

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ IBN KHALDOUN DE TIARET



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER

Spécialité : travaux publics

Option : Voies et d'ouvrage d'art

Présenté par :

MEDDAH Haroun Abdellah

REBHI Mhamed

Sujet du mémoire

Etude technique de dédoublement de la route nationale (RN120) entre
Layoun et Hassi Fedoul sur 5 km du PK 14 au PK 19

Soutenu publiquement le ...juin 2025 devant le jury composé de :

Pr. DRAICHE Kada

Président

Dr. BENFERHAT Rabia

Rapporteur

Pr. TLIDJI Youcef

Examineur

Dr. OUAZIR Khatima









Examineurs

PROMOTION : 2024/2025

DEDICACES

Tous d'abord je remercie le bon dieu qui m'a donné le courage et la volonté pour arriver à ce stade de fin d'étude.








Je dédie ce travail à :

-  Mes très chers grands-parents et parents, qui m'ont guidée dans les moments les plus difficiles de ce long parcours et ont sacrifié leur vie pour me voir devenir celle que je suis aujourd'hui
-  Mes chères frères Khaled, Mohamed.
-  Mon binôme Haroun
-  Les belle enfants louai , loukman ,Nouh.
-  Tous les amis
-  Toute ma famille
-  Toute la promotion VOA 2025
-  Tous ce qui m'aiment et que j'aime.

DEDICACES

Tous d'abord je remercie le bon dieu qui m'a donné le courage et la volonté pour arriver à ce stade de fin d'étude.

Je dédie ce travail à :

-  Mes très chers grands-parents et parents, qui m'ont guidée dans les moments les plus difficiles de ce long parcours et ont sacrifié leur vie pour me voir devenir celle que je suis aujourd'hui
-  Mes chères frères Ilyes et Walid, mohamed .
-  Mon binôme Mhamed.
-  Tous mes amis
-  Toute ma famille
-  Toute la promotion VOA 2025
-  Tous ce qui m'aiment et que j'aime.

D

△

△

D
D

△

Remerciement

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

Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur Mr. Benferhat R pour la patient et l'aide durant tout l'encadrement.

Nous remercions également l'ensemble des ingénieurs et des agents de la Direction des Travaux Publics (DTP), ainsi que ceux du laboratoire LTPO, pour leur collaboration et leur disponibilité

Nous remercions tous nos enseignants durant toute notre formation et tout le personnel administratif de l'université, sans oublier les responsables de la bibliothèque qui nous ont beaucoup facilité notre recherche bibliographique.

Un grand merci s'adresse également aux membres du jury pour l'intérêt porté à notre travail et pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de l'évaluer.

Nos remerciements vont également à tous ceux et celles qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Liste des figures

FIGURE 1. PLAN DE SITUATION DE LA RN120.....	4
FIGURE 2. LA CARTE DE LA WILAYA DE TISSEMSILT	5
FIGURE 3. ROUTE NATIONALE RN120.....	9
FIGURE 4. TEMPS DE PERCEPTION-REACTION.	34
FIGURE 5. OBSTACLE IMMOBILE.....	35
FIGURE 6. OBSTACLE MOBILE.	36
FIGURE 7. TRACE EN PLAN D'UNE ROUTE	41
FIGURE 8. RAYON EN PLAN.....	43
FIGURE 9. RAYON EN PLAN (INCLINAISON I).	44
FIGURE 10. ELEMENTS DE CLOTHOÏDE.	49
FIGURE 11. VISIBILITE SUR CHAUSSEE UNIDIRECTIONNELLE.	59
FIGURE 12. CE RAYON DOIT RESPECTER LES DEUX CONDITIONS SUIVANTES	61
FIGURE 13. RAYON ASSURANT LE CONFORT DYNAMIQUE	62
FIGURE 14. LES ELEMENTS DU PROFIL EN TRAVERS.	66
FIGURE 15. PROFIL EN TRAVERS TYPE.....	71
FIGURE 16. PROFIL EN TRAVERS EN ALIGNEMENT DROIT.....	72
FIGURE 17. DEVERSEMENT DE LA CHAUSSEE.	74
FIGURE 18. LA STRUCTURE DE LA CHAUSSEE	78
FIGURE 19. SCHEMA RECAPITULATIF.....	78
FIGURE 20. LES DEMARCHES DU CATALOGUE.....	81
FIGURE 21. DIMENSIONNEMENT PAR LA METHODE CBR	83
FIGURE 22. PROFIL EN TRAVERS	84
FIGURE 23. LES POSITIONS DES SECTIONS DANS UN PROFIL EN LONG D'UN TRACE DONNE	85
FIGURE 24. L'EMPLACEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT	90
FIGURE 25. LES SIGNALISATIONS HORIZONTALES	95
FIGURE 26. LES SIGNALISATIONS VERTICALES.....	98
FIGURE 27. IMPLANTATION DES LUMINAIRES	99

Liste des tableaux

TABLEAU 1. CLASSIFICATION DU RELIEF EN FONCTION DE LA DENIVELEE CUMULEE	
TABLEAU 2. CLASSIFICATION DE LA SINUOSITE MOYENNE.	15
TABLEAU 3. ENVIRONNEMENT EN FONCTION DU RELIEF ET DE LA SINUOSITE.....	15
TABLEAU 4. COEFFICIENT D'EQUIVALENCE	24
TABLEAU 5. VALEUR DE K1	24
TABLEAU 6. VALEUR DE K2	25
TABLEAU 7. VALEUR DE LA CAPACITE THEORIQUE.....	25
TABLEAU 8. LES CALCULS SONT REPRESENTES DANS LE TABLEAU SUIVANT.	29
TABLEAU 9. V_{VL} ET V_{PL} EN FONCTION DE LA CAT ET E SUR B40.	32
TABLEAU 10 . COEFFICIENT DE FROTTEMENT LONGITUDINAL F EN FONCTION DE LA VITESSE (B40).	34
TABLEAU 11. VARIATIONS DES DISTANCES DE FREINAGE, D'ARRET EN ALIGNEMENT DROIT (D1)	37
TABLEAU 12. VARIATIONS DES « DDMIN » EN FONCTION DE LA VITESSE.	37
TABLEAU 13. SELON B40 LES VALEURS DE « DMD » EN METRE EN FONCTION DE LA VITESSE...	38
TABLEAU 14. VALEUR DE DISTANCE DE SECURITE (M) EN FONCTION DE LA VITESSE (KM/H).....	38
TABLEAU 15. LES DIFFERENTES VALEURS DES DISTANCES CALCULEES ET DONNE PAR LE B40...	40
TABLEAU 16. COEFFICIENT DE FROTTEMENT EN FONCTION DE V_R ET CAT.....	45
TABLEAU 17. LES VALEURS DES DEVERS MIN ET MAX EN FONCTION DE CAT ET E.....	46
TABLEAU 18. LES VALEURS DE F'' EN FONCTION DE CAT	47
TABLEAU 19. LE DEVERS DE NOTRE PROJET.....	48
TABLEAU 20. LE RAYON UTILISE.	53
TABLEAU 21. VALEUR DES DIFFERENTS RAYONS CALCULES ET CEUX DONNES PAR B40.	56
TABLEAU 22. $I_{MAX}(\%)$ DECLIVITE MAX EN FONCTION DE CAT ET E	58
TABLEAU 23. D_{MIN} ET D_{MAX} EN FONCTION DE LA CATEGORIE DE LA ROUTE.	73
TABLEAU 24. LES COEFFICIENTS D'EQUIVALENCE POUR CHAQUE MATERIAU	80
TABLEAU 25. RESULTAT DE DIMENSIONNEMENT PAR LA METHODE CBR	82
TABLEAU 26. LES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT EXISTANTS	91
TABLEAU 27. MODULATION DE LA LIGNE CONTINUE	95

