	610.0000	10.0000	2686.016	1542.256	168.8999	160.2784
64	Interv	Arc	X	620.0000	10.0000	2694.167	1548.048	169.0083	160.6439
65	Interv	Arc	X	630.0000	10.0000	2702.445	1553.658	169.1167	160.7248
66	Interv	Arc	X	640.0000	10.0000	2710.845	1559.083	169.2251	160.7530
67	Interv	Arc	X	650.0000	10.0000	2719.364	1564.320	169.3335	160.7078
68	Interv	Arc	X	660.0000	10.0000	2727.997	1569.366	169.4419	160.6262
69	Interv	Arc	X	670.0000	10.0000	2736.740	1574.219	169.5503	160.5319
70	Interv	Arc	X	680.0000	10.0000	2745.589	1578.877	169.6587	160.5134
71	Interv	Arc	X	690.0000	10.0000	2754.539	1583.337	169.7671	160.6035
72	Interv	Arc	X	700.0000	10.0000	2763.586	1587.597	169.8755	160.7017
73	Interv	Arc	X	710.0000	10.0000	2772.726	1591.655	169.9839	160.8320
74	Interv	Arc	X	720.0000	10.0000	2781.953	1595.508	170.0923	161.1421
75	Interv	Arc	X	730.0000	10.0000	2791.264	1599.156	170.2009	161.5167
76	Interv	Arc	X	740.0000	10.0000	2800.653	1602.596	170.3100	161.9205
77	Interv	Arc	X	750.0000	10.0000	2810.117	1605.826	170.4199	162.3291
78	Interv	Arc	X	760.0000	10.0000	2819.650	1608.846	170.5304	162.6011
79	Interv	Arc	X	770.0000	10.0000	2829.248	1611.653	170.6415	162.7971
80	Interv	Arc	X	780.0000	10.0000	2838.906	1614.245	170.7534	162.8463
81	Interv	Arc	X	790.0000	10.0000	2848.619	1616.623	170.8659	162.9545
82	Interv	Arc	X	800.0000	10.0000	2858.382	1618.784	170.9790	163.1395
83	Interv	Arc	X	810.0000	10.0000	2868.191	1620.728	171.0929	163.3350
84	Interv	Arc	X	820.0000	10.0000	2878.041	1622.453	171.2074	163.5530
85	Interv	Arc	X	830.0000	10.0000	2887.927	1623.959	171.3225	163.8068
86	Interv	Arc	X	840.0000	10.0000	2897.844	1625.245	171.4383	164.0707
87	Axe	AD	X	849.4833	9.4833	2907.272	1626.261	171.5488	164.3064
88	Interv	AD	X	850.0000	0.5167	2907.787	1626.311	171.5548	164.3174
89	Interv	AD	X	860.0000	10.0000	2917.740	1627.277	171.6720	164.8090
90	Interv	AD	X	870.0000	10.0000	2927.693	1628.243	171.7898	165.3418
91	Interv	AD	X	880.0000	10.0000	2937.646	1629.209	171.9083	165.9051
92	Interv	AD	X	890.0000	10.0000	2947.599	1630.175	172.0274	166.5593
93	Interv	AD	X	900.0000	10.0000	2957.553	1631.141	172.1472	167.1798
94	Interv	AD	X	910.0000	10.0000	2967.506	1632.108	172.2677	167.7979
95	Interv	AD	X	920.0000	10.0000	2977.459	1633.074	172.3888	168.2283
96	Interv	AD	X	930.0000	10.0000	2987.412	1634.040	172.5106	168.6586
97	Interv	AD	X	940.0000	10.0000	2997.365	1635.006	172.6331	169.0822
98	Interv	AD	X	950.0000	10.0000	3007.319	1635.972	172.7562	169.4951
99	Interv	AD	X	960.0000	10.0000	3017.272	1636.938	172.8800	169.8219
100	Interv	AD	X	970.0000	10.0000	3027.225	1637.905	173.0045	170.0973
101	Interv	AD	X	980.0000	10.0000	3037.178	1638.871	173.1296	170.2948
102	Interv	AD	X	990.0000	10.0000	3047.132	1639.837	173.2554	170.7649
103	Interv	AD	X	1000.0000	10.0000	3057.085	1640.803	173.3819	171.3845
104	Interv	AD	X	1010.0000	10.0000	3067.038	1641.769	173.5090	172.0092
105	Interv	AD	X	1020.0000	10.0000	3076.991	1642.735	173.6368	173.5351
106	Interv	AD	X	1030.0000	10.0000	3086.944	1643.702	173.7652	173.8786
107	Interv	AD	X	1040.0000	10.0000	3096.898	1644.668	173.8944	174.0570
108	Interv	AD	X	1050.0000	10.0000	3106.851	1645.634	174.0241	174.6432
109	Interv	AD	X	1060.0000	10.0000	3116.804	1646.600	174.1546	175.2718
110	Interv	AD	X	1070.0000	10.0000	3126.757	1647.566	174.2857	175.8932
111	Interv	AD	X	1080.0000	10.0000	3136.711	1648.532	174.4175	176.5464
112	Interv	AD	X	1090.0000	10.0000	3146.664	1649.499	174.5499	177.1995
113	Interv	AD	X	1100.0000	10.0000	3156.617	1650.465	174.6830	177.8362
114	Interv	AD	X	1110.0000	10.0000	3166.570	1651.431	174.8168	178.2843
115	Interv	AD	X	1120.0000	10.0000	3176.523	1652.397	174.9512	178.7546
116	Interv	AD	X	1130.0000	10.0000	3186.477	1653.363	175.0863	179.2248
117	Interv	AD	X	1140.0000	10.0000	3196.430	1654.329	175.2221	179.4963
118	Interv	AD	X	1150.0000	10.0000	3206.383	1655.296	175.3585	179.4876

Annexes

119	Interv	AD	X	1160.0000	10.0000	3216.336	1656.262	175.4956	179.4996
120	Interv	AD	X	1170.0000	10.0000	3226.289	1657.228	175.6334	179.6276
121	Interv	AD	X	1180.0000	10.0000	3236.243	1658.194	175.7718	179.6843
122	Interv	AD	X	1190.0000	10.0000	3246.196	1659.160	175.9109	179.7376
123	Interv	AD	X	1200.0000	10.0000	3256.149	1660.126	176.0506	179.8320
124	Interv	AD	X	1210.0000	10.0000	3266.102	1661.093	176.1910	180.1891
125	Interv	AD	X	1220.0000	10.0000	3276.056	1662.059	176.3321	180.5461
126	Interv	AD	X	1230.0000	10.0000	3286.009	1663.025	176.4739	180.9032
127	Interv	AD	X	1240.0000	10.0000	3295.962	1663.991	176.6163	181.2480
128	Interv	AD	X	1250.0000	10.0000	3305.915	1664.957	176.7593	181.6718
129	Interv	AD	X	1260.0000	10.0000	3315.868	1665.923	176.9031	182.0974
130	Interv	AD	X	1270.0000	10.0000	3325.822	1666.890	177.0475	182.5231
131	Interv	AD	X	1280.0000	10.0000	3335.775	1667.856	177.1926	182.9130
132	Interv	AD	X	1290.0000	10.0000	3345.728	1668.822	177.3383	183.3055
133	Interv	AD	X	1300.0000	10.0000	3355.681	1669.788	177.4847	183.7491
134	Interv	AD	X	1310.0000	10.0000	3365.634	1670.754	177.6317	184.1504
135	Interv	AD	X	1320.0000	10.0000	3375.588	1671.720	177.7792	184.6526
136	Interv	AD	X	1330.0000	10.0000	3385.541	1672.687	177.9267	184.9721
137	Interv	AD	X	1340.0000	10.0000	3395.494	1673.653	178.0742	185.2422
138	Interv	AD	X	1350.0000	10.0000	3405.447	1674.619	178.2217	185.2571
139	Interv	AD	X	1360.0000	10.0000	3415.401	1675.585	178.3692	185.5424
140	Interv	AD	X	1370.0000	10.0000	3425.354	1676.551	178.5167	185.8462
141	Axe	Arc	X	1379.5121	9.5121	3434.821	1677.470	178.6570	186.1261
142	Interv	Arc	X	1380.0000	0.4879	3435.307	1677.518	178.6642	186.1363
143	Interv	Arc	X	1390.0000	10.0000	3445.253	1678.557	178.8117	186.3439
144	Interv	Arc	X	1400.0000	10.0000	3455.184	1679.728	178.9592	186.5484
145	Interv	Arc	X	1410.0000	10.0000	3465.098	1681.032	179.1067	186.6280
146	Interv	Arc	X	1420.0000	10.0000	3474.995	1682.468	179.2542	186.8226
147	Interv	Arc	X	1430.0000	10.0000	3484.871	1684.035	179.4017	187.0610
148	Interv	Arc	X	1440.0000	10.0000	3494.726	1685.735	179.5492	187.3187
149	Interv	Arc	X	1450.0000	10.0000	3504.556	1687.565	179.6967	187.6549
150	Interv	Arc	X	1460.0000	10.0000	3514.362	1689.526	179.8443	188.0432
151	Interv	Arc	X	1470.0000	10.0000	3524.141	1691.618	179.9995	188.4259
152	Interv	Arc	X	1480.0000	10.0000	3533.891	1693.840	180.1667	188.8058
153	Interv	Arc	X	1490.0000	10.0000	3543.610	1696.192	180.3459	188.9688
154	Interv	Arc	X	1500.0000	10.0000	3553.297	1698.674	180.5371	189.1212
155	Interv	Arc	X	1510.0000	10.0000	3562.951	1701.284	180.7403	189.2629
156	Interv	Arc	X	1520.0000	10.0000	3572.568	1704.023	180.9555	189.3031
157	Interv	Arc	X	1530.0000	10.0000	3582.148	1706.889	181.1827	189.1374
158	Interv	Arc	X	1540.0000	10.0000	3591.690	1709.883	181.4219	189.5172
159	Interv	Arc	X	1550.0000	10.0000	3601.190	1713.005	181.6731	189.9547
160	Interv	Arc	X	1560.0000	10.0000	3610.648	1716.252	181.9363	190.1332
161	Interv	Arc	X	1570.0000	10.0000	3620.062	1719.625	182.2115	190.2829
162	Interv	Arc	X	1580.0000	10.0000	3629.430	1723.124	182.4987	190.6135
163	Interv	Arc	X	1590.0000	10.0000	3638.750	1726.747	182.7979	191.0486
164	Interv	Arc	X	1600.0000	10.0000	3648.021	1730.494	183.1091	191.3444
165	Interv	Arc	X	1610.0000	10.0000	3657.242	1734.365	183.4323	191.6412
166	Interv	Arc	X	1620.0000	10.0000	3666.410	1738.358	183.7675	191.8500
167	Interv	Arc	X	1630.0000	10.0000	3675.524	1742.472	184.1147	191.9043
168	Interv	Arc	X	1640.0000	10.0000	3684.583	1746.708	184.4738	192.0239
169	Interv	Arc	X	1650.0000	10.0000	3693.584	1751.065	184.8450	192.1959
170	Interv	Arc	X	1660.0000	10.0000	3702.526	1755.541	185.2282	192.4814
171	Interv	Arc	X	1670.0000	10.0000	3711.408	1760.136	185.6234	192.7615
172	Interv	Arc	X	1680.0000	10.0000	3720.228	1764.848	186.0306	193.0132
173	Interv	Arc	X	1690.0000	10.0000	3728.984	1769.678	186.4498	193.3153
174	Interv	Arc	X	1700.0000	10.0000	3737.675	1774.625	186.8809	193.6138
175	Interv	Arc	X	1710.0000	10.0000	3746.299	1779.687	187.3241	193.9335
176	Interv	Arc	X	1720.0000	10.0000	3754.855	1784.863	187.7793	194.4138
177	Interv	Arc	X	1730.0000	10.0000	3763.341	1790.153	188.2465	194.9539
178	Interv	Arc	X	1740.0000	10.0000	3771.756	1795.555	188.7257	195.7441
179	Interv	Arc	X	1750.0000	10.0000	3780.098	1801.070	189.2168	196.0784
180	Interv	Arc	X	1760.0000	10.0000	3788.366	1806.695	189.7168	196.4434
181	Interv	Arc	X	1770.0000	10.0000	3796.558	1812.430	190.2172	196.6399
182	Interv	Arc	X	1780.0000	10.0000	3804.673	1818.273	190.7176	196.7291

