

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



Faculté de Génie de la Construction
Département de Génie Civil

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master en
travaux publics option voie et ouvrage d'art

Thème

**Etude d'un tronçon routier de la voie express
donia parc du PK 0+00 au PK 5+598 avec la
conception d'un échangeur**

Présenté par :

M^{elle} BENIDIR Kamélia.

M^{elle} SMAIL Kamelia

Encadré par :

M^{me} GHANEM Fadhila

Présidente du jury :

M^{me} HELLAL Ourida

Examineur :

M^r SAHOUI Hamza



Remerciement

Nous tenons à remercier en premier lieu et avant tout الله le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir notre travail dans les meilleures conditions.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à Madame GHANEM FADILA qui a bien voulu diriger ce travail de recherche.

Nous lui présentons nos vifs remerciements pour sa disponibilité et ses conseils pertinents qui ont aidé de façon très significative à l'amélioration de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail,

Nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Enfin, on remercie ceux qui ont toujours été là pour nous. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

BENIDIR Kamelia.

SMAIL Kamelia.



Dédicaces

Je dédie ce travail; particulièrement à mes parents NASSIBA et RACHID que j'aime plus que tout dans ce monde, ce travail est le fruit de plusieurs années de sacrifice que vous avez déployé pour mon éducation et ma formation, votre soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saura exprimer l'amour et l'estime que j'ai pour vous.

A mes sœurs AZIZA, KENZA et Yasmine qui m'ont soutenu et su comment m'encourager dans mes moments de doute.

A ma meilleure amie HAROUNE LYSA qui a toujours cru en moi et en mes capacités de réussite, qui a toujours été présente tout au long de mon cursus et de ce travail en particulier.

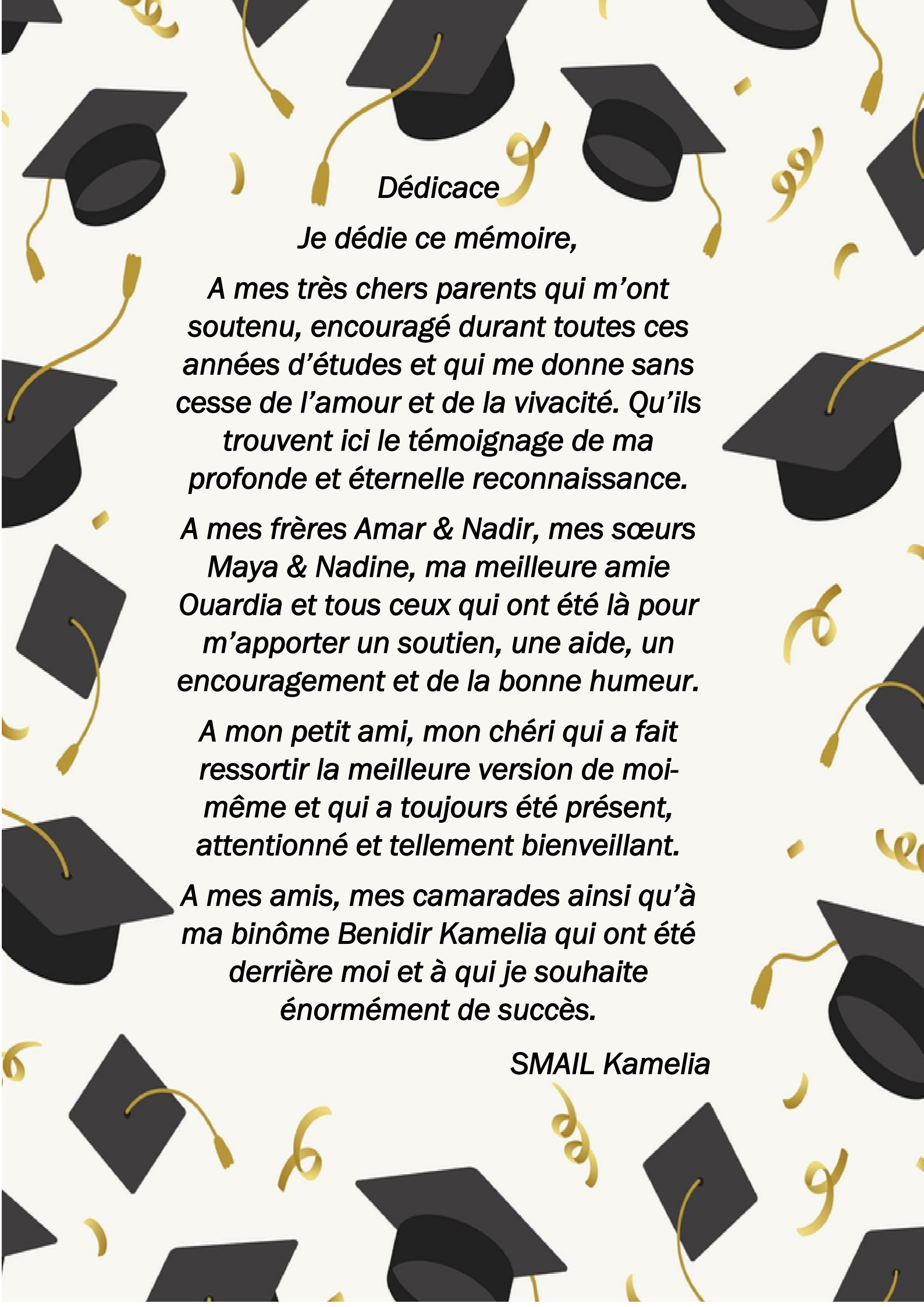
A ma chère amie et binôme KAMELIA pendant toutes ces années universitaires.

A la Toute promotion Travaux public 2022.

A tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail de près ou de loin.

BENIDIR Kamelia.



The background of the entire page is a repeating pattern of dark grey graduation caps (mortarboards) with gold tassels, interspersed with thin, curly gold streamers. The caps are scattered across the white background, creating a festive and celebratory atmosphere.

Dédicace

Je dédie ce mémoire,

A mes très chers parents qui m'ont soutenu, encouragé durant toutes ces années d'études et qui me donne sans cesse de l'amour et de la vivacité. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde et éternelle reconnaissance.

A mes frères Amar & Nadir, mes sœurs Maya & Nadine, ma meilleure amie Ouardia et tous ceux qui ont été là pour m'apporter un soutien, une aide, un encouragement et de la bonne humeur.

A mon petit ami, mon chéri qui a fait ressortir la meilleure version de moi-même et qui a toujours été présent, attentionné et tellement bienveillant.

A mes amis, mes camarades ainsi qu'à ma binôme Benidir Kamelia qui ont été derrière moi et à qui je souhaite énormément de succès.

SMAIL Kamelia

Sommaire

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

Chapitre I: Présentation du réseau routier algérien et description du projet

I.1	Introduction	3
I.2	Réseau routier de la wilaya d'Alger	3
I.3	présentation du tronçon routier	4
I.4	Caractéristique du projet routier.....	5
I.5	Objectif de l'étude	5
I.6	Morphologie	6
I.7	Conclusion.....	6

Chapitre II: Etude du trafic

II.1	Introduction	8
II.2	Différents type du trafic	8
II.2.1	Trafic normal	8
II.2.2	Trafic dévié	8
II.2.3	Trafic induit	8
II.2.4	Trafic total.....	8
II.3	Analyse du trafic	8
II.4	Réseau routier.....	9
II.4.1	Réseaux 2015	9
II.4.2	Réseau actuel	9
II.5	Composition du trafic.....	9
II.5.1	Trafic local	9
II.5.2	Trafics d'échange.....	9
II.6	Affectation du trafic	10
II.7	Estimation du trafic aux horizon futur	10
II.8	Calcul de capacité et horizon de saturation	11
II.8.1	Définition de la capacité	11
II.8.2	Détermination de nombre de voies	11

II.8.3 Application au projet.....	14
II.2 Conclusion	16
Chapitre III: Etude géotechnique	
III.1 Introduction	18
III.2 L'objectif de géotechnique.....	18
III.3 Le règlement algérien en géotechnique.....	18
III.4 Les types essais	18
III.4.1 Les essais in situ.....	18
III.4.2 Les essais laboratoires.....	18
III.5 Application au projet.....	19
III.5.1 Reconnaissance géotechnique in situ.....	19
III.5.1.1 Sondage puits	19
III.5.1.2 Résistance a la pénétration dynamique	21
III.5.2 Essais en laboratoire.....	23
III.5.2.1 Programme des essais.....	23
III.5.2.2 Caractéristiques géotechniques des différents types de sols	24
III.6 Conclusion.....	28
Chapitre IV: dimensionnement de corps de chaussée	
IV.1 Introduction	31
IV.2 Définition de corps de chaussée.....	31
IV.3 Les différents types de corps de chaussée.....	31
IV.3.1 Chaussée souple	31
IV.3.2 Chaussée semi rigide.....	32
IV.3.3 Chaussée rigide	32
IV.4 Facteurs pour les études de dimensionnement	32
VII.4.1 Trafic.....	33
VII.4.2 L'environnement.....	33
VII.4.3 Sol support	33
VII.4.4 Matériaux.....	33
IV.5 Les principales méthodes de dimensionnement.....	33
IV.5.1 Méthode C.B.R	33
IV.5.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....	34
▪ Description de la méthode	34
• Démarche de la méthode	35

▪ Détermination du type de réseau principal	35
▪ Détermination de de la classe du trafic.....	35
▪ Détermination de la classe du sol support de la chaussée	36
▪ Sur-classement des sols support de chaussée	36
IV.6 Application au projet.....	36
IV.6.1 Méthode CBR	36
IV.6.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :.....	38
IV.7 Conclusion	43

Chapitre V: Etude géométrique

V.1 Tracé en plan	45
V.1.2 Règle à respecter	45
V.1.3 La vitesse de référence	45
V.1.4 calcul des éléments d'un tracé en plan selon B40	46
V.1.4.1 Alignements droits	46
V.1.4.2 Arc de cercle.....	47
V.1.4.3 Règles a pour L'utilisation des rayons en Plan	50
V.1.5 Eléments de tracé en plan selon ICTAAL	51
V.1.6 La distance d'arrêt.....	52
V.2 Profil en long	52
V.2.1 règles à respecter pour le trace du profil en long.....	53
V.2.3 Les éléments de composition du profil en long.....	53
V.2.4 Définition de la déclivité	53
V.2.4.1 Déclivité Minimale	53
V.2.4.2 Déclivité Maximale B40	54
V.2.5 Raccordement en profil en long	54
V.2.5.1 Raccordement Convexes (Angle Saillants).....	54
V.2.5.2 Raccordement Concave : (Angle Rentrant).....	55
V.2.5.3 Condition esthétique	56
V.2.6 Elément du profil en long selon ICTAAL	56
V.3 profil en travers	56
V.3.1 Définition.....	56
V.3.2 Différents types des profils en travers	56
V.3.3 Les éléments d'un profil en travers	57
V.3.4 Application au projet.....	58

Chapitre VI: Cubature de terrassement

VI.1 Définition des cubatures.....	60
VI.2 Méthode de calcul	60
VI.2.1 La méthode SARRUS	60
VI.2.2 Méthode classique.....	62
VI.3 Conclusion	62

Chapitre VII: conception de l'échangeur

VII.1 Définition d'un échangeur	64
VII.2 Rôle d'un échangeur	64
VII.3 Constituants des échangeurs	64
VII.3.1 Ouvrage d'art	64
VII.3.2 Bretelle.....	64
VII.4 Les différents types d'échangeurs	65
VII.4.1 Echangeur majeur	65
VII.4.2 Echangeur mineur	65
VII.5 Diapositive d'implantation	66
VII.6 Etape à suivre pour le choix d'un échangeur	66
VII.7 Choix de l'échangeur	67
VII.8 Zones d'accélération et décélération	67
VII.8.1 Zone de décélération.....	67
VII.8.2 Zone d'accélération	68
VII.9 Application au projet	68
VII.9.1 Valeurs des Rayons.....	68
VII.9.2 Longueur de voie d'insertion et la voie de déclaration.....	68

Chapitre VIII: Assainissement

VIII.1 Introduction :	71
VIII.2 Types de dégradation :	71
VIII.3 Objectifs de l'assainissement	72
VIII.4 Définition des termes hydrauliques	72
VIII.4.1 Bassin versant.....	72
VIII.4.2 Connecteur principal (canalisation).....	72
VIII.4.3 Chambre de visite (cheminée).....	73

VIII.4.4 Sacs.....	73
VIII.4.5 Fossés de crêtes	73
VIII.4.6 Les regards	73
VIII.4.5 Période de retour	73
VIII.5 Dimensionnement du réseau d'assainissement	74
VIII.5.1 Débits d'apport	74
a. Coefficient de ruissellement C	74
b. Intensité de pluie I.....	74
VIII.6 Application au projet.....	76
VIII.7 Conclusion.....	85

Chapitre IX : Equipement de la route

IX.1 Signalisation	87
IX.1.1 Introduction.....	87
IX.1.2 Rôle de la signalisation routière.....	87
IX.1.3 principe de la signalisation routière	87
IX.I.4 Catégorie de signalisation	87
IX.I.5 Règles à respecter pour la signalisation	88
IX.I.6 Type de signalisation	88
IX.I.6.1 Signalisation verticale.....	88
IX.I.6.2 Signalisation horizontale :	89
IX.I.6.3 Dispositif.....	92
IX.II Eclairage.....	93
IX.II.1 Catégorie d'éclairage.....	93
IX.II.2 Paramètre d'implantation des lumières	93
IX.III Application au projet.....	94
IX.III.1 Signalisation.....	94
IX.III.1.1 Signalisation verticale	94
IX.III.1.2 Signalisation horizontale.....	96
IX.III.2 Eclairage.....	98
IX.III.3 Sécurité.....	98

Chapitre X : impact sur l'environnement

X.I Introduction	100
X.II Impact positif.....	100
X.III Impact négatif.....	100
X.III.1 Impact sur les sols	100

X.III.2 Impact sur les bâtisse.....	101
X.III.3 Impact sur l’agriculture	101

Chapitre XI : Devis quantitatif et estimatif des travaux

Devis quantitatif et estimatif des travaux	103
--	-----

Conclusion générale	106
----------------------------------	-----

Référence bibliographique

Annexe

Liste des figures

Figure 1 : Situation réseau autoroutier Algérien-Mai 2015 [2].....	5
Figure 2 : Réseau routier wilaya d'Alger [2]	6
Figure 3 : Image satellite avec tracé du projet [4].....	7
Figure 4 : Situation du projet sur le réseau routier de la wilaya d'Alger [4].....	7
Figure 5 : Photo du Tronçon de l'échangeur PK 2+580 terrain plane [4].....	8
Figure 6 : Photo PK 2+580 terrain en pente [4]	8
Figure 7: différentes couche du corps de chaussée	34
Figure 8 : Corps de chaussée dimensionné avec la méthode CBR	40
Figure 9 : Déformations calculées par ALIZE	44
Figure 10 : Corps de chaussée dimensionné avec le catalogue.....	45
Figure 11: Les éléments d'un tracé en plan	48
Figure 12 : Élément d'un profil en travers.....	59
Figure 13 : Explique La Méthode SARRAUS	62
Figure 14 : Formule De Mr SARRAUS	62
Figure 15 : Calcul Des Cubatures De Terrassement	63
Figure 16 : Schéma des types de bretelle	67
Figure 17 : Différents types d'échangeurs	68
Figure 18 : Zone de décélération [10]	69
Figure 19 : Zone d'accélération [10].....	70
Figure 20 : Longueurs de décélération/d'accélération selon ICTAAL [10]	70
Figure 21 : Schéma récapitulatif de l'assainissement de la chaussée	73
Figure 22 : Différentes parties de l'assainissement.....	75
Figure 23 : Carte d'état majors des bassins versants délimités [12]	79
Figure 24 : Profil en travers hypothétique d'un fossé	84
Figure 25 : Représentation d'une buse	85
Figure 26 : Représentation d'un dalot	87
Figure 27 : Panneau signalisation verticale	91
Figure 28 : Type de modulation	92
Figure 29 : Ligne cédez le passage.....	93
Figure 30 : Ligne STOP	93
Figure 31 : Flèche de section.....	93
Figure 32 : Flèche de rabattement.	93
Figure 33 : Schéma de marquage avec hachures.....	94
Figure 34 : Paramètres d'implantation des luminaires	95
Figure 35 : Entrée d'autoroute	96
Figure 36 : Limitation de vitesse a 80Km/h	96
Figure 37: Panneaux de direction.....	96
Figure 38 : Panneau portique	96
Figure 39 : Panneau de limitation de vitesse a 60Km/h.....	97
Figure 40 : Panneau de limitation de vitesse a 40km/h.....	97
Figure 41 : Musoir	97
Figure 42 : Panneau cédez le passage	97
Figure 43 : Panneaux de direction.....	97
Figure 44 : Les lignes longitudinales, lignes transversales et les lignes de délimitation	98
Figure 45 : Sans affectation de voies	98
Figure 46: Avec affectation de voies.....	98

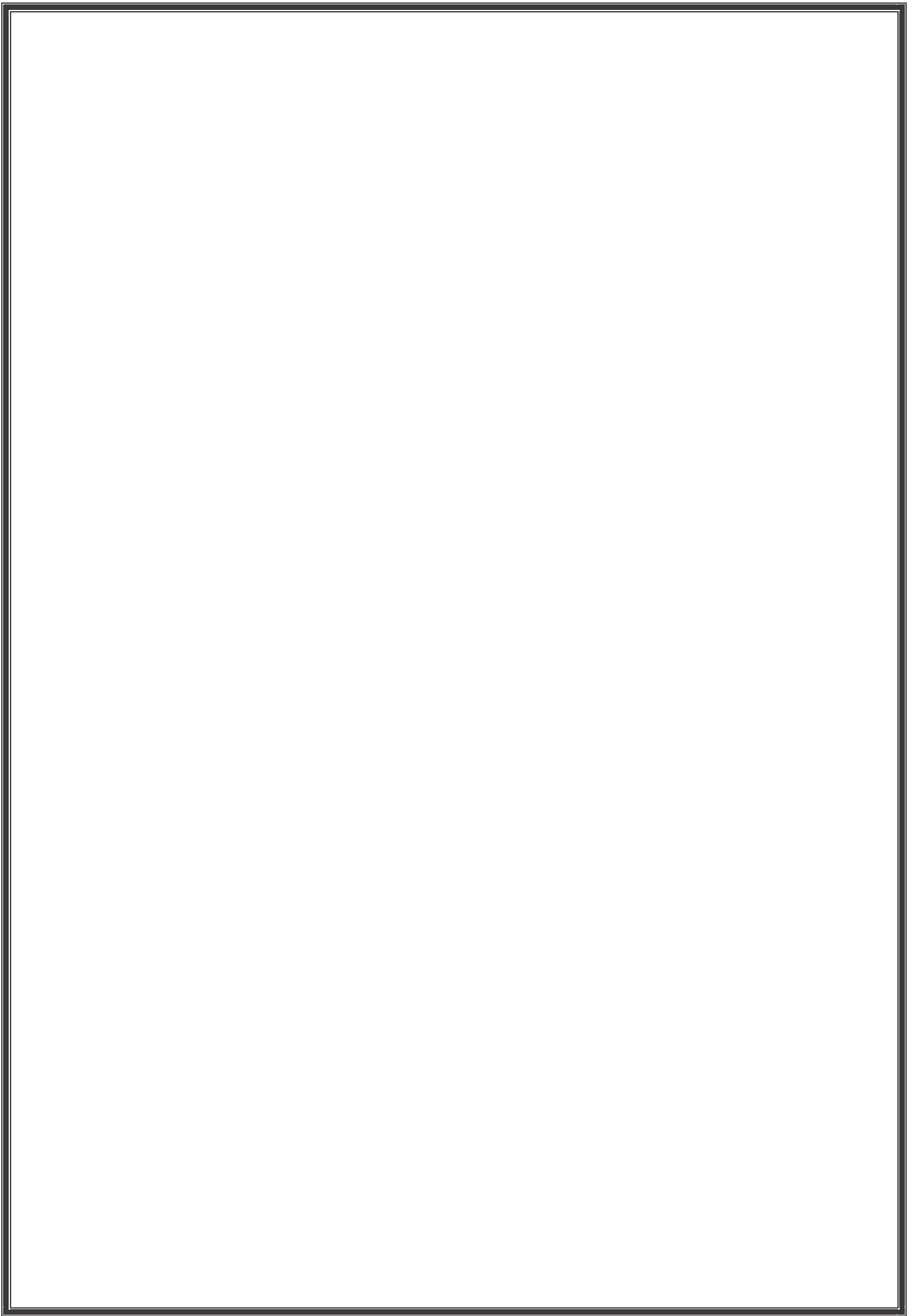
Figure 47 : Nombre de voie inferieure	98
Figure 48:Même nombre de voies.....	98
Figure 49 : Schéma de marquage avec hachures.....	99
Figure 50 : Flèches de rabattement.....	99
Figure 51 : Eclairage composé	99
Figure 52 : Séparateurs projetés sur la route	99
Figure 53 : Glissières de sécurité en béton.....	99
Figure 54 : Couloir de passant entre quartiers [12]	101
Figure 55 : Champ agricole traversé [12].....	101
Figure 56 : Champ agricole traversé [12].....	101

Liste des tableaux

Tableau 1 : Affectation du trafic 5 juillet- dely ibrahim [3].....	12
Tableau 2 : Evolution de l'accroissement du trafic [3]	13
Tableau 4 : Valeurs de K1 [5]	15
Tableau 5 : Valeurs de K2 [5]	15
Tableau 6 : Valeurs de Cth [5]	15
Tableau 7 : Les valeurs de Rp minimum et maximum et les côtes de refus [4].....	24
Tableau 8 : Résultats des essais d'identification [4]	28
Tableau 9 : Résultats des essais de cisaillement et Œdomètre [4]	29
Tableau 10 : Les valeurs des coefficients d'équivalence [6]	36
Tableau 11 : Type de réseau routier selon trafic [6].....	37
Tableau 12 : classe du trafic à partir de PL [7]	38
Tableau 13 : Classe du sol selon CBR [7].....	38
Tableau 14 : Caractéristiques de la couche de forme [7]	38
Tableau 15 : Caractéristique de la couche de forme choisie	41
Tableau 16 : Structure de chaussées GB/GNT pour RP1 [8]	41
Tableau 17 : Types de matériaux et structure [9].....	42
Tableau 18 : Températures équivalentes [9]	42
Tableau 19 : Caractéristiques mécaniques des matériaux bitumineux [9]	43
Tableau 20 : Le calcul effectué par Alizé	44
Tableau 21 : Comparaison des résultats de calcul et de ALIZE III	44
Tableau 22 : Tableau récapitulatif des valeurs de rayon et alignement	52
Tableau 23 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan [10].....	53
Tableau 24 : Comparaison entre résultats de calculs et résultats logiciel	54
Tableau 25 : Déclivité Maximum [5]	56
Tableau 26 : Condition de visibilité selon la B40 [5]	57
Tableau 27 : Valeurs minimales du profil en long selon ICTTAL [10].....	58
Tableau 28 : type de brettelle selon le débit de pointe [6]	67
Tableau 29 : Valeurs du coefficient de ruissellement C [11].....	76
Tableau 30 : Valeurs de la variable de Gauss U [11].....	77
Tableau 31 : Résultats des précipitations	79
Tableau 32 : Caractéristiques des bassins versants	79
Tableau 33 : Résultats des débits d'apport Q_a	83
Tableau 34 : Récapitulatif des diamètres des buses à prévoir.....	86
Tableau 35 : Caractéristiques des lignes discontinues	92
Tableau 36 : Devis quantitatif et estimatif du projet.....	104

Bibliographie

- [1] Z. DJIDJELI, Les réseaux des transport en algerie.
- [2] «WEKIPEDIA,» [En ligne].
- [3] D. ALGER, «Etude du trafic Alger».
- [4] Aiche. géo sol, «Rapport géothecnique».
- [5] B40.
- [6] M. F.GHANEM, *Cours Dimentionnement des routes*.
- [7] *FASICULE 1 Catalogue de dimentionnement de chaussée neuve*.
- [8] *FASICULE 3 Catalogue de dimentionnement de chaussée neuve*.
- [9] *FASICULE 2 Catalogue de dimentionnement de chaussée neuve*.
- [10] ICTAAL Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroute de liaison.
- [11] *Cours de route Univercité de DJELFA*.
- [12] DTP. d'Alger, *Rapport d'assainissement*.
- [13] DTP. D'Alger, *Impact sur l'envirennement*.
- [14] *Carte d'état major*.



Introduction Générale

Pour le développement du pays et l'aménagement du territoire, les infrastructures de transports routiers jouent un rôle très important et un moteur efficace non seulement pour les différentes communications et les différents échanges entre populations mais aussi elle favorise l'implantation des activités tout en visant essentiellement à améliorer l'équilibre fonctionnel des espaces régionaux par rapport aux revendications des acteurs territoriaux.

Principale ville du pays, Alger capitale politique et économique connaît un développement socioéconomique très remarquable, sa demande croissante en matière de transport durant ces dernières années générées par le développement et l'extension du tissu urbain, s'est traduite par des niveaux de trafic élevés notamment sur la rocade sud et les routes qui la desservent pour cela la direction des travaux publics d'Alger a engagé une étude pour création d'une nouvelle pénétrante Nord-Sud qui permettra de relier la rocade sud à la 2^{ème} rocade d'Alger entre RN1 et la RN36.

Pour arriver à remplir le rôle et atteindre l'efficacité signées dans le premier paragraphe, ces infrastructures doivent connaître une étude efficace obéissante aux différents critères et concepts tels que le plus connu « le développement durable » dont en satisfaisant aux trois côtés: économique, social et environnemental.

A cet effet notre travail consiste principalement à étudier une liaison autoroutière rocade sud (5 juillet) - 2^{ème} rocade d'Alger au niveau du parc Dounia du PK 0 au PK 5+598 avec la conception d'un échangeur au PK0+620.

Après récolte des données (Trafic, étude géotechnique, levés topographique...) chez les services concernés notre travail sera structuré comme suit :

- Etude du trafic afin de justifier l'utilité de l'aménagement prévu.
- Exploitation des levées topographiques pour la réalisation d'un tracée en plan, profil en long et profils en travers de la route avec le logiciel **AUTOCAD, COVADIS-16, allizeeIII.**
- Détermination des volumes des déblais et remblais.
- Dimensionnement du corps de chaussée et étude d'assainissement.
- Etude d'équipement de la route
- Et enfin, calcul du devis quantitatif et estimatif du projet puis conclure

Chapitre I :
Présentation du réseau
routier algérien et description
du projet

I.1 Introduction

Le réseau routier algérien actuel s'étend sur une longueur totale de 109 452 km réparti comme suit :

- Routes Nationales (R.N) 28 275 km numéroté de 1 jusqu'à 111.
- Chemins de Wilayas (C.W) 23 926 km.
- Chemins Communaux (C.C) 57 251 km.

Dans le cadre du schéma directeur routier et autoroutier (2005-2025) l'Algérie envisage la réalisation de plusieurs infrastructures routières et autoroutières (Autoroute est /ouest, autoroute des hauts plateaux, rocade, pénétrantes nord / sud, route transsaharienne, désenclavement, routes côtières...). Parmi ces infrastructures on cite les mégas projets qui sont réalisés ou en voie de réalisation :

- Autoroute Est/Ouest : D'une longueur de 1216 Km (2x3voies), elle assurera la liaison entre Tlemcen et El Taref.
- Autoroute des hauts plateaux : D'une longueur de 1030 Km (2x3voies), elle assurera la liaison entre Naâma et Tébessa.
- Autoroute nord / sud (la transsaharienne) : D'une longueur de 2360 Km (2x2 voies), elle assurera la liaison entre Blida et Tamanrasset. [1]

Plusieurs pénétrantes reliant différentes wilayas à l'autoroute Est Ouest.



Figure 1 : Situation réseau autoroutier Algérien-Mai 2015 [2]

I.2 Réseau routier de la wilaya d'Alger

Le réseau routier de la wilaya d'Alger recense un total de 1 547 km de routes communales, 286 km de routes de wilaya, 547 km de routes nationales et 280 km de voie express. En 2018, la capitale comptait près de 1,7 million de véhicules, selon l'Office nationale de la statistique (ONS). [3]

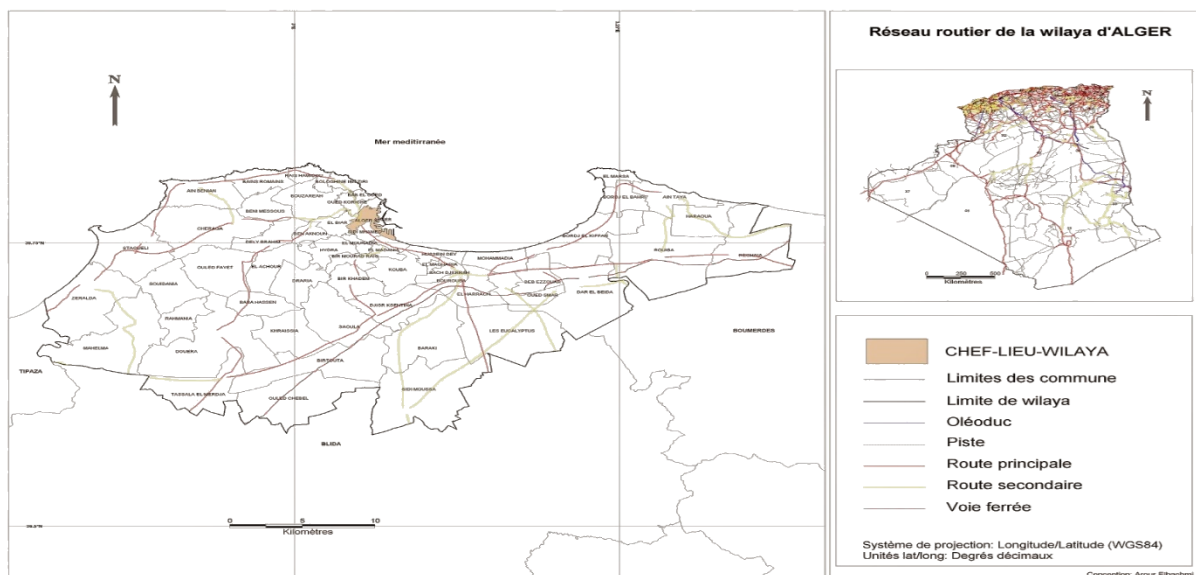


Figure 2 : Réseau routier wilaya d'Alger [2]

Un ambitieux programme d'infrastructures de transport a été lancé ces dernières années avec certains projets en cours de réalisation, d'autres à l'étude et qui à long terme bouleverseront de façon conséquente la structure du trafic routier à Alger. A différents horizons, le réseau routier principal de la wilaya d'Alger se verra enrichi de plusieurs réalisations importantes qui participeront à rendre plus fonctionnelles certaines infrastructures déjà existantes

I.3 présentation du tronçon routier

Le projet de la voie express dessert Parc Dounia fait partie intégrante du programme de développement du réseau autoroutier de la wilaya d'Alger. L'urgence de désengorger la rocade sud congestionnée de façon régulière fait de ce projet une priorité.