Table des matières

LISTE DES FIGURES	V
LISTE DES TABLEAUX	VI
TABLE DES MATIERES	VII
RESUME	XIII
ملخص	XV
INTRODUCTION:	1
I. CHAPITRE I: PRÉSENTATION DU PROJET:	4
OBJECTIF DU PROJET :	4
I.1 GENERALITE:	4
I.2 PRESENTATION DE LA WILAYA DE TISSEMSILT :	5
I.2.1 Géographie:	5
I.2.2 Démographie:	6
I.2.3 Economies:	6
I.2.4 Culture et patrimoines:	6
I.2.5 Infrastructures:	6
I.2.6 Enjeux et perspectives:	7
I.3 DESCRIPTION DU PROJET :	7
I.3.1 Objectives du projet:	7
I.3.2 Description des travaux:	7
I.3.3 Caractéristiques techniques:	8
I.3.4 Coût et Financement:	8
Sources de financement :	8
I.3.5 Calendrier du projet:	9
I.3.6 Acteurs du projet:	9
I.3.7 Logiciels et outils utilisés:	9
I.3.8 Situation de géographique :	9
II. CHAPITRE II: ETUDE DE LA ROUTE EXISTANTE	11
CATEGORIE DE LA ROUTE:	11
II.1 CLASSIFICATION ADMINISTRATIVE (ADM) :	11
II.1.1 Routes Nationales (RN):	11
II.1.2 Routes Régionales (RR):	11
II.1.3 Routes Départementales (RD):	11
II.1.4 Routes Communales (RC):	11
II.1.5 Autoroutes:	11

II.2	CLASSIFICATION TECHNIQUE :	12
II.2.1	Routes à Grande Circulation (RGC):	12
II.2.2	Routes Principales:	12
II.2.3	Routes Secondaires:	12
II.2.4	Routes Locales:	12
II.2.5	Routes Urbaines:	12
II.2.6	Routes de Montagne ou Spéciales:	12
II.2.7	Critères de Classification Technique :	13
II.3	ENVIRONNEMENTS :	13
II.3.1	La Dénivelée:	13
II.3.2	Définition et Calcul:	13
II.3.3	Définition et Calcul:	14
II.3.4	Relation entre Dénivelée et Sinuosité:	15
II.4	VITESSE DE REFERENCE:	16
II.4.1	Definition:	16
II.4.2	Application au projet:	16
II.4.3	Sinuosité:	17
III.	CHAPITRE III : ETUDE DE TRAFIC:	19
III.1	L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS:	19
III.1.1	La mesure des trafics:	19
III.1.2	Les comptages manuels:	19
III.1.3	Les enquêtes origine destination :	20
III.2	DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS :	22
III.2.1	Trafic dévie :	22
III.2.2	Trafic induit :	22
III.2.3	Trafic totale :	22
III.3	CALCUL DE LA CAPACITE :	22
III.3.1	Définition de la capacité :	22
III.3.2	Projection future du trafic :	23
III.3.3	Calcul de trafic effectif :	23
III.3.4	Débit de pointe horaire normal:	24
III.3.5	Débit horaire admissible :	24
III.3.6	Détermination nombre des voies :	25
III.4	APPLICATION AU PROJET:	26
III.4.1	Les données de trafic :	26
III.4.2	Projection future de trafic :	26
III.5	DEBIT ADMISSIBLE:	28
III.5.1	Le nombre de voies:	28
III.6	CALCUL DE L'ANNEE DE SATURATION:	29

IV.	CHAPITRE IV : ETUDE GEOMETRIQUE	31
	LES PARAMETRE DE BASE POUR LES ETUDES DE TRACE :	31
IV.1	<i>VITESSE DE REFERENCE DES VEHICULES LEGERS « V_{VL} » ET DES POIDS LOURDS « V_{PL} »</i> .31	
IV.1.1	Vitesse de Référence des Véhicules Légers (V_{VL}) :.....	31
IV.1.2	Vitesse de Référence des Poids Lourds (V_{PL}):	31
	Remarque :	32
IV.1.3	Distance d'arrêt :.....	34
IV.1.4	Distance d'arrêt en courbe :.....	36
IV.1.5	Application au projet :.....	38
IV.2	<i>LE TRACE EN PLAN:</i>	41
IV.2.1	Règles à respecter dans le tracé en plan:.....	41
IV.2.2	Eléments du tracé en plan:.....	42
IV.3	<i>DEVERSEMENT EN ALIGNEMENT ET EN COURBE :</i>	47
IV.3.1	Devers en alignement :.....	47
IV.3.2	Devers en courbe.....	48
IV.3.3	La force centrifuge :	48
IV.3.4	Courbes de raccordements:	49
IV.3.5	Expression de la clothoïde :	49
IV.4	<i>CALCUL DES ELEMENTS D'UN RACCORDEMENT PROGRESSIF :</i>	51
IV.4.1	Condition optique :.....	51
IV.4.2	Condition de confort dynamique :	52
IV.4.3	Condition de gauchissement	52
IV.5	<i>APPLICATION AU PROJET:</i>	55
IV.5.1	Rayon minimal absolu R_{hm} :	55
IV.5.2	Rayon minimal normal R_{hn} :.....	55
IV.5.3	Rayon au dévers minimal R_{hd} :	56
IV.5.4	Rayon minimal non déversé R_{hnd} :	56
IV.6	<i>LE PROFIL EN LONG:</i>	56
IV.6.1	Eléments géométriques du PL:.....	57
IV.6.2	Règles a respecter dans le trace du profil en long:	57
IV.6.3	Les éléments de composition du profil en long:.....	57
IV.6.4	Déclivité:.....	58
IV.7	<i>RAYON DES COURBURES DE PROFIL EN LONG:</i>	58
IV.7.1	Rayon en angle saillant :	58
IV.7.2	Rayon en angle rentrant :	61
IV.7.3	Condition de confort :.....	62
IV.7.4	Raccordement concave :	62
IV.7.5	Condition de visibilité :	63
IV.8	<i>APPLICATION AU PROJET:</i>	63

IV.8.1	Rayon minimal absolu RVm1 :.....	64
IV.8.2	Rayon minimal normal RVN1 :.....	64
IV.8.3	Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement RvD:	64
IV.8.4	Rayon minimal absolu RVm' :	64
IV.8.5	Rayon minimal normal RVN' :.....	65
IV.9	<i>LE PROFIL EN TRAVERS:</i>	65
IV.9.1	Les éléments du profil en travers :	66
IV.9.2	Différence avec l'assiette:.....	67
IV.9.3	Composition de l'Assiette:	67
IV.9.4	L'emprise :	68
IV.10	<i>COMPOSITION DE L'EMPRISE:</i>	68
IV.10.1	La Plate-forme Routière	68
IV.10.2	Les Zones Techniques:	68
IV.10.3	Les Servitudes	69
IV.11	<i>TYPES DE FOSSES:</i>	69
IV.11.1	Fossé Trapezoidal (Classique):	69
IV.11.2	Fossé Triangulaire (Dévers):.....	69
IV.11.3	Fossé Bétonné ou Caniveau:	70
IV.11.4	Fossé Agricole (Bourrelet):	70
IV.12	<i>LE TERRE-PLEIN CENTRAL T.P.C :</i>	70
IV.12.1	Profil en travers type :.....	70
IV.12.2	Les différentes formes de la chaussée en alignement :	71
IV.12.3	En courbe :	72
IV.12.4	Transition du profil en toit jusqu'au profil à pente unique :	73
V.	CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSÉE ET CALCUL DES CUBATURES	76
V.	DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSÉE:.....	76
V.1	<i>LA CHAUSSEE :</i>	76
V.1.1	Définition :.....	76
V.1.2	Les différents types de chaussée :.....	77
V.2	<i>LES DIFFERENTS FACTEURS POUR LES ETUDES DE DIMENSIONNEMENT:</i>	78
V.2.1	Trafic :	78
V.2.2	Environnement :	79
V.2.3	Le Sol Support :	79
V.2.4	Matériaux :.....	79
V.3	<i>LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :</i>	79
V.3.1	Méthode de C.B.R :	79
V.3.2	Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves:	80
V.4	<i>APPLICATION NUMERIQUE:</i>	81
V.4.1	Méthode de C.B.R :	82