Annexes

183	Interv	Arc	X	1790.0000	10.0000	3812.709	1824.224	191.2180	196.7645
184	Interv	Arc	X	1800.0000	10.0000	3820.665	1830.282	191.7184	196.7238
185	Axe	AD	X	1800.8169	0.8169	3821.312	1830.782	191.7593	196.7217
186	Interv	AD	X	1810.0000	9.1831	3828.575	1836.401	192.2188	196.6459
187	Interv	AD	X	1820.0000	10.0000	3836.484	1842.520	192.7192	196.4639
188	Interv	AD	X	1830.0000	10.0000	3844.393	1848.640	193.2196	196.2818
189	Interv	AD	X	1840.0000	10.0000	3852.302	1854.759	193.7200	195.9745
190	Interv	AD	X	1850.0000	10.0000	3860.211	1860.879	194.2205	195.6629
191	Interv	AD	X	1860.0000	10.0000	3868.120	1866.998	194.7209	195.3649
192	Interv	AD	X	1870.0000	10.0000	3876.029	1873.117	195.2213	195.1804
193	Interv	AD	X	1880.0000	10.0000	3883.938	1879.237	195.7217	195.5247
194	Interv	AD	X	1890.0000	10.0000	3891.847	1885.356	196.2221	195.9431
195	Interv	AD	X	1900.0000	10.0000	3899.756	1891.475	196.7225	196.2159
196	Interv	AD	X	1910.0000	10.0000	3907.665	1897.595	197.2229	196.4888
197	Interv	AD	X	1920.0000	10.0000	3915.574	1903.714	197.7233	197.0442
198	Interv	AD	X	1930.0000	10.0000	3923.483	1909.834	198.2237	197.7382
199	Interv	AD	X	1940.0000	10.0000	3931.392	1915.953	198.7241	198.4482
200	Interv	AD	X	1950.0000	10.0000	3939.302	1922.072	199.2245	199.2359
201	Interv	AD	X	1960.0000	10.0000	3947.211	1928.192	199.7249	199.9237
202	Interv	AD	X	1970.0000	10.0000	3955.120	1934.311	200.2253	200.4342
203	Interv	AD	X	1980.0000	10.0000	3963.029	1940.430	200.7257	200.9670
204	Interv	AD	X	1990.0000	10.0000	3970.938	1946.550	201.2261	201.4998
205	Interv	AD	X	2000.0000	10.0000	3978.847	1952.669	201.7265	201.8388
206	Extrémité	AD	X	2005.6990	5.6990	3983.354	1956.157	202.0117	202.0117

PROFIL EN LONG

Annexe 07 : tables des tabulations de la 1^{ère} variante

COVADIS - TABLE DES TABULATIONS - Nouveau Projet

Nom du dessin C:\Users\sanae\Desktop\PL NOrmé.dwg
 Date du listing 10/06/2019 à 22:57:25
 Profil en long 1
 Courbe projet Proj 1

N°	Elément		Ac/In	Distance		Point d'axe		Z	
	Origine	Elément		Cumulée	Partielle	X	Y	Z Projet	Z TN
1	Extrémité	AD	X	0.0000	0.0000	2885.674	1112.243	162.2876	162.2876
2	Interv	AD	X	10.0000	10.0000	2888.968	1121.685	162.1892	161.7903
3	Interv	AD	X	20.0000	10.0000	2892.262	1131.127	162.0909	161.2835
4	Interv	AD	X	30.0000	10.0000	2895.556	1140.569	161.9925	160.9340
5	Interv	AD	X	40.0000	10.0000	2898.850	1150.010	161.8942	160.9293
6	Interv	AD	X	50.0000	10.0000	2902.144	1159.452	161.7958	160.9270
7	Interv	AD	X	60.0000	10.0000	2905.438	1168.894	161.6975	160.8685
8	Interv	AD	X	70.0000	10.0000	2908.732	1178.336	161.5991	160.8296
9	Interv	AD	X	80.0000	10.0000	2912.026	1187.778	161.5008	160.7713
10	Interv	AD	X	90.0000	10.0000	2915.320	1197.220	161.4024	160.7129
11	Interv	AD	X	100.0000	10.0000	2918.614	1206.662	161.3041	160.6114
12	Interv	AD	X	110.0000	10.0000	2921.908	1216.104	161.2057	160.4847
13	Interv	AD	X	120.0000	10.0000	2925.202	1225.546	161.1074	160.3581
14	Interv	AD	X	130.0000	10.0000	2928.496	1234.987	161.0090	160.2315
15	Interv	AD	X	140.0000	10.0000	2931.790	1244.429	160.9107	160.2497
16	Interv	AD	X	150.0000	10.0000	2935.084	1253.871	160.8123	160.2902
17	Interv	AD	X	160.0000	10.0000	2938.378	1263.313	160.7140	160.3203
18	Interv	AD	X	170.0000	10.0000	2941.672	1272.755	160.6156	160.3938
19	Interv	AD	X	180.0000	10.0000	2944.966	1282.197	160.5173	160.1596
20	Interv	AD	X	190.0000	10.0000	2948.261	1291.639	160.4189	160.0330
21	Interv	AD	X	200.0000	10.0000	2951.555	1301.081	160.3206	160.0624
22	Interv	AD	X	210.0000	10.0000	2954.849	1310.523	160.2222	160.1171
23	Interv	AD	X	220.0000	10.0000	2958.143	1319.965	160.1239	160.1686
24	Interv	AD	X	230.0000	10.0000	2961.437	1329.406	160.0255	160.1593
25	Interv	AD	X	240.0000	10.0000	2964.731	1338.848	159.9272	160.1157
26	Interv	AD	X	250.0000	10.0000	2968.025	1348.290	159.8288	160.0721