Cet axe est considéré comme une continuité de la voie express venant de Bab El Oued à 5 juillet en passant par Frais Vallon, il constitue un pôle nord-sud très important RN11/2ème rocade-RN36 (Bab El Oued/Khraicia-Baba Hacene) le projet consiste en la réalisation d'une pénétrante entre la rocade sud, la RN36 et la 2^{ème} rocade, intégrant l'évitement d'El Achour et Draria par la mise en place d'une voie de contournement pour le trafic urbain.

Cette voie express, prend origine à l'échangeur du 5 juillet/Rocade sud (PK0.00) et prend fin à la 2ème rocade au niveau de la zone du carrefour aérien de khraicia. Aussi pour relier la RN36 à la voie express, l'aménagement d'un échangeur est mis en place au niveau de Baba Hacene PK 9+690.

Ce tracé traverse aussi :

- L'échangeur menant vers la RN36 ;
- La voie de contournement (Draria-El Achour sur 5 km) vers la route C111;
- L'accès vers le parc dounia.

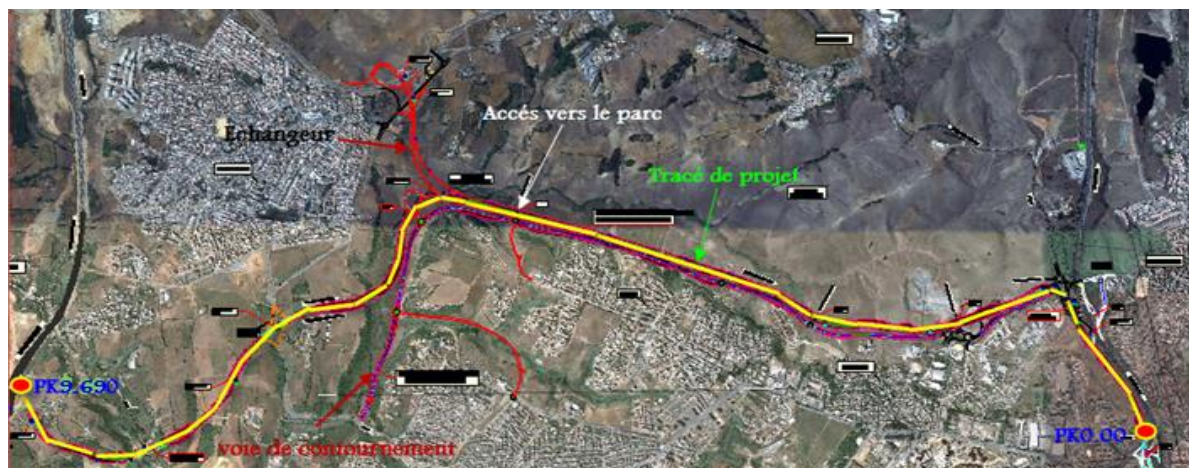


Figure 3 : Image satellite avec tracé du projet [4]

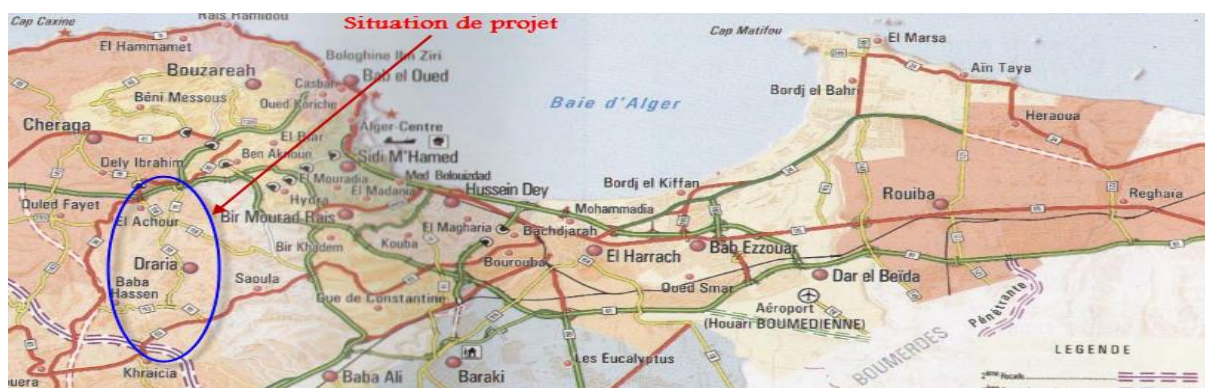


Figure 4 : Situation du projet sur le réseau routier de la wilaya d'Alger [4]

I.4 Caractéristique du projet routier

- **Linéaire:** 9.69 Km.
- **Vitesse de base :** 80 Km/h
- **Nombre d'échangeurs :** 2 échangeurs.
- **Nombre de carrefour :** 4 carrefours
- **Principales villes desservies :** Dely Brahimi, El Achour, Ouled Fayet, Draria, Baba Hacen et Khraicia.

I.5 Objectif de l'étude

Le projet de la nouvelle voie express dessert Parc Dounia fait partie intégrante du programme du réseau autoroutier de la wilaya d'Alger. L'importance de relier les voies express existantes (Rocade sud, 2ème rocade et la RN36) fait de ce projet une priorité. La présente étude montre la faisabilité technique de cette infrastructure, en tenant compte des contraintes d'ordre urbanistique ou environnemental dans le couloir où s'inscrira le projet. Elle a donc pour objectifs principaux :

- L'identification des contraintes permettant d'assurer la cohérence entre les interfaces de la route avec son environnement (échanges, accès, réseaux divers, agglomération, ...etc.) d'une part et les principales caractéristiques de l'aménagement d'autre part.

Cette cohérence est particulièrement importante pour la sécurité, car elle assure l'adaptation des comportements de conduite à la route et à ses conditions de fonctionnement.

- Elaboration d'une variante de tracé autoroutier pouvant jouer le rôle d'un périphérique interurbain prenant en charge le trafic de transit et assurer une liaison des différents axes autoroutiers créant ainsi un pôle nord-sud.
- Proposer des solutions et recommandations pour compenser ou éviter les effets négatifs sur l'environnement.

I.6 Morphologie

Le tracé se présente dans sa majorité sous forme des versants de déclivité variable, soit faible, moyenne et parfois forte et vallonnée dans quelques endroits, bien que le tracé ne présente pas un changement brusque des pentes. [4]



Figure 5 : Photo du Tronçon de l'échangeur PK 2+580 terrain plane [4]



Figure 6 : Photo PK 2+580 terrain en pente [4]

I.7 Conclusion

Notre projet consiste à étudier une partie de la voie express Dounia Parc allons du PK0+00 au PK5+598 incluant un échangeur au PK0 + 620.

Chapitre II :

Etude du trafic

II.1 Introduction

L'étude du trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude a pour but de déterminer la demande de transport actuelle et de mesurer l'intensité de trafic sur le réseau routier de référence concerné par l'étude.

Le trafic journalier moyen annuel (TJMA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies et dimensionnement de la chaussée).

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

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération.
- La nature des flux, pour déterminer les points d'échanges.
- 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.

II.2 Différents type du trafic

II.2.1 Trafic normal

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le nouveau projet.

II.2.2 Trafic dévié

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point.

II.2.3 Trafic induit

C'est le trafic qui résulte de :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuait pas antérieurement ou s'effectuait vers d'autres destinations.
- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente dus à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

II.2.4 Trafic total

C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié en plus du trafic normal.

II.3 Analyse du trafic

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires :

- Comptages manuels
- Comptages automatiques

Ces deux types, permettent de mesurer le trafic sur un tronçon. En ce qui concerne les compteurs automatiques, les dispositifs ont maintenant la capacité de discriminer les véhicules légers et les poids lourds.

Les enquêtes de type cordon : elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.

Les enquêtes qualitatives : elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement... .

II.4 Réseau routier

II.4.1 Réseaux 2015

Un ambitieux programme d'infrastructure de transport a été lancé ces dernières années avec certains projets en cours de réalisation, d'autres à l'étude et qui à terme bouleversera de façon conséquente la structure du trafic routier à Alger.

A différents horizons, le réseau routier principal de la wilaya d'Alger se verra enrichi de plusieurs réalisations importantes qui participeront à rendre plus fonctionnelles certaines infrastructures déjà existantes. [3]

II.4.2 Réseau actuel

La région d'étude est desservie par un réseau routier relativement maillé composé de liaisons intra et interurbaines ainsi que des liaisons de transit.

Ces routes sont répertoriées en voies express, routes nationales et chemins de wilaya dont les plus importantes sont :

Voie express Frais vallon (CW 119), Rcade sud, 2ème rocade, Rcade Ouest (RN36 nouvelle en 2x2 voies), RN36 ancienne, RN63, CW 116, CW 111, CW 113, RN 1. Ces axes relient les principaux pôles générateurs de trafic de la région d'étude. [3]

II.5 Composition du trafic

Pour sa part, le trafic traversant le réseau routier de la région d'étude est composé principalement d'un trafic local et d'un trafic d'échange. La disposition et l'implantation du projet dans le sens Nord-Sud fait que ce dernier n'est quasiment pas affecté par le trafic de transit.

II.5.1 Trafic local

C'est le trafic ayant pour origine et destination des zones appartenant à la région d'étude.

II.5.2 Trafics d'échange

Le trafic d'échange concerne les flux d'échanges entre les zones de la région d'étude et le reste du territoire.

Pour le trafic à destination de la région d'étude, les flux les plus importants sont en provenance de la rocade sud.

II.6 Affectation du trafic

Le tronçon de la voie express est sectionné en 3 sections homogènes de trafic comme suit :

- Section 1 : 5 juillet – Dely Ibrahim.
- Section 2 : Dely Ibrahim – Echangeur Baba Hacene (CW 113).
- Section 3 : Echangeur Baba Hacene (CW 113) – 2^{ème} rocade.

La section 1 est celle qui affecte le tronçon choisit dans notre projet

Section 1 : 5 juillet – Dely Ibrahim

Tableau 1: Affectation du trafic 5 juillet- dely ibrahim [3]

Axe	Section	Trafic ciblé	Trafic total	Trafic actualisé à 2012	Taux d'affectation	trafic affecté
Rocade Sud	Chéraga - 5juillet	Echange - avec Sud d'Alger par RN 36 nouvelle	45000 (2010)	48700	0,1	4870
Rocade Sud	5juillet - BMR	Echange - avec Sud d'Alger et Blida par RN 01	80000 (2010)	88700	0,1	8490
Frais vallon	Chevalley - Rocade Sud	Echange nord /sud	35000 (2012)	35000	0,2	7000
Trafic total affecté						20360

II.7 Estimation du trafic aux horizon futur

Accroissement du trafic

L'évolution des trafics dans le futur dépend de nombreux facteurs et notamment :

- De l'évolution de la population et des emplois.
- De l'évolution de la fréquentation touristique.
- Des projets d'aménagement (construction de logements, d'équipements collectifs, de voirie, de zones d'activités, de pôles touristiques...).

Les résultats de l'étude du Schéma Directeur Routier Autoroutier 2005-2025 donnent un taux de croissance moyen sur l'évolution de la demande globale de déplacements au niveau national qui se présente comme suit :

Tableau 2 : Evolution de l'accroissement du trafic [3]

Horizon	VL	PL	VL+PL
2010	3.5	2.5	3.1
2015	3.5	3.0	3.3
2020	3.6	2.8	3.4
2025	3.8	2.8	3.5

Il a été retenu un taux de 3% pour le projet.

II.8 Calcul de capacité et horizon de saturation

II.8.1 Définition de la capacité

La capacité pratique est le débit horaire moyen à saturation. C'est le trafic horaire au-delà duquel le plus petit incident risque d'entraîner la formation de bouchons. La capacité dépend :

- Des distances de sécurité (en milieu urbain ce facteur est favorable, il est beaucoup moins en rase campagne, ou la densité de véhicules sera beaucoup plus faible).
- Des conditions météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la route.

II.8.2 Détermination de nombre de voies

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par insuffisance. Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

A partir de là, l'ingénieur fait une comparaison entre le débit admissible et le débit prévisible pour obtenir le choix de nombre de voies pour un tronçon routier. Donc il est nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour les 20^e années d'exploitation.

➤ Projection future du trafic TMJA

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

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

Avec :

TJMA_h : le trafic à l'année horizon.

TJMA₀ : le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

➤ **Trafic effectif**

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (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) Le trafic effectif donné par la relation :

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

Avec :

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

P : coefficient d'équivalence pour les poids lourds, il dépend de la nature de la route.

Tableau 3 : Tableau d'équivalence pour PL [5]

Environnement Routes	E_1	E_2	E_3
2 Voies	3	6	12
3 Voies	2.5	5	10
4 Voies	2	4	8

➤ **Calcul de capacité Q**

Le débit de point horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

$$Q = \frac{1}{n} T_{eff}.$$

Avec :

$\frac{1}{n}$: Coefficient de pointe prise égale 0.12.

Q : est exprimé en UVP/h.

➤ **Débit horaire admissible**

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

$$Q_{adm} = K_1.K_2. C_{th}$$

Avec :

K_1 : coefficient lié à l'environnement.

K_2 : coefficient de réduction de capacité.

Chapitre II : Etude du trafic

C_{th} : capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

❖ Valeur de K_1 :

Tableau 3 : Valeurs de K_1 [5]

	E_1	E_2	E_3
K_1	0.95	0.85	0.75

❖ Valeur de K_2 :

Tableau 4 : Valeurs de K_2 [5]

Type D'environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E_2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E_3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

❖ Valeurs de C_{th} : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Tableau 5 : Valeurs de C_{th} [5]

Capacités théoriques des routes en UVP/h									
Dégagement latéral ou largeur des accotements	4 m	2 voies			3 voies		4 voies (1)		Deux chaussées: Autoroute ou Route expresse (2)
		5m	6m	7m	9m	10.5 m	12m	14m	
1.8m et plus	1100	1300	1600	2000	2600	3200	3000 4000*	3400 5100*	1800 5400*
1.20	1000	1200	1500	1900	2400	3000	2950 4400*	3300 5000*	1750 5300
0.60	(x)	1100	1350	1700	2200	2700	2900 4300*	3200 4800*	1700 5100*
0.00	(x)	(x)	1200	1500	2000	2400	2650 4000*	3000 4500*	1500 4500*

➤ Calcul nombre de voie

- **Cas d'une chaussée bidirectionnelle :**

On compare **Q** à **Q_{adm}** et en prend le profil permettant d'avoir : **Q_{adm} ≥ Q**

- **Cas d'une chaussée unidirectionnelle :**

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

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

Avec :

S : coefficient dissymétrie en général = 2/3.

Q_{adm} : débit admissible par voie.

➤ Année de saturation

$$Q_{saturation} = (1 + \tau) n \times Q_{service}$$

D'où

$$n = \frac{\ln(Q_{saturation} / Q_{service})}{\ln(1 + \tau)}$$

Avec :

$$Q_{saturation} = 4 \times Q_{adm}.$$

$$Q_{service} = 0.12 T_{eff} \text{ (service) uvp/h.}$$

II.8.3 Application au projet

a. Hypothèses de calcul

- %PL	10
- Année d'actualisation du trafic	2012
- Année de mise en service	2015
- Taux d'accroissement	0,03
- Coefficient d'équivalence (P)	2
- K1 (E2)	0,85
- K2	0,99
- Capacité théorique C _{th} /voie	1800
- Durée de vie du projet	20ans

b. Application numérique

❖ Section 1 : Dely Ibrahim – Echangeur Baba Hacene (CW 113)

➤ Projection future du trafic TMJA 2015

On a : TJMA₀ = 20630

$$\tau = 3\%$$

$$n = 3 \text{ ans}$$

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

$$TJMA_{2015} = TJMA_{2012} (1+\tau)^3$$

$$TJMA_{2015} = 20360 (1+0.03)^3$$

$$TMJA_{2015} = 22248 \text{ v/j}$$

On a : **Z** : 10%

P : 2

$$AN : T_{eff2015} = [(1 - Z) + PZ]. TMJA_{2015}$$

$$T_{eff2015} = [(1 - Z) + PZ]. TMJA_{2015}$$

$$T_{eff2015} = [(1 - 0.1) + 0.1 \times 2]. 22248$$

$$T_{eff2015} = 24472 \text{ uvp/h}$$

➤ Calcul de capacité Q 2015

$$On a : \frac{1}{n} = 0.12$$

$$AN : Q = \left(\frac{1}{n}\right) T_{eff.}$$

$$Q = 0.12 \times 24472$$

$$Q = 2696 \text{ uvp/h}$$

➤ Projection future du trafic TMJA 2035

$$On a : TJMA_{2015} = 22248$$

$$\tau = 3\%$$

$$n = 20 \text{ ans}$$

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

$$TJMA_{2035} = TJMA_{2015} (1+\tau)^{20}$$

$$TJMA_{2035} = 22248(1+0.03)^{20}$$

$$TMJA_{2035} = 40247 \text{ v/j}$$

➤ Trafic effectif 2035

On a : **Z** : 10%

P : 2

$$AN : T_{eff2035} = [(1 - Z) + PZ]. TMJA_{2035}$$

$$T_{eff2035} = [(1 - 0.1) + 0.1 \times 2]. 40247$$

$$T_{eff2035} = 44271 \text{ uvp/h}$$

➤ **Calcul de capacité Q_{2035}**

On a : $\frac{1}{n} = 0.12$

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

$$Q = 0.12 \times 44271$$

$$Q = 5312 \text{ uvp/h}$$

➤ **Calcul de la capacité admissible Q_{adm}**

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

$$Q_{\text{adm}} = 0.99 \times 0.85 \times 1800$$

$$Q_{\text{adm}} = 1515$$

$$Q_{\text{adm}} = 1514$$

➤ **Nombre de voies N**

AN : $N = S \cdot Q / Q_{\text{adm}}$

$$N = 0.66 \times (5312 / 1514)$$

$$N = 2.3$$

Donc le nombre de voies est 2 voies

➤ **L'année de saturation n**

AN : $n = \frac{\ln(Q_{\text{saturation}} / Q_{\text{service}})}{\ln(1 + \tau)}$

$$n = 29 \text{ ans}$$

II.2 Conclusion

Le tronçon étudié est de 2×2 voie, la saturation surviendra 29 ans après l'année de mise en service soit 2044.

Chapitre III :

Etude géotechnique

III.1 Introduction

La géotechnique étudie les caractéristiques des terrains (sol et roche) en vue de leur utilisation comme matériau ou support d'une structure.

La géotechnique routière est une science qui étudie les propriétés physiques et mécaniques des roches et des sols qui vont servir d'assise pour la structure de chaussée. Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terres de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs.

III.2 L'objectif de géotechnique

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- Le bénéfice apporté sur les travaux de terrassement.
- La sécurité en indiquant la stabilité des talus et des remblais.
- L'identification des sources d'emprunt des matériaux et la capacité de ses gisements.
- Préserver l'environnement et les ressources naturelles.

III.3 Le règlement algérien en géotechnique

La géotechnique couvre un grand champ d'activité 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.

Les normes algériennes adoptées dans le domaine de la géotechnique sont relatives aux modes opératoires et des essais de sols couramment réalisées en laboratoire dans le cadre des études géotechniques.

III.4 Les types essais

III.4.1 Les essais in situ

Essai réalisé sur un sol, un matériau ou un ouvrage en place, sur le terrain tel que :

- Sondage puits à ciel ouvert
- Résistance à la pénétration dynamique
- Sondage carotté

III.4.2 Les essais laboratoires

Les essais réalisés en laboratoire sont :

- Essai de teneur en eau.
- Essai de densité et humide.
- Analyse granulométrique.
- Essai Proctor modifié.
- Essai œdométrique.

- Essai de limite d'Atterberg.
- Essai CBR.
- Cisaillement rectiligne.
- Analyse chimique.

III.5 Application au projet

L'étude géotechnique du tronçon allant du PK 1+981 jusqu'au PK 3+721 se fait en deux différents types d'essais :

- Essai in situ.
- Essai en laboratoire.

III.5.1 Reconnaissance géotechnique in situ

Le programme de reconnaissance fût arrêté par le bureau d'études « **DELTA CONSULT** » d'Alger.

III.5.1.1 Sondage puits

Dans la section PK 1+981 jusqu'à PK 5+598 il a été réaliser (07) sondages puits donc les coupes géologiques révélée sont présentées ainsi :

- **Sondage puits de 6m au PK 2+140 :**

0.0-0.4m : Remblai.

0.4-1.2m : Argile marneuse.

1.2-6.0m : Marne friable devenant compact en profondeur.

- **Sondage puits de 6m au PK 2+420 :**

0.0-1.0m : Argile marneuse.

0-6.0m : Marne friable devenant compact en profondeur.

- **Sondage puits de 6m au PK 2+580 :**

0.0-1.5m : Limon argileux.

1.5-3.5m : Argile marneuse.

3.5-6.0m : Marne friable devenant compact en profondeur.

- **Sondage puits de 6m au PK 2+660 :**

0.0-3.0m : Limon argileux.

3.0-4.5m : Argile marneuse.

4.5-6.0m : Marne friable.

- **Sondage puits de 5m au PK 2+740 :**

0.0-1.5m : Limon argileux.

1.5-2.0m : Argile marneuse.

2.0-5.0m : Marne altérée.

- **Sondage puits de 6m au PK 3+270 :**

0.0-1.7m : Limon argileux.

1.7-3.8m : Argile marneuse.

3.8-6.0m : Marne friable.

- **Sondage puits de 6m au PK 3+440 :**

0.0-0.8m : Limon argileux.

0.8-4.1m : Argile marneuse.

4.1-6.0m : Marne friable.

- **Sondage puits de 5m au PK 3+620 :**

0.0-1.2m : Limon argileux.

1.2-2.5m : Argile marneuse.

2.5-5.0m : Marne altérée.

- **Sondage puits de 6m au PK 3+940 :**

0.0-0.3m : Limon argileux.

0.3-5.0m : Argile marneuse.

5.0-6.0m : Marne friable.

On note la présence d'eau à partir de 3m de profondeur.

- **Sondage puits de 6m au PK 4+260 :**

0.0-0.5m : Limon argileux.

0.5-4.5m : Argile marneuse.

4.5-6.0m : Marne friable.

- **Sondage puits de 5m au PK 4+400 :**

0.0-0.5m : Limon argileux.

0.5-5.0m : Argile marneuse renfermant des passages d'encroûtements calcaire

On note la présence d'eau à partir de 2 m de profondeur.

- **Sondage puits de 6m au PK 4+800 :**

0.0-0.7m : Limon argileux.

0.7-6.0m : Argile encroûtée peu graveleuse.

L'interprétation géologique a montré que cette première section est constituée par :

Une formation meuble, représenté essentiellement par une couche de couverture de limon argileux d'une épaisseur variable entre 0.3 et 3.0, suivis par des argiles marneuses d'une épaisseur comprise entre 0.8 et 4.7m, puis des marnes altérées en profondeur. [4]

A l'exception de la zone située au niveau du PK 4+800 il a été constaté la présence d'une épaisse couche d'argile encroûtée peu graveleuse de 5.3 m recouverte par une mince couche de limon argileux de 0.7m.

Nous signalons la présence d'eau au niveau de :

- PK2+660 à partir de 3 m de profondeur.
- PK3+940 à partir de 3 m de profondeur.
- PK4+260 à partir de 2 m de profondeur. [4]

III.5.1.2 Résistance a la pénétration dynamique

L'essai consiste à déterminer le nombre de coups nécessaires pour enfoncer selon une procédure bien définie, une pointe métallique soumise par l'intermédiaire d'un train de tige à une énergie de battage.

Il permet d'apprécier entre autres l'homogénéité des couches de terrain.

- * La succession des différentes couches de terrain.
- * La position d'une couche résistante à une autre.

L'essai pénétrométrique consiste à déterminer une résistance dynamique unitaire du sol " R_p " celle-ci est obtenue conventionnellement par la formule de battage des Hollandais :

$$R_p = \frac{M}{e(M + M')} \frac{MgH}{A}$$

Avec:

A : Section droite de la pointe.

e : Pénétration moyenne par coup.

g : Accélération de la pesanteur.

H : Hauteur de chute.

M : Masse frappante.

M' : Somme des masses du terrain des tiges de l'enclume et de la tige-guide masse frappée.

Les résultats sont donnés sous forme graphique, permettant de distinguer différents horizons de sol, de détecter la présence d'anomalie et de déterminer la position du toit d'une couche résistante.

C'est ainsi qu'ont été exécutés les six (6) essais de pénétration sur les sections en remblai de tracé, dans le tableau ci-après, résume les valeurs de R_p minimum et maximum et les côtes de refus.

Chapitre III : Etude géotechnique

Tableau 6 : Les valeurs de R_p minimum et maximum et les côtes de refus [4]

Essai	PK	Prof (m)	R_p min (bars)	R_p max (bars)	Refus (m)	Formation géologique	Appréciation sur la résistance
1	2+140	0.0-2.6	45	500	2.6	Argile marneuse suivie par des marnes friables devenant compacts	Faible à moyenne
2	2+420	0.0-3.6	50	100	/	Argile marneuse suivie par des marnes friables devenant compacts	Moyenne
		3.6-4.4	>100	500	4.4		Très forte
3	2+580	0.0-2.0	55	90	/	Argile marneuse	Moyenne
		2.0-4.0	>100	500	4.0	Marne friable devenant compact	Très forte
4	2+660	0.0-2.6	25	80	/	Limon argileux	Faible à moyenne
		2.6-5.4	70	500	5.4	Argile marneuse suivie par la marne friable	Moyenne à forte
5	3+270	0.0-2.6	15	50	/	Limon argileux puis argile marneuse	Faible à moyenne
		2.6-3.8	>100	500	3.8	Argile marneuse suivie par la marne friable	Très forte
6	3+440	0.0-3.6	35	65	/	Limon argileux puis argile marneuse	Faible à moyenne
		3.6-5.0	90	500	5.0	Marne friable	Très forte
7	3+940	0.0-5.6	35	75	/	Limon argileux puis argile marneuse	Faible moyenne à moyenne
		5.6-6.2	100	500	6.2	Marne friable	Très forte
8	4+260	0.0-4.4	25	50	/	Limon argileux puis argile marneuse	Faible à moyenne
		4.4-7.0	60	500	7.0	Marne friable	Forte à très forte
9	4+700	0.0-5.2	35	80	/	Limon argileux puis des argiles encroutées peu graveleux	Faible à moyenne
		5.2-6.4	60	500	6.4	Argile encroutées peu graveleux	Moyenne à forte

Les neuf (9) essais pénétrométriques implantés au niveau de la première section ont présenté des diagrammes ayant une forme en dents de scie, qui traduit une qualité mécanique et une portance variable.

Il ressort la corrélation entre la résistance à la pénétration dynamique et les différents terrains que montrent les coupes lithologiques.

La présence de deux (02) horizons à savoir :

Le 1^{er} horizon est constitué par une couche de limon argileux et une argile marneuse d'une épaisseur variable entre 2 et 5.5m environ, ayant une résistance faible à moyenne.

Dans plusieurs cas les valeurs de R_p minimale chutent jusqu'à une valeur de 15 bars. Ces cahutes de résistance sont dues essentiellement à la présence d'eau ou à la formation lâche (limon argileux ou l'argile marneuse) dans cette zone.

Au-delà de ces côtes, on observe le 2^{ème} horizon qui est constitué aussi par des argiles marneuses, argiles encroutées peu graveleuses et des marnes friables à compactes en profondeur, où la résistance est forte à très forte, dont les valeurs de la résistance minimale sont variables entre 60 et 100 bars.

Au niveau des passages graveleux, on note une R_d plus élevée.

Les refus à la pénétration, c'est-à-dire l'enfoncement maximum pour l'énergie mise en jeu, sont compris entre 2.6 et 7 m de profondeur.

Ces refus sont dus à la présence des passages graveleux et/ou la marne compacte en profondeur.
[4]

III.5.2 Essais en laboratoire

III.5.2.1 Programme des essais

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été effectués :

- Mesure de teneur en eau naturelle (W) et degré de saturation (S_r) (selon NFP 94-050 du Septembre 1995).
- Mesure de densité sèche (γ_d) et humide (γ_h) (Selon NFP 94-053 du Octobre1991).
- Analyse granulométrique (Selon NFP94-056 et 057).
- Limite d'Atterberg (Selon NFP 94-051 du Mars 1993).
- Essai Proctor Modifié (Selon NFP 94-093 de l'Octobre1999).
- Essai C.B.R. (Selon NFP 94-078 du Mai 1997).
- Analyses chimiques (Selon NFP-18-011-du Juin/92).
- Essai Œdométrique (Selon XP P94-090-1).