V.5	<i>CUBATURE</i> :.....	83
V.5.1	Définition :.....	83
V.5.2	Méthode de calcul des cubatures :	84
V.5.3	Formule de Mr SARRAUS :.....	84
V.5.4	Méthode linéaire :.....	86
V.6	<i>METHODE DE GULDEN</i> :.....	86
V.6.1	Calcul Des Cubatures de projet :	86
VI.	CHAPITRE VI : ASSAINISSEMENT:	88
VI.1	<i>POUR LES CHAUSSEES:</i>	88
VI.2	<i>POUR LES TALUS</i> :	88
VI.2.1	Objectif de l'assainissement :.....	88
VI.3	<i>ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE:</i>	89
VI.3.1	Bassin versant:	89
VI.3.2	Collecteur principal (canalisation):.....	89
VI.3.3	Chambre de visite (cheminée) :	89
VI.4	<i>LES REGARDS</i> :.....	90
VI.5	<i>APPLICATION AU PROJET</i> :.....	90
VII.	CHAPITRE VII : SIGNALISATION:	93
VII.1	<i>L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE:</i>	93
VII.2	<i>CATEGORIES DE SIGNALISATION</i> :.....	93
VII.2.1	Signalisation verticale :	93
VII.2.2	Signaux de danger :	93
VII.2.3	Signaux de position des dangers :	93
VII.2.4	Signaux comportant une prescription absolue :	94
VII.2.5	Signaux à simple indication :.....	94
VII.2.6	Signalisation horizontale:.....	94
VII.3	<i>MARQUE LONGITUDINAL</i> :	94
VII.3.1	Lignes continues :	94
VII.3.2	Lignes discontinues :	94
VII.3.3	Modulation des lignes discontinues :.....	95
VII.3.4	Modulation T1 (continue classique):.....	95
VII.3.5	Modulation T'1 (continue renforcée):.....	96
VII.3.6	Modulation T2 (discontinue):	96
VII.3.7	Modulation T3 (mixte "continue + discontinue"):	96
VII.3.8	Modulation T'3 (mixte asymétrique renforcée):	96
VII.3.9	Marques transversales :	96
VII.4	<i>.LES CRITERES DE CONCEPTION DE LA SIGNALISATION</i> :	97
VII.5	<i>APPLICATION AU PROJET</i> :	97
VII.6	<i>ECLAIRAGE</i> :.....	98

VII.6.1 Paramètres de l'implantation des luminaires:	99
CONCLUSION:.....	101
ANNEXE DU TRACE EN PLAN	106
ANNEXE DU PROFIL EN LONG	108
ANNEXE DU PROFIL EN TRAVERS	110
ANNEXE DES CUBATURES	118

Résumé

Ce mémoire de fin d'études porte sur une étude de dédoublement de la route nationale RN120 sur une longueur de 5 km, allant du PK 14 au PK 19. Cette route relie la commune de Layon à celle de Hassifdoul, dans la wilaya de Tissemsilt.

L'objectif de cette étude est de proposer un tracé routier conforme aux normes en vigueur, notamment les Normes Techniques d'Aménagement des Routes Algériennes, afin d'améliorer le niveau de service de la route, de garantir le confort et la sécurité des usagers, et d'en accroître la capacité.

Le travail comprend une présentation générale du projet, une analyse du trafic, ainsi qu'une étude géométrique détaillée de la route, incluant le tracé en plan, le profil en long et le profil en travers. Il s'achève par le dimensionnement de la chaussée et le calcul des cubatures.

Mots-clés: Dédoublement de route, Étude de trafic, Dimensionnement de chaussée, Tracé en plan, Profil en long, Profil en travers

Abstract

This final-year dissertation focuses on a study of the duplication of National Road RN120 over a length of 5 km, from PK 14 to PK 19. This road connects the commune of Layon to that of Hassifdoul, located in the wilaya of Tissemsilt.

The objective of this study is to propose a road alignment that complies with current standards, particularly the Algerian Technical Road Design Standards, in order to improve the level of service, ensure user comfort and safety, and increase the road's capacity.

The work includes a general presentation of the project, a traffic analysis, and a detailed geometric study of the road, including horizontal alignment, longitudinal profile, and cross-sectional profile. It concludes with pavement design and earthwork volume calculations.

Keywords: Road duplication, Traffic study, Pavement design, Horizontal alignment, Longitudinal profile, Cross-sectional profile

ملخص

تتناول هذه المذكرة مشروعًا لدراسة ازدواجية الطريق الوطني رقم RN120 على طول 5 كلم، انطلاقًا من النقطة الكيلومترية (PK 14) إلى النقطة الكيلومترية (PK 19) يربط هذا الطريق بين بلدية لعيون وبلدية حاسي فدل، الواقعتين في ولاية تيسمسيلت.

يهدف هذا المشروع إلى اقتراح مسار طرقي مطابق للمعايير المعمول بها، لا سيما المواصفات التقنية الجزائرية لإنشاء الطرق، من أجل تحسين مستوى خدمة الطريق، وضمان راحة وأمان مستعمليه، وزيادة قدرته الاستيعابية.

يتضمن هذا العمل عرضًا عامًا للمشروع، ودراسة لحركة المرور، بالإضافة إلى دراسة هندسية مفصلة للطريق تشمل المسار الأفقي، والخط الطولي، والمقطع العرضي، ويُختتم بتصميم الرصيف الطرقي وحساب كميات الحفر والردم.

الكلمات المفتاحية: ازدواجية الطريق، دراسة حركة المرور، تصميم الرصيف، المقطع الأفقي، المقطع الطولي، المقطع العرضي

Introduction

Introduction:

Les infrastructures de transport, en particulier le réseau routier, jouent un rôle fondamental dans le développement économique, social et territorial d'un pays. Elles facilitent la mobilité des personnes et des biens, dynamisent les échanges commerciaux, et contribuent à désenclaver les zones reculées. En Algérie, l'État a consenti d'importants investissements pour étendre et moderniser son réseau routier, qui constitue aujourd'hui l'un des piliers de l'aménagement du territoire national.

Ce réseau s'étend sur des milliers de kilomètres et comprend des routes nationales, régionales et communales. Toutefois, malgré cette expansion, certaines régions connaissent encore des insuffisances, notamment en matière de capacité, de sécurité, ou d'adaptation à l'augmentation constante du trafic. C'est notamment le cas de la wilaya de Tissemsilt, une région au relief semi-montagneux, caractérisée par un maillage routier en développement mais encore insuffisamment adapté à l'évolution des besoins en mobilité.

Depuis plusieurs années, la wilaya enregistre une hausse significative du trafic routier, en lien avec la croissance démographique, l'extension urbaine, l'évolution des échanges commerciaux et le développement de nouvelles zones d'activités économiques. Cette intensification du trafic est particulièrement perceptible sur certaines routes structurantes, telles que la Route Nationale n°120 (RN120), qui assure la liaison entre les communes de Laayoune et HassiFdoul. Ce tronçon revêt une importance stratégique pour la mobilité locale, notamment en tant qu'axe de transit pour les véhicules légers et les poids lourds.