Annexes

27	Interv	AD	X	260.0000	10.0000	2971.319	1357.732	159.7305	160.0356
28	Interv	AD	X	270.0000	10.0000	2974.613	1367.174	159.6321	160.0097
29	Interv	AD	X	280.0000	10.0000	2977.907	1376.616	159.5338	159.9743
30	Interv	AD	X	290.0000	10.0000	2981.201	1386.058	159.4354	160.0556
31	Interv	AD	X	300.0000	10.0000	2984.495	1395.500	159.3371	160.0724
32	Interv	AD	X	310.0000	10.0000	2987.789	1404.942	159.2387	160.0624
33	Axe	Arc	X	319.2982	9.2982	2990.852	1413.721	159.1473	160.0388
34	Interv	Arc	X	320.0000	0.7018	2991.083	1414.383	159.1404	160.0371
35	Interv	Arc	X	330.0000	10.0000	2994.485	1423.787	159.0420	160.0523
36	Interv	Arc	X	340.0000	10.0000	2998.074	1433.121	158.9437	160.0848
37	Interv	Arc	X	350.0000	10.0000	3001.848	1442.381	158.8453	160.1265
38	Interv	Arc	X	360.0000	10.0000	3005.807	1451.563	158.7469	160.2551
39	Interv	Arc	X	370.0000	10.0000	3009.949	1460.665	158.6486	160.3989
40	Interv	Arc	X	380.0000	10.0000	3014.273	1469.682	158.5502	160.5536
41	Interv	Arc	X	390.0000	10.0000	3018.775	1478.611	158.4520	160.7191
42	Interv	Arc	X	400.0000	10.0000	3023.456	1487.448	158.3727	160.2392
43	Interv	Arc	X	410.0000	10.0000	3028.312	1496.189	158.3268	159.6590
44	Interv	Arc	X	420.0000	10.0000	3033.342	1504.832	158.3142	159.2361
45	Interv	Arc	X	430.0000	10.0000	3038.544	1513.372	158.3350	158.9895
46	Interv	Arc	X	440.0000	10.0000	3043.915	1521.807	158.3890	159.2746
47	Interv	Arc	X	450.0000	10.0000	3049.454	1530.132	158.4764	159.9854
48	Interv	Arc	X	460.0000	10.0000	3055.159	1538.345	158.5972	160.2182
49	Interv	Arc	X	470.0000	10.0000	3061.027	1546.443	158.7513	160.2824
50	Interv	Arc	X	480.0000	10.0000	3067.055	1554.421	158.9387	160.1775
51	Interv	Arc	X	490.0000	10.0000	3073.242	1562.277	159.1473	160.1882
52	Interv	Arc	X	500.0000	10.0000	3079.585	1570.008	159.3562	160.2480
53	Interv	Arc	X	510.0000	10.0000	3086.081	1577.611	159.5652	160.1162
54	Interv	Arc	X	520.0000	10.0000	3092.727	1585.082	159.7742	160.0260
55	Interv	Arc	X	530.0000	10.0000	3099.522	1592.419	159.9832	160.1143
56	Interv	Arc	X	540.0000	10.0000	3106.462	1599.618	160.1921	159.8147
57	Interv	Arc	X	550.0000	10.0000	3113.545	1606.677	160.4011	159.7325
58	Interv	Arc	X	560.0000	10.0000	3120.768	1613.593	160.6101	159.7831
59	Interv	Arc	X	570.0000	10.0000	3128.127	1620.363	160.8190	159.8445
60	Interv	Arc	X	580.0000	10.0000	3135.620	1626.985	161.0280	159.9259
61	Interv	Arc	X	590.0000	10.0000	3143.245	1633.455	161.2370	160.2686
62	Interv	Arc	X	600.0000	10.0000	3150.997	1639.772	161.4460	160.6680
63	Interv	Arc	X	610.0000	10.0000	3158.874	1645.933	161.6549	161.0731
64	Interv	Arc	X	620.0000	10.0000	3166.872	1651.934	161.8639	161.3109
65	Interv	Arc	X	630.0000	10.0000	3174.989	1657.775	162.0729	161.4385
66	Interv	Arc	X	640.0000	10.0000	3183.221	1663.452	162.2818	161.3401
67	Interv	Arc	X	650.0000	10.0000	3191.565	1668.963	162.4908	161.1958
68	Interv	Arc	X	660.0000	10.0000	3200.018	1674.306	162.6998	161.0810
69	Interv	Arc	X	670.0000	10.0000	3208.576	1679.479	162.9088	161.0210
70	Interv	Arc	X	680.0000	10.0000	3217.235	1684.480	163.1177	160.9718
71	Interv	Arc	X	690.0000	10.0000	3225.993	1689.307	163.3267	161.0138
72	Interv	Arc	X	700.0000	10.0000	3234.846	1693.958	163.5357	161.1687
73	Interv	Arc	X	710.0000	10.0000	3243.789	1698.431	163.7446	161.4526
74	Interv	Arc	X	720.0000	10.0000	3252.821	1702.724	163.9536	161.7443
75	Interv	Arc	X	730.0000	10.0000	3261.936	1706.835	164.1626	162.1213
76	Interv	Arc	X	740.0000	10.0000	3271.132	1710.763	164.3716	162.4674
77	Interv	Arc	X	750.0000	10.0000	3280.405	1714.507	164.5805	162.7200
78	Interv	Arc	X	760.0000	10.0000	3289.751	1718.065	164.7895	162.9315
79	Interv	Arc	X	770.0000	10.0000	3299.165	1721.435	164.9985	162.9435
80	Interv	Arc	X	780.0000	10.0000	3308.646	1724.615	165.2074	163.0421
81	Interv	Arc	X	790.0000	10.0000	3318.188	1727.606	165.4164	163.1864
82	Interv	Arc	X	800.0000	10.0000	3327.788	1730.405	165.6254	163.3403
83	Interv	Arc	X	810.0000	10.0000	3337.442	1733.012	165.8343	163.5245
84	Interv	Arc	X	820.0000	10.0000	3347.146	1735.425	166.0433	163.7353
85	Interv	Arc	X	830.0000	10.0000	3356.897	1737.644	166.2523	163.9360
86	Interv	Arc	X	840.0000	10.0000	3366.690	1739.667	166.4613	164.0930
87	Interv	Arc	X	850.0000	10.0000	3376.522	1741.494	166.6702	164.5740
88	Interv	Arc	X	860.0000	10.0000	3386.388	1743.124	166.8792	165.0675
89	Interv	Arc	X	870.0000	10.0000	3396.284	1744.556	167.0882	165.6885
90	Interv	Arc	X	880.0000	10.0000	3406.208	1745.790	167.2971	166.3259

Annexes

91	Interv	Arc	X	890.0000	10.0000	3416.154	1746.825	167.5062	166.9007
92	Axe	AD	X	891.0480	1.0480	3417.197	1746.922	167.5286	166.9672
93	Interv	AD	X	900.0000	8.9520	3426.112	1747.741	167.7347	167.4988
94	Interv	AD	X	910.0000	10.0000	3436.070	1748.656	167.9965	167.9241
95	Interv	AD	X	920.0000	10.0000	3446.028	1749.571	168.2916	168.3400
96	Interv	AD	X	930.0000	10.0000	3455.986	1750.486	168.6200	168.7559
97	Interv	AD	X	940.0000	10.0000	3465.944	1751.401	168.9678	169.1718
98	Interv	AD	X	950.0000	10.0000	3475.902	1752.316	169.3157	169.4914
99	Interv	AD	X	960.0000	10.0000	3485.860	1753.231	169.6636	169.8084
100	Interv	AD	X	970.0000	10.0000	3495.818	1754.146	170.0115	170.1335
101	Interv	AD	X	980.0000	10.0000	3505.776	1755.061	170.3595	170.6942
102	Interv	AD	X	990.0000	10.0000	3515.734	1755.976	170.7074	171.3232
103	Interv	AD	X	1000.0000	10.0000	3525.692	1756.891	171.0553	171.9523
104	Interv	AD	X	1010.0000	10.0000	3535.650	1757.806	171.4032	172.5524
105	Interv	AD	X	1020.0000	10.0000	3545.609	1758.721	171.7511	173.3171
106	Interv	AD	X	1030.0000	10.0000	3555.567	1759.636	172.0990	173.8574
107	Interv	AD	X	1040.0000	10.0000	3565.525	1760.551	172.4469	174.4751
108	Interv	AD	X	1050.0000	10.0000	3575.483	1761.466	172.7948	175.0845
109	Interv	AD	X	1060.0000	10.0000	3585.441	1762.381	173.1428	175.7185
110	Interv	AD	X	1070.0000	10.0000	3595.399	1763.296	173.4907	176.3740
111	Interv	AD	X	1080.0000	10.0000	3605.357	1764.211	173.8386	176.8938
112	Interv	AD	X	1090.0000	10.0000	3615.315	1765.126	174.1865	177.3499
113	Interv	AD	X	1100.0000	10.0000	3625.273	1766.041	174.5344	177.7672
114	Interv	AD	X	1110.0000	10.0000	3635.231	1766.956	174.8823	178.1691
115	Interv	AD	X	1120.0000	10.0000	3645.189	1767.871	175.2302	178.5711
116	Interv	AD	X	1130.0000	10.0000	3655.147	1768.786	175.5781	178.8224
117	Interv	AD	X	1140.0000	10.0000	3665.105	1769.701	175.9261	178.9705
118	Interv	AD	X	1150.0000	10.0000	3675.063	1770.616	176.2740	179.1186
119	Interv	AD	X	1160.0000	10.0000	3685.021	1771.531	176.6219	179.2479
120	Interv	AD	X	1170.0000	10.0000	3694.979	1772.446	176.9698	179.3629
121	Interv	AD	X	1180.0000	10.0000	3704.937	1773.361	177.3177	179.4779
122	Interv	AD	X	1190.0000	10.0000	3714.895	1774.276	177.6656	179.5950
123	Interv	AD	X	1200.0000	10.0000	3724.853	1775.191	178.0135	179.9609
124	Interv	AD	X	1210.0000	10.0000	3734.812	1776.106	178.3614	180.3929
125	Interv	AD	X	1220.0000	10.0000	3744.770	1777.021	178.7094	180.8249
126	Interv	AD	X	1230.0000	10.0000	3754.728	1777.936	179.0573	181.3379
127	Interv	AD	X	1240.0000	10.0000	3764.686	1778.851	179.4052	181.8451
128	Interv	AD	X	1250.0000	10.0000	3774.644	1779.766	179.7531	182.2082
129	Interv	AD	X	1260.0000	10.0000	3784.602	1780.681	180.1010	182.6335
130	Interv	AD	X	1270.0000	10.0000	3794.560	1781.596	180.4489	182.9980
131	Interv	AD	X	1280.0000	10.0000	3804.518	1782.511	180.7968	183.4344
132	Axe	Arc	X	1288.2986	8.2986	3812.782	1783.270	181.0856	183.8021
133	Interv	Arc	X	1290.0000	1.7014	3814.476	1783.427	181.1447	183.8775
134	Interv	Arc	X	1300.0000	10.0000	3824.426	1784.426	181.4927	184.3219
135	Interv	Arc	X	1310.0000	10.0000	3834.362	1785.548	181.8406	184.6107
136	Interv	Arc	X	1320.0000	10.0000	3844.284	1786.795	182.1885	184.8965
137	Interv	Arc	X	1330.0000	10.0000	3854.190	1788.166	182.5364	185.1521
138	Interv	Arc	X	1340.0000	10.0000	3864.078	1789.660	182.8843	185.1268
139	Interv	Arc	X	1350.0000	10.0000	3873.946	1791.278	183.2322	185.4240
140	Interv	Arc	X	1360.0000	10.0000	3883.793	1793.019	183.5801	185.7227
141	Interv	Arc	X	1370.0000	10.0000	3893.618	1794.883	183.9281	185.9590
142	Interv	Arc	X	1380.0000	10.0000	3903.418	1796.870	184.2760	185.9886
143	Interv	Arc	X	1390.0000	10.0000	3913.193	1798.979	184.6239	186.0116
144	Interv	Arc	X	1400.0000	10.0000	3922.941	1801.210	184.9718	186.0280
145	Interv	Arc	X	1410.0000	10.0000	3932.660	1803.563	185.3197	186.2217
146	Interv	Arc	X	1420.0000	10.0000	3942.349	1806.037	185.6676	186.5235
147	Interv	Arc	X	1430.0000	10.0000	3952.007	1808.632	186.0155	186.8223
148	Interv	Arc	X	1440.0000	10.0000	3961.631	1811.347	186.3634	187.1368
149	Interv	Arc	X	1450.0000	10.0000	3971.220	1814.183	186.7114	187.5620
150	Interv	Arc	X	1460.0000	10.0000	3980.774	1817.138	187.0593	187.9802
151	Interv	Arc	X	1470.0000	10.0000	3990.289	1820.213	187.4072	188.2324
152	Interv	Arc	X	1480.0000	10.0000	3999.766	1823.406	187.7551	188.1780
153	Interv	Arc	X	1490.0000	10.0000	4009.202	1826.717	188.1030	188.1198
154	Interv	Arc	X	1500.0000	10.0000	4018.595	1830.146	188.4509	188.0578

