

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur de la recherche Scientifique
Université Amar Telidji – Laghouat

FACULTE : GENIE CIVIL ET ARCHITECTURE

DEPARTEMENT : GENIE CIVIL

Mémoire de fin d'étude master

Présenté par : Mekhademi Imane et Chelaouchi hadj Mustapha

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIE

FILIERE : TRAVAUX PUBLICS

OPTION : VOIES ET OUVRAGES D'ART

Thème

Etude du contournement de route d'évitement reliant la RN23 ET RN47
- côté sud de la ville d'Aflou -

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr Bederina Madani	Pr	Président
Mme Merghoub Messaouda	MAA	Examinatrice
Mr Dehina Karim	MCB	Encadreur

Promotion : juin – 2022

DEDICACES

Tout D'abord je remercie le bon Dieu tout miséricordieux
qui m'a donné le courage

Pour arriver à mener à bien ce travail.

Je dédie ce modeste travail : A ma Chère Mère et Papa
Frère (Okba) et sœurs (Ferial et Miral)

Et Mon amie Soraya Ben Amar

Mon binôme Mr Chelaouchi hadj Mustapha.

À tous mes amis en particulier

Bouchaiba Madani

Malika ben bouabdallha

Osama Zaoui

Sihame Bachier

Ouahiba Ahmad Yahyaoui

Fatna Djellik

Mekhademi Imane

Remerciments

Nous tenons à remercier Allah, le clément et le miséricordieux
de nous avoir donné la santé et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadreur Mr Dehina Karim
pour tous les efforts qui nous à consacrer pour accomplir ce travail.

On remercie les membres du jury M^r Bederina Madani et M^{me} Merghoub Messaouda,
Qu'ils trouvent ici l'expression de nos profonds respects pour avoir pris la peine
d'examiner notre mémoire

Nous remercions M^r A.Mahboubi, ingénieur à la direction des travaux publics,
pour sa disponibilité et son aide qui nous ont été très

bénéfiques , ainsi que M^r. Djaballah Ahmed , M^{me} Belmecheri Oum-Habiba
et ingénieur M^r Sahraoui Madani et M^r Bouchiba Madani

pour leurs Aides et leur encouragements ; Nous remercions également

La DTP de Laghouat En particulier, Monsieur le Directeur Neamane Somea
et le Bureau des études S.E.T.S - Sétif pour

les informations qui nous ont été fournies et la coopération dans
la fourniture d'assistance.

Nous remercions également tous les enseignants du département Génie Civil de
l'université du Amar Thelidji – Laghouat - .

Que toute personne ayant paricipé de près ou de loin à la réalisation
de ce travail ,acceptez nos grands et sincères remerciements.

ملخص مذكرة ماستر

الميدان: العلوم والتكنولوجيا

الشعبة: أشغال العمومية

التخصص: طرق ومنشآت فنية VOA

عنوان المذكرة: دراسة الطريق التجنبي الجنوبي لمدينة أفلو على مسافة 9 كلم.

المؤطر: الأستاذ دهبه كريم

تقديم الطلبة: - مخدمي إيمان - شلاوشي الحاج مصطفى

ملخص:

في هذه المذكرة ندرس المراحل المهمة لإنجاز طريق إجتنابي جنوبي لمدينة أفلو على طول 9 كلم التي تربط الطريقين الوطنيين 23 و 47، هو مشروع قائم لدى مديرية الأشغال العمومية ولكن لم يجسد على أرض الواقع بعد، وهذا ما جعلنا سباقين لدراسة هذا المشروع.

مدينة أفلو في توسع مستمر حسب المخطط المتحصل عليه من طرف مديرية التعمير والبناء، وهذا ما يجعل مشروعنا مهم من عدة نواحي:

أولاً: التقليل من الضغط على مدينة أفلو جراء التدفق المستمر للمركبات الذي هو في تزايد كل عام.

ثانياً: هذا الطريق سوف يساهم مستقبلاً في التنمية الاقتصادية للمدينة في عدة مناطق.

ثالثاً: تسهيل حركة المرور حول المدينة وذلك بربط محاور الطرق الأساسية ببعضها.

دراستنا تعتمد على إنجاز طريق بخصائص هندسية جيدة، وبتأبع الاقتراحات الهيكلية التالية:

هوامش الطريق: 3 متر، عرض الطريق 7 متر، السرعة المرجعية 100 كلم.

- كلمات مفتاحية: - طريق مزدوج، حركة المرور، المسار على المخطط، المقطع الطولي، المقطع العرضي، الطريق الإجتنابي، تصميم طبقات الطريق،

Résumé de mémoire de master

Domaine : Science et Technologie.

Filière : Travaux publics.

Option : Routes et ouvrages d'art.

Thème : Etude du contournement côté sud de la ville d'Aflou RN23 sur 9 km.

Présenté par : Mekhademi Imane et Chelaouchi hadj Mustapha.

Encadré par : Mr Dehina Karim.

Résumé : Dans ce mémoire nous avons étudié les étapes nécessaires pour la conception d'une de contournement sud de la ville d'Aflou sur une longueur de 09 km qui relie les routes nationales 47 et 23, une étude similaire a été déjà proposée par la direction des travaux publics de la wilaya de Laghouat sans qu'elle ne soit encore réalisée ce qui nous a encouragé à établir ce travail, l'importance de cette étude réside en :

- 1- La réduction du trafic au niveau de la ville d'Aflou suite à l'augmentation de la population et des usagers de la route.
- 2- La participation au développement économique de la ville dans plusieurs domaines.
- 3- Faciliter le transit autour de la ville en reliant les axes routiers importants.

✓ Notre étude consiste la réalisation d'une route avec des critères adéquats, en proposant la configuration suivante :

Les accotements de 03 m ; une voie double de 07 mètres de largeur ; une vitesse de référence de 100km/H.

Mots clés : double voie ; circulation ; profils en long ; Profils en travers La route d'évitement ; Tracé en plan ; Dimensionnement des chaussées.

Abstract of Master's thesis

Field: Science and Technology.

Sector: Public work.

Option: Roads and art infrastructures.

Theme: Study of the bypass on the south side of Aflou RN23 over 9 km.

Presented by: Mekhademi Imane and Chelaouchi hadj Mustapha.

Supervised by: Mr Dehina Karim.

Abstract:

We have studied in this thesis all the most necessary stages about the design of a southern bypass of Aflou over a length of 09 km which link the two national roads 23 and 47, knowing that a similar study has already been proposed by the direction of public works (the wilaya of Laghouat) but that it was not yet carried out which encouraged us to establish this work, from where the importance of this study is:

- 1- The reduction of traffic pressure in Aflou following the population increase and road users.
- 2- This participation in the economic development of the city on many domains.
- 3- Facilitate the transit around the city by connecting the major roads.

Our study consists of the realization of a road with good architectural criteria, respecting the following propositions:

The shoulders of 03 m; the width with 07 m lenght; a reference speed of 100 km/h.

- ✓ **Key words:** double road - traffic - itinerary on plan – transversal section- the longitudinal section; avoidance road; Plan layout; Design of pavements.

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ

DÉDICASES

REMERCIEMENT

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

NOTATIONS ET SYMBOLES

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....1

CHAPITRE - I. PRÉSENTATION DU PROJET ET OBJECTIFS

I.1-PRÉSENTATION DU PROJET

I.1- Introduction.....3

I.1.1- Présentation de la wilaya de Laghouat3

I.1.2- Infrastructure routière4

I.1.3- Présentation de la Ville d'Aflou5

I.1.3.1- Généralités et historique de la chaussée d'Aflou RN236

I.1.3.2- Situation du projet de dédoublement de la RN23.....6

I.1.3.3- Directions de la route nationale RN 23.....7

I.1.4- Géologie de la région d'Aflou.....7

I.1.4.1- Stratigraphie7

I.1.4.2- Tectonique8

I.1.5- Climatologie de la ville d'Aflou8

I.1.6- Aperçu historique de la RN23 d'Aflou.....8

I.1.7- Aperçu du nouveau projet dédoublement de la RN23.....11

I.1.7.1- Répartition du projet dédoublement avec des 08 lots.....11

I.1.7.2- Déplacement des réseaux.....12

I.1.8- Présentation du projet12

I.1.8.1- Objectif de l'étude12

I.1.8.2-Démarche de l'étude13

I.1.8.3- Contraintes du projet14

I.1.8 – Conclusion.....14

CHAPITRE II ÉTUDE SOMMAIRE DE VARIANTES

II.1- Introduction.....	15
II.1.1- développement des infrastructures routières	15
II. 1.2- Le schéma de structure	15
II.1.3- Certaines notes importantes prises par la Direction d'Urbanisme et de la Construction DUC et doivent être respectées.....	16
II.1.4- les sites d'extensions.....	16
II.2- Explication concernant les Variantes.....	17
II.2.1- Variante 01	17
II.2.2- les Variantes 2, Var 3A et Var 3B.....	18
II.3 -Conclusion.....	21

CHAPITRE- III DONNEES DE BASE

III.1-Introduction.....	22
III.2- Environnement De La Route.....	22
III.2.1- La dénivelée cumulée moyenne.....	22
III.2.2- La sinuosité moyenne	23
III.2.3 - Paramètres fondamentaux.....	24
III.2.4 - Application au projet.....	25
III.2.4.1-Catégorie	25
III.2.4.2- Calcule dénivelée cumulée moyenne.....	25
III.2.4.3- Calcule la sinuosité moyenne.....	25
III.2.4.4-Type d'environnement.....	25
III.2.4.5- Temps de perception réaction.....	26
III.2.4.6- Coefficient de frottement longitudinal (FL).....	26
III.2.4.7- Coefficient de frottement transversal (FT).....	26
III.2.4.8- Distances de freinage.....	27
III.2.4.9- Distances d'arrêt.....	27
III.2.4.10- Distances de visibilité de dépassement minimale.....	27
III-3 ETUDE DE TRAFIC.....	28
III.3.1- Introduction.....	28
III.3.2 -Quelques définitions.....	28

III.3.3- Analyse des trafics.....	28
III.3.3.1- Comptages.	29
III .3.3.1.1 -. Comptages automatiques.....	29
III .3.3.1.1 - Comptages Manuel.....	29.
III .2.4 - Connaissance des flux (les enquêtes)	29.
III. 4- Différents types de trafic.....	29
III.5 -Calcul de la capacité	30
III .5.1- Définition.....	30
III .5.2- Projection future du trafic.....	30.
III. 5.3- Calcul des trafics effectifs.....	31
III .5.4 Débit de pointe horaire normal.....	31
III .5.5- Débit horaire admissible.....	31
III .5.6- Détermination du nombre de voies.....	32
III.6- Application au projet	33
III. 6.1- Les données de trafic	33
III.6.2- Calcul du trafic à l'année horizon.....	33
III .6.3- Calcul du trafic effectif.....	33
III .6.4- Débit de pointe horaire normale.....	34
III .6.5- Débit admissible.....	34
III .6.6- Le nombre des voies	34
III .6.7- Calcul de l'année de saturation	34
III.6.7.1 - Résultats de calcul.....	34
III.7- Conclusion.....	35

CHAPITRE IV ÉTUDE GÉOMETRIQUE DE LA ROUTE

IV-1 Introduction	36
IV-2- Le trace en plan... ..	36
IV.2.1- Définition.....	36
IV.2.2 - Règles à respecter dans le tracé en plan.....	37
IV.2.3- Eléments du trace en plan.....	37
IV.2.3.1- Droites (Alignements).....	38
IV.2.3.2- Arcs de cercle	39

IV.2.3.2.1 -Stabilité en courbe.....	39
IV.2.3.2.2 - Visibilité en courbe	41
IV.2.3.2.3 - Sur largeur	41
IV.2.3.3 – Les courbes de raccordement	42
IV.2.3.4 - Type de courbes de raccordements.....	42
IV-3- Expression mathématique de la clothoïde	42
IV-4- Le choix d’une clothoïde doit respecter les conditions suivantes	43
IV.5 – Notion de devers.....	44
IV.5.1- Devers en alignement.....	44
IV.5.2- Devers en courbe.....	44
IV.5.3- Rayon de courbure	44
IV.5.4- Calcul des devers	45
IV.5.5- Raccordement de devers.....	45
IV.5.6- Choix de la vitesse de référence.....	45
IV.5.7- Vitesse de projet.....	46
IV.5.8 - Paramètres fondamentaux de projet	46
IV.6- Application Au Projet.....	47
IV.6.1- Rayon minimal absolu RHm.....	47
IV.6.2- Rayon minimal normal RHn.....	47
IV.6.3- Rayon au dévers minimal RHd.....	47
IV.6.4- Rayon minimal non déversé RHnd.....	47
IV.7- Calcul d’axe.....	48
IV.7.1- Exemple de calcul d’axe manuellement.....	48
IV-8 - Profil En Long.....	52
IV.8.1. Règles à respecter dans le tracé du profil en long.....	52
IV.8.2. Élément géométrique du profil en long	52
IV.8.3 - Coordination du tracé en Plan et du profil en long.....	52
IV.8.4- Déclivités	53
IV.8.4.1 - Déclivité minimale	53

IV. 8.4.2- Déclivité maximale.....	53
IV.8.5- Raccordements en profil en long.....	54
IV.8.5.1 - Raccordements convexes (angle saillant)	54
IV.8.5.2 - Raccordements concaves (angle rentrant)	55
IV.9- Caractéristiques des profils en long.....	56
IV.9.1- Détermination pratique du profil en long.....	56
IV.9.2- Application Au Projet.....	58
IV.10 – Profil en travers	59
IV.10.1- Introduction.....	59
IV. 10.3 - Classification du profil en travers.....	61.
IV.10.3.1 - Types de profil en travers.....	61
IV.10.3.1.1 - Le profil en travers type	61
IV. 10.3.1.2 - Le profil en travers courant	61
IV.10.4 - Application au projet	61
IV.11-Cubatures.....	63.
IV.11.1- Introduction.....	63
IV.11.2- Définition.....	63
IV.11.3 - Méthode De Calcul Des Cubatures.....	63
IV.11.3.1. Description de la Méthode.....	64
IV.11.3.2 – Méthode de gulden	65
IV.11.3.3- Méthode de linéaire.....	65
IV.11.4- Calcul Des Cubatures De Terrassement.....	66
IV.12- Conclusion.....	66

CHAPITRE V DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

V.1- Introduction.....	67
V.2- Dimensionnement Du Corps De La Chaussée.....	67
V.2.1 - Définition De La Chaussee.....	67
V.3 - Les Différents Structures De Chaussée.....	67
V.3.1- Les chaussées souples	67
V. 3.2- Les chaussées semi- rigides	68

V.3.3- Les chaussées rigides	68
V.4- Rôles Des Différentes Couches De Chaussée	69
V.4.1 - Les couches de surface.....	69
V.4.2- Les couches d'assise (corps de chaussée)	69
V.5- Les facteurs déterminants pour les études de dimensionnement de chaussées	70
V.5.1- Le Trafic	70
V.5.2 - Le climat et l'environnement.....	71
V.5.3- Les matériaux	72
V.6- Les Principales Méthodes De Dimensionnement	72
V.6.1- Méthode C.B.R « California -Bearing - Ratio »	72
V.6.2 Méthode du catalogue des chaussées	73
V.7- Application Au Projet.....	73
V.7.1- Méthode de l'indice CBR.....	73
V.7.2- Méthode du catalogue des chaussées Neuves.....	76
V.7.3 -Choix de dimensionnement.....	80
V.8 – Conclusion.....	80

CHAPITRE VI : OUVRAGES D'ART, ASSAINISSEMENT ET SIGNALISATION

VI.1- Introduction.....	81
VI-2 Ouvrages D'art Et Assainissement.....	81
VI.2.1- Objectif de l'assainissement.....	81
VI.2.2 : Assainissement de la chaussée	81
VI.2.3. Définitions des ouvrages d'assainissement.....	81
VI. 2.3.1. Bassin versant.....	81
VI.2.3.2. Types des canalisations.....	82.
VI.2.3.3. Collecteur principal (canalisation).....	82
VI.2.3.4. Chambre de visite (cheminée).....	82.
VI.2.3.5- Sacs.....	83
VI.2.3.6- Fossés de crêtes.....	83

VI.2.3.7- Descente d'eau	83
VI.2.3.8- Le regard	83.
VI.3- Réseau de crête de talus de déblai.....	83.
VI.3.1- fossés de pieds de talus de remblai et fossé de pied de talus de déblai	83
VI.3.2- Réseau de crête de talus de remblai.....	84
VI.3.3- Conception des fosses	84
VI.4 -Application Au Projet.....	85
VI.4.1- Descentes d'eaux.....	86
VI.4.2- Conclusion.....	86
VI.5 - Les ouvrage des écoulements des eaux.....	86
VI. 5.1-Passages submersibles.....	86
VI.5.2- Fossés.....	86
VI. 5.3-Les dalots.....	87
VI.6- facteurs influençant sur le choix des ouvrages hydrauliques.....	87
VI.6.1- Critères de Dimensionnement.....	87
VI.6.2- Conditions à respecter lors de la vérification hydraulique des ouvrages de rétablissement.....	88
VI. 6.3 – Protection des ouvrages hydrauliques.....	89
VI.7-Application A notre Projet.....	89
VI.7.1- Tableau récapitulatif des ouvrages courants.....	90
VI.8 - Aménagement Des Carrefours.....	90
VI.8.1- Introuduction.....	90
VI.8.2- Principes généraux d'aménagement d'un Carrefour.....	91
VI.8.2.1 La visibilité.....	91
VI. 8.2.2 La vitesse.....	92
VI. 8.2.3 La sécurité.....	92
VI.8.2.4 Les îlots.....	92
VI.8.2.5 La sélectivité.....	93
VI.8.2.6 Signalisation.....	93

VI.8.3- Classement Des Carrefours.....	93
VI.8.3.1- Carrefour à trois branches.....	93.
VI. 8.3.2- Carrefour à quatre branches.....	93
VI.8.3.3- Carrefour a plus de quatre branches.....	94
VI.8.4- Carrefours Giratoire.....	94
VI. 8.4.1 Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire.....	94
VI. 8.4.2- Choix du type de Carrefour.....	95
VI. 8.4.3- Les principaux critères à prendre en compte sont.....	95
VI. 8.5 - Application Au Projet.....	96
VI.9- Signalisation Routiere.....	97
VI.9.1. Introuduction.....	97
VI.9.2- Dispositifs de Retenue.....	97
VI.9.2.1- Mise en Oeuvre des glissières métalliques de type A et B.....	97
VI.9.2.2 Rôle de la glissière.....	98
VI.9.3. Signalisation.....	98
VI.9.4. Les Types de Signalisation	98
VI.9.4.1- Signalisations horizontales	98
VI.9.4.2- Lignes longitudinales	98
VI.9.4.3- Lignes transversales	99
VI.9.4.4- Autres signalisation	99
VI.9.4.5- Signalisations verticales	100
VI.9.5. Application Au Projet	101

LIST DES TABLEAUX

LIST DES TABLEAUX

CHAPITRE-I

TABLEAU I-1 : Réseau routier de la wilaya de Laghouat.....	4
---	----------

CHAPITRE II

TABLEAU II.1: Comparaison entre les variantes.....	20
---	-----------

CHAPITRE III

TABLEAU III.1: Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée Moyenne	23
TABLEAU III.2: Classification de la sinuosité moyenne	24
TABLEAU III.3: Environnement en fonction du relief et de la sinuosité	24
TABLEAU III.4: norme du B40	25
TABLEAU III.5: temps de perception réaction.....	26.
TABLEAU III.6: Coefficient de frottement longitudinal.....	26
TABLEAU III.7: Coefficient de frottement transversal.....	26
TABLEAU III.8: Distances de freinage 1	27
TABLEAU III.9: Distances de freinage 1	27
TABLEAU III.10: Distances de visibilité	27.
TABLEAU III.11: Coefficient d'équivalence P	31
TABLEAU III.12: coefficient lié à l'environnement	32
TABLEAU III.13: coefficient de réduction de capacité	32
TABLEAU III.14: Les capacités théoriques	32
TABLEAU III.15: Récapitulatif des résultats du calcul.....	34

CHAPITRE IV

TABLEAU IV.1: Rayons du tracé en plan B40	41
TABLEAU IV.2: Paramètres fondamentaux (B40).....	46
TABLEAU IV.3: Valeur des différents rayons calculés et ceux donnés par B40....	47
TABLEAU II.4 : Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé.....	49
TABLEAU IV.5: Valeur de la déclivité maximale.....	53
TABLEAU IV.6: Rayons convexes [B40].....	55

LIST DES TABLEAUX

TABLEAU IV.7: Rayons concaves (angle rentrant)[B40].....	55
---	----

CHAPITRE V

TABLEAU V.1: Classification des trafics en France	71
--	----

TABLEAU V.2: Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau.....	73
--	----

TABLEAU V.3: Classification des réseaux principaux	77
---	----

TABLEAU V.4: Classement de sole en fonction de l'indice de CBR	78
---	----

TABLEAU V.5: Exprimé les classe de sol en fonction de la déflexion	78
---	----

TABLEAU V.6: L'importance de sol en fonction de l'indice de CBR.....	79
---	----

TABLEAU V.7: Les zones climatiques de l'Algérie.....	79
---	----

TABLEAU V.8: Epaisseur de couche de fondation en fonction de La portance du sol.....	79
--	----

CHAPITRE VI

TABLEAU VI.1 : les ouvrages busés existants pour ce tronçon.....	91
---	----

TABLEAU VI-2 : caractéristiques des lignes discontinues.....	100
---	-----

Introduction Générale

Introduction générale

L'histoire des routes couvre une période qui commence avec la sédentarisation de l'homme, il y a 10 000 ans, jusqu' à l'époque contemporaine. La première moitié du XIX^{ème} siècle a été une grande époque pour la voirie.

L'entretien des routes nationales, communales et de wilaya, est maintenant bien organisée, avec des cantons et des cantonniers permanents et avec des subdivisions dont les tâches sont précises et l'exécution des travaux surveillé.

Il y'a eu longtemps des controverses sur l'adoption du procédé de Mac Adam, qui a fait ses preuves en Angleterre : il comporte des chaussées moins épaisses, en supprimant l'encaissement et le gros blocage de Très aguet, mais elles sont établies au-dessous du sol naturel, avec des matériaux d'empierrement concassés, bien calibrés et propres, pour rendre leur couche à peu près imperméable.

L'évolution des routes et du transport routier dans son ensemble a passé par plusieurs étapes : des premiers sentiers de l'Âge de pierre, puis, les voies romaines et les chemins de Saint-Jacques, et enfin les routes et autoroutes modernes. Contrairement à d'autres sujets, comme l'histoire de l'informatique, ou encore l'histoire des chemins de fer, l'histoire des routes est très ancienne. De ce fait, il est difficile d'obtenir une vision d'ensemble de celle-ci, puisque les changements sont presque imperceptibles, à l'échelle d'une vie humaine.

De plus, les routes ne se sont pas développées de façon uniforme, d'un continent à l'autre, et c'est pour cela que qu'il est toujours nécessaire de proposer un aperçu rapide de l'évolution des routes, à défaut de présenter l'état de chaque route dans chaque région du monde. Cela permet une synthèse historique globale des différentes avancées, en matière de routes.

Les techniques scientifiques évoluent cependant et l'utilisation combinée de la télédétection, des systèmes d'information géographiques ou des différents types d'imagerie permettent de défricher de nouvelles problématiques.

L'accroissement de la vitesse des véhicules a également conduit à améliorer les tracés des routes en augmentant le rayon des virages, en réduisant le bombement des chaussées et en donnant à leur profil en travers un dévers convenable dans les courbes.

Puis le développement de la circulation a obligé d'élargir les routes au départ des grandes villes alors que les anciennes n'avaient jamais eu plus de 2 voies de circulation. L'augmentation du poids des camions a quant à elle nécessité la construction de chaussées plus solides, plus épaisses ou plus rigides. On a, d'ailleurs, amélioré cette technique

Introduction générale

En mettant au point des émulsions de goudron et de bitume puis des bitumes fluxés avec divers solvants, et en faisant des revêtements plus ou moins rugueux.

Et c'est aussi en adoptant, dans certains cas, des dalles en béton de ciment ou des couches de matériaux enrobés de goudron ou de bitume par suite de l'extension continue du réseau de voies ferrées reliant le nord vers le sud et l'est avec l'ouest.

Aujourd'hui, le réseau national a été réalisé, en améliorant les nombreuses sections de routes rectilignes, qui avaient de trop fortes pentes et adoucies en adoptant des tracés plus longs et plus sinueux. On a percé aussi le premier grand tunnel routier au nord d'Algérie et à l'est comme les tunnels KHERRATA et de CHIFFA.

Pour notre étude nous allons traiter un cas pratique d'un projet d'infrastructure routier. C'est un raccordement qui relie les deux routes, RN47 et RN 23 sur 9.026 km au niveau de la ville d'Aflou Wilaya de Laghouat. La problématique de ce projet est souvent liée à l'importance de l'étude technique C'est-à dire Comment réaliser un tracé avec de bonnes caractéristiques géométriques dans un relief accidenté ?

Pour réaliser la conception de ce projet, on va utiliser les logiciels Auto PISTE 2016 et AutoCAD 2018.

- Notre travail est structuré comme suit :

- **Introduction générale**
- **CHAP. I : Présentation du projet et objectifs**
Cette approche implique la définition d'objectifs, la description
- **CHAP II : Données de base.**
(Calculs d'environnement et trafic routier).
- **CHAP III : Etude sommaire de variantes.**
(Options disponibles pour notre projet)
- **CHAP IV : Etude géométrique de la route.**
(Tracé en plan, Profil en long et Profil en travers)
- **CHAP V : Dimensionnement du corps de la chaussée.**
(Structure de chaussée)
- **CHAP VI : Ouvrages D'art Et Assainissement.**
(Assainissement de la chaussée, Ouvrages et drainage des eaux)
- **Conclusion générale.**

Chapitre I

Présentation Du Projet Et Objectifs

I-1- Introduction

Dans ce chapitre, nous avons collecté toutes les informations nécessaires pour la reconnaissance de l'étude. Ce chapitre présente la wilaya de Laghouat en général et la Daïra d'Aflou en particulier sa position géographique, historique, géologie et infrastructurelle. Enfin nous avons mis l'accent sur l'objectif de cette réalisation.

I-1-1 Présentation de la wilaya de Laghouat

La wilaya de Laghouat est une wilaya d'Algérie en Afrique du Nord. Elle compte **455 602** habitants sur une superficie de **35 413 km²**. La densité de population de la Wilaya de Laghouat est donc de **12,9** habitants par km².

Laghouat, Aflou et Tajmoute sont les plus grandes villes de la Wilaya de Laghouat parmi les **24** Communes qui la composent. Le Climat semi-aride sec et froid est le climat principal de la Wilaya de Laghouat.[1]

La Wilaya de Laghouat est divisée en 10 daïras :

La daïra d'Aflou - la daïra d'Aïn Madhi - la daïra de Brida - le daïra d'El Ghicha

La daïra de Gueltat Sidi Saad - la daïra de Hassi R'mal - la daïra de Ksar El Hirane

La daïra de Laghouat - la daïra d'Oued Morra et la daïra de Sidi Makhlouf.

Comme le montre la figure I-1, elle est limitée géographiquement par :

- * La wilaya de Djelfa au Nord ;
- * La wilaya de Djelfa à l'Est ;
- * Les wilayas de Tiaret et El Bayadh à l'Ouest ;
- * La wilaya de Ghardaia au Sud.[1]

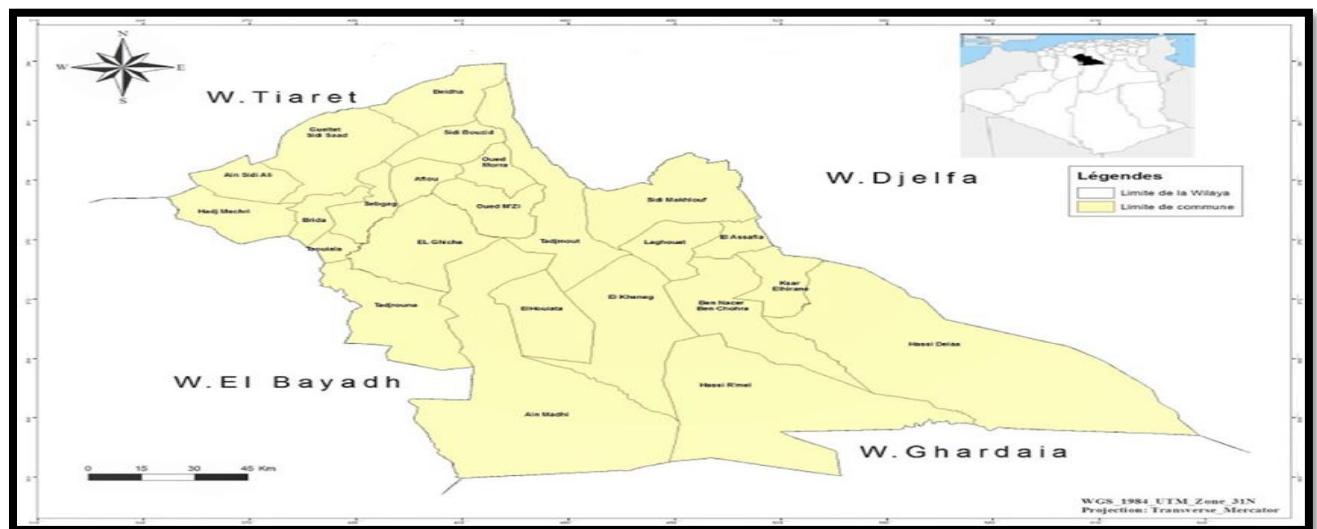


Figure I -1 : Carte de la wilaya de Laghouat

I-1-2 Infrastructure routière

Laghouat dispose d'un réseau routier important d'une longueur de 1476 km
(Tableau I-1 et Figure I-2)

Tableau I-1 : Réseau routier de la wilaya de Laghouat [1]

Catégorie	Niveau d'initialisation			Ouvrages d'art (U)
	Routes revêtues (Km)	Double voie (Km)	Longueur du réseau (km)	
Les routes nationales RN	403	203	403	75
Les chemins de wilaya CW	573	30	573	17
Les chemins de commune CC	500	/	500	16
Total	1476	233	1476	108

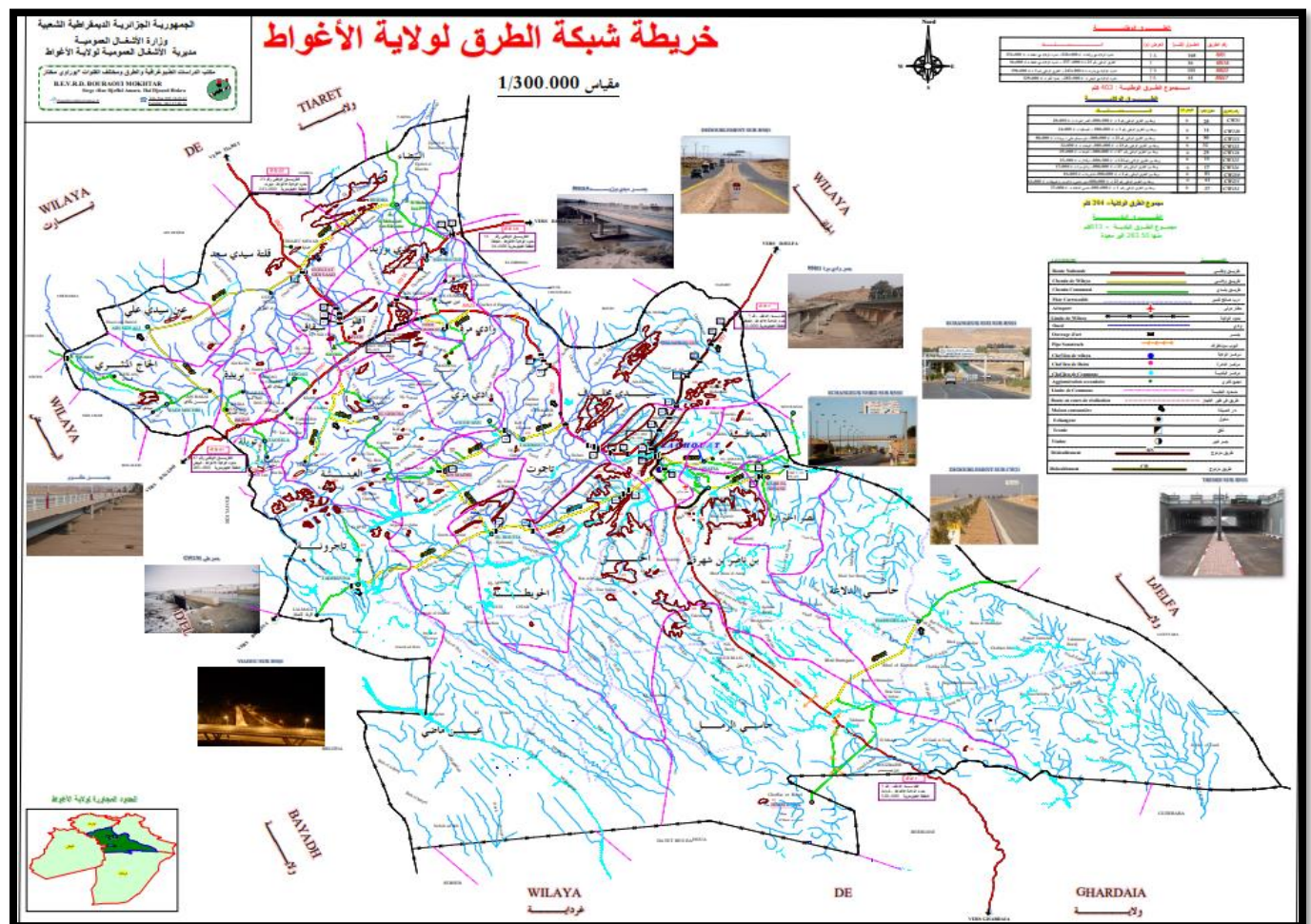


Figure I -2 : Réseaux routiers de la wilaya de Laghouat [1]

I-1-3 Présentation de la Ville d'Aflou :

Aflou est une commune de la wilaya de Laghouat. C'est l'une des premières daïras du pays et qui a connue d'importants événements durant la guerre de libération nationale.

La ville d'Aflou distante de 110km du chef-lieu de la wilaya de Laghouat, est desservie par les routes nationales N° 23, reliant TIARET aux villes du Sud, et la route nationale N° 47 la reliant à EL BAYADH et la région sud-ouest et la route nationale N° A1 la reliant à la wilaya de Djelfa et la région nord. Le 13 novembre 1874, les Français y créent le chef-lieu d'une commune mixte de la subdivision de Mascara, destiné à administrer le Djebel Amour. Au sud-est du département d'Oran, touchant aux territoires de Ghardaïa et d'Ain-Sefra, isolé par de vastes étendues, bastion de l'Atlas Saharien, frontière entre le Sahara et les Hauts Plateaux, le Djebel Amour est une région des plus originales. Sa superficie est assez grande, environ 100 kilomètres sur 60, avec un tronçon étroit au sud correspondant aux terrains de parcours nomades, exactement 7710 km². Aflou se trouve donc au cœur de ce massif, exactement aux coordonnées 34° 6' 50" Nord, 2° 5' 50" Est à 1426 mètres d'altitude. C'est une des localités les plus élevées et l'une des plus froides d'Algérie (jusqu'à -10° en hiver), malgré sa latitude.[31]



Figure I -3: Ville d'Aflou. Google Earth 08/05/2022.

I-1-3-1- Généralités et historique de la chaussée d'Aflou RN23

La route nationale N°23 a été construite en 1960 -1961 avec des moyens qui n'étaient pas aptes à réaliser un projet d'une telle envergure.

Elle a été refaite dans les années 70 avec quelques changements de tracé.

En effet, elle est constituée par :

- Un remblai, reposant sur le sol support, constitué de matériaux tout venant d'oueds et terre meuble compactée à sec aux engins lourds.
 - Une couche de base en matériaux carbonatés (tuf) mis en place, humidifiés et compactés aux pneus lourds 45T et légers 10T.
 - Une couche de roulement avec imprégnation au Cut - back 0/1 sur 7m de large à raison de 1.2 kg/m².
- **1ere couche** : Cut - back 400/600 sur 6m de large à raison de 1.4kg/m² de gravier 15/25 dosé à 161/m².
- **2 éme couche** : Cut - back 400/600 sur 6m de large à raison de 1.1kg/m² de gravier 8/15 dosé à 111/m². [2].

I-1-3-2 Situation du projet de dédoublement de la RN23

L'itinéraire faisant l'objet de la présente étude n'est autre que le tronçon de la RN23 qui appartient à la wilaya de Laghouat Aflou et qui s'étend sur 151km à partir du village hessienne – Edhib, pk 243, au nord-ouest de la wilaya de Laghouat, jusque à l'intersection de la RN23 avec la RN1, PK394, en passant par la ville d'Aflou, PK291.

Les routes nationales RN23 et RN47 la reliant à différentes destinations dans l'ouest du pays via El - Bayadh et Tiaret, Cette position de plaque tournante dans le développement des régions limitrophes lui a ouvert, à la faveur aussi de ses importantes potentialités naturelles, des horizons prometteurs dans sa dynamique économique, tous secteurs confondus, à même de lui offrir les moyens, à l'appui d'un bon maillage infrastructurel de base, d'assurer cette mutation attendue.

Cette route nationale n°47 Ce qui sera en cas d'intersection avec notre projet n'est pas concernée par le projet de double route à l'heure actuelle, malgré son importance.

I-1-3-3 Directions de la route nationale RN 23

La route nationale de RN23 suit en gros 4 directions :

- 1- pk243 hessienne - edhib -pk290 Aflou : ce tronçon a une direction N.O - S.E ;
- 2- PK291-PK aflou - pk246 el hadjeb: direction O.S.O - E.N.E;
- 3- pk 346 el hadjeb - pk 386: direction S.S.E - N.N.O;
- 4- pk 386 - pk 391 croisement RN1 - RN23 : direction E.O.

Cette suite de changements de directions est due au fait que cette route traverse une série de montagnes qu'il fallait absolument éviter afin de minimiser le prix de revient de la route. [2]

I-1-4 Géologie de la région d'Aflou

La route nationale N° 23 fait en gros une direction NW - SE et traverse une série d'anticlinaux et de synclinaux. Les reliefs sont assez élevés ; on note les altitudes suivantes (du SE vers le NW) : 778m ; 1011m ; 1063m ; 1212m ; 1499m ; 1243m ; 1200m.

Remarque : la wilaya de Laghouat est traversée par chaîne de l'Atlas Saharien avec des sommets qui dépassent les 2000m.

On remarque, d'ores et déjà qu'en suivant cette direction, les altitudes augmentent, au fur et à mesure, jusqu'à la ville d'Aflou, A partir de là, et en direction de HASSIANE - EDHIB, les altitudes commencent à décroître.[1]

En tant que point de convergence d'axes routiers névralgique dont les routes nationales RN23 et RN47 la reliant à différentes destinations dans l'ouest du pays via El -Bayadh et Tiaret.