Face à l'augmentation du trafic, la configuration actuelle de la RN120 devient inadaptée, générant des problèmes de saturation, une dégradation accélérée de la chaussée, et une multiplication des situations dangereuses pour les usagers. Dans cette optique, le dédoublement de la RN120, apparaît comme une solution indispensable pour améliorer les conditions de circulation, renforcer la sécurité et anticiper l'évolution future de la demande.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le présent mémoire de fin d'études, qui propose une étude technique détaillée du projet de dédoublement de la RN120 entre le PK 14 et le PK 19, soit sur une longueur de 5 km,. Le travail débute par une présentation générale du projet, mettant en évidence les enjeux de mobilité, les caractéristiques du site, et les objectifs poursuivis par l'opération d'aménagement. Il se poursuit par une analyse du trafic routier, à

travers la collecte et l'interprétation de données permettant d'évaluer la charge actuelle et future sur l'axe étudié.

L'étude comprend également une analyse géométrique complète du nouveau tracé, avec l'élaboration du tracé en plan, du profil en long et du profil en travers, en conformité avec les normes de conception routière en vigueur. En complément, le mémoire aborde le dimensionnement de la structure de chaussée, en tenant compte des caractéristiques du sol, du trafic et des conditions climatiques locales. Enfin, un calcul détaillé des cubatures est réalisé afin d'estimer les volumes de terrassement nécessaires et d'anticiper les besoins en matériaux.

L'étude réalisée vise à proposer une réponse technique concrète aux besoins actuels de circulation dans la wilaya de Tissemsilt. Elle participe à l'amélioration des infrastructures routières de la région en tenant compte des exigences de sécurité, de fluidité du trafic et de durabilité des aménagements

Chapitre I:

Présentation du

projet

I. Chapitre I: Présentation du projet:

Notre projet consiste à étudier le dédoublement de la RN120 sur 5 Km entre Pk 14 et le Pk 19. Le projet a été projeté en essayant d'avoir un tracé avec des courbes normalisées pour une vitesse de référence de 120km/h.

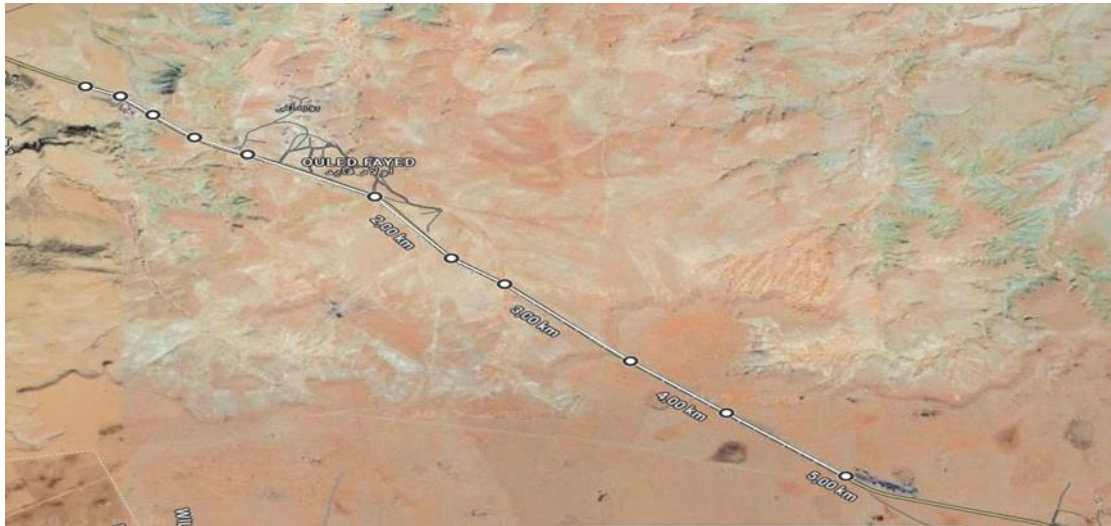


Figure 1. Plan de situation de la RN120

Objectif du projet :

L'objectif de la présente étude est de réaliser une extension de capacité de la RN120 entre Layon et Hassifdoul, sur une distance de 5 km, allant du PK 14 au PK 19. Elle porte sur le dédoublement du profil en travers pour passer à une configuration en 2x2 voies.

I.1 Généralité:

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain en tenant compte des obligations suivantes :

- ❖ Une obligation de sécurité, liée au tracé, à la qualité des véhicules admis et à l'adhérence de la surface de roulement.
- ❖ Une obligation de confort.
- ❖ Une obligation d'économie globale.

Dans le cadre de l'étude d'un projet routier, il est essentiel de prendre en compte les types de véhicules autorisés, ainsi que les conditions de surface de la chaussée et les conditions ambiantes (météorologie, visibilité, etc.).

L'étude d'un projet routier est répartie en 3 phases :

- Phase N°1 : l'étude préliminaire.
- Phase N°2 : l'étude d'avant-projet sommaire (APS)
- Phase N°3 : l'étude d'avant-projet détaillé (APD)

I.2 Présentation de la wilaya de Tissemsilt :



Figure 2. La carte de la wilaya de Tissemsilt

I.2.1 Géographie:

- ❖ Superficie : La wilaya de Tissemsilt s'étend sur une superficie d'environ 3152km².
- ❖ Relief : Elle se caractérise par un relief varié, comprenant des montagnes (comme les monts de l'Ouarsenis), des plaines et des plateaux. Le point culminant est le mont Tizigarine, qui atteint 1 965 mètres d'altitude.
- ❖ Climat : Le climat est de type méditerranéen avec des influences continentales. Les hivers sont froids et humides, tandis que les étés sont chauds et secs.

I.2.2 Démographie:

- ❖ **Population** : La wilaya compte environ 300 000 habitants (chiffres récents à vérifier selon les sources).
- ❖ **Villes principales** : Tissemsilt (chef-lieu), Theniet El Had, Bordj Bou Naama, Khemisti et Laayoune.

I.2.3 Economies:

- ❖ **Agriculture** : L'agriculture est un secteur clé, avec la production de céréales, de légumes, de fruits (notamment les pommes et les poires) et l'élevage.
- ❖ **Industrie** : L'industrie est en développement, avec des unités de transformation
- ❖ agroalimentaire et des petites industries manufacturières.
- ❖ **Ressources naturelles** : La wilaya dispose de ressources en eau et de potentialités minières.

I.2.4 Culture et patrimoines:

- ❖ **Patrimoine historique** : La région abrite plusieurs sites historiques, notamment des vestiges romains et des monuments liés à la résistance algérienne contre la colonisation française.
- ❖ **Artisanat** : L'artisanat local est riche, avec des productions de poterie, de tapis et de vannerie.
- ❖ **Tourisme** : Tissemsilt offre des paysages naturels attrayants, notamment les forêts de l'Ouarsenis, propices au tourisme vert et aux randonnées.

I.2.5 Infrastructures:

- ❖ **Transports** : La wilaya est desservie par un réseau routier qui la relie aux wilayas voisines. Elle dispose également d'une gare ferroviaire.
- ❖ **Éducation et santé** : La région compte plusieurs établissements scolaires, universitaires et de santé, dont un hôpital et des centres de soins.

I.2.6 Enjeux et perspectives:

- ❖ **Développement économique** : La wilaya cherche à diversifier son économie et à attirer des investissements, notamment dans les secteurs de l'agroalimentaire et du tourisme.
- ❖ **Environnement** : La préservation des forêts et des ressources en eau est un enjeu important pour la région.

I.3 Description du projet :

I.3.1 Objectives du projet:

- ❖ Améliorer la fluidité du trafic : Réduire les embouteillages et les temps de trajet.
- ❖ Augmenter la sécurité routière : Diminuer le nombre d'accidents grâce à une meilleure conception.
- ❖ Adapter la route au trafic futur : Anticiper l'augmentation du trafic due à la croissance économique et démographique.
- ❖ Intégrer des normes modernes : Respecter les normes environnementales et techniques actuelles.