Annexes

155	Interv	Arc	X	1510.0000	10.0000	4027.945	1833.692	188.7988	188.2416
156	Interv	Arc	X	1520.0000	10.0000	4037.250	1837.355	189.1467	188.5749
157	Interv	Arc	X	1530.0000	10.0000	4046.509	1841.134	189.4947	188.9333
158	Interv	Arc	X	1540.0000	10.0000	4055.719	1845.028	189.8426	189.2946
159	Interv	Arc	X	1550.0000	10.0000	4064.880	1849.037	190.1905	189.4076
160	Interv	Arc	X	1560.0000	10.0000	4073.991	1853.160	190.5384	189.5262
161	Interv	Arc	X	1570.0000	10.0000	4083.049	1857.397	190.8791	189.6394
162	Interv	Arc	X	1580.0000	10.0000	4092.053	1861.746	191.2032	189.8295
163	Interv	Arc	X	1590.0000	10.0000	4101.003	1866.208	191.5107	190.2022
164	Axe	AD	X	1593.2993	3.2993	4103.943	1867.705	191.6084	190.3343
165	Interv	AD	X	1600.0000	6.7007	4109.908	1870.757	191.8014	190.6019
166	Interv	AD	X	1610.0000	10.0000	4118.811	1875.311	192.0784	191.0013
167	Interv	AD	X	1620.0000	10.0000	4127.713	1879.866	192.3540	191.3491
168	Interv	AD	X	1630.0000	10.0000	4136.616	1884.420	192.6296	191.5341
169	Interv	AD	X	1640.0000	10.0000	4145.519	1888.975	192.9052	191.8172
170	Interv	AD	X	1650.0000	10.0000	4154.421	1893.529	193.1808	192.1004
171	Interv	AD	X	1660.0000	10.0000	4163.324	1898.084	193.4564	192.3835
172	Interv	AD	X	1670.0000	10.0000	4172.227	1902.638	193.7320	192.6094
173	Interv	AD	X	1680.0000	10.0000	4181.129	1907.193	194.0076	192.8223
174	Interv	AD	X	1690.0000	10.0000	4190.032	1911.747	194.2832	193.0213
175	Interv	AD	X	1700.0000	10.0000	4198.934	1916.302	194.5588	193.4288
176	Interv	AD	X	1710.0000	10.0000	4207.837	1920.856	194.8343	194.1388
177	Interv	AD	X	1720.0000	10.0000	4216.740	1925.411	195.1099	194.8635
178	Interv	AD	X	1730.0000	10.0000	4225.642	1929.965	195.3855	195.5881
179	Interv	AD	X	1740.0000	10.0000	4234.545	1934.520	195.6611	195.6586
180	Interv	AD	X	1750.0000	10.0000	4243.448	1939.074	195.9367	195.9483
181	Interv	AD	X	1760.0000	10.0000	4252.350	1943.629	196.2123	196.0918
182	Interv	AD	X	1770.0000	10.0000	4261.253	1948.183	196.4879	196.0791
183	Interv	AD	X	1780.0000	10.0000	4270.155	1952.738	196.7635	196.0128
184	Interv	AD	X	1790.0000	10.0000	4279.058	1957.292	197.0391	195.9327
185	Interv	AD	X	1800.0000	10.0000	4287.961	1961.847	197.3147	195.8639
186	Interv	AD	X	1810.0000	10.0000	4296.863	1966.401	197.5903	195.8031
187	Interv	AD	X	1820.0000	10.0000	4305.766	1970.956	197.8658	195.4149
188	Interv	AD	X	1830.0000	10.0000	4314.668	1975.510	198.1414	195.2285
189	Interv	AD	X	1840.0000	10.0000	4323.571	1980.065	198.4170	195.1590
190	Interv	AD	X	1850.0000	10.0000	4332.474	1984.619	198.6926	195.0560
191	Interv	AD	X	1860.0000	10.0000	4341.376	1989.174	198.9682	195.5206
192	Interv	AD	X	1870.0000	10.0000	4350.279	1993.728	199.2438	195.9467
193	Interv	AD	X	1880.0000	10.0000	4359.182	1998.282	199.5194	196.1648
194	Interv	AD	X	1890.0000	10.0000	4368.084	2002.837	199.7950	196.3830
195	Interv	AD	X	1900.0000	10.0000	4376.987	2007.391	200.0706	196.8996
196	Interv	AD	X	1910.0000	10.0000	4385.889	2011.946	200.3462	197.6037
197	Interv	AD	X	1920.0000	10.0000	4394.792	2016.500	200.6218	198.2251
198	Interv	AD	X	1930.0000	10.0000	4403.695	2021.055	200.8973	198.9228
199	Interv	AD	X	1940.0000	10.0000	4412.597	2025.609	201.1729	199.7215
200	Interv	AD	X	1950.0000	10.0000	4421.500	2030.164	201.4485	200.2875
201	Interv	AD	X	1960.0000	10.0000	4430.402	2034.718	201.7241	200.9133
202	Interv	AD	X	1970.0000	10.0000	4439.305	2039.273	201.9997	201.5909
203	Interv	AD	X	1980.0000	10.0000	4448.208	2043.827	202.2753	202.0816
204	Interv	AD	X	1990.0000	10.0000	4457.110	2048.382	202.5509	202.4605
205	Extremité	AD	X	1996.6836	6.6836	4463.060	2051.426	202.7351	202.7351

Annexe 08 : listing du profil en long du projet de la 1^{ère} variante

COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Description

Nom du dessin : C:\Users\sanae\Desktop\profil en long_recover nouveau TALI_recover
 Nom du listing : C:\Users\sanae\Desktop\profil en long_recover nouveau TALI_recover_Nouveau Projet_1_PROJET.rtf
 Date du listing : 10/06/2019 à 22:54:34
 Profil en long : 1

Annexes

Courbe projet : Proj 1

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	162.288	2885.67, 1112.24	162.288
Pente = -0.984 %	389.272	389.291				
			389.272	158.459	3018.44, 1477.96	160.709
Arc de parabole	92.197	92.202				
Rayon = 3000.0000						
S bas = 418.772						
Z bas = 158.314						
			481.469	158.969	3067.95, 1555.58	160.179
Rampe = 2.090 %	407.690	407.779				
			889.159	167.489	3415.32, 1746.75	166.847
Arc de parabole	41.683	41.699				
Rayon = 3000.0000						
			930.841	168.649	3456.82, 1750.56	168.791
Rampe = 3.479 %	629.874	630.255				
			1560.715	190.563	4074.64, 1853.46	189.529
Arc de parabole	43.393	43.414				
Rayon = -6000.0000						
			1604.109	191.916	4113.57, 1872.63	190.766
Rampe = 2.756 %	392.575	392.724				
			1996.684	202.735	4463.06, 2051.43	202.735
Longueur totale	1996.684					

Annexe 09 : tables des tabulations de la 2^{ème} variante

COVADIS - TABLE DES TABULATIONS - Nouveau Projet

Nom du dessin : C:\Users\sanae\Desktop\Travail ahmed 450;750\profil en long\levé ma9som copi_recover_recover.dwg
 Date du listing : 08/05/2019 à 02:40:33
 Profil en long : 1
 Courbe projet : Proj 1

N°	Elément		Ac/In	Distance		Point d'axe		Z	
	Origine	Elément		Cumulée	Partielle	X	Y	Z Projet	Z TN
1	Extremité	AD	X	0.0000	0.0000	2428.158	1003.846	162.2876	162.2876
2	Interv	AD	X	10.0000	10.0000	2431.044	1013.420	162.1798	161.7735
3	Interv	AD	X	20.0000	10.0000	2433.930	1022.995	162.0721	161.2497
4	Interv	AD	X	30.0000	10.0000	2436.815	1032.569	161.9643	160.8793
5	Interv	AD	X	40.0000	10.0000	2439.701	1042.144	161.8566	160.8599
6	Interv	AD	X	50.0000	10.0000	2442.587	1051.719	161.7488	160.8401
7	Interv	AD	X	60.0000	10.0000	2445.472	1061.293	161.6411	160.7231
8	Interv	AD	X	70.0000	10.0000	2448.358	1070.868	161.5334	160.6663
9	Interv	AD	X	80.0000	10.0000	2451.244	1080.442	161.4256	160.6095
10	Interv	AD	X	90.0000	10.0000	2454.129	1090.017	161.3179	160.5526
11	Interv	AD	X	100.0000	10.0000	2457.015	1099.592	161.2101	160.4614
12	Interv	AD	X	110.0000	10.0000	2459.901	1109.166	161.1024	160.3220
13	Interv	AD	X	120.0000	10.0000	2462.786	1118.741	160.9946	160.1835
14	Interv	AD	X	130.0000	10.0000	2465.672	1128.315	160.8869	160.0450
15	Interv	AD	X	140.0000	10.0000	2468.558	1137.890	160.7791	160.0312
16	Interv	AD	X	150.0000	10.0000	2471.443	1147.465	160.6714	160.0351
17	Interv	AD	X	160.0000	10.0000	2474.329	1157.039	160.5636	160.0390
18	Interv	AD	X	170.0000	10.0000	2477.214	1166.614	160.4559	160.1235
19	Interv	AD	X	180.0000	10.0000	2480.100	1176.188	160.3481	159.9928
20	Interv	AD	X	190.0000	10.0000	2482.986	1185.763	160.2404	159.8056
21	Interv	AD	X	200.0000	10.0000	2485.871	1195.338	160.1326	159.7189
22	Interv	AD	X	210.0000	10.0000	2488.757	1204.912	160.0249	159.7564
23	Interv	AD	X	220.0000	10.0000	2491.643	1214.487	159.9172	159.7694
24	Interv	AD	X	230.0000	10.0000	2494.528	1224.061	159.8094	159.6438
25	Interv	AD	X	240.0000	10.0000	2497.414	1233.636	159.7017	159.5791