Cette position de plaque tournante dans le développement des régions limitrophes lui a ouvert, à la faveur aussi de ses importantes potentialités naturelles, des horizons prometteurs dans sa dynamique économique, tous secteurs confondus, à même de lui offrir les moyens, à l'appui d'un bon maillage infrastructurel de base, d'assurer cette mutation attendue [2]

I-1-4-1- Stratigraphie :

La RN23 passe sur une série stratigraphique assez complexe représentée du haut vers le bas par :

- Les formations quaternaires ;
- Les formations tertiaires ;
- Les formations secondaires.

Toutes ces formations appartiennent à la série stratigraphique de l'atlas saharien.[1]

I-1-4-2- Tectonique :

Du point de vue tectonique, la 1ère information que nous avons et qui doit être soulignée, est le fait que la route en question, traverse une série d'anticlinaux et de synclinaux ayant une direction NE-SW ; cette série est faillée, les plis sont bien individualisés, et parfois nous avons des replis multiples, les pendages ont parfois des valeurs assez élevées, comme par exemple à la sortie d'Aflou vers Tiaret ou les pendages atteignent des valeurs de 60°.

Il en est de même au djebel el Azreg, ou les pendages atteignent parfois 50° ; ceci prouve que la région a subi une tectonique assez importante durant les temps géologiques.

Cette tectonique a engendré des plissements assez importants, les principales failles ont une direction SW-NE (direction globale de l'atlas saharien) et sont parfois perpendiculaires à l'axe de la chaussée.

Ces failles peuvent engendrer des perturbations, quand il s'agit d'ouvrages importants, mais concernant la route, elles n'ont aucun inconvénient qu'elles soient chevauchées par la chaussée.[1]

I-1-5 Climatologie de la ville d'Aflou

On peut, d'ores et déjà, diviser l'itinéraire en deux tronçons inclus dans 2 zones climatiques relativement différentes.

Un 1^{er} tronçon de 100 km, du PK243 au PK343, situé à une altitude NGA comprise entre 1000 m et 1400 NGA Où la température moyenne journalière est de l'ordre de 18°C.

La moyenne des maximas est de 37°C et celle des minimas est de -7°C

La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 300mm/an et on y compte à peu près 3 mois de neige par an (décembre, janvier, février).

Notons que dans ce premier tronçon la formation de gel est assez fréquente en hiver.

- Un second tronçon de 45 km du PK 298 au PK 343 situé entre l'altitude 1000NGA et 778NGA et reçoit une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 150mm/an et dont la température moyenne annuelle est de l'ordre de 24°C, la moyenne des maximas est de l'ordre de 40°C et celle des minimas de 3° à 5°C [1]

I-1-6 Aperçu historique de la RN23 d'Aflou :

Bref historique de la liaison RN23 reliant Mostaganem à Laghouat (intersection avec la RN1 à l'entrée Nord de Laghouat). L'itinéraire reliant Mostaganem a été aménagé du temps de la colonisation. Il s'agit alors de l'aménagement d'une route très sommaire qui était caractérisée par :

Son étroitesse : 3m de largeur de couche de roulement.[1]

- Ses ouvrages permettant le passage d'un seul véhicule à la fois.
- Sa sinuosité : nombreux virages à rayons très réduits.
- Sa vitesse de base ne dépassant pas les 30 km/h.

Cette route a été conçue et construite juste pour les besoins de la colonisation.

Cet axe traverse l'actuelle wilaya de Laghouat sur un linéaire de 155km : PK243 au PK398

Un premier tronçon de 88km (du PK243 au PK331) qui dépendait de l'ancienne wilaya de Tiaret est resté avec les mêmes

Caractéristique (aucune amélioration ni changement) jusqu'en 1976, date à laquelle la nouvelle wilaya de Laghouat a entrepris l'étude et la réalisation d'un nouveau tracé avec des caractéristiques modernes adaptées aux besoins du trafic :

- **Largeur de plate-forme 11m**
- **Largeur de revêtement 7m**
- **Profils en plan et en long avec des rayons plus grands.**

Ceci a nécessité des gros travaux de terrassements et la construction de beaucoup d'ouvrages d'art (dont un pont de plus de 220ml et des ouvrages busés comportant plusieurs buses dont l'ouverture dépasse les 3m, ainsi que de nombreux ponts de portées plus réduites).

Le deuxième tronçon de 67km (PK331 au PK398) qui dépendait de l'ancienne wilaya des oasis avait été complètement reconstruit vers le milieu des années 1960 avec les techniques sahariennes de construction des routes.[1]

Cette partie comporte de nombreux ponts en maçonnerie. Au début des années 1980, les 7 derniers kilomètres de cette route ont été complètement repris, avec un nouveau tracé et ce afin de supprimer les virages dangereux et surtout déplacer l'intersection avec la RN01 en vue d'amélioration de sa visibilité et d'éviter les nombreux accidents en ce point noir (ancienne intersection).[1]

Depuis 2007 la RN23 a bénéficié de renforcement et de modernisation, de même cet axe a bénéficié des petites opérations de dédoublement, soit à la traversée des agglomérations (qu'il y a lieu de contourner aujourd'hui), Soit pour traiter les zones particulièrement dangereuses.

Le total du linéaire dédoublé est de 25km Mais ces actions n'ont pas suffi à cette route pour lui permettre d'assurer le déplacement des biens et des personnes dans normes de confort et de sécurité conformes aux besoins d'un trafic qui ne fait qu'évoluer en nombre et en poids.

Ceci implique obligatoirement une augmentation de la capacité de la route. Il y'a lieu donc de renforcer et de moderniser l'actuelle chaussée et de construire parallèlement une nouvelle chaussée de dédoublement avec les ouvrages et les aménagements que cela induirait. [1]

La route nationale RN23 de hassian Edhib (limite nord – Ouest de la wilaya de laghouat PK243+000 jusqu'au carrefour RN01 – RN23 au PK298+000 a été construite durant les années 1960-1961 en utilisant des moyens limités existants à l'époque, ce qui influe sur la géométrie de la route. Dans les années 1970, elle a subi une modernisation avec quelques changements de tracé, mais elle reste toujours dans sa totalité loin des exigences des normes appliquées vis- à –vis des routes d'une telle evergure, et à partir de l'année 2005 des renforcements ont été réalisés avec un corps de chaussée moderne (GNT ; GB et BB) et la projection de quelques ouvrages d'assainissement (tous types) , mais le tracé en plan et le profil en long reste toujours le même (Présence des virages dangereux, des pertes de tracé , des zones inondables traversées par des passages submersibles) ; et vu l'augmentation du parc des véhicules, plusieurs accidents ont été constatés au niveau de cet axe, vu les paramètres suscités. A cet effet, la direction des travaux publics de la wilaya de laghouat a lancé une étude du dédoublement de cette route en exigeant au bureau d'étude de corriger toutes les insuffisances existantes et transformer la voie existante en une voie expresse avec une vitesse de référence de 120km/h, afin d'éliminer aux maximum les accidents, tout en jouant, en même temps, le rôle d'une pénétrante à l'autoroute des hauts plateaux.[1].



Figure I -4 : Photos de l'accident de Septembre 2014 (17 morts et 27 blessés) [1]

L'axe routier « Laghouat – Aflou » a enregistré, ces dernières années, notamment au niveau du lieu-dit “ jeddar ” sur le territoire de la commune d'oued- Morra, deux des plus lourds bilans, l'un en septembre 2014 ayant fait 17 morts et 27 blessés (**Figure I -4**), et l'autre en juin

2016 ayant causé 32 morts et 22 blessés, ce qui amené les responsables à réfléchir sur le projet de dédoublement de la RN23. Le tronçon de 15km du pk316+000 au pk331+000 (Zone jeddar - commune d'oued Morra) en fait partie.[1]

I-1-7 Aperçu du nouveau projet de dédoublement de la RN23

Dans le cadre des efforts effectués pour l'amélioration des conditions de circulation en matière de sécurité et d'écoulement du trafic et de l'aptitude du réseau routier national à répondre à son évolution, la direction des travaux publics de la wilaya de Laghouat a mandaté le bureau d'études SETS, pour l'élaboration d'une étude de dédoublement de la RN23, entre la wilaya de Laghouat et la limite de wilaya de Tiaret sur 155km (Figure pièce A3 SETS) [1]

I-1-7-1 Répartition le projet dédoublement avec des 08 lots

- * Lot 01 du pk398+000 au pk368+000 (21 km El hajeb) ;
- * Lot 02 du pk368+000 au pk351+000 (17 km El hajeb et msekka) ;
- * Lot 03 du pk351+000 au pk337+000 (14 km msekka et carrefour ain chohada) ;
- * Lot 04 du pk337+000 au pk316+000 (20 km carrefour Ain chohada et carrefour Ain Osman) ;
- * Lot 05 du pk316+000 au pk303+000 (13 km carrefour Ain osman et carrefour RN01a N23) ;
- * Lot 06 du pk303+000 au pk292+000 (20 km extension du contournement d'Aflou) ;
- * Lot 07 du pk292+000 au pk267+000 (25 km entre carrefour sidi okba et gueltet sidi Saad) ;
- * Lot 08 du pk267+000 au pk243+000 (24 km entre gueltet sidi Saad et hessian dhib).[1]

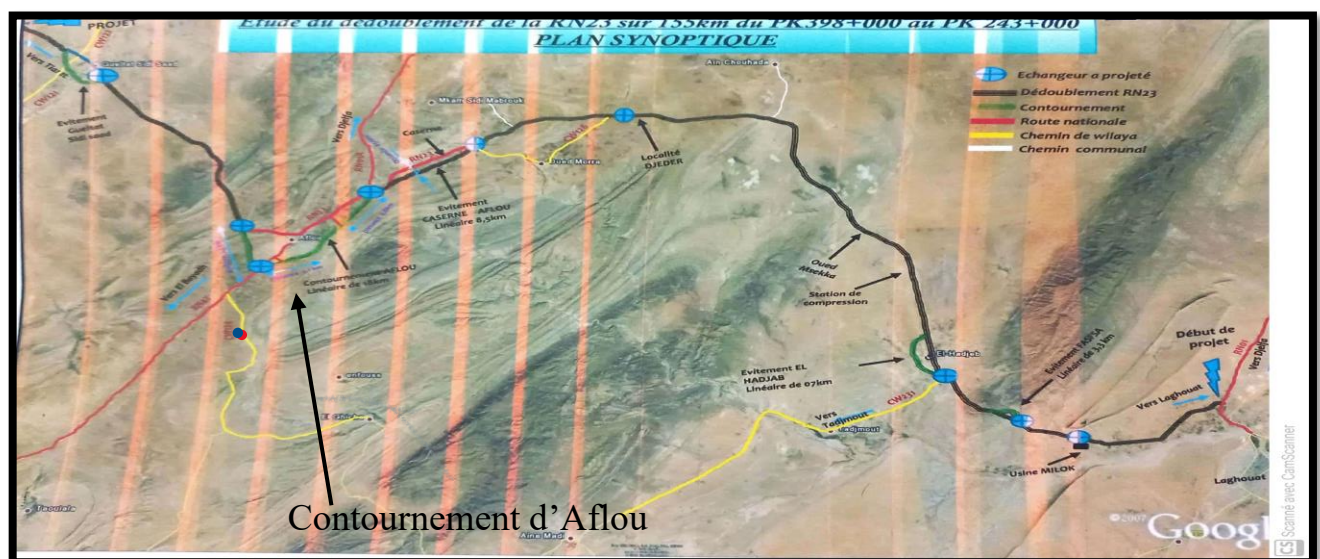


Figure I -5 : Plan synoptique (Etude du Contournement). [1]

I-1-7-2 Déplacement des réseaux

L'étude des réseaux pour la construction de la route consiste, en premier lieu, à localiser, d'une part, tous les réseaux existants interceptés par le dédoublement, et d'autre part, tous les réseaux projetés à court et moyens termes dans la zone d'étude.

Les réseaux sont classés en deux grandes catégories :

- Réseaux apparents ;
- Réseaux souterrains.

Les réseaux apparents sont levés directement sur terrain pendant la phase d'étude topographique, quel que soit la nature de cette dernière.

Les réseaux souterrains ne sont pas pris en compte par l'étude topographique.

La méthodologie de cette tâche consiste à superposer le projet de dédoublement avec les projets des différents concessionnaires de :

- ✓ Electricite;
- ✓ Gaz;
- ✓ Petrol;
- ✓ Telecommunication;
- ✓ Eau potable;
- ✓ Eau irrigation;
- ✓ Assainissement.

I-1-8 Présentation du projet

I-1-8-1 Objectif de l'étude :

Le présent projet d'étude s'introduit dans le cadre du contournement de la commune d'Aflou, wilaya de Laghouat, par la réalisation d'une nouvelle route reliant la **RN23** avec la **RN47** sur un linéaire de **9.026 Km** (Figure I-6).

Cette nouvelle déviation a pour objet de minimiser le trafic à l'intérieur de la ville d'Aflou Et d'assurer la fluidité et la sécurité pour les passagers.

A ce sujet, cette route Va être d'une grande importance pour la population, par l'extension projetée sur une vingtaine d'année envisagée par de la direction d'urbanisme, comme il est schématisé dans la carte jointe ?

Aussi, ce contournement permettra, au future, le développement économique et la croissance démographique encouragent l'émergence de nouveaux comportements socio-économiques (grâce à l'investissements dans le secteur immobilier de la part des particuliers, des communautés ou des organismes publics, l'espace urbain est réaménagé) La modernisation et l'évitement de la concentration croissante de la population dans la ville, en même temps.

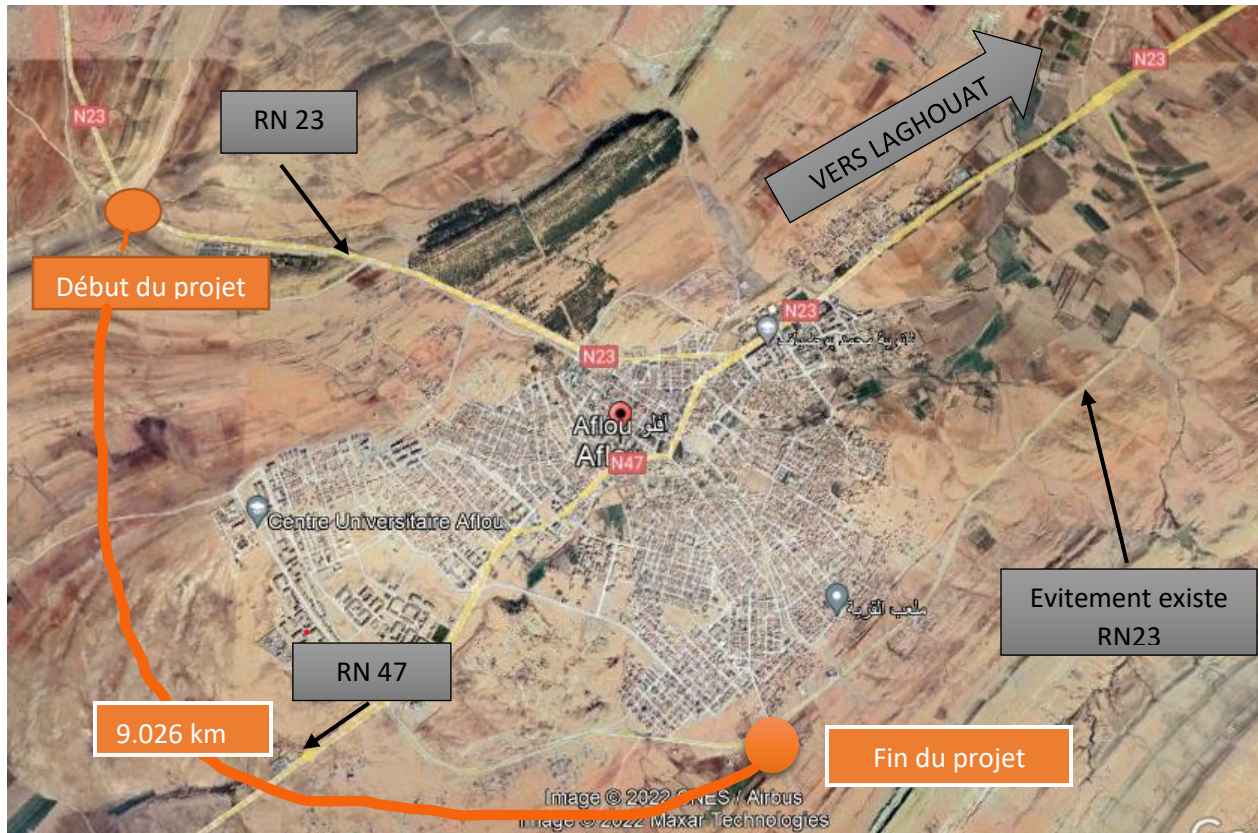


Figure I -6 : Début et fin du projet, Google Earth 08/05/2022 [12]

I-1-8-2 Démarche de l'étude :

Pour atteindre l'objectif visé, notre étude a été structurée comme suit :

- ✓ 1 - Définir le tracé par la détermination des points de raccordement (PK) reliant la RN23 avec RN47.
- ✓ 2 - Définir le trafic des usagers de passage circulant sur cette future route.
- ✓ 3 - levé topographique tout en mentionnant les obstacles existants.
- ✓ (Nous avons obtenu un relevé topographies du Bureau des Etudes **SETA.**)
- ✓ 4 - Etude géométrique des profils en long et en travers.
- ✓ 5 - Etude de sol afin de d'étudier le dimensionnement du corps de la chaussée.
- ✓ 6 - Vérification des croisements de cette route avec les réseaux existants (AEP, GAZ.TEL, ligne HT et MT.... Ext) et les protections envisagées.
- ✓ 7 - Conception des carrefours suivant les degrés de complexités.
- ✓ 8 - Définir la ligne du projet tout en évitant les déblais excessifs.
- ✓ 9 - Choix des matériaux de réalisation du corps de la chaussée.
- ✓ 10 - Estimation du coût du projet.

I-1-8-3 Contraintes du projet :

Afin de d'entamer cette étude on doit, en premier lieux, définir toutes les contraintes et obstacles que nous allons rencontrer durant la réalisation des travaux, pour avoir toutes les solutions avec leur impactes financier sur le coût total du projet, à savoir :

- 1- La nature et relief du terrain.
- 2- La nature du sol.
- 3- Le croisement avec les cours d'eau importants.
- 4- Le croisement avec les réseaux existants et leur protection.
- 5- Estimation des expropriations en cas des traversées des propriétés privées, Ou traverser des routes déjà terminées.

I-1-8 - Conclusion

Afin de réaliser ce projet d'étude, il est impératif de préciser que la ville d'Aflou est une ville économique et qui constitue la nécessité d'une augmentation de la capacité de la route La réalisation de ce raccordement va permettre de minimiser le trafic à l'intérieur de la ville d'Aflou et d'assurer la fluidité et la sécurité pour les passagers.

Chapitre II

Etude Sommaire De Variantes

II.1- Introduction

Le développement de la commune d'Aflou ne peut être conçu dans une vision de développement uniquement local. Il est indispensable à cet effet de l'inscrire dans le cadre des recommandations et des orientations générales énoncées par les instruments d'aménagement du territoire en amont. Ces derniers sont représentés par le Schéma Régional d'aménagement du territoire (SRAT des Hauts plateaux centre), le plan d'aménagement de la wilaya de Laghouat (PAW) et par l'étude prospective.[7]

Cette orientation se basent sur :

- La valorisation des potentialités agropastorale
- La préservation du milieu naturel et l'environnement
- Le renforcement et amélioration du réseau de communication
- La structuration et organisation de l'espace
- La revitalisation des espaces ruraux [7]

II.1.1- développement des infrastructures routières :

A l'échelle communale, pour la promotion des lieux dits aux centres ruraux importants qui dynamiseront l'espace rural, il est nécessaire de les desservir par des chemins carrossables.

Il s'agit primordialement de relier les lieux dits de douar ouled sidi khaled, ain erouin et ouimer à la RN A01 et par une route goudronnée.

Aussi, il y lieu :

- Relier les hameaux aux RN (23, 47, et A01) et entre eux par des voix goudronnées

Quant à l'agglomération chef-lieu, il y'a lieu de procéder au revêtement de toutes les voies de l'ACL et prioritairement les voies primaires et secondaires définies par le PDAU révisé.[7]

II. 1.2- Le schéma de structure :

Afin d'avoir une agglomération structurellement et fonctionnellement équilibrée, un schéma d'organisation et de structure est à adopter qui devra tenir compte des orientations suivantes

➤ La création de 04 centres secondaires aptes à soutenir le centre-ville actuel, ces centres sont :

- **Centre 01** : localisé au, nord de l'agglomération. Il va regrouper les équipements par le pos N°12
- **Centre 02** : situé à la sortie ouest de l'agglomération, Il concentrera les équipements prévus par les pos N° 04, N°08.
- **Centre 03** : situé au Nord-Ouest, il englobe les équipements prévus par les pos N°07 et N° 10.
- **Centre 04** : localisé sur les bords de la RN47 (vers el - baydha). Cette zone accueillera les programmes d'habitats et des équipements prévus à long terme par les pos N°13 et N°14.[7]

II.1.3- Certaines notes importantes prises par la direction de la construction et de la construction DUC et doivent être respectées

- ✓ La bonne répartition des équipements sur tout le périmètre de l'agglomération d'ici le long terme.
- ✓ La mise en place d'une structure routière (voies primaires et secondaires) capable d'assurer une bonne liaison entre les différentes de l'agglomération.
- ✓ Embellir le tissu urbain par des zones de reboisement au niveau des terrains à fortes pentes situées de part et d'autre de l'agglomération, ainsi qu'au niveau des zones de servitudes telles que : la zone inondable, le passage du gazoduc, etc.
- ✓ Le lancement des opérations d'amélioration urbaine au niveau de tout l'agglomération.[7]

II.1.4- les sites d'extensions :

Les sites retenus pour l'extension et qui vont prendre en charge les programmes d'habitat et des équipements sociaux induits des besoins des populations futures sont comme suit :

- **Site 01** : situé à la sortie nord de la ville vers Tiaret, il s'étale sur une superficie totale de 44.50ha.
- **Site 02** : S'étalant sur une superficie de 344.70ha, ce site est situé au nord-ouest de l'ACL, À droite de la route RN47 en allant vers ELBAYDHA dont 98.55ha pour le centre Universitaire et leur extension future. **(Voir la carte A3 Plan d'aménagement ville d'Aflou et Plan Etet de fait ville d'Aflou).**
- **Site 03** : S'étalant sur une superficie de 269.18ha, ce site est situé au Sud-Ouest de l'ACL, à Gauche de la route RN47 en allant vers elbaydha
- **Site 04** : Ce site, s'étalant sur une superficie d'environ 58ha, constitue l'extension du côté Nord - est et le prolongement du Site 01 les terrains situés dans cette partie d'extension recevront un programme de logements collectifs et individuels en plus une zone touristique et quelques équipements d'accompagnements et de loisir. [7]

II.2- Explication concernant les variantes :

Durant les premières étapes de l'étude du contournement pour la réalisation du contournement de la ville d'Aflou nous avons opté pour quatre (04) variantes les plus rentables en matière de cout de réalisation et rentabilités.

II.2.1- Variante 01 :

Cet itinéraire a été choisi uniquement en fonction de la distance parcourue, qui est courte, estimée à environ 06 kilomètres, par rapport au reste des options.

Mais dans cette variante nous avons constaté les contraintes suivantes :

- Présence d'un foret dans le choix de tracé.
- Terrain accidenté et rocheux d'où le cout de terrassement.
- Présence des cours d'eau importants qui Exigent la réalisation des longs ouvrages d'art.
- La présence de terres agricoles privées peut rendre notre projet coûteux en termes de compensation que nous paierons

A Cet effet nous avons écarté cette variante côté Nord de la ville d'Aflou (Figure III.1)

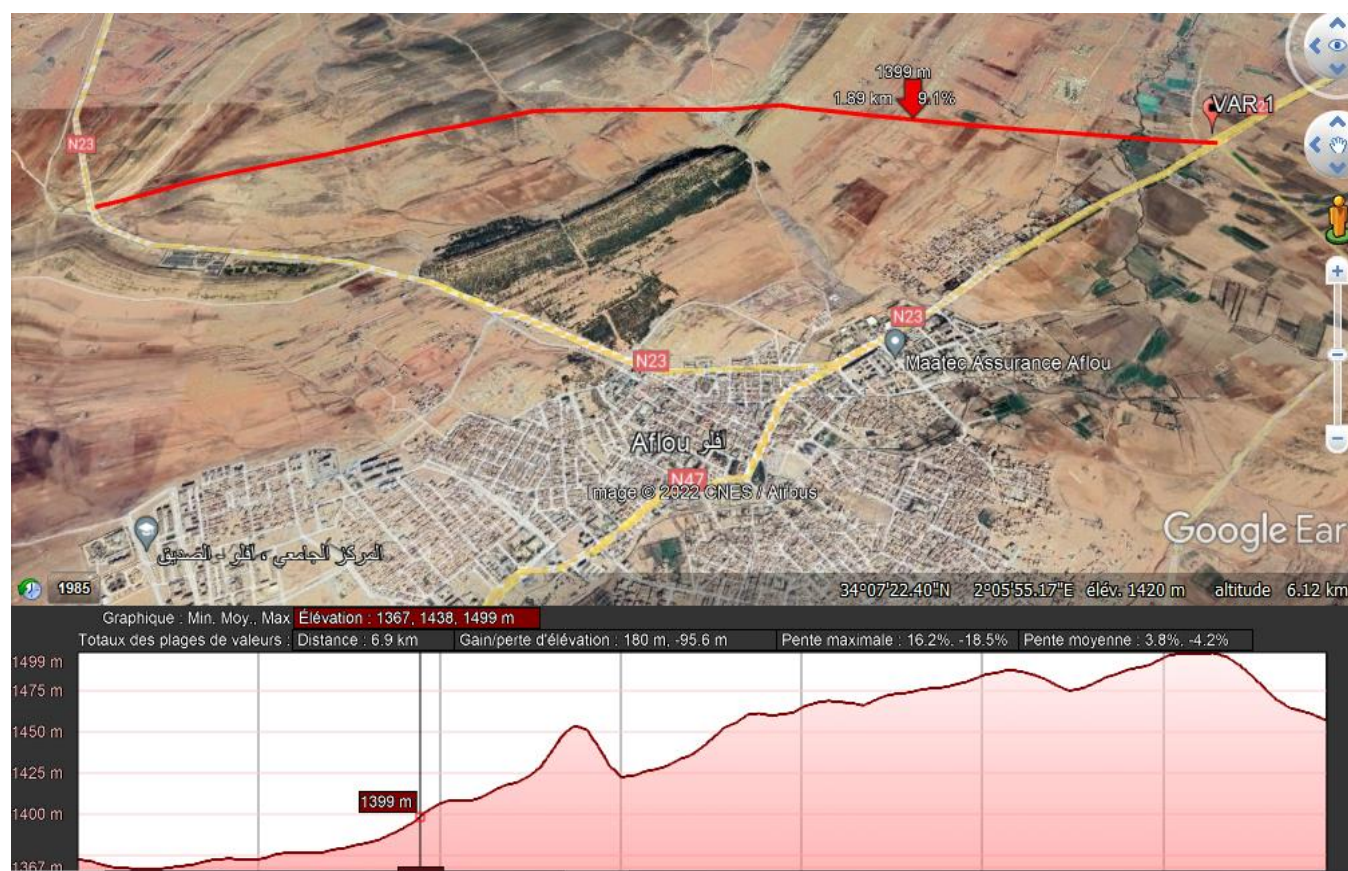


FIGURE II.1: Image satellite Google Earth, (11/05/2022)

Profil en long du tracé en plan de la variante 01 sur 6km

II.2.2- les Variantes 2, Var 3A et Var 3B :

Afin de faire le choix entre les trois variantes ; nous avons consulté le plan de l'extension (PDAU) de la ville d'Aflou et la position de nos tracés par rapport à l'éventuelle extension projetée. (Voir la carte d'extensions A3).

Sur la base du plan [celui du P.D.A.U] on a constaté que tracé des variantes 2 et 3A se trouve dans l'extension de la ville ; qui nous ramène à écarter ces derniers et de choisir la dernière variante ; qui est V3B (FIGURE III.2)

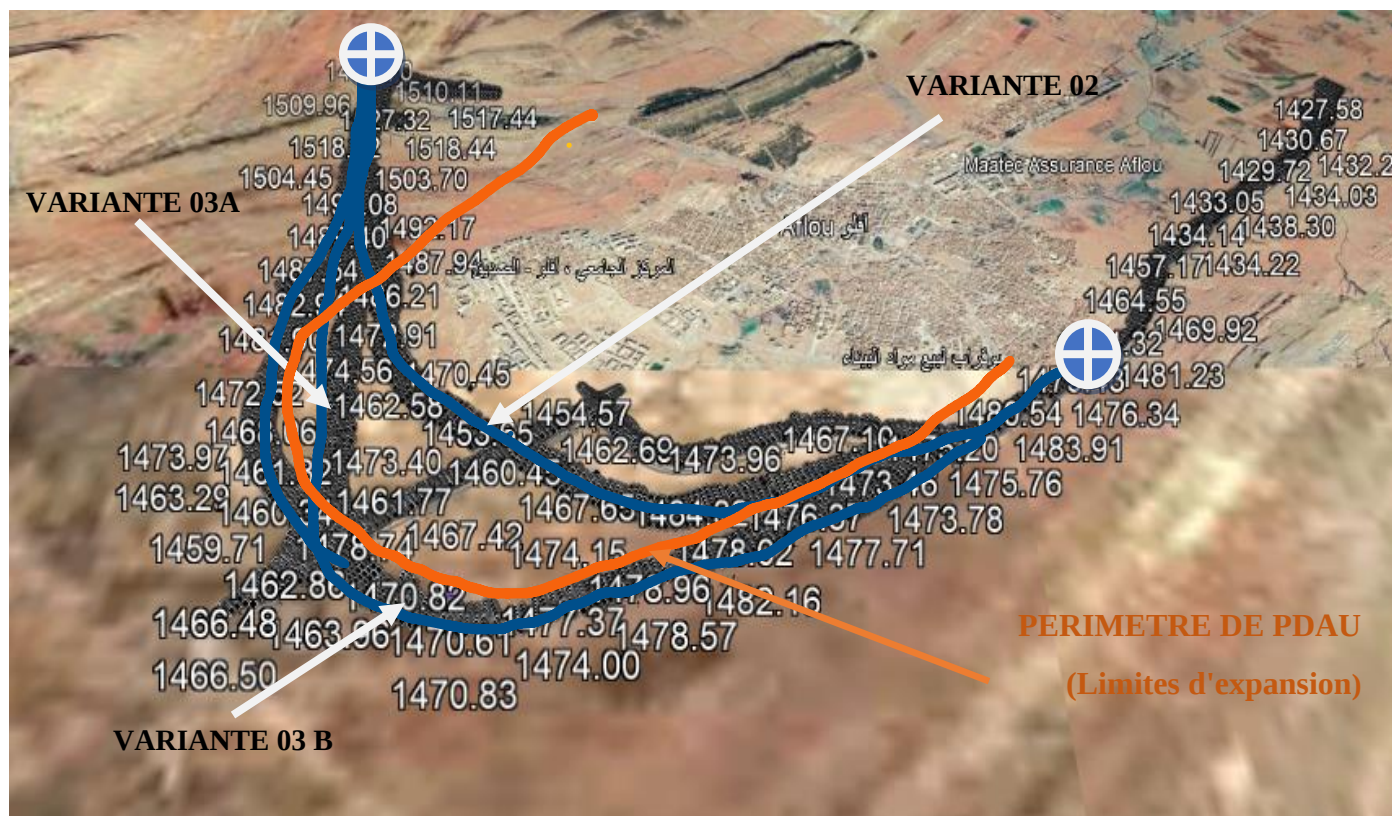


FIGURE II.2: Image satellite Google Earth, (6/6/2022)

Les trois propositions dans la région sud de la ville d'Aflou



FIGURE II.3 : Image satellite Google Earth, (6/6/2022).

Profil dénivelé variante 02 sur 7.62 km



FIGURE II.4 : Image satellite Google Earth, (6/6/2022).

Profil dénivelé variante 03A sur 8.38km

La variante 3B se trouve à la limite du PDAU à environ 180ml de l'axe de la nouvelle route ; A reformuler toutes les conditions des routes que ce soit de sécurité ou d'exploitation, à savoir que ce choix est le plus long Par rapport à la première variante mais avec moins de contraintes plus économiques.

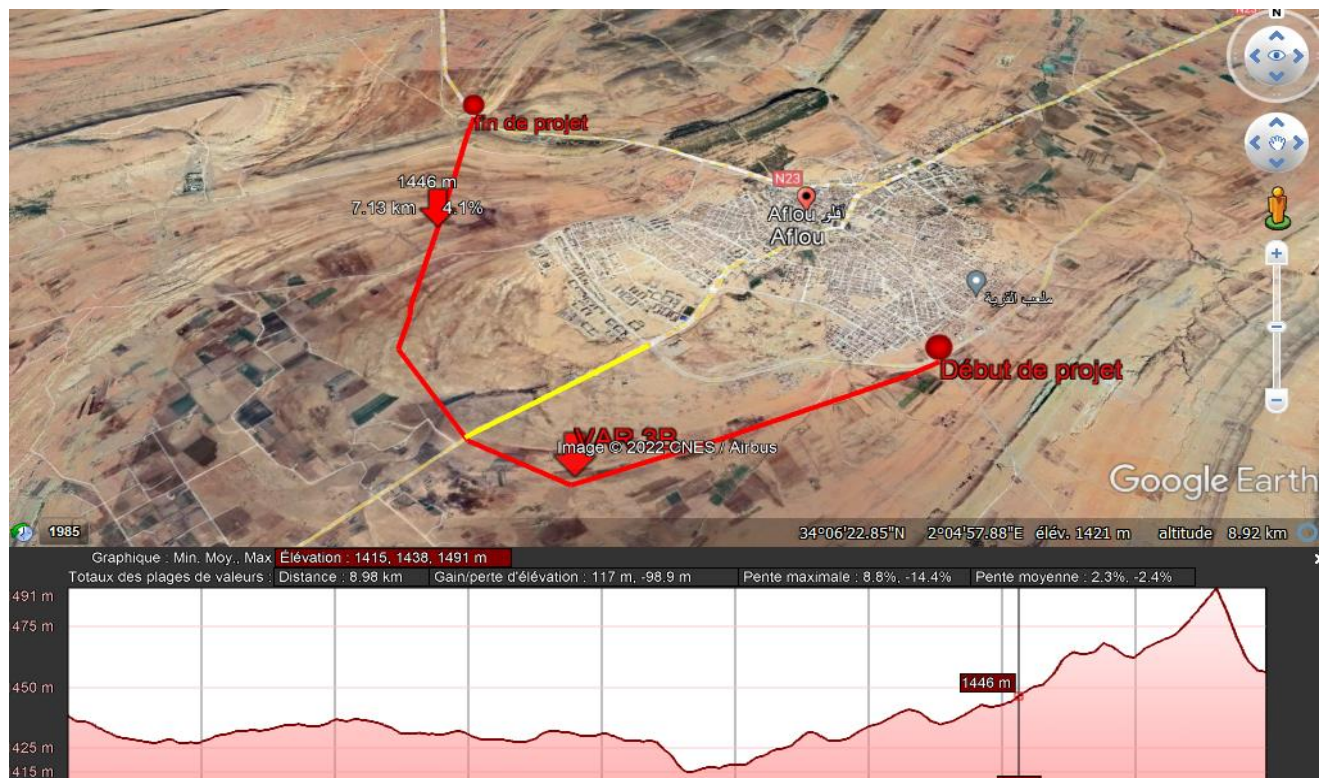


FIGURE II.5: Image satellite Google Earth, (11/05/2022)

Profil en long du tracé en plan de la variante 3B sur 9.026 km

Tableau II.1: Comparaison entre les variantes

Avantages		Inconvénients
Variante 01	- Courte distance, qui est estimée 6km	- Terrain accidenté et rocheux - Présence des cours d'eau importants qui Exigent la réalisation des longs ouvrages d'art. - Indemnisation, qui rendra notre projet coûteux en raison du passage de notre route sur une propriété privée - La présence d'un obstacle forestier
Variante 02	- Les terrains traversés sont à vocation agricole en majorité - Cet évitement est d'un linéaire de 7.62 km - Terrain plat sans obstacles dans la deuxième tranche du projet	- Le début du projet l y a une haute montagne, Selon le levé topographique, la hauteur est d'environ 40 mètres. - Peut dépasser la pente de 5%
Variante 03A	- Les terrains traversés sont à vocation agricole en majorité - Cet évitement est d'un linéaire de 8.38 km - Terrain plat sans obstacles dans la deuxième tranche du projet	- Extensions de la ville d'Aflou était un obstacle - Zone pastorale et agricole
Variante 03B	- En allant L'intersection du projet avec la route nationale n° 47 - Cet évitement est d'un linéaire de 9.026 km - Terrain plat sans obstacles dans la deuxième tranche du projet	- Le début du projet l y a une haute montagne, Selon le levé topographique, la hauteur est d'environ 40 mètres. - Peut dépasser la pente de 5% - Zone pastorale et agricole

II. 3 -Conclusion :

L'état actuel de la zone par rapport au projet :

Le caractère rural de la Zone du projet, fait que la majorité des terrains traversés par le projet sont à vocation agricole précisément pastorale, quelques espaces du site sont consacrés à la céréaliculture, il faut souligner la présence des pistes agricoles exploitées par les agriculteurs et quelques installations qui leurs appartiennent à savoir des fermes.

Les ouvrages linéaires existant dans l'environnement du projet sont représentés par :

- La route nationale numéro 23.
- La route nationale numéro 47.
- Pistes agricoles.
- Lignes des poteaux électriques MT.
- Lignes des fibres optiques.
- Conduites de transfert de gaz HP.
- Les projets des investissements à savoir usine d'eau d'Aflou.

A la fin notre choix a été fait en sélectionnant la variable nommée VAR 3B, qui est la plus convenable parmi les propositions disponibles comparant aux autres, dont ils n'existent pas beaucoup d'obstacles sauf la montagne qui se situe au début du projet avec une hauteur de 40 mètre, ce qui nous a conduits à faire une grande fouille. La 2 -ème partie du projet était plate.

Et l'autre obstacle était l'extension au future de la ville d'Aflou, comme l'indique le plan avant et après l'extension. (Vois le plan A3 – Plan état de fait ville d'Aflou).

(Vois le plan A3 – Plan d'aménagement ville d'Aflou)

Chapitre III

DONNEES DE BASE

III.1-Introduction

Les données de base sont des éléments essentiels qui doivent être préalable à tout projet de la réalisation ou d'aménagement d'infrastructures routières. L'objectif de l'étude du trafic en phase préliminaire est de faire le diagnostic de la situation actuelle et d'entamer une analyse rétrospective des trafics extérieurs afin de proposer un programme de recensement optimisé, elle constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers une ville économique tel que Aflou.