I.3.2 Description des travaux:

- ❖ Le projet comprend plusieurs phases et composantes techniques :

I.3.2.1 Etudes Preliminaries:

- ❖ Relevés topographiques : Cartographie précise de la zone.
- ❖ Analyse du trafic : Étude du volume de trafic actuel et futur.
- ❖ Étude d'impact environnemental : Évaluation des impacts sur l'environnement et proposition de mesures d'atténuation.

I.3.2.2 Conception du Tracé:

- ❖ Dédoublage de la chaussée : Ajout d'une nouvelle voie dans chaque sens.
- ❖ Intersections et échangeurs : Conception de carrefours sécurisés et fluides.
- ❖ Ouvrages d'art : Construction de ponts, dalots, et murs de soutènement si nécessaire.

I.3.2.3 Travaux de construction:

- ❖ Terrassement : Préparation du terrain (déblai, remblai).

- ❖ Chaussée : Construction des couches de fondation, de base, et de revêtement.
- ❖ Drainage : Installation de systèmes d'évacuation des eaux pluviales.
- ❖ Signalisation et éclairage : Mise en place de panneaux, feux, et éclairage public.

I.3.2.4 Aménagements environnementaux:

- ❖ Protection des écosystèmes : Création de passages pour la faune, plantations.
- ❖ Gestion des déchets : Recyclage des matériaux excavés.

I.3.3 Caractéristiques techniques:

- ❖ **Longueur du projet** : 5 km.
- ❖ **Largeur de la chaussée** : (2*2) voie de 7.00m
- ❖ **Vitesse de conception** : la vitesse 120 km/h
- ❖ **Matériaux utilisés** : Enrobé bitumineux, béton, etc.

I.3.3.1 Impacts Positives:

- ❖ **Amélioration de la mobilité** : Réduction des temps de trajet et des embouteillages.
- ❖ **Sécurité renforcée** : Diminution des accidents grâce à une meilleure conception.
- ❖ **Développement économique** : Facilitation du transport des marchandises et des personnes.

I.3.3.2 Impacts Négatifs et Mesures d'Atténuation:

- ❖ **Impact environnemental**: Perturbation des écosystèmes pendant les travaux.
- ❖ **Mesures** : Reboisement, création de passages pour la faune.
- ❖ **Gêne pour les riverains**: Bruit et poussière pendant les travaux.
- ❖ **Mesures** : Horaires de travail adaptés, arrosage des pistes.

I.3.4 Coût et Financement:

Sources de financement :

- ❖ État.
- ❖ Collectivités locales.

I.3.5 Calendrier du projet:

- ❖ **Phase d'études** : 6 mois.
- ❖ **Phase de construction** : 24 mois.
- ❖ **Mise en service** : décembre 2024.

I.3.6 Acteurs du projet:

- ❖ **Maître d'ouvrage** : DTP Tissemsilt

I.3.7 Logiciels et outils utilisés:

- ❖ **Conception** : AutoCAD, Covadis.
- ❖ **Gestion de projet** : MS Project.

I.3.8 Situation de géographique :

Le projet concerne la section de la RN120 située entre les points kilométriques PK 14 et PK 19. Cette section traverse des zones rurales et présente des caractéristiques spécifiques (relief).



Figure 3. Route nationale RN120

Chapitre II :

Etude de la route existante

II. Chapitre II: Etude de la route existante

Catégorie de la route:

II.1 Classification Administrative (ADM) :

La classification administrative des routes est basée sur leur gestion et leur financement. Elle dépend de l'entité responsable de la route (État, région, département, commune, etc.). Voici les catégories principales :

II.1.1 Routes Nationales (RN):

- ❖ Gérées par l'État.
- ❖ Relient les grandes villes et assurent des trajets interrégionaux.
- ❖ Exemple : RN1, RN2, etc.

II.1.2 Routes Régionales (RR):

- ❖ Gérées par les régions.
- ❖ Relient les villes et villages à l'intérieur d'une région.
- ❖ Exemple : RR10, RR20, etc.

II.1.3 Routes Départementales (RD):

- ❖ Gérées par les départements.
- ❖ Assurent la desserte locale et relient les communes.
- ❖ Exemple : RD100, RD200, etc.

II.1.4 Routes Communales (RC):

- ❖ Gérées par les communes.
- ❖ Desservent les zones urbaines et rurales à l'intérieur d'une commune.
- ❖ Exemple : Rue principale, chemin rural, etc.

II.1.5 Autoroutes:

- ❖ Gérées par l'État ou des sociétés concessionnaires.
- ❖ Routes à accès limité, souvent payantes (péages).
- ❖ Exemple : A1, A2,

II.2 Classification Technique :

La classification technique des routes est basée sur leurs caractéristiques physiques et fonctionnelles. Elle prend en compte des critères comme la largeur, le trafic, la vitesse, et le rôle de la route dans le réseau. Voici les catégories principales :

II.2.1 Routes à Grande Circulation (RGC):

- ❖ Conçues pour supporter un trafic intense et des vitesses élevées.
- ❖ Exemple : Autoroutes, voies rapides.

II.2.2 Routes Principales:

- ❖ Relient les grandes villes et assurent des trajets interurbains.
- ❖ Largeur standard : 7 à 10 mètres.
- ❖ Vitesse autorisée : 80 à 110 km/h.

II.2.3 Routes Secondaires:

- ❖ Relient les villes moyennes et les villages.
- ❖ Largeur standard : 5 à 7 mètres.
- ❖ Vitesse autorisée : 50 à 90 km/h.

II.2.4 Routes Locales:

- ❖ Desservent les zones rurales et les petites communes.
- ❖ Largeur standard : 3 à 5 mètres.
- ❖ Vitesse autorisée : 50 à 70 km/h.

II.2.5 Routes Urbaines:

- ❖ Situées dans les zones urbaines.
- ❖ Conçues pour un trafic mixte (voitures, piétons, vélos).
- ❖ Vitesse limitée : 30 à 50 km/h.

II.2.6 Routes de Montagne ou Spéciales:

- ❖ Conçues pour des terrains difficiles (pentes, virages serrés).
- ❖ Largeur réduite et vitesses limitées.

II.2.7 Critères de Classification Technique :

Les routes sont classées en fonction de plusieurs critères techniques :

- ❖ **Trafic** : 2023 T = 5650V/J/2sens.
- ❖ **Vitesse** : Vitesse 120 km.
- ❖ **Largeur** : (2*2) voie de 7.50m.
- ❖ **Fonction** : 5 km

II.3 Environnements :

II.3.1 La Dénivelée:

La dénivelée (ou dénivelé) désigne la différence d'altitude entre deux points sur une surface donnée. Elle est souvent utilisée pour mesurer les variations de hauteur dans un parcours, comme une route, un sentier de randonnée, ou un terrain.

II.3.2 Définition et Calcul:

II.3.2.1 Définition :

La dénivelée est la différence entre l'altitude du point d'arrivée et celle du point de départ. Elle peut être positive (montée) ou négative (descente)

II.3.2.2 Formule :

La dénivelée cumulée moyenne h/L

$$h_1 = \text{dénivelée cumulée sens 1} : h_1 = \sum p_i * l_i$$

$$p_i > 0$$

$$\text{Et} : h = h_1 + h_2$$

$$h_2 = \text{dénivelée cumulée sens 2} : h_2 = \sum p_i * l_i$$

$$p_i < 0$$

Le rapport de la dénivelée cumulée totale h à la longueur de l'itinéraire permet de mesurer la variation longitudinale du relie

Tableau 1. Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée moyenne.