Annexes

26	Interv	AD	X	250.0000	10.0000	2500.300	1243.211	159.5939	159.5229
27	Interv	AD	X	260.0000	10.0000	2503.185	1252.785	159.4862	159.4848
28	Interv	AD	X	270.0000	10.0000	2506.071	1262.360	159.3784	159.3704
29	Interv	AD	X	280.0000	10.0000	2508.957	1271.934	159.2707	159.4622
30	Interv	AD	X	290.0000	10.0000	2511.842	1281.509	159.1629	159.4845
31	Interv	AD	X	300.0000	10.0000	2514.728	1291.084	159.0552	159.4756
32	Interv	AD	X	310.0000	10.0000	2517.614	1300.658	158.9474	159.5161
33	Axe	Arc	X	317.8978	7.8978	2519.893	1308.220	158.8623	159.4822
34	Interv	Arc	X	320.0000	2.1022	2520.504	1310.231	158.8397	159.4734
35	Interv	Arc	X	330.0000	10.0000	2523.540	1319.759	158.7319	159.4713
36	Interv	Arc	X	340.0000	10.0000	2526.788	1329.217	158.6242	159.5795
37	Interv	Arc	X	350.0000	10.0000	2530.244	1338.600	158.5164	159.6945
38	Interv	Arc	X	360.0000	10.0000	2533.908	1347.905	158.4087	159.7846
39	Interv	Arc	X	370.0000	10.0000	2537.779	1357.125	158.3009	159.8359
40	Interv	Arc	X	380.0000	10.0000	2541.853	1366.257	158.1995	159.9372
41	Interv	Arc	X	390.0000	10.0000	2546.129	1375.297	158.1540	160.1461
42	Interv	Arc	X	400.0000	10.0000	2550.604	1384.239	158.1751	158.5629
43	Interv	Arc	X	410.0000	10.0000	2555.278	1393.080	158.2630	157.5710
44	Interv	Arc	X	420.0000	10.0000	2560.146	1401.814	158.4175	157.1884
45	Interv	Arc	X	430.0000	10.0000	2565.208	1410.438	158.6386	157.6626
46	Interv	Arc	X	440.0000	10.0000	2570.460	1418.948	158.9074	158.5331
47	Interv	Arc	X	450.0000	10.0000	2575.900	1427.339	159.1739	159.3068
48	Interv	Arc	X	460.0000	10.0000	2581.524	1435.607	159.3902	159.4462
49	Interv	Arc	X	470.0000	10.0000	2587.332	1443.747	159.5440	159.5071
50	Interv	Arc	X	480.0000	10.0000	2593.318	1451.757	159.6477	159.5975
51	Interv	Arc	X	490.0000	10.0000	2599.481	1459.632	159.7470	159.7313
52	Interv	Arc	X	500.0000	10.0000	2605.818	1467.368	159.8463	159.8522
53	Interv	Arc	X	510.0000	10.0000	2612.325	1474.961	159.9457	159.9848
54	Interv	Arc	X	520.0000	10.0000	2618.999	1482.408	160.0450	159.7050
55	Interv	Arc	X	530.0000	10.0000	2625.837	1489.704	160.1443	159.3953
56	Interv	Arc	X	540.0000	10.0000	2632.835	1496.847	160.2436	159.8364
57	Interv	Arc	X	550.0000	10.0000	2639.990	1503.833	160.3429	159.1894
58	Interv	Arc	X	560.0000	10.0000	2647.299	1510.657	160.4423	159.1750
59	Interv	Arc	X	570.0000	10.0000	2654.758	1517.318	160.5416	159.2453
60	Interv	Arc	X	580.0000	10.0000	2662.362	1523.812	160.6409	159.3585
61	Interv	Arc	X	590.0000	10.0000	2670.109	1530.134	160.7402	159.5641
62	Interv	Arc	X	600.0000	10.0000	2677.995	1536.283	160.8396	159.8955
63	Interv	Arc	X	610.0000	10.0000	2686.016	1542.256	160.9389	160.2784
64	Interv	Arc	X	620.0000	10.0000	2694.167	1548.048	161.0382	160.6439
65	Interv	Arc	X	630.0000	10.0000	2702.445	1553.658	161.1375	160.7248
66	Interv	Arc	X	640.0000	10.0000	2710.845	1559.083	161.2368	160.7530
67	Interv	Arc	X	650.0000	10.0000	2719.364	1564.320	161.3362	160.7078
68	Interv	Arc	X	660.0000	10.0000	2727.997	1569.366	161.4355	160.6262
69	Interv	Arc	X	670.0000	10.0000	2736.740	1574.219	161.5348	160.5319
70	Interv	Arc	X	680.0000	10.0000	2745.589	1578.877	161.6341	160.5134
71	Interv	Arc	X	690.0000	10.0000	2754.539	1583.337	161.7338	160.6035
72	Interv	Arc	X	700.0000	10.0000	2763.586	1587.597	161.8466	160.7017
73	Interv	Arc	X	710.0000	10.0000	2772.726	1591.655	161.9794	160.8320
74	Interv	Arc	X	720.0000	10.0000	2781.953	1595.508	162.1323	161.1421
75	Interv	Arc	X	730.0000	10.0000	2791.264	1599.156	162.3051	161.5167
76	Interv	Arc	X	740.0000	10.0000	2800.653	1602.596	162.4979	161.9205
77	Interv	Arc	X	750.0000	10.0000	2810.117	1605.826	162.7108	162.3291
78	Interv	Arc	X	760.0000	10.0000	2819.650	1608.846	162.9436	162.6011
79	Interv	Arc	X	770.0000	10.0000	2829.248	1611.653	163.1964	162.7971
80	Interv	Arc	X	780.0000	10.0000	2838.906	1614.245	163.4693	162.8463
81	Interv	Arc	X	790.0000	10.0000	2848.619	1616.623	163.7621	162.9545
82	Interv	Arc	X	800.0000	10.0000	2858.382	1618.784	164.0749	163.1395
83	Interv	Arc	X	810.0000	10.0000	2868.191	1620.728	164.4077	163.3350
84	Interv	Arc	X	820.0000	10.0000	2878.041	1622.453	164.7538	163.5530
85	Interv	Arc	X	830.0000	10.0000	2887.927	1623.959	165.1001	163.8068
86	Interv	Arc	X	840.0000	10.0000	2897.844	1625.245	165.4465	164.0707
87	Axe	AD	X	849.4833	9.4833	2907.272	1626.261	165.7749	164.3064
88	Interv	AD	X	850.0000	0.5167	2907.787	1626.311	165.7928	164.3174
89	Interv	AD	X	860.0000	10.0000	2917.740	1627.277	166.1391	164.8090