III.2- Environnement De La Route

L'environnement est par définition l'état actuel du relief et il y a trois classes d'environnement (E1, E2, E3) ont été proposées et sont caractérisées par deux indicateurs [5]

- * La dénivelée cumulée moyenne h/L .
- * la sinuosité moyenne L_s/L .

III.2.1- La dénivelée cumulée moyenne h/L

La somme en valeur absolue des dénivelées successives rencontrées le long de l'itinéraire, et la Dénivelée cumulée totale comme total. [3]

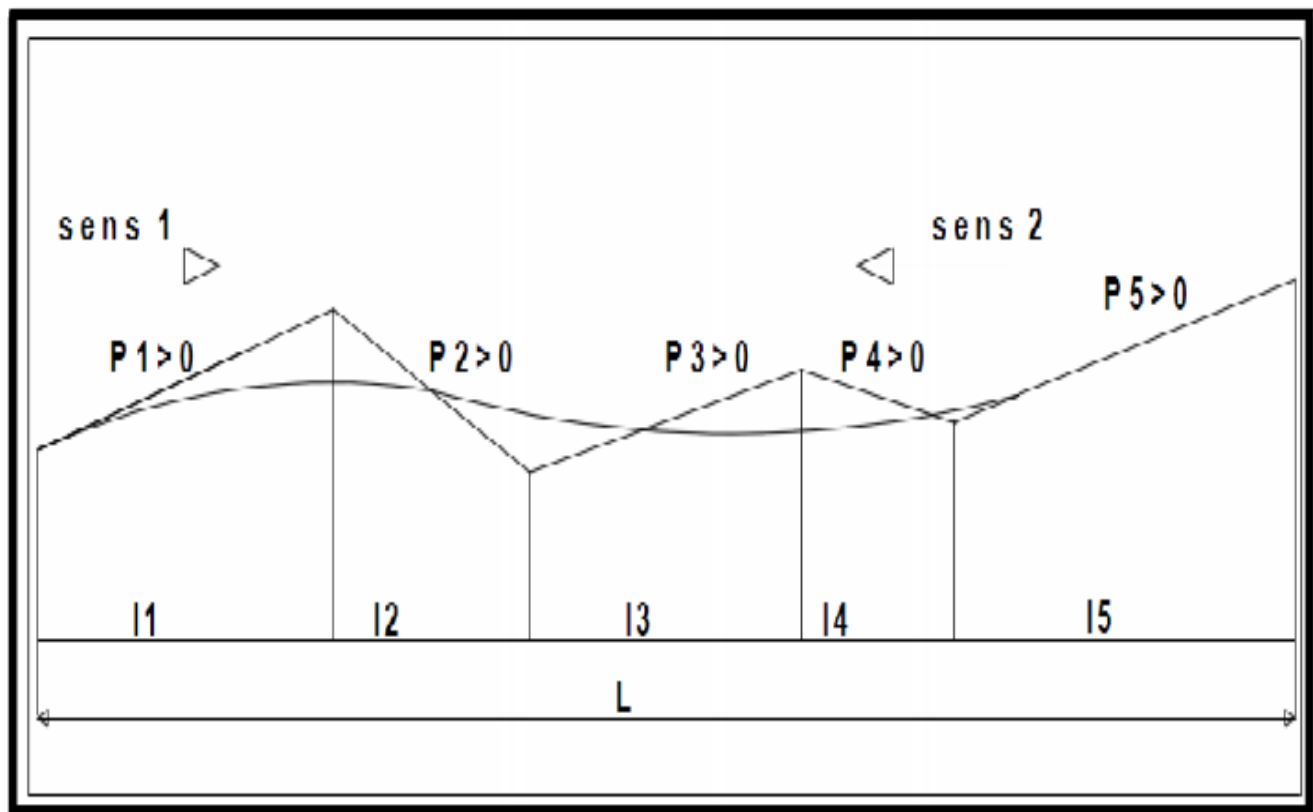


Figure III.1: la dénivelée cumulée moyenne h/L

- * h_1 : dénivelée cumulée sens 1 : $h_1 = \sum p_i * l_i$ $p_i > 0$ **Eq III.1**
- * h_2 : dénivelée cumulée sens 2 : $h_2 = \sum p_i * l_i$ $p_i < 0$ **Eq III.2**
- Et : $h = h_1 + h_2$ **Eq III.3**

Le rapport de la dénivelée cumulée totale h à la longueur de l'itinéraire permet de mesurer la variation longitudinale du relief (Figure III.1).

Selon la valeur de la dénivelée cumulée moyenne, le relief peut être classé comme montré sur le tableau III.1.

Tableau III.1 : Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée moyenne[3]

N° de code	Classification	La dénivelée cumulée moyenne h/L
1	Terrain plat	$h/L \leq 1.5\%$
2	Terrain vallonné	$1.5\% < h/L \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$4\% < h/L$

III.2.2- La sinuosité moyenne $\sigma = L_s / L$:

La sinuosité d'un itinéraire est égale au rapport entre la longueur sinueuse L_s et la longueur totale de l'itinéraire. La longueur sinueuse L_s est la longueur cumulée des courbes de rayon en plan Inférieur ou égale à 200 m (Figure III.2) [3]

$$\sigma = L_s / L_{AB} \quad \text{Eq III.4}$$

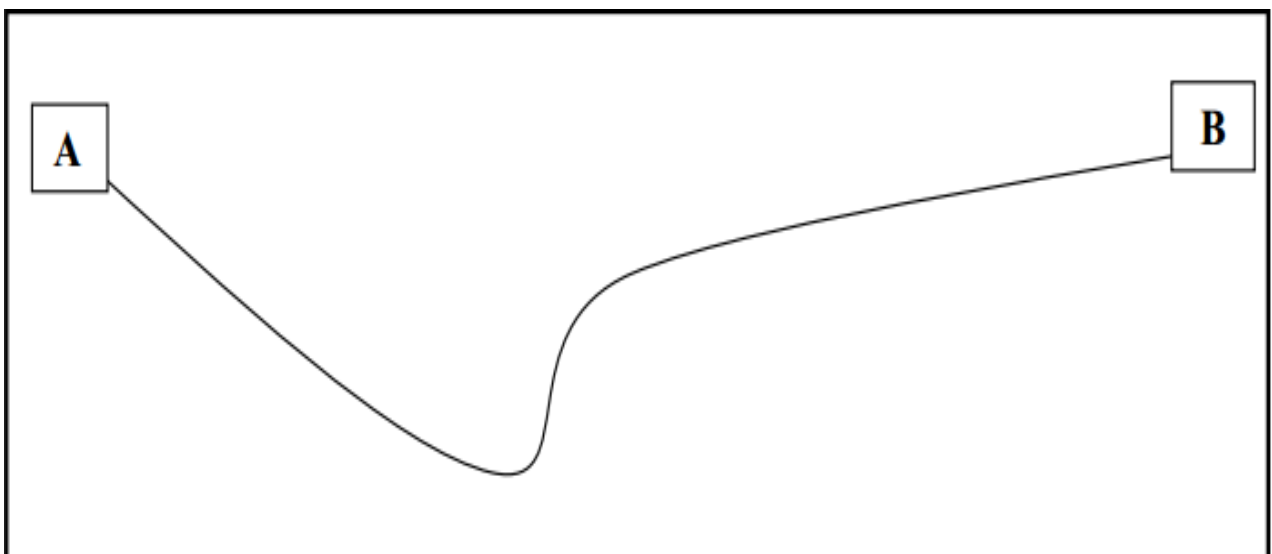


Figure III.2: Sinuosité.

Avec : $L_s = \sum LR \leq 200$ **Eq III.5**

L_s : La longueur sinueuse.

L_{AB} : L (longueur totale de l'itinéraire)

L_R : Longueur de rayon ≤ 200 .

Tableau III.2: Classification de la sinuosité moyenne.[3]

N° de code	Classification	Sinuosité Moyenne
1	Sinuosité faible	$\varphi \leq 0.1$
2	Sinuosité Moyenne	$0.1 < \varphi \leq 0.3$
3	Sinuosité forte	$0.3 < \varphi$

L'association des deux paramètres précédents (sinuosité moyenne et dénivelée cumulée Moyenne), nous donne les trois types d'environnement et ceci selon le tableau ci – dessous :

Tableau III.3: Environnement en fonction du relief et de la sinuosité [3]

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

III.2.3- Paramètres fondamentaux :

- Catégorie de la route [3]

Catégorie 1 : liaison entre les grands centres économiques et les centres d'industrie lourde considérés deux à deux et liaisons Assurant le rabattement des centres d'industries et transformation vers le réseau de base ci – dessus.

Catégorie 2 : liaison des pôles d'industries de transformation entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légère diversifiées avec le réseau précédent.

Catégorie 3 : liaisons des chefs-lieux et daïra et des chefs-lieux de wilaya

Catégorie 4 : liaisons de tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef-lieu de daïra Don't ils dépendent et avec le réseau précédent.

Catégorie 5 : routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.[3].

III.2.4- Application au projet :

III.2.4.1-Catégorie :

Notre projet relie deux routes principales avec notre dépendance au réseau précédent, La vitesse appliquée à ce projet est de 100 km/h, et pour cette notre projet a été classé en deuxième (2) catégorie

III.2.4.2- Calcule Dénivelée cumulée moyenne h / L_{AB}

$$h \text{ (dénivelée cumulée)} = \sum P_I \cdot P_L / 100$$

$$h1 = 5.30 \times 207.98 / 100 - 2.15 \times 174.71 / 100$$

$$h1 = 3.756 \text{ m.}$$

$$h2 = 2.11 \times 1280 / 100 - 0.02 \times 260 / 100 + 0.92 \times 178.95 / 100 - 1.80 \times 221.23 / 100$$

$$h2 = 24.620 \text{ m.}$$

$$h3 = 1.46 \times 760 / 100 - 1.09 \times 806.19 / 100$$

$$h3 = 2.309 \text{ m}$$

$$h4 = 0.69 \times 794.70 / 100 - 0.18 \times 107.40 / 100$$

$$h4 = 5.290 \text{ m}$$

$$h = h1 + h2 + h3 + h4$$

$$h = 35.975 \text{ m}$$

$$h/L = 35.975 \times 100 / 9025.91$$

$$h/L = 0.398 \% \rightarrow h/L \leq 1.5 \%$$

$$\rightarrow 0.398 \leq 1.5 \% \text{ Terrain plat (vois le Tableau III.1)}$$

III.2.4.3- Calcule La sinuosité moyenne $\varphi = L_s / L \rightarrow L_s < 200 \text{ m}$

$$174.71 + 107.40 + 178.95 / 9025.91 = 0.051 \text{ m}$$

$\varphi \leq 0.1$ Sinuosité faible (vois le Tableau III.2)

III.2.4.4-Type d'environnement

Tableau III.4 : norme du B40 [28]

Environnement/ catég	1	2	3	4	5
E1	80-100	80-120	80-120	60-100	40-80
E2	60-100	60-100	60-100	60-80	40-60
E3	40-80	40-80	40-80	40-60	40

- Catégorie 2 (80-120 Km/h).
- Environnement : E1. (Vois le Tableau III..4)

III.2.4.5 Temps de perception réaction

Le temps de perception réaction est la durée nécessaire au conducteur de prendre dans toutes situations les mesures nécessaires à sa sécurité.

Tableau III.5 : temps de perception réaction[28]

Catégorie	Vitesse	Environnement		
		E1	E2	E3
1-2	> 80	1.8	1.8	1.8
	≤ 80	2.0	2.0	1.8
3-4-5	> 60	1.8	1.8	1.8
	≤ 60	2.0	2.0	2.0

III.2.4.6- Coefficient de frottement longitudinal (FL) (B40) :

Le coefficient de frottement longitudinal est un paramétré qui sert à calculer la distance théorique de freinage.

Tableau III.6 : Coefficient de frottement longitudinal[28]

V (Km /h)	40	60	80	100	120
Catégorie 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33
Catégorie 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36

III.2.4.7- Coefficient de frottement transversal (FT) :

Le coefficient de frottement transversal est utilisé pour la détermination des rayons en plan associé un devers donné.

Tableau III.7 : Coefficient de frottement transversal[28].

V (Km /h)	40	60	80	100	120
Catégorie 1-2	0.2	0.16	0.13	0.11	0.10
Catégorie 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11

III.2.4.8- Distances de freinage :

$$d_0 = \frac{4}{1000} \frac{V^2}{f_l \pm i/100} \quad \text{Eq III.6}$$

f_l : coefficient de frottement longitudinal

I : rampe en %

V : Vitesse en Km/h

Selon LE B40 la distance de freinage est définie comme suit :

Tableau III.8 : Distances de freinage 1 [28]

Vitesse Catégorie	40	60	80	100	120
1-2	14	34	65	111	175
3-4-5	13	31	59	100	160

III.2.4.9- Distances d'arrêt :

Selon le B40, la distance d'arrêt est définie comme suit :

$$d_l = d_0 + 0.56V \quad \text{Eq III.7}$$

Tableau III.9 : Distances de freinage 2 [28]

Vitesse Catégorie	40	60	80	100	120
1-2	36	67	109	161	235
3-4-5	35	64	99	150	220

III.2.4.10- Distances de visibilité de dépassement minimale :

$$d_m = 4V \text{ (km/h)} \quad \text{Eq III.8}$$

C'est la longueur parcourue pendant environ 15 secondes à la vitesse v et qui correspond à une manœuvre de dépassement de 7 à 8 secondes.

Tableau III.10 : Distances de visibilité [28][B40]

Vitesse Catégorie	40	60	80	100	120
1-2-3-4-5	150	250	325	425	550

III.3 ETUDE DE TRAFIC

III.3.1 Introduction

L'étude de trafic représente une approche essentielle dans la conception des réseaux routiers, l'analyse de trafic est destinée à éclairer des décisions à la politique des transports.

Cette conception est basée sur des prévisions des trafics sur les réseaux routiers qui sont nécessaires :[28]

- Apprécier la valeur économique des projets
- Estimer les coûts d'entretiens.
- Pour estimer le cout de fonctionnement des véhicules.
- Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.[6]

III.3-2 Quelques définitions

Dans le domaine de l'étude des trafics, il est nécessaire de fixer les définitions des termes couramment employés :[6]

- Trafic de transit : Origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour Décider de la nécessité d'une déviation).
- Trafic d'échange : Origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la Zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange).
- Trafic local : Trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée.
- Trafic Moyen Journalier Annuel (T.M.J.A.) : Egal au trafic total de l'année divisé par 365.
- Unité de véhicule particulier (U.V.P.) : Exprimé par jour ou par heure, on tient compte de L'impact le plus important de certains véhicules, en particulier les poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.
- Trafics aux heures de pointe : Avec les heures de pointe du matin (HPM), et les heures de Pointe du soir (HPS).
- Trafic journalier de fin de semaine : Egal au trafic total de la semaine.
- Trafic journalier moyen d'été : Important pour les régions A affluence estivale.[6]

III.3.3 Analyse des trafics

Plusieurs méthodes permettant l'analyse du trafic, ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

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

III.3.3.1 Comptages

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

- Les comptages Automatique.
- Les comptages manuels.[5]

III.3.3.1.1- Comptage automatique

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires, en ce qui concerne les comptages permanents, sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de wilaya les plus circulés.

Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.[5]

III. 3.3.1.2- Comptages Manuel

Ils sont réalisés par les agents qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports en communs. Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.J.M.A).[5].

III.3.4- Connaissance des flux (les enquêtes)

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

Elle permet en particulier de distinguer les trafics de transit et d'échange.[5].

III.4. Différents types du trafic

On distingue quatre types de trafic :

Trafic normal :

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du nouveau projet. [28]

*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'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.
 - Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.[28]

 **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.[28]

 ***Trafic total** : Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.[28]

III.5-Calcul de la capacité :

III.5.1- Définition :

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

- Des conditions de trafic.
- Des conditions météorologiques.
- Le type d'utilisateurs habitués ou non à l'itinéraire.
- Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).[3]
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies).

III.5.2- Projection future du trafic : La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est [3]

$$TJMA_h = TJMA_0 (1 + \tau)^n \quad \text{Eq III.9}$$

Avec :

$TJMA_h$: Le trafic à l'année horizon.

$TJMA_0$: Le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'années.

τ : taux d'accroissement du trafic .

III.5.3- Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction du type de la route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (uvp) [3].

Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

$$T_{eff} = [(1-z) + p.z].TJMA_h \quad \text{Eq III.10}$$

Avec :

T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

Z : pourcentage de poids lourd.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds. Il dépend de la nature de la route et de l'environnement (**Tableau III.11**).[3]

Tableau III.11: Coefficient d'équivalence P [3] (B40)

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

III.5.4 Débit de pointe horaire normal :

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule [3] :

$$Q = (1/n). T_{eff} \quad \text{Eq III.11}$$

Avec :

n : coefficient de pointe

(1/n) : en général 0.12

Q : est exprimé en uvp/h.

III.5.5- Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule [3]:

$$Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th} \quad \text{Eq III.12}$$

Avec : **K1** : coefficient lié à l'environnement (vois le tableau 12).

K2 : coefficient de réduction de capacité (vois le tableau 13).

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

❖ Valeur de K1 :

Tableau III.12: coefficient lié à l'environnement [3] (B40).

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

❖ Valeur de K2 :

Tableau III.13: coefficient de réduction de capacité [3]. (B40).

Catégorie					
Environnement	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.98	0.98

❖ Valeurs de Cth :

Capacité théorique du profil en travers en régime stable, selon le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Les capacités théoriques [3].

Tableau III.14: Les capacités théoriques [3]. (B40)

Nombre des voies de la route théorique	Capacité	Nombre des voies de la route théorique	Capacité
Route à 2 voies de 3.5			1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5			2400 à 3200
Route à 2 chaussées séparées			1500 à 1800

III.5.6- Détermination du nombre de voies :

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle : [3]

On compare Q à Q_{adm} et on prend le profil permettant d'avoir : $Q_{adm} \geq Q$.

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle : [3]

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

$$n = S \times Q / Q_{adm} \quad \text{Eq III.13}$$

Avec :

S : est le coefficient de dissymétrie, c'est à-dire le pourcentage de trafic écoulé dans le sens le plus chargé, la demande horaire sur la chaussée la plus chargée et En général égal à 2/3.

- **Qadm** : débit admissible par voie.

II.6-Application au projet :

II. 6.1- Les données de trafic :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la direction des travaux publics, et SETS SETIF nous avons :

- ✓ 02 chaussées séparées (Chaussée unidirectionnelle) ;
- ✓ Le trafic l'année 2020 TJMA (RN47 et RN23 Aflou – Tiaret) 2020 = 7799 v/j.
- ✓ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$.
- ✓ La vitesse de base sur tracé : $V_B = 100\text{km/h}$.
- ✓ Le pourcentage de poids lourds PL=25%.
- ✓ L'année de mise en service sera en 2023.
- ✓ La durée de vie estimée de 20 ans.

II.6.2- calcul du trafic à l'année horizon

On doit donc calculer la formule suivante :

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

$TJMA_n$: le trafic à l'année horizon (année de mise en service 2023)

$TJMA_0$: le trafic à l'année de référence (origine 2020)

$$TJMA_{2023} = 7799 \times (1 + 0.04)^3$$

$$TJMA_{2023} = 8773 \text{ v/j}$$

Calcul du trafic pour 20 ans jusqu'en 2043

$$TJMA_{2043} = 8773 \times (1 + 0.04)^{20}$$

$$TJMA_{2043} = 19223 \text{ v/j.}$$

II.6.3- calcul du trafic effectif

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

Teff : trafic effectif à l'horizon ;

P : coefficient d'équivalence : 3 (**Tableau III.11**)

Z : pourcentage de poids lourds (25%)

$$Teff_{2020} = [(1-0.25)+(3 \times 0.25)] \times 8773 = 13160 \text{ uvp/j}$$

$$Teff_{2043} = [(1-0.25)+(3 \times 0.25)] \times 19223 = 28835 \text{ uvp/j}$$

II.6.4- Débit de pointe horaire normale

$$Q = (1/n) \cdot Teff$$

Avec :

(1/n) coefficient de pointe prise égale 0.12 (n = 8 heures).

$$Q_{2020} = (1/n) \cdot Teff = 0.12 \times 13160 = 1579 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{2043} = (1/n) \cdot Teff = 0.12 \times 28835 = 3460 \text{ uvp/j}$$

II.6.5- Débit admissible

Il est déterminé par application de formule suivante :

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

$$K_1 = 0.75$$

$$K_2 = 1.00$$

On prendra $C_{th} = 1800 \text{ uvp /h / voies}$ (Tableau III.14)

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1800$$

$$\text{Donc : } Q_{adm} = 1350 \text{ uvp/h}$$

II.6.6- le nombre des voies

$$n = S \times Q / Q_{adm}$$

$$n = (2/3) \times (3460/1350)$$

$$n = 1.71$$

On prend : **n = 2 voies /sens**

II.6.7- Calcul de l'année de saturation

6.7.1 - Résultats de calcul

Tableau II.15: Récapitulatif des résultats du calcul.

$TJMA_{2023}$ (v/j)	$TJMA_{2043}$ (v/j)	$Teff_{2043}$ (uvp/h)	Q_{2020} (uvp/h)	Q_{2043} (uvp/h)	N° des voies par sens
8773	19223	28835	1579	3460	2

II.7- Conclusion

En conclusion

Les projections futures du trafic montrent que le niveau de service offert aux usagers de la RN23 ne sera pas suffisant à long terme

Il résulte par conséquent que d'un point de vue "trafic" ou "condition de circulation"

En plus de la sécurité routière ou l'aménagement du territoire entre LAGHOUAT et les wilayas limitrophes

- ✚ Les TMJA 2023 Sur le tension compris entre la RN 47 et la fin de projet : 8773 v/j
- ✚ Le Pourcentage des poids lourd de PL=25%
- ✚ D'après les résultats, nous concluons également que notre projet repose sur deux voies (2×3.5m)
- ✚ La majorité du trafic de la RN23 est un trafic local, parfois mélange local/transit.

Il est à noter l'existence d'une cimenterie au niveau el Baidha, cette dernière généré un trafic supplémentaire qui s'ajoute aux trafics comptés, nous estimons ce trafic environ 250PL/Jour, ce trafic devant transporter l'équivalent de 2 millions de T par année [2](Vois l'annexe -A-)

Chapitre IV

Etude Géométrique De La Route

IV.1- Introduction

La conception géométrique d'une route consiste à étudier les éléments nécessaires à la détermination des normes à appliquer aux tracés en plan (courbes), profil en long et profil en travers type de la route projetée. Ces éléments géométriques sont calculés selon les normes mais découlant selon les principes fondamentaux universelles qui sont la sécurité, le confort, l'économie et l'esthétique. Ces considérations sont matérialisées par l'adoption de paramètres qui constitue les données de base pour le calcul des éléments géométrique de la route.

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans un environnement et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain. Définie géométriquement par trois éléments qui sont:

- Tracé en plan;
- Profil en long;
- Profil en travers;

IV-2- Le trace en plan

IV.2.1- Definition:

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal. Il est constitué en général par une succession d'alignements droits reliés entre eux par des raccordements en courbe.

Le tracé en plan est caractérisé par une vitesse de base à partir de laquelle on pourra déterminer les caractéristiques géométriques de la route. Il doit permettre d'assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort. [3].

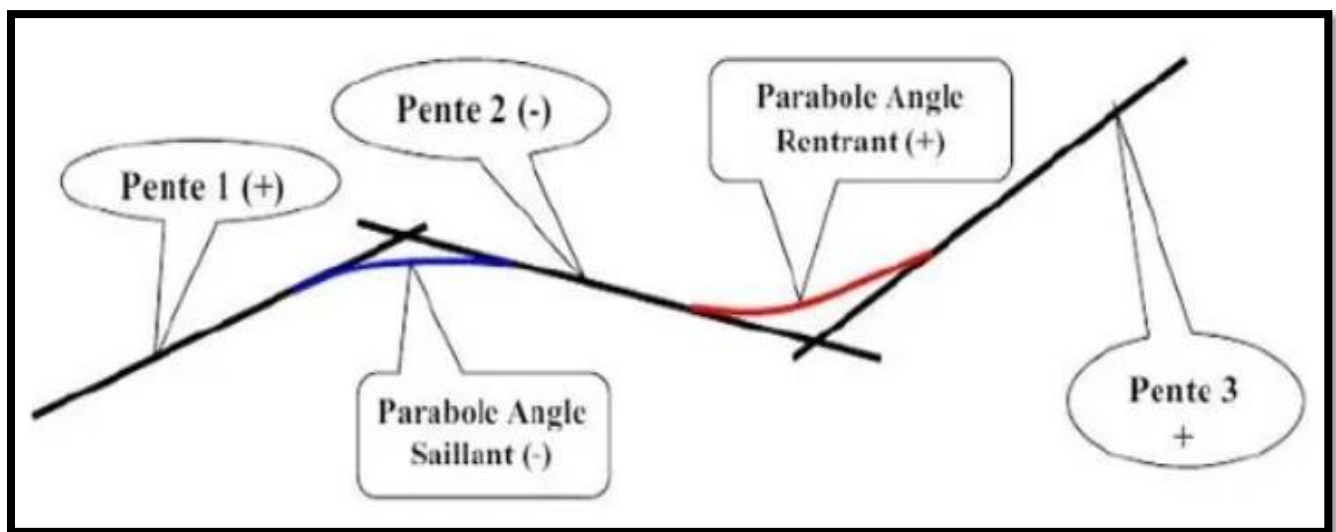


FIGURE IV-1: Trace En Plan D'une Route

IV.2.2 - Règles à respecter dans le tracé en plan :

Pour obtenir un bon tracé selon les normes, on essaie de vérifier Ce qui suit

L'adaptation du tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants ;

- Éviter de passer, si possible, sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Se raccorder au réseau routier existant ;
- Éviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrage d'arts et cela pour

Des raisons économiques ; si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biaux

- Remplacer deux cercles voisins de même sens et de rayon différent par un cercle unique ;
- Séparer deux cercles voisins de sens opposés par un segment de droite ;
- Éviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques (présence de failles ou des

Matériaux présentant des caractéristiques très médiocres) ;

- Il faut toujours appliquer les rayons supérieurs au rayon minimal normal ;
- Éviter les très longs alignements droits [3].

IV.2.3- Eléments de la trace en plan :

Une trace en plan modern est constitué de trois éléments :

- Des droits (alignements).
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement (CR) de courbures progressives.[3]

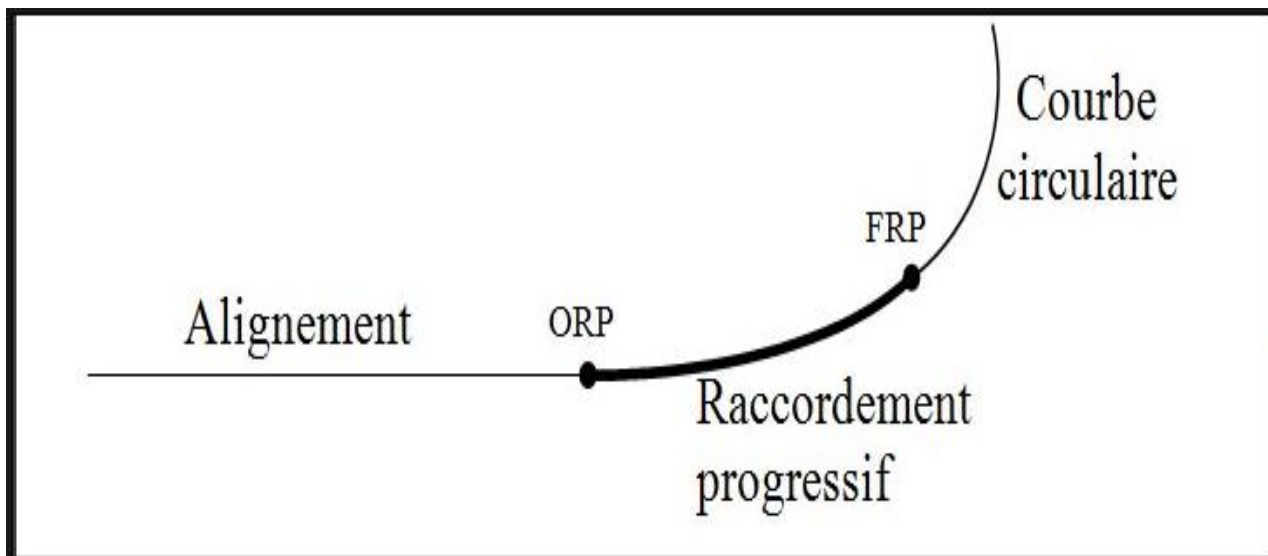


FIGURE IV-2 : Eléments de trace en plan

IV.2.3.1- Droites (Alignements)

Il existe une longueur minimale d'alignement L_{min} qui devra séparer deux courbes circulaires de 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 cercles.

Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont Raccordées par une courbe en C, Ove, S, ou à sommet.

La longueur maximale L_{max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.[3]

➤ Longueur maximale

$$L_{max} = 60V_b \text{ (m/s)} = 60 \times V_b \text{ (Km / h)} / 3.6 \text{ (} V_b=80\text{km/h)}$$

$$L_{max} = 60 \times V_b / 3.6 = 1333\text{m} \quad \text{Eq IV. 1}$$

➤ Longueur minimale

$$L_{min} = 5V_b \text{ (m/s)} = 5 \times V_b \text{ (Km / h)} / 3.6$$

$$L_{min} = 5 \times V_b / 3.6 = 111\text{m} \quad \text{Eq IV. 2}$$

➤ Application au projet

Vitesse	100 Km/h
La longueur maximum(m)	1666.66
La longueur minimum(m)	138.88

❖ Remarque

La longueur minimale des alignements droits peut ne pas être respectée quelques fois en raison de la naturel.[28]

❖ Avantage

Pendant longtemps, le tracé en alignement droit a été considéré comme le meilleur parce que[28]

- ✓ C'est le plus court chemin.
- ✓ Absence des forces centrifuges.
- ✓ Bonnes conditions de visibilité.
- ✓ Dépassements aisés.
- ✓ Construction facile.

IV.2.3.2- Arcs de cercle

Trois problèmes se posent :

1. Stabilité des véhicules en courbe.
2. Visibilité en courbe.
3. Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible

Dans un virage R une véhicule subit l'effet de la force centrifuges qui tend à provoquer une instabilité, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée

Transversalement vers l'intérieure du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite -devers exprimée par sa tangente.[3]

Remarque

- Le devers « d » ne doit pas être trop grand (risque de glissement à faible vitesse par temps Pluvieux ou verglas)
- Le devers « d » ne doit pas être trop faible pour assurer un bon écoulement des eaux.

IV.2.3.2.1 -Stabilité en courbe :

Dans un virage un véhicule subit l'effet de la force centrifuges qui tend à provoquer une instabilité du système.

Afin de réduire l'effet de la force centrifuge, on incline la chaussée transversalement vers l'intérieure du virage (pour éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite "devers" exprimée par sa tangente[3].

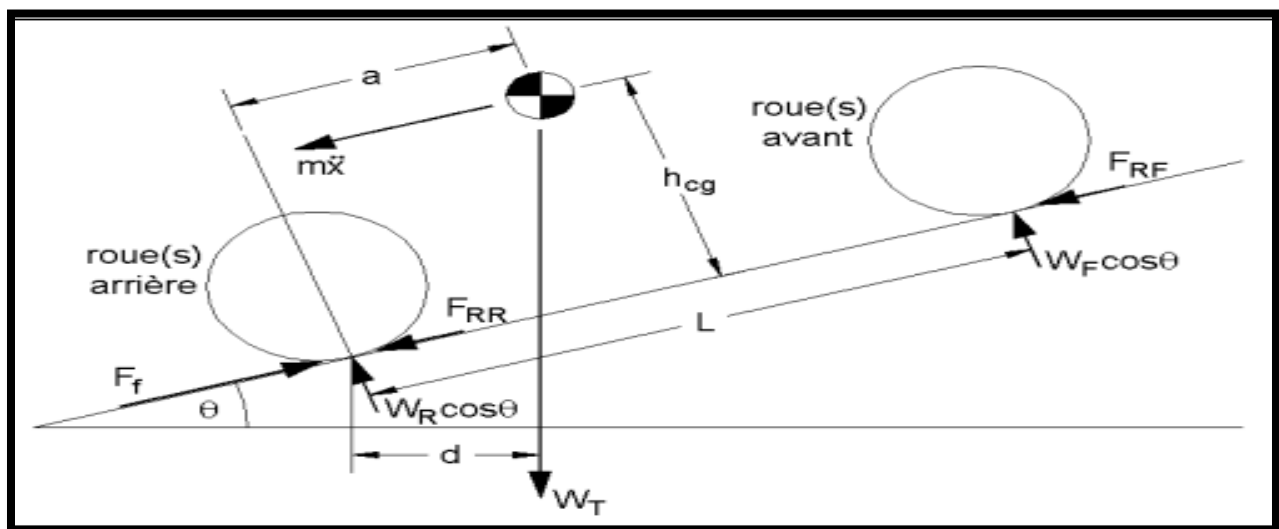


FIGURE IV-3 : Stabilité Du Véhicule En Courbe

✓ Rayon horizontal minimal absolu

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, il ne faut jamais

Descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.[3]

$$RH_m = \frac{v_b^2}{127 \cdot (ft + d_{max})} \quad \text{Eq IV. 3}$$

✓ Rayon minimal normal

Le rayon minimal normal (RHN) doit permettre à des véhicules dépassant V_b de 20 (km/h) de rouler en sécurité.[3]

$$RH_n = \frac{(V_b + 20)^2}{127 \cdot (ft + d_{max})} \quad \text{Eq IV. 4}$$

✓ Rayon au dévers minimal

C'est le rayon au dévers minimal, au-delà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse V_b serait équivalente à celle subie par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.[3]

$$RH_d = \frac{v_b^2}{127 \cdot (2 \cdot d_{min})} \quad \text{Eq IV. 5}$$

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

Dévers associé $d_{min} = 3\%$ en catégorie 3-4

✓ Rayon minimal non dévers

C'est le rayon non déversé telle que l'accélération centrifuge résiduelle acceptée pour un véhicule parcourant à la Vitesse V_B une courbe de devers égal à d_{min} vers l'extérieur reste inférieur à la Valeur limitée.[28]

$$RH_{nd} = \frac{v_b^2}{127 \cdot (0.0035)} \quad \text{Eq IV. 6}$$

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

Au devers maximum correspond le rayon minimum absolu RHm avec :

- $d_{\max} = 7\%$ pour les catégories (1– 2) ;
- $d_{\max} = 8\%$ pour les catégories (3– 4) ;
- $d_{\max} = 9\%$ pour la catégorie (5).

Pour notre projet, objet d'étude (Contournement de la ville d'Aflou sur 9 km) situé dans un environnement 1 (E1), et classé en catégorie 2 avec une vitesse de base de 100 (km/h), le règlement (B40) préconise le rayon suivant :

Tableau IV.1: Rayons du tracé en plan B40 [28].

Paramètres	symboles	valeurs
Vitesse (km/h)	V_B	100
Rauon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	450
Rayon horizontal normal (m)	RHn (5%)	650
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1600
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	2200

IV.2.3.2.2 – Visibilité en courbe

Un virage d'une route peut être masqué du côté inférieur de la courbe par un talus de déblai, ou par une construction ou forêt. Pour assurer une visibilité étendue au conducteur d'un véhicule, il va falloir reculer le talus ou abattre les obstacles sur une certaine largeur à déterminer. Au lieu de cela, une autre solution serait d'augmenter le rayon du virage jusqu'à ce que la visibilité soit assurée.[3]

IV.2.3.2.3 – Sur largeur

Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayons faibles :

Lorsqu'un véhicule circule dans une courbe, il occupe une largeur plus grande que sur l'alignement droit ; compte tenu de l'empattement du véhicule, les roues arrière n'épousant pas exactement le tracé de celles de devant. La valeur de la Sur largeur théorique S nécessaire pour une voie de circulation :[3].

$$S = L^2 / 2R \quad \text{Eq IV. 7}$$

- L : longueur du véhicule (valeur Moyenne $L = 10\text{m}$);
- R : rayon de l'axe de la route.

IV.2.3.3 – Les courbes de raccordement

Le raccordement d'un alignement droit à une courbe circulaire doit être fait par des courbures progressives permettant l'introduction du devers et la condition du confort et de sécurité.

La courbe de raccordement la plus utilisée est la Clothoïde grâce à ses particularités, C'est-à-dire pour son accroissement linéaire des courbures. Elle assure à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation du devers (condition de gauchissement) et assure l'introduction de devers et de la courbure de façon à respecter les conditions de stabilité et de confort dynamique qui sont limitées par unité de temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules [9].

IV.2.3.4 – Type de courbe de raccordement

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- **Parabole cubique** : Cette courbe est d'un emploi très limité, vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les traces de chemin de fer).[9]
- **Lemniscate** : Cette courbe utilisée pour certains problèmes de traces de routes "tréflé d'autoroute ; sa courbure est proportionnelle à longueur de rayon vecteur mesuré à partir du point d'inflexion.[9]
- **Clothoïde** : La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il infini jusqu'au point asymptotique ou il s'annule, la courbure de la clothoïde est linéaire

Par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.[9].

IV-3- Expression mathématique de la clothoïde

La Courbure K linéairement proportionnelle à la longueur curviligne.[3]

$$K = C.L = 1/R \quad \text{Eq IV. 8}$$

On pose: $1/C = A^2 \rightarrow L.R = A^2$.

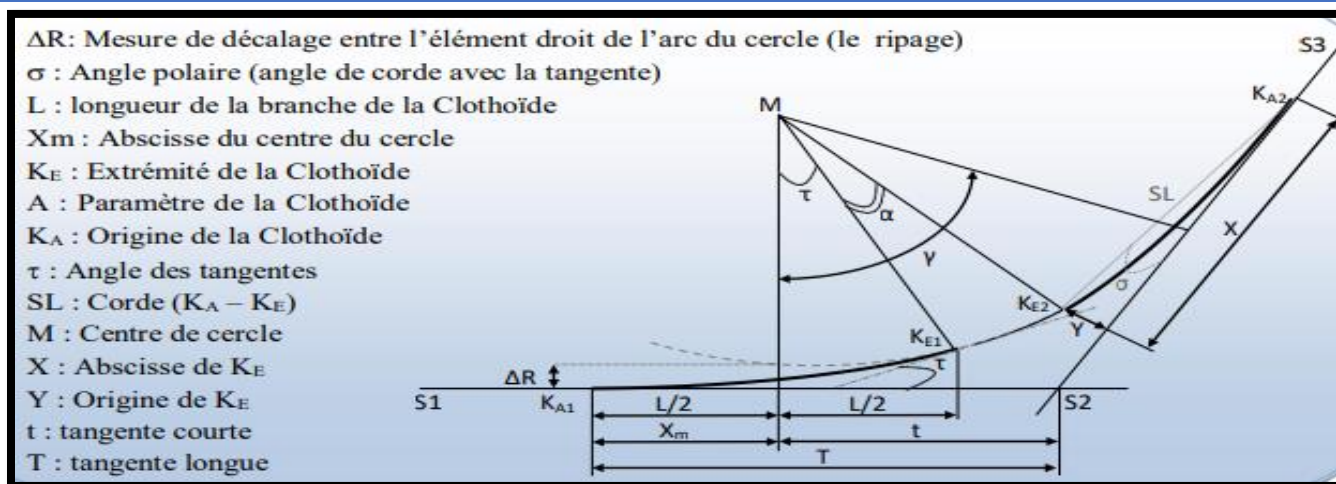


FIGURE IV- 4 : Élément de la Clothoïde.