- Essais de cisaillements rectilignes (Selon NF P94-071-1).

III.5.2.2 Caractéristiques géotechniques des différents types de sols

Caractéristiques physiques et essais d'identification

L'interprétation géologique a montré que cette première section est constituée par des limons argileux, argiles marneuses et des marnes friables.

Les caractéristiques physiques des sols sont les suivantes :

Plasticité a donné des valeurs de l'ordre 23 %, donc le sol est peu plastique et sensible à l'eau.

[4]

❖ Argile marneuse :

- **Teneur en eau naturelle (W%) et degré de saturation (Sr%).**

W (%) variable entre 22 et 26 % ; Sr (%) variable entre 92 et 97 %.

Ce qui dénote que le sol testé se trouve dans un état hydrique naturel très humide. [4]

- **Densité sèche (γ_d) et humide (γ_h) :**

La densité sèche (γ_d) mesurée sur les argiles marneuses varie entre 1.5 et 1.65 t/m³, ce qui confère au sol une densité humide (γ_h) de 1.85 à 2.0 t/m³.

D'après la norme géotechnique les sols testés se situent dans les familles de sols semi-denses à denses. [4]

- **Analyse granulométrique et sédimentométrie :**

Les essais de granulométrie effectués sur les échantillons ont montré que cette formation est de texture fine, où les pourcentages des passants à 80 μ sont compris entre 91 et 94%. [4]

- **Plasticité**

Les essais de plasticité effectués à l'aide de la boîte de Casagrande sur les échantillons d'argiles marneuses ont donné des valeurs de limite de liquidité comprises entre 42 et 46%, les indices de plasticité ont donné des valeurs comprises entre 20 et 25 %, donc le sol est peu plastique et sensible à l'eau. [4]

❖ Marne friable :

- **Teneur en eau naturelle (W%) et degré de saturation (Sr%).**

W (%) = 22 à 28 % et Sr (%) = 89 à 96 %.

Ce qui dénote que le sol testé se trouve dans un état hydrique naturel très humide. [4]

- **Densité sèche (γ_d) et humide (γ_h):**

La densité sèche (γ_d) mesurée sur les marnes friables varie entre 1.6 et 1.75 t/m³, ce qui confère au sol une densité humide (γ_h) de 2 à 2.1 t/m³.

D'après la norme géotechnique les sols testés se situent dans les familles de sols denses. [4]

- **Analyse granulométrique et sédimentométrie :**

Les essais de granulométrie effectués sur les échantillons ont montré que cette formation est de texture fine, où les pourcentages des passants à 80 μ sont compris entre 94 et 96%. [4]

- **Plasticité**

W_L variable entre 41% et 45%.

I_p variable entre 20% et 23%.

Donc le sol testé se révèle un sol peu plastique et sensible à l'eau. [4]

- ❖ **Limon argileux :**

- **Teneur en eau naturelle (W%) et degré de saturation (Sr%).**

Les mesures de teneur en eau et le degré de saturation ont été effectuées sur les limons argileux, dont des valeurs suivantes :

W (%) de l'ordre de 18 % et $Sr(\%)=66\%$.

Ce qui dénote que le sol testé se trouve dans un état hydrique naturel moyennement humide. [4]

- **Densité sèche (γ_d) et humide (γ_h):**

$\gamma_d=1.45 \text{ t/m}^3$, $\gamma_h=1.7 \text{ t/m}^3$

D'après la norme géotechnique les sols testés se situent dans les familles de sols lâches. [4]

- **Analyse granulométrique et sédimentométrie :**

Les essais de granulométrie effectués sur les échantillons ont montré que cette formation est de texture fine, où les pourcentages des passants à 80 μ sont de l'ordre de 90%. [4]

- **Plasticité**

$W_L = 31\%$.

$I_p = 16\%$.

Donc le sol testé se révèle un sol peu plastique. [4]

Caractéristiques mécaniques des sols

❖ Essai Proctor modifié et essai CBR

Par caractéristiques mécaniques, on entend les caractéristiques de compactage et la portance des sols.

Ainsi, ont été effectués les essais Proctor Modifié et CBR à 95% de l'OPM selon la norme.

Tableau 7 : Résultats des essais d'identification [4]

Puits		Identification		
N°	Prof(m)	$\gamma_{Opm} \text{ t/m}^3$	$W_{Opm} \%$	C.B.R
1	1.5-2.0	1.7	6	4
	3.5-4.0	1.7	7	5
2	0.7-1.2	1.65	5	6
	2.0-2.5	1.65	7.5	5
3	1.5-2.0	1.8	5	5
	4.0-4.5	1.75	6.5	5

• Essai Proctor modifier

Les caractéristiques de compactage qui sont la teneur en eau optimale et la masse volumique sèche optimale permettent de définir les modalités de compactage et la mise en œuvre d'un matériau destiné à la réalisation d'un remblai ou d'une couche de forme.

C'est ainsi que l'essai a donné les résultats suivants :

❖ Les argiles marneuses :

γ_{Opm} varie entre : 1.65 et 1.8 t/m³.

W_{Opm} varie entre : 5 et 8%.

❖ Les marnes altérées :

γ_{Opm} = 1.7 t/m³ et W_{Opm} = 7%.

❖ Les limons :

γ_{Opm} = 1.65 t/m³.

W_{Opm} = 5 %.

• Essai CBR

❖ Les argiles marneuses : CBR varie entre 4 et 5.

❖ Les marnes altérées : CBR = 5.

❖ Les limons : CBR = 6.

• Essai de cisaillement rectiligne et l'essai de compressibilité à l'odomètre

Par essais mécaniques, on entend le cisaillement et la compressibilité qui donne les paramètres suivants :

Chapitre III : Etude géotechnique

Les paramètres mécaniques permettent d'évaluer la capacité portante des sols, et leur compatibilité avec les déformations.

Nous avons utilisé pour déterminer ces paramètres la boîte de Casagrande pour l'essai de cisaillement, et le bâti œdométrique de Terzaghi pour l'essai de compressibilité. [4]

Tableau 8 : Résultats des essais de cisaillement et Œdomètre [4]

Sondage		Cisaillement		Œdomètre		
N° Sond	Prof. (m)	Cu. (bars)	Øu (°)	Pc (bars)	Cc (%)	Cg (%)
1	2.0-2.5	0.34	8	2.14	16.08	2.62
	4.5-5.0	0.32	10	2.03	16.33	2.50
2	2.5-3.0	0.37	9	2.02	15.83	2.87
	5.5-6.0	0.32	10.5	1.92	17.84	3.18
3	1.5-2.0	0.35	8	2.12	20.86	3.25
	4.0-4.5	0.27	11	2.21	20.10	3.43
4	2.0-2.5	0.2	12	1.57	13.57	2.68
	3.5-4.0	0.37	11	2.08	18.09	2.81
5	2.0-2.5	0.29	12.5	1.97	21.36	2.87
	5.5-6.0	0.27	14	2.11	25.38	3.56
6	2.0-2.5	0.29	11	2.17	21.36	2.93
	4.5-5.0	0.30	12	1.87	13.57	3.37
7	2.5-3.0	0.30	13	1.93	15.33	3.56
	5.5-6.0	0.27	14	2.16	15.08	3.00
8	2.0-2.5	0.29	13	2.25	19.60	3.06
	4.0-4.5	0.34	13	1.97	17.09	3.12
9	3.0-3.5	0.31	10	1.79	14.83	3.00
	5.5-6.0	0.33	11	1.85	13.32	2.62

Cisaillement

Par caractéristiques mécaniques de cisaillement, nous entendons la cohésion et l'angle de frottement interne qu'on déduit de l'essai de cisaillement. C'est ainsi que nous avons réalisé des essais de nature UU, ils ont été effectués à l'aide de la machine de cisaillement rectiligne à une vitesse de 1.2 mm/min. [4]

- **Argile marneuse :**

Les valeurs de la cohésion sont varié entre (0.29 bars et 0. 35bars), et les valeurs de l'angle de frottement sont compris entre (8 ° et 13 °). [4]

• **Marne friable :**

Les valeurs de la cohésion varient entre (0.27 bars et 0.37bars), et les valeurs de l'angle de frottement sont compris entre (8 ° et 14 °). [4]

Nous constatons qu'au niveau de cette section, les caractéristiques intrinsèques (cohésion et angle de frottement) sont moyennes

Compressibilité à l'Œdomètre

Les essais de compressibilité ont été réalisés sur des échantillons intacts. Ils ont pour but de déterminer la pression de consolidation, le coefficient de compressibilité et le coefficient de gonflement.

Les valeurs obtenues en laboratoire de P_c , C_c et C_g variant respectivement :

Argile marneuse :

- $1.95 < P_c < 2.25 \text{ bars}$;
- $15 < C_c < 21\%$;
- $C_g < 4\%$.

* Ce qui montre que cette formation est surconsolidée, moyennement compressible, et non gonflante. [4]

Marne friable

Les valeurs de la pression de consolidation sont comprises entre 1.9 et 2.2 bars, Ce qui montre que cette formation est surconsolidée. [4]

Les valeurs du coefficient de compressibilité ayant des valeurs comprises entre 14 et 25%, il s'agit un sol moyennement compressible, les indices de gonflement ont donné des valeurs inférieures au seuil de 4%, il s'agit donc des sols non gonflants. [4]

III.6 Conclusion

L'investigation géotechnique a fait ressortir que le projet traverse dans l'ensemble des formations meubles, à savoir :

Des formations meubles et fines situées entre les PK 1+140 et PK5+558, elles sont constituées par des :

- Limons argileux.
- Argiles marneuses.
- Marnes altérées.
- Argile encroûtée.

La résistance à la pénétration dynamique dans l'ensemble de tracés est faible à moyenne au niveau des deux premiers mètres, caractérisant ainsi un sol de portance faible à juste moyenne.

Les analyses en laboratoire ont révélé dans l'ensemble des caractéristiques physiques faibles à moyenne .il s'agit des sols fins, plastiques et sensibles à toutes variations hydriques.

Les caractéristiques intrinsèques des sols sont révélées faibles à moyennes (cohésion et angle de frottement) ayant une faible portance.

Les caractéristiques de consolidation ont montré des sols surconsolidés, moyennement compressibles et non gonflants.

Chapitre IV :
Dimensionnement de corps de
chaussée

IV.1 Introduction

Le corps de chaussée est dimensionné pour supporter la circulation du trafic pour une durée bien déterminée. Il est défini comme étant l'épaisseur des différentes couches et matériaux qui seront mis en place pour constituer le corps de chaussée.

On doit non seulement penser au trafic existant mais aussi au trafic futur, ce qui nous amène à définir le taux d'accroissement de la circulation et le type de véhicule empruntant cette route. Le dimensionnement d'une chaussée est conditionné par trois familles de paramètres, qui sont les suivantes :

- Le trafic (l'importance de la circulation et surtout l'intensité du trafic en poids lourds).
- La portance du sol support désignée par son indice C.B.R.
- La durée de service.

IV.2 Définition de corps de chaussée

La chaussée est un ouvrage destiné essentiellement à la répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement résiste aux différentes sollicitations et notamment aux :

- Charges des véhicules.
 - Chocs.
 - Intempéries.
 - Efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage.
- **Au Sens Géométrique** : La surface aménagée de la route sur laquelle circule les véhicules.
- **Au Sens Structurel** : L'ensemble des couches des matériaux superposés qui permettent la reprise des charges.

IV.3 Les différents types de corps de chaussée

Il existe trois types de chaussée :

IV.3.1 Chaussée souple

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- Les sols et matériaux pierreux, granulométrie étalée ou serrée.
- Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples entre les grains de matériaux pierreux.

La chaussée souple se compose de différentes couches :

- **Couche de roulement** : L'épaisseur de la couche de roulement en général est entre 5, 6 et 8 cm
- **Couche de base** : L'épaisseur de la couche de base est entre 10 et 25 cm

- **Couche de fondation** : constitue avec la couche de base le corps de chaussée. Son rôle est identique à celui de la couche de base, mais elle est constituée d'un matériau non traité de moindre qualité et coût.
- **Couche de forme** : L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 30 et 70 cm.

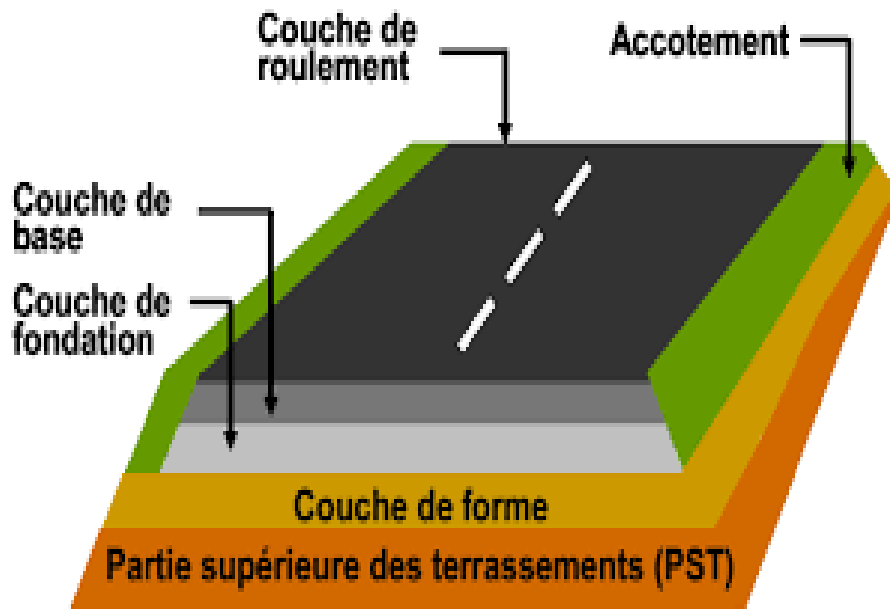


Figure 7: différentes couche du corps de chaussée

IV.3.2 Chaussée semi rigide

On distingue :

- Les chaussées comportant une couche de base (quelques fois une couche de fondation) traitée au liant hydraulique (ciment, granulat...)
- La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelquefois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimal doit être de 15 cm.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

IV.3.3 Chaussée rigide

Elle est constituée d'une dalle de béton, éventuellement armée (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) reposant sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est très peu pratiqué en Algérie.

IV.4 Facteurs pour les études de dimensionnement

Toutes les méthodes de dimensionnement basées sur la connaissance de certains paramètres fondamentaux liés au :

VII.4.1 Trafic

Le trafic, principalement le poids lourd est l'un des paramètres prépondérants dans la conception des structures, il intervient en fait d'abord dans le choix des matériaux puis dans le dimensionnement proprement dit de façon plus détaillée.

VII.4.2 L'environnement

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

VII.4.3 Sol support

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

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

VII.4.4 Matériaux

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

IV.5 Les principales méthodes de dimensionnement

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont :

IV.5.1 Méthode C.B.R

C'est une méthode (semi-empirique), elle est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes, les abaques qui donnent l'épaisseur «e» des chaussées en fonction des pneus et du nombre de répétitions des charges, tout en tenant compte de l'influence du trafic.

L'épaisseur de la chaussée obtenue par la formule CBR améliorée, correspond à un matériau bien défini (grave sableux propre bien gradué).

L'influence du trafic ne doit pas être négligée dans le dimensionnement du corps de chaussée, nous en tiendrons donc compte dans la formule améliorée par :

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

Avec :

Chapitre IV : Dimensionnement de corps de chaussée

E : épaisseur de la chaussée (cm).

P : (p=6.5t d'après le code routier : essieu de 13t).

N : nombre de véhicule par jour.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

Avec :

a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

$a_1 \times e_1$: couche de roulement

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

❖ Coefficient d'équivalence

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

Tableau 9 : Les valeurs des coefficients d'équivalence [6]

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20-1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00-1.20
Sable	0.50
Tuf	0.60

IV.5.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

▪ Description de la méthode

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

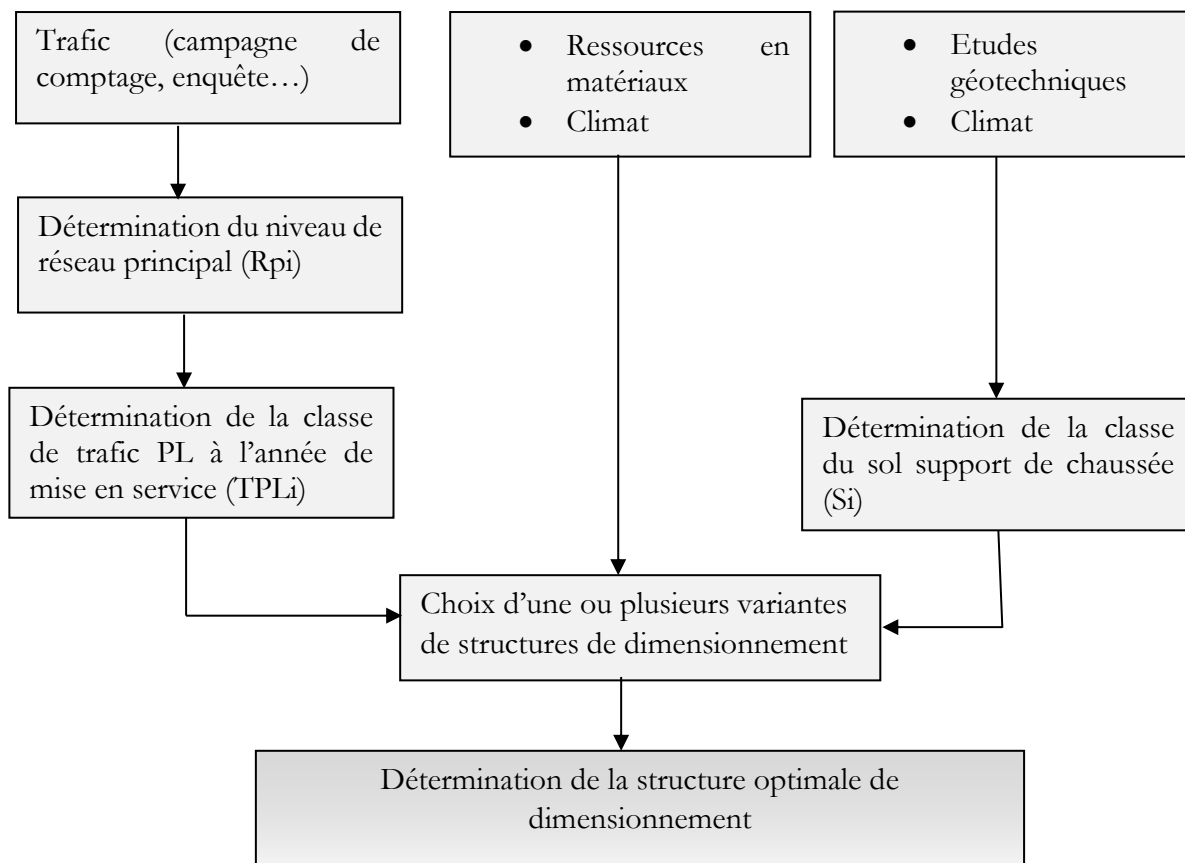
Chapitre IV : Dimensionnement de corps de chaussée

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

- **Démarche de la méthode**



- **Détermination du type de réseau principal**

Tableau 10 : Type de réseau routier selon trafic [6]

Réseau principal	Trafic V/J
RP1	>1500 V/J
RP2	< 1500 V/J

- **Détermination de de la classe du trafic**

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic du poids lourd par jour par sens sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Chapitre IV : Dimensionnement de corps de chaussée

Tableau 11 : classe du trafic à partir de PL [7]

TPL _i	TPL ₃	TPL ₄	TPL ₅	TPL ₆	TPL ₇
PL	150-300	300-600	600-1500	1500-3000	3000-6000

▪ Détermination de la classe du sol support de la chaussée

Les classes de portance des sols par ordre croissant répertoriées dans le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves sont les suivantes :

Tableau 12 : Classe du sol selon CBR [7]

Portance S _i	CBR
S4	<5
S3	5-10
S2	10-25
S1	25-40
S0	>40

▪ Sur-classement des sols support de chaussée

Dans le cas où on a une faible portance du sol on fait recours à une couche de forme a fin d'améliorer sa portance

Tableau 13 : Caractéristiques de la couche de forme [7]

Classe de portance de sol terrassé	Matériaux de couche de forme	Epaisseur des matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée
S4	Matériaux non traités.	50cm (En 2 couches)	S3
S4	Matériaux non traités.	35cm	S3
S4	Matériaux non traités.	60cm (En 2 couches)	S2
S3	Matériaux non traités.	40cm (En 2 couches)	S2
S3	Matériaux non traités.	70cm (En 2 couches)	S1

IV.6 Application au projet

IV.6.1 Méthode CBR

Le dimensionnement de corps de chaussées dans notre projet se fera avec la méthode CBR

On a :

PLJMA = 3504 PL/ j/ voie

Durée de vie = 20 ans.

CBR = 4

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

Calcul du Trafic à l'année de fin de vie

$$N = PLJMA(1 + 0.04)^n$$

$$AN: N = PLJMA(1 + 0.04)^n$$

$$N = 3504 (1+0.04)^{20}$$

$$N = 7677 \text{ PL/j /voie}$$

Calcul de l'épaisseur de la chaussée

$$AN: e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{7677}{10})}{4 + 5}$$

$$e = 73.22 \text{ cm}$$

On prend :

$$e = 70 \text{ cm}$$

Calcul de l'épaisseur équivalente

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

- $e_1 = 8 \text{ cm}$ en Béton bitumineux BB $a_1 = 2$
- $e_2 = 20 \text{ cm}$ en Grave bitumineux GB $a_2 = 1.7$
- $e_3 = X \text{ cm}$ en Grave concassée $a_3 = 1$

$$e = 8 \times 2 + 20 \times 1.7 + e_3 \times 1 = 70$$

$$AN: e_3 = 70 - (16 + 34)$$

$$e_3 = 20 \text{ cm}$$

Alors l'épaisseur réelle est de **48 cm**

- Couche de roulement : 8 cm (BB)
- Couche de base : 20 cm (GB)
- Couche de fondation : 20 cm (GC)

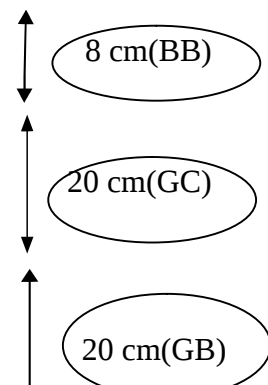


Figure 8 : Corps de chaussée dimensionné avec la méthode CBR

IV.6.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

- CBR = 4
- Durée de vie : 20ans
- $TMJA_{2015} = 20360 \text{ V/J}$
- $PLMJA_{2015} = 2036 \text{ V/J}$
- Classe du sol S4
- PL 10%
- Zone climatique : Zone I
- **Détermination du type de réseau routier**

$TMJA_{2015} = 20360 \text{ v/j} > 1500 \text{ v/j}$ alors on a un réseau principal « RP1 ».

- **Détermination de la classe du trafic**

La classe de trafic (TPL_i) est déterminée à partir du trafic PL/j/sens compté en moyenne journalière annuelle (MJA), sur la voie la plus chargée, à l'année de mise en service.

$$TPL_i = \frac{TMJA_{2015} \times Z}{2} \times 0.8$$

AN: $TPL_i = \frac{TMJA_{2015} \times Z}{2} \times 0.8$

$TPL_i = 814 \text{ PL/sens/ Jour}$

D'après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en **TPL5**.

- **Détermination de la classe du sol**

La classe du sol dépend de l'indice CBR, c'est à partir de sa valeur qu'on détermine la classe de notre sol.

Dans notre projet $ICBR = 4 < 5$ donc c'est un sol de classe S4.

- **Sur-classement des sols support de chaussée**

La classe du sol dans ce projet est S4 d'une faible portance, le recours à une couche de forme est donc nécessaire pour permettre la réalisation d'une couche de chaussée dans des conditions acceptables.

Dans ce cas, le tableau suivant donne des indications sur le choix de la couche de forme à réaliser.

Tableau 14 : Caractéristique de la couche de forme choisie

Classe portante de sol terrassé	Matériaux de couche de forme	Epaisseur des matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée
S4	Matériaux non traités.	60cm (En 2 couches)	S2

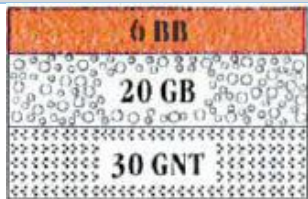
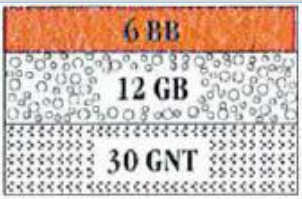
Chapitre IV : Dimensionnement de corps de chaussée

Un sur-classement des matériaux du sol support est effectué par la mise en œuvre d'une couche de forme de 60 cm en deux couches afin de considérer la classe S2 Pour le dimensionnement.

▪ Choix de la structure type par réseau principal

D'après le catalogue de dimensionnement (fascicule 03), notre choix se fixe sur une structure de type : **GB/GNT**

Tableau 15 : Structure de chaussées GB/GNT pour RP1 [8]

Si	S2	S1	S0
TPLi PL/J/Sens	50 MPa	125 MPa	200 MPa
1500 TPL5 600			

▪ Calcul du trafic cumulé de PL (TCi)

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

Où :

- i = taux d'accroissement géométrique, pris égal à **0.04**.
- n = durée de vie considérée. **20 ans**.

$$AN : TCi = 814 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{0.04}$$

$$TCi = 8.847 \times 10^6$$

▪ Choix de dimensionnement

- Le réseau principal (**RP1**)
- La zone climatique **I**
- Durée de vie de **20 ans**
- Taux d'accroissement (**4%**)
- Portance de sol (**S2**)
- Une classe de trafic (**TPL5**)

Avec toutes ces données, le catalogue algérien (fascicule 3) propose la structure suivante :

- Couche de roulement : **BB=6 cm**
- Couche de base : **GB=20cm**
- Couche de fondation : **GNT=30cm**
- Couche de forme : **TUF =60 cm**

Chapitre IV : Dimensionnement de corps de chaussée

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

Il faudra vérifier que ε_t et ε_z calculées à l'aide d'**Alize 3** sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement à $\varepsilon_{t,adm}$ et $\varepsilon_{z,adm}$

Déformation admissible de traction

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

Déformation admissible verticale

$$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^3 \times TCE_i^{-0,235}$$

Trafic cumulé équivalent (TCEi)

$$TCE_i = TC_i \cdot A$$

$$\text{On a : } TC_i = 8847 \times 10^3 \times A$$

Valeurs de A :

Tableau 16 : Types de matériaux et structure [9]

Niveau de réseau principal (RPi)	Types de matériaux et structure	Valeurs de A
RP1	Chaussées à matériaux traités au bitume : GB/GC, GB /Tuf, GB/GC	0.6

$$TCE_i = TC_i \cdot A = 1522 \times 10^4 \times 0.6 = \mathbf{530 \times 10^4 \text{ PL/J/sens}}$$

1. Déformation admissible de traction

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

Choix des températures équivalentes

Tableau 17 : Températures équivalentes [9]

Zone climatique			
Températures équivalentes	I et II	III	IV
$\theta_{eq} (C^\circ)$	20	25	30

Notre projet se situe dans la zone climatique I donc la température équivalente $\theta_{eq} = 20 C^\circ$.

Performances mécaniques des matériaux bitumineux

Tableau 18 : Caractéristiques mécaniques des matériaux bitumineux [9]

Matériaux	E(30° ,1 0HZ) (MPa)	E(25° ,10 HZ) (MPa)	E(20° ,10 HZ) (MPa)	E(10° ,10 HZ) (MPa)	$\varepsilon_6(10^\circ\text{C}, 25\text{Hz})10^{-6}$	-1/b	SN	S_H (c m)	v	Kc cal age
BB	2500	3500	-	-	-	-	-	-	0.35	-
GB	3500	5500	7000	12500	100	6.84	0.45	3	0.35	1.3

D'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves et les tableaux ci-dessus nous obtenons les paramètres suivants :

- θ_{eq} = température équivalent ($\theta_{eq} = 20^\circ\text{C}$) $\Rightarrow E(20^\circ, 10\text{Hz}) = 7000 \text{ MPa}$.
- Classe de trafic (**TPL₅**)
- Risque adoptés pour réseau RP₁(**R%=10**)
- C : coefficient égal 0.02
- t : fractile de loi normale, en fonction du risque adopté (**t = -1.282**).

AN :

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

$$\delta = 0.45^2 + \left(\frac{0.02}{-0.146} \times 3\right)^2 = 0.371$$

$$\varepsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times \left(\frac{530 \times 10^4}{10^6}\right)^{-0.146} \times \sqrt{\frac{12500}{7000}} \times 10^{-(1.282 \times 0.146 \times 0.371)} \times 1.3$$

$$\varepsilon_{t,adm} = 1.36 \times 10^{-4} = 136 \mu def$$

1. Déformation admissible verticale

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

$$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (530 \times 10^4)^{-0.235} = 4.4821 \times 10^{-4} \mu def$$

Application du logiciel Alize sur notre projet

Présentation de logiciel ALIZE III

ALIZE III est un programme issu du laboratoire central des ponts et chaussées en France (PARIS 1975) il permet de déterminer à partir d'un model multicouche élastique fondé sur l'hypothèse de BURMISTER. Les contraintes et les déformations σ_t , ε_z , σ_z , aux différentes interfaces de la structure ayant jusqu'à six couches supposées infinies en plan. La charge prise en compte dans la modélisation est une charge unitaire correspondant à un demi-essieu de 13 tonnes présenté par une empreinte circulaire de rayon (r) avec une symétrie de révolution. Le problème est traité en coordonnées cylindriques.