Annexes

90	Interv	AD	X	870.0000	10.0000	2927.693	1628.243	166.4855	165.3418
91	Interv	AD	X	880.0000	10.0000	2937.646	1629.209	166.8318	165.9051
92	Interv	AD	X	890.0000	10.0000	2947.599	1630.175	167.1782	166.5593
93	Interv	AD	X	900.0000	10.0000	2957.553	1631.141	167.5254	167.1798
94	Interv	AD	X	910.0000	10.0000	2967.506	1632.108	167.8758	167.7979
95	Interv	AD	X	920.0000	10.0000	2977.459	1633.074	168.2296	168.2283
96	Interv	AD	X	930.0000	10.0000	2987.412	1634.040	168.5867	168.6586
97	Interv	AD	X	940.0000	10.0000	2997.365	1635.006	168.9471	169.0822
98	Interv	AD	X	950.0000	10.0000	3007.319	1635.972	169.3108	169.4951
99	Interv	AD	X	960.0000	10.0000	3017.272	1636.938	169.6779	169.8219
100	Interv	AD	X	970.0000	10.0000	3027.225	1637.905	170.0483	170.0973
101	Interv	AD	X	980.0000	10.0000	3037.178	1638.871	170.4221	170.2948
102	Interv	AD	X	990.0000	10.0000	3047.132	1639.837	170.7992	170.7649
103	Interv	AD	X	1000.0000	10.0000	3057.085	1640.803	171.1796	171.3845
104	Interv	AD	X	1010.0000	10.0000	3067.038	1641.769	171.5634	172.0092
105	Interv	AD	X	1020.0000	10.0000	3076.991	1642.735	171.9505	173.5351
106	Interv	AD	X	1030.0000	10.0000	3086.944	1643.702	172.3409	173.8786
107	Interv	AD	X	1040.0000	10.0000	3096.898	1644.668	172.7346	174.0570
108	Interv	AD	X	1050.0000	10.0000	3106.851	1645.634	173.1317	174.6432
109	Interv	AD	X	1060.0000	10.0000	3116.804	1646.600	173.5321	175.2718
110	Interv	AD	X	1070.0000	10.0000	3126.757	1647.566	173.9359	175.8932
111	Interv	AD	X	1080.0000	10.0000	3136.711	1648.532	174.3430	176.5464
112	Interv	AD	X	1090.0000	10.0000	3146.664	1649.499	174.7534	177.1995
113	Interv	AD	X	1100.0000	10.0000	3156.617	1650.465	175.1672	177.8362
114	Interv	AD	X	1110.0000	10.0000	3166.570	1651.431	175.5843	178.2843
115	Interv	AD	X	1120.0000	10.0000	3176.523	1652.397	176.0047	178.7546
116	Interv	AD	X	1130.0000	10.0000	3186.477	1653.363	176.4284	179.2248
117	Interv	AD	X	1140.0000	10.0000	3196.430	1654.329	176.8555	179.4963
118	Interv	AD	X	1150.0000	10.0000	3206.383	1655.296	177.2859	179.4876
119	Interv	AD	X	1160.0000	10.0000	3216.336	1656.262	177.7197	179.4996
120	Interv	AD	X	1170.0000	10.0000	3226.289	1657.228	178.1568	179.6276
121	Interv	AD	X	1180.0000	10.0000	3236.243	1658.194	178.5961	179.6843
122	Interv	AD	X	1190.0000	10.0000	3246.196	1659.160	179.0355	179.7376
123	Interv	AD	X	1200.0000	10.0000	3256.149	1660.126	179.4749	179.8320
124	Interv	AD	X	1210.0000	10.0000	3266.102	1661.093	179.9142	180.1891
125	Interv	AD	X	1220.0000	10.0000	3276.056	1662.059	180.3477	180.5461
126	Interv	AD	X	1230.0000	10.0000	3286.009	1663.025	180.7598	180.9032
127	Interv	AD	X	1240.0000	10.0000	3295.962	1663.991	181.1497	181.2480
128	Interv	AD	X	1250.0000	10.0000	3305.915	1664.957	181.5173	181.6718
129	Interv	AD	X	1260.0000	10.0000	3315.868	1665.923	181.8627	182.0974
130	Interv	AD	X	1270.0000	10.0000	3325.822	1666.890	182.1859	182.5231
131	Interv	AD	X	1280.0000	10.0000	3335.775	1667.856	182.4869	182.9130
132	Interv	AD	X	1290.0000	10.0000	3345.728	1668.822	182.7664	183.3055
133	Interv	AD	X	1300.0000	10.0000	3355.681	1669.788	183.0401	183.7491
134	Interv	AD	X	1310.0000	10.0000	3365.634	1670.754	183.3138	184.1504
135	Interv	AD	X	1320.0000	10.0000	3375.588	1671.720	183.5874	184.6526
136	Interv	AD	X	1330.0000	10.0000	3385.541	1672.687	183.8611	184.9721
137	Interv	AD	X	1340.0000	10.0000	3395.494	1673.653	184.1348	185.2422
138	Interv	AD	X	1350.0000	10.0000	3405.447	1674.619	184.4085	185.2571
139	Interv	AD	X	1360.0000	10.0000	3415.401	1675.585	184.6821	185.5424
140	Interv	AD	X	1370.0000	10.0000	3425.354	1676.551	184.9558	185.8462
141	Axe	Arc	X	1379.5121	9.5121	3434.821	1677.470	185.2161	186.1261
142	Interv	Arc	X	1380.0000	0.4879	3435.307	1677.518	185.2295	186.1363
143	Interv	Arc	X	1390.0000	10.0000	3445.253	1678.557	185.5031	186.3439
144	Interv	Arc	X	1400.0000	10.0000	3455.184	1679.728	185.7768	186.5484
145	Interv	Arc	X	1410.0000	10.0000	3465.098	1681.032	186.0505	186.6280
146	Interv	Arc	X	1420.0000	10.0000	3474.995	1682.468	186.3241	186.8226
147	Interv	Arc	X	1430.0000	10.0000	3484.871	1684.035	186.5978	187.0610
148	Interv	Arc	X	1440.0000	10.0000	3494.726	1685.735	186.8715	187.3187
149	Interv	Arc	X	1450.0000	10.0000	3504.556	1687.565	187.1452	187.6549
150	Interv	Arc	X	1460.0000	10.0000	3514.362	1689.526	187.4188	188.0432
151	Interv	Arc	X	1470.0000	10.0000	3524.141	1691.618	187.6925	188.4259
152	Interv	Arc	X	1480.0000	10.0000	3533.891	1693.840	187.9662	188.8058
153	Interv	Arc	X	1490.0000	10.0000	3543.610	1696.192	188.2398	188.9688

Annexes

154	Interv	Arc	X	1500.0000	10.0000	3553.297	1698.674	188.5135	189.1212
155	Interv	Arc	X	1510.0000	10.0000	3562.951	1701.284	188.7872	189.2629
156	Interv	Arc	X	1520.0000	10.0000	3572.568	1704.023	189.0608	189.3031
157	Interv	Arc	X	1530.0000	10.0000	3582.148	1706.889	189.3345	189.1374
158	Interv	Arc	X	1540.0000	10.0000	3591.690	1709.883	189.6082	189.5172
159	Interv	Arc	X	1550.0000	10.0000	3601.190	1713.005	189.8819	189.9547
160	Interv	Arc	X	1560.0000	10.0000	3610.648	1716.252	190.1555	190.1332
161	Interv	Arc	X	1570.0000	10.0000	3620.062	1719.625	190.4292	190.2829
162	Interv	Arc	X	1580.0000	10.0000	3629.430	1723.124	190.7029	190.6135
163	Interv	Arc	X	1590.0000	10.0000	3638.750	1726.747	190.9765	191.0486
164	Interv	Arc	X	1600.0000	10.0000	3648.021	1730.494	191.2502	191.3444
165	Interv	Arc	X	1610.0000	10.0000	3657.242	1734.365	191.5239	191.6412
166	Interv	Arc	X	1620.0000	10.0000	3666.410	1738.358	191.7975	191.8500
167	Interv	Arc	X	1630.0000	10.0000	3675.524	1742.472	192.0712	191.9043
168	Interv	Arc	X	1640.0000	10.0000	3684.583	1746.708	192.3449	192.0239
169	Interv	Arc	X	1650.0000	10.0000	3693.584	1751.065	192.6186	192.1959
170	Interv	Arc	X	1660.0000	10.0000	3702.526	1755.541	192.8922	192.4814
171	Interv	Arc	X	1670.0000	10.0000	3711.408	1760.136	193.1659	192.7615
172	Interv	Arc	X	1680.0000	10.0000	3720.228	1764.848	193.4396	193.0132
173	Interv	Arc	X	1690.0000	10.0000	3728.984	1769.678	193.7132	193.3153
174	Interv	Arc	X	1700.0000	10.0000	3737.675	1774.625	193.9869	193.6138
175	Interv	Arc	X	1710.0000	10.0000	3746.299	1779.687	194.2599	193.9335
176	Interv	Arc	X	1720.0000	10.0000	3754.855	1784.863	194.5321	194.4138
177	Interv	Arc	X	1730.0000	10.0000	3763.341	1790.153	194.8036	194.9539
178	Interv	Arc	X	1740.0000	10.0000	3771.756	1795.555	195.0742	195.7441
179	Interv	Arc	X	1750.0000	10.0000	3780.098	1801.070	195.3440	196.0784
180	Interv	Arc	X	1760.0000	10.0000	3788.366	1806.695	195.6130	196.4434
181	Interv	Arc	X	1770.0000	10.0000	3796.558	1812.430	195.8812	196.6399
182	Interv	Arc	X	1780.0000	10.0000	3804.673	1818.273	196.1486	196.7291
183	Interv	Arc	X	1790.0000	10.0000	3812.709	1824.224	196.4152	196.7645
184	Interv	Arc	X	1800.0000	10.0000	3820.665	1830.282	196.6810	196.7238
185	Axe	AD	X	1800.8169	0.8169	3821.312	1830.782	196.7026	196.7217
186	Interv	AD	X	1810.0000	9.1831	3828.575	1836.401	196.9459	196.6459
187	Interv	AD	X	1820.0000	10.0000	3836.484	1842.520	197.2101	196.4639
188	Interv	AD	X	1830.0000	10.0000	3844.393	1848.640	197.4734	196.2818
189	Interv	AD	X	1840.0000	10.0000	3852.302	1854.759	197.7360	195.9745
190	Interv	AD	X	1850.0000	10.0000	3860.211	1860.879	197.9977	195.6629
191	Interv	AD	X	1860.0000	10.0000	3868.120	1866.998	198.2587	195.3649
192	Interv	AD	X	1870.0000	10.0000	3876.029	1873.117	198.5188	195.1804
193	Interv	AD	X	1880.0000	10.0000	3883.938	1879.237	198.7781	195.5247
194	Interv	AD	X	1890.0000	10.0000	3891.847	1885.356	199.0367	195.9431
195	Interv	AD	X	1900.0000	10.0000	3899.756	1891.475	199.2944	196.2159
196	Interv	AD	X	1910.0000	10.0000	3907.665	1897.595	199.5515	196.4888
197	Interv	AD	X	1920.0000	10.0000	3915.574	1903.714	199.8086	197.0442
198	Interv	AD	X	1930.0000	10.0000	3923.483	1909.834	200.0656	197.7382
199	Interv	AD	X	1940.0000	10.0000	3931.392	1915.953	200.3227	198.4482
200	Interv	AD	X	1950.0000	10.0000	3939.302	1922.072	200.5798	199.2359
201	Interv	AD	X	1960.0000	10.0000	3947.211	1928.192	200.8369	199.9237
202	Interv	AD	X	1970.0000	10.0000	3955.120	1934.311	201.0940	200.4342
203	Interv	AD	X	1980.0000	10.0000	3963.029	1940.430	201.3510	200.9670
204	Interv	AD	X	1990.0000	10.0000	3970.938	1946.550	201.6081	201.4998
205	Interv	AD	X	2000.0000	10.0000	3978.847	1952.669	201.8652	201.8388
206	Extrémité	AD	X	2005.6990	5.6990	3983.354	1956.157	202.0117	202.0117

Annexe 10 : listing du profil en long du projet de la 2^{ème} variante

COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Description

Nom du dessin : C:\Users\sanae\Desktop\Travail ahmed 450;750\profil en long\levé ma9som copi_recover_recover_recover
 Nom du listing : C:\Users\sanae\Desktop\Travail ahmed 450;750\profil en long\levé ma9som copi_recover_recover_recover_Nouveau
 Projet_1_PROJET.rtf
 Date du listing : 08/05/2019 à 03:23:04
 Profil en long : 1