IV-4-Le choix d'une clothoïde doit respecter les conditions suivantes

➤ Condition optique

La Clothoïde doit aider à la lisibilité de la route on amorce le virage, la rotation de la tangente doit être $\leq 3^\circ$ pour être perceptible à l'œil [3]

✓ Règle générale (B40) :

$L = \sqrt{24.R.\Delta R}$	
$R \leq 1000m$	$\Rightarrow \Delta R = 0.5m \text{ à } 1m$
$1000 < R \leq 2000m$	$\Rightarrow \Delta R = 1m \text{ à } 1.75m.$
$2000 < R \leq 5000m$	$\Rightarrow \Delta R = 1.75m \text{ à } 2.5m.$
$R > 5000m$	$\Rightarrow \Delta R = 2,5m$

• Conditions des raccordements

Pour assurer les conditions suivantes, la communication doit être progressive

• Condition de confort dynamique

Cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, est imposé à une variation limitée.[28]

- R : rayon en (m).
- Δd : variation de dévers.
- VB : Vitesse de base.

$$L = \left(\frac{V_B^2}{18} \right) \left(\frac{V_B^2}{127.R} - \Delta d \right) \quad \text{Eq IV. 9}$$

• Condition de gauchissement

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation de devers, elle s'applique par rapport à son axe.[28]

$$L \geq 1. \Delta d. V_B \quad \text{Eq IV .10}$$

- ✓ L : longueur de raccordement.
- ✓ 1 : largeur de la chaussée.
- ✓ Δd : variation de dévers.

IV.5 – Notion de devers

Le devers est par définition la pente transversale de la chaussée, il permet l'évacuation des eaux pluviales pour les alignements droits et assure la stabilité des véhicules en courbe.

La pente transversale choisie résulte d'un compromis entre la limitation de l'instabilité des véhicules lorsqu'ils passent d'un versant à l'autre et la recherche d'un écoulement rapide des eaux de pluies.[28]

IV.5.1- Devers en alignement :

En alignement le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Il est pris égal à : $d_{min} = 2.5\%$ [28].

IV.5.2- Devers en courbe :

En courbe permet de [28] :

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

IV.5.3- Rayon de courbure :

Pour assurer une stabilité du véhicule et réduire l'effet de la force centrifuge, on est obligé d'incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur d'une pente dite devers, exprimée par sa tangente ; d'où le rayon de courbure.[28].

IV.5.4- Calcul des devers :

Dans les alignements droits et dans les courbes de $R \geq R_{Hnd}$ le devers est égal à 2.5% [28] et pour les courbes de rayon $1/R$.

$$\text{🚦 } RH_m < R < RH_n \text{ On a : } \frac{d(R) - d(RH_m)}{\frac{1}{R} - 1/RH_m} = \frac{d(RH_m) - d(RH_n)}{\frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_n}} \quad \text{Eq IV. 11}$$

$$\text{🚦 } RH_m < R < RH_n \text{ On a : } \frac{d(R) - d(RH_m)}{\frac{1}{R} - 1/RH_m} = \frac{d(RH_m) - d(RH_n)}{\frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_n}} \quad \text{Eq IV.12}$$

Les rayons compris entre R_{Hd} et R_{Hnd} sont au devers minimal mais des rayons supérieurs à R_{Hnd} peuvent être déversés s'il n'en résulte aucune dépense notable et notamment aucune perturbation sur le plan de drainage.

IV.5.5- Raccordement de devers :

En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (2.5%), en courbe ils ont des valeurs supérieures (de 3 à 7%). Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des Clothoïdes [28] :

Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la Clothoïde jusqu'au début de l'arc de cercle.

Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement droit au devers de l'arc de cercle, donc il faut passer par un devers nul, ce dernier peut être placé en général à une distance D_{min} , appelée longueur de gauchissement.

$$D_{min} = \frac{5 \times \Delta d \times V_r}{36} \quad \text{Eq IV.13}$$

- Pour les courbes en S, il est souhaitable de prendre le devers nul au point d'inflexion.
- Pour les courbes de raccordement de devers entre deux courbes de même sens, le devers unique peut être conservé.

IV.5.6- Choix de la vitesse de référence :

- ✓ Caractéristiques topographiques.
- ✓ Type de la route dans le réseau.
- ✓ Importance et genre de trafic.
- ✓ -Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.[3]

IV.5.7- Vitesse de projet :

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

On entend par conditions normales

- ✓ Route propre séché ou légèrement humide, sans neige ou glace.
- ✓ Trafic fluide, de débit inférieur à la capacité admissible
- ✓ Véhicule en bon état de marche de conducteur en bonne conditions [28]

IV.5.8 - Paramètres fondamentaux de projet :

Pour le cas de notre projet la Vitesse de base est 100 km/h, le tableau suivant illustre l'ensemble des caractéristiques des différents éléments.[3]

Tableau IV.2: Paramètres fondamentaux (B40)

Paramètres	Symbols	Unité	Valeurs
Vitesse de base (Km/h)	V_B	Km/h	100
Longueur minimale (m)	L_{min}	m	138.88
Longueur maximal (m)	l_{max}	m	1666.66
Divers minimale (%)	d_{min}	%	2.5
Divers maximale (%)	d_{max}	%	7
Temps de preception reaction (S)	T_{pr}	S	1.8
Coefficient de frottement longitudinal	f_L	-	0.36
Coefficient de frottement transversal	f_t	-	0.11
Distance de freinage	d_0	m	111
Distance d'arrêt	d_1	m	161

❖ Vérification de calcules

➤ **Distance élémentaire de freinage :**

$$d_0 = \frac{4}{1000 f_{l \pm i/100}} \frac{v^2}{2} \text{ Palier (i=0) on aura } \rightarrow d_0 = \mathbf{111.11m.}$$

➤ **Distance d'arrêt :**

$$d_1 = d_0 + 0.50 \times V_r \rightarrow 111.11 + 0.50 \times 100 = \mathbf{161.11m}$$

➤ **Distance de visibilité de dépassement minimale :**

$$d_m = 4 \times V \rightarrow 4 \times 100 = \mathbf{400.00m}$$

➤ **Distance de visibilité de dépassement normale :**

$$d_n = 6 \times V \rightarrow 6 \times 100 = \mathbf{600.00m}$$

➤ **Distances de sécurité entre deux véhicules :**

$$d_s = \frac{V_r \times t_p}{3.6} + L \rightarrow \frac{100 \times 1.8}{3.6} + 8 = 58.00 \text{ m.}$$

Avec L : Longueur de véhicule en Moyenne (8m).

IV.6- Application Au Projet :

✓ $V_r = 100 \text{ km/h} \rightarrow d_{\max} = 7\% \rightarrow d_{\min} = 2.5\% \rightarrow f_t = 0.11 \rightarrow F = 0.06$

IV.6.1- Rayon minimal absolu RHm :

$$RH_m = \frac{V_b^2}{127 \cdot (f_t + d_{\max})} \rightarrow RH_m = \frac{100^2}{127 \cdot (0.11 + 0.07)} = 438.00 \text{ m.}$$

IV.6.2- Rayon minimal normal RHn:

$$RH_n = \frac{(V_r + 20)^2}{127 (f_t + d_{\max})} \rightarrow RH_n = \frac{(100 + 20)^2}{127 (0.07 + 0.11)} = 630.00 \text{ m.}$$

IV.6.3- Rayon au dévers minimal RHd :

$$RH_d = \frac{(V_r)^2}{127 \times 2 \times d_{\min}} \rightarrow RH_n = \frac{(100)^2}{127 \times 2 \times 0.025} = 1575.00 \text{ m}$$

IV.6.4- Rayon minimal non déversé RHnd :

$$RH_{nd} = \frac{(V_r)^2}{127 (f - d_{\min})} \rightarrow RH_{nd} = \frac{(100)^2}{127 (0.06 - 0.025)} = 2250.00 \text{ m}$$

📊 Le tableau ci-dessous (Tableau IV.3) donne les différentes valeurs des rayons calculés et ceux donnés par le B40.

Tableau IV.3: Valeur des différents rayons calculés et ceux donnés par B40

RHm(m)		RHn(m)		RHd (m)		RHnd(m)	
Calculé	B40	Calculé	B40	Calculé	B40	Calculé	B40
438	450	630	650	1575	1600	2250	2200

IV.7- Calcul d'axe

L'opération de calcul d'axe n'aura lieu, qu'après avoir déterminé le couloir par le quel passera la voie.

Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe. Ce calcul se fait à partir d'un point fixe. Donc on connaît ses coordonnées, et il doit suivre les étapes suivantes : [28].

- Calcul de gisements
- Calcul de l'angle entre alignements
- Calcul de la tangente **T**
- Calcul de la corde **SL**
- Calcul de l'angle polaire α
- Vérification de non chevauchement
- Calcul de l'arc de cercle
- Calcul des coordonnées des points singuliers
- Calcul de kilométrage des points particuliers

IV.7.1- Exemple de calcul d'axe manuellement :

a) -Calcul du paramètre A :

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

On prend le rayon $R = 438 \text{ m}$.

b) -Détermination de L :

b.1) -Condition de confort optique :

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R \rightarrow 146 \leq A \leq 438.$$

$$R = 438 \text{ m} < 1000 \text{ m} \rightarrow \Delta R = 0.5 \text{ m à } 1 \text{ m}$$

Alors :

$$L = \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \rightarrow L = \sqrt{24 \times 438 \times 0.5} = 72.50 \text{ m}$$

b.2) -Condition de confort optique :

$$\Delta d = d + 2.5$$

$$d = \frac{d^{RHn} - d^{RHm}}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHm}} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHm} \right) + d^{RHm} = 3.62 \%$$

$$\Delta d = 3.62 + 2.5 = 6.12 \%$$

$$L = \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127 \times R} - \Delta d \rightarrow \frac{100^2}{18} \left(\frac{100^2}{127 \times 438} - 0.0612 \right) = 65.87 \text{ m}$$

b.3) -Condition de gauchissement :

$$L = \frac{5 \times \Delta d \times V_r}{36} \rightarrow L = \frac{5 \times 6.12 \times 100}{36} = 85.00 \text{ m}$$

De (1) et (2) et (3) on aura : $L \geq 85.00 \text{ m}$.

$$A = \sqrt{L \times R} = 192.95 \text{ m}$$

On prend: $A = 193 \text{ m}$

Alors $L = A^2 / R$ donc $L = 85.04 \text{ m}$.

- Calcul de ΔR (ΔR : ripage ou décalage entre l'alignement et le cercle) :

$$\Delta R = L^2 / 24.R = 85.04^2 / (24 \times 438) = 0.6879 \text{ m}.$$

C)- Calcul des Gisements :

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre. Les coordonnées utilisé sont comme suit dans le (Tableau IV.4) : **Tableau IV.4: Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé.**

$V_r=100 \text{ Km/h}$	X (m)	Y (m)	R (m)
S1	1974.04	4723.58	438
S2	2020.01	2303.23	
S3	1812.02	807.30	
S4	3244.83	785.10	
S5	6169.13	788.63	

$$S_1 S_2 \begin{cases} \Delta X = X_{S2} - X_{S1} = 2020.01 - 1974.04 = 45.971 \text{ m} \\ \Delta Y = Y_{S2} - Y_{S1} = 2303.23 - 4723.58 = -2420.35 \text{ m} \end{cases}$$

$$S_2 S_3 \begin{cases} \Delta X = X_{S3} - X_{S2} = 1812.02 - 2020.01 = -207.99 \text{ m} \\ \Delta Y = Y_{S3} - Y_{S2} = 807.30 - 2303.23 = -1495.93 \text{ m} \end{cases}$$

$$S_3 S_4 \begin{cases} \Delta X = X_{S4} - X_{S3} = 3244.83 - 1812.02 = 1432.81 \text{ m} \\ \Delta Y = Y_{S4} - Y_{S3} = 785.10 - 807.30 = -22.2 \text{ m} \end{cases}$$

$$S_4 S_5 \begin{cases} \Delta X = X_{S5} - X_{S4} = 6169.13 - 3244.83 = 2924.30 \text{ m} \\ \Delta Y = Y_{S5} - Y_{S4} = 788.63 - 785.10 = 3.53 \text{ m} \end{cases}$$

$$G_{S1}^{S2} = 200 - \arctan \left(\frac{\Delta X}{\Delta Y} \right) = 198.91 \text{ Grad}$$

$$G_{S2}^{S3} = 200 - \text{arc tg} \left(\frac{\Delta X}{\Delta Y} \right) = 192.08 \text{ Grad}$$

$$G_{S3}^{S4} = 200 - \text{arc tg} \left(\frac{\Delta X}{\Delta Y} \right) = 110.88 \text{ Grad}$$

$$G_{S4}^{S5} = 200 - \text{arc tg} \left(\frac{\Delta X}{\Delta Y} \right) = 110.07 \text{ Grad}$$

C.1) - Calcul de l'angle γ :

$$G_{S4}^{S5} - G_{S1}^{S2} = 110.07 - 198.91 = 88.84 \text{ Grad}$$

C.2) - Calcul de l'angle τ :

$$\tau = \frac{200 \times L}{2\pi \times R} = \frac{200 \times 85}{2 \times 3.14 \times 438} = 6.180 \text{ Grad}$$

C.3) - Vérification de non chevauchement :

$$\tau = 6.180 \text{ Grad}$$

$$\gamma / 2 = 88.84 / 2 = 44.42 \text{ Grad}$$

D'où : $\gamma / 2 > \tau$ pas de chevauchement

C.4) - Calcul des distances :

$$S_2 S_1 = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{45.971^2 + 2420.35^2} = 2420 \text{ m}$$

$$S_3 S_2 = 1510.31 \text{ m}$$

$$S_4 S_3 = 1432.98 \text{ m}$$

$$S_5 S_4 = 2924.30 \text{ m}$$

C.5) - Caractéristiques de la courbe de raccordement

5.1) - Calcul de l'abscisse du centre du cercle :

$$X_m = \frac{A^2}{2 \times R} = \frac{L}{2} \frac{192.95^2}{2 \times 438} = \frac{85.04}{2} = 42.52 \text{ m}$$

5.2) - Abscisse de KE :

$$X = L \left(1 - \frac{L^2}{40 \times R^2} \right) = 85.04 \left(1 - \frac{85.04^2}{40 \times 438^2} \right) = 84.96 \text{ m}$$

5.3) - Origine de KE :

$$Y = \frac{L^2}{6 \times R} = \frac{85.04^2}{6 \times 438} = 2.751 \text{ m.}$$

5.4) - Calcule de la tangente :

$$T = X_m + (R + \Delta R) \times \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = 472.41 \text{ m}$$

5.5) - Calcul des Coordonnées SL :

$$S_L = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{84.96^2 + 2.751^2} = 85 \text{ m.}$$

5.6) - Calcul de σ :

$$\sigma = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{Y}{X} \right) = 1.854 \text{ Grad}$$

5.7) - Calcul de l'arc :

$$\alpha = \gamma - 2\tau \rightarrow \alpha = 44.42 - 2 \times 6.180$$

$$\alpha = 32.06 \text{ m}$$

$$K_{E1} K_{E2} = \frac{R \times \pi \times \alpha}{200} = \frac{438 \times 3.14 \times 32.06}{200} = 220.463 \text{ m}$$

5.8) - Calcul des coordonnées des points singuliers :

$$K_{A1} = \begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} - (S_2 S_1 - T) \times \sin(G_{S1}^{S2} - 200) \\ y_{KA1} = y_{S1} - (S_2 S_1 - T) \times \cos(G_{S1}^{S2} - 200) \end{cases}$$

$$K_{A1} = \begin{cases} 2011.08 \\ 3695.58 \end{cases}$$

$$K_{E1} = \begin{cases} X_{KE1} = X_{KE1} + S_L \times \sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) \\ y_{KE1} = y_{KE1} + S_L \times \cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) \end{cases}$$

$$K_{E1} = \begin{cases} 1986.14 \\ 3614.31 \end{cases}$$

$$K_{A2} = \begin{cases} X_{KA1} = X_{S1} - (S_2 S_1 - T) \times \sin(G_{S1}^{S2} - 200) \\ y_{KA1} = y_{S1} - (S_2 S_1 - T) \times \cos(G_{S1}^{S2} - 200) \end{cases}$$

$$K_{A2} = \begin{cases} 2163.02 \\ 2221.96 \end{cases}$$

$$K_{E1} = \begin{cases} X_{KE1} = X_{KE1} + S_L \times \sin(G_{S1}^{S2} - \sigma) \\ y_{KE1} = y_{KE1} + S_L \times \cos(G_{S1}^{S2} - \sigma) \end{cases}$$

$$K_{E1} = \begin{cases} 1986.14 \\ 1275.23 \end{cases}$$

NB : Les résultats de calcul d'axe sont joints en annexe (Annexe B)

IV.8 – Profil en long

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une échelle (n'est pas une projection horizontale). [3]

IV.8.1- Règles à respecter dans le tracé du profil 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 : [3]

- 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.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- Limité la déclivité pour une catégorie donnée ($i \leq I_{\max}$)
- Respecter les règles de déclivités Max et Min (B40).[3]

IV.8.2. Elément géométrique 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 [3] :

- L'altitude du terrain naturel ;
- L'altitude du projet ;
- La déclivité du projet

IV.8.3 - Coordination du tracé en Plan et du profil en long :

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

- Une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- De prévoir de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, passage souterrain etc.)

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

- ✓ Si le profil en long est convexe, augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan.
- ✓ Avant un point haut, amorcer la courbe en plan.
- ✓ Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe
- ✓ Faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).[3]

IV.8.4- Déclivités :

La déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizontale. Elle est dénommée rampe si la route s'élève dans le sens du kilométrage, et pente dans le cas contraire.[3]

IV.8.4.1 - 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.[28]

IV. 8.4.2- Déclivité maximale :

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

La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).

L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).[3]

Tableau IV.5: Valeur de la déclivité maximale

V_r Km/h	40	60	80	100	120	140
I max %	8	7	6	5	4	4

- ✓ **Application au projet :** La vitesse adoptée dans notre projet 100Km/h

$$V_R = 100 \text{ Km/h donc la pente maximale } I_{max} = 5\%$$

La plus grande pente de conception trouvée dans le projet profile C1 (**5.30% $\approx$ 5%**)

IV.8.5- Raccordements en profil en long :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long. Ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort. On distingue deux types de raccordements : [3]

IV.8.5.1 - Raccordements convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angles saillants, sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain, des obstacles et des distances d'arrêt et de visibilité. Leur conception doit satisfaire aux conditions de : [3]

- Confort.
- Visibilité.

➤ Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qui est limitée à : “g/40(cat 1-2) et g/30 (cat 3-4-5)” Le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à : [3]

$$V^2/R_V < g / 40 \quad \text{avec} \quad g = 10 \text{ (m/S}^2\text{)} \quad \text{et} \quad v = V/3.6$$

D'où :

$$R_{V \min} \geq 0.30 V^2 \quad (\text{Cat 1-2})$$

$$R_{V \min} \geq 0.23 V^2 \quad (\text{Cat 3-4-5})$$

➤ Condition de visibilité :

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

Il faut deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum. Le rayon de raccordement est donné per la formule suivante : [3]

$$R_V = \frac{d_1^2}{2 \times (h_0 h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})} \approx 0.27 D_2 \quad \text{Eq 14}$$

- d : Distance d'arrêt (m).
- h_0 : Hauteur de l'oeil (m).
- h_1 : Hauteur de l'obstacle (m).

Les rayons assurent ces deux conditions sont données par les normes en fonction de la vitesse de base, l'environnement et la catégorie de la route, Pour un choix Le cas d'une route a double sens et pour une vitesse de base $V_b = 100$ (km/h), et pour la catégorie 02 on à :

Tableau IV.6: Rayons convexes [3][B40]

RAYON	Symbole	Valeur
Min – absolu	R_{Vm1}	6000
Min-normal	R_{VN1}	12000
Dépassement	R_{VD}	20000

➤ Condition d'esthétique

Il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on impose à une longueur de raccordement minimale et ($b > 50$) pour des devers $d < 10\%$. (Spécial échangeur)[28]

$$R_{Vmin} = 100 \times \frac{50}{\Delta d(\%)} \quad \text{Eq : 15}$$

Avec :

d : changement des devers.

R_{Vmin} : rayon vertical minimal.

IV.8.5.2 - Raccordements concaves (angle rentrant)

Dans le cas de raccordement dans les points bas, la visibilité diurne n'est pas déterminante, plutôt c'est pendant la nuit qu'on doit s'assurer que les phares du véhicule devront éclairer un tronçon suffisamment long pour que le conducteur puisse percevoir un obstacle, la visibilité est assurée pour un rayon satisfaisant la relation :[3]

$$R'_V = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035.d_1)} \quad \text{Eq : 16}$$

Avec : R'_V rayon min du cercle de raccordement. d_1 : distance d'arrêt.

Dans notre cas, on à :

Tableau IV.7: Rayons concaves (angle rentrant)[B40][3]

RAYON	Symbole	Valeur
Min – absolu	R'_{Vm}	3000
Min - normal	R'_{VN}	4200

IV.9- Caractéristiques des profils en long

- Cas d'un angle saillant.

1- Condition de Confort :

$$RV_{min} = 0.3 \times V_r^2 \rightarrow 0.3 \times 100^2 = 3000 \text{ m}$$

2- Condition de visibilité :

On a selon le B40 : $d_1=161 \text{ m}$

3- Rayon minimal absolu :

$$RV_m = 0.24 \times d_1^2 \rightarrow 0.24 \times 161^2 = 6221 \text{ m}$$

4- Rayon minimal Normal :

$$RV_n = 0.24 \times d_1^2 \rightarrow 0.24 \times 300^2 = 21600 \text{ m}$$

- Cas d'un angle rentrants.
➤ 1-La visibilité nocturne

1- Rayon minimal absolu :

$$R'V_m = 0.3 \times d_1^2 \rightarrow 0.3 \times 100^2 = 3000 \text{ m}$$

2- Rayon minimal Normal :

$$R'V_m = 0.3 \times d_1^2 \rightarrow 0.3 \times (100+20)^2 = 4320 \text{ m}$$

IV.9.1- Détermination pratique du profil en long

Dans les études des projets, on assimile l'équation du cercle

Pratiquement le calcul de raccordement se fait de la façon suivante (Figure IV- 4)

- ✓ Donner les coordonnées (abscisse, altitude) les point A, D ;
- ✓ Donner la pente P1 et P2 ;
- ✓ Donner le rayon.

$$Y = \frac{X^2}{2R} \quad \text{Eq : 17}$$

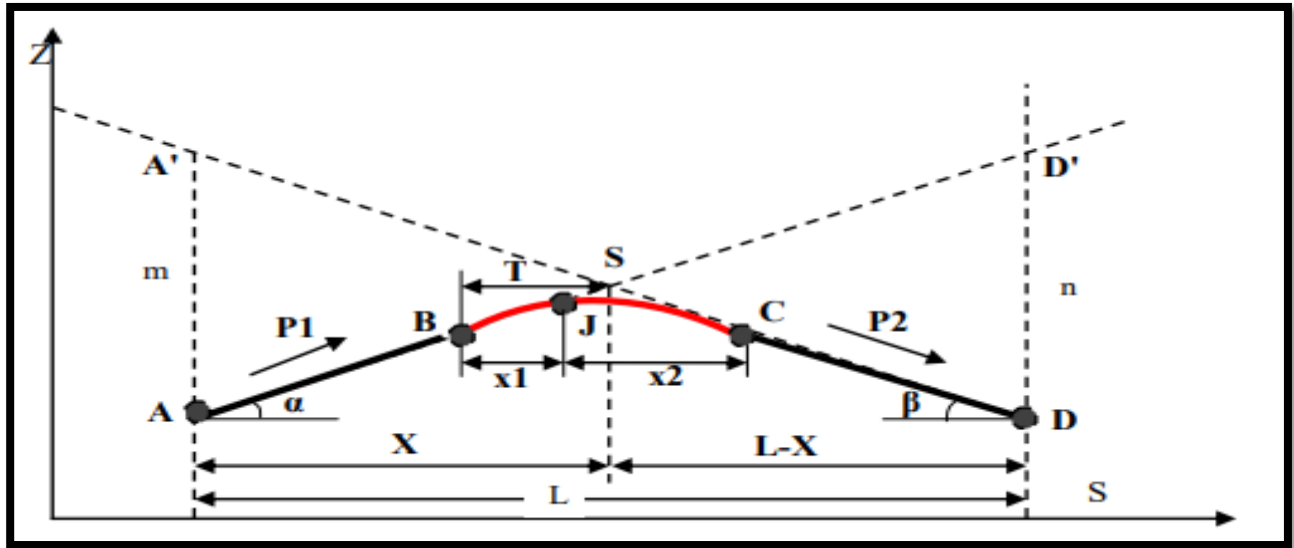


FIGURE IV- 5 : Raccordement en angle saillant

1-Détermination de la position du point d'encontre (s) :

On a : $ZA' = ZD + L.P_2$, $m = ZA' - ZA$, $ZD' = ZA + L.P_1$, $n = ZD' - ZD$

2-Les deux triangles (A'SA) et (SDD') sont semblables donc :

$$\frac{m}{n} = \frac{x}{L-x} \rightarrow x = \frac{m \times L}{n+m} \quad \text{Eq: 18}$$

- $S_S = S_A + x$
- $Z_S = Z_A + x + P_1$

3-Calcul des points de tangente :

$$T = \frac{R}{2} (|P_1| \mp |P_2|) \quad \text{Eq: 19}$$

On prend (+) lorsque les deux pentes sont de sens contraires, On prend (-) lorsque les deux pentes sont de même sens. La tangente (T) permet de position les points de tangente B et C.

$$B \begin{cases} S_B = S_S - T \\ Z_B = Z_S - T \times P_1 \end{cases} \quad C \begin{cases} S_C = S_S + T \\ Z_C = Z_S + T \times P_2 \end{cases}$$

4-Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J) :

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

$$X_1 = R \times P_1 \quad \begin{cases} S_J = S_B + X_1 \\ Z_J = Z_B + \frac{X_1^2}{2R} \end{cases}$$

$$X_2 = R \times P_2$$

IV.9.2- Application Au Projet :

- **Exemple de calcul cas d'un rayon convexe :**

$$A \begin{cases} X_A = 433.710 \\ Z_A = 1512.233 \end{cases} \quad D \begin{cases} X_D = 825.413 \\ Z_D = 1516.435 \end{cases}$$

➤ Les pentes : $P_1 = 3.073 \%$; $P_2 = -4.415 \%$

➤ $L = 825.413 - 433.710 = 391.703 \text{ m}$

$$Z_A' = Z_D + L \cdot P_2, m = Z_A' - Z_A \rightarrow \begin{cases} Z_A' = 1516.435 + (391.703 \times 0.044) = 1533.669 \text{ m} \\ m = 1533.669 - 1512.233 = 21.436 \text{ m} \end{cases}$$

$$Z_D' = Z_A + L \cdot P_1, n = Z_D' - Z_D \rightarrow \begin{cases} Z_D' = 1512.233 + (391.703 \times 0.030) = 1523.984 \text{ m} \\ n = 1523.984 - 1516.435 = 7.825 \text{ m} \end{cases}$$

$$X = \frac{m \times L}{n + m} = \frac{21.436 \times 391.703}{7.825 + 21.436} = 286.953 \text{ m.}$$

$$S \begin{cases} X_S = X_A + X = 433.710 + 286.953 = 720.663 \text{ m} \\ Z_S = Z_A + X \times P_1 = 1512.233 + 286.953 \times 0.030 = 1520.841 \text{ m} \end{cases}$$

- **Calcul des tangentes :**

$$T = \frac{R}{2} (P_1 + P_2) = \frac{10000}{2} (0.044 + 0.030) = 370.000 \text{ m}$$

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

$$B \begin{cases} X_B = X_S - T = 720.663 - 370.000 = 350.663 \\ Z_B = Z_S - T \times P_1 = 1520.841 - 370.000 \times 0.030 = 1509.740 \text{ m} \end{cases}$$

$$C \begin{cases} X_C = X_S + T = 720.663 + 370.000 = 1090.663 \text{ m} \\ Z_C = Z_S + T \times P_2 = 1520.841 - 370.000 \times 0.044 = 1504.561 \text{ m} \end{cases}$$

- **Projection horizontale de la longueur de la courbe :**

$$L_T = 2 T = 370 \times 2 = 740.000 \text{ m.}$$

- **Calcul des flèches :**

$$f = \frac{T^2}{2R} \rightarrow \frac{370^2}{2 \times 10000} = 6.845 \text{ m}$$

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

$$J \begin{cases} X_J = X_B + R \times P_1 = 350.663 + 10000 \times 0.030 = 1390.663 \text{ m} \\ Z_J = X_B + \frac{(R \times P_1)^2}{2R} = 1509.740 + \frac{(10000 \times 0.044)^2}{2 \times 10000} = 1519.42 \text{ m} \end{cases}$$

Remarque : Les résultats de calcul sont joints en annexe (Annexe B).

IV.10 – Profil en travers :

IV.10.1- Introduction

Le profil en travers est une coupe transversale menée selon un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée.

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « profil en travers type » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....). [8]

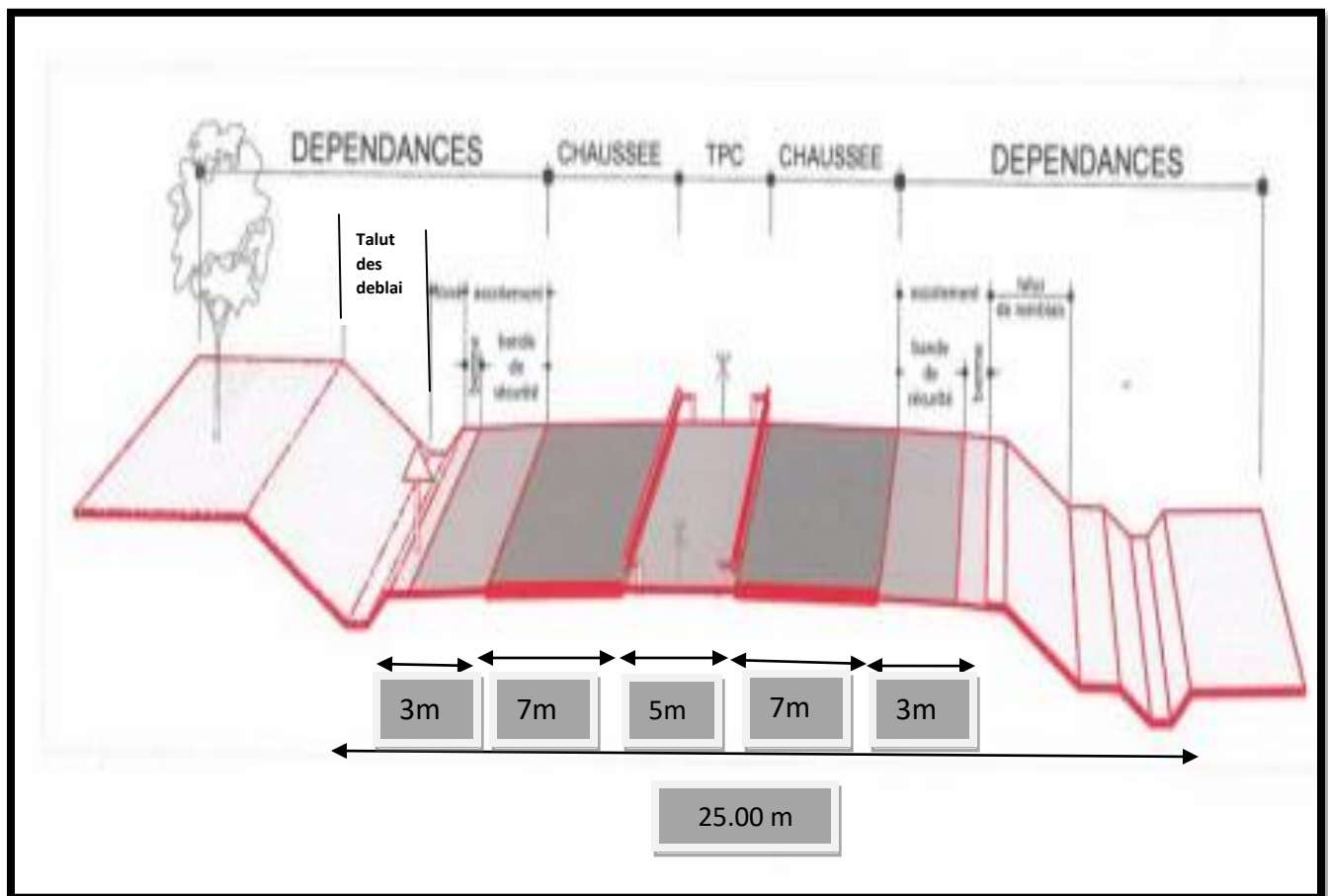


FIGURE IV.6: Profiles-en traverse types de la section courante à 2×2 voies

- **La chaussée** : désigne la partie de la voie publique aménagée pour la circulation des véhicules en général. La largeur maximale des véhicules étant de 2,50 m, cette largeur constitue un minimum pour celle des voies.
- **La largeur roulable** : Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.
- **Plateforme** : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes des talus de remblais, comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.
- **L'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, etc....) limitée par le domaine public.
- **Les accotements** : les accotements sont les zones latérales de la plateforme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés. Ils comportent généralement les éléments suivants :
 - ✓ Une bande de guidage.
 - ✓ Une bande d'arrêt.
 - ✓ Une berme extérieure.

Terre-plein central : Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

- ✓ Les surlargeurs de chaussée (bande de guidage)
- ✓ Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue
- **La berme** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations.). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.
- **Le fossé** : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route et des talus et les eaux de pluie.
- **Banquette** : Parapet de terre établi le long d'une route.
- **Caniveau** : Bordure extérieure de la chaussée aménagée pour l'écoulement de l'eau.
- **B.D.G**: onde dérasée à gauche d'une chaussée unidirectionnelle.

IV. 10.3 - Classification des profils en travers

IV.10.3.1 - Types de profile n travers :

On distingue deux types de profils : type et courant.

IV.10.3.1.1 - Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (Remblais, déblais). L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

IV. 10.3.1.2 - Le profil en travers courant :

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

IV.10.4 - Application au projet :

Le profile n travers types de la RN23 sera compose au stade définitif de 2 chaussées à sens unique, comportant chacune deux voies de circulation

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- ❖ 2 Chaussée : $(3.50 \times 2) \times 2 = 14.00\text{m}$
- ❖ Accotement : $3 \times 2 = 6.00\text{m}$
- ❖ TPC : 5 m
- ❖ Plateforme : 25 m.
- ❖ Caniveaux de $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$.