La modélisation de la structure est donnée au tableau suivant :

Tableau 19 : Le calcul effectué par Alizé

Couches	Epaisseur (e) Cm	Module de rigidité (E) Mpa	Coefficient de poisson (v)
Coche de roulement (BB)	6	3600	0.350
Coche de base (GB)	20	5000	0.350

Chapitre IV : Dimensionnement de corps de chaussée

Coche de fondation (GB)	30	200	0.350
Coche de forme (Tuf)	60	50	0.350
Sol support	Infini	20	0.350

Donc les déformations calculées par Alize III sont

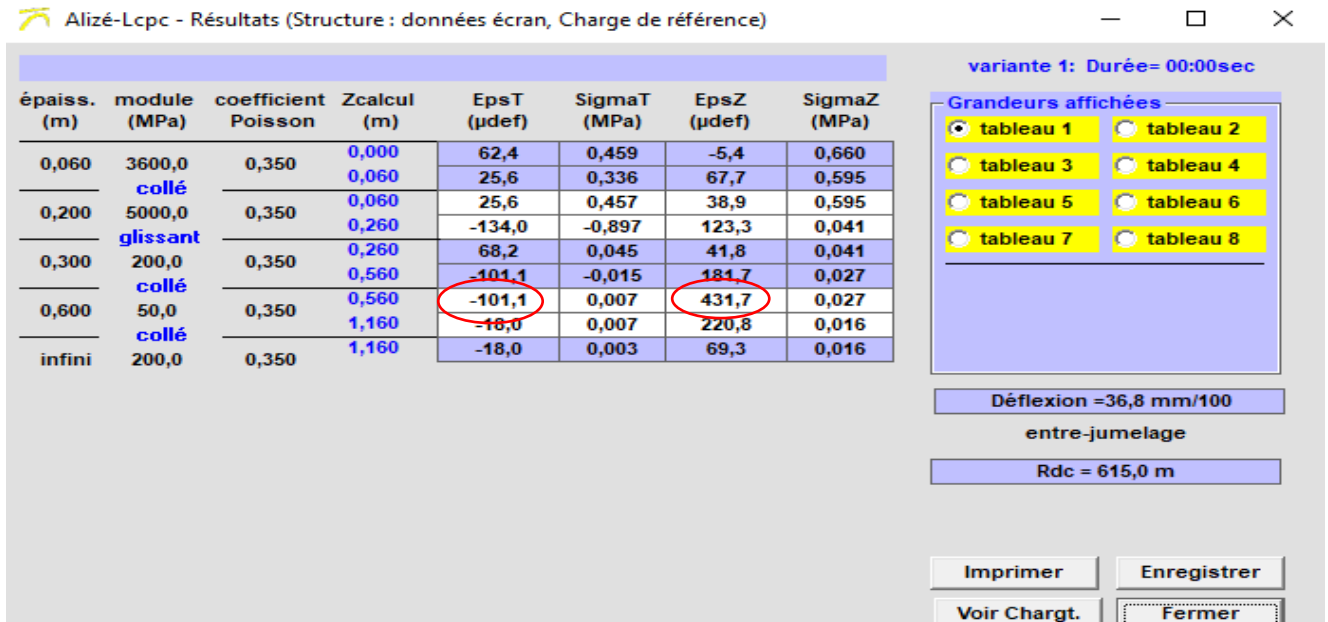


Figure 9 : Déformations calculées par ALIZE

Vérification :

Tableau 20 : Comparaison des résultats de calcul et de ALIZE III

Déformation admissible calculée (μdef)	Déformation calculée par ALIZE III (μdef)
$\epsilon_{t,adm} = 1.36 \times 10^{-4}$	$\epsilon_t = 101 \times 10^{-06}$
$\epsilon_{z,adm} = 4.482 \times 10^{-4}$	$\epsilon_z = 431.7 \times 10^{-06}$

On a: $\epsilon_{t,adm} = 1.36 \times 10^{-4} \mu def > \epsilon_t = 101 \times 10^{-06} \mu def$

$\epsilon_{z,adm} = 4.482 \times 10^{-4} \mu def > \epsilon_z = 431.7 \times 10^{-06} \mu def$

Les contraintes sont vérifiées, donc le corps de chaussée qu'on va appliquer pour la méthode du catalogue sera comme suit :

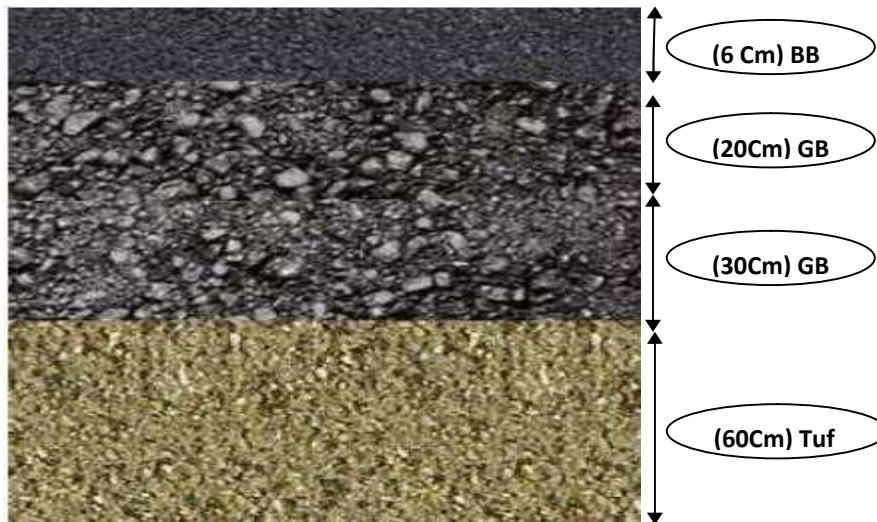


Figure 10 : Corps de chaussée dimensionné avec le catalogue

IV.7 Conclusion

Le choix de la méthode de dimensionnement ne se porte pas seulement sur le coût et les épaisseurs des différentes couches à mettre en place mais il faut aussi prendre en considération les avantages de la méthode du catalogue algérien, en se rappelant que :

- C'est une méthode rationnelle.
- Elle s'appuie sur les lois de comportement à la fatigue.
- Assure une longévité de la route.
- Minimise le coût d'entretien.

Donc la structure choisie dans notre projet est celle de la méthode du catalogue algérien, qui répond aux avantages qu'on a cités précédemment.

Chapitre V :

Etude géométrique

V.1 Tracé en plan

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

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement. On présente dans ce chapitre l'opération d'élaboration de trace en plan du projet étudié.

V.1.2 Règle à respecter

Le tracé en plan doit assurer aux usagers un trajet confortable et une bonne qualité de service dont le niveau est cependant fonction des difficultés du site.

Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes.

- Respecter les normes du B 40 si possible.
- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter le franchissement des oueds en minimise au maximum le nombre d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.
- Eviter les dunes de sables.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Respecter la cote des plus hautes eaux.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.

V.1.3 La vitesse de référence

La vitesse de référence (V_r) est une vitesse théorique, qui sert à déterminer les valeurs extrêmes des caractéristiques et autres intervenants dans l'élaboration de tracé d'une route.

Le choix de la vitesse dépend de :

- Type de route.

- Importance et genre de trafic (volume, structure).
- Topographie (degré de difficulté de terrain).
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

La vitesse de référence dans notre projet est $V_r = 80 \text{ Km/h}$.

V.1.4 calcul des éléments d'un tracé en plan selon B40

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles, il se fait à l'aide de Clothoïde qui assure un raccordement progressif.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- Des droites (alignements).
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement progressives.

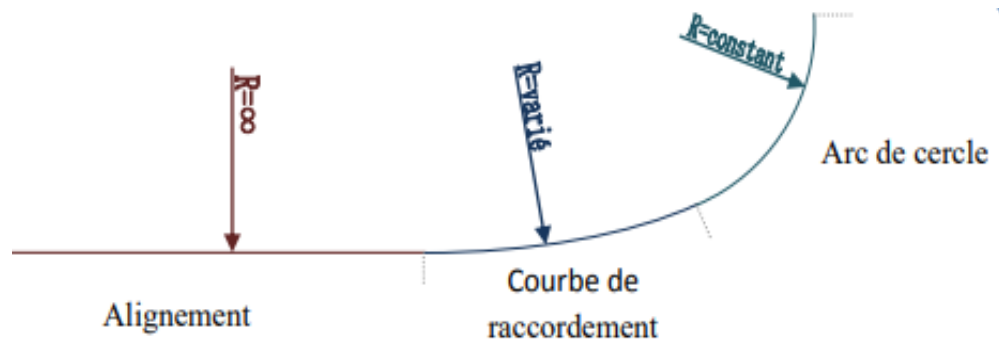


Figure 11: Les éléments d'un tracé en plan

V.1.4.1 Alignements droits

Il existe une longueur minimale d'alignement $L_{\min}$ qui devra séparer deux courbes circulaires du même sens. Cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercle.

a. Longueur minimale d'alignement droit :

C'est la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse de référence

$$L_{\min} = 5V_r / 3.6$$

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h.

$L_{\min}$: en mètre.

Dans notre cas $V_r = 80 \text{ Km/h}$

$$AN : L_{\min} = 5V_r / 3.6$$

$$L_{\min} = 5 \times 80 / 3.6$$

$$L_{\min} = 110 \text{ m}$$

b. Longueur maximale d'alignement droit

C'est la distance parcourue pendant 60 secondes à la vitesse de référence

$$L_{\max} = 60V_r / 3.6$$

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h.

$L_{\max}$: en mètre.

Dans notre cas $V_r = 80 \text{ Km/h}$

$$AN : L_{\max} = 5V_r / 3.6$$

$$L_{\max} = 60 \times 80 / 3.6$$

$$L_{\max} = 1330 \text{ m}$$

Donc :

$$110\text{m} \leq L(\text{m}) \leq 1330\text{m}$$

V.1.4.2 Arc de cercle

Deux alignements droits de direction différente sont reliés par une courbe. Notre rôle est d'assurer une transition confortable et sécurisante d'un usager passant d'un alignement droit à un autre.

a. Rayon Horizontal Minimal Absolu (R_{hm})

Il est défini comme étant le rayon au devers maximal

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

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h.

F_t : coefficient de frottement transversal.

$d_{\max}$: devers maximal

Dans notre cas : $V_r = 80 \text{ Km/h}$

Chapitre V : Etude géométrique

$F_t = 0.13$. (Dépend de la vitesse de référence et la catégorie de la route cat 1-2).

$d_{\max} = 7\%$. (Dépend de la catégorie 1-2 et de l'environnement de la route E2).

$$AN : R_{Hm} = \frac{V_r^2}{127(ft + d_{\max})}$$

$$R_{Hm} = \frac{80^2}{127(0.13 + 0.07)}$$

$$R_{Hm} = 251 \text{ m}$$

b. Rayon minimal normale (RHN)

Le Rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant V_r de 20 km/h de rouler en sécurité.

$$R_{hn} = \frac{(V_r + 20)^2}{127(ft + d_N)}$$

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h.

F_t : coefficient de frottement transversal.

d_N : devers maximal

Dans notre cas : $V_r = 80 \text{ Km/h}$

$F_t = 0.13$. (Dépend de la vitesse de référence et la catégorie de la route cat 1-2).

$d_{\max} = 7\%$. (Dépend de la catégorie 1-2 et de l'environnement de la route E2).

$$R_{Hn} = \frac{(V_r + 20)^2}{127(ft + d_n)}$$

$$d_n = d_{\max} - 2\% = 7\% - 2\% = 5\%$$

AN :

$$R_{Hn} = \frac{(80+20)^2}{127(0.13+0.05)} = 437.44$$

$$R_{Hn} \approx 438 \text{ m}$$

c. Rayon Au Dévers Minimal (Rhd)

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

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

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h.

F_t : coefficient de frottement transversal.

d_{min} : devers minimal

Dans notre cas : $V_r = 80 \text{ Km/h}$

$d_{max} = 2.5\%$. (Dépend de la catégorie 1-2 et de l'environnement de la route E2).

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

$$R_{Hd} = \frac{(80)^2}{127 \times 2 \times 0.025}$$

$$R_{Hd} = 1007 \text{ m}$$

d. Rayon Minimal Non Déversé (Rhnd)

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en travers et le divers est négatif Pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min Non déversé (Rhnd).

Cat 1-2

$$R_{Hnd} = \frac{(V_r)^2}{127 \times 0.035}$$

Cat 3-4-5

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

Avec : V_r : vitesse de référence en Km/h.

d_{min} : devers minimal

$f' = 0.07$ cat 3.

$f' = 0.075$ cat 4-5.

Dans notre cas : $V_r = 80 \text{ km/h}$

AN :

$$R_{Hd} = \frac{(80)^2}{127 \times 0.035}$$

$$R_{Hd} = 1439 \text{ m}$$

- **Tableau récapitulatif**

Tableau 21 : Tableau récapitulatif des valeurs de rayon et alignement

Type		Valeurs
Alignement	Longueur minimale d'alignement droit ($L_{\min}$)	110 m
	Longueur maximale d'alignement droit ($L_{\max}$)	1330 m
Rayon	Rayon Horizontal Minimal Absolu (R_{hm})	251 m
	Rayon minimal normale (RHN)	438 m
	Rayon Au Dévers Minimal (R_{hd})	1007 m
	Rayon Minimal Non Déversé (R_{hnd})	1439 m

V.1.4.3 Règles a pour L'utilisation des rayons en Plan

- On choisit le plus grand rayon possible sans descendre en dessous du rayon min.
- Il y'a aucun rayon inférieur à R_{Hm} .
- On utilise des valeurs supérieures à RHN
- Les rayons compris entre R_{Hn} et R_{Hd} sont déversé avec un dévers interplé linéairement en $1/R$ et en arrondi à 0.5% prés

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

$$d = d_{\max} + \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_{Hm}} \right) \frac{(d_{\max} + d_{RHN})}{\frac{1}{R_{Hm}} + \frac{1}{R_{HN}}}$$

- Entre d (RHN) et $d_{\min}$ si $R_{HN} < R < R_{Hd}$.

$$d = d_{\max} + \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_{Hd}} \right) \frac{(d_{\min} + d_{RHN})}{\frac{1}{R_{Hd}} + \frac{1}{R_{HN}}}$$

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

V.1.5 Eléments de tracé en plan selon ICTAAL

Tableau 22 : Valeurs minimales des rayons du tracé en plan [10]

Catégorie de la route		L_1	L_2
Rayon minimal	(R_m)	600m	400m
Rayon minimal non déversé	(R_{nd})	1000m	650m

Notre autoroute est de catégorie L_1

Donc selon ECTAAL : $R_m = 600m$

$R_{nd} = 1000m$

❖ Enchaînement des éléments du tracé en plan

- En ce cas, deux courbes successives doivent satisfaire à la condition : $R_1 \leq 1,5R_2$, où R_1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R_2 .
- Séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200 m, sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs (clothoïdes).

• Méthode de calcul des raccordements progressifs (clothoïdes)

$$A = \sqrt{L \times R}$$

Calcul de la longueur $L_{\min}$:

$$L_{\min} = \max \left(\frac{R}{9}, 14 I \Delta \delta I \right)$$

Application au projet

Tableau 23 : Comparaison entre résultats de calculs et résultats logiciel

	Longueur minimal $L_{\min}$		Paramètre clothoïdes A	
	Calculs	Covadis	Calculs	Covadis
R= 314	63	213	146	133
R= 210	63	163	115	133

Les résultats de calcul de longueur minimal $L_{\min}$ et le paramètre A sont inférieurs au résultat donné par COVADIS, la condition est vérifiée dans la conception plane.

V.1.6 La distance d'arrêt

Distance conventionnelle théorique nécessaire à un véhicule pour s'arrêter compte tenu de sa vitesse, calculée comme la somme de la distance de freinage et de la distance parcourue pendant le temps de perception-réaction.

$$d_a = \frac{V^2}{2g + (\gamma_v + P) + 2V}$$

Avec : $\gamma_v=0,42$ selon ICTAAL

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

$P= 5\%$

$$\text{AN : } d_a = \frac{80^2}{20 + (0,42 + 0,05) + 160}$$

$$\mathbf{d_a = 40m}$$

Le tracé en plan est réalisé à l'aide de logiciel Covadis 16.1, le plan est joint en annexe

V.2 Profil en long

Le profil en long d'une route est une ligne continue obtenue par l'exécution d'une coupe longitudinale fictive, donc il exprime la variation de l'altitude de l'axe routier en fonction de l'abscisse curviligne.

Le but principal du profil en long est d'assurer pour le conducteur une continuité dans l'espace de la route afin de lui permettre de prévoir l'évolution du tracé et une bonne perception des points singuliers.

Le profil en long est toujours composé d'éléments de lignes droites raccordés par des paraboles

V.2.1 règles à respecter pour le tracé du profil en long

Dans ce paragraphe on va citer les règles qu'il faut les tenir en compte sauf dans des cas exceptionnels ; lors de la conception du profil en long, l'élaboration du tracé s'appuiera sur les règles suivantes :

- Respecter les règles du B40 (déclivités Max et Min).
- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente de 0.5% du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre le volume des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

V.2.3 Les 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.

V.2.4 Définition de la déclivité

La déclivité d'une route est l'angle tangente qui fait le profil en long avec l'horizontale, on l'appelle pente pour les descentes et rampes pour les montées.

V.2.4.1 Déclivité Minimale

Dans un terrain plat n'emploie normalement jamais de pente nulle de façon à ce que l'écoulement des eaux pluviales s'effectue facilement à 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.

V.2.4.2 Déclivité Maximale B40

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m.

Pour Les Raisons Suivantes :

- 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 poids lourd.
- Condition économique.

- **Selon B40**

Vr Km/h	40	60	80	100	120	140
I max %	8	7	7	5	4	4

Tableau 24 : Déclivité Maximum [5]

Pour notre cas la vitesse $V_r = 80$ Km/h, donc la pente maximale $I_{max} = 7\%$.

V.2.5 Raccordement en profil en long

Les changements de déclivité constituent des points particuliers dans le profil en long, ce changement est assuré par l'introduction de raccordement circulaire qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité. Il y a deux types de raccordements :

V.2.5.1 Raccordement Convexes (Angle Saillants)

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain et des obstacles d'une part, des distances d'arrêt et de visibilité d'autre part. Leur conception doit satisfaire à la condition :

➤ Condition de confort

Elle consiste à limiter l'accélération verticale à laquelle le véhicule sera soumis lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe

Pour cat 1-2

$$R_{V_{min}} = 0.3V_r$$

Pour cat 3-4-5

$$R_{V_{min}} = 0.23V_r$$

Avec : R_v : rayon vertical (m).

V_r : vitesse référence (Km/h).

Dans notre cas $V_r = 80$ Km/h.

AN : $R_{v_{\min}} = 0.3V_r$

$$R_{v_{\min}} = 0.3 \times 80^2$$

$$R_{v_{\min}} = 1472 \text{ m}$$

➤ Condition De Visibilité

Tableau 25 : Condition de visibilité selon la B40 [5]

Vitesse du véhicule (km/h)		80 Km/h
Longueur de freinage d_0 (m)		65 m
Distance d'arrêt en alignement d_1 (m)		109 m
Distance d'arrêt en courbe d_2 (m)		120 m
Distance de visibilité de dépassement	min dd	325 m
	max dD	500 m
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement dMd		200m

Elle intervient seulement dans les raccordements des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort. Il faut que deux véhicules circulent en sens opposé puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum. Le rayon de raccordement est donné par l'expression.

$$R_v = \frac{d_0}{2} + (h_0 + h_1 + 2\sqrt{h_0 \times h_1})$$

Avec :

d_0 : distance d'arrêt (m).

h_0 : hauteur de l'œil (m).

h_1 : hauteur de l'obstacle (m)

Les rayons assurant ces deux conditions sont donnés pour les normes en fonction de la vitesse de base et de la catégorie, Dans notre cas ; $V_B=80$ km/h et de catégorie C2.

V.2.5.2 Raccordement Concave : (Angle Rentrant)

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

$$R'V = \frac{d_0^2}{(1.5 + 0.035 + d_0)}$$

Avec : d_0 : distance d'arrêt (m).

V.2.5.3 Condition esthétique

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

Pour éviter cet effet, on imposera une longueur de raccordement minimale et ($b > 50$) pour Des dévers $d < 10\%$ (spécial échangeur).

$$RV_{min} = 100 \times \frac{50}{\Delta d(\%)}$$

Avec : Δd : changement de dévers.

RV_{min} : rayon verticale minimale.

V.2.6 Elément du profil en long selon ICTAAL

Tableau 26 : Valeurs minimales du profil en long selon ICTAAL [10]

Catégorie	L1	L2
Déclivité maximale	5%	6%
Rayon minimal en angle saillant	12500m	6000m
Rayon minimal en angle rentrant	4200m	3000m

Notre route est de catégorie L1

Le profil en long est réalisé à l'aide du logiciel Covadis 16.1, le plan est joint en annexe.

V.3 profil en travers

V.3.1 Définition

Le profil en travers c'est la coupe de la route suivant un plan perpendiculaire à son axe. Il définit notamment la largeur et le dévers des chaussées et les zones non rouables de la route. Le choix d'un profil en travers dépend essentiellement du trafic attendu sur la route qui définit le nombre de voies.

V.3.2 Différents types des profils en travers

Dans une étude d'un projet de route l'ingénieur doit dessiner deux types de profil en travers :

- **Profil En Travers Type** : Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (En remblai, en déblai, en alignement et en courbe).
- **Profil En Travers Courants** : Ce sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel.

V.3.3 Les éléments d'un profil en travers

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

- **La chaussée** : C'est la partie affectée à la circulation des véhicules.
- **La largeur roulable** : Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.
- **La plate-forme** : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements.
- **Assiette** : C'est la surface de la route délimitée par les terrassements.
- **L'emprise** : C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (Talus, chemins de désenclavement, exutoires, ext...) limitée par le domaine public.
- **Les accotements** : En dehors des agglomérations, les accotements sont dérasés. Ils comportent généralement les éléments suivants :
 - ❖ Une bande de guidage.
 - ❖ Une bande d'arrêt.
 - ❖ Une berme extérieure.
- **Le fossé** : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et talus et les eaux de pluie
- **Terre-plein central**

La terre pleine centrale, s'étend entre les limites intérieures de deux chaussées (au sens géométrique) du point de vue structural, il comprend : ·

 - ❖ Les deux sur largeurs de chaussées supportant des bandes de guidages.
 - ❖ Une partie centrale en gazonnée.

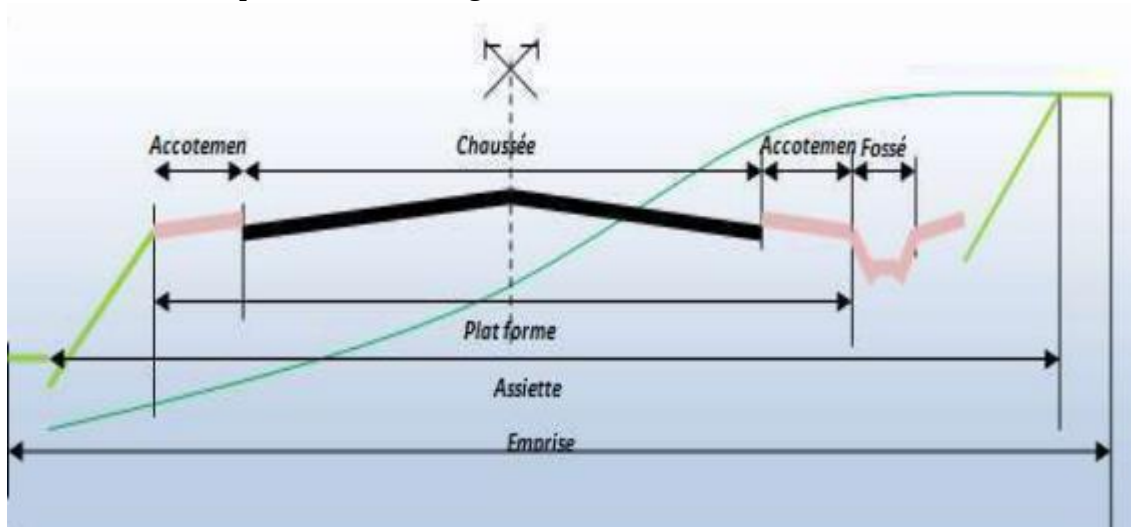


Figure 12 : Elément d'un profil en travers

V.3.4 Application au projet

Les différents éléments du profil en travers :

- Largeur rouable = 9m.
- La plateforme = 20m.
- L'accotement = 2,5 m.
- Le fossé = 2,5 m.
- Terre-plein centrale = 2m.
- Berme = 2m.
- Assiette = 24 m.
- L'emprise = 29m.

Les différents profils en travers ainsi que le profil en travers type sont réalisés à l'aide de Covadis 16.1, le plan est joint en annexe.

Chapitre VI :

Cubatures de terrassement

VI.1 Définition des cubatures

La cubature des terrassements consiste à calculer les volumes de terre à enlever (déblais) et les volumes à apporter (Remblai), pour donner à la route une allure uniforme et homogène pour recevoir un corps de chaussée qui permet aux véhicules de circuler en toute sécurité et sérénités à partir de :

- Les Surfaces de remblai ou de déblais obtenus par le profil en travers.
- Les Distances entre profils en travers, indiquées sur le profil en long.

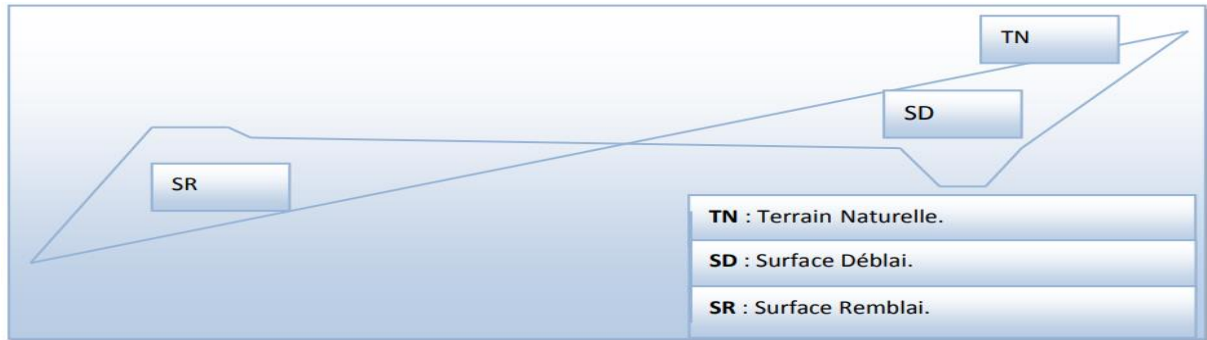


Figure 13 : Explication de la Méthode SARRAUS

VI.2 Méthode de calcul

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai déblai, parmi lesquelles on cite:

VI.2.1 La méthode SARRUS

La méthode SARRAUS c'est une méthode simple qui se résume dans le calcul des volumes des tronçons compris entre deux profils en travers successifs

Cette méthode « formule des trois niveaux » consiste à calculer le volume de déblai ou de remblai des tronçons compris entre deux profils en travers successifs. [11]

$$V_i = \frac{H_{moy}}{6} (S_1 + S_2 + 4S_{Moy})$$

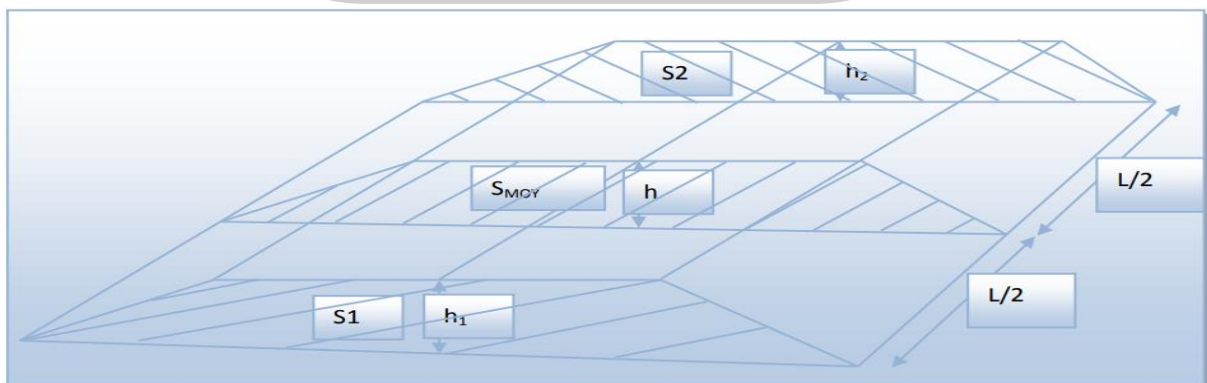


Figure 14 : Formule de Mr SARRAUS

➤ Description de la méthode

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

$$V_i = \frac{L_i}{6} (S_1 + S_2 + 4S_{Moy})$$

Où L_i , S_1 , S_2 , S_{moy} désignant respectivement :

L_i : hauteur moyenne entre deux profils.

S_{moy} : surface limitée à mi- distances des profils.

S_1 : surface de profil en travers P_1 .

S_2 : surface de profil en travers P_2 .