Annexes

Courbe projet : Proj 1

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	162.288	2428.16, 1003.85	162.288
Pente = -1.077 %	375.664	375.686				
			375.664	158.240	2540.06, 1362.31	159.868
Arc de parabole	56.784	56.789				
Rayon = 1500.0000						
S bas = 391.664						
Z bas = 158.153						
			432.448	158.703	2566.48, 1412.53	157.876
Rampe = 2.708 %	13.833	13.838				
			446.281	159.078	2573.85, 1424.23	159.084
Arc de parabole	27.438	27.444				
Rayon = -1600.0000						
			473.719	159.585	2589.54, 1446.74	159.517
Rampe = 0.993 %	214.526	214.536				
			688.245	161.716	2752.96, 1582.57	160.595
Arc de parabole	123.510	123.544				
Rayon = 5000.0000						
			811.755	164.468	2869.92, 1621.05	163.372
Rampe = 3.463 %	81.003	81.052				
			892.758	167.274	2950.34, 1630.44	166.730
Arc de parabole	279.107	279.323				
Rayon = 30000.0000						
			1171.865	178.239	3228.15, 1657.41	179.641
Rampe = 4.394 %	40.851	40.891				
			1212.716	180.034	3268.81, 1661.35	180.286
Arc de parabole	74.568	74.616				
Rayon = -4500.0000						
			1287.284	182.692	3343.02, 1668.56	183.194
Rampe = 2.737 %	409.866	410.020				
			1697.150	193.909	3735.20, 1773.20	193.525
Arc de parabole	205.699	205.772				
Rayon = -123989.0000						
			1902.850	199.368	3902.01, 1893.22	196.294
Rampe = 2.571 %	102.849	102.883				
			2005.699	202.012	3983.35, 1956.16	202.012
Longueur totale	2005.699					

PROFIL EN TRAVERS :

Annexe 11 : récapitulatif des cubatures déblai-remblai par profil de la variante choisie

RECAPITULATIF DES CUBATURES DEBLAI-REMBLAI PAR PROFIL - Nouveau Projet

Nom du dessin : D:\Nouveau dossier (2)\Essai-n-1_recover (1).dwg
 Date du listing : 31/05/2019 à 17:16:43
 Profil en long : 1
 Courbe projet : Proj 1
 Méthode : Linéaire
 Volume cumulé déblais (m³) : 38419,46
 Volume cumulé remblais (m³) : 22284,66

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,00	10,00	2,80	7,64	10,44	104,43	104,43	0,73	0,60	1,33	13,30	13,30
P2	20,00	20,00	0,00	0,58	0,58	11,53	115,96	7,63	2,55	10,18	203,68	216,98

Annexes

P3	40,00	20,00	0,00	0,07	0,07	1,34	117,30	9,13	3,85	12,99	259,74	476,71
P4	60,00	20,00	0,00	0,56	0,56	11,10	128,40	8,63	2,58	11,21	224,19	700,90
P5	80,00	20,00	0,00	0,96	0,96	19,26	147,65	7,15	2,11	9,26	185,12	886,02
P6	100,00	20,00	0,00	1,00	1,00	19,93	167,59	5,71	1,99	7,71	154,12	1040,14
P7	120,00	20,00	0,00	0,64	0,64	12,83	180,42	6,19	2,29	8,48	169,53	1209,67
P8	140,00	20,00	0,00	1,80	1,80	36,02	216,44	5,23	1,85	7,08	141,52	1351,19
P9	160,00	20,00	0,04	4,54	4,58	91,69	308,13	2,57	1,32	3,89	77,82	1429,00
P10	180,00	20,00	0,49	3,58	4,08	81,56	389,69	1,45	1,31	2,76	55,17	1484,17
P11	200,00	20,00	0,56	5,22	5,78	115,64	505,34	1,53	1,08	2,61	52,19	1536,36
P12	220,00	20,00	3,07	7,21	10,28	205,66	711,00	0,65	0,54	1,19	23,72	1560,08
P13	240,00	14,30	3,69	8,86	12,55	179,53	890,53	0,41	0,27	0,68	9,74	1569,82
P14	248,61	10,00	4,02	9,45	13,47	134,67	1025,20	0,35	0,21	0,56	5,63	1575,45
P15	260,00	15,70	4,53	10,10	14,63	229,70	1254,91	0,27	0,14	0,41	6,45	1581,90
P16	280,00	20,00	5,12	10,95	16,07	321,43	1576,34	0,16	0,00	0,17	3,35	1585,25
P17	300,00	20,00	7,93	12,64	20,58	411,51	1987,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1585,25
P18	320,00	20,00	8,39	13,79	22,18	443,63	2431,49	0,00	0,00	0,00	0,00	1585,25
P19	340,00	20,00	9,66	15,13	24,79	495,72	2927,21	0,00	0,00	0,00	0,00	1585,25
P20	360,00	20,00	11,87	17,53	29,39	587,86	3515,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1585,25
P21	380,00	14,00	15,33	21,64	36,97	517,59	4032,66	0,00	0,00	0,00	0,00	1585,25
P22	388,00	10,00	16,72	22,99	39,71	397,05	4429,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1585,25
P23	400,00	16,00	6,32	22,25	28,57	457,11	4886,83	0,02	0,00	0,02	0,32	1585,57
P24	420,00	20,00	0,09	13,75	13,84	276,87	5163,69	6,46	0,61	7,06	141,24	1726,81
P25	440,00	20,00	0,46	8,44	8,90	178,02	5341,71	1,44	1,30	2,74	54,81	1781,62
P26	460,00	20,00	7,60	10,70	18,30	365,98	5707,69	0,00	0,00	0,00	0,01	1781,63
P27	480,00	20,00	6,02	8,80	14,82	296,49	6004,19	0,28	0,20	0,48	9,56	1791,19
P28	500,00	20,00	5,11	7,49	12,61	252,16	6256,35	0,50	0,43	0,93	18,52	1809,71
P29	520,00	20,00	0,60	6,04	6,64	132,77	6389,12	1,34	1,13	2,47	49,33	1859,04
P30	540,00	20,00	0,00	3,24	3,24	64,84	6453,96	6,24	1,91	8,14	162,84	2021,88
P31	560,00	20,00	0,00	0,57	0,57	11,48	6465,43	10,05	3,53	13,58	271,58	2293,47
P32	580,00	20,00	0,00	0,16	0,16	3,29	6468,73	11,42	4,63	16,05	320,98	2614,45
P33	600,00	20,00	0,00	0,32	0,32	6,43	6475,15	6,43	3,08	9,51	190,23	2804,68
P34	620,00	20,00	0,00	1,81	1,81	36,29	6511,44	3,34	1,61	4,95	98,99	2903,67
P35	640,00	20,00	0,00	0,20	0,20	3,95	6515,40	8,81	2,86	11,66	233,29	3136,96
P36	660,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	16,48	9,24	25,72	514,48	3651,45
P37	680,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	21,87	15,29	37,16	743,19	4394,64
P38	700,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	23,91	18,75	42,65	853,09	5247,72
P39	720,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	21,36	17,03	38,39	767,73	6015,45
P40	740,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	17,65	14,88	32,54	650,71	6666,16
P41	760,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	18,78	14,07	32,85	656,91	7323,07
P42	780,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	22,18	15,74	37,93	758,56	8081,63
P43	800,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	23,60	17,15	40,75	815,01	8896,64
P44	820,00	10,18	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	24,26	17,53	41,79	425,36	9322,00
P45	820,36	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	24,28	17,54	41,82	418,20	9740,20
P46	840,00	19,82	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	25,60	17,25	42,85	849,38	10589,58
P47	860,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6515,40	18,48	11,61	30,08	601,63	11191,21
P48	880,00	20,00	0,00	0,21	0,21	4,20	6519,60	10,17	4,31	14,49	289,74	11480,95
P49	900,00	20,00	0,00	3,96	3,96	79,21	6598,81	3,69	1,48	5,17	103,41	11584,36
P50	920,00	20,00	0,58	6,83	7,41	148,11	6746,91	1,29	0,98	2,27	45,33	11629,69
P51	940,00	19,87	2,66	9,02	11,68	232,13	6979,04	0,75	0,55	1,30	25,78	11655,48
P52	959,75	10,00	3,62	8,48	12,10	121,01	7100,04	0,67	0,49	1,16	11,55	11667,03
P53	960,00	10,13	3,64	8,46	12,10	122,54	7222,59	0,67	0,48	1,15	11,68	11678,70
P54	980,00	20,00	7,75	10,60	18,36	367,13	7589,72	0,03	0,00	0,03	0,61	11679,31
P55	1000,00	20,00	13,41	17,60	31,01	620,12	8209,84	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P56	1020,00	20,00	19,69	29,30	48,99	979,87	9189,72	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P57	1040,00	20,00	25,76	32,28	58,04	1160,76	10350,48	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P58	1060,00	20,00	31,65	38,90	70,55	1411,10	11761,57	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P59	1080,00	20,00	34,80	45,76	80,57	1611,34	13372,92	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P60	1100,00	20,00	36,75	49,71	86,46	1729,22	15102,13	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P61	1120,00	20,00	38,10	52,30	90,40	1808,05	16910,18	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P62	1140,00	20,00	34,99	46,09	81,08	1621,66	18531,84	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P63	1160,00	20,00	30,81	39,28	70,09	1401,79	19933,63	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31