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	$4\% < h/L$

II.3.2.3 Utilisations:**Randonnée et sports de montagne :**

La dénivelée est un indicateur clé pour évaluer la difficulté d'un parcours. Par exemple, un dénivelé positif cumulé de 1 000 m sur 10 km indique une montée importante

Ingénierie routière :

Elle est utilisée pour calculer les pentes et planifier les infrastructures (viaducs, tunnels, etc.)

II.3.2.4 La Sinuosité:

La sinuosité mesure le degré de courbure d'un tracé, comme une route ou un cours d'eau. Elle compare la distance réelle parcourue à la distance en ligne droite entre deux points.

II.3.3 Définition et Calcul:**II.3.3.1 Définition :**

La sinuosité est le rapport entre la longueur réelle du tracé et la distance à vol d'oiseau entre les deux points extrêmes.

II.3.3.2 Formule :

La sinuosité Moyenne : $\sigma = Ls/L$

❖ Avec : $Ls = \sum LR \leq 200$

❖ Ls : la longueur sinueuse

❖ LR : longueur de rayon ≤ 200 .

❖ L : (longueurs totales de l'itinéraire).

Tableau 2. Classification de la sinuosité moyenne.

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

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

Tableau 3. Environnement en fonction du relief et de la sinuosité

Sinuosité Relief	Faible	Moyenne	Fort
Plat	E ₁	E ₂	
vallonné	E ₂	E ₂	E ₃
Montagneux		E ₃	E ₃

II.3.3.3 Utilisations:

- **Planification des routes :** Une sinuosité élevée peut indiquer un tracé plus long et plus complexe, nécessitant des virages serrés ou des détours.
- **Écologie :** Dans l'étude des cours d'eau, une sinuosité élevée peut indiquer un écosystème plus riche, car les méandres créent des habitats variés

II.3.4 Relation entre Dénivelée et Sinuosité:

- Influence sur la difficulté : Un parcours avec une forte dénivelée et une sinuosité élevée sera plus difficile à parcourir, que ce soit à pied, à vélo ou en voiture.
- Conception des routes : Les ingénieurs doivent équilibrer ces deux facteurs pour créer des routes sûres et efficaces. Par exemple, réduire la sinuosité peut diminuer la distance, mais augmenter la dénivelée si le terrain est accidenté

II.4 Vitesse de Référence:

La vitesse de référence est une vitesse théorique utilisée pour concevoir une route en fonction des normes techniques et des conditions de circulation. Elle influence directement les caractéristiques géométriques de la route, comme les rayons de courbure, les pentes, et les distances de visibilité.

II.4.1 Définition:

La vitesse de référence est la vitesse maximale à laquelle un véhicule peut circuler en toute sécurité sur une route, en tenant compte de ses caractéristiques techniques et de son environnement.

- Route Nationale: La vitesse de référence pour une route nationale est généralement comprise entre 80 km/h et 120km/h, selon les normes locales et les conditions du terrain
- Section PK 14 à PK 19: Si cette section traverse une zone urbaine ou présente des contraintes topographiques, la vitesse de référence pourrait être réduite à 80 km/h pour garantir la sécurité.

II.4.2 Application au projet:

Catégorie :

Catégorie (01), puisque notre projet relie deux centres d'industrie de Transformation, relie Layon à Hassifdoul

II.4.2.1 La Dénivelée Cumulée moyenne :

Le tracé de Layon que nous avons effectué donne

$$h1 = \sum p_i * l_i \text{ et } h2 = -\sum p_i * l_i$$

$$\text{Et : } h = h1 + h2 \rightarrow h = 15.53 + 56$$

$$h = 71.53m$$

$$\sigma = h / l \rightarrow (71.53) = 0.0143 = 1.43\%$$

C'est à dire entre $h/L \leq 1.5\%$ donc selon B40 → Terrain est plat

II.4.3 Sinuosité:

$$\sigma = L_s / L$$

$$L_s = 139.65 + 173.48 + 87.02 = 478.12m$$

$$478.12 / 5000 = 0.095 < 0.1 \Rightarrow \text{La Sinuosité Faible}$$

II.4.3.1 Type d'environnement:

Puisqu' on a trouvé que le terrain est vallonné et la sinuosité faible, ce qui donne d'après le tableau I.3, le type d'environnement **E1**.

Chapitre III :

Etude de trafic

III. Chapitre III : Etude de trafic:

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructures de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée.

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

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

III.1 L'analyse des trafics existants:

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

III.1.1 La mesure des trafics:

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

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

III.1.1.1 Les comptages :

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

- ❖ Les comptages manuels.
- ❖ Les comptages automatiques.

III.1.2 Les comptages manuels:

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

III.1.2.1 Les comptages automatiques:

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

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.

Le comptage temporaire: 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.

L'inconvénient de cette méthode: est que tous les matériels de comptage actuellement utilisés ne détectent pas la différence entre les véhicules légers et les poids lourds

III.1.3 Les enquêtes origine destination :

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

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination.

Il existe plusieurs types d'enquêtes :

III.1.3.1 Les enquêtes papillons ou distributions de cartes:

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

- ❖ **Les avantages de la méthode:** sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.
- ❖ **Les inconvénients de la méthode:** c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

III.1.3.2 Relevé des plaques minéralogiques:

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre chiffres ou lettres), La comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

Les inconvénients sont:

- ❖ le manque d'exhaustivité (on ne peut identifier la totalité des véhicules).
- ❖ les erreurs de lecture fréquentes qui faussent partiellement les résultats.
- ❖ un dépouillement fastidieux.

III.1.3.3 Interview des conducteurs:

Cette méthode est lourde et coûteuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'utilisateur) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :(origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement telles que le type de véhicule .

III.1.3.4 Les enquêtes à domicile - enquête ménage:

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'un interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de

nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération.

III.2 Différents types de trafics :

Trafic normale :C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet.

III.2.1 Trafic dévie :

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 différent moyen d'atteindre la même destination.

III.2.2 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.
- ❖ D'une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

III.2.3 Trafic totale :

C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévie .

III.3 Calcul de la capacité :

III.3.1 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 déterminer. La capacité dépend :

- Des conditions de trafic.

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

III.3.2 Projection future du trafic :

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

$$TMJA_h = TMJA_0(1 + \tau)$$

Avec:

- ✓ $TMJA_h$: le trafic à l'année horizon.
- ✓ $TMJA_0$: le trafic à l'année de référence. n: nombre d'année.
- ✓ τ : taux d'accroissement du trafic (%).

III.3.3 Calcule de trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction de type de route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (uvp). Le trafic effectif est donné par la relation suivante :

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

Avec

- ✓ T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).
- ✓ Z : pourcentage de poids lourd.
- ✓ P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds.

Tableau 4. Coefficient D'équivalence

routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

III.3.4 Débit de pointe horaire normal:

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule:

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

Avec:

- ✓ Q: débit de pointe horaire.
- ✓ n: nombre d'heure
- ✓ (en général n=8heures).
- ✓ T_{eff} : trafic effectif.

III.3.5 Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule
 $Q = K . K . C$

Tableau 5. Valeur de K1

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 6. Valeur de K2

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

Tableau 7. Valeur de la capacité théorique

	Capacité théorique (uvp/h)
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

III.3.6 Détermination nombre des voies :

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

$$Q_{adm} \geq Q$$

Cas d'une chaussée unidirectionnelle : le nombre de voie à retenir par chaussée est le nombre le plus proche du rapport .