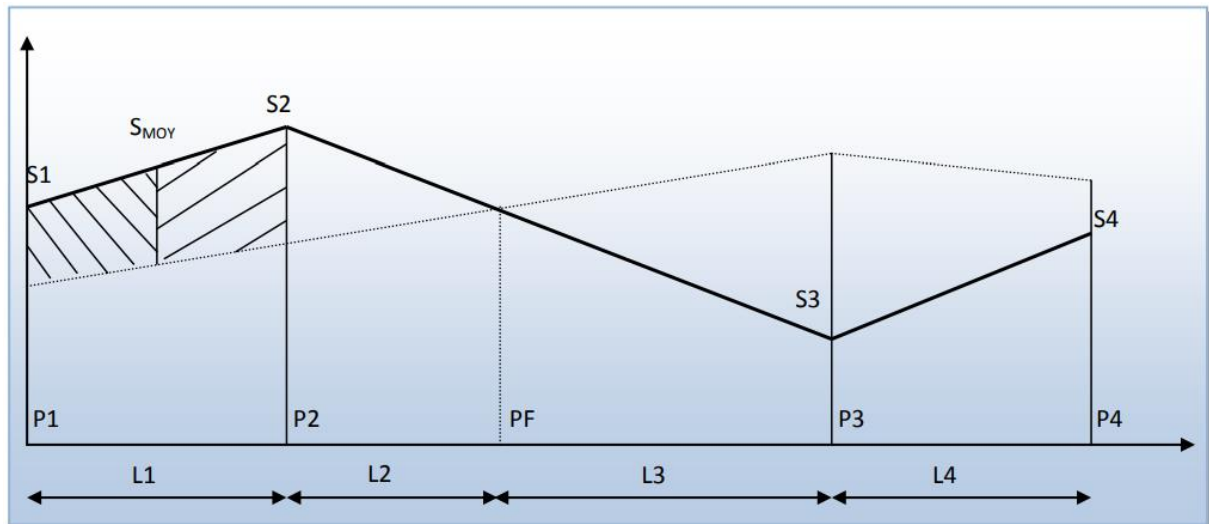


Figure 15 : Calcul Des Cubatures De Terrassement

Pour éviter des calculs très longs, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{moy} et $\frac{S_1+S_2}{2}$

Ceci donne :

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

Donc les volumes sont :

- $V_1 = \frac{L_1}{2} (S_1 + S_2)$ Entre le P_1 et P_2
- $V_2 = \frac{L_2}{2} (S_2 + 0)$ Entre le P_2 et P_F
- $V_3 = \frac{L_3}{2} (0 + S_4)$ Entre le P_F et P_4
- $V_4 = \frac{L_4}{2} (S_4 + S_5)$ Entre le P_4 et P_5

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

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

VI.2.2 Méthode classique

Dans cette méthode on distingue deux différents sous méthodes de calcul dont la première est celle dite de GULDEN où les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application au droit de leur centre de gravité, prenant en compte la courbure au droit de profil.

Mais dans l'autre méthode classique les quantités des profils sont multipliées par la longueur d'application à l'axe (indépendant de la courbure) [11]

VI.3 Conclusion

- Le volume de déblais est de : 733 118 m³
- Le volume de remblais est de : 138 281 m³

Les tableaux des terrassements et tabulation, et les planches de notre projet sont joint en annexe.

Chapitre VII :

Conception de l'échangeur

VII.1 Définition d'un échangeur

Un échangeur est un carrefour dénivelé entre deux routes avec raccordement de circulation entre les voies.

En terme technique, un échangeur est un dispositif de raccordement entre plusieurs voies de circulation, sa disposition doit être étudiée en fonction de l'importance des divers courants de circulation, du site d'implantation, et du type de topographie du site, ajoutons qu'il faut éviter de le placer dans les sections en forte pente ou avec des dévers importants.

On désigne les échangeurs à :

- Nœuds : quand il raccorde une voie rapide avec une autre voie rapide.
- Diffuseur : quand il raccorde une voie rapide au réseau de voies urbain classique.
- Mixte : quand il assure en plus des raccordements de deux autoroutes.

VII.2 Rôle d'un échangeur

L'échangeur a pour rôle d'assurer la continuité des réseaux autoroutiers et de desservir plusieurs directions en même temps en distribuant les flux dans les différentes directions selon l'ordre d'importance et dans des bonnes conditions de confort et de sécurité tout en évitant les points de conflits qui peuvent être la cause de graves accidents, et les points d'arrêt qui provoquent des pertes de temps.

VII.3 Constituants des échangeurs

Les échangeurs sont constitués des éléments suivants :

VII.3.1 Ouvrage d'art

Désigne un pont, qui assure un passage supérieur ou inférieur ; on peut déterminer le nombre des ouvrages (ponts) en fonctions des paramètres suivants :

- Le type d'échangeur à implanter.
- Les contraintes du site d'implantation.
- Les conditions de coordinations profil en long-trace en plan.
- Les conditions de réglementations et de conception.

VII.3.2 Bretelle

Ce sont des voies qui se détachent et se raccordent entre les deux routes qui se croisent. Chaque bretelle se termine à une de ces extrémités par une voie de décélération et l'autre par une voie d'accélération

Il y a trois types de bretelles, leurs combinaisons nous donnent plusieurs types d'échangeurs et leurs utilisations et en fonctions du débit qu'elles vont écouler.

Type	Boucle	Diagonale	Anse
Débit de pointe	<1500	500-1000	1000-2000

Tableau 27 : type de bretelle selon le débit de pointe [6]

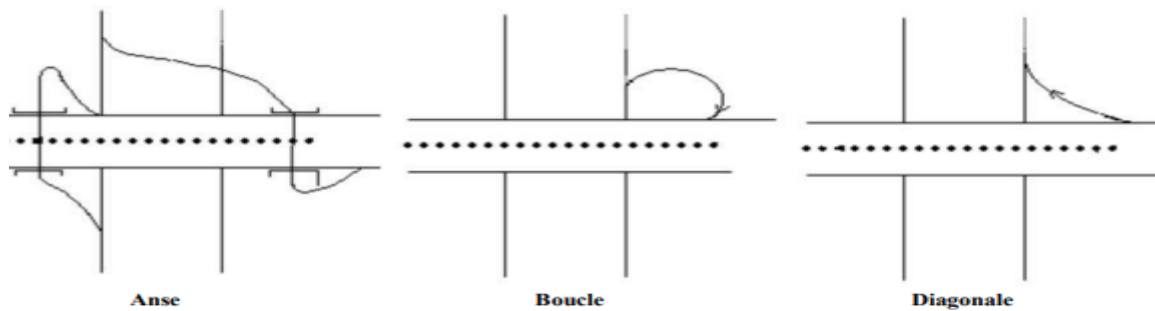


Figure 16 : Schéma des types de bretelle

VII.4 Les différents types d'échangeurs

La conception d'échangeur est toujours influencée par plusieurs facteurs comme la catégorie de l'autoroute ; caractères et composition du trafic, la vitesse désignée et le degré de maîtrise d'accès.

On connaît un grand nombre de formes d'échangeurs cependant, les types de base ne sont pas nombreux, chaque type peut varier de forme et d'étendue aussi, il y a de nombreuses combinaisons de ces types donnant des formes plus complexes. Un important élément de conception d'échangeur, est l'assemblage d'un ou de plusieurs types de bretelles de base mais c'est l'aspect coût et conditions du site qui désigne la forme des bretelles à considérer, et selon l'importance des routes à raccorder nous avons déterminé deux classes d'échangeurs :

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

VII.4.1 Echangeur majeur

L'échangeur majeur raccorde autoroute et autoroute sans qu'il y ait cisaillement dans les deux autoroutes à raccordement sont :

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

VII.4.2 Echangeur mineur

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

- Losange.
- Demi-trèfle.
- Trompette.

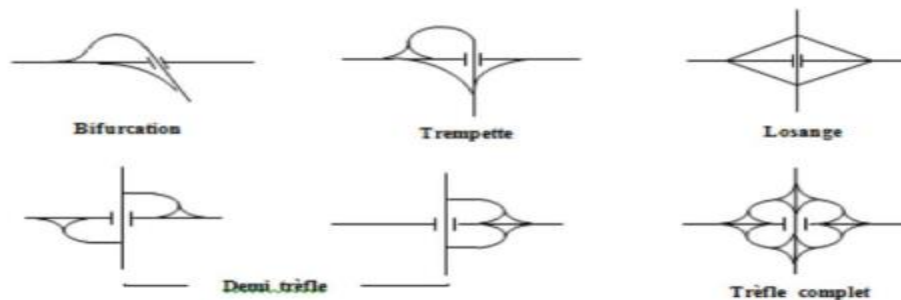


Figure 17 : Différents types d'échangeurs

VII.5 Diapositive d'implantation

La connaissance du site d'implantation est très importante pour la conception de l'échangeur car elle permet de mieux apprécier les contraintes particulières et la topographie générale.

Le site d'implantation doit permettre la possibilité d'appliquer les normes en ce qui concerne le dimensionnement des accès, et les contraintes de visibilité et pour cela il faut éviter dans la mesure du possible le choix de sites :

- En courbe de faible rayon en tracé en plan.
- En points hauts en profile en long.
- Dans les zones de grands déblais.
- Dans les sections en forte déclivité (ce qui impliquerait un allongement des bretelles aval ou amont suivant que le franchissement est effectué en passages supérieurs ou inférieurs).

VII.6 Etape à suivre pour le choix d'un échangeur

Le choix d'un échangeur se fait en 3 étapes :

- **Etape 1** : détermination du tracé à partir de :
 - Présentation du site d'implantation.
 - Type de route et nombre de branches à raccorder
 - Distribution du trafic avec les différents sens de parcours.
 - Vitesse d'approche pratique qui détermine les caractéristiques sur la bretelle.

- **Etape 2** :

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

- Tracé respectant les valeurs limitées de conception « valeurs des rayons, d'alignements ».
- Longueurs des voies « insertions, décélérations » réglementaires.
- **Etape 3 : analyse.**

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

VII.7 Choix de l'échangeur

Notre échangeur assure un raccordement entre la voie express (2x2) et l'autoroute (2x3) menant de Tipaza vers Ben Aknoun. Le terrain qui reçoit ce dernier au niveau de PK 0+265 est vallonné et urbanisé.

Pour relier les deux axes routiers nous avons choisi un échangeur mineur du type **demi-trèfle** qui assurera une bonne sécurité aux usagers ainsi qu'une bonne visibilité.

VII.8 Zones d'accélération et décélération

Le raccordement d'une bretelle et de l'autoroute est réalisé en entrée par une voie d'insertion, et en sortie par une voie de décélération.

VII.8.1 Zone de décélération

Le raccordement d'une bretelle et de l'autoroute est réalisée en entrée par une voie d'insertion, et en sortie par une voie de décélération.

Les sorties à 1 voie c'est le cas le plus courant pour les diffuseurs. Le dispositif de sortie comporte successivement :

- Une section de manœuvre qui est un biseau contigu à l'autoroute, longue de 150 m jusqu'à l'endroit où le musoir de divergence atteint une largeur de 1 m ;
- Une section de décélération, dont la longueur permet de passer de la vitesse conventionnelle (70 km/h, pour un rayon de la bretelle inférieur à 120 m) à la fin de la section de manœuvre, à la vitesse associée au rayon de la première courbe rencontrée, avec une décélération en palier de 1,5 m/s². [10]

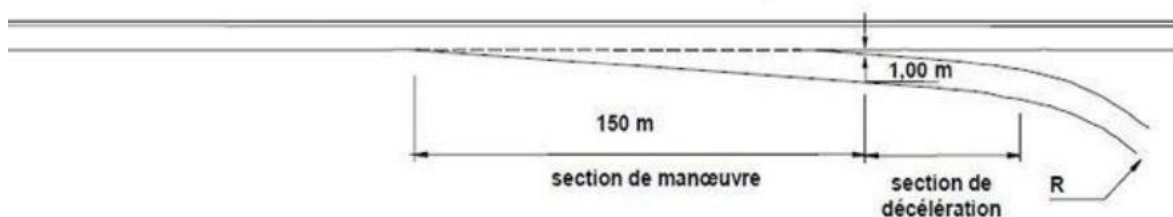


Figure 18 : Zone de décélération [10]

VII.8.2 Zone d'accélération

Le dispositif d'entrée comprend successivement :

- Une section d'accélération dont l'obliquité avec l'axe de l'autoroute est comprise entre 3 et 5 %. Sa longueur qui dépend du rayon de la dernière courbe de la bretelle, doit permettre d'atteindre au point "E = 1,00 m", la vitesse conventionnelle de 55 km/h avec une accélération en palier de 1 m/s² ;
- Une section de manœuvre adjacente à la chaussée de l'autoroute, longue de 200 m et large de 3,50 m ; Un biseau long de 75 m. [10]

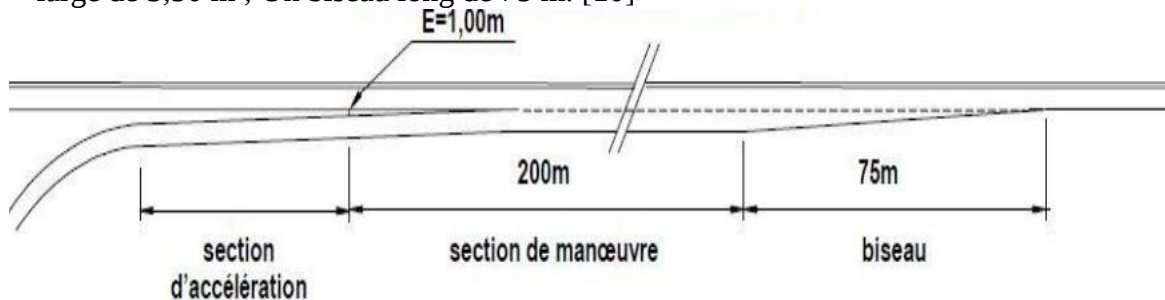


Figure 19 : Zone d'accélération [10]

VII.9 Application au projet

VII.9.1 Valeurs des Rayons

Rayon boucle R= 45 m

Rayon bretelle R = 100m

VII.9.2 Longueur de voie d'insertion et la voie de déclaration

La longueur d'une zone de décélération ou d'accélération en pente est donnée par la formule :

$$L_{d/a} = L_0 / (1-10P)$$

Avec : P est la déclivité en valeur algébrique.

L_0 est en fonction du rayon de la première courbe rencontrée en sortie et de la dernière en entrée, elle est donnée par le graphe suivant :

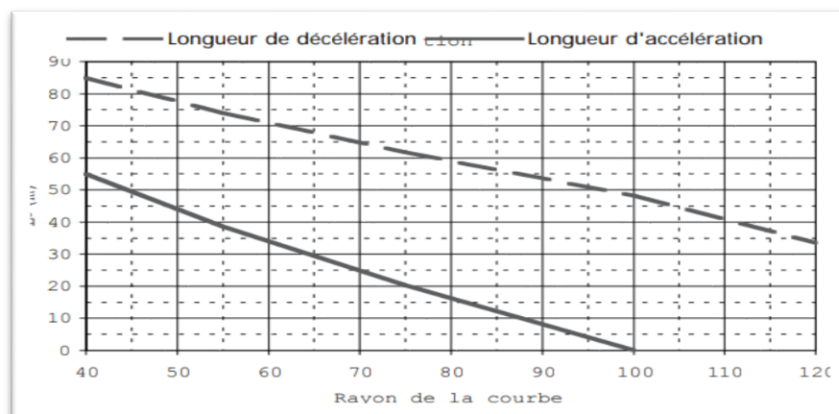


Figure 20 : Longueurs de décélération/d'accélération selon ICTAAL [10]

- **Voie d'insertion**

$$L_0 = 50\text{m}$$

$$P = 6\%$$

$$\text{AN : } L_a = L_0 / (1 - 10P)$$

$$L_a = 50 / (1 - 0.6)$$

$$\mathbf{L_a = 125\ m}$$

- **Voie décélération**

$$L_0 = 80\text{m}$$

$$P = 6\%$$

$$\text{AN : } L_d = L_0 / (1 - 10P)$$

$$L_d = 80 / (1 - 0.6)$$

$$\mathbf{L_a = 200\ m}$$

Le plan de l'échangeur est joint en annexe.

Chapitre VIII :

Assainissement

VIII.1 Introduction :

Quel que soit l'origine de l'eau dans la nature (pluie, eau infiltrée dans le sol, cours d'eau, canaux d'irrigation, etc.) pose à l'ingénieur routier des problèmes multiples et complexes.

Les effets de l'eau sur la route sont de deux sortes :

- Ceux qui mettent en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par désenrobage des couches de surface, etc.).
- Ceux qui influent sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

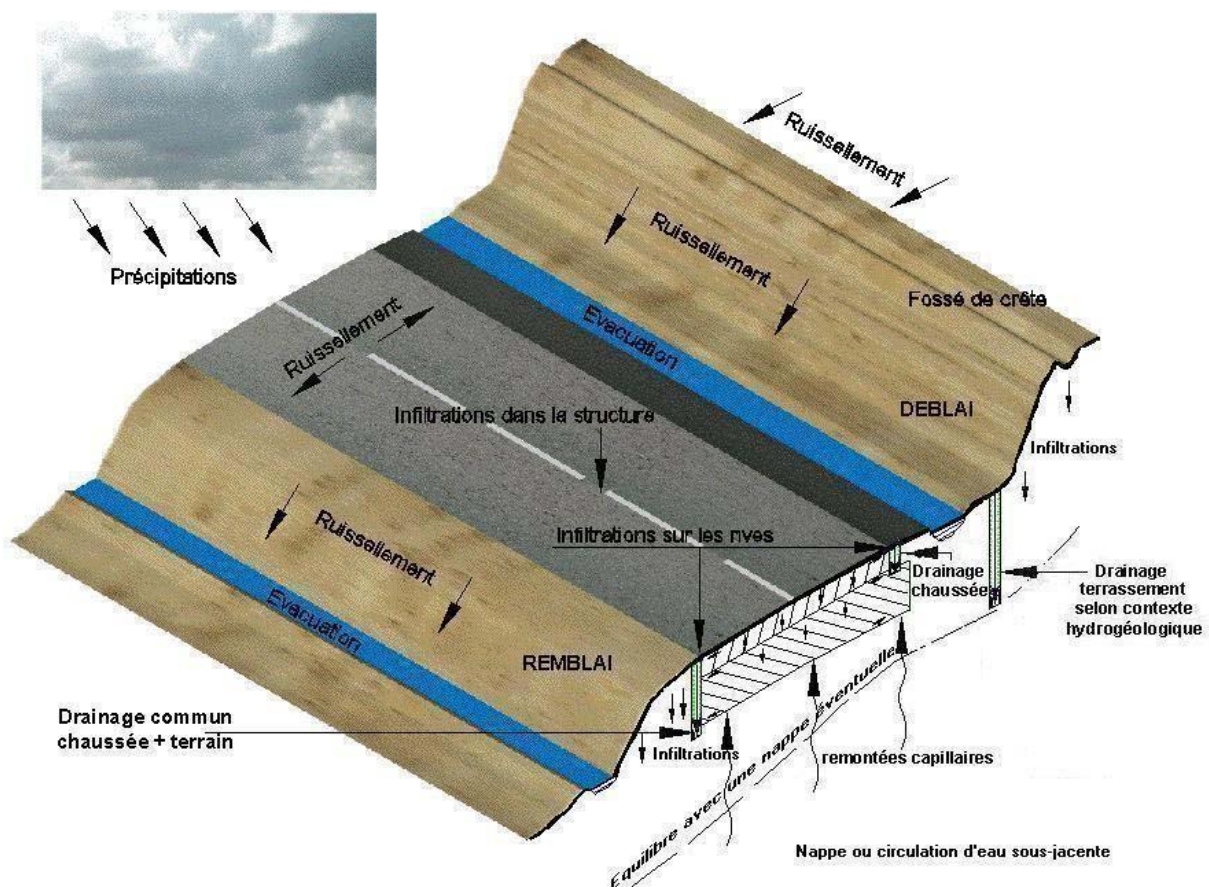


Figure 21 : Schéma récapitulatif de l'assainissement de la chaussée

VIII.2 Types de dégradation :

À défaut d'un bon fonctionnement du système de drainage des eaux de ruissellements, l'eau pénètre dans la chaussée par les revêtements, mais aussi par les accotements et les faussées, et tout ça engendre de graves dégâts pour la bonne tenue de la chaussée. Ces dégradations se présentent aux plusieurs niveaux.

Pour les chaussées

- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussées).
- Désenrrobage.
- Nid de poule (dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).
- Décollement des bords (affouillement des flancs).

Pour les talus

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillements du pied de talus.

C'est pourquoi la présente étude, nécessite la connaissance des données hydrauliques pour la détermination des débits de crues de différentes fréquences aux diverses traversées de la route par les écoulements naturels.

VIII.3 Objectifs de l'assainissement

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers de corps de la chaussée (Danger de ramollissement du terrain sous-jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (Danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

VIII.4 Définition des termes hydrauliques

VIII.4.1 Bassin versant

C'est un secteur géographique qui est limité par des lignes de crêtes ou ligne de partage des eaux. C'est la surface totale de la zone susceptible d'être alimentée en eau pluviale, d'une façon naturelle, ce qui nécessite une canalisation en un point bas considéré (exutoire).

VIII.4.2 Connecteur principal (canalisation)

C'est la conduite principale récoltant les eaux des autres conduites recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

VIII.4.3 Chambre de visite (cheminée)

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent.

Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

VIII.4.4 Sacs

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés, par les eaux superficielles.

VIII.4.5 Fossés de crêtes

Un fossé de crête est une fosse creusée parallèlement à la route pour faciliter l'écoulement des eaux. Outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours de puits.

VIII.4.6 Les regards

Ils sont constitués d'un puit vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordements des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

VIII.4.5 Période de retour

La période de retour, T en années, d'un événement n'est autre que l'inverse de la probabilité de son occurrence au cours d'une année. Cette probabilité est donc égale à $1/T$. Le choix de la période dépend de l'importance de l'écoulement intercepté par l'ouvrage, du type d'ouvrage projeté et du niveau d'aménagement adopté pour la route étudiée

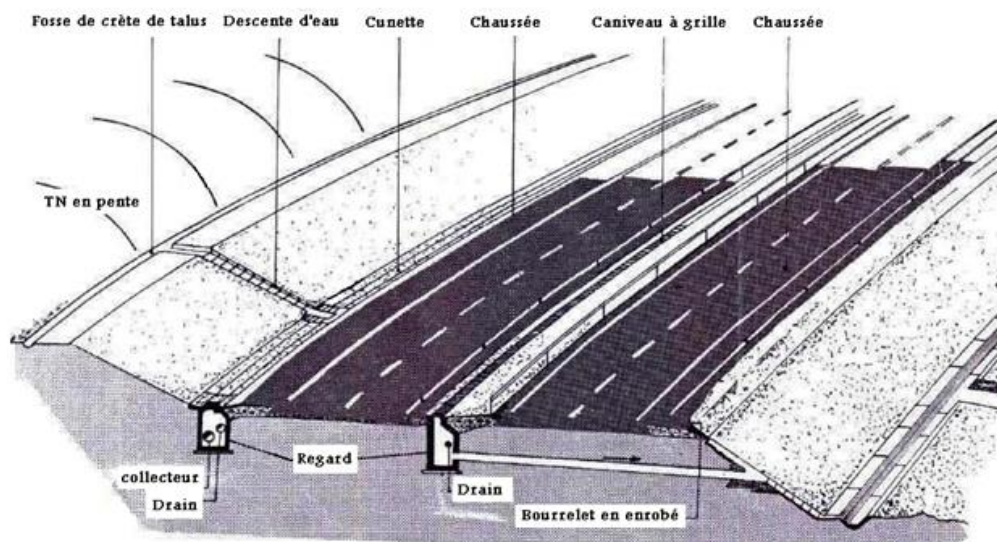


Figure 22 : Différentes parties de l'assainissement

VIII.5 Dimensionnement du réseau d'assainissement

VIII.5.1 Débits d'apport

Pour calculer le débit des eaux pluviales, plusieurs méthodes ont été élaborés :

- ✓ Méthode rationnelle.
- ✓ Méthode de Caquot.
- ✓ Méthode linéaire.

Pour notre cas, on va utiliser la méthode rationnelle.

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

Avec :

K : coefficient de conversion des unités (mm/h ou L/S) $K = 0.2778$

C : coefficient de ruissellement

I : l'intensité de l'averse exprimée en (mm/h)

A : superficies de bassin versant en (Km²)

a. Coefficient de ruissellement C

Dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée,

- La pente du bassin versant C1

La perméabilité de sol C2

- La couverture végétale du bassin versant C3

$$C = C1 + C2 + C3$$

Les valeurs de coefficient de ruissellement sont données par le tableau suivant :

Tableau 28 : Valeurs du coefficient de ruissellement C [11]

Type de chaussée	Coefficient de ruissellement Valeurs du coefficient de ruissellement C. C	Valeurs prises
Chaussée revêtue en Enrobée	0.8-0.95	0.95
Accotement : sol Perméable	0.15-0.4	0.35
Talus	0.1-0.3	0.25
Terrain naturel	0.05-0.2	0.2

b. Intensité de pluie I

$$I(t) = I\left(\frac{t_c}{24}\right)^B$$

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

Avec : $I = \frac{Pj}{24}$

t_c : temps de concentration

$B = b-1$, b : exposant climatique

La détermination de l'intensité de la pluie passe par les étapes de calcul suivantes :

□ Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle

$$P_j = \frac{P_{jmoy}}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \times \exp(u \times \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)})$$

Avec :

P_{jmoy} : Pluie journalière moyenne en mm

C_v : Coefficient de variation

U : Variable de Gauss (en fonction de la période de retour) dont les valeurs sont données par le tableau suivant :

Tableau 29: Valeurs de la variable de Gauss U [11]

Fréquence %	50	20	10	5	2	1
Période de retour(ans)	2	5	10	20	50	100
Variable de GAUSS < U>	0	0.841	1.282	1.645	2.057	2.327

Remarque :

Les buses seront dimensionnées pour une période de retour de 10 ans.

Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour de 50 ans.

La fréquence de l'averse

La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante

$$P(t) = 1.13 \times P_j\% \times \left(\frac{t}{24}\right)^b$$

Avec :

$P(t)$: Hauteur de pluie de durée « t » en (mm)

$P_j\%$: Pluie journalière maximale pour une fréquence donnée en (mm)

b : Exposant climatique = 0.4 (Station de Bouzareah)

t : Durée de pluie égale au temps de concentration en heure

• Temps de concentration

La durée (t) de l'averse produisant le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration, dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de

concentration est estimé respectivement d'après VENTURA, PASSINI, GIADOTTI comme suit :

○ **La formule de VENTURA**

Lorsque $A < 5 \text{ Km}^2$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}}$$

○ **La formule de PASSINI**

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

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

○ **La formule de GIADOTT**

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

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[4]{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$$

Avec :

t_c : Temps de concentration (heure)

A : Superficie du bassin versant (Km^2)

L : Longueur de bassin versant (km)

P : Pente moyenne du bassin versant

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

VIII.6 Application au projet

La région d'Alger est régie par un climat méditerranéen caractérisé par une saison froide, humide et pluvieuse.

D'après l'étude faite dans la région d'Alger, on a les données suivantes :

- Pluie moyenne journalière **$P_{j\text{moy}} = 58.9 \text{ mm}$** .
- L'exposant climatique **$b = 0.38$**
- Le coefficient de variation climatique **$C_v = 0.4$**

• **Calcul de précipitations :**

❖ **Pendant 10ans :**

$$P_j = \frac{58.9}{\sqrt{(0.4)^2 + 1}} \times \exp(1.28 \times \sqrt{\ln((0.4)^2 + 1)})$$

$$P_j = 88.10 \text{ mm}$$

❖ **Pendant 50ans :**

$$P_j = \frac{58.9}{\sqrt{(0.4)^2 + 1}} \times \exp(2.05 \times \sqrt{\ln((0.4)^2 + 1)})$$

$$P_j = 116.90 \text{ mm}$$

❖ Pendant 100ans :

$$P_j = \frac{58.9}{\sqrt{(0.4)^2 + 1}} \times \exp(2.327 \times \sqrt{\ln((0.4)^2 + 1)})$$

$$P_j = 129.41 \text{ mm}$$

Tableau 30 : Résultats des précipitations

Période de retour	10ans	50ans	100ans
Pj (%)	88.10	116.90	129.41
Variable de Gauss	1.28	2.05	2.327

• Détermination des bassins versants

Le long de notre projet est de 5km, traverse plusieurs écoulements dont, la superficie de leurs bassins versants varie.

Il existe **17 bassins versants** qui ont été délimités en fonction de la structure des talwegs et des lignes de crêtes sur la carte d'état-major à l'échelle 1/25000^{ème},

- Les surfaces A sont mesurées au planimètre en Km².
- Les longueurs de Thalweg principal L sont mesurées au curvimètre en Km.
- La pente P est calculée en faisant le rapport de la dénivelée du Talweg par longueur L en m/m.