Annexes

P64	1180,00	20,00	27,36	32,75	60,11	1202,19	21135,82	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P65	1200,00	20,00	27,46	31,32	58,78	1175,65	22311,47	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P66	1220,00	20,00	29,13	31,76	60,89	1217,72	23529,19	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P67	1240,00	17,39	34,76	32,71	67,47	1173,39	24702,58	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P68	1254,78	10,00	36,21	33,82	70,03	700,29	25402,88	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P69	1260,00	12,61	36,26	34,29	70,55	889,54	26292,41	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P70	1280,00	20,00	35,88	35,36	71,24	1424,73	27717,14	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P71	1300,00	20,00	36,83	37,27	74,09	1481,87	29199,01	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P72	1320,00	20,00	34,95	38,02	72,98	1459,56	30658,57	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P73	1340,00	20,00	29,33	33,11	62,45	1248,94	31907,52	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P74	1360,00	17,70	27,98	31,82	59,80	1058,45	32965,97	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P75	1375,40	10,00	23,29	29,35	52,65	526,46	33492,42	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P76	1380,00	12,30	21,64	28,20	49,84	613,14	34105,56	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P77	1400,00	20,00	15,54	21,51	37,05	740,96	34846,52	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P78	1420,00	20,00	13,78	18,91	32,69	653,83	35500,34	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P79	1440,00	20,00	13,12	18,38	31,50	630,00	36130,35	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P80	1460,00	20,00	14,03	19,62	33,65	673,00	36803,35	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P81	1480,00	20,00	8,33	13,29	21,62	432,34	37235,68	0,00	0,00	0,00	0,00	11679,31
P82	1500,00	11,30	0,96	5,77	6,74	76,13	37311,81	1,27	1,08	2,34	26,46	11705,78
P83	1502,59	10,00	0,34	4,90	5,23	52,35	37364,16	1,65	1,22	2,86	28,63	11734,40
P84	1520,00	18,70	0,33	5,45	5,77	107,99	37472,16	1,73	1,17	2,90	54,26	11788,66
P85	1540,00	20,00	0,34	5,33	5,67	113,40	37585,55	1,87	1,14	3,01	60,12	11848,78
P86	1560,00	20,00	0,00	1,23	1,23	24,55	37610,10	6,26	2,02	8,27	165,50	12014,28
P87	1580,00	20,00	0,00	0,29	0,29	5,79	37615,89	10,21	3,77	13,98	279,60	12293,88
P88	1600,00	20,00	0,00	0,84	0,84	16,76	37632,65	8,12	2,60	10,72	214,35	12508,23
P89	1620,00	11,61	0,00	0,05	0,05	0,53	37633,18	5,97	2,88	8,85	102,72	12610,95
P90	1623,21	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37633,18	6,08	3,59	9,67	96,70	12707,65
P91	1640,00	18,39	0,00	0,00	0,00	0,00	37633,18	6,98	4,11	11,09	204,02	12911,67
P92	1660,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37633,18	7,66	4,46	12,12	242,38	13154,06
P93	1680,00	20,00	0,00	0,10	0,10	1,98	37635,16	9,48	4,14	13,61	272,22	13426,28
P94	1700,00	20,00	0,00	0,56	0,56	11,15	37646,31	9,66	3,43	13,09	261,89	13688,17
P95	1720,00	20,00	1,21	7,35	8,56	171,25	37817,57	1,06	0,79	1,85	37,08	13725,25
P96	1740,00	20,00	3,56	7,75	11,31	226,22	38043,79	0,70	0,60	1,30	25,93	13751,18
P97	1760,00	20,00	1,70	6,35	8,05	160,95	38204,74	0,99	0,86	1,84	36,87	13788,05
P98	1780,00	20,00	0,00	0,65	0,65	12,93	38217,67	7,09	2,43	9,52	190,31	13978,36
P99	1800,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38217,67	14,79	9,85	24,65	492,95	14471,32
P100	1820,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38217,67	28,26	19,97	48,23	964,55	15435,86
P101	1840,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38217,67	35,08	30,23	65,31	1306,12	16741,98
P102	1860,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38217,67	34,71	34,45	69,16	1383,26	18125,23
P103	1880,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38217,67	32,27	35,43	67,71	1354,15	19479,39
P104	1900,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38217,67	28,52	33,81	62,33	1246,55	20725,94
P105	1920,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38217,67	19,24	25,41	44,66	893,11	21619,05
P106	1940,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38217,67	9,51	13,62	23,13	462,63	22081,68
P107	1960,00	20,00	0,12	0,00	0,12	2,44	38220,12	2,76	5,11	7,87	157,48	22239,16
P108	1980,00	17,53	3,42	3,66	7,08	124,17	38344,28	1,02	1,01	2,02	35,48	22274,63
P109	1995,07	7,53	4,73	5,25	9,98	75,17	38419,46	0,68	0,65	1,33	10,02	22284,66

Annexe 12 : récapitulatif des emprises et du décapage de la variante choisie

RECAPITULATIF DES EMPRISES ET DU DECAPAGE - Nouveau Projet

Nom du dessin : D:\Nouveau dossier (2)\Essai-n-1_recover (1).dwg
 Date du listing : 31/05/2019 à 17:16:43
 Profil en long : 1
 Courbe projet : Proj 1

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Emprise (m)			Décapage du TN			
			Gauche	Droite	Totale	Epaisseur	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,00	10,00	11,50	11,50	23,00	0,30	230,00	69,00	69,00

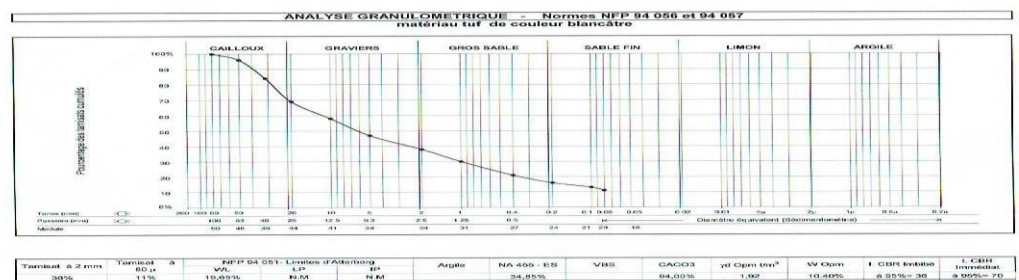
Annexes

P2	20,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	207,00
P3	40,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	345,00
P4	60,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	483,00
P5	80,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	621,00
P6	100,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	759,00
P7	120,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	897,00
P8	140,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	1035,00
P9	160,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	1173,00
P10	180,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	1311,00
P11	200,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	1449,00
P12	220,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	1587,00
P13	240,00	14,30	11,50	11,50	23,00	0,30	328,97	98,69	1685,69
P14	248,61	10,00	11,50	11,50	23,00	0,30	230,00	69,00	1754,69
P15	260,00	15,70	11,50	11,50	23,00	0,30	361,03	108,31	1863,00
P16	280,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	2001,00
P17	300,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	2139,00
P18	320,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	2277,00
P19	340,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	2415,00
P20	360,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	2553,00
P21	380,00	14,00	11,50	11,50	23,00	0,30	321,98	96,59	2649,59
P22	388,00	10,00	11,50	11,50	23,00	0,30	230,00	69,00	2718,59
P23	400,00	16,00	11,50	11,50	23,00	0,30	368,02	110,41	2829,00
P24	420,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	2967,00
P25	440,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	3105,00
P26	460,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	3243,00
P27	480,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	3381,00
P28	500,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	3519,00
P29	520,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	3657,00
P30	540,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	3795,00
P31	560,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	3933,00
P32	580,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	4071,00
P33	600,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	4209,00
P34	620,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	4347,00
P35	640,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	4485,00
P36	660,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	4623,00
P37	680,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	4761,00
P38	700,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	4899,00
P39	720,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	5037,00
P40	740,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	5175,00
P41	760,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	5313,00
P42	780,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	5451,00
P43	800,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	5589,00
P44	820,00	10,18	11,50	11,50	23,00	0,30	234,09	70,23	5659,23
P45	820,36	10,00	11,50	11,50	23,00	0,30	230,00	69,00	5728,23
P46	840,00	19,82	11,50	11,50	23,00	0,30	455,91	136,77	5865,00
P47	860,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	6003,00
P48	880,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	6141,00
P49	900,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	6279,00
P50	920,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	6417,00
P51	940,00	19,87	11,50	11,50	23,00	0,30	457,10	137,13	6554,13
P52	959,75	10,00	11,50	11,50	23,00	0,30	230,00	69,00	6623,13
P53	960,00	10,13	11,50	11,50	23,00	0,30	232,90	69,87	6693,00
P54	980,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	6831,00
P55	1000,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	6969,00
P56	1020,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	7107,00
P57	1040,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	7245,00
P58	1060,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	7383,00
P59	1080,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	7521,00
P60	1100,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	7659,00
P61	1120,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	7797,00
P62	1140,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	7935,00

Annexes

P63	1160,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	8073,00
P64	1180,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	8211,00
P65	1200,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	8349,00
P66	1220,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	8487,00
P67	1240,00	17,39	11,50	11,50	23,00	0,30	399,99	120,00	8607,00
P68	1254,78	10,00	11,50	11,50	23,00	0,30	230,00	69,00	8676,00
P69	1260,00	12,61	11,50	11,50	23,00	0,30	290,01	87,00	8763,00
P70	1280,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	8901,00
P71	1300,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	9039,00
P72	1320,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	9177,00
P73	1340,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	9315,00
P74	1360,00	17,70	11,50	11,50	23,00	0,30	407,06	122,12	9437,12
P75	1375,40	10,00	11,50	11,50	23,00	0,30	230,00	69,00	9506,12
P76	1380,00	12,30	11,50	11,50	23,00	0,30	282,94	84,88	9591,00
P77	1400,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	9729,00
P78	1420,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	9867,00
P79	1440,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	10005,00
P80	1460,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	10143,00
P81	1480,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	10281,00
P82	1500,00	11,30	11,50	11,50	23,00	0,30	259,84	77,95	10358,95
P83	1502,59	10,00	11,50	11,50	23,00	0,30	230,00	69,00	10427,95
P84	1520,00	18,70	11,50	11,50	23,00	0,30	430,16	129,05	10557,00
P85	1540,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	10695,00
P86	1560,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	10833,00
P87	1580,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	10971,00
P88	1600,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	11109,00
P89	1620,00	11,61	11,50	11,50	23,00	0,30	266,92	80,07	11189,07
P90	1623,21	10,00	11,50	11,50	23,00	0,30	230,00	69,00	11258,07
P91	1640,00	18,39	11,50	11,50	23,00	0,30	423,08	126,93	11385,00
P92	1660,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	11523,00
P93	1680,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	11661,00
P94	1700,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	11799,00
P95	1720,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	11937,00
P96	1740,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	12075,00
P97	1760,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	12213,00
P98	1780,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	12351,00
P99	1800,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	12489,00
P100	1820,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	12627,00
P101	1840,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	12765,00
P102	1860,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	12903,00
P103	1880,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	13041,00
P104	1900,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	13179,00
P105	1920,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	13317,00
P106	1940,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	13455,00
P107	1960,00	20,00	11,50	11,50	23,00	0,30	460,00	138,00	13593,00
P108	1980,00	17,53	11,50	11,50	23,00	0,30	403,30	120,99	13713,99
P109	1995,07	7,53	11,50	11,50	23,00	0,30	173,30	51,99	13765,98

Annexe 14 : Tracé de la courbe granulométrique



Annexes

Annexe 15 : la courbe de l'essai Proctor modifié



Annexe 16 : Courbe d'essai CBR immédiat