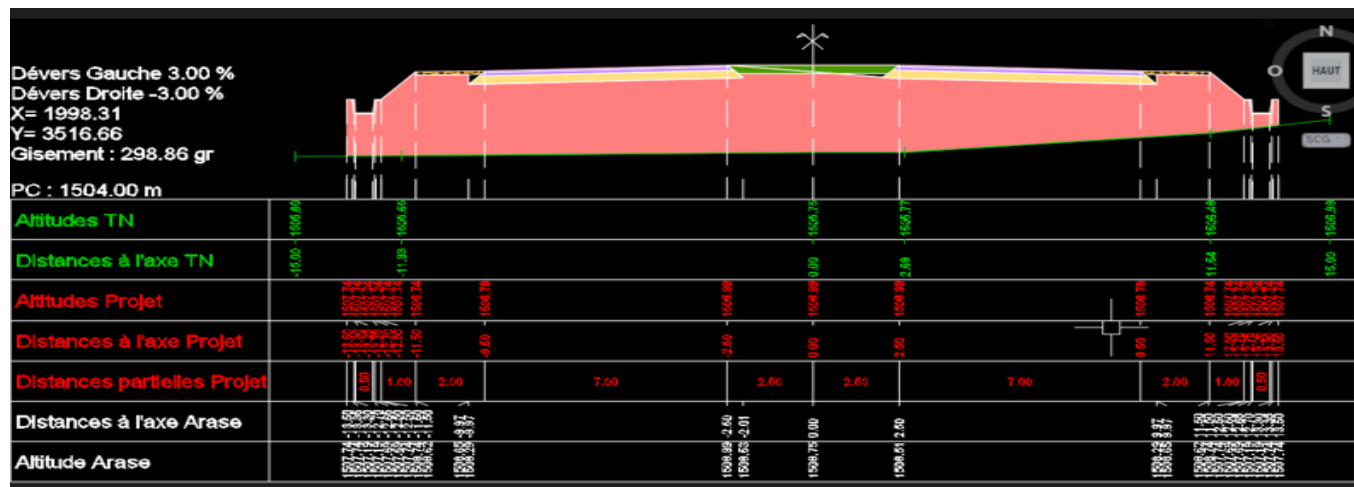


FIGURE IV.7: Profils-en traverse en remblai

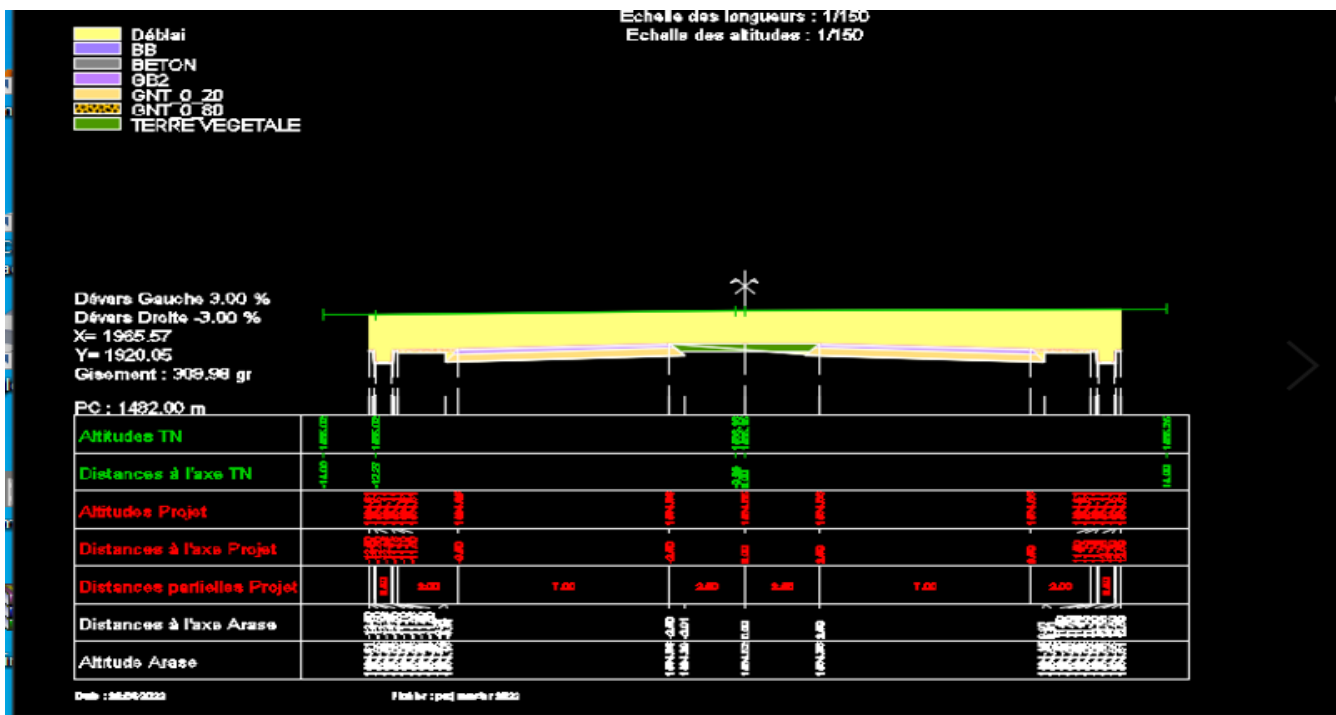


FIGURE IV.8: Profiles-en traverse en déblai

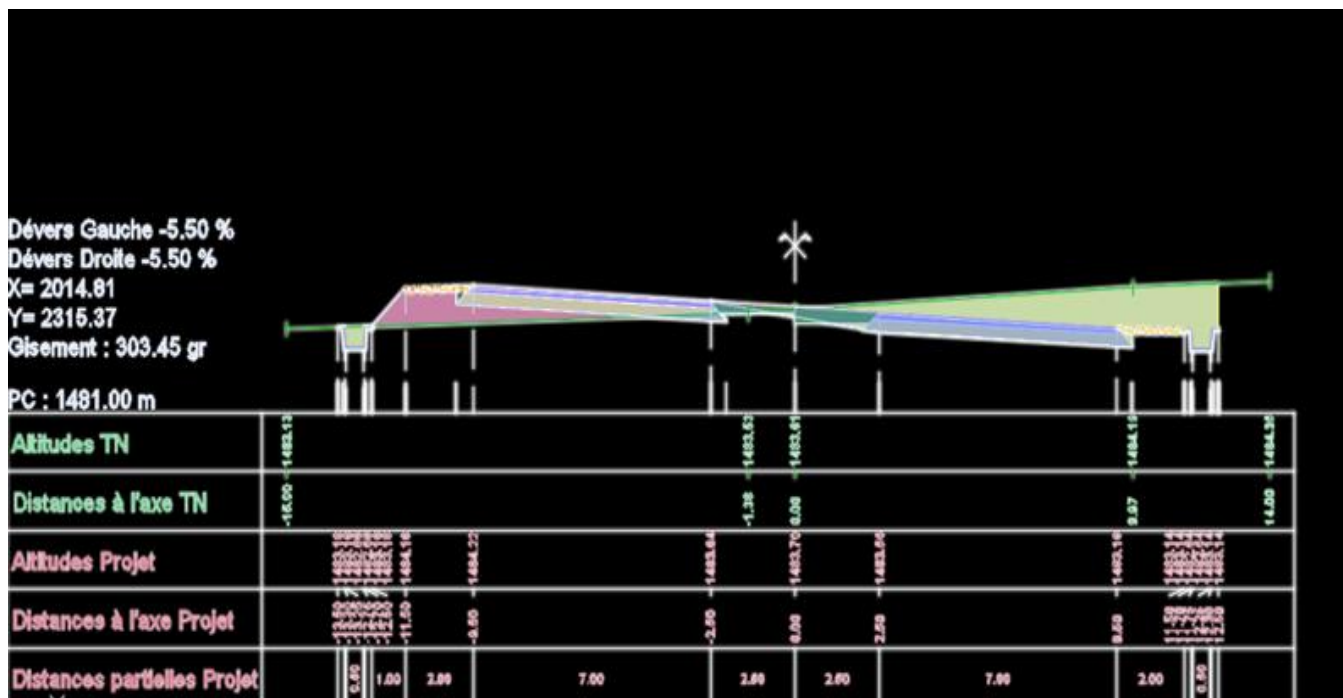


FIGURE IV.9: Profiles-en traverse mixte

IV.11 -Cubatures

IV.11.1- Introduction

La réalisation d'un ouvrage génie civil nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté.

Pour les voies de circulations ceci est très visibles sur les profils en longs et les profils en travers. Cette modification s'effectue :

- Soit par apport de terre sur le sol terrain naturel, qui lui servira de support remblai.
- Soit par excavation des terres existantes au-dessus du niveau de la ligne rouge déblai.

Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre qui se trouve entre le tracé du projet et celui du terrain naturel. Ce calcul s'appelle ((les cubatures des terrassements).

IV.11.2- Définition

Les cubatures de terrassement, c'est l'évolution des cubes de déblais et remblai, que comporte le projet à fin d'obtenir une surface uniforme et parallèlement sous adjacente à la ligne projet.

Les éléments qui permettent cette évaluation sont :

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

Les profils en long et les profils en travers doivent comporter un certain nombre de points suffisamment proches pour que les lignes joignent ces points différents le moins possible de la ligne du terrain qu'il représente [9].

IV.11.3 - Méthode De Calcul Des Cubatures

Ayant dessiné le profil en travers du terrain au droit des sections transversales de la plateforme des voies, tous les 50 m à chaque point de changement de déclivité de la ligne rouge ou du profil en long du terrain naturel.

Nous considérons (sur ce profil en travers du terrain naturel, le profil type lui correspondant (profil en travers type en remblai, en alignement droit ou en courbe).

Nous calculons les surfaces SD et SR de déblai et de remblai pour chaque profil en travers (Figure III.1).

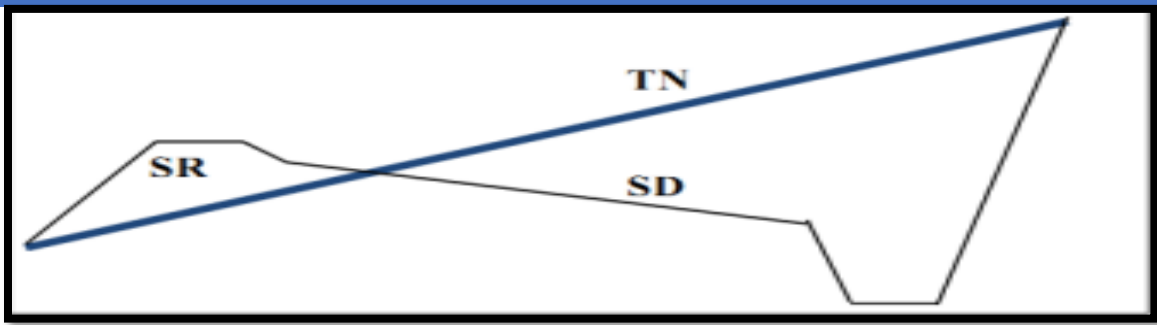


FIGURE IV.10: Profil en travers du terrain naturel.

Pour calculer un volume, il y a plusieurs méthodes parmi lesquelles il y a celle de la moyenne des aires que nous utilisons et qui est une méthode très simple mais elle présente un inconvénient c'est de donner des résultats avec une marge d'erreur, donc pour être proche des résultats exacts on doit majorer les résultats trouvés par le coefficient de 10 % et ceci dans le but d'être en sécurité [9].

IV.11.3.1. Description de la Méthode

En utilisant la formule de MR SARRAUS qui calcul le volume compris entre deux profils successifs [9] :

$$V = \frac{h}{6} \times S_1 + S_2 + 4 \times S_0 \quad \text{Eq 20}$$

Où 1, S1, S2 et S0 désignant respectivement :

- Distance entre deux profils
- Surface du profil 1
- Surface du profil 1

. Ici à la (Figure IV.8) ci – dessus on adopte pour des profils en long d'un tracé donnés.

- PF : profil fictive, surface nulle
- Si : surface de profil en travers Pi
- Li : distance entre ces deux profils
- Smoy : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi – distance Li

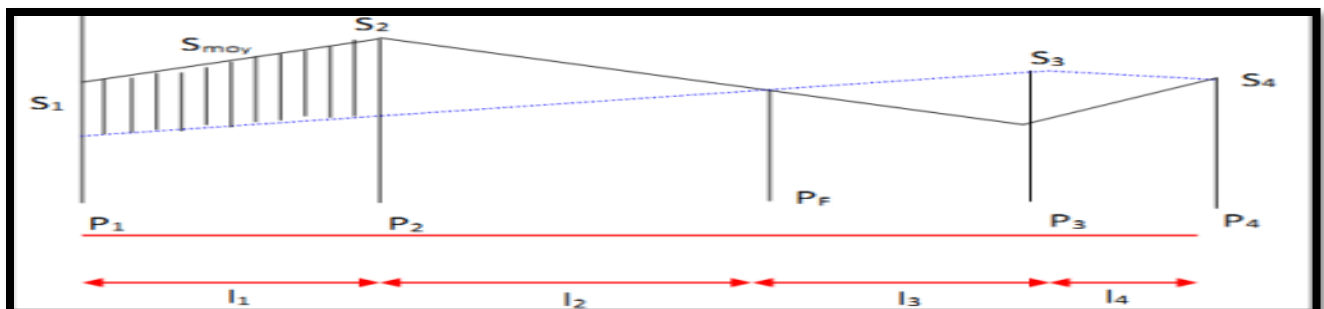


FIGURE IV.11: Méthode de la moyenne des aires [12].

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

$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4 \times S_{Moy}) \quad \text{Eq 21}$$

Pour éviter un calcul très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions

$$S_{moy} \text{ et } \frac{(S_1 + S_2)}{2} \quad \text{Eq 22}$$

$$\text{Ceci donne : } V_1 = \frac{L_1}{2} \times (s_1 + s_2)$$

Donc les volumes seront :

- Entre P_1 ET P_2 $V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2).$
- Entre P_2 ET P_F $V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0).$
- Entre P_F ET P_3 $V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3).$

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

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

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

IV.11.3.2 – Méthode de gulden

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

Cette méthode permet donc de prendre en compte la position des quantités par rapport à la courbure instantanée. si on utilise la méthode de GULDEN, la quantité (longueur d'application) n'a plus de sens [11] (Figure III .3)

IV.11.3.3- Méthode de linéaire

C'est la méthode classique. Les sections et les largeurs sont multipliées par la longueur d'application pour obtenir les volumes et les surfaces. Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan [9] voir (Figure IV.9).

IV.11.4- Calcul Des Cubatures De Terrassement

Calcul des cubatures de projet 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).

Pour notre calcul automatique des courbures par le logiciel **autopiste** nous avons utilisé la méthode de GULDEN et les résultats obtenus sont en annexe mais ici (ci – dessous) nous donnons les résultats finals du volume de remblais et déblais.

- Le volume de déblais est de : $VD = 509454.62M3$
- Le volume de remblai est de : $VR = 155934.16M3$

Pour le calcul automatique des cubatures par le logiciel Piste, préciser la méthode linéaire les résultats de calcul ainsi obtenus sont joints en annexe (Annexe B)

IV.12- Conclusion

Selon les travaux sur le programme Autopiste, Après avoir défini la ligne de projet sur le profil en long en prenant les différentes conditions de sécurité et de confort, en plus de la recherche de l'équilibre entre le déblai et le remblai. Le volume de déblais est de $VD = 509454.62m3$, et celui du remblai est de $VR = 137495 m3$

A travers le résultat, nous avons constaté qu'il n'y a pas d'équilibre entre le déblai et le remblai, et que nous avons un important surplus d'excavation estimé à environ $VR - VD = 353520.46m3$.

Le plus grand travail d'excavation trouvé dans la zone -1- de montagneuse entre

P 23 et p 42 : **90960 .00 m3** ; Ainsi qu'une autre zone -2 - a p 67 et p 91 : **88103.00 m3**.

En tenant en compte du foisonnement des terres de déblai, on peut dire qu'on ne va pas avoir de manque de terres.

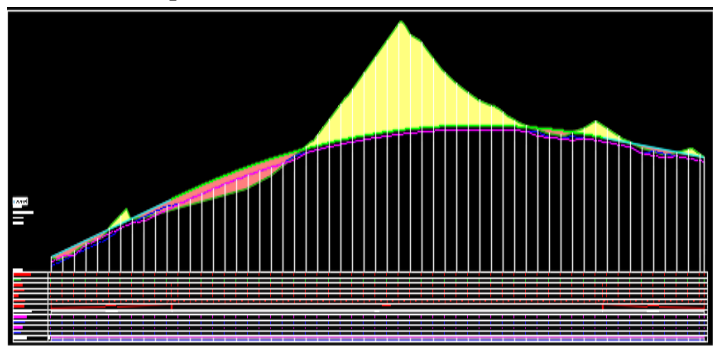


FIGURE IV.12: profil en long C1 le volume
de déblais – zone 1 -

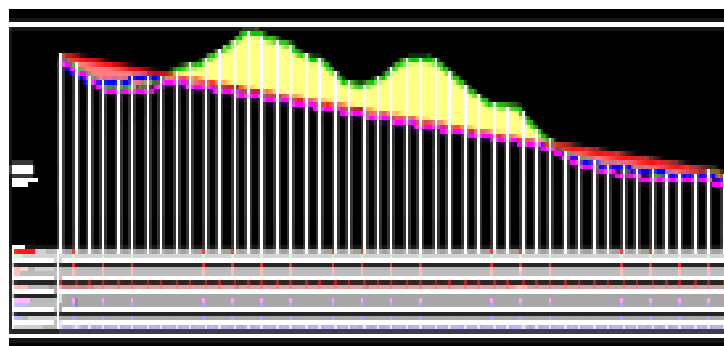


FIGURE IV.13: profil en long C2 le volume
de déblais – zone 2 -

Chapiter V

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE LA CHAUSSEE

V.1- Introduction :

La qualité de construction des chaussées joue un rôle primordial. Celle-ci passe par une bonne connaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à réaliser. Le but de la conception de la chaussée est de déterminer son épaisseur et le nombre de couches à compléter, afin que l'effet soit économique et la plus adaptée au projet sur la base des données relatives à la nature de sol traversées, des types de matériaux et des conditions climatiques.

V.2 Dimensionnement Du Corps De La Chaussée

V.2.1 - Définition De La Chaussée :

- ✓ **Au sens géométrique** : c'est la surface aménagée de la route sur la quelle circulent les véhicules.[28]
- ✓ **Au sens structurel** : c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges. [28]

V.3 - Les Différents Structures De Chaussée :

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, on distingue généralement les trois types de structures suivants :[14]

- Chaussée souple,
- Chaussées semi-rigides,
- Chaussées rigides,

V.3.1- Les chaussées souples :

C'est une structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches qui la constituent, sont traitées aux liants hydrocarbonés.

La couche de fondation et/ou la couche de base peut être constituées de grave non traitée. Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la structure type est illustrée sur

(Figure V.1)[14]

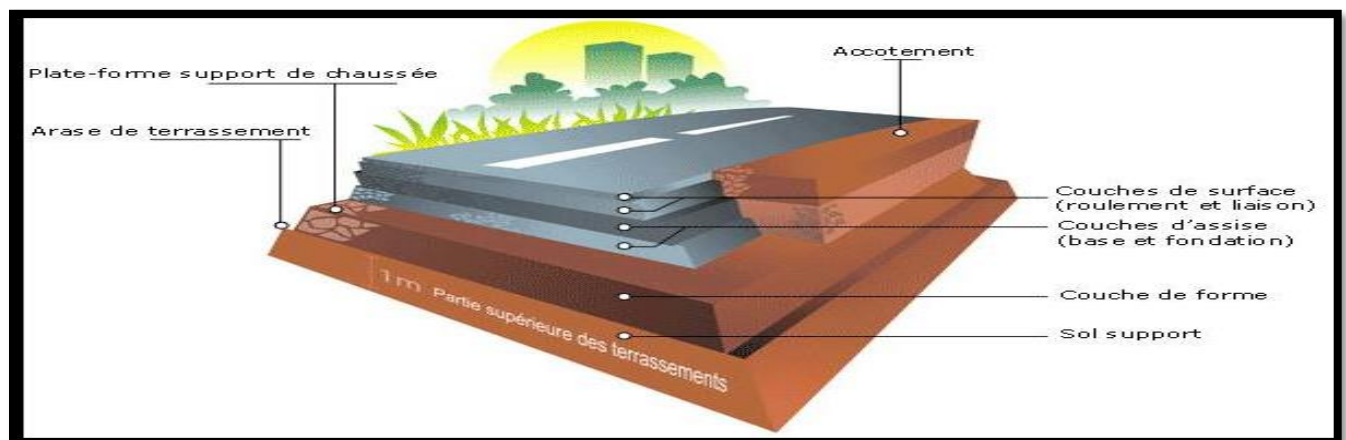


Figure V.1: Structure type d'une chaussée souple [29]

V. 3.2- Les chaussées semi- rigides :

Elles comportent une couche de surface bitumineuse reposant sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques disposés en une couche (base) ou deux couches (base et fondation). Dans le cas d'un. Chaussée neuve, la structure type est illustrée sur (Figure V.2) [14]

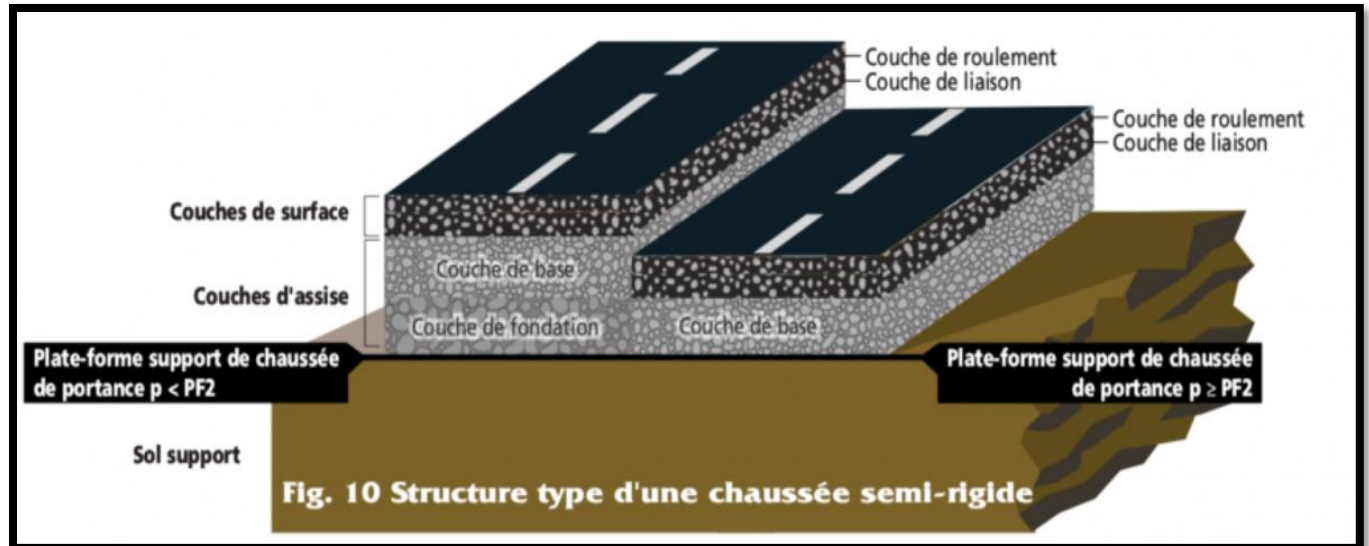


Figure V.2: Structure type d'une chaussée semi – souple [14]

V.3.3- Les chaussées rigides :

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, un grave traité aux hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques.[14]

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie

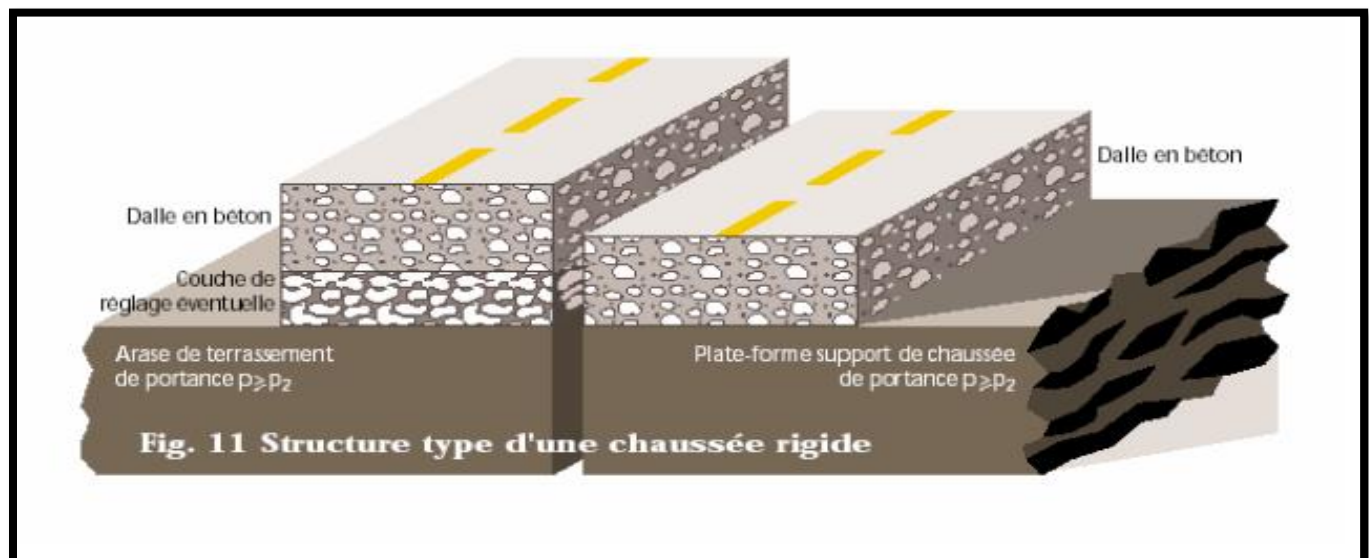


Figure V.3: Structure type d'une chaussée rigide.[14]

V.4- Rôles des différentes couches de chaussée

➤ Remarque

La couche de forme, n'appartient pas à la chaussée, et a plusieurs fonctions :

- Pendant les travaux (court terme), elle protège le sol support, contribue au nivellement et permet la circulation des engins de chantier.
- Elle permet de rendre plus homogènes les caractéristiques du sol terrassé et de protéger ce dernier du gel. Actuellement, on tient de plus en plus compte du rôle de portance à long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l'optimisation des structures de chaussées.[16].

V.4.1 - La couche de surface

La couche de surface constituée :

- De la couche de roulement, qui est la couche supérieure de la chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat.
- Et le cas échéant d'une couche de liaison, entre les couches d'assise et la couche déroulement.

Le rôle de la couche de surface est :

- D'encaisser les efforts de freinage provoqués par la circulation.
- D'imperméabiliser la surface de la chaussée.
- D'assurer la sécurité (adhérence).
- D'assurer le confort (bruit et uni.).
- D'assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

V.4.2- Les couches d'assise (corps de chaussée) :

L'assise de la chaussée est généralement constituée de deux couches : la couche de fondation, surmontée de la couche de base. Ces couches en matériaux élaborés, le plus souvent liés (bitume, liants hydrauliques), pour les forts trafics apportent à la chaussée la résistance mécanique aux charges verticales induites par le trafic. Elles répartissent les pressions sur le sol support, afin de maintenir les déformations à ce niveau dans les limites admissibles.

a. Couche de base :

Pour résister aux déformations permanentes sous l'effet de trafic, elle reprend les efforts verticaux et repartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes. L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm.

b. Couche de fondation :

Elle assure une bonne portance de la chaussée finie. Elle a le même rôle que celui de la couche de base. L'épaisseur de la couche de fondation est éventuellement 20 à 50 cm.

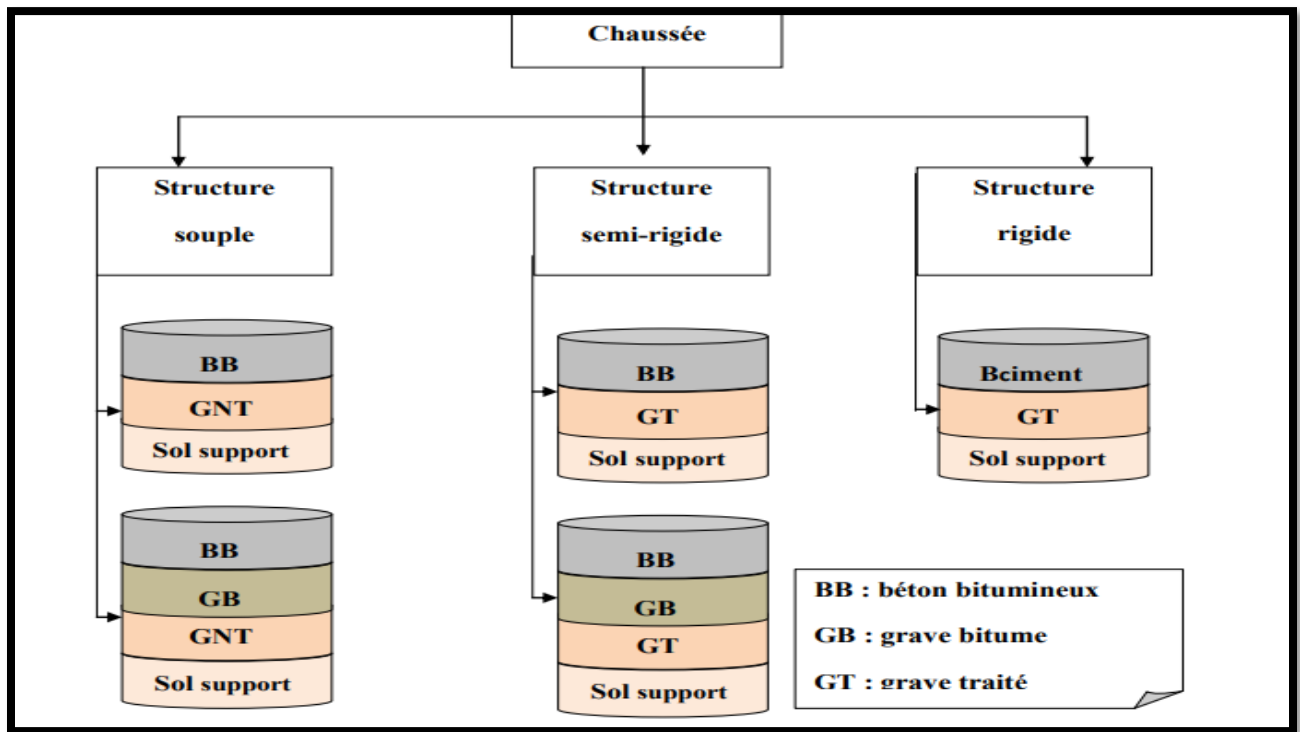


Figure V.4: Schéma récapitulatif des types des chaussées[34].

V.5- Les facteurs déterminants pour les études de dimensionnement de chaussées :

V.5.1- Trafic :

La connaissance du trafic et, principalement du poids lourd, constitue un des éléments essentiels pour un bon dimensionnement de la structure de chaussée. Ce trafic s'exprime généralement par deux paramètres : [15]

- Le TJMA (trafic moyen journalier annuel) à la mise en service qui permet de choisir les matériaux nécessaires pour la construction de la chaussée.
- Le nombre cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit. Trafic « poids lourd » comprend tous les véhicules dont la charge utile est supérieure ou égale à 5 tonnes.

a- Trafic à la mise en service :

Ce trafic compté sur la base du TJMA est estimé à partir du trafic PL par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service de la route. On définit, en général, des classes de trafic en fonction du nombre moyen journalier annuel de PL > 5t (tableau V.1).

Tableau V.1: Classification des trafics en France [15]

Classe de trafic	T5	T4	T3		T2		T1		T0	
			T3-	T3+	T2-	T2+	T1-	T1+	T0-	T0+
MJA (PL/J)	0	25	50	85	150	200	300	500	750	1200
										2000

b- Trafic cumulé équivalent (Tc) :

Le trafic utilisé pour le dimensionnement est le nombre équivalent d'essieux de référence correspondant au trafic PL cumulé sur la durée de service retenue, il est donné par la relation suivante [15] :

$$N = T \times A \times C \quad \text{Eq V.1}$$

A : facteur d'agressivité global du Traffic.

N : facteur d'agressivité globale du Traffic.

C : étant le facteur de cumul sur la période de calcul, telle que :

$$C = [(1+\tau) P - 1] / \tau \quad \text{Eq V.2}$$

Avec :

P : durée de vie.

τ : Taux de croissance de trafic.

CAM : est le coefficient d'agressivité moyenne de PL par rapport à l'essieu de référence.

$$NE = 365 \times TMJA \times CAM \times [(1 + \tau)^P] / \tau \quad \text{Eq V.3}$$

V.5.2 - Le climat et l'environnement :

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

L'amplitude des variations de température et la température maximum interviennent dans le choix du liant hydrocarboné.

Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support et donc sa portance ainsi que les possibilités de réemploi des matériaux de déblai en remblai.

V.5.3- Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic PL.[18]

V.6- Les Principales Méthodes De Dimensionnement :

V.6.1- Method C.B.R « California -Bearing - Ratio » :

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'eau moins de 15cm. [19]

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

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{p}) (75 + 50 \log_{10} \frac{N}{I})}{I^{CBR+5}} \quad \text{Eq V.4}$$

Avec : E_{eq} : épaisseur équivalente.

I : indice CBR (sol support).

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

$$N = T_H \times \% PL \quad \text{Eq V.5}$$

T_H : trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans.

$$T_H = \frac{T_0}{2} (1 + \tau)^m \quad \text{Eq V.6}$$

T_0 : trafics actuel (v/j).

m : année de prévision.

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

$\log$: logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$E_{eq} = C_1 \times e_1 + C_2 \times e_2 + C_3 \times e_3 \quad \text{Eq V.7}$$

$C_1 \times e_1$: couche de roulement.

$C_2 \times e_2$: couche de base.

$C_3 \times e_3$: couche de fondation.

Où : C_1, C_2, C_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

Tableau V.2: Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau [17]

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux ou enrobe dense	2.00
Grave ciment grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée grave sableuse -T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.6

V.6.2 Méthode du catalogue des chaussées :

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 [18].

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

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

- Approche théorique ;
- Approche empirique.

V.7- Application Au Projet

V.7.1- Méthode de l'indice CBR :

1-Données de l'étude :

- ✓ Le trafic à l'année 2020 TJMA2020 = 7799 v/j
- ✓ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- ✓ Le pourcentage moyen de poids lourds (PL) $Z = 25\%$
- ✓ L'année de mise en service sera en 2023 : TJMA 2023 = 8773 v/j
- ✓ La durée de vie estimée de 20 ans.
- ✓ $I_{CBR} = 11$ (La source S.E.T.S)
- ✓ $I_{CBR} = 14$ (La source S.E.T.S)
- ✓ $I_{CBR} = 18$ (La source S.E.T.S).

2- Détermination de $N_{PL\ 2043}$ (2023 +20 = 2043)

$$TJMA_{2023} = 8773 \text{ v/j}$$

$$TH_{2043} = \frac{T_{2043}}{2} (1+\tau)^n = \frac{8773}{2} (1+0.04)^2 = 4799 \text{ v/j/sens}$$

$$N = TH_{2043} \times PL\% \rightarrow 4799 \times 0.25 = 1199.75 \approx 1200 \text{ PL/J/sens}$$

- ✓ Il est à noter l'existence d'une cimenterie au niveau EL BIEDHA, cette dernière génère un trafic supplémentaire qui s'ajoute aux trafics comptés nous estimons ce trafic environ 250 PL/Jour, ce trafic devant transporter l'équivalent de **2 Million de T par année [2]**

3. Calcul de l'épaisseur équivalente :

- 2000000T par année
- $2000000/365 = 5479 \text{ T/ par jour}$
- $5479/8773 = 0.625 \text{ T/pour le véhicule}$

$$TJMA_{2023} \times 365 \times 0.625 \geq 100000 \text{ t/ans}$$

$$8773 \times 365 \times 0.625 = 2001341 \text{ t/ans} \geq 100000 \text{ t/ans}$$

$$E_{\text{équi}} = [100 + \sqrt{P} (75 + 50 \log (N/10))] / (I_{CBR} + 5)$$

$$\text{Pour : } I_{CBR} = 11$$

Avec P : charge maximale

$$e_a = [100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log (1200/10))] / (11 + 5)$$

$$e_a = \frac{556.257}{16} = 34.76 \text{ cm}$$

$$e_b = [100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log (1920/10))] / (14 + 5)$$

$$e_b = \frac{556.257}{19} = 29.27 \text{ cm}$$

$$e_c = [100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log (1920/10))] / (18 + 5)$$

$$e_c = \frac{556.257}{23} = 25.18 \text{ cm}$$

$$\text{On choisi L'épaisseur totale : } \begin{cases} e_a = 40 \text{ cm} \\ e_b = 36 \text{ cm} \\ e_c = 30 \text{ cm} \end{cases}$$

4. Détermination de l'épaisseur réelle :

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

$$E_{eq} = C_1 \times e_1 + C_2 \times e_2 + C_3 \times e_3$$

Alors : $e_a = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 40 \text{ cm}$

$$e_b = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 35 \text{ cm}$$

$$e_c = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 = 30 \text{ cm}$$

$$e_a \left\{ \begin{array}{l} \text{couche de roulement en béton bitumieux (BB): } a_1 \times e_1 = 6 \times 2 = 12 \text{ cm} \\ \text{couche de base en grave bitume (GB): } a_2 \times e_2 = 14 \times 1.5 = 21 \text{ cm} \\ \text{couche de fondation en (GNT): } a_3 \times e_3 = 20 \times 1 = 20 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$e_b \left\{ \begin{array}{l} \text{couche de roulement en béton bitumieux (BB): } a_1 \times e_1 = 6 \times 2 = 12 \text{ cm} \\ \text{couche de base en grave bitume (GB): } a_2 \times e_2 = 12 \times 1.5 = 18 \text{ cm} \\ \text{couche de fondation en (GNT): } a_3 \times e_3 = 18 \times 1 = 18 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$e_c \left\{ \begin{array}{l} \text{couche de roulement en béton bitumieux (BB): } a_1 \times e_1 = 6 \times 2 = 12 \text{ cm} \\ \text{couche de base en grave bitume (GB): } a_2 \times e_2 = 10 \times 1.5 = 15 \text{ cm} \\ \text{couche de fondation en (GNT): } a_3 \times e_3 = 14 \times 1 = 14 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\begin{cases} e_a = 6 \times 2 + 14 \times 1.5 + 20 \times 1 = 53 \text{ cm} \\ e_b = 6 \times 2 + 12 \times 1.5 + 18 \times 1 = 48 \text{ cm} \\ e_c = 6 \times 2 + 10 \times 1.5 + 14 \times 1 = 41 \text{ cm} \end{cases}$$

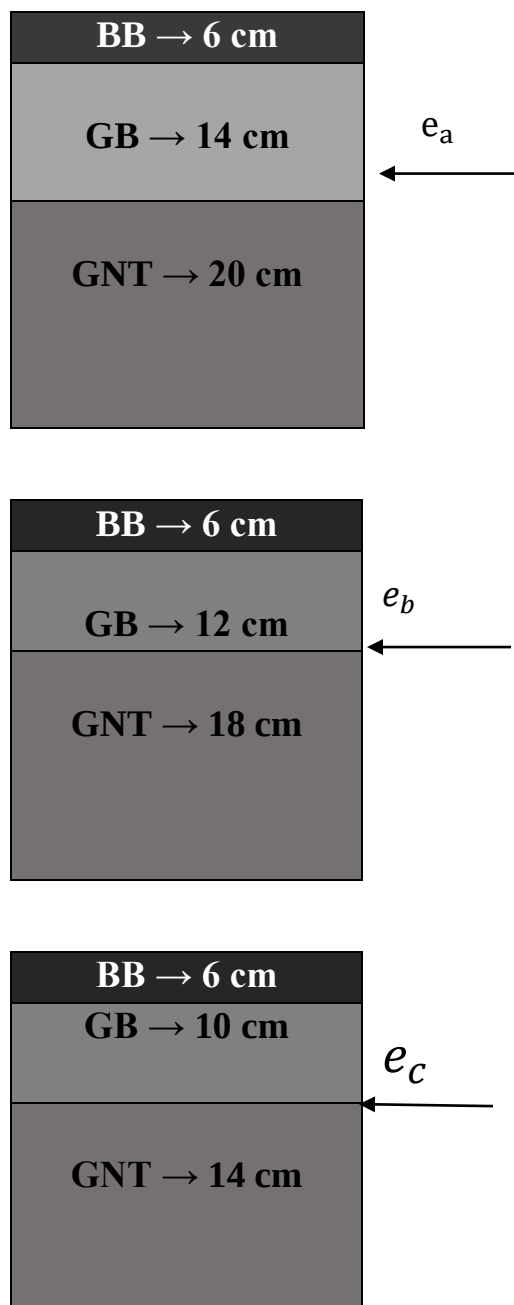


Figure V.5: La structure de chaussée sur la méthode C.B.R

V.7.2- Méthode de catalogue des chaussées Neuves :

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

1-Détermination du type de réseaux principaux :

TJMA2021 = 7011 v/j > 1500 v/j. Alors selon le Tableau III.2 le réseau principal est **RP1**.

Tableau V.3: Classification des reseaux principaux [18].