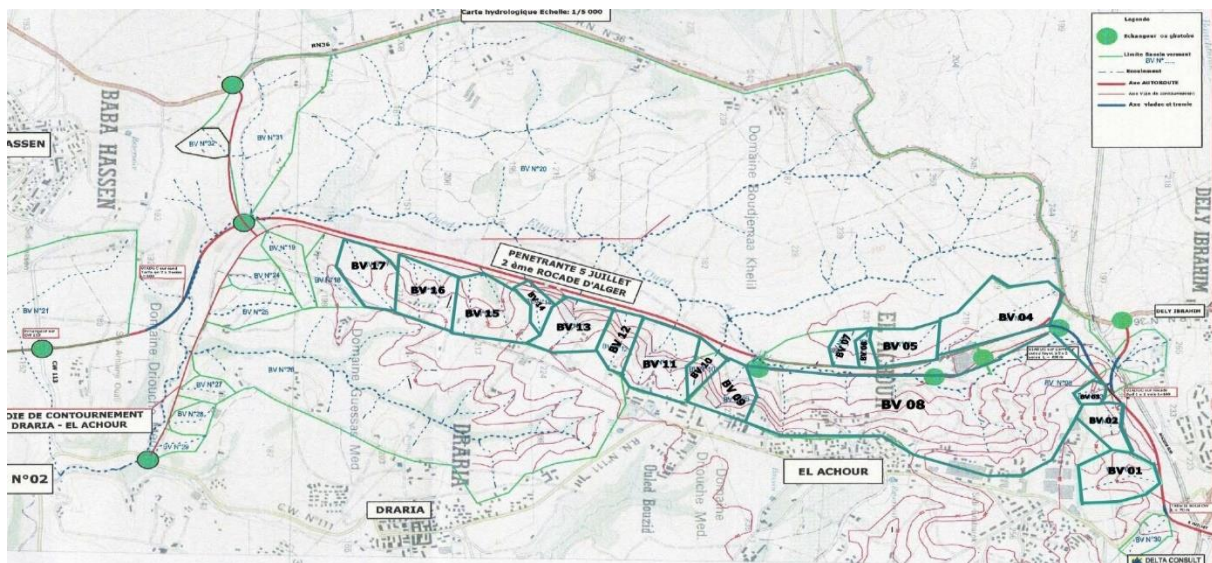


Figure 23 : Carte d'état majors des bassins versants délimités [12]

Tableau 31 : Caractéristiques des bassins versants

Bassin versant	L (km)	TC (h)	H.max (m)	H.min (m)	I (m/m)
BV N°1	0.434	0,18	250	230	0.046
BV N°2	0.237	0.17	250	234	0.068
BV N°3	0.147	0.05	250	235	0.01
BV N°4	0.784	0.20	252	195	0.073
BV N°5	0.438	0.11	231	192	0.089

Chapitre VIII : Assainissement

BV N°6	0.220	0.39	231	190	0.186
BV N°7	0.258	0.56	231	190	0.159
BV N°8	2.309	0.75	265	171	0.041
BV N°9	0,264	0,07	264	237	0,023
BV N°10	0,250	0,04	230	180	0,20
BV N°11	0,415	0,13	230	174	0,135
BV N°12	0,356	0,07	230	173	0,160
BV N°13	0,315	0,09	230	178	0,165
BV N°14	0,425	0,07	225	187	0,089
BV N°15	0,410	0,11	230	165	0,159
BV N°16	0,410	0,11	210	155	0,134
BV N°17	0,520	0,10	220	155	0,125

Avec :

- L : Longueur du cours d'eau principal en km
- H.max : Altitude maximale en mètre
- H.min : Altitude minimale en mètre
- TC : Temps de concentration en heure
- I : Pente en m/m

Les valeurs des surfaces de la chaussée, la berme et le talus sont :

✓ **Pour le bassin versant n°1 :**

$$Ac = 20 \times 434 \times 10^{-6} = 0.00868 \text{ Km}^2$$

$$Ab = 1 \times 434 \times 10^{-6} = 0.000434 \text{ Km}^2$$

$$At = 9 \times 434 \times 10^{-6} = 0.003906 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°2 :**

$$Ac = 20 \times 237 \times 10^{-6} = 0.00474 \text{ Km}^2$$

$$Ab = 1 \times 237 \times 10^{-6} = 0.000237 \text{ Km}^2$$

$$At = 9 \times 237 \times 10^{-6} = 0.002133 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°3 :**

$$Ac = 20 \times 147 \times 10^{-6} = 0.00294 \text{ Km}^2$$

$$Ab = 1 \times 147 \times 10^{-6} = 0.000147 \text{ Km}^2$$

$$At = 9 \times 147 \times 10^{-6} = 0.001323 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°4 :**

$$Ac = 20 \times 784 \times 10^{-6} = 0.01568 \text{ Km}^2$$

$$Ab = 1 \times 784 \times 10^{-6} = 0.000784 \text{ Km}^2$$

$$At = 9 \times 784 \times 10^{-6} = 0.007056 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°5 :**

$$Ac = 20 \times 438 \times 10^{-6} = 0.00876 \text{ Km}^2$$

$$Ab = 1 \times 438 \times 10^{-6} = 0.000438 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 438 \times 10^{-6} = 0.003942 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°6 :**

$$A_c = 20 \times 220 \times 10^{-6} = 0.0044 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 220 \times 10^{-6} = 0.000220 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 220 \times 10^{-6} = 0.00198 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°7 :**

$$A_c = 20 \times 258 \times 10^{-6} = 0.00516 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 258 \times 10^{-6} = 0.000258 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 258 \times 10^{-6} = 0.002322 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°8 :**

$$A_c = 20 \times 2309 \times 10^{-6} = 0.04618 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 2309 \times 10^{-6} = 0.002309 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 2309 \times 10^{-6} = 0.020781 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°9 :**

$$A_c = 20 \times 264 \times 10^{-6} = 0.00528 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 264 \times 10^{-6} = 0.000264 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 264 \times 10^{-6} = 0.002376 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°10 :**

$$A_c = 20 \times 250 \times 10^{-6} = 0.005 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 250 \times 10^{-6} = 0.000250 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 250 \times 10^{-6} = 0.00225 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°11 :**

$$A_c = 20 \times 415 \times 10^{-6} = 0.0083 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 415 \times 10^{-6} = 0.000415 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 415 \times 10^{-6} = 0.003735 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°12 :**

$$A_c = 20 \times 356 \times 10^{-6} = 0.00712 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 356 \times 10^{-6} = 0.000356 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 356 \times 10^{-6} = 0.003204 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°13 :**

$$A_c = 20 \times 315 \times 10^{-6} = 0.0063 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 315 \times 10^{-6} = 0.000315 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 315 \times 10^{-6} = 0.002835 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°14 :**

$$A_c = 20 \times 425 \times 10^{-6} = 0.0085 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 425 \times 10^{-6} = 0.000425 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 425 \times 10^{-6} = 0.003825 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°15 :**

$$A_c = 20 \times 434 \times 10^{-6} = 0.00868 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 434 \times 10^{-6} = 0.000434 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 434 \times 10^{-6} = 0.003906 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°16 :**

$$A_c = 20 \times 410 \times 10^{-6} = 0.0082 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 410 \times 10^{-6} = 0.000410 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 410 \times 10^{-6} = 0.00369 \text{ Km}^2$$

✓ **Pour le bassin versant n°17 :**

$$A_c = 20 \times 520 \times 10^{-6} = 0.0104 \text{ Km}^2$$

$$A_b = 1 \times 520 \times 10^{-6} = 0.000520 \text{ Km}^2$$

$$A_t = 9 \times 520 \times 10^{-6} = 0.00468 \text{ Km}^2$$

Les valeurs des pentes des bassins versants sont obtenus par :

$$P = \frac{H_{max} - H_{min}}{L}$$

➤ **Calcul des débits d'apport Q_a**

Pour une période de 10ans, calculons le débit d'apport du bassin versant n°1 :

$$P_j (10\text{ans}) = 88.10 \text{ mm}$$

Temps de concentration

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{A}{P}} \quad \text{car} \quad A < 5 \text{ Km}^2$$

$$t_c = 0.127 \sqrt{\frac{0.1}{0.046}} = \mathbf{0.18h}$$

Fréquence de l'averse

$$P(t) = 1.13 \times 88.10 \times \left(\frac{0.18}{24}\right)^{0.4}$$

$$P(t) = \mathbf{14.06 \text{ mm/h}}$$

Intensité de pluie

$$I = \frac{88.10}{24} = \mathbf{3.67 \text{ mm}}$$

$$B = b-1 = 0.4 - 1 = \mathbf{-0.6}$$

$$I_t = 3.67 \left(\frac{0.18}{24} \right)^{-0.6}$$

$$I_t = 69.12 \text{ mm}$$

$$\text{Donc : } Q_a = 0.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

- En refaisant le même calcul pour les bassins versants restants pour une période de retour de 10ans, 50 ans et 100ans, on obtient les résultats suivants :

Tableau 32 : Résultats des débits d'apport Q_a .

Bassin versant	Débits de crues Q_a (m ³ /s)		
	10 ans	50 ans	100 ans
BV N°1	0.85	1.130	1.25
BV N°2	0,57	0,76	0,84
BV N°3	0,30	0,40	0,44
BV N°4	1,43	1,90	2,11
BV N°5	0,84	1,11	1,23
BV N°6	0,39	0,52	0,57
BV N°7	0,54	0,72	0,80
BV N°8	5,25	6,97	7,72
BV N°9	1,16	1,54	1,70
BV N°10	0,42	0,56	0,62
BV N°11	1,46	1,94	2,15
BV N°12	0,80	1,06	1,18
BV N°13	1,19	1,58	1,75
BV N°14	0,45	0,59	0,65
BV N°15	1,49	1,98	2,19
BV N°16	1,17	1,55	1,72
BV N°17	1,06	1,41	1,56

➤ Calcul des débits de saturation Q_s

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

$$Q_s = K_{st} \times S_m \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$$

Avec :

I : pente de pose de l'ouvrage.

S_m : section mouillée.

R_h : Rayon hydraulique moyen (m) = (surface mouillée / périmètre mouillée).

K_{st} : Coefficient de Manning Strickler tel que :

- ✓ Paroi en terre : $K_{st} = 30$
- ✓ En buses métalliques $K_{st} = 40$
- ✓ Maçonneries $K_{st} = 50$
- ✓ Bétons (Dalots) $K_{st} = 70$
- ✓ Buses préfabriquées $K_{st} = 80$ bétons

Dimensionnement des ouvrages hydrauliques

➤ Calcul des dimensions des fossés

Le profil en travers de fossé est donné par la figure ci-dessous :

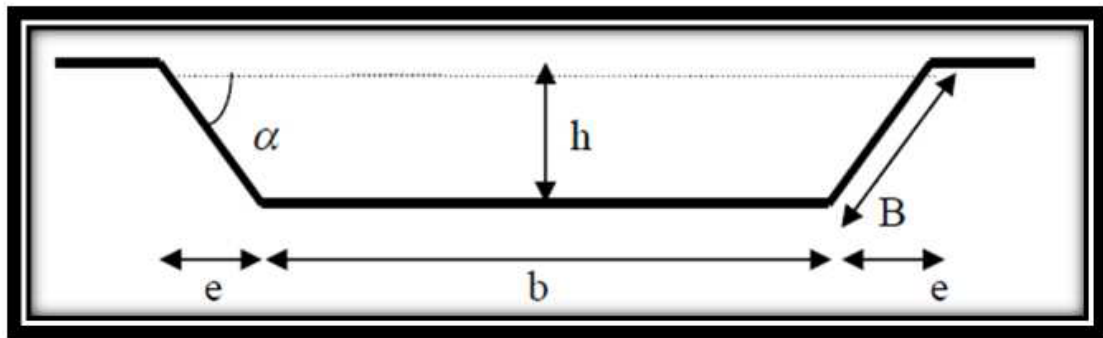


Figure 24 : Profil en travers hypothétique d'un fossé

On dimensionne les fossés par rapport aux débits de calcul en considérant une période de retour de **10ans**.

Pour le dimensionnement on a pris le bassin versant N°8 avec un $Q_a = 5.25 \text{ m}^3/\text{s}$ (le plus grand débit).

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et du débit d'écoulement au point de saturation.

On a : $Q_s = K_{st} \times S_m \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}$

$$\Rightarrow Q_a = Q_s = K_{st} \times \left[\frac{h(nh+b)}{b+2h\sqrt{1+n^2}} \right]^{2/3} \times j^{1/2} \times h(nh+b)$$

Avec :

S_m : surface mouillée : $S_m = h \times (b + n.h)$

P_m : périmètre mouillé : $P_m = b + 2h\sqrt{1+n^2}$

R_h : rayon hydraulique : $R_h = S_m / P_m$

P : pente du talus : **P = tgα = h/e = 1/n**

$$Q_a = 5.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K_{st} = 70 \quad \text{on fixe:} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$I = 0.041 \quad n = 1.5$$

$$b = 0.5 \text{ m}$$

Calculons h=?

AN:

$$5.25 = 70 \times \left[\frac{h(1.5h+0.5)}{0.5+2h\sqrt{1+(1.5)^2}} \right]^{2/3} \times (0.041)^{1/2} \times h(1.5h+0.5)$$

$$h = 0.6 \text{ m}$$

Vérification :

$$Q_s = 70 \times \left[\frac{0.6(1.5 \times 0.6 + 0.5)}{0.5 + 2 \times 0.6 \sqrt{1 + (1.5)^2}} \right]^{2/3} \times (0.041)^{1/2} \times 0.6(1.5 \times 0.6 + 0.5)$$

$$Q_s = 17.07 \text{ m}^3/\text{s} > Q_a = 5.25 \text{ m}^3/\text{s}. \text{ C'est vérifié}$$

➤ **Calcul des dimensions des ouvrages transversaux :**

a) **Buse :**

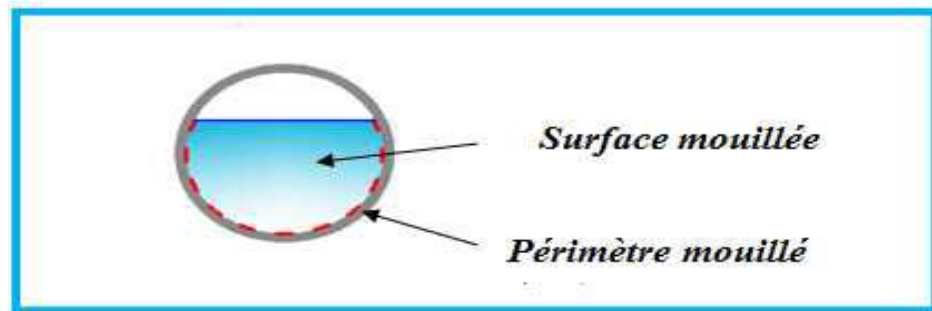


Figure 25 : Représentation d'une buse

Les buses sont des Ouvrage hydraulique en béton utilisé pour le rétablissement des écoulements naturels.

On dimensionne les buses par rapport au débit : $Q_a = Q_{\text{chaussée}} + Q_{\text{talus}} + Q_{\text{berme}} + Q_{\text{BV}}$.

En considérant une période de retour de 10 ans.

Le dimensionnement des buses s'effectue avec la formule de **Manning-Strickler** :

$$\text{On a } Q_s = K_{st} \times S_m \times R h^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$Q_a = Q_s = K_{st} \times \left(\frac{R}{2}\right)^{2/3} \times I^{1/2} \times \frac{1}{2} \pi R^2$$

D'où :

$$R^{8/3} = \frac{2^{2/3} \times Q_a}{K_{st} \times I^{1/2} \pi \times \frac{1}{2}}$$

Tel que :

- S_m : surface mouillée = $1/2 \cdot \pi \cdot R^2$
- P_m : périmètre mouillé = $\pi \cdot R$
- R_h : rayon hydraulique = $S_m / P_m = R/2$
- $K_{st} = 80$ (buses préfabriquées).
- I : la pente de pose qui vérifie la condition de limitation de la vitesse maximale d'écoulement à **4 m/s**.

$$R^{8/3} = \frac{2^{\frac{2}{3}} \times 1.130}{80 \times (0.046)^{\frac{1}{2}} \pi \times \frac{1}{2}}$$

$$R^{8/3} = 0.12 \longrightarrow R = 0.45m$$

$$\text{Alors : } D = 2R = 0.90 \approx 1m$$

Une fois le diamètre est calculé, on adoptera un diamètre normalisé, commercialisé tel que :

Φ 400, Φ500, Φ 800, Φ1000, Φ1200, Φ 1500...etc.

Bassin versant	Qa (m³/s)	Ouvrage	Qs (m³/s)
BV N°1	1.13	Buse Φ 1000	2.42
BV N°2	0.76	Buse Φ 1000	2.42
BV N°3	0.40	Buse Φ 1000	2.42
BV N°4	1.90	Buse Φ 1000	2.42
BV N°5	1.11	Buse Φ 1000	2.42
BV N°6	0.52	Buse Φ 1000	2.42
BV N°7	0.72	Buse Φ 1000	2.42
BV N°9	1.54	Buse Φ 1000	2.42
BV N°10	0.56	Buse Φ 1000	2.42
BV N°11	1.94	Buse Φ 1000	2.42
BV N°12	1.06	Buse Φ 1000	2.42
BV N°13	1.58	Buse Φ 1000	2.42
BV N°14	0.59	Buse Φ 1000	2.42
BV N°15	1.98	Buse Φ 1000	2.42
BV N°16	1.55	Buse Φ 1000	2.42
BV N°17	1.41	Buse Φ 1000	2.42

Tableau 33 : Récapitulatif des diamètres des buses à prévoir

b) Dalot :

Les dalots sont constitués par deux murettes verticales au piédroit sur lesquelles repose une dalle ou une série de dalles accolées (on utilise généralement des dalles de 1m de large), les piédroits sont posés sur une fondation ou un radier.

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

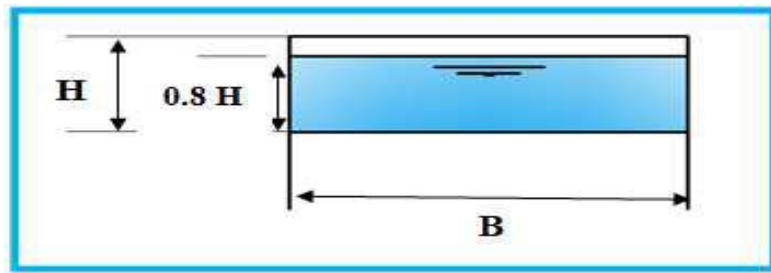


Figure 26 : Représentation d'un dalot

En considérant une période de retour de 50 ans :

On a $Q_s = K_{st} \times S_m \times R h^{2/3} \times I^{1/2}$

$$Q_a = Q_s = K_{st} \times \left[\frac{0.8H \times B}{1.6H + B} \right]^{2/3} \times j^{1/2} \times 0.8H \times B$$

Avec :

- S_m : surface mouillée: $S_m = 0.8 H \times B$
- P_m : périmètre mouillé: $P_m = 1.6H + B$
- R_h : rayon hydraulique: $R_h = S_m / P_m$
- $K_{st} = 70$ (béton).

Bassin versant	Q_a (m ³ /s)	Ouvrage	Q_s (m ³ /s)
BV N°8	6.97	Dalot 3 x 1.5 m	17.07

✓ Pour le Bassin versant n°8 :

On fixe : $B = 3$ m et on calcul : $H = ?$

$$6.97 = 70 \times \left[\frac{0.8H \times 1.2}{1.6H + 1.2} \right]^{2/3} \times j(0.041)^{1/2} \times 0.8H \times 3$$

$H = 1.50$ m

Verification:

$$Q_s = 70 \times \left[\frac{0.8 \times 1.5 \times 3}{1.6 \times 1.5 + 3} \right]^{2/3} \times (0.041)^{1/2} \times 0.8 \times 1.5 \times 3$$

$Q_s = 17.07 \text{ m}^3/\text{s} > Q_a = 6.97 \text{ m}^3/\text{s}$. C'est vérifié

VIII.7 Conclusion

Après étude d'assainissement notre projet nécessite pour l'évacuation des eaux pluviale :

- 01 dalot de dimensions 3 m x 1.5 m
- 160 Buses Φ 1000

Chapitre IX :

Equipement de la route

IX.1 Signalisation

IX.1.1 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.

IX.1.2 Rôle de la signalisation routière

La signalisation routière joue un rôle important dans la sécurité routière car elle contribue à :

- Rendre plus sûre la circulation routière.
- Faciliter cette circulation.
- Indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- Donner des informations relatives à l'usage de la route.

IX.1.3 principe de la signalisation routière

a. Principe de valorisation :

La multiplication des signaux nuit à leur efficacité. Il ne faut pas donc en placer que s'ils sont indispensables.

b. Principe de concentration

Lorsqu'il est indispensable que plusieurs signaux soient vus en même temps, il faut absolument les implanter de façon que l'utilisateur puisse les apercevoir d'un seul coup d'œil de nuit comme de jour.

Il ne faut pas demander au conducteur un effort de lecture. On devra donc réduire et simplifier les indications au maximum.

IX.1.4 Catégorie 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.

IX.I.5 Règles à respecter pour la signalisation

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation en respectant les règles suivantes :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Eviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

IX.I.6 Type de signalisation

On distingue deux types de signalisation :

IX.I.6.1 Signalisation verticale

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

a. Signaux de danger

Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (signalisation avancée).

b. Signaux comportant une prescription absolue

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription.

c. Signaux à simple indication

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche :

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Signaux divers.

d. Signaux de position des dangers

Toujours implantés en pré signalisation, ils sont d'un emploi peu fréquent en milieu urbain.

Type de panneaux de signalisation verticale

- Panneau de signalisation d'avertissement de danger : type A.
- Panneau de signalisation priorité : type B.
- Panneau de signalisation d'interdiction ou de restriction : type C.
- Panneau de signalisation d'obligation : type D.
- Panneau de signalisation de pré signalisation : type E.
- Panneau de signalisation de direction : type E /B.
- Panneau de signalisation donnant des indications utiles pour la conduite des véhicules : type E.
- Panneau de signalisation spécial (panneau de confirmation de direction des échangeurs)



IX.I.6.2 Signalisation horizontale :

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Toutes ces marques sont de couleur blanche. La signalisation horizontale se divise en trois types :

❖ Marques longitudinales

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

Figure 27 : Panneau signalisation verticale

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

- Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour lesquelles la longueur des traits est environ égale ou tiers de leurs intervalles.
- Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

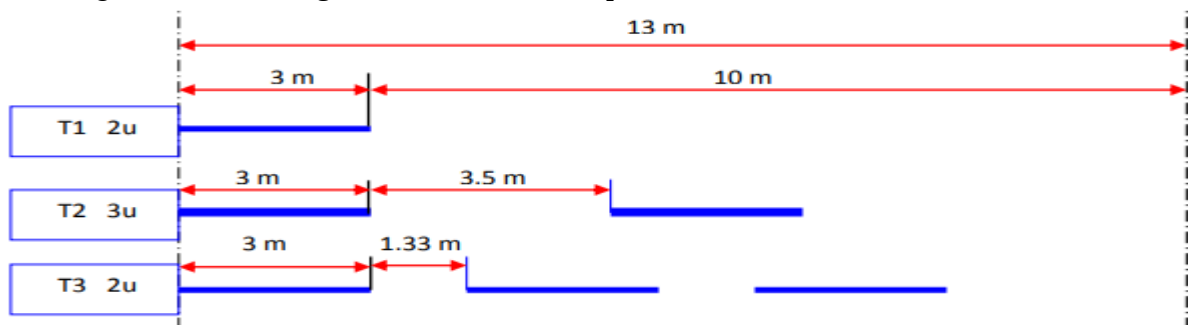


Figure 28 : Type de modulation

Tableau 34 : Caractéristiques des lignes discontinues

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs	Rapport pleins- vides
T ₁	3.00	10.00	1 / 3
T' ₁	1.50	5.00	
T ₂	3.00	3.50	1
T' ₂	0.50	0.50	
T ₃	3.00	1.33	3
T' ₃	20.00	6.00	

❖ Marques transversales

- **Ligne STOP** : c'est une ligne qui oblige les usagers de marquer un arrêt et elle est continue.
- **Ligne « cédez le passage »**

Il a pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation ou à certaines catégories d'usagers, ainsi que, dans certains cas, la conduite que doivent observer les usagers. Le marquage des chaussées n'est pas obligatoire, sauf sur routes

express et autoroutes ainsi que dans certains cas spécifiques (ligne complétant les panneaux Stop...)



Figure 29 : Ligne cédez le passage



Figure 30 : Ligne STOP

❖ Les flèches

Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée. On a deux types de flèches :

- **Flèches de section (directionnelles)**

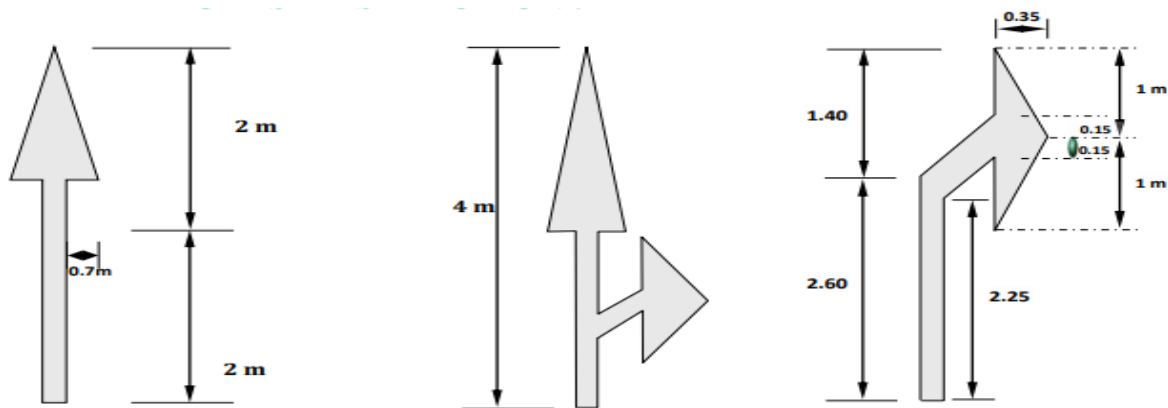


Figure 31 : Flèche de section

- **Flèches de rabatement**

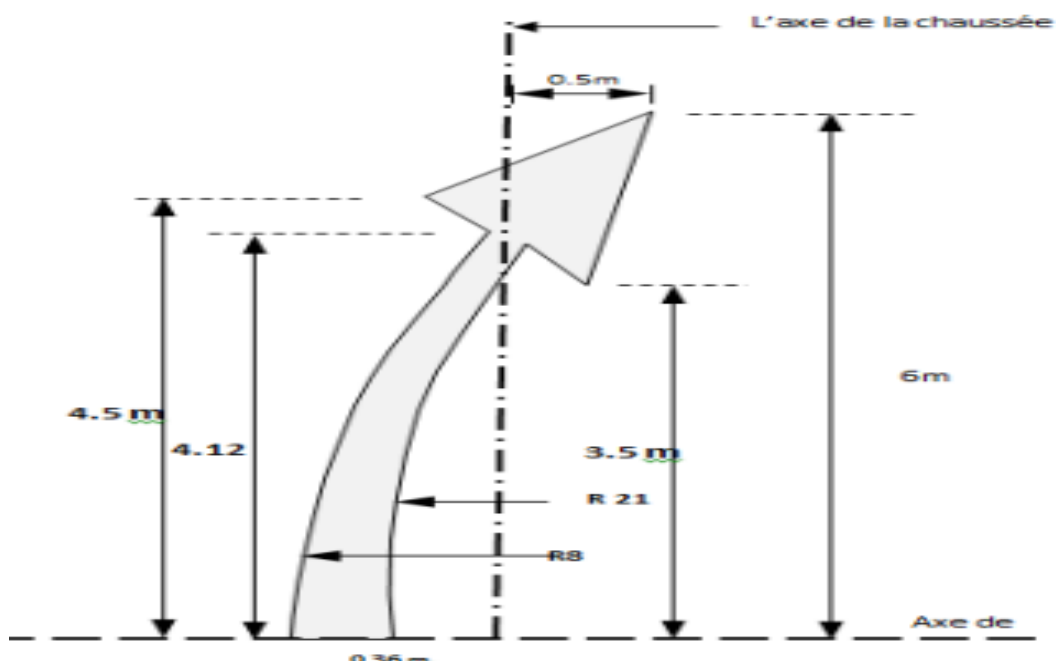


Figure 32 : Flèche de rabattement.

- Autre marque
 - Marquage avec hachures

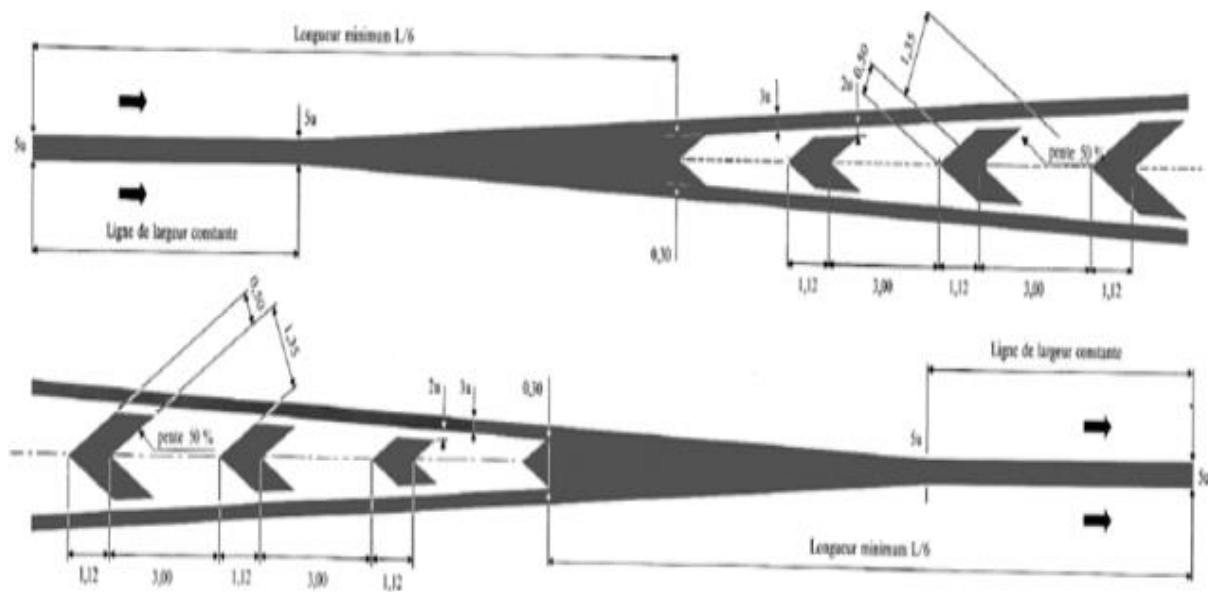


Figure 33 : Schéma de marquage avec hachures

IX.I.6.3 Dispositif

Les dispositifs de retenue sont des équipements de protections des véhicules contre les sorties accidentelles de chaussées.