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

Avec:

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

III.4 Application au projet:

III.4.1 Les données de trafic :

D'après les résultats de trafic qui nous ont été fournis par la DTP qui sont les suivants:

- ❖ Le trafic à l'année 2018 $TJMA_{2018} = 5650$ v/j 2sens
- ❖ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4\%$
- ❖ La vitesse de base sur le tracé $V_b = 80$ km/h
- ❖ Le pourcentage de poids lourds $Z = 30\%$
- ❖ L'année de mise en service sera en 2024
- ❖ La durée de vie estimée de 30 ans
- ❖ Catégorie C1
- ❖ L'environnement E1

III.4.2 Projection future de trafic :

L'année de mise en service (2024).

$$TMJA_h = TJMA_{2024}(1 + \tau)$$

Avec :

$TMJA_h$: trafic à l'horizon (année de mise en service 2024) $TMJA_o$: trafic à l'année zéro (origine 2024)

$$TMJA_{2024} = 5650 \times (1 + 0,04)^6 = 7345 \text{ v/j}$$

$$\text{Donc: } TMJA_{2024} = 7345 \text{ v/j}$$

Trafic à l'année (2054) pour une durée de

$$\text{vie de 30 Ans. } TMJA_{2054} = 7345 \times (1 + 0,04)^{30} = 23504 \text{ v}$$

$$\text{Donc: } TMJA_{2054} = 23504 \text{ v/j}$$

III.4.3 Calcul du trafic effectif :

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

Avec:

- ❖ P: coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds pour une route à deux voies et un environnement E1 on a $P=3$.
- ❖ Z: le pourcentage de poids lourds est égal à 30%.

III.4.3.1 Année de mise en service:

$$T_{\text{eff}} = 7345 \times [(1 - 0.3) + 3 \times 0.3] = 11752 \text{ uvp/j}$$

$$\text{Donc: } T_{\text{eff}} = 11752 \text{ uvp/j}$$

III.4.3.2 Année horizon:

$$T_{\text{eff}} = 23504 \times [(1 - 0.3) + 3 \times 0.3] = 37606 \text{ uvp/j}$$

$$\text{Donc: } T_{\text{eff}} = 37606 \text{ uvp/j}$$

III.4.4 Débit de pointe horaire normal :

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

Avec :

$1/n$: coefficient de pointe horaire pris est égal à 0.12 ($n=8$ heurs).

III.4.4.1 Année de mise en service:

$$Q = 0.12 \times T_{\text{eff} \text{ 2024}}$$

$$Q = 0.12 \times 11752 = 1410 \text{ uvp/h}$$

III.4.4.2 Année horizon:

$$Q = 0.12 \times T_{\text{eff}} 2054$$

$$Q = 0.12 \times 37606 = 4513 \text{ uvp/h}$$

$$\text{Donc: } Q = 4513 \text{ uvp/h}$$

III.4.4.3 Calculons tout d'abord la capacité admissible:

$$Q \leq Q_{\text{adm}} = K1.K2.Cth.$$

$$\Rightarrow Cth = Q / (K1.K2). \quad Q: \text{ de l'année de mise en servi service. Avec : } K1 = 0.75 ;$$

$$K2 = 1$$

$$Cth \geq 1410 / (0.75 \times 1)$$

$$Cth \geq 1880 \text{ uvp/h}$$

$$\text{Donc : } Cth \geq 1880 \text{ UVP/h}$$

Pour notre cas on a obtenu la capacité théorique : $1500 < Cth = 1596 \text{ UVP/h} < 2000$

III.5 Débit admissible:

Le débit que supporte une section donnée:

$$Q_{\text{adm}} = K1.K2. Cth$$

Avec:

K1: coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E1.

K2: coefficient correcteur pris égal à 1 pour environnement (E1) et catégorie (C1).

Cth: capacité théorique.

$$Q_{\text{adm}} = 0,75 \times 1 \times 2000$$

$$\text{Donc: } Q_{\text{adm}} = 1500 \text{ uvp/h}$$

III.5.1 Le nombre de voies:

$$N = S \times Q / Q_{\text{adm}}$$

Qadm

Avec: $S=2/3$

$$N = (2/3) \times (4513/1500) = 2.0056 \approx 2$$

Donc : $N = 2$ voie /sens

III.6 Calcul de l'année de saturation:

$$Q = 0.12 \times \text{Teff}_{2024}$$

$$Q = 0.12 \times 11752 = 1410 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{\text{saturation}} = 4 \times 1500 = 6000 \text{ uvp/h}$$

Donc :

$$Q_{\text{saturation}} = 6000 \text{ uvp/h}$$

$$n = \frac{\text{Ln}\left(\frac{Q_s}{Q}\right)}{\text{Ln}(1 + 0.04)}$$

$$n = \frac{\text{Ln}\left(\frac{6000}{1410}\right)}{\text{Ln}(1.04)} = 37.12 \approx 37 \text{ ans}$$

Tableau 8. Les calculs sont représentés dans le tableau suivant.

TJMA ₂₀₂₄ (v/j)	TJMA ₂₀₅₄ (v/j)	Teff ₂₀₅₄ (uv p/j)	Q ₂₀₅₄ (uvp/ h)	N
7345	23504	37606	4513	2

Chapitre IV:

Etude géométrique

IV. Chapitre IV : Etude géométrique

Les paramètres de base pour les études de tracé :

Outre les exigences de trafic et l'évolution des caractéristiques géométriques, la connaissance des vitesses pratiquées sur un tracé projeté est essentielle car elle constitue le facteur déterminant dans la conception routière

IV.1 Vitesse de référence des véhicules légers « V_{VL} » et des poids lourds « V_{PL} » :

La vitesse de référence des véhicules légers « V_{VL} » d'une section de route est la vitesse qui permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement de ces points particuliers. Le respect des conditions liées à cette vitesse minimale permet de garantir l'homogénéité.

IV.1.1 Vitesse de Référence des Véhicules Légers (V_{VL}) :

IV.1.1.1 Caractéristiques :

- ❖ Vitesse de base pour le dimensionnement des éléments de chaussée
- ❖ Détermine les caractéristiques minimales d'aménagement
- ❖ Garantit l'homogénéité du tracé routier
- ❖ S'applique principalement aux :
 - ❖ Voitures particulières
 - ❖ Véhicules utilitaires légers
 - ❖ Motocycles

IV.1.2 Vitesse de Référence des Poids Lourds (V_{PL}):

IV.1.2.1 Spécificités:

- ❖ Vitesse critique pour le calcul des rampes
- ❖ Influence directement :
 - ❖ La capacité de montée des camions
 - ❖ Les distances de freinage
 - ❖ La consommation énergétique
- ❖ Prend en compte les particularités des :
 - ❖ Camions de marchandises
 - ❖ Autocars et bus

❖ Véhicules exceptionnels

La vitesse de référence des poids lourds « V_{PL} » d'une section de route est la vitesse qui permet de définir les caractéristiques limites des rampes, le choix de la vitesse de référence dépend :

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

Remarque :

- ❖ V_{VL} = vitesse de référence des véhicules légers.
- ❖ V_{PL} = vitesse de référence des poids lourds.

Tableau 9. V_{VL} et V_{PL} en fonction de la Cat et E sur B40.

Environnement		Catégorie		
		E.1	E.2	E.3
Caté.1	V_{VL}	120	100	80
	V_{PL}	40	35	30
Caté.2	V_{VL}	120	100	80
	V_{PL}	40	35	30
Caté.3	V_{VL}	120	100	80
	V_{PL}	35	30	25
Caté.4	V_{VL}	100	80	60
	V_{PL}	30	25	20
Caté.5	V_{VL}	80	60	40
	V_{PL}	/	/	/

IV.1.2.1.1 Paramètres cinématiques :

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

IV.1.2.1.2 Distance minimale de freinage :

La distance minimale de freinage « Dmf » est le paramètre fondamental pour déterminer les distances de visibilité dans les virages en plan et dans les courbes verticales du profil en long.

$$\frac{1}{2}mv^2 = p * f * d0 \Rightarrow d0 = \frac{v^2}{2gf} = \frac{v^2}{254f} \quad \text{Si } v \text{ en } \frac{KM}{h} \text{ (B40)}$$

➤ dans le cas général, la route est déclive c'est-à-dire elle est en rampe ou en pente.
 Dans ce cas, la formule de **d0** sera :

f: coefficient de frottement longitudinal. $d0 = \frac{v^2}{254(f \pm i)}$

i : déclivité de la route en %.

v : vitesse (km/h).