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

2-Détermination de la classe de trafic :

Réparation transversale de trafic

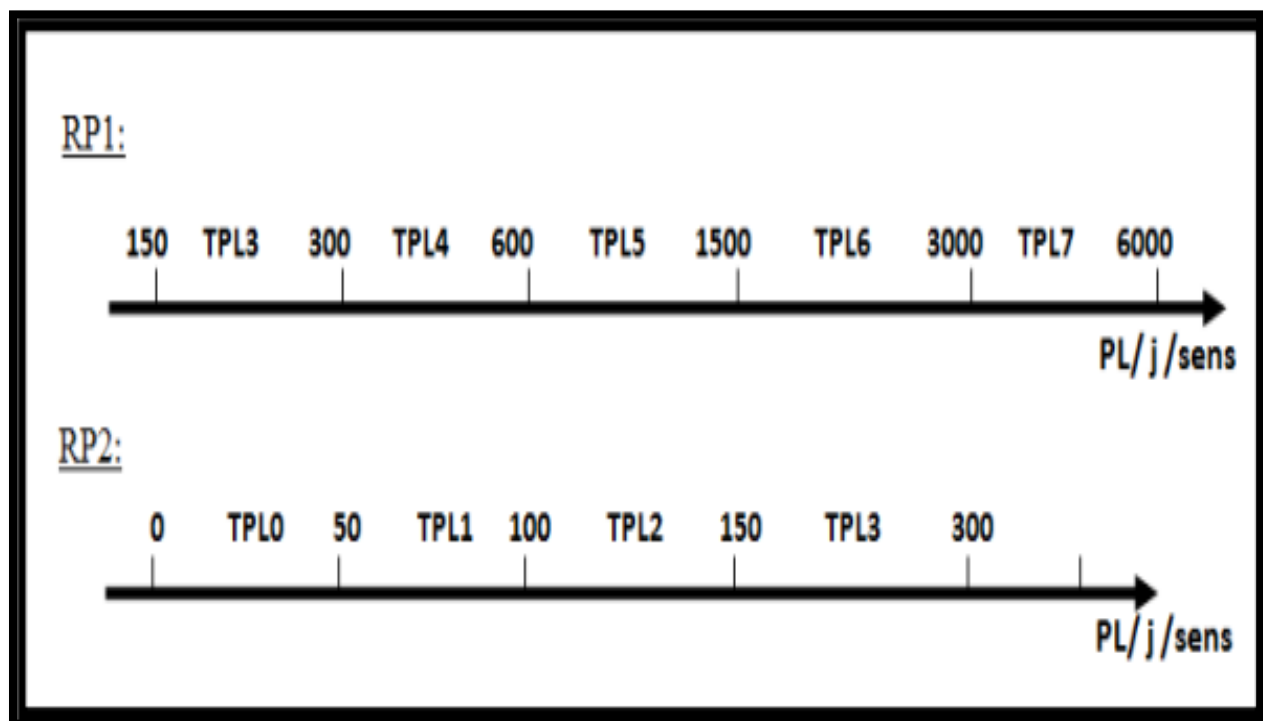
Chaussée double unidirectionnel à deux voies : 90% DU TRAFIC PL sur la voie lente de droite.

Les classes sont données pour chaque niveau de réseau principal (RP1 et RP2), en nombre de PL sens à l'année de mise en service.

$$TPL = 1200 \times 0.9 = 1080 \text{ PL/j/sens}$$

Trafic poids lourds : TPL est compris entre 1500 et 3000

Donc : la classe de trafic est : **TPL5**

**Figure V.6: Les niveaux de réseau principal [35]**

3-Détermination de la portance de sol-support de chaussée :

a-Détermination de la classe du sol :

$$\text{ICBR} = 20 \rightarrow \text{ICBR} (10 - 25)$$

Donc : selon le **Tableau V.4** le sol est classe sur la classe S2.

Tableau V.4: Classement de sole en fonction de l'indice de CBR [17]

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

4- Détermination de la classe du sol :

b) Classes de portances de sols supports pour le dimensionnement :

Pour le dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir:

S3, S2, S1, S0. Les valeurs des modules indiqués sur le **Tableau V.5**, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante :

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

$$E \text{ (MPa)} = 5 \cdot \text{ICBR} = 5 \times 20 = 100 \text{ MPa}$$

Alors on a la Classes de Sol est S2

Tableau V.5: Exprimé les classe de sol en fonction de la déflexion [17]

Classe	S3	S2	S1	S0
E (MPa)	25-50	50-125	125-200	> 200

5- Le sol support :

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de L'indice CBR.

Ce dernier est, en principe, mesuré à la teneur en eau d'équilibre à long terme du sol support.

Si ce dernier facteur n'est pas connu, on prendra comme paramètres une teneur en eau égale à la limite de plasticité et densité sèche égale à 95 % de la densité à l'O.P.M.

Tableau V.6: L'importance de sol en fonction de l'indice de CBR [17]

Portance	1	2	3	4
CBR	< 3	3 à 6	6 à 10	10 à 20

6- Les zones climatiques :

Dans ce tableau on retrouve le classement des régions par climat.

D'après le **Tableau V.7** de la zone climatique de l'Algérie, notre projet est dans la zone climatique **II (350-600mm/an)**

Tableau V.7: Les zones climatiques de l'Algérie.[17]

Zone climatique	Pluviométrie (mm/an)	Climat	Teq	Région
I	> 600	Très humide	20	Nord
II	350-600	Humide	20	Nord, hauts plateaux
III	100-350	Semi-aride	25	Hauts plateaux
IV	< 100	Aride	30	Sud

7-Amélioration de la classe du sol support :

D'après le **Tableau V.8** classes de sol en fonction de portance on trouve la structure suivante :

Structure souple S2 découche de forme de 40 cm pour augmenter la portance de sol.

Il existe différents types de couches de forme suivant le cas de portance du sol terrassé (Si) et la classe du sol support visée (Sj).

Tableau V.8: Epaisseur de couche de fondation en fonction de la portance du sol. [17]

Classe portance du sol terrassé (Si)	Matériaux de C. F	Epaisseur de C. F	Classe portance du sol support visée (Sj)
< S4	Matériau NT	50cm (en 2c)	S3
S4	Matériau NT	35cm	S3
S4	Matériau NT	60cm (en 2c)	S3
S3	Matériau NT	40cm (en 2c)	S2
S3	Matériau NT	70cm (en 2c)	S2

V.7.3 -Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique II, durée de vie de 20ans, taux d'accroissement (4%), portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL5).

Dans ce cas la structure ne figure pas dans le catalogue des structures (fascicule 3 du catalogue algérien [18]), ce qui nous mener à utiliser la guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussées communales fascicule (2).

$$80\text{MPa} \leq 100\text{MPa} \leq 120\text{MPa}$$

$$T_0 \ 1200 > 750$$

Donc, nous obtenons ce qui suit :

- Couche de Roulement BB = 6 cm
- Couche de base GB = 12 cm
- Couche de fondation GNT = 30 cm.

V.8 - Conclusion

Le dimensionnement des structures de chaussées constitue une étape importante de l'étude. Il s'agit en même temps de choisir les matériaux nécessaires ayant des caractéristiques requises et de déterminer les épaisseurs des différentes couches de la structure de la chaussée. Tout cela en fonction des paramètres fondamentaux comme le trafic, l'environnement de la route (le climat) et le sol support.

Chapitre VI

Ouvrages d'art, assainissement et signalisation

VI.1- Introduction

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires. L'eau est la première ennemie de la route car elle pose de grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons dés enrobage, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

VI.2- Ouvrages D'art Et Assainissement :

Les types de dégradation provoquée par les eaux sont comme suit :

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

VI.2.1- Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).
- Le maintien de bonne condition de viabilité.
- Réduction du coût d'entretien.
- Eviter les problèmes d'érosions.
- Assurer l'évacuation des eaux d'infiltration à travers du 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 effet de gel). [21].

VI.2.2- Assainissement de la chaussée :

L'emprise de l'évitement doit être assainie et ce conformément aux normes du B40 du ministère de l'équipement. Des ouvrages d'assainissement ont été projetés dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

VI.2.3- Définitions des ouvrages d'assainissement :

VI. 2.3.1- Bassin versant :

C'est la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considérée. Elle est définie par la topographie et de

limitée soit par une crête soit artificiellement par une voie (route), ou encore par une canalisation. [22].

VI.2.3.2- Types des canalisations :

L'évacuation des eaux hors ouvrage s'effectue par le biais de dispositifs adéquats appelés « canalisations », son réseau est partagé en deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur). [22].

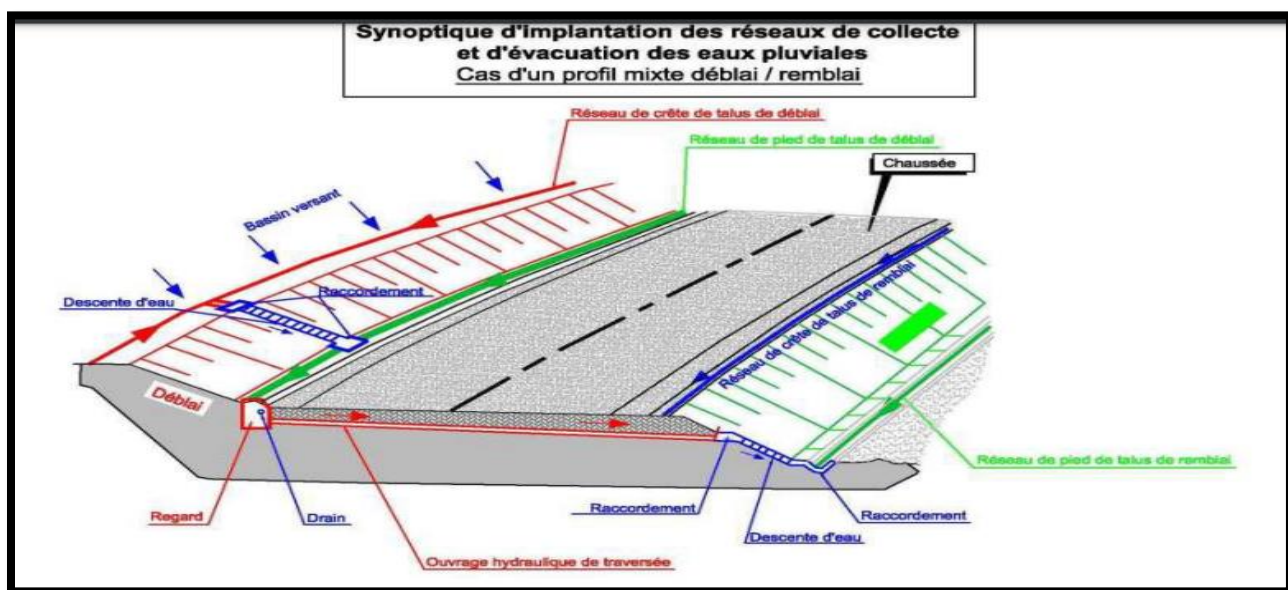


FIGURE VI - 1 : Présentation les éléments de l'assainissement de chaussée.

VI.2.3.3- Collecteur principal (canalisation):

Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites, dites collecteurs Secondaires, recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, entre les regards avec un diamètre et une pente constante. [22].

VI.2.3.4- Chambre de visite (cheminée) :

Ouvrages placés sur les canalisations pour permettre le 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 successives ne devrait pas dépasser 80 à 100m. [22]

VI.2.3.5- Sacs :

Ouvrage placé sur les canalisations pour permettre l'introduction des eaux superficielles. Les sacs sont fréquemment équipés d'un dépotoir, destiné à retenir des déchets solides qui peuvent être entraînés par les eaux superficielles. [22]

VI.2.3.6- Fossés de crêtes : outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des puits. [22]

VI.2.3.7- Descente d'eau : draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes. [22].

VI.2.3.8- Le regard :

Il est constitué d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres. [22].

VI.3- Réseau de crête de talus de déblai :

Le rôle du réseau de crête de talus de déblai. Est d'éviter l'érosion du talus et d'alimenter en écoulement le réseau de pied de talus. Généralement cet ouvrage est revêtu pour éviter son érosion et les infiltrations susceptibles de compromettre la stabilité du talus. Il intercepte les eaux de ruissellement du bassin versant naturel modifié par le tracé routier. Il sera implanté en retrait (1à2m) par rapport à la crête du talus. Cet ouvrage devra être dimensionné en capacité suffisante par tronçon homogène. Il convient de prévoir les aménagements nécessaires à son entretien.[2]

VI.3.1- fossés de pieds de talus de remblai et fossé de pied de talus de déblai

Ce type de fossé est destiné à remplir la double fonction d'évacuation des eaux en provenance de la plateforme vers un exutoire proche et aussi la collecte et la canalisation des eaux de ruissellement du terrain naturel pouvant s'infiltrer dans le corps des remblais vers un ouvrage de traverse. (Figure VI –2- 3).

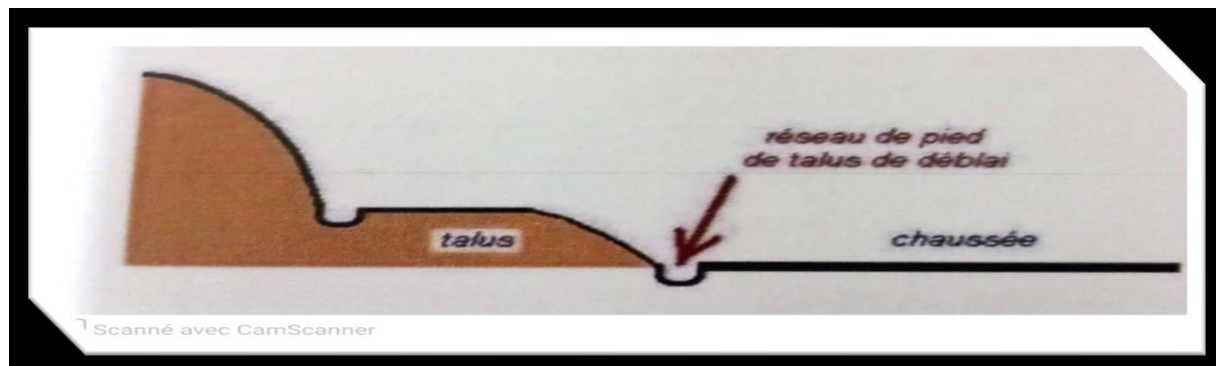


FIGURE VI. 2 : Fossés de pieds de talus de remblai

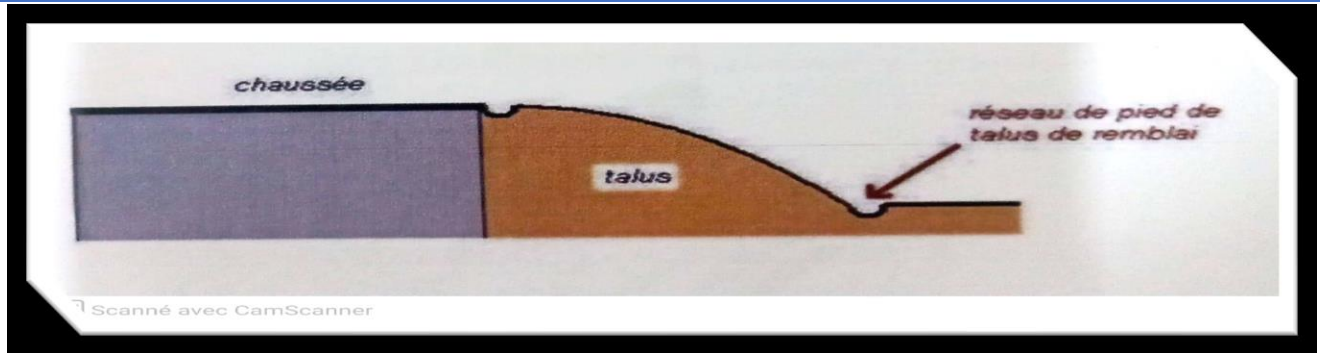


FIGURE VI. 3 : Fossés de pieds de talus de déblai

VI.3.2- Réseau de crête de talus de remblai

Cette partie du réseau longitudinal a pour fonction de canaliser l'eau issue du ruissellement de la chaussée pour éviter son déversement en rive sur le talus de remblai. (Figure VI – 4).

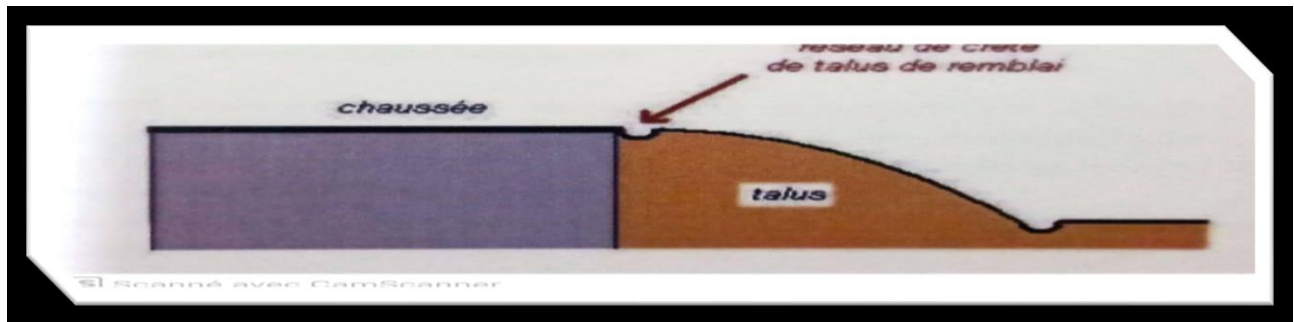


FIGURE VI – 4 : Réseau de crête de talus de remblai

VI.3.3- Conception des fosses :

Tous les fossés doivent être soigneusement connus de façon à avoir la capacité de débit requise. Or, la conception d'un fossé repose sur l'application de formules mettant en rapport sa capacité de débit, son profil, sa pente ou perte de charge effective et la rugosité de ses parois. La relation de Manning est la formule la plus couramment employée : [2]

$$Q = AV = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S_0^{\frac{1}{2}}$$

Avec :

A: l'aire mouillée du fossé

n: coefficient de rugosité des parois du canal

R: rayon hydraulique du fossé.

S₀: pente réelle du fond du fossé.

VI.4-Application A notre Projet :

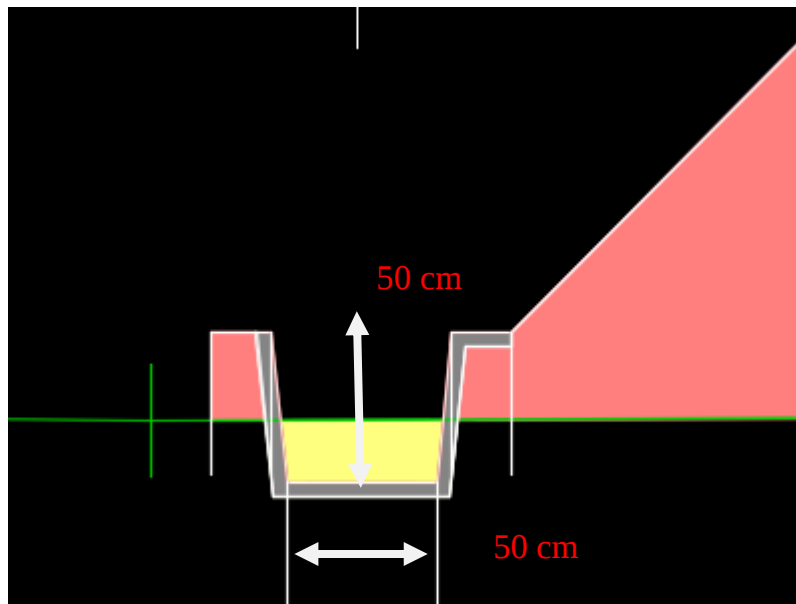


Figure VI – 5 : détails des fossés trapézoïdaux en terre

Pour l'assainissement longitudinal de la nouvelle double voie, nous avons projeté selon la B40 choisie la forme montrée sur la Figure (VI .5 **Figure du projet**). Ce sont des fossés trapézoïdaux en terre dirigés vers les collecteurs et se situent sur les accotements pour assurer l'écoulement des eaux vers les ouvrages d'assainissement.

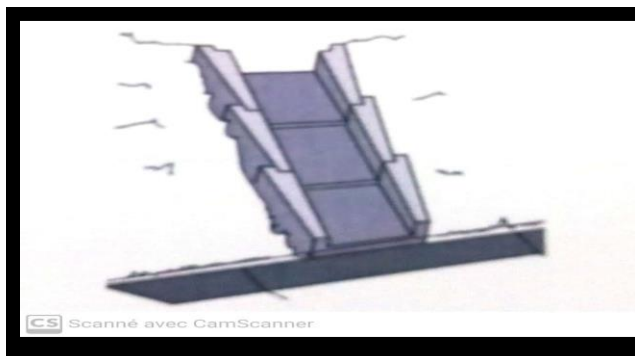


Figure VI – 6: Descentes d'eaux -1-

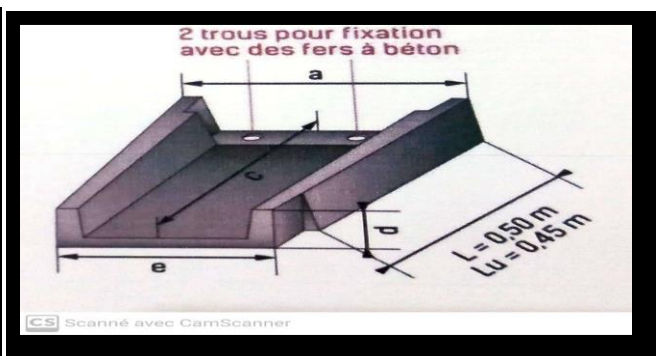


Figure VI – 7: Descentes d'eaux -2-

Il protégé donc le talus routier contre toute altération (ravinement, érosion et en état limite, la rupture). En réglé générale, ce type d'ouvrage est à prévoir :

De que la hauteur du talus de remblai est 4m. Ce seuil est ramené à 2m pour les régions exposées à une intensité pluvieuse importante (région méditerranéenne notamment), dans notre projet on accepte les caniveaux en en forme de trapèze de base 0.5m et la houter 0.5 m avec les descentes d'eau pour évacuer les écoulements de la plate- forme en un point privilégié de la trace.[2] (**Figure VI – 6 et Figure VI – 7**)

VI.4.1- Descentes d'eaux

Acertaines endroits le long du tracé il est nécessaire d'aménager des descentes d'eau pour acheminer l'eau de surface d'un fossé à un fossé de niveau inférieur, ou bien acheminer l'eau de surface de la route au fossé du pied du talus de remblai. Ce genre d'installation se retrouve systématiquement à l'approche des ponts, au droit des remblais et de déblai important.

L'espacement de ces descentes d'eaux son préconisé tous les 30m selon la recommandation du SETRA et cette mesure serait bien suffisante compte tenu des caractéristiques climatique da la zone d'étude - Aflou [2]–. (**Figure VI – 6**).

VI.4.2- Conclusion

Pour tout système de drainage utilisé, il est toujours imprératif de garder l'exutoire bien dégagé, débouchant au - dessous du niveau d'eau du fossé, Les systèmes de drainage doivent être conçus de maniéré à simplifier au maximum leur surveillance et leur entretien

Le choix d'un ouvrage de drainage devra tenir compte :

- De la sécurité de l'usager ;
- De l'entretien et exploitation ;
- De conditions économiques.

Nous accordons une grande attention aux systèmes de drainage en cas de renforcement ou d'élargissement de chaussées existantes

VI.5 - Les ouvrage des écoulements des eaux :

En général les ouvrages d'évacuations des eaux superficielles ou sous chaussée sont nombreux, parmi lesquels ceux qui ont traversé notre route sont les suivantes : [23]

- Les fossés.
- Les dalots.
- Les passages submersibles.
- Les buses.

VI. 5.1-Passages submersibles :

Les passages submersibles sont des ouvrages qui servent à protéger la chaussée contre les dégradations causées par les eaux, et qui assurent superficiellement l'écoulement des eaux lorsque leur volume est plus important. [24]

VI.5.2- Fossés :

Ces sont des tranchées creusées en longueur dans le sol et servent à délimiter les Terrains ou à l'écoulement de l'eau de ruissellement. [24].

VI. 5.3-Les dalots :

Les dalots ont le même rôle que les buses, ils servent à évacuer les eaux sous chaussée, leurs dimensions aussi varient suivant l'importance de la profondeur du bassin versant, généralement ils sont rectangulaires ou carrés. [24].

VI.6- facteurs influençant sur le choix des ouvrages hydrauliques

Le choix des ouvrages est guidé par le souci permanent de la pérennité de la route, de la sécurité des usagers, du cout d'investissement et des modalités d'entretien ultérieur de l'ouvrage. Les facteurs influençant le choix sont :

- L'importance du débit à évacuer qui fix la section d'écoulement et le type l'ouvrage ;
- Les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage : coefficient de rugosité (K) ;
- La largeur du lit. Un ouvrage unique adapté au débit à évacuer et la largeur du lit du cours d'eau est généralement préférable à des ouvrages multiples qui augmentent les pertes de charges et rendent plus difficile le passage des corps flottants ;
- La hauteur disponible entre la cote du projet et le fond du talweg ;
- Les charges statiques et dynamiques qui sollicitent l'ouvrage hydraulique ;
- Les conditions de fondation des ouvrages ;
- La rapidité et la facilité de mise en œuvre : les produits industrialisés approvisionnés en éléments transportables et montés sur place peuvent constituer une solution intéressant pour réduire les délais d'exécution et dans le cas ou' l'accès au chantier est difficile ;
- La résistance aux agents chimiques ;
- La résistance au choc : les ouvrages massifs résistent mieux aux chocs et à l'abrasion par le charriage de matériaux solides.[2]

VI.6.1- Critères de Dimensionnement

Pour la réalisation des calculs hydraulique, les critères de dimensionnement suivants ont été pris en compte.

- ✓ La pente des ouvrages doit être limitée pour éviter des vitesses trop élevées que pourraient provoquer les problèmes d'érosion. La vitesse maximum acceptée, de façon générale, sera de 5.0m/s. Si la vitesse est majeure pour les dalots ; il faudra ajouter des dissipateurs d'énergie en aval des dalots.
- ✓ Il n'est pas recommandé d'implanter des buses de diamètre inférieur à 1000mm, ceci afin de faciliter le récurage et l'entretien des ouvrages. Les buses de diamètres inférieurs, seront utilisées comme passages des drainages longitudinaux uniquement, recueillant les eaux des regards ou pour des petits ouvrages sous rétablissement.
- ✓ Le taux de remplissage maximum des buses est de 75% et le tirant d'air sera minimum de 50cm pour les dalots pour la période de retour considérée.

- ✓ Le pourcentage de submersion (surélévation) ne doit pas dépasser 120 % du diamètre de l'ouvrage pour le débit calculé selon la période de retour considérée.
- ✓ La génératrice supérieure de la buse doit être posée au moins à 0.80m sous le plan de roulement. Si cette distance n'est pas respectée, la buse doit être chemisée.
- ✓ Les entrées et sorties des ouvrages de drainage seront protégées de l'érosion hydrique avec enrochement ou un dissipateur d'énergie.[2]

VI.6.2- Conditions à respecter lors de la vérification hydraulique des ouvrages de rétablissement

En se basant sur la méthode du SETRA, une pente de l'ouvrage est déterminée en fonction de celle du fil d'eau correspondant aux deux (2) points d'entrée et sortie de l'ouvrage. Par la suite, la vitesse de l'eau à sa sortie, la hauteur d'eau en amont ainsi que le tirant d'air à l'intérieur de l'ouvrage sont calculés. Ces valeurs sont calculées en utilisant le débit correspondant pour chaque ouvrage.

Finalement, on vérifie si les conditions ci-dessous sont satisfaisantes. Dans le contraire, la conception est modifiée et on refait les vérifications jusqu'à l'obtention d'un ouvrage satisfaisant.

La vérification hydraulique des ouvrages transversaux doit satisfaire quatre (4) conditions principales :

1- la condition sur la hauteur à l'amont (Ham) : il faut que la hauteur d'eau à l'amont de l'ouvrage ne dépasse pas 1.2 fois sa hauteur pour les ouvrages de hauteur $\leq 2\text{m}$. Pour tous les ouvrages, il faut aussi s'assurer que ce niveau soit en – dessous de tout élément susceptible d'être endommagé par l'eau (comme les constructions riveraines). Afin de s'assurer que l'eau n'endommage pas la chaussée lors d'une crue, le niveau de l'eau correspondant à la hauteur amont doit être plus bas de 50 cm en – dessous du niveau le plus bas de l'accotement à proximité de l'ouvrage ;

2- la condition sur la vitesse de l'eau : la vitesse de l'eau à la sortie de l'ouvrage doit avoir une valeur inférieure à 5m/s pour que celle – ci ne cause pas la dégradation du terrain en aval. Si

Cette condition n'est pas respectée, il faut revoir la conception en revoyant les dimensions de l'ouvrage ou en ajoutant des dissipateurs d'énergie en aval. Par ailleurs, il faut s'assurer que la vitesse à l'intérieur de l'ouvrage soit supérieure à une valeur de 0.75m/s (la pente minimale de l'ouvrage doit être supérieure à 0.1%) pour éviter l'accumulation de débris. Si la vitesse de l'eau à la sortie est comprise entre 2 à 5m/s, il faut prévoir des protections hydrauliques en enrochements.

3- la condition sur le tirant d'air (T) : le tirant d'air correspond à la hauteur libre entre la ligne d'eau et la génératrice supérieure de l'ouvrage. On le mesure comme la moyenne entre la hauteur d'eau amont (Ham) et la hauteur de la ligne d'eau à l'entrée de l'ouvrage (cette valeur correspond à la hauteur critique d'eau dans l'ouvrage (y_c) si le régime d'écoulement à l'intérieur de l'ouvrage est torrentiel. Si le régime d'écoulement est fluvial, elle correspond à la plus grande des valeurs de la hauteur normale (y_n) à l'intérieur de l'ouvrage ou celle du talweg en aval.

4- la condition sur le taux de remplissage : le taux de remplissage des ouvrages hydrauliques ne doit pas dépasser 75%.

En plus de ces conditions, il faut s'assurer de ne pas celer l'ouvrage avec une pente égale à la pente critique. Il faut aussi s'assurer que l'écoulement se fasse toujours à la surface libre dans l'ouvrage et que la tête en amont soit toujours en planimétrie au droit du fil d'eau du talweg à rétablir.[2 SETS SITIF].

VI. 6.3 – Protection des ouvrages hydrauliques

La surélévation du niveau amont des écoulements et l'accroissement des vitesses en sortie d'ouvrage nécessitent le plus souvent des protections en amont et en aval des ouvrages. Toute rectification du tracé nécessitera

- La continuité de l'écoulement hydraulique
- La protection efficace des berges aux changements.

VI.7-Application sur notre Projet :

- Les ouvrages busés :

Le problème d'assainissement (évacuation des eaux) prend une part très importante,

Nous avons un franchissement d'un ravin que nous avons placé dans la section profils en long p 125 à p 148 sur un tronçon de distance à 260 mètres,

En partant de l'idée que l'eau est l'ennemie de la chaussée, il est primordial de prendre en considération cet aspect afin de protéger la chaussée d'une façon efficace et pérenne des agressions des eaux, et ainsi assurer sa longévité.

La ville de Aflou se situe en zone climatique de pluviométrie, oscille entre 350 et 600 millimètres par ans.

Concernant le nouveau projet, on recommande de garder le même type d'ouvrage au niveau de ce tronçon comme indiqué dans le (Tableau IV.1).

VI.7.1- Tableau récapitulatif des ouvrages courants :

Tableau VI.1 les ouvrages busés existants pour ce tronçon

Profil	Type	Démension
P125	Ouvrage busé	ø1000
P128	Ouvrage busé	ø1000
P131	Ouvrage busé	ø1000
P134	Ouvrage busé	ø1000
P137	Ouvrage busé	ø1000
P140	Ouvrage busé	ø1000
P143	Ouvrage busé	ø1000
P146	Ouvrage busé	ø1000
P148	Ouvrage busé	ø1000

Nous n'avons pas approfondi l'étude de l'ouvrage d'art, mais nous avons essayé de les aborder brièvement et de les montrer dans le plan longitudinal du projet

VI.8 - Aménagement Des Carrefours :

VI.8.1- Introuduction

Un carrefour est le point de rencontre de deux ou plusieurs voies. Le bon fonctionnement d'un réseau de voiries, dépend essentiellement de la performance des carrefours, car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic qui sont indispensables.

On distingue deux groupes de familles de carrefours selon leur nature (Figure VI.8) [3] :

- Les carrefours à niveau ou carrefours plans.
- Les carrefours dénivelés ou carrefours à niveaux séparés dans lesquels certains courants sont dénivelés. Ce terme est réservé au cas de deux routes à statut ordinaire. Lorsque l'une des deux routes dénivelées est une voie rapide, le dispositif correspondant est appelé diffuseur.[3]

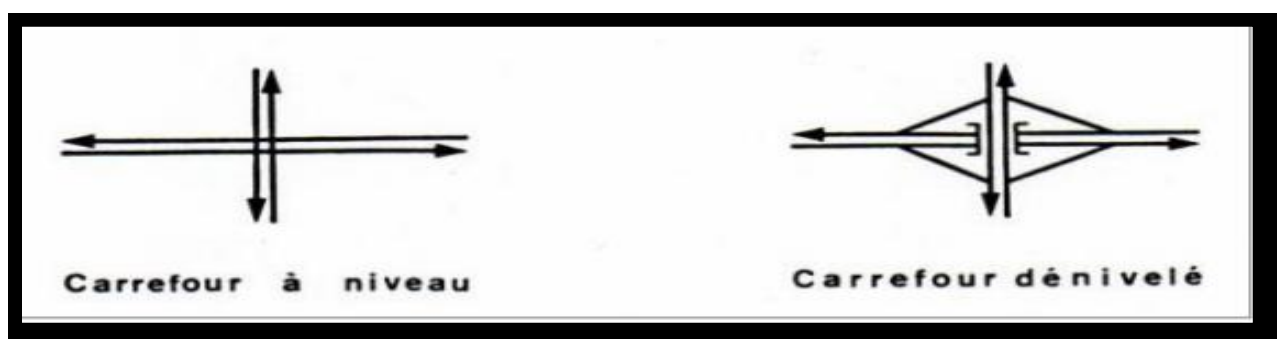


FIGURE VI .8 : Groupes de carrefour [3].

Dans un projet d'aménagement de carrefour, la première étape est le choix de carrefour à retenir, la deuxième étant la conception même de la géométrie du carrefour.

VI.8.2- Principes généraux d'aménagement d'un Carrefour

L'aménagement des carrefours a pour but de permettre l'écoulement des débits de circulation dans des conditions normales de sécurité. Les données essentielles à considérer en vue de l'aménagement d'un carrefour sont les suivantes [3] :

- La fonction des itinéraires et la nature du trafic qui les emprunte ;
- Les cisaillements doivent se produire sous un angle de $90 \pm 20^\circ$ afin d'obtenir de meilleures conditions de visibilité ;
- L'intensité et la composition des différents courants de circulation ;
- Les vitesses d'approche des véhicules affluents ;
- Les informations concernant le nombre, le type, l'emplacement et les causes des accidents qui ont pu se produire au carrefour considéré ;
- Les conditions topographiques et notamment l'incidence sur la visibilité en plan et en profil en long ;
- Les caractéristiques et les projets d'aménagement des sections adjacentes et des carrefours voisins.

VI.8.2.1 La visibilité :

Dans toute la zone d'approche du carrefour, on doit assurer d'excellentes conditions de visibilité entre véhicules et sur les îlots. Il importe, en outre, de tenir compte de l'augmentation des distances d'arrêt en pente.

En cas où la visibilité est insuffisante, il faut prévoir [26]:

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

Triangle de visibilité :

Un triangle de visibilité (Figure VI.9) peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommet [26]:

- Le point de conflit ;
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse.

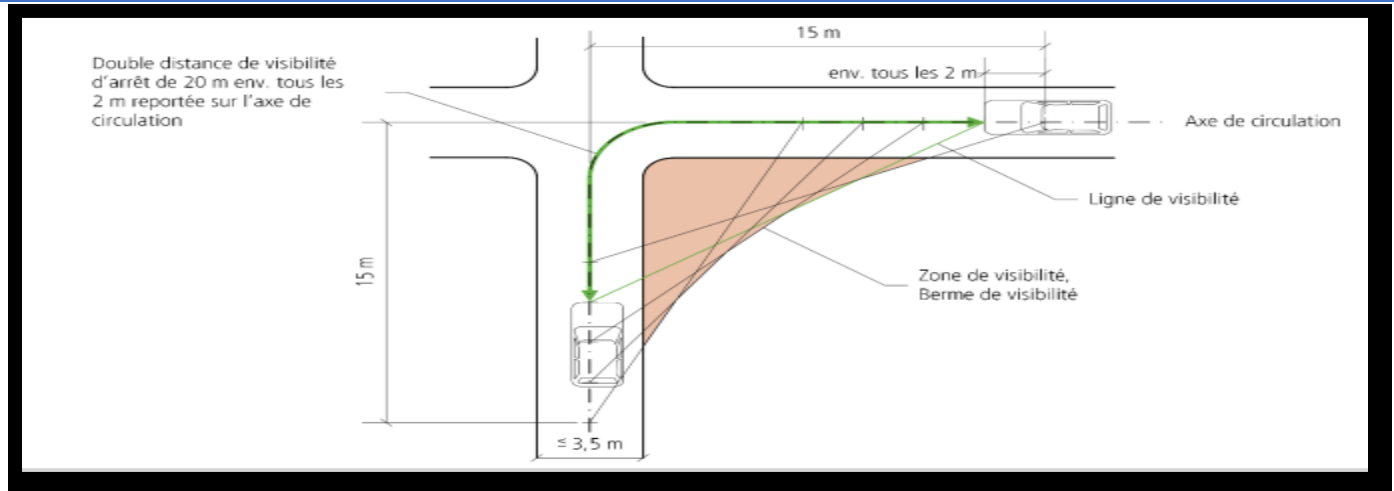


Figure VI .9 : Triangle de visibilité [3].

🚦 Priorité à droite :

Lorsque le conducteur aperçoit un véhicule prioritaire susceptible d'arriver en même temps que lui au point de conflit, le conducteur du véhicule non prioritaire doit se trouver à une distance du carrefour au moins égale à la distance d'arrêt sur obstacle éventuel. Le conducteur prioritaire doit se trouver lui-même à une distance du carrefour au moins égale à la distance parcourue pendant le freinage éventuel du conducteur non prioritaire [26].

VI. 8.2.2 La vitesse :

La géométrie du carrefour doit inciter les véhicules en provenance des voies affluentes à ralentir en fonction de la visibilité, en particulier pour les courants non prioritaires s'ils ont à respecter un signal d'arrêt [27].

VI. 8.2.3 La sécurité :

Les cisaillements doivent se produire sous un angle voisin de 90° fournissant les meilleures conditions de visibilité et d'appréciation de vitesse. La convergence ou la divergence de deux courants doit se faire tangentiuellement [27].

VI.8.2.4 Les îlots :

Un îlot est un terre-plein entre deux voies de circulation qui a pour objectif de séparer les points de conflits, protéger et stocker les véhicules. On distingue deux types d'îlots [27]:

- ✓ Ilots séparateurs : espaces surélevés ou marqués séparant deux courants de véhicules qui circulent en sens inverses.
- ✓ Ilots directionnels : ils ont une forme triangulaire et séparent deux courants de circulation assurant soit une manœuvre de convergence, soit une manœuvre de divergence.

VI.8.2.5 La sélectivité :

Le tracé des couloirs et des îlots doit être réalisé de manière à pendre à l'aise les manœuvres permises et à rendre difficiles ou impossibles les manœuvres indésirables ou interdites. Les courants préférentiels de circulation doivent être nettement favorisés [27].

- Les manœuvres de sortie doivent être favorisées autant que possible ;
- Les limites des îlots doivent être déterminées expérimentalement ;

VI.8.2.6 Signalisation :

Il convient d'apporter une grande importance à la signalisation verticale et horizontale et, particulièrement, à celle des nez d'îlots séparateurs. Cette signalisation, qui doit être cohérente avec les hypothèses ayant servi de base à l'aménagement du carrefour, devra être particulièrement claire de manière à éviter toute hésitation perturbatrice. L'éclairage nocturne des nez d'îlots s'impose, généralement sur la route principale [26].