L'emploi des dispositifs de retenue est étroitement lié avec la notion de zone de sécurité (ICTAAL 2000), qui est définie sur les côtés des chaussées, avec une largeur min de 8,5m, sinon tout obstacle (naturel ou artificiel) doit être isolé ou exclu, y compris les installations autoroutières.

Les dispositifs de retenue utilisés sont les suivants :

- **Glissières de sécurité** : adoptées pour les routes principales
- **Glissières de niveau 2 et 3** : adoptées aux endroits où les vitesses appliquées sont faibles.

Eventuellement des glissières sur le T.P.C pour les routes à deux chaussées, et sur accotements en présence d'obstacles ou autre configuration agressive, ou le cas de grandes hauteurs de remblais.

- **Séparateur en béton** : Les séparateurs en béton du type « DBA » (double séparateur en béton adhérent) sont des murets de type New Jersey, continus en béton coulé en place ou préfabriqué. Ils ont un comportement rigide lors d'un impact avec un véhicule, tout en facilitant le redressement de ce dernier.

IX.II Eclairage

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible.

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir les carrefours.....etc.).

Pour le piéton, une bonne visibilité des bordures de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentielles.

IX.II.1 Catégorie d'éclairage

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

- Eclairage général d'une route ou une autoroute, catégorie A.
- Eclairage urbain (voirie artérielle et de distribution), catégorie B.
- Eclairage des voies de cercle, catégorie C.
- Eclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé, catégorie D.

IX.II.2 Paramètre d'implantation des lumières

- L'espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.
- La hauteur (h) du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et par fois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.
- La largeur (l) de la chaussée.
- Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support.
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

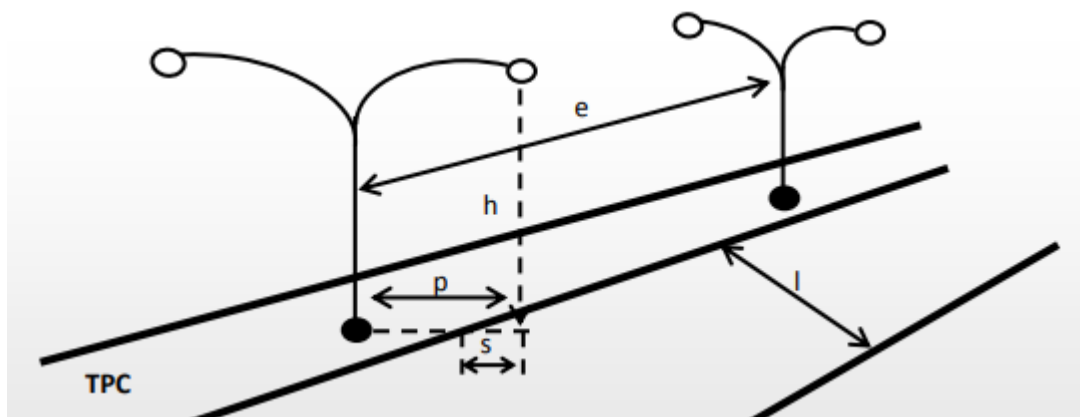


Figure 34 : Paramètres d'implantation des luminaires

IX.III Application au projet

IX.III.1 Signalisation

IX.III.1.1 Signalisation verticale

Les différents panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont les suivants :

✓ **Pour l'autoroute**



Figure 35 : Entrée d'autoroute



Figure 36 : Limitation de vitesse à 80Km/h

• **Directions :**

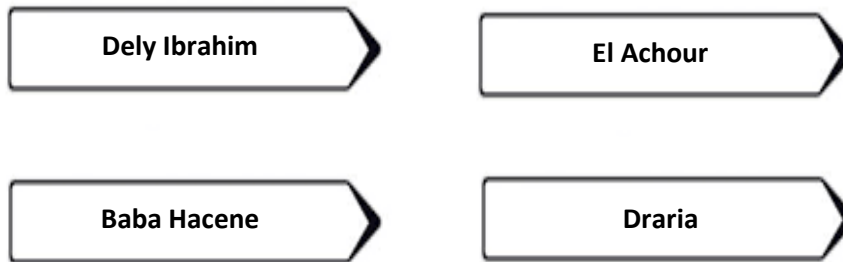


Figure 37: Panneaux de direction



Figure 38 : Panneau portique



Figure 41 : Musoir



Figure 42 : Panneau cédez le passage



Figure 40 : Panneau de limitation de vitesse a 40km/h



Figure 39 : Panneau de limitation de vitesse a 60Km/h

✓ Pour l'échangeur :

• Directions :

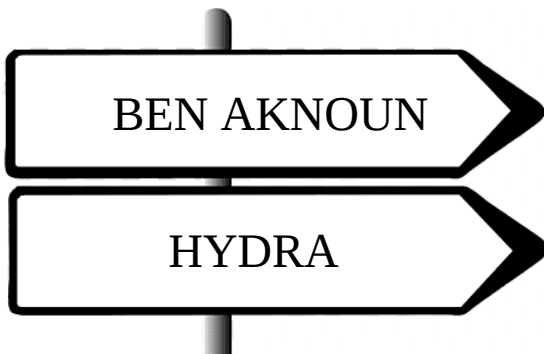


Figure 43 : Panneaux de direction

IX.III.1.2 Signalisation horizontale

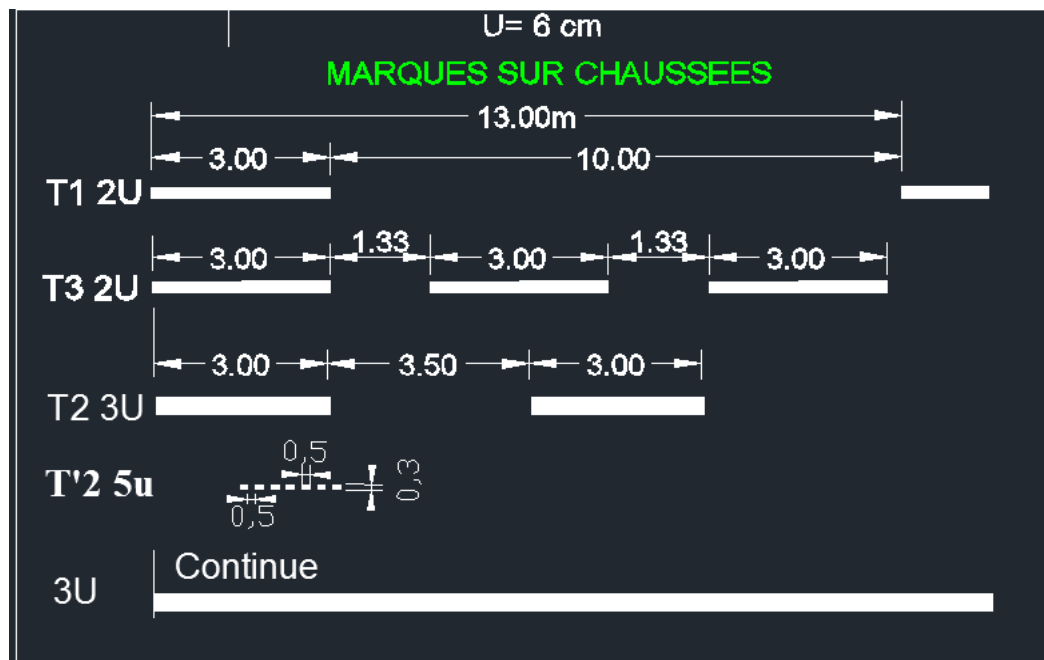


Figure 44 : Les lignes longitudinales, lignes transversales et les lignes de délimitation de voies

- Voies de décélération : la ligne séparant la voie d'insertion de la chaussée principale est du type T2 de largeur 3u

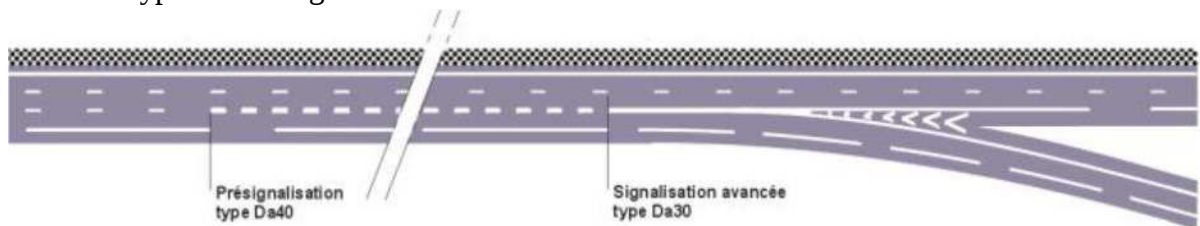


Figure 45 : Sans affectation de voies

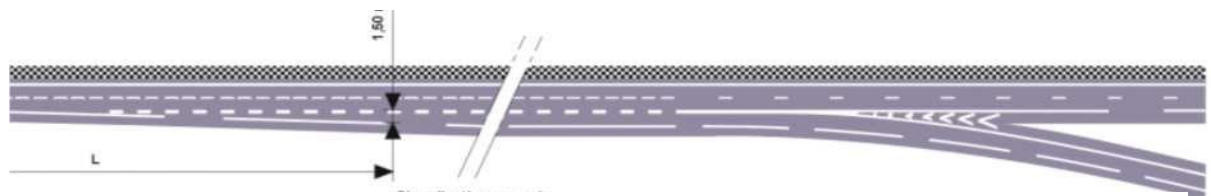


Figure 46: Avec affectation de voies.

- Voies d'accélération :

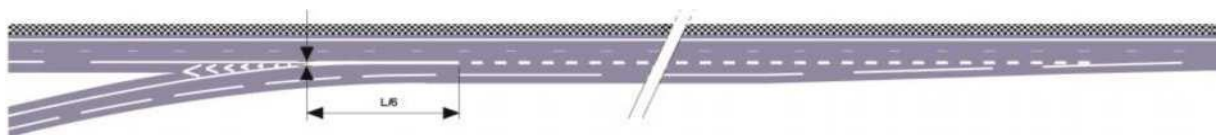


Figure 47 : Nombre de voie inférieure

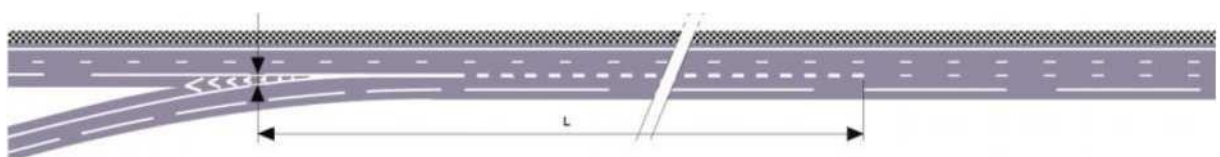


Figure 48: Même nombre de voies

✓ Autres marques :

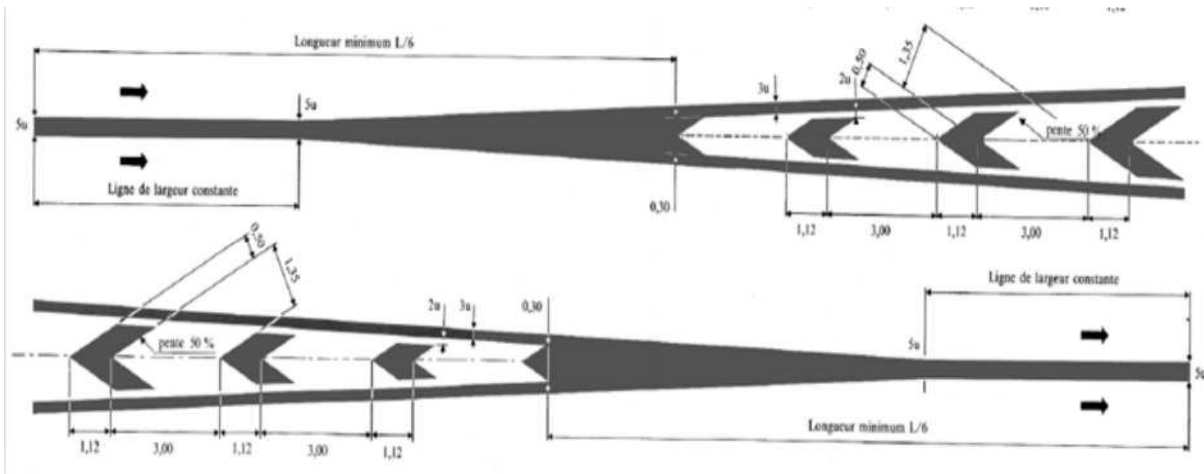


Figure 49 : Schéma de marquage avec hachures

- **Flèches de sélection :**

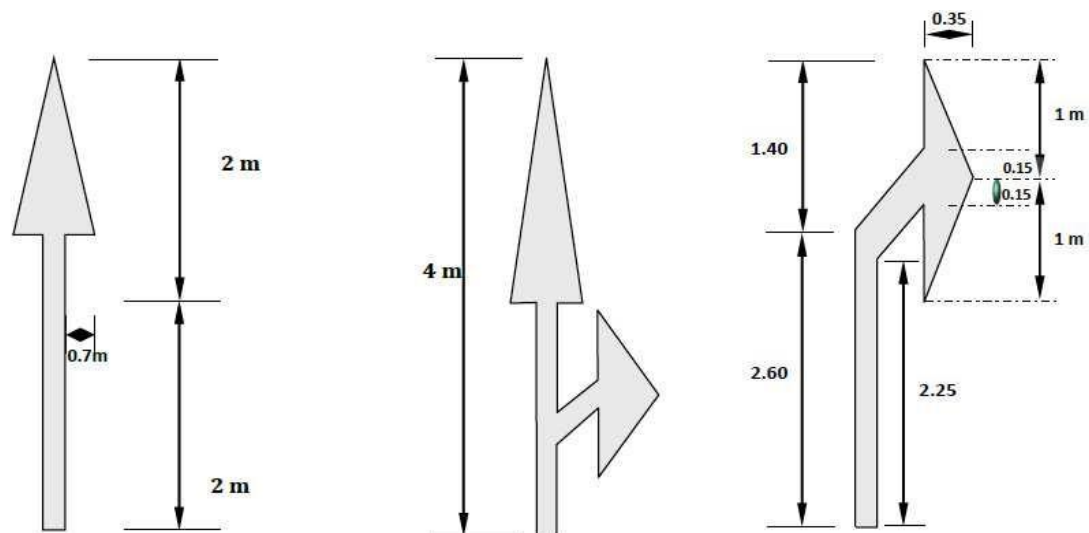


Figure 50 : Flèches de sélection

- **Flèches de rabattement**

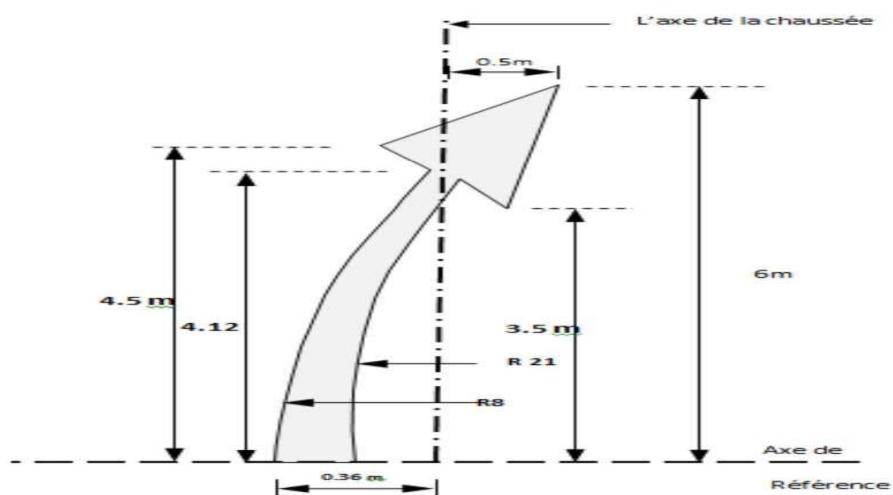


Figure 51 : Flèches de rabattement

IX.III.2 Eclairage

Au niveau de l'autoroute :

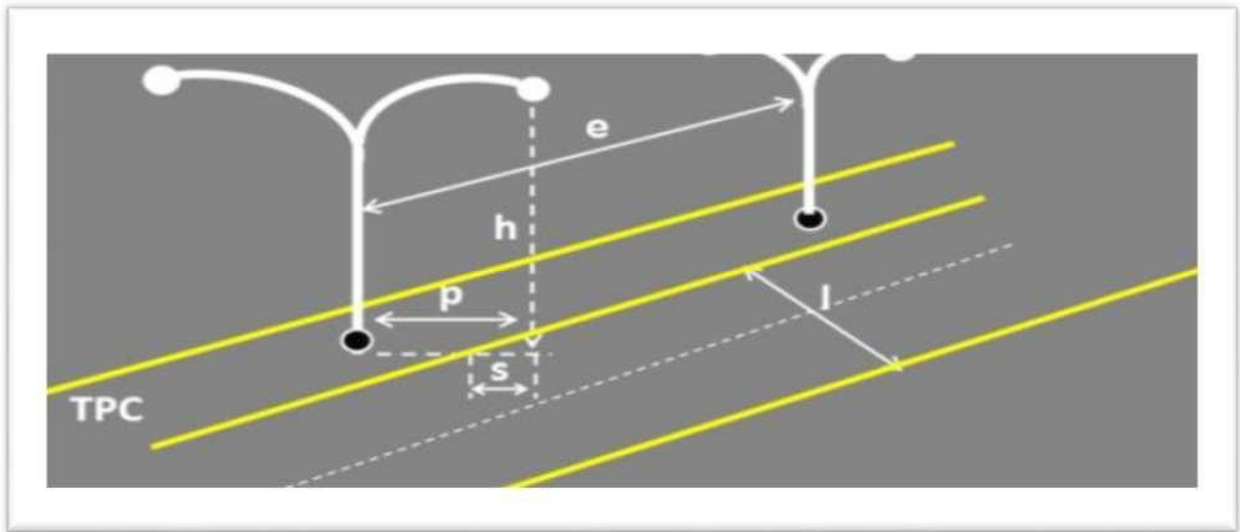


Figure 52 : Eclairage composé

Avec :

$$e = 25\text{m}$$

$$h = 9.5\text{m}$$

$$p = 1.25\text{m}$$

$$s = 2\text{m}$$

$$I = 10\text{m}$$

IX.III.3 Sécurité

Le TPC sera constitué de séparateurs en béton type simple afin de séparer les deux sens de circulation. Le même type de glissière sera disposé à droite de chaque voie à la limite de la bande d'arrêt d'urgence pour délimiter la chaussée roulable.

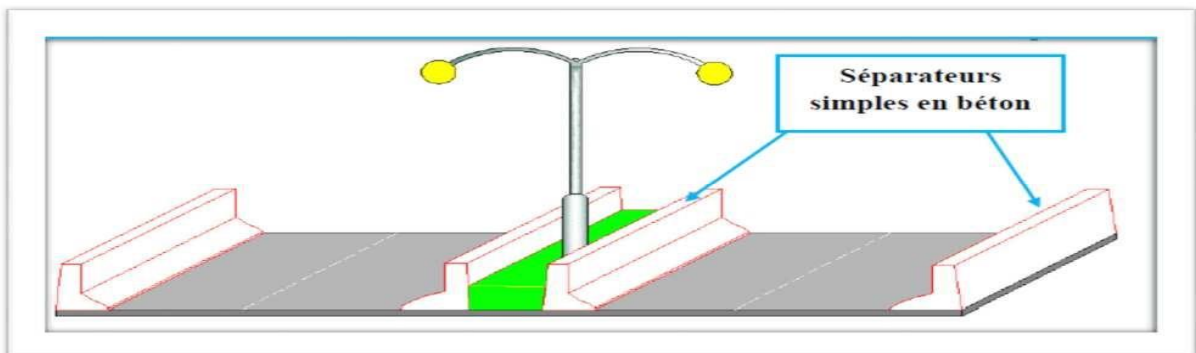


Figure 53 : Séparateurs projetés sur la route

Au niveau de l'échangeur : Nous préconisons pour chaque bretelle des glissières de sécurité en béton.

Chapitre X:

Impact sur l'environnement

X.I Introduction

Dans ce chapitre, il est recensé les divers impacts que peut avoir le projet, positifs ou négatifs sur son milieu environnant, notamment sur l'environnement, le bâti, l'agriculture, ainsi que l'impact social.

X.II Impact positif

Les principaux impacts positifs attendus de la réalisation de ce projet peuvent être résumés comme suit :

- ❖ Le report sur la pénétrante et la voie de contournement de l'essentiel du trafic contribuera fortement à l'amélioration des conditions de circulation des usagers particulièrement à la région de la zone du projet notamment : Dely Ibrahim, Ouled Fayet, Baba Hacene, El Achour, Draria et Khraicia.
- ❖ Sur le plan du développement économique et social de la région, il est attendu à ce que le projet contribuera à :
 - La création temporaire d'emploi (durant la phase des travaux) ;
 - La diminution du temps de parcours ;
 - L'Amélioration des conditions économiques de la population de la zone du projet. En effet, la mobilité des travailleurs sera nettement améliorée et l'activité de la population sera probablement développée ;
 - Désenclavement des régions avoisinantes. [12]

X.III Impact négatif

Les principaux impacts négatifs générés par la réalisation du projet peuvent être résumés comme suit :

- Nuisances sonores auprès des habitations proches du projet ;
- Défiguration du paysage ;
- Perturbation des écoulements. [12]

X.III.1 Impact sur les sols

D'une façon générale, les impacts sont liés à la hauteur des terrassements (déblais et remblais). L'effet notable sera l'apparition du phénomène d'érosion mécanique par les eaux pluviales et donc nécessité d'une végétation et de mise en place d'un réseau de cunettes et de descentes d'eau. [12]

X.III.2 Impact sur les bâtisse

Vers la fin du projet à la 2ème rocade passe sur une zone entre quartiers, d'où la nécessité de construire des murs de soutènement afin de protéger les maisons proches du couloir de toute déstabilisation. [12]



Figure 54 : Couloir passant entre quartiers [12]

X.III.3 Impact sur l'agriculture

Étant donné que la zone du projet est une région agricole, le tracé de la pénétrante traverse des terrains agricoles qui seront perdus suite à la construction de cette infrastructure.

L'impact sur l'agriculture se matérialise par la plateforme de la route de 18 ha de terre cultivable. [12]



Figure 55 : Champ agricole traversé [12]

L'impact sur l'agriculture se matérialise par la plateforme de la route de 24 ha de terre cultivable. [12]



Figure 56 : Champ agricole traversé [12]

Chapitre XI :
Devis quantitatif et estimatif
des travaux

Chapitre XI : Devis quantitatif et estimatif des travaux

Devis quantitatif et estimatif des travaux

Tableau 35 : Devis quantitatif et estimatif du projet

N°	DÉSIGNATION		UNITE	PRIX UNITAIRE (DA)	QUANTITE	MONTANT (DA)
INSTALLATION DU CHANTIER						
1	Etude d'exécution		F	3000000,00	1	3000000,00
	Etudes géotechnique			2000000,00	1	2000000,00
	Amené et réception du matériels			6000000,00	1	6000000,00
TOTAL 1						11000000,00
TERASSEMENT						
2	Décapage de terre végétale sur une épaisseur moyenne de 30 cm		m²	300,00	25000,00	7500000,00
	Déblai en terrain meuble mis en dépôt		m³	450,00	733118,00	329903100,00
	Remblai d'emprunt		m³	1500,00	138281,00	207421500,00
TOTAL 2						544824600,00
TRAVAUX DE CHAUSSEE						
3	Couche de forme en matériaux sélectionnés		m³	2200,00	73893.6	162565920,00
	Couche de grave concassée en grave concassée		m³	7000,00	36946,80	258627600,0
	Couche de grave bitume		t	7500,00	36946,80	277101000,00
	Couche de roulement en béton bitumineux		t	8000,00	90687.60	725500800,00
TOTAL 3						1423795320,00
EQUIPEMENTS						
4	Marquage au sol		ml	30,00	30000,00	900000,00
	Panneaux de signalisation	En portique	U	250000 ,00	1	250000,00
		Avec support		5000,00	60	300000,00
	Dispositifs de retenue	Voie express	ml	8000,00	9330,00	74640000,00
		Echangeur			3729.16	29833280 ,00
	Eclairage		U	25000,00	224	5600000,00
TOTAL 4						111523280,00
TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT						

Chapitre XI : Devis quantitatif et estimatif des travaux

5	Ouvrage d'art courants et assainissement				
	Buse de diamètre 1000 mm	U	32000,00	160	5120000,00
	Dalot en béton armé	m ³	25000,00	22,00	550000,00
	fossé en béton	ml	4400,00	4607,40	20272592,59
TOTAL 5					25942592,59
TOTAL= 2117085793,00					
TVA (19%)= 402246301,00					
TOTAL [DA, TTC] = 2519332094,00					

Le coût en chiffre :

Deux milliards cinq cents dix-neuf millions trois cents trente-deux mille quatre-vingts quatorze dinars algérien.

Conclusion générale

Ce travail de fin d'études nous a offert l'opportunité d'exercer et de mettre en réalité nos connaissances techniques, acquise au cours de notre cursus de formation afin de pouvoir prendre en charge tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier.

Il était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et d'un projet routier en particulier et nous permet aussi de nous approfondir sur le règlement algérien et les normes de conception routière ainsi que les étapes de conception d'une route, ces dernières sont comme suit :

Une étude de trafic avec laquelle on a obtenu un TMJA de 22248uv/J ce qui nous a donné le profil en travers suivant :

- Un accotement 2,5m
- Un terre-plein central de 2m
- Deux chaussée de deux voie de 3.5m
- La berme

Ce qui fait que la largeur de la plateforme est égale à : 29m

Une étude de dimensionnement de corps de chaussée qui permet de calculer les épaisseurs de différentes couches avec vérification sur le logiciel ALIZEE et les résultats sont comme suit :

- Couche de roulement 6cm
- Couche de base 20cm
- Couche de fondation 30cm
- Couche de forme 60cm

Grace à ce travail notre maîtrise de l'outil informatique est améliorée, tel que dans les logiciels de calcul et de dessin : COVADIS, ALIZE.