VI.8.3- Classement Des Carrefours :

Les carrefours peuvent être classés selon le nombre de leurs branches puis selon les volumes et la distribution de la circulation, l'espace et les moyens financiers à disposition.

VI.8.3.1- Carrefour à trois branches :

Les carrefours à trois branches peuvent être répartis en deux catégories (Figure VI.9):

❖ Carrefour en T ou de type T :

Carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires unique et orthogonale, ou aussi ($\pm 20^\circ$), à l'axe principal. Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable [26].

❖ Carrefour en Y ou type (Y) :

Carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°) [26].

VI. 8.3.2- Carrefour à quatre branches :

❖ Carrefour en Croix :

Carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi) (Figure VI.9) [26].

VI.8.3.3- Carrefour a plus de quatre branches :

Les carrefours à plus de quatre branches doivent être, autant que possible, ramenés à des intersections à quatre branches au moins par [26] :

- La réunion de branches avant le carrefour ;
- La dissociation en deux carrefours ;
- L'introduction de sens uniques.

Si l'espace est suffisant, le carrefour giratoire peut être envisagé (Figure VI.10).

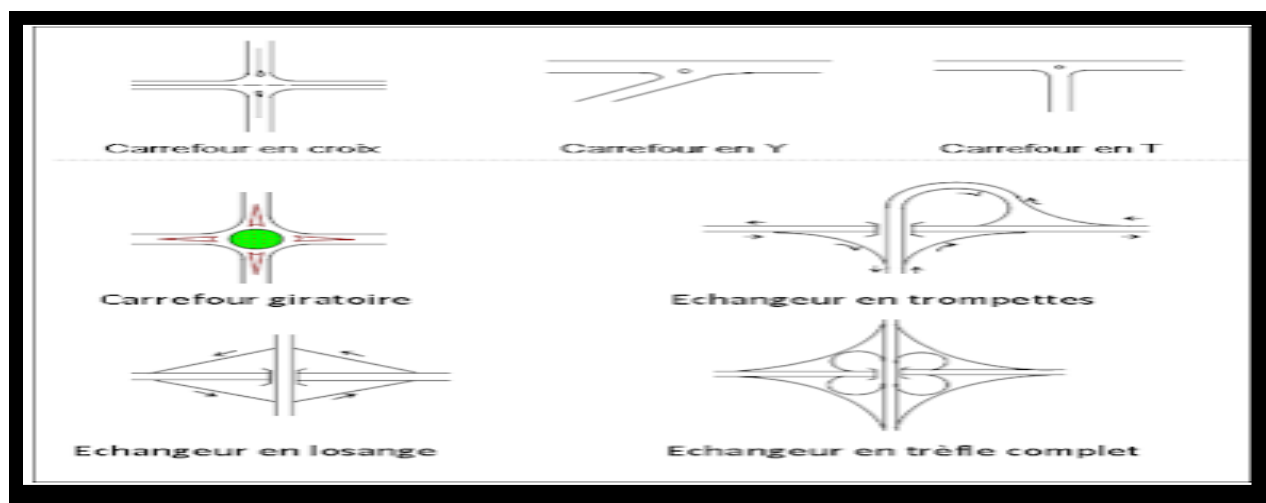


FIGURE VI .10 : Different type de carrefours.

VI.8.4- Carrefours Giratoire

Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre de véhicules virant à gauche est important.

La circulation se fait à sens unique autour du terre-plein (circulation ou ovale). Aucune intersection ne subsiste ; seuls des mouvements de convergence, de divergence et d'entrecroisement s'y accomplissent dans des conditions sûres et à vitesse relativement faible.

Les longueurs d'entrecroisement qui dépendent des volumes courants de circulation qui s'entrecroisent, déterminent le rayon du rond-point. Une courbe de petit rayon à l'entrée dans le giratoire freine les véhicules et permet la convergence sous un angle favorable (30 à 40°). En revanche, la sortie doit être de plus grand rayon pour rendre le dégagement plus aisé [27].

VI. 8.4.1 Les avantages et les inconvénients du carrefour giratoire :

a. Les avantages [27] :

- L'adaptation au trafic est automatique, par la priorité donnée aux véhicules déjà insérés ;

- La vitesse est limitée par l'infrastructure, et la sécurité routière est donc améliorée ;
- On n'a pas besoin de feux, donc pas besoin d'électrifier le carrefour, ce qui est intéressant en zone très rurale ;
- Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise de l'espace ;
- Diminution des nuisances ;
- Faciliter d'insertion d'un grand nombre des branches ;
- Économie de régulation et d'exploitation.

b. Les inconvénients :[27]

- Consommation d'emprise importante (grande surface de terrain);
- Entretien de l'îlot central ;
- Transport public non prioritaire ;
- Absence de prise en charge correcte des piétons ;
- Absence de régulation du trafic (non-respect du régime de priorité).

VI. 8.4.2- Choix du type de Carrefour :

L'ensemble du système d'échange doit être traité de façon cohérente sur l'itinéraire, tant pour la localisation et l'inter distance des points d'échange, que pour le choix des aménagements qui doivent être lisibles pour tous les usagers et conçus de façon à minimiser les risques de conflit (notamment les conflits de cisaillement).

On peut aussi réduire le nombre de points d'échange en rabattant certains courants de circulation sur des carrefours voisins mieux aménagés.

A l'intérieur de la gamme d'aménagements possibles pour le type de route considéré, le choix entre les différents types de carrefours repose sur une analyse multicritère.[26]

VI. 8.4.3- Les principaux critères à prendre en compte sont [26] :

- La sécurité ;
- Les avantages pour les usagers (temps, principalement) ;
- Le bilan financier pour la puissance publique ;
- Le bilan coût- avantages monétarisées ;
- Le cas échéant l'environnement, la situation initiale exceptionnellement mauvaise, etc ;
- La sécurité un critère prioritaire.

VI. 8.5 - Application Au Projet

1-L'objectif principal de notre aménagement est d'augmenter la capacité en assurant une meilleure fluidité du trafic avec un gain maximum de sécurité pour la circulation automobiliste.

2-Aménagement du giratoire :

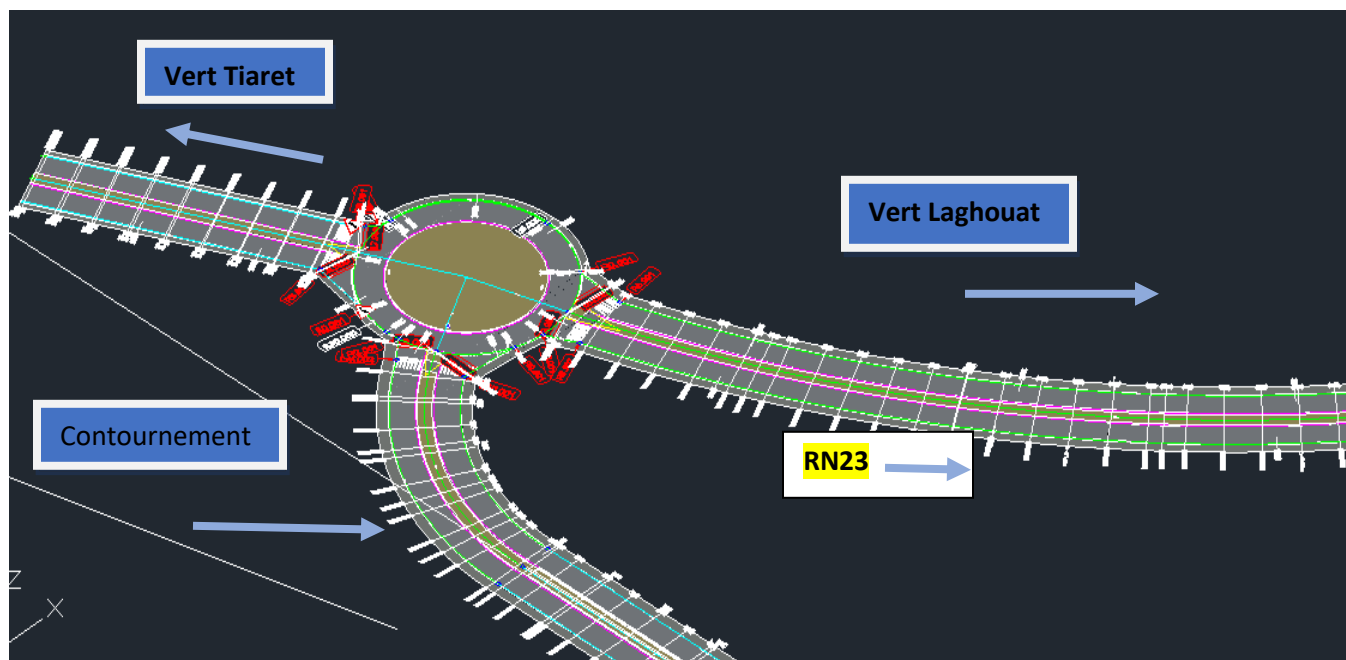


FIGURE VI .11 : Giratoire début du projet

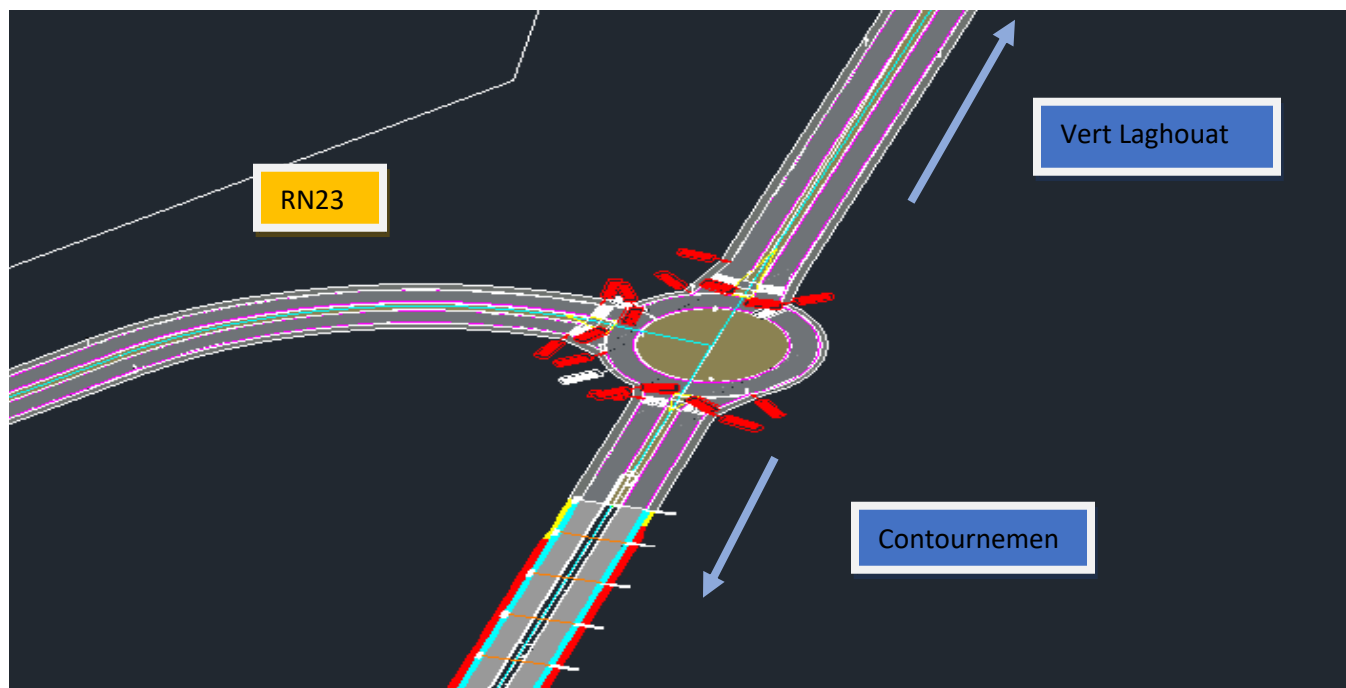


FIGURE VI .12 : Giratoire fin du projet

VI.9- Signalisation Routière

VI.9.1- Introduction:

Le rôle joué par la signalisation routière dans la sécurité et l'exploitation des Infrastructures n'est plus à démontrer.

Elle constitue aujourd'hui encore et pour longtemps le principal media d'information, entre d'une part, le gestionnaire de voirie et l'autorité de police, et d'autre part, les usagers de la route.

Visibilité, lisibilité, uniformité, homogénéité, simplicité, continuité des directions signalées, cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constitue les grands principes de la signalisation.

Ils sont intangibles pour que l'utilisateur puisse toujours la comprendre.

VI.9.2- Dispositifs de Retenue :

Les dispositifs de retenue ne doivent être implantés que si le risque en leur absence le justifie car eux-mêmes constituent des obstacles.

Il existe deux catégories de dispositifs de retenue :

- Les dispositifs souples qui se déforment sous l'effet du choc (cas des glissières métalliques).
- Les dispositifs rigides (cas des glissières en béton adhérent et des barrières lourdes en béton adhérent).

Pour notre cas, des glissières de sécurité rigides sont prévues pour le long de l'itinéraire, elles sont implantées sur les TPC et en présence d'un TPC de 3m il convient d'adopter un dispositif de retenue constitué d'une glissière en métallique.[32] (Figure VI .11 – 12)

VI.9.2.1- Mise en Oeuvre des glissières métalliques de type A et B :

Glissières simples : elles sont constituées d'une lisse éléments de glissement de profil A ou B de 4m de longueur utile, boulonnés entre eux. Celle-ci est montée sur des écarteurs fixés sur des supports ancrés au sol et aliénés. [32]

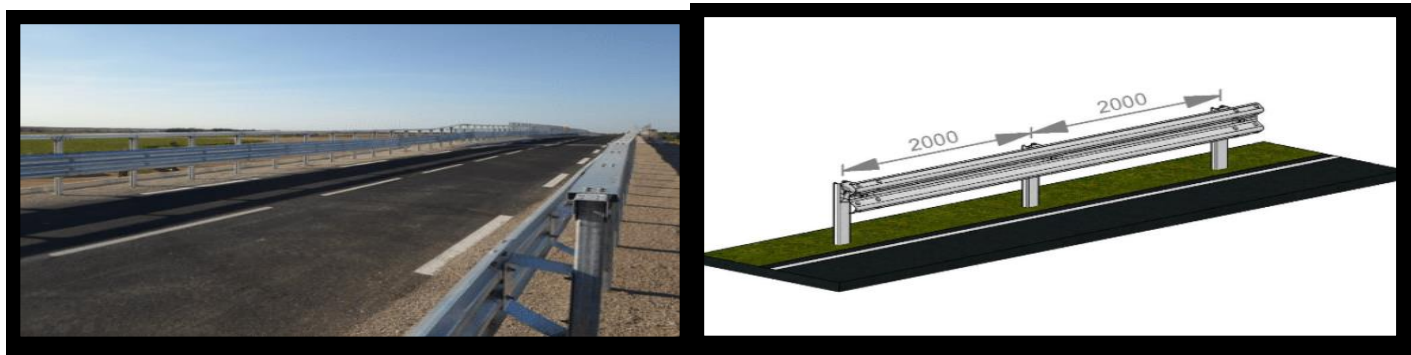


Figure VI .13 - 14 : Glissières métalliques

On doit prévoir des sections revêtues et protégées dans le TPC qui seront utilisées en cas d'urgence ou d'accident, pour permettre aux éléments de la protection civile d'évacuer les blessés vers l'hôpital le plus proche.[32]

VI.9.2.2 Rôle de la glissière :

- ✓ Les glissières de sécurité sont faites de bandes d'acier ondulées soutenues par des supports.
- ✓ Des dispositifs d'écartement s'intercalent entre les éléments de glissement et les supports.
- ✓ Les glissières ainsi constituées possèdent une certaine élasticité.

On cas de perte de contrôle de la direction, le véhicule au lieu de quitter la route, rencontre dans sa nouvelle trajectoire, au niveau du pare- choc et des roues, la bande d'acier ondulée. Celle-ci Grâce à son élasticité, absorbe partiellement le choc en fléchissant ou en se déformant légèrement, et maintient le véhicule dans les limites de la chaussée.

- ✓ Les glissières de sécurité posée par SPSRS sont conformes aux normes internationales.[33]

VI.9.3. Signalisation

L'importance de la signalisation a été énoncée au début du chapitre (à l'introduction du chapitre).

On confirme à nouveau que la signalisation routière joue un rôle primordial dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité)

Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

VI.9.4. Les Types de Signalisation

On distingue deux familles de signalisation :

- Signalisation horizontale.
- Signalisation verticale.

VI.9.4.1- Signalisations horizontales :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types.[28]

VI.9.4.2- Lignes longitudinales :

- **Les lignes continues** : les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des flèches de rabattement.[28]

- **Les lignes discontinues** : les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des traits sur celle de leur intervalle. voir le tableau de sous :[28]
- ✓ **Modulation des lignes discontinues** :

Elles sont basées sur une longueur Périodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Tableau VI-2: caractéristiques des lignes discontinues.[28]

Type de Modulation	Longueur du Trait(m)	Intervalle entre Trait (m)	Rapport Plein/ vide
T1	3.00	10.00	~ 1/3
T2	3.00	3.00	~ 1
T3	3.00	1.33	~ 3

✓ **Marques sur chaussée** :

- Les lignes mixtes :

Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

VI.9.4.3- Lignes transversales :

Elles sont utilisées pour le marquage, on distingue :

- Ligne stop :

C'est une ligne continue qui oblige les usagers à marquer un arrêt.

VI.9.4.4- Autres signalisation :

- Les flèches de rabattement :

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent emprunter la voie située du côté qu'elles indiquent.[28]

- Les flèches de sélection :

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.[28]

- Largeur des lignes :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route :[28]

- U=7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.
- U=6cm sur les routes et voies urbaines.
- U=5cm sur les autres routes.
- Pour notre cas la largeur des lignes est définie d'un U= 7.5cm.

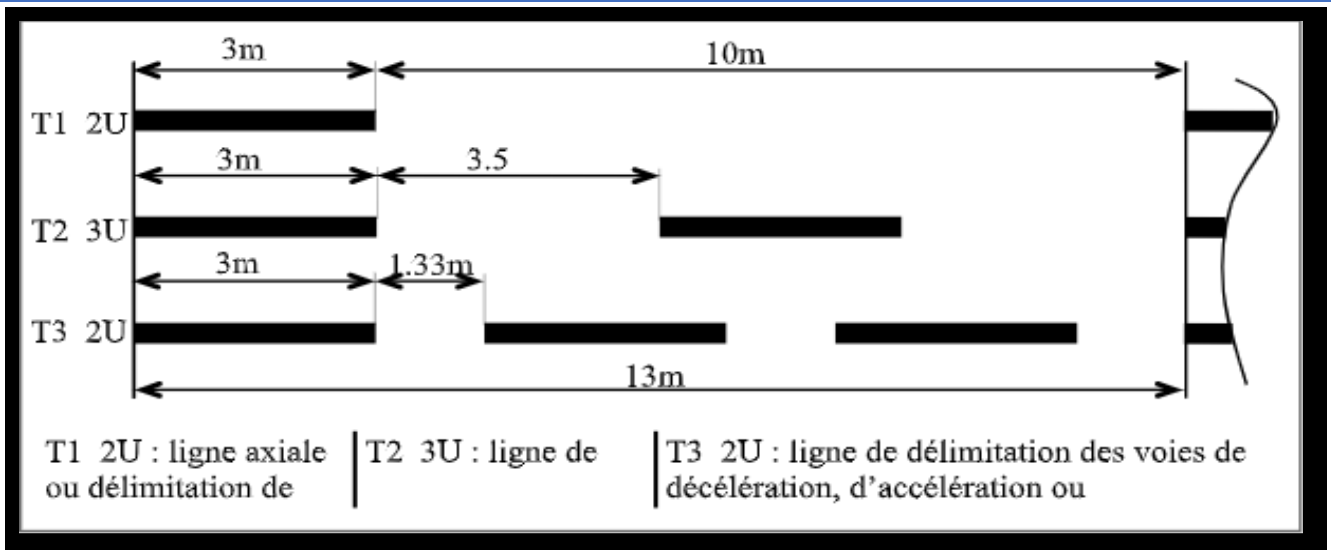


Figure VI .15 : Types de modulation Référence signalisation routière

VI.9.4.5- Signalisations verticales :

Elle se fait à l'aide des panneaux qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme.[28]

a-Signalisation danger:

-  Panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150 m en avant de l'obstacle à signaler (Signalisation avancée)[28]

b- Signalisation comportant une prescription absolue

Panneaux en général de forme rectangulaire, on trouve :[28]

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

C- signaux à simple indication

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminus 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 employé peu fréquent en milieu urbain.[28].

VI.9.5. Application Au Projet :

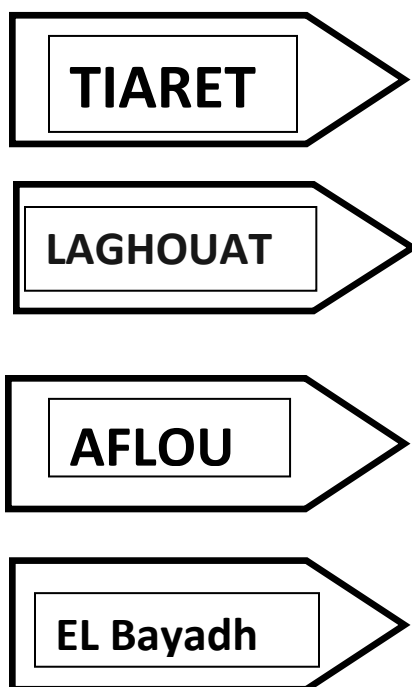


Figure VI .16: Signalisation vertical type e



Vitesse de giratoire



vitesse limitée



Alignement droit

Emplacement entre les profils
en travers à P12 et P 13

Figure VI .17 Panneaux lumineux limitation de Vitesse.



Panneau divertissement
routier pont
(Emplacement entre les
profils P119 et P120)



Carrefour à giratoire



virage à droite



virage à gauche



**Panneaux de risque de
chute de pierre**

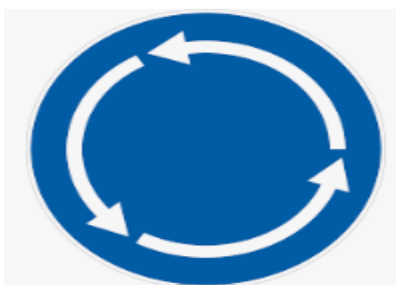
Emplacement **entre les
profils p21 et p44**



Panneau de signalisation
pente 5% (Emplacement au
niveau du **profil P16**)



Passage troupeau Bétail
région pastorale ; passage
d'oued



Sens giratoire formats et matière...
toutelasignaletique.com

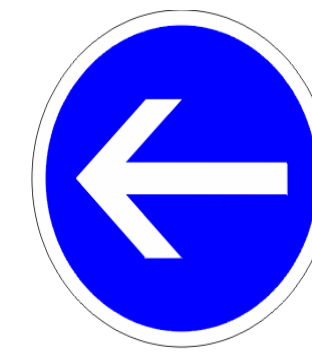
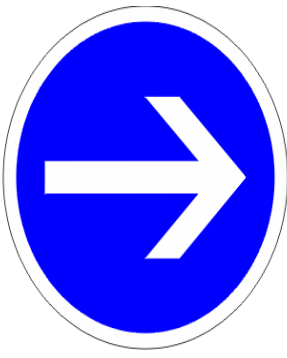
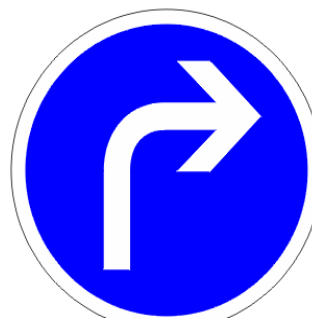
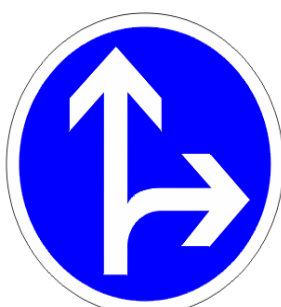
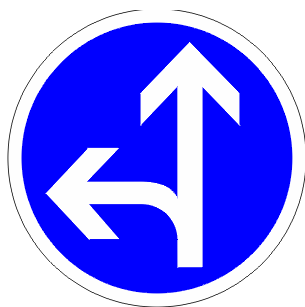


Figure VI .18 : Signalisation vertical type A sens obligatoire

Conclusion générale

Conclusion Générale

Pour assurer, le confort et le bon service des usagers, la construction des routes suit un ensemble de normes et de réglementation qui mène à une bonne réalisation. En effet notre étude consiste à la réalisation d'un contournement de la ville d'Aflou reliant la **RN23** avec la **RN47** sur un linéaire de **9.026 Km**. Ce contournement permettra, au futur, le développement économique, la modernisation et la facilité de mobilité.

Le but de notre travail a consisté à améliorer les conditions de sécurité et de confort afin de limiter le nombre d'accidents et d'augmenter la capacité de la circulation, tout en suivant dans l'étude les étapes d'élaboration d'un projet routier. Nous avons cherché dans ce travail à suivre toute la procédure et les règles de génie civil durant la phase de conception à savoir :

- ❖ Les règles de sécurité et de confort
- ❖ Le cout d'exécution le plus économique.
- ❖ Le tracé le plus favorable pour l'environnement.se résume en quatre propositions bien définies dans le troisième chapitre, après l'étude de ces propositions ; nous avons opté pour le tracé le plus économique et présentant le moins d'obstacle naturel et artificiel afin d'éviter le surnombre en ouvrages d'art et de terrassement qui influent sur le coût total du projet.

Dans la présente étude, on a commencé par déterminer une géométrie capable d'absorber et de supporter le trafic actuel et futur. On a choisi un profil en travers de 3.5×2 (02 voies) de 7m, largeur d'accotement 3m et un terre-plein de 5m. Le corps de chaussée est constitué de :

- ❖ Une couche de fondation en GNT 30 cm
- ❖ Une couche de base GB d'épaisseur 12 cm
- ❖ Une couche de roulement BB en d'épaisseur 6cm

Le tracé en plan a été de telle sorte à minimiser les sinuosités malgré les contraintes urbaines et naturelles, ainsi que l'établissement des profils en long et en travers en limitant les pentes, en sécurisant la circulation des véhicules et en facilitant l'écoulement des eaux de ruissellement. Le logiciel PISTE nous a permis de calculer les cubatures des terres, et les volumes ainsi obtenus sont :

$$\text{En déblai } V_b = 509454.62 \text{ m}^3 \quad \text{En remblai } V_r = 155934.16 \text{ m}^3$$

Ayant finalisé le tracé de ce contournement il a fallu se pencher sur l'étude des ouvrages d'art, des croisements avec les cours d'eau, avec la RN47 ; ainsi que les giratoires d'entrée et de sortie.

Durant toutes les phases, on a veillé à résoudre les problèmes liés aux contraintes du terrain dont, le passage d'un Oued, le croisement avec la route nationale 47 et la traversée d'une montagne d'une quarantaine de mètres.

Et afin d'éviter des contraintes économiques et rajouter un surcoût au projet généré par la réalisation d'un tunnel ; il a été judicieux d'opter pour la réalisation d'un tracé de 5,3% de pente.

A la fin de cette étude nous On estime avoir établi l'essentiel des éléments la projection de cet évitement, en recueillant les données et informations de base et en calculant et projetant les éléments de la voirie. Toutefois et vu l'importance du projet et le délai de l'étude qui nous a été alloué, certains aspects méritent des études ultérieures tels que le dimensionnement des ouvrages d'art et des échangeurs dans le cadre du dédoublement des Routes nationales 23 et 47.

✓ REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✓ [1] : DTP – Laghouat. Rapport du projet de dédoublement Décembre 2017
- ✓ [2] : SETS – Société D'études techniques de Sétif. Rapport du trafic
- ✓ [3] : Ministre des travaux publics, B40.Normes technique d'aménagement des routes. Algérie, 1977.octobre1977.
- ✓ [4] : Michel, Faure. Route les cours de L'ENTPE. Tome1. Lyon : ELEAS, 1997. Pp35-221.
- ✓ [5] : Roger, Coquard. Route circulation tracé et construction. Livre1. Paris. P258.
- ✓ [6] : MADOURI, Y., ZAROUALI, A. Etude technique d'un tronçon d'une route évitement de la ville sfisef sur 7 KM, mémoire de master 2 de génie civil, soutenue en 2013.
- ✓ [7] : Révision étude P.D.A.U de la commune d'Aflou (URBA -TIARET /EPE / SPA)
- ✓ [8] : CHETIOUI.B, BELHADJI.F, Etude en APD de dédoublement de la RN90. A sur 7.4
- ✓ [9] : CETRU. Savoirs de base en sécurité routière, les carrefours giratoires urbains, Aout 2010.P6-8.
- ✓ [10] : Stéra. Guide technique, comprendre les principaux paramètres de conception
- ✓ [11] : Etude Technique D'un Raccordement Routier Reliant Les Deux Localites Oudjlida A Boudjlida Wilaya De Tlemcen Sur 1km 574m
- ✓ [12] GOOGLE EARTH. Consulté le 08/05/2022.
- ✓ [13] : LCPC ; SETRA. Réalisation des remblais et des couches de forme ; Guide technique fascicule 1et2. 2éme édition. Paris : Bagneux, juillet 2000.pp 1-84 p 102
- ✓ [14] : SETRA-LCPC. Chapitre 2 caractéristiques générales des chaussées. Guide technique, Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme, 1994. [18] : SETRA. Guide technique, Conception et dimensionnement des structures de chaussées, Paris : Bagneux, 1977.
- ✓ [15] : CTTT. Catalogue des structures types de chaussées neuves Paris : ministres de l'Équipement Des transports et du logement édition 1998.
- ✓ [16] : BOURI M. et TIDEJDIT H, Etude de la rocade côtière Ghazaouet Honaine sur 40 Km, mémoire de Master soutenue en-2013 université Tlemcen. Algérie. P14.
- ✓ [17] : SETRA. Réalisation des remblais et des couches de forme, guide technique Fascicule 1et2, édition 1994.
- ✓ [18] : LCPC ; SETRA. Catalogue des structures types de chaussée neuves. Paris : Bagneux, 1977.
- ✓ [19] : LCPC ; SETRA. Guide technique ; dimensionnement des structures de chaussées.2009. P63.
- ✓ [20] : G, Joeffroy ; R, Sauterey. Dimensionnement des chaussées. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées ,1991. P244.
- ✓ [21] : LCPC ; SETRA. Guide Technique de l'Assainissement Routier, (SETRA – 2006). P188.
- ✓ [22] : SETRA. L'eau et la Route ; Dispositifs de traitement des eaux pluviales. Volume 7. Paris
- ✓ [23] : François ; G, Brière. Distribution et collecte des eaux. 2éme édition : Ecole polytechnique de Montréal, 2000. P399.
- ✓ [24] : Angelbert ; C, Biaou. Cours d'hydraulique routière.2009.

- ✓ [25] : SETRA. Aide aux choix solutions d'assainissement et de drainage sur les routes existantes ; méthodologie pratique et efficace de recherche de solutions d'assainissement. Paris : Bagneux, 1993. P77.
- ✓ [26] k. mustapha, « etude de dedoublement routier de la rn47 sur 08km entre la ville d'elbayadh et centre universitaire », Pour l'obtention du diplôme d'INGENIEUR D'ETAT en Génie civil Option : V.O.A, UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMSEN, 2014.
- ✓ [27] Z. abdelhafid et M. youcef, « etude technique d'un troncon d'une route evitement de la ville sfisef sur 7 km », Mémoire pour l'Obtention du Diplôme de Master en Génie Civil, Université Abou bekr Belkaid Tlemcen, 2013.
- ✓ [28] les éléments du projet routier Ameur harfouche Doctorat en VOA.2021
- ✓ [29] Structure type d'une chaussée souple – google.com.
- ✓ [30] Guide technique de conception et dimensionnement des structures de chaussées (Fascicule2) Grand Lyon -DV- VQ- laboratoire.
- ✓ [31] Mémoire de Relation entre le système viaire et le système parcellaire du centre de ville d'aflou.
- ✓ [32] Mise en Ouvre des Glissières métalliques de type A et B (guide technique). Ministère des travaux publics. DEER 2006.
- ✓ [33] Société de panneaux de signalisation routière et de serigraphie. (SPSRs).
- ✓ [34] Mémoire ÉTUDE D'UN TRONÇON DE ROUTE « LAGHOUAT-AFLOU » - DÉDOUBLEMENT DE LA RN23 (DU PK 324 AU PK 329).
- ✓ [35] Catalogue de DIMENSIONNEMENT des Chaussées Neuves Fascicule 1,3. Ministère des Travaux Public Direction des Routes, 2001.

Annexes

II.1 Rapport d'étude de trafic pour la ville d'Aflou SET Sétif [2]

Ce rapport contient consiste à présenter la méthodologie pour suivie et les résultats obtenus dans l'étude réalisée.[2]

1-1 Enquêtes de circulation :

On a 06 stations ont été réglées bidirectionnels des différents types de comptages catégoriels sur RN23 durant les jours de weekend et les jours ouvrables mis en place aux endroits figurant dans le programme du recensement.

Pour pouvoir effectuer des comparaisons, les véhicules sont agrégés selon 02 variables, TV (tous véhicules) et UVP (unité de véhicules particuliers) :

$$TV = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6$$

$$UVP = P1 + 1.5 * P2 + 2 * P3 + 2.5 * (P5 + P6)$$

Les axes routiers (Routes nationales et chemins wilaya) susceptible de générer le trafic vers notre projet d'étude sont :

*Route nationale (RN) : il s'agit principalement de **RN01, RN01A, RN47**.

*Chemin de wilaya (CW) :

On peut citer le chemine de wilaya **CW231, CW126, CW121, CW122**. [2]

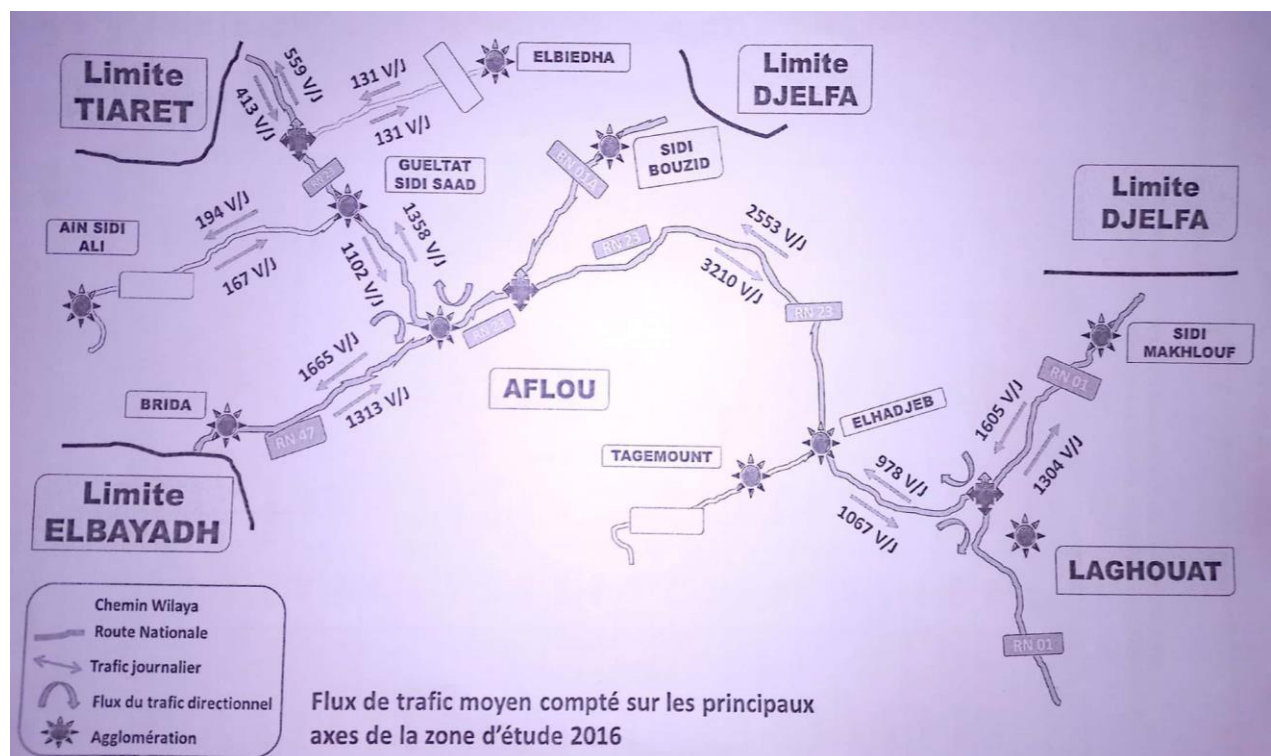


Figure II.1: flux de trafic moyen compté sur les principaux axes de la zone d'étude 2016 [2].

1-2 Analyse catégorielle :

Cette section a pour but d'analyser la répartition du trafic de la RN23 par type de véhicules nous distinguons deux types de jours: Vendredi et samedi pour caractériser le week-end et jour Ouvrable (J O) pour caractériser les jours de semaines.[2]

Tableau II.1: Répartition du trafic du poste 01

Type	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
	1716	746	174	15	43	338	259

Tableau II.2: Répartition du trafic du poste 02

Type	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
	936	481	72	09	179	26	132

- **P1:** Véhicules légers particuliers
- **P2:** Véhicules utilitaires
- **P3:** Minibus
- **P4:** Autocars
- **P5:** Camions légers à 02 essieux
- **P6:** Camions lourds à 03 essieux
- **P7:** ensembles articulés

1-3 Ces graphiques montrent

- la proportion des véhicules légers (p1+p2) est prépondérante (environ 3/4 du trafic total).
- le pourcentage de poids lourds (p3+p4+p5+p6) est important car il atteint le 25% du trafic total sur toutes les sections de la route étudiée.
- la proportion des ensembles articulés (p6) est assez considérable elle est largement supérieure à celle des camions légers (p4) et celle des poids lourds (p5).
- les véhicules de transport en commun (p3) ne sont pas assez nombreux sur la RN 23.
- Nous remarquons une certaine similitude entre la composition du trafic pour les deux sens de circulation.[2]

1-4 Analyse spatiale :

Les figures ci-dessous représentation les résultats obtenus pour tous les jours de comptages et pour tous les postes.

Poste 01 :

HEUR	POSTE 01
8h à 10h	704
10h à 12h	880
14h à 16h	822
TOTAL	2406
PI%	18%

Tableau II.3 : les résultats obtenus pour tous les jours de comptages poste 01[2].

Poste 02 :

HEUR	POSTE 01
8h à 10h	598
10h à 12h	457
14h à 16h	456
TOTAL	633
PI%	09 %

Tableau II.4: les résultats obtenus pour tous les jours de comptages poste 02 [2].

1-5 Analyse de la situation actuelle :

1-5-1 Evaluation de TMJA :

La typologie du trafic circulant sur la RN23 du PK243+000 au PK398+000 est présentée dans le tableau ci- dessous.

Table Tableau II.5: La typologie du trafic circulant [2]

	PL	VL
Poste 01	1973	433
Poste 02	574	59

Les comptages de trafic ont été réalisés dans des journées sélectionnées et entre une plage horaire bien déterminée.