Annexe

Axe En Plan

Axe : Axe 1

Table courante : ICTAAL L1

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 216.29gr	139.857	0+000.000	499764.231	4067316.472
Clothoïde 1	Paramètre -213.072	133.000	0+139.857	499728.841	4067181.167
Arc 1	Rayon -341.351 m	249.983	0+272.857	499686.981	4067055.162
	Centre X 499379.707 m				
	Centre Y 4067203.834 m				
Clothoïde 2	Paramètre 213.072	133.000	0+522.840	499508.797	4066887.834
Droite 2	Gisement 287.71gr	114.749	0+655.840	499380.414	4066853.966
Arc 2	Rayon 1000.000 m	436.260	0+770.589	499267.795	4066831.956
	Centre X 499459.609 m				
	Centre Y 4065850.524 m				
Droite 3	Gisement 259.94gr	267.659	1+206.849	498871.054	4066658.981
Clothoïde 3	Paramètre 163.559	133.000	1+474.508	498654.664	4066501.450
Arc 3	Rayon 201.138 m	146.573	1+607.508	498556.868	4066412.266
	Centre X 498721.626 m				
	Centre Y 4066296.890 m				
Clothoïde 4	Paramètre -163.559	133.000	1+754.081	498521.882	4066273.249
Droite 4	Gisement 171.45gr	200.681	1+887.081	498565.811	4066148.397
Arc 4	Rayon -1279.056 m	1271.269	2+087.762	498652.816	4065967.557
	Centre X 497500.221 m				
	Centre Y 4065413.024 m				
Droite 5	Gisement 234.73gr	208.028	3+359.031	498593.655	4064749.408
Arc 5	Rayon 3294.486 m	1300.785	3+567.059	498485.724	4064571.570
	Centre X 501302.101 m				
	Centre Y 4062862.285 m				
Droite 6	Gisement 209.59gr	730.735	4+867.844	498044.928	4063356.715
			5+598.579	497935.261	4062634.256
Longueur totale de l'axe 5598.579 mètre(s)					

Profil En Long Projet

Axe : Axe 1

Table courante : ICTAAL L1

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 0.79 %	943.693	0+000.000	233.477
Parabole 1	Rayon -12500.000 m	628.127	0+943.693	240.933
	Sommet Absc. 1+042.451 m			
	Sommet Alt. 241.323 m			
Pente 2	Pente -4.23 %	702.273	1+571.820	230.114
Parabole 2	Rayon 12500.000 m	251.814	2+274.093	200.373
	Sommet Absc. 2+803.462 m			
	Sommet Alt. 189.164 m			
Pente 3	Pente -2.22 %	474.369	2+525.907	192.245
Parabole 3	Rayon 12500.000 m	104.721	3+000.276	181.712
	Sommet Absc. 3+277.830 m			
	Sommet Alt. 178.631 m			
Pente 4	Pente -1.38 %	695.375	3+104.996	179.826
Parabole 4	Rayon 12500.000 m	308.880	3+800.371	170.211
	Sommet Absc. 3+973.205 m			
	Sommet Alt. 169.016 m			
Pente 5	Pente 1.09 %	162.490	4+109.251	169.756
Parabole 5	Rayon -12500.000 m	361.800	4+271.741	171.525
	Sommet Absc. 4+407.787 m			
	Sommet Alt. 172.265 m			
Pente 6	Pente -1.81 %	965.038	4+633.541	170.227
			5+598.579	152.798
Longueur totale de l'axe 5598.579 mètre(s)				
Longueur développée totale de l'axe 5599.924 mètre(s)				

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

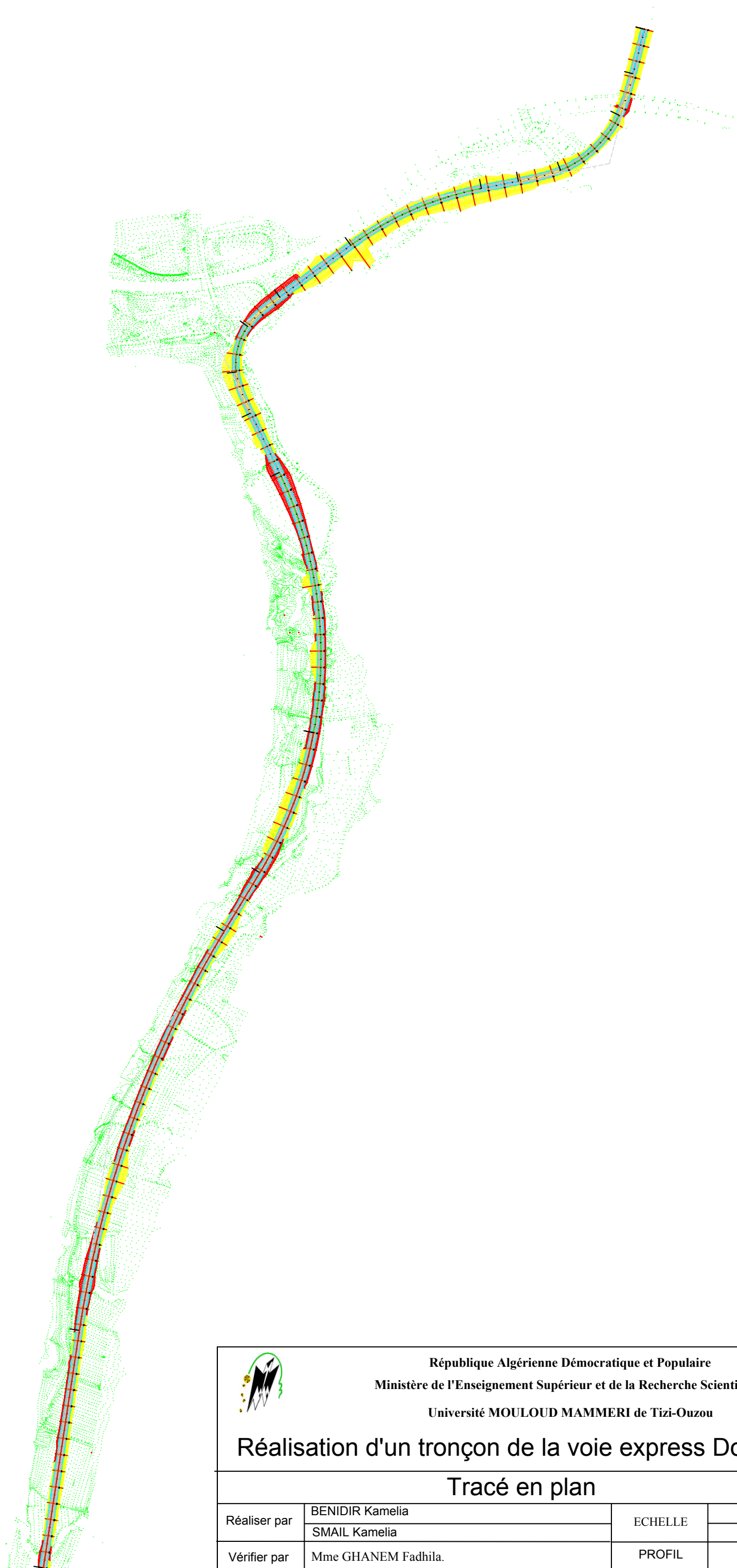
Axe : Axe 1

Table courante : ICTAAL L1

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	0+000.00 0	25.000	253.15	0.00	6328.8	0.0	6328.8	0.0
P02	0+050.00 0	50.000	225.98	0.00	11299.2	0.0	17628.0	0.0
P03	0+100.00 0	50.000	211.12	0.00	10556.1	0.0	28184.1	0.0
P04	0+150.00 0	50.000	198.26	0.00	9914.5	0.0	38098.6	0.0
P05	0+200.00 0	50.000	172.70	0.00	8636.5	0.0	46735.1	0.0
P06	0+250.00 0	50.000	34.43	36.35	1702.6	1870.9	48437.7	1870.9
P07	0+300.00 0	50.000	98.94	0.00	4981.2	0.0	53418.8	1870.9
P08	0+350.00 0	50.000	46.76	0.00	2334.4	0.0	55753.2	1870.9
P09	0+400.00 0	50.000	26.01	0.00	1299.7	0.0	57052.9	1870.9
P10	0+450.00 0	50.000	70.14	0.00	3490.0	0.0	60542.9	1870.9
P11	0+500.00 0	50.000	296.67	0.00	14827.6	0.0	75370.5	1870.9
P12	0+550.00 0	50.000	220.44	0.00	11026.5	0.0	86397.0	1870.9
P13	0+600.00 0	50.000	191.71	0.00	9584.2	0.0	95981.2	1870.9
P14	0+650.00 0	50.000	225.98	0.00	11319.5	0.0	107300.7	1870.9
P15	0+700.00 0	50.000	489.99	0.00	24499.5	0.0	131800.1	1870.9
P16	0+750.00 0	50.000	697.58	0.00	34869.6	0.0	166669.7	1870.9
P17	0+800.00 0	50.000	684.60	0.00	33932.0	0.0	200601.6	1870.9
P18	0+850.00 0	50.000	431.49	0.00	21390.2	0.0	221991.8	1870.9
P19	0+900.00 0	50.000	254.66	0.00	12640.7	0.0	234632.5	1870.9
P20	0+950.00 0	50.000	204.92	0.00	10196.4	0.0	244828.9	1870.9
P21	1+000.00 0	50.000	191.50	0.00	9545.0	0.0	254373.9	1870.9
P22	1+050.00 0	50.000	190.63	0.00	9486.8	0.0	263860.7	1870.9
P23	1+100.00 0	50.000	216.51	0.00	10747.5	0.0	274608.3	1870.9
P24	1+150.00 0	50.000	237.52	0.00	11775.4	0.0	286383.7	1870.9
P25	1+200.00 0	50.000	1921.74	0.00	92762.0	0.0	379145.7	1870.9
P26	1+250.00 0	50.000	920.82	0.00	46041.0	0.0	425186.7	1870.9
P27	1+300.00 0	50.000	361.17	0.00	18058.6	0.0	443245.3	1870.9
P28	1+350.00 0	50.000	410.11	0.00	20505.3	0.0	463750.6	1870.9
P29	1+400.00 0	50.000	155.81	17.41	7790.6	870.5	471541.2	2741.4
P30	1+450.00 0	50.000	0.64	267.33	31.8	13366.6	471573.0	16108.0

P31	1+500.00 0	50.000	0.68	249.65	34.3	12481.7	471607.2	28589.8
P32	1+550.00 0	50.000	1.16	150.74	58.7	7577.1	471665.9	36166.9
P33	1+600.00 0	50.000	1.03	48.69	51.6	2463.7	471717.5	38630.5
P34	1+650.00 0	50.000	30.03	0.00	1481.4	0.0	473198.9	38630.5
P35	1+700.00 0	50.000	106.54	0.00	5508.0	0.0	478706.9	38630.5
P36	1+750.00 0	50.000	369.52	0.00	19313.1	0.0	498020.0	38630.5
P37	1+800.00 0	50.000	433.99	0.00	21823.1	0.0	519843.1	38630.5
P38	1+850.00 0	50.000	321.48	0.00	16075.3	0.0	535918.5	38630.5
P39	1+900.00 0	50.000	296.43	0.00	14820.9	0.0	550739.3	38630.5
P40	1+950.00 0	50.000	196.10	0.00	9805.0	0.0	560544.3	38630.5
P41	2+000.00 0	50.000	131.17	0.00	6558.4	0.0	567102.7	38630.5
P42	2+050.00 0	50.000	0.70	234.53	35.2	11726.5	567137.9	50357.1
P43	2+100.00 0	50.000	0.74	349.25	36.7	17460.8	567174.6	67817.9
P44	2+150.00 0	50.000	0.99	248.12	49.7	12405.1	567224.3	80223.0
P45	2+200.00 0	50.000	0.98	167.13	49.0	8356.6	567273.2	88579.5
P46	2+250.00 0	50.000	1.00	82.99	49.9	4150.0	567323.2	92729.6
P47	2+300.00 0	50.000	1.03	19.56	51.5	978.4	567374.7	93708.0
P48	2+350.00 0	50.000	4.95	5.47	245.2	273.1	567619.9	93981.1
P49	2+400.00 0	50.000	24.77	0.00	1235.6	0.1	568855.5	93981.1
P50	2+450.00 0	50.000	78.27	0.00	3891.5	0.0	572747.1	93981.1

P51	2+500.00 0	50.000	0.35	34.76	17.2	1745.1	572764.3	95726.2
P52	2+550.00 0	50.000	22.67	6.75	1125.8	339.5	573890.1	96065.6
P53	2+600.00 0	50.000	3.61	12.74	180.2	638.2	574070.3	96703.9
P54	2+650.00 0	50.000	83.44	14.28	4127.6	715.5	578197.9	97419.4
P55	2+700.00 0	50.000	87.78	10.86	4349.0	547.3	582546.9	97966.7
P56	2+750.00 0	50.000	9.01	12.35	448.1	619.4	582995.0	98586.1
P57	2+800.00 0	50.000	0.66	43.94	32.8	2196.0	583027.8	100782.1
P58	2+850.00 0	50.000	0.90	37.54	45.2	1880.0	583073.0	102662.1
P59	2+900.00 0	50.000	3.55	41.25	176.1	2071.1	583249.1	104733.2
P60	2+950.00 0	50.000	6.35	44.79	315.0	2248.6	583564.1	106981.8
P61	2+1000.00 00	50.000	15.25	38.34	755.4	1925.6	584319.5	108907.4
P62	3+050.00 0	50.000	53.93	11.32	2671.6	570.6	586991.1	109478.0
P63	3+100.00 0	50.000	217.76	0.00	10814.2	0.0	597805.3	109478.0
P64	3+150.00 0	50.000	316.98	0.00	15751.6	0.0	613556.9	109478.0
P65	3+200.00 0	50.000	244.74	0.00	12161.5	0.0	625718.4	109478.0
P66	3+250.00 0	50.000	144.23	0.00	7152.4	0.0	632870.8	109478.0
P67	3+300.00 0	50.000	22.23	44.87	1102.5	2261.0	633973.3	111739.1
P68	3+350.00 0	50.000	0.90	113.76	44.8	5692.9	634018.1	117431.9
P69	3+400.00 0	50.000	1.27	74.27	63.5	3713.6	634081.6	121145.5
P70	3+450.00 0	50.000	10.52	4.07	525.9	203.3	634607.5	121348.8
P71	3+500.00 0	50.000	45.08	0.00	2254.0	0.0	636861.6	121348.8
P72	3+550.00 0	50.000	170.60	0.00	8527.5	0.0	645389.1	121348.8
P73	3+600.00 0	50.000	188.81	0.00	9427.1	0.0	654816.1	121348.8
P74	3+650.00 0	50.000	32.89	0.00	1643.3	0.0	656459.4	121348.8
P75	3+700.00 0	50.000	14.51	2.13	723.8	106.9	657183.2	121455.7
P76	3+750.00 0	50.000	16.36	0.00	817.0	0.0	658000.1	121455.7
P77	3+800.00 0	50.000	13.72	0.05	684.3	2.6	658684.4	121458.3
P78	3+850.00 0	50.000	6.24	8.11	311.1	406.2	658995.6	121864.5
P79	3+900.00 0	50.000	10.15	5.64	506.0	282.2	659501.6	122146.7
P80	3+950.00 0	50.000	7.50	1.78	373.9	89.1	659875.4	122235.8
P81	4+000.00 0	50.000	8.39	1.35	418.5	67.6	660293.9	122303.4
P82	4+050.00 0	50.000	13.66	0.11	681.3	5.6	660975.2	122309.0
P83	4+100.00 0	50.000	30.02	0.00	1499.7	0.0	662474.9	122309.0
P84	4+150.00 0	50.000	29.13	0.00	1455.2	0.0	663930.0	122309.0
P85	4+200.00 0	50.000	29.49	0.00	1472.4	0.0	665402.5	122309.0
P86	4+250.00 0	50.000	8.87	6.09	442.3	305.3	665844.8	122614.2
P87	4+300.00	50.000	15.93	4.05	794.3	203.1	666639.0	122817.4



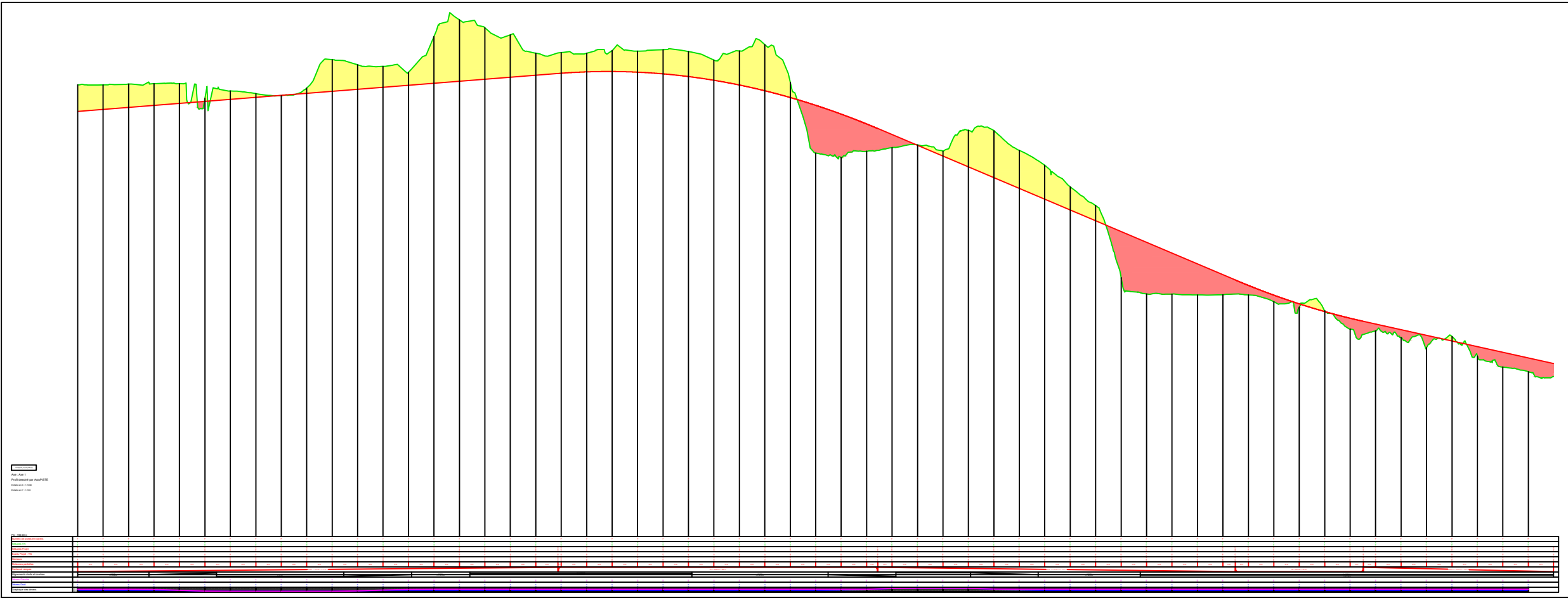
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou



Réalisation d'un tronçon de la voie express Donia parc

Tracé en plan

Réaliser par	BENIDIR Kamelia	ECHELLE	H : 1/200
	SMAIL Kamelia		V : 1/100
Vérifier par	Mme GHANEM Fadhila.	PROFIL	Tracé en plan



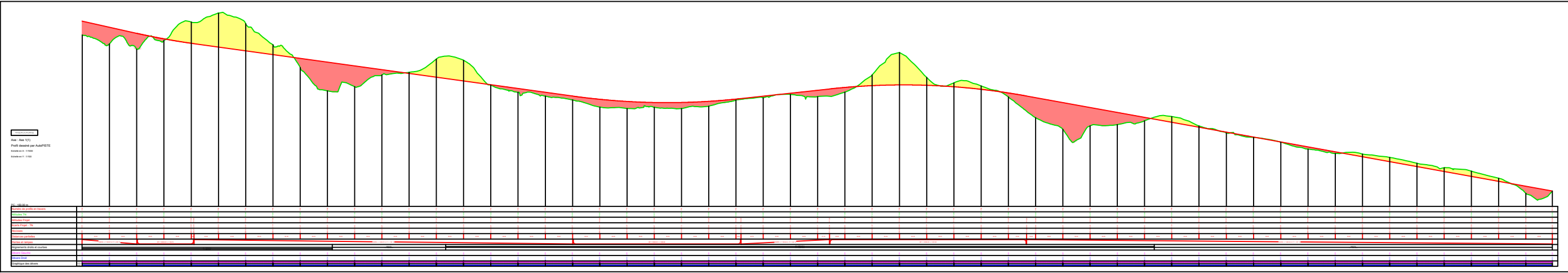
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou



Réalisation d'un tronçon de la voie express Donia parc

Profil en long

Réaliser par	BENIDIR Kamelia	ECHELLE	H : 1/1000
	SMAIL Kamelia		V : 1/100
Vérifier par	Mme GHANEM Fadhila.	PROFIL	Profil en long





République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

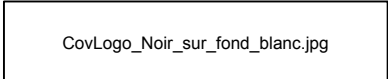
Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou



Réalisation d'un tronçon de la voie express Donia parc

Profil en long

Réaliser par	BENIDIR Kamelia	ECHELLE	H : 1/1000
	SMAIL Kamelia		V : 1/100
Vérifier par	Mme GHANEM Fadhila.	PROFIL	Profil en long



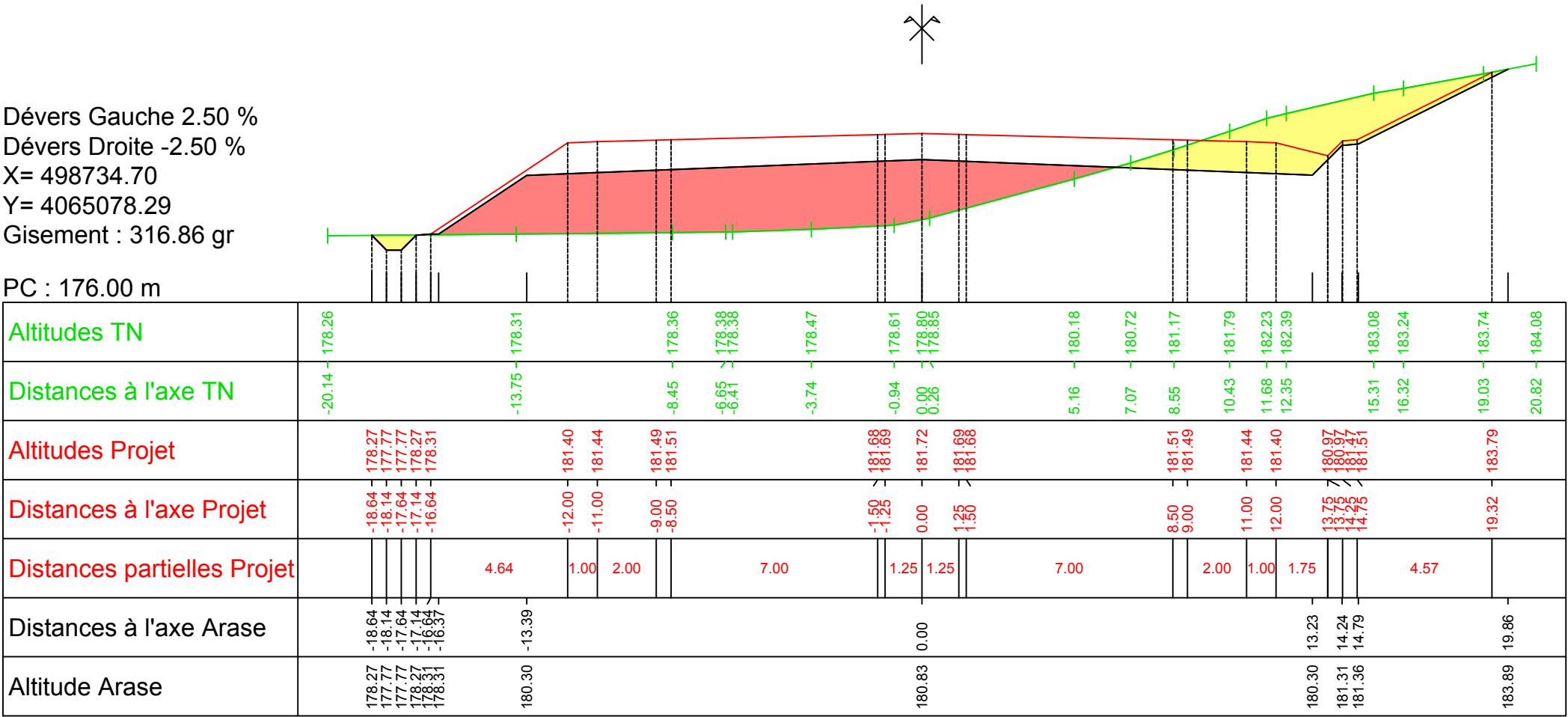
Profil dessiné par AutoPISTE

Remblai
Déblai

Axe : Axe 1
Profil n°: P61
Abscisse : 3000.00 m
Echelle des longueurs : 1/200
Echelle des altitudes : 1/200

Dévers Gauche 2.50 %
Dévers Droite -2.50 %
X= 498734.70
Y= 4065078.29
Gisement : 316.86 gr

PC : 176.00 m



Altitudes TN																					-20.14	-178.26																					-13.75	-178.31																					-8.45	-178.36																					-6.65	-178.38																					-3.74	-178.47																					-0.94	-178.61																					0.00	-178.80																					0.26	-178.85																					5.16	-180.18																					7.07	-180.72																					8.55	-181.17																					10.43	-181.79																					11.68	-182.23																					12.35	-182.39																					15.31	-183.08																					16.32	-183.24																					19.03	-183.74																					20.82	-184.08																																																																		
Distances à l'axe TN																					-20.14	-178.26																					-13.75	-178.31																					-8.45	-178.36																					-6.65	-178.38																					-3.74	-178.47																					-0.94	-178.61																					0.00	-178.80																					0.26	-178.85																					5.16	-180.18																					7.07	-180.72																					8.55	-181.17																					10.43	-181.79																					11.68	-182.23																					12.35	-182.39																					15.31	-183.08																					16.32	-183.24																					19.03	-183.74																					20.82	-184.08																																																																		
Altitudes Projet																					-18.64	178.27																					-18.14	177.77																					-17.64	177.77																					-17.14	178.27																					-16.64	178.31																					-12.00	181.40																					-11.00	181.44																					-9.00	181.49																					-8.50	181.51																					-1.50	181.68																					-1.25	181.69																					0.00	181.72																					1.25	181.68																					8.50	181.51																					9.00	181.49																					11.00	181.44																					12.00	181.40																					13.75	180.97																					13.50	180.97																					14.75	181.51																					19.32	183.79
Distances à l'axe Projet																					-18.64	178.27																					-18.14	177.77																					-17.64	177.77																					-17.14	178.27																					-16.64	178.31																					-12.00	181.40																					-11.00	181.44																					-9.00	181.49																					-8.50	181.51																					-1.50	181.68																					-1.25	181.69																					0.00	181.72																					1.25	181.68																					8.50	181.51																					9.00	181.49																					11.00	181.44																					12.00	181.40																					13.75	180.97																					13.50	180.97																					14.75	181.51																					19.32	183.79
Distances partielles Projet																					-18.64	178.27																					-18.14	177.77																					-17.64	177.77																					-17.14	178.27																					-16.64	178.31																					-12.00	181.40																					-11.00	181.44																					-9.00	181.49																					-8.50	181.51																					-1.50	181.68																					-1.25	181.69																					0.00	181.72																					1.25	181.68																					8.50	181.51																					9.00	181.49																					11.00	181.44																					12.00	181.40																					13.75	180.97																					13.50	180.97																					14.75	181.51																					19.32	183.79
Distances à l'axe Arase																					-18.64	178.27																					-18.14	177.77																					-17.64	177.77																					-17.14	178.27																					-16.64	178.31																					-12.00	181.40																					-11.00	181.44																					-9.00	181.49																					-8.50	181.51																					-1.50	181.68																					-1.25	181.69																					0.00	181.72																					1.25	181.68																					8.50	181.51																					9.00	181.49																					11.00	181.44																					12.00	181.40																					13.75	180.97																					13.50	180.97																					14.79	181.36																					19.86	183.89
Altitude Arase																					178.27	177.77																					177.77	178.27																					178.31	180.30																					180.30	181.40																					181.44	181.49																					181.51	181.68																					181.69	181.72																					181.68	180.18																					180.72	181.17																					181.79	182.23																					182.39	183.08																					183.24	183.74																					184.08																																																																																																																																																																																	

Date : 10/09/2022

Fichier : Dessin6



République Algérienne Démocratique et Populaire

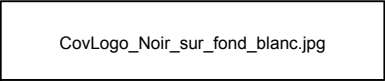
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou



Réalisation d'un tronçon de la voie express Donia parc

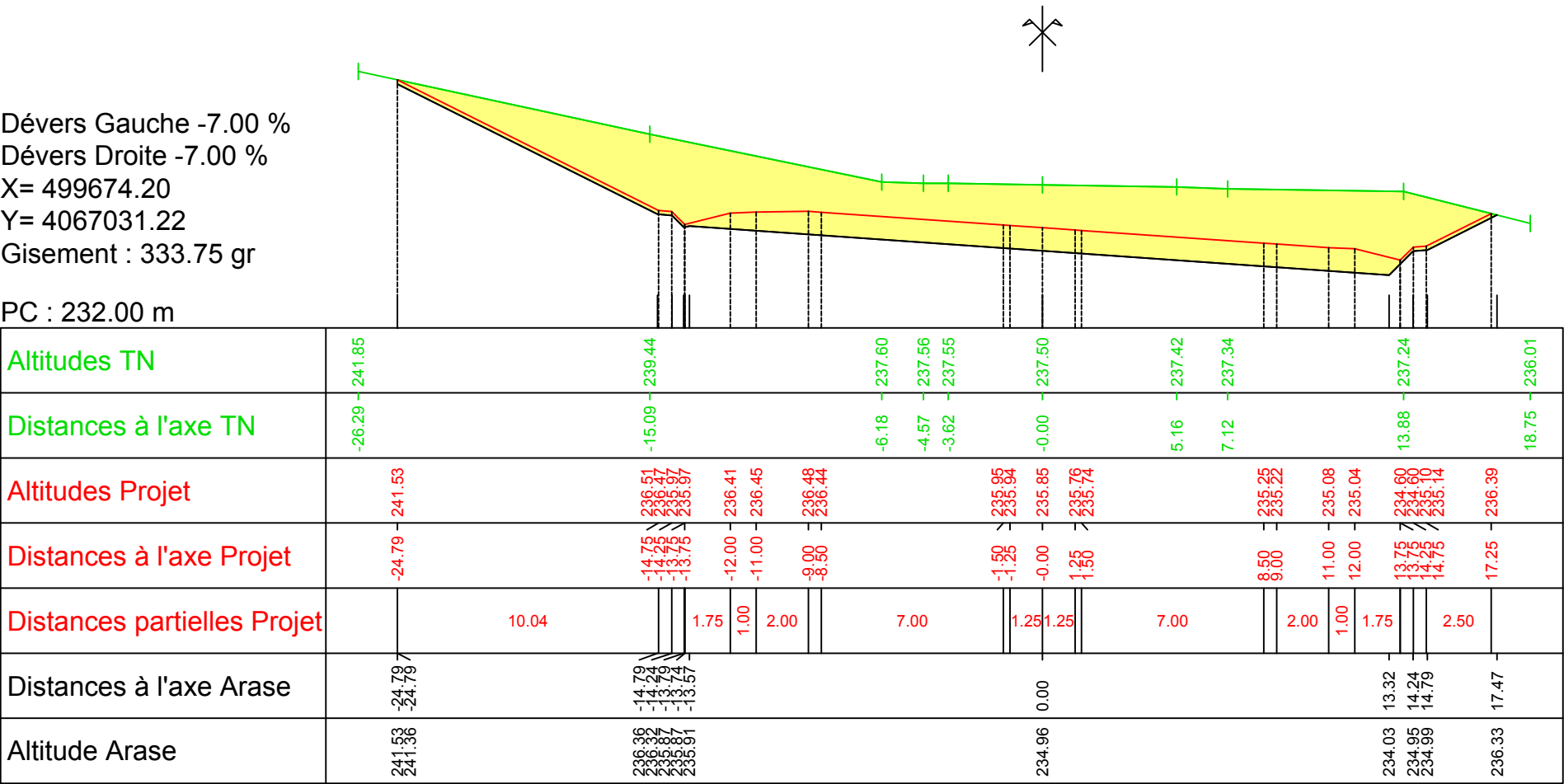
Profil en travers			
Réaliser par	BENIDIR Kamelia SMAIL Kamelia	ECHELLE	H : 1/200 V : 1/200
Vérifier par	Mme GHANEM Fadhila.	PROFIL	Profil en travers



Profil dessiné par AutoPISTE

■ Déblai

Axe : Axe 1
Profil n°: P07
Abscisse : 300.00 m
Echelle des longueurs : 1/250
Echelle des altitudes : 1/250



Date : 10/09/2022

Fichier : Dessin6



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou



Réalisation d'un tronçon de la voie express Donia parc

Profil en travers			
Réaliser par	BENIDIR Kamelia	ECHELLE	H : 1/200
	SMAIL Kamelia		V : 1/200
Vérifier par	Mme GHANEM Fadhila.	PROFIL	Profil en travers