Les résultats obtenus doivent être donc redressés pour couvrir également la période nocturne afin d'être représentatif de la journée entière avant de passer au calcul des moyennes journalières / annuelles.

Le redressement journalier prendra en compte le trafic nocturne et le trafic des premières heures du matin, le trafic non compté ayant circulé entre 19H et 7H est estimé à 30% du trafic diurne mesuré sur les axes à forte densité et à 20% du trafic mesuré sur les autres axes routiers. Les facteurs de redressement journalier sont donc de **1.30** et **1.20**. [2]

- On opte pour un coefficient de redressement de 1.30.

Tableau II.6 : Typologie du trafic après prise en considération du trafic

	PL	VL
Poste 01	2565	563
Poste 02	746	77

4-5-2 Synthèse des conditions de circulation sur RN23

- * La proportion des véhicules légers VL est prépondérante (environ $\frac{3}{4}$ du trafic total).
- * Le trafic journalier sur la RN23 est quasiment le même après la localité de AFLOU et à l'entrée de la wilaya de LAGHOUAT c'est ce trafic que nous qualifierons de trafic de transit qui dans la majorité des cas dépasse les 25% du trafic total.
- * La vitesse maximale avec laquelle on peut circuler sur la RN23, dans de bonnes conditions de sécurité et de confort est de 100 km/h.
- * Le TMJA des VL et des PL sont respectivement 2565 veh et 563 PL.[2]

II.2 projections du trafic**2-1 Hypothèses de croissance du trafic**

La synthèse de ces données est présentée dans le tableau ci-dessous.

N° poste	Localisation	De	VERS	Volumes comptés (v/j)
01	RN01/RN23	LAGHOUAT	DJELFA	700
			AFLOU	507
		AFLOU	LAGHOUAT	561
			DJELFA	63
		DJELFA	LAGHOUAT	874
			AFLOU	65
02	AFLOU	AFLOU	TIARET	794
		TIARET	AFLOU	645
		AFLOU	EL BAYDAH	947
		EL BAYDAH	AFLOU	768
		AFLOU	LAGHOUAT	1870
		LAGHOUAT	AFLOU	1487

Tableau II.7: croissance du trafic [2]

Des taux de croissance élevé ont été notés ; ces derniers reviennent à la relance économique et la baisse de l'insécurité dans les années 2000 par rapport aux années 1990.

On optera pour une tendance moyenne dévolution optimiste, soit une croissance linéaire annuelle de :

Tableau II.8 : Pourcentage de croissance du trafic [2]

	2012-2015	2015-2020	2020-2035
Poste 01	4%	3%	1.5%
Poste 02	2.5%	2%	1%

2-2 Prise en compte du trafic induit

la mise en place d'une infrastructure nouvelle a un certain nombre de conséquences directes ou indirectes à court, moyen ou long terme sur le système de transport et la vie économique et social de la région concernée.

L'apparition d'un trafic nouveau appelé trafic induit lors de la mise en service d'une amélioration routière a maintes fois été observée.

Le trafic induit apparaît dans sa quasi - totalité au cours des premières années de mise en service et essentiellement sur le trafic des voitures particulières VP.

Le pourcentage du trafic induit a pour expression.[2]

$$TI_{vp} = ((d_o/d)^{2/3} - 1) \quad \text{Eq II.7}$$

D'après le guide des études de trafic interurbain - guide méthodologique SETRA, France, 1992

On TI_{vp} est le ratio du trafic induit par rapport au trafic prévisible.

d_o et d sont les couts de circulation respectivement en situation actuelle et en situation projet soit 1/17 DA et 1/90DA respectivement.

On n'en déduit que le pourcentage d'induction dans le cas du dédoublement de la RN23 sur 155KM est de 18.33%

Ce trafic induit apparaîtra de façon linéaire sur les 7 années qui suivent la mise en service Dédoublément.[2]

II.3 Prévisions du trafic

Les trafics prévus sont présentés dans le tableau et la figure ci – dessous

Pour intégrer le trafic induit, nous avons considéré la mise en service du dédoublement à partir de 2018.

I	Année	Taux d'accroissement VL	Taux d'accroissement PL	Véhicules légers	Poids lourds	Trafic prévisible
1	2016	3.50%	2.50%	5244	519	5763
2	2017	3.50%	2.50%	5428	532	5960
3	2018	3.50%	2.50%	5618	545	6163
4	2019	3.50%	2.50%	5814	559	6373
5	2020	3.50%	2.50%	7121	677	7799
6	2021	3.50%	2.50%	7370	694	8065
7	2022	3.60%	3.00%	7673	733	8405
8	2023	3.60%	3.00%	7949	755	8704
9	2024	3.60%	3.00%	8235	777	9012
10	2025	3.60%	3.00%	8531	801	9332
11	2026	3.60%	3.00%	8839	825	9663
12	2027	3.60%	3.00%	9157	850	10006
13	2028	3.80%	2.80%	9709	855	10563
14	2029	3.80%	2.80%	10077	879	10956
15	2030	3.80%	2.80%	10460	903	11365
16	2031	3.80%	2.80%	10858	929	11787
17	2032	3.80%	2.80%	11270	955	12225
18	2033	3.80%	2.80%	11699	981	12680
19	2034	3.80%	2.80%	12143	1009	13152
20	2035	3.80%	2.80%	12605	1037	13642
21	2036	3.80%	2.80%	13084	1066	14150
22	2037	3.80%	2.80%	13581	1096	14677
23	2038	3.80%	2.80%	14097	1127	15224
24	2039	3.80%	2.80%	14633	1158	15791

Ces projections montrent qu'à long terme en 2039 le trafic prévisible sur cette section de la RN 23 est de 14633VP et 1158 PL[La source S.E.T. S]

Axe En Plan								
		PROFIL C1						
Nom du dessin		proj master 2022.dwg						
Nom de l'axe		c1 - Axe 03						
Table associée		Suisse - RGDU100						
Date du listing		29/06/2022 à 00:11:31						
Elts Caractéristiques				Points de Contacts				
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y		
Droite 1	Gisement	198.71gr	1127,165	0,000	1974,035	4723,578		
				1127,165	1996,876	3596,644		
Longueur totale de l'axe 1127.165 mètre(s)								
Cubatures Déblai Remblai (Gulden)								
Nom du dessin		Proj master 2022.dwg						
Nom de l'axe		c1 - Axe 03						
Table associée		Suisse - RGDU100						
Date du listing		29/06/2022 à 00 :14:36						
Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P01	0,000	10,000	31,97	2,12	319,7	21,2	319,7	21,2
P02	20,000	20,000	2,39	13,06	47,8	261,3	367,5	282,5
P03	40,000	20,000	1,95	8,98	38,9	179,7	406,4	462,2
P04	60,000	20,000	2,87	5,00	57,4	100,1	463,8	562,2
P05	80,000	20,000	4,74	9,44	94,9	188,8	558,7	751,0
P06	100,000	20,000	22,04	1,63	440,8	32,7	999,4	783,7
P07	120,000	20,000	56,53	0,00	1130,6	0,0	2130,0	783,7
P08	140,000	20,000	31,53	0,19	630,5	3,8	2760,5	787,6
P09	160,000	20,000	7,92	12,59	158,5	251,9	2919,0	1039,4
P10	180,000	20,000	4,00	22,70	80,0	453,9	2999,0	1493,4
P11	200,000	20,000	1,25	33,34	25,1	666,7	3024,1	2160,1
P12	220,000	20,000	1,60	44,82	32,1	896,5	3056,2	3056,6
P13	240,000	20,000	0,96	55,54	19,3	1110,8	3075,4	4167,4
P14	260,000	20,000	0,51	65,06	10,2	1301,2	3085,7	5468,6
P15	280,000	20,000	0,23	73,67	4,6	1473,4	3090,3	6942,0
P16	300,000	20,000	0,05	81,29	0,9	1625,8	3091,2	8567,9
P17	320,000	20,000	0,00	87,49	0,0	1749,7	3091,2	10317,6
P18	340,000	20,000	0,00	87,26	0,0	1745,3	3091,2	12062,9
P19	360,000	20,000	0,00	79,31	0,0	1586,1	3091,2	13649,0
P20	380,000	20,000	0,00	63,11	0,0	1262,2	3091,2	14911,2
P21	400,000	20,000	0,29	37,28	5,7	745,5	3096,9	15656,8
P22	420,000	20,000	1,74	8,54	34,9	170,9	3131,8	15827,7
P23	440,000	20,000	23,25	0,00	464,9	0,0	3596,7	15827,7
P24	460,000	20,000	64,58	0,00	1291,6	0,0	4888,3	15827,7
P25	480,000	20,000	123,41	0,00	2468,2	0,0	7356,6	15827,7
P26	500,000	20,000	185,10	0,00	3702,0	0,0	11058,5	15827,7
P27	520,000	20,000	241,49	0,00	4829,8	0,0	15888,4	15827,7
P28	540,000	20,000	307,68	0,00	6153,5	0,0	22041,9	15827,7
P29	560,000	20,000	376,23	0,00	7524,5	0,0	29566,4	15827,7
P30	580,000	20,000	445,78	0,00	8915,5	0,0	38482,0	15827,7
P31	600,000	20,000	515,35	0,00	10307,1	0,0	48789,1	15827,7
P32	620,000	20,000	467,86	0,00	9357,2	0,0	58146,2	15827,7
P33	640,000	20,000	414,02	0,00	8280,4	0,0	66426,6	15827,7
P34	660,000	20,000	335,39	0,00	6707,7	0,0	73134,3	15827,7

P35	680,000	20,000	267,84	0,00	5356,8	0,0	78491,1	15827,7
P36	700,000	20,000	215,30	0,00	4305,9	0,0	82797,0	15827,7
P37	720,000	20,000	168,62	0,00	3372,4	0,0	86169,4	15827,7
P38	740,000	20,000	132,63	0,00	2652,5	0,0	88822,0	15827,7
P39	760,000	20,000	108,00	0,00	2160,1	0,0	90982,0	15827,7
P40	780,000	20,000	79,28	0,00	1585,7	0,0	92567,7	15827,7
P41	800,000	20,000	41,32	0,00	826,3	0,0	93394,1	15827,7
P42	820,000	20,000	19,85	0,00	396,9	0,0	93791,0	15827,7
P43	840,000	20,000	6,92	0,44	138,4	8,7	93929,4	15836,4
P44	860,000	20,000	2,16	5,21	43,3	104,1	93972,6	15940,5
P45	880,000	20,000	2,33	6,70	46,5	133,9	94019,2	16074,4
P46	900,000	20,000	13,39	0,39	267,8	7,9	94287,0	16082,3
P47	920,000	20,000	42,21	0,00	844,3	0,0	95131,3	16082,3
P48	940,000	20,000	81,84	0,00	1636,8	0,0	96768,0	16082,3
P49	960,000	20,000	59,25	0,00	1185,0	0,0	97953,0	16082,3
P50	980,000	20,000	35,99	0,00	719,8	0,0	98672,8	16082,3
P51	1000,000	20,000	16,51	0,00	330,1	0,0	99003,0	16082,3
P52	1020,000	20,000	3,51	2,95	70,3	59,0	99073,2	16141,2
P53	1040,000	20,000	2,53	4,98	50,5	99,5	99123,7	16240,7
P54	1060,000	20,000	4,40	6,61	88,1	132,1	99211,8	16372,9
P55	1080,000	20,000	13,83	0,01	276,6	0,1	99488,4	16373,0
P56	1100,000	20,000	37,45	0,00	749,0	0,0	100237,4	16373,0
P57	1120,000	13,583	24,45	0,00	332,1	0,0	100569,5	16373,0
P58	1127,165	3,583	14,21	0,00	50,9	0,0	100620,4	16373,0

Cubatures Matériaux : Utilisation (Gulden)

Nom du dessin	proj master 2022.dwg						
Nom de l'axe	c1 - Axe 03						
Table associée	Suisse - RGDU100						
Date du listing	29/06/2022 à 00:18:01						

BB

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P01	0,000	10,000	0,42	4,2	0,42	4,2	8,5
P02	20,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	25,4
P03	40,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	42,4
P04	60,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	59,3
P05	80,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	76,2
P06	100,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	93,2
P07	120,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	110,1
P08	140,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	127,1
P09	160,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	144,0
P10	180,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	161,0
P11	200,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	177,9
P12	220,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	194,9
P13	240,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	211,8
P14	260,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	228,7
P15	280,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	245,7
P16	300,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	262,6
P17	320,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	279,6
P18	340,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	296,5
P19	360,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	313,5

P20	380,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	330,4
P21	400,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	347,3
P22	420,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	364,3
P23	440,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	381,2
P24	460,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	398,2
P25	480,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	415,1
P26	500,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	432,1
P27	520,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	449,0
P28	540,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	466,0
P29	560,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	482,9
P30	580,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	499,8
P31	600,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	516,8
P32	620,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	533,7
P33	640,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	550,7
P34	660,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	567,6
P35	680,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	584,6
P36	700,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	601,5
P37	720,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	618,5
P38	740,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	635,4
P39	760,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	652,3
P40	780,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	669,3
P41	800,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	686,2
P42	820,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	703,2
P43	840,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	720,1
P44	860,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	737,1
P45	880,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	754,0
P46	900,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	770,9
P47	920,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	787,9
P48	940,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	804,8
P49	960,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	821,8
P50	980,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	838,7
P51	1000,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	855,7
P52	1020,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	872,6
P53	1040,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	889,6
P54	1060,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	906,5
P55	1080,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	923,4
P56	1100,000	20,000	0,42	8,5	0,42	8,5	940,4
P57	1120,000	13,583	0,42	5,8	0,42	5,8	951,9
P58	1127,165	3,583	0,42	1,5	0,42	1,5	954,9

BETON

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P01	0,000	10,000	0,10	1,0	0,09	0,9	1,8
P02	20,000	20,000	0,10	1,9	0,09	1,8	5,5
P03	40,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	9,0
P04	60,000	20,000	0,10	1,9	0,09	1,8	12,6
P05	80,000	20,000	0,10	1,9	0,09	1,8	16,3
P06	100,000	20,000	0,10	1,9	0,09	1,8	20,0
P07	120,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	23,8
P08	140,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	27,6
P09	160,000	20,000	0,09	1,8	0,10	1,9	31,2
P10	180,000	20,000	0,09	1,8	0,10	1,9	34,9
P11	200,000	20,000	0,09	1,8	0,10	1,9	38,6

P12	220,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	42,1
P13	240,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	45,6
P14	260,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	49,1
P15	280,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	52,6
P16	300,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	56,1
P17	320,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	59,6
P18	340,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	63,1
P19	360,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	66,6
P20	380,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	70,1
P21	400,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	73,6
P22	420,000	20,000	0,09	1,8	0,10	1,9	77,3
P23	440,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	81,1
P24	460,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	84,9
P25	480,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	88,7
P26	500,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	92,5
P27	520,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	96,3
P28	540,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	100,1
P29	560,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	103,9
P30	580,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	107,8
P31	600,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	111,6
P32	620,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	115,4
P33	640,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	119,2
P34	660,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	123,0
P35	680,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	126,8
P36	700,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	130,6
P37	720,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	134,4
P38	740,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	138,2
P39	760,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	142,0
P40	780,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	145,9
P41	800,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	149,7
P42	820,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	153,5
P43	840,000	20,000	0,09	1,8	0,10	1,9	157,1
P44	860,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	160,6
P45	880,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	164,1
P46	900,000	20,000	0,09	1,8	0,10	1,9	167,8
P47	920,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	171,6
P48	940,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	175,4
P49	960,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	179,2
P50	980,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	183,0
P51	1000,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	186,8
P52	1020,000	20,000	0,09	1,8	0,09	1,8	190,4
P53	1040,000	20,000	0,09	1,8	0,10	1,9	194,0
P54	1060,000	20,000	0,09	1,8	0,10	1,9	197,7
P55	1080,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	201,5
P56	1100,000	20,000	0,10	1,9	0,10	1,9	205,3
P57	1120,000	13,583	0,10	1,3	0,10	1,3	207,9
P58	1127,165	3,583	0,10	0,3	0,10	0,3	208,6
GB2							
Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P01	0,000	10,000	0,87	8,7	0,87	8,7	17,4
P02	20,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	52,1
P03	40,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	86,9
P04	60,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	121,6

P05	80,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	156,4
P06	100,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	191,1
P07	120,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	225,9
P08	140,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	260,6
P09	160,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	295,4
P10	180,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	330,1
P11	200,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	364,9
P12	220,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	399,6
P13	240,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	434,4
P14	260,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	469,1
P15	280,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	503,9
P16	300,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	538,6
P17	320,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	573,4
P18	340,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	608,1
P19	360,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	642,9
P20	380,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	677,6
P21	400,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	712,4
P22	420,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	747,1
P23	440,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	781,9
P24	460,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	816,6
P25	480,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	851,4
P26	500,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	886,1
P27	520,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	920,9
P28	540,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	955,7
P29	560,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	990,4
P30	580,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1025,2
P31	600,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1059,9
P32	620,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1094,7
P33	640,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1129,4
P34	660,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1164,2
P35	680,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1198,9
P36	700,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1233,7
P37	720,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1268,4
P38	740,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1303,2
P39	760,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1337,9
P40	780,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1372,7
P41	800,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1407,4
P42	820,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1442,2
P43	840,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1476,9
P44	860,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1511,7
P45	880,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1546,4
P46	900,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1581,2
P47	920,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1615,9
P48	940,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1650,7
P49	960,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1685,4
P50	980,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1720,2
P51	1000,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1754,9
P52	1020,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1789,7
P53	1040,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1824,4
P54	1060,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1859,2
P55	1080,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1893,9
P56	1100,000	20,000	0,87	17,4	0,87	17,4	1928,7
P57	1120,000	13,583	0,87	11,8	0,87	11,8	1952,3
P58	1127,165	3,583	0,87	3,1	0,87	3,1	1958,5

GNT_0_20							
Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P01	0,000	10,000	2,30	23,0	2,30	23,0	46,0
P02	20,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	137,9
P03	40,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	229,8
P04	60,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	321,7
P05	80,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	413,6
P06	100,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	505,5
P07	120,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	597,4
P08	140,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	689,3
P09	160,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	781,3
P10	180,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	873,2
P11	200,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	965,1
P12	220,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1057,0
P13	240,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1148,9
P14	260,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1240,8
P15	280,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1332,7
P16	300,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1424,6
P17	320,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1516,6
P18	340,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1608,5
P19	360,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1700,4
P20	380,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1792,3
P21	400,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1884,2
P22	420,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	1976,1
P23	440,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2068,0
P24	460,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2160,0
P25	480,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2251,9
P26	500,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2343,8
P27	520,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2435,7
P28	540,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2527,6
P29	560,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2619,5
P30	580,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2711,4
P31	600,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2803,3
P32	620,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2895,3
P33	640,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	2987,2
P34	660,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3079,1
P35	680,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3171,0
P36	700,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3262,9
P37	720,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3354,8
P38	740,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3446,7
P39	760,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3538,6
P40	780,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3630,6
P41	800,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3722,5
P42	820,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3814,4
P43	840,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3906,3
P44	860,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	3998,2
P45	880,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	4090,1
P46	900,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	4182,0
P47	920,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	4273,9
P48	940,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	4365,9
P49	960,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	4457,8
P50	980,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	4549,7
P51	1000,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	4641,6
P52	1020,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	4733,5

P53	1040,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	4825,4
P54	1060,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	4917,3
P55	1080,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	5009,3
P56	1100,000	20,000	2,30	46,0	2,30	46,0	5101,2
P57	1120,000	13,583	2,30	31,2	2,30	31,2	5163,6
P58	1127,165	3,583	2,30	8,2	2,30	8,2	5180,1
GNT_0_80							
Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P01	0,000	10,000	0,23	2,3	0,23	2,3	4,7
P02	20,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	14,0
P03	40,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	23,3
P04	60,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	32,6
P05	80,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	42,0
P06	100,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	51,3
P07	120,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	60,6
P08	140,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	69,9
P09	160,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	79,3
P10	180,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	88,6
P11	200,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	97,9
P12	220,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	107,2
P13	240,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	116,5
P14	260,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	125,9
P15	280,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	135,2
P16	300,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	144,5
P17	320,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	153,8
P18	340,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	163,2
P19	360,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	172,5
P20	380,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	181,8
P21	400,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	191,1
P22	420,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	200,5
P23	440,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	209,8
P24	460,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	219,1
P25	480,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	228,4
P26	500,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	237,8
P27	520,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	247,1
P28	540,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	256,4
P29	560,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	265,7
P30	580,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	275,0
P31	600,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	284,4
P32	620,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	293,7
P33	640,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	303,0
P34	660,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	312,3
P35	680,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	321,7
P36	700,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	331,0
P37	720,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	340,3
P38	740,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	349,6
P39	760,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	359,0
P40	780,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	368,3
P41	800,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	377,6
P42	820,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	386,9
P43	840,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	396,3
P44	860,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	405,6
P45	880,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	414,9

P46	900,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	424,2
P47	920,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	433,5
P48	940,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	442,9
P49	960,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	452,2
P50	980,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	461,5
P51	1000,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	470,8
P52	1020,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	480,2
P53	1040,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	489,5
P54	1060,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	498,8
P55	1080,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	508,1
P56	1100,000	20,000	0,23	4,7	0,23	4,7	517,5
P57	1120,000	13,583	0,23	3,2	0,23	3,2	523,8
P58	1127,165	3,583	0,23	0,8	0,23	0,8	525,5

TERRE VEGETALE

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Gauche		Droite		Total
			Surface partielle	Volume partiel	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
P01	0,000	10,000	0,70	7,0	0,70	7,0	14,0
P02	20,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	42,1
P03	40,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	70,2
P04	60,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	98,3
P05	80,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	126,4
P06	100,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	154,5
P07	120,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	182,6
P08	140,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	210,7
P09	160,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	238,8
P10	180,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	266,8
P11	200,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	294,9
P12	220,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	323,0
P13	240,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	351,1
P14	260,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	379,2
P15	280,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	407,3
P16	300,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	435,4
P17	320,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	463,5
P18	340,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	491,6
P19	360,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	519,6
P20	380,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	547,7
P21	400,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	575,8
P22	420,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	603,9
P23	440,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	632,0
P24	460,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	660,1
P25	480,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	688,2
P26	500,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	716,3
P27	520,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	744,3
P28	540,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	772,4
P29	560,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	800,5
P30	580,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	828,6
P31	600,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	856,7
P32	620,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	884,8
P33	640,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	912,9
P34	660,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	941,0
P35	680,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	969,1
P36	700,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	997,1
P37	720,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1025,2
P38	740,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1053,3

P39	760,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1081,4
P40	780,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1109,5
P41	800,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1137,6
P42	820,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1165,7
P43	840,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1193,8
P44	860,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1221,9
P45	880,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1249,9
P46	900,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1278,0
P47	920,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1306,1
P48	940,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1334,2
P49	960,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1362,3
P50	980,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1390,4
P51	1000,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1418,5
P52	1020,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1446,6
P53	1040,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1474,7
P54	1060,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1502,7
P55	1080,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1530,8
P56	1100,000	20,000	0,70	14,0	0,70	14,0	1558,9
P57	1120,000	13,583	0,70	9,5	0,70	9,5	1578,0
P58	1127,165	3,583	0,70	2,5	0,70	2,5	1583,0

COVADIS METRES - QUANTITATIF			
Nom du dessin		C:/Users/GAMING MSI/Downloads/proj master 2022.dwg	
Date du calcul		29/06/2022 à 00:10:06	
Num.	Article	Quant.	Unités
	Voirie		
	Terrassements		
	Déblais		
GC-011	Volume des déblais	509454,623	m³
	Remblais		
GC-012	Volume des remblais	155934,157	m³
	Matériaux de structure		
GC-015	Fourniture et mise en oeuvre de BB	7638,185	m³
GC-027	Fourniture et mise en oeuvre de GB2	15665,285	m³
GC-044	Fourniture et mise en oeuvre de BETON	1661,375	m³
GC-047	Fourniture et mise en oeuvre de GNT_0_80	4200,253	m³
GC-049	Fourniture et mise en oeuvre de GNT_0_20	41431,889	m³
GC-050	Fourniture et mise en oeuvre de TERRE VEGETALE	12676,011	m³
	Travaux préparatoires		
TP-001	Installation du chantier	1,00	
TP-002	Signalisation provisoire du chantier	1,00	
TP-003	Implantation, plan de phasage et contrôle	1,00	

COVADIS METRES - BORDEREAU

Nom du dessin		C:/Users/GAMING MSI/Downloads/proj master 2022.dwg			
Date du calcul		29/06/2022 à 00:09:30			
Num.	Article	Quant.	Unités	PU.V. HT	Prix TTC
	Voirie				
	Terrassements				
	Déblais				
GC-011	Volume des déblais	509 454,62	m³	2800	1 711 767 533,28
	Remblais				
GC-012	Volume des remblais	155 934,15	m³	1600	299 393 581,44
	Matériaux de structure				
GC-015	Fourniture et mise en oeuvre de BB	7 638,18	m³	3500	32 080 377,00
GC-027	Fourniture et mise en oeuvre de GB2	15 665,28	m³	3000	56 395 026,00
GC-044	Fourniture et mise en oeuvre de BETON	1 661,37	m³	5000	9 968 250,00
GC-047	Fourniture et mise en oeuvre de GNT_0_80	4 200,25	m³	2000	10 080 607,20
GC-049	Fourniture et mise en oeuvre de GNT_0_20	41 431,889	m³	6000	298309600,80
GC-050	Fourniture et mise en oeuvre de TERRE VEGETALE	1 2676,011	m³	1000	15211213,20
	Travaux préparatoires				
TP-001	Installation du chantier	1		400000,00	480 000,00
TP-002	Signalisation provisoire du chantier	1		500000,00	600 000,00
TP-003	Implantation, plan de phasage et contrôle	1		20000,00	24 000,00
Sous-Total					2 434 310 188,92
TOTAL					2 434 310 188,92

Informations de création du MNT objet "TN 8"

Nom du fichier dessin : G:\iman 02.dwg
 Source des données : <Dessin courant>
 Fichier de paramètres : C:\Program Files\Geomedia SA\Covadis\Config\Default.cmn
 Listing effectué le : 28/05/2022 à 11:54:30

OBJET MNT

Données	Valeurs		
- Limites géométriques minimales	X = 1738.011	Y = -546.195	Z = 1421.698
- Limites géométriques maximales	X = 9630.244	Y = 4800.085	Z = 1545.828
- Nombre total de points dans le modèle	5942		
- Nombre de triangles utiles (après réduction)	11852		
- Surface 2D des triangles utiles	29404228.51		
- Surface 3D des triangles utiles	29452712.12		

POINTS

Données	Valeurs
- Disponibles dans le dessin	6225
- Sélectionnés	5947
- Éliminés par le filtrage altimétrique	1
- Éliminés car en double (distance minimale = 0.01)	4
=> Nombre de points réellement utilisables	5942
- <i>Nombre de points topographiques</i>	32 / 32
- <i>Nombre de points AutoCAD</i>	5914 / 5915
- Altitude minimale des points	1421.698
- Altitude maximale des points	1545.828

LIGNES DE RUPTURE

Données	Valeurs
- Disponibles dans le dessin	204
- Sélectionnées	0

TRAITEMENT DES POINTS DOUBLES

Distance minimale entre les points = 0.01

Mode de traitement des points doubles = Conserver le premier point rencontré

Points ignorés				Points conservés		Écarts
Matricule	X	Y	Z	Matricule	Z	dZ
<Point>	2025.003	3090.036	1511.228	8	1511.227	-0.001
<Point>	2081.541	2579.941	1489.098	7	1489.097	-0.001
<Point>	6746.633	1153.139	1477.811	50	1477.214	-0.597
4	2083.561	4572.516	1507.003	<Point>	1507.003	0.000

Cubatures Matériaux : Profils (Gulden)

Nom du dessin
Nom de l'axe
Table associée
Date du listing

proj master 2022.dwg
c1 - Axe
Suisse - RGDU100
04/07/2022 à 00:17:55

Profil P01, Abscisse : 0.000 m, Longueur d'application : 12.500 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	10,6	10,6
BETON	0,18	2,3	2,3
GB2	1,74	21,7	21,7
GNT_0_20	4,60	57,4	57,4
GNT_0_80	0,47	5,8	5,8
TERRE VEGETALE	1,40	17,6	17,6

Profil P02, Abscisse : 25.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	31,8
BETON	0,18	4,4	6,7
GB2	1,74	43,4	65,2
GNT_0_20	4,60	114,9	172,3
GNT_0_80	0,47	11,7	17,5
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	52,7

Profil P03, Abscisse : 50.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	52,9
BETON	0,18	4,4	11,0
GB2	1,74	43,4	108,6
GNT_0_20	4,60	114,9	287,2
GNT_0_80	0,47	11,7	29,1
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	87,8

Profil P04, Abscisse : 75.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	74,1
BETON	0,18	4,4	15,4
GB2	1,74	43,4	152,0
GNT_0_20	4,60	114,9	402,1
GNT_0_80	0,47	11,7	40,8
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	122,9

Profil P05, Abscisse : 100.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	95,3
BETON	0,18	4,4	19,8
GB2	1,74	43,4	195,5
GNT_0_20	4,60	114,9	517,0
GNT_0_80	0,47	11,7	52,4
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	158,0

Profil P06, Abscisse : 125.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	116,5
BETON	0,18	4,4	24,2
GB2	1,74	43,4	238,9
GNT_0_20	4,60	114,9	631,9
GNT_0_80	0,47	11,7	64,1
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	193,1

Profil P07, Abscisse : 150.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	137,7
BETON	0,18	4,4	28,6
GB2	1,74	43,4	282,4
GNT_0_20	4,60	114,9	746,8
GNT_0_80	0,47	11,7	75,8
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	228,2

Profil P08, Abscisse : 175.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	158,8
BETON	0,18	4,4	33,0
GB2	1,74	43,4	325,8
GNT_0_20	4,60	114,9	861,7
GNT_0_80	0,47	11,7	87,4
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	263,3

Profil P09, Abscisse : 200.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	180,0
BETON	0,18	4,4	37,3
GB2	1,74	43,4	369,2
GNT_0_20	4,60	114,9	976,6
GNT_0_80	0,47	11,7	99,1
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	298,4

Profil P10, Abscisse : 225.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	201,2
BETON	0,18	4,4	41,7
GB2	1,74	43,4	412,7
GNT_0_20	4,60	114,9	1091,5
GNT_0_80	0,47	11,7	110,7
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	333,6

Profil P11, Abscisse : 250.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	222,4
BETON	0,18	4,4	46,1
GB2	1,74	43,4	456,1
GNT_0_20	4,60	114,9	1206,4
GNT_0_80	0,47	11,7	122,4
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	368,7

Profil P12, Abscisse : 275.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	243,6
BETON	0,18	4,4	50,5
GB2	1,74	43,4	499,5
GNT_0_20	4,60	114,9	1321,2
GNT_0_80	0,47	11,7	134,0
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	403,8

Profil P13, Abscisse : 300.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	264,7
BETON	0,18	4,4	54,9
GB2	1,74	43,4	543,0
GNT_0_20	4,60	114,9	1436,1
GNT_0_80	0,47	11,7	145,7
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	438,9

Profil P14, Abscisse : 325.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	285,9
BETON	0,18	4,4	59,3
GB2	1,74	43,4	586,4
GNT_0_20	4,60	114,9	1551,0
GNT_0_80	0,47	11,7	157,3
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	474,0

Profil P15, Abscisse : 350.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	307,1
BETON	0,18	4,4	63,6
GB2	1,74	43,4	629,9
GNT_0_20	4,60	114,9	1665,9
GNT_0_80	0,47	11,7	169,0
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	509,1

Profil P16, Abscisse : 375.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	328,3
BETON	0,19	4,8	68,4
GB2	1,74	43,4	673,3
GNT_0_20	4,60	114,9	1780,8
GNT_0_80	0,47	11,7	180,6
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	544,2

Profil P17, Abscisse : 400.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	349,5
BETON	0,19	4,8	73,2
GB2	1,74	43,4	716,7
GNT_0_20	4,60	114,9	1895,7
GNT_0_80	0,47	11,7	192,3
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	579,3

Profil P18, Abscisse : 425.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	370,6
BETON	0,19	4,8	77,9
GB2	1,74	43,4	760,2
GNT_0_20	4,60	114,9	2010,6
GNT_0_80	0,47	11,7	204,0
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	614,4

Profil P19, Abscisse : 450.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	391,8
BETON	0,19	4,8	82,7
GB2	1,74	43,4	803,6
GNT_0_20	4,60	114,9	2125,5
GNT_0_80	0,47	11,7	215,6
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	649,6

Profil P20, Abscisse : 475.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	413,0
BETON	0,19	4,8	87,4
GB2	1,74	43,4	847,1
GNT_0_20	4,60	114,9	2240,4
GNT_0_80	0,47	11,7	227,3
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	684,7

Profil P21, Abscisse : 500.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	434,2
BETON	0,19	4,8	92,2
GB2	1,74	43,4	890,5
GNT_0_20	4,60	114,9	2355,3
GNT_0_80	0,47	11,7	238,9
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	719,8

Profil P22, Abscisse : 525.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	455,4
BETON	0,19	4,8	97,0
GB2	1,74	43,4	933,9
GNT_0_20	4,60	114,9	2470,2
GNT_0_80	0,47	11,7	250,6
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	754,9

Profil P23, Abscisse : 550.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	476,5
BETON	0,19	4,8	101,7
GB2	1,74	43,4	977,4
GNT_0_20	4,60	114,9	2585,0
GNT_0_80	0,47	11,7	262,2
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	790,0

Profil P24, Abscisse : 575.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	497,7
BETON	0,19	4,8	106,5
GB2	1,74	43,4	1020,8
GNT_0_20	4,60	114,9	2699,9
GNT_0_80	0,47	11,7	273,9
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	825,1

Profil P25, Abscisse : 600.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	518,9
BETON	0,18	4,6	111,1
GB2	1,74	43,4	1064,2
GNT_0_20	4,60	114,9	2814,8
GNT_0_80	0,47	11,7	285,5
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	860,2

Profil P26, Abscisse : 625.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	540,1
BETON	0,18	4,4	115,4
GB2	1,74	43,4	1107,7
GNT_0_20	4,60	114,9	2929,7
GNT_0_80	0,47	11,7	297,2
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	895,3

Profil P27, Abscisse : 650.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	561,3
BETON	0,18	4,4	119,8
GB2	1,74	43,4	1151,1
GNT_0_20	4,60	114,9	3044,6
GNT_0_80	0,47	11,7	308,8
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	930,4

Profil P28, Abscisse : 675.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	582,4
BETON	0,18	4,4	124,2
GB2	1,74	43,4	1194,6
GNT_0_20	4,60	114,9	3159,5
GNT_0_80	0,47	11,7	320,5
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	965,5

Profil P29, Abscisse : 700.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	603,6
BETON	0,18	4,4	128,6
GB2	1,74	43,4	1238,0
GNT_0_20	4,60	114,9	3274,4
GNT_0_80	0,47	11,7	332,2
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1000,7

Profil P30, Abscisse : 725.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	624,8
BETON	0,18	4,4	133,0
GB2	1,74	43,4	1281,4
GNT_0_20	4,60	114,9	3389,3
GNT_0_80	0,47	11,7	343,8
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1035,8

Profil P31, Abscisse : 750.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	646,0
BETON	0,18	4,4	137,4
GB2	1,74	43,4	1324,9
GNT_0_20	4,60	114,9	3504,2
GNT_0_80	0,47	11,7	355,5
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1070,9

Profil P32, Abscisse : 775.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	667,2
BETON	0,18	4,4	141,7
GB2	1,74	43,4	1368,3
GNT_0_20	4,60	114,9	3619,1
GNT_0_80	0,47	11,7	367,1
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1106,0

Profil P33, Abscisse : 800.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	688,3
BETON	0,18	4,4	146,1
GB2	1,74	43,4	1411,8
GNT_0_20	4,60	114,9	3734,0
GNT_0_80	0,47	11,7	378,8
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1141,1

Profil P34, Abscisse : 825.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	709,5
BETON	0,19	4,8	150,9
GB2	1,74	43,4	1455,2
GNT_0_20	4,60	114,9	3848,9
GNT_0_80	0,47	11,7	390,4
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1176,2

Profil P35, Abscisse : 850.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	730,7
BETON	0,19	4,8	155,6
GB2	1,74	43,4	1498,6
GNT_0_20	4,60	114,9	3963,7
GNT_0_80	0,47	11,7	402,1
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1211,3

Profil P36, Abscisse : 875.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	751,9
BETON	0,18	4,4	160,0
GB2	1,74	43,4	1542,1
GNT_0_20	4,60	114,9	4078,6
GNT_0_80	0,47	11,7	413,7
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1246,4

Profil P37, Abscisse : 900.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	773,1
BETON	0,18	4,4	164,4
GB2	1,74	43,4	1585,5
GNT_0_20	4,60	114,9	4193,5
GNT_0_80	0,47	11,7	425,4
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1281,5

Profil P38, Abscisse : 925.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	794,2
BETON	0,18	4,4	168,8
GB2	1,74	43,4	1629,0
GNT_0_20	4,60	114,9	4308,4
GNT_0_80	0,47	11,7	437,0
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1316,7

Profil P39, Abscisse : 950.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	815,4
BETON	0,18	4,6	173,4
GB2	1,74	43,4	1672,4
GNT_0_20	4,60	114,9	4423,3
GNT_0_80	0,47	11,7	448,7
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1351,8

Profil P40, Abscisse : 975.000 m, Longueur d'application : 25.000 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	21,2	836,6
BETON	0,19	4,8	178,1
GB2	1,74	43,4	1715,8
GNT_0_20	4,60	114,9	4538,2
GNT_0_80	0,47	11,7	460,4
TERRE VEGETALE	1,40	35,1	1386,9

Profil P41, Abscisse : 1000.000 m, Longueur d'application : 15.903 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	13,5	850,1
BETON	0,19	3,0	181,2
GB2	1,74	27,6	1743,5
GNT_0_20	4,60	73,1	4611,3
GNT_0_80	0,47	7,4	467,8
TERRE VEGETALE	1,40	22,3	1409,2

Profil P42, Abscisse : 1006.807 m, Longueur d'application : 3.403 m

Matériau	Surface partielle	Volume partiel	Volume cumulé
BB	0,85	2,9	853,0
BETON	0,19	0,6	181,8
GB2	1,74	5,9	1749,4
GNT_0_20	4,60	15,6	4626,9
GNT_0_80	0,47	1,6	469,4
TERRE VEGETALE	1,40	4,8	1414,0

Récapitulatif des Cubatures des Matériaux (Gulden)

Nom du dessin	proj master
Nom de l'axe	2022.dwg
Table associée	c1 - Axe
Date du listing	Suisse - RGDU100
	04/07/2022 à
	00:22:51

Matériau	Volume cumulé
BB	853,0
BETON	181,8
GB2	1749,4
GNT_0_20	4626,9
GNT_0_80	469,4
TERRE VEGETALE	1414,0