❖ En palier (i=0) on aura $\Rightarrow d0 = \frac{v^2}{254+f}$

❖ En rampe (montée) $\Rightarrow d0 = \frac{v^2}{254+(f+i)}$

❖ En pente (descente) : $\Rightarrow d0 = \frac{v^2}{254+(f-i)}$

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

Tableau 10 . Coefficient de frottement longitudinal f en fonction de la vitesse (B40).

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

IV.1.3 Distance d'arrêt :

IV.1.3.1 Temps de perception-réaction :

Avant le freinage à l'apparition d'un obstacle, il s'écoule un certain temps tp pendant lequel le conducteur :

- ❖ Perçoit l'existence de l'obstacle c'est à dire, il prend conscience de cette apparition, et de la nécessité de freiner au maximum.
- ❖ Réagit en actionnant ses freins (porte ses pieds sur la pédale de frein).

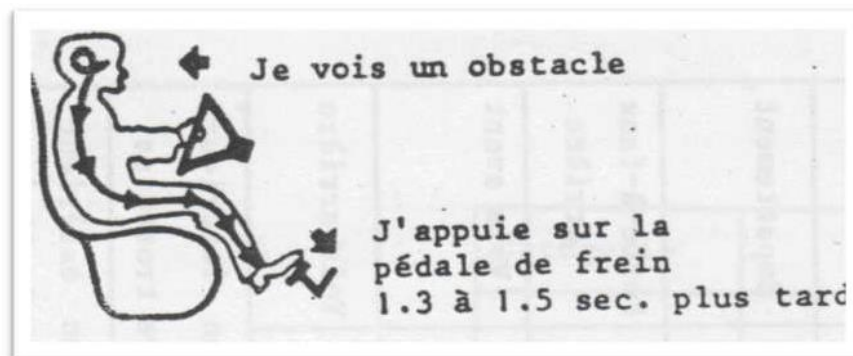


Figure 4. Temps de perception-réaction.

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

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

de 0,5 s.

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

$$\left\{ \begin{array}{ll} tp = 1.8s & \text{si } V \geq 100 \text{ km/h.} \\ tp = 2s & \text{si } V < 100 \text{ km/h.} \end{array} \right.$$

IV.1.3.2 Distance d'arrêt en alignement droit:

La distance de visibilité d'arrêt est la distance nécessaire à l'arrêt d'un véhicule à l'approche d'un obstacle éventuel. Cette distance est la somme de deux distances.

❖ Obstacle immobile:

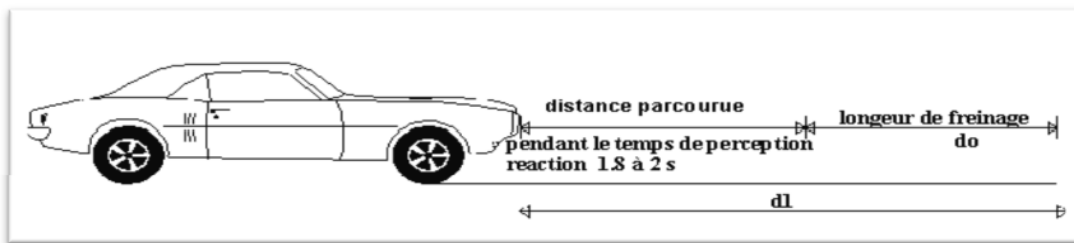


Figure 5. Obstacle Immobile.

La distance d'arrêt $d1$ est égale à la somme de :

- ❖ La distance de freinage $d0$ déterminée précédemment.
- ❖ La distance parcourue pendant le temps de perception-réaction

$$. d1 = d0 + (v/3.6) * tp$$

Avec :

tp : temps de perception –réaction. $d0$ (m) : distance de freinage.

v : vitesse de référence. Donc on aura :

$$\left\{ \begin{array}{ll} d1 = \frac{V^2}{254(f \pm i)} + 050 * V & \text{pour } V \geq 100 \text{ km/h} \\ d1 = \frac{V^2}{254(f \pm i)} + 055 * V & \text{pour } V < 100 \text{ km/h} \end{array} \right.$$

❖ Obstacle mobile:



Figure 6. Obstacle mobile.

$$\begin{cases} d1 = \frac{V1^2}{254(f \pm i)} + 050 * V1 + \frac{V2^2}{254(f \pm i)} + 050 * V2 & \text{pour } V \geq 100\text{km/h} \\ d1 = \frac{V1^2}{254(f \pm i)} + 055 * V1 + \frac{V2^2}{254(f \pm i)} + 055 * V2 & \text{pour } V < 100\text{km/h} \end{cases}$$

➤ Si $V1=V2=V$
On a :

$$\begin{cases} d1 = \frac{V^2}{254(f \pm i)} + V & \text{pour } V \geq 100\text{km/h} \\ d1 = \frac{V^2}{254(f \pm i)} + 1.1 * V & \text{pour } V < 100\text{km/h} \end{cases}$$

Avec :

V : vitesse de référence (km/h)

f : coefficient de frottement longitudinal. i : devers.

IV.1.4 Distance d'arrêt en courbe :

En virage on doit majorer la distance d'arrêt de 25%, parce que dans les courbes on doit freiner moins énergiquement.

$$\begin{cases} d3 = d1 + 0.25 * d0 & \text{Si } R \geq 5 * V \\ d3 = d1 + 0.25 * d0 & \text{Si } R < 5 * V \end{cases}$$

$$d3 = d0(m) + 0.50v + 0.25 d0(m) \Rightarrow d3 = 1.25d0 + 0.50v \text{ pour } v \geq 100\text{km/h}$$

$$d3 = d0(m) + 0.55v + 0.25 d0(m) \Rightarrow d3 = 1.25d0 + 0.55v \text{ pour } v < 100\text{km/h}$$

Avec :

d_3 : distance d'arrêt en courbe.

d_1 : distance d'arrêt en alignement droit. $d_0(m)$: distance de freinage.

Tableau 11. Variations des distances de freinage, d'arrêt en alignement droit (d_1)
et en courbe (d_3) B40.

V (km/h)		40	60	80	100	120
Catégorie 1-2	d_0 (m)	14	34	65	111	175
	d_1 (m)	36	67	109	161	235
	d_3 (m)	40	72	120	181	273

IV.1.4.1 Distance de visibilité de dépassement et de manœuvre :

Selon la norme B40 on distingue deux distances de visibilité de dépassement servant de base aux calculs de la géométrie des routes à voies de dépassements.

IV.1.4.2 Distance de visibilité de dépassement minimale « D_{dmin} » :

La distance de visibilité de dépassement est égale au double de la distance parcourue par un véhicule rapide pendant la durée de dépassement.

Selon B40 :

Les différentes valeurs de « D_{dmin} » sont données dans le tableau suivant :

Tableau 12. Variations des « D_{dmin} » en fonction de la vitesse.

Vitesse (km/h)	40	60	80	100	120
D_{dmin} (m)	150	250	325	425	550

IV.1.4.3 Distance de visibilité de la manœuvre de dépassement :

La distance de manœuvre de dépassement sert à calculer le rayon minimal de courbure du profil en long au sommet.

Tableau 13. Selon B40 les valeurs de « Dmd » en mètre en fonction De la vitesse

Vitesse (km/h)	40	60	80	100	120
Dmd (m)	70	120	200	300	425

IV.1.4.4 Distances de sécurité entre deux véhicules (Ds) :

C'est la distance de sécurité entre deux véhicules. C'est l'espace nécessaire entre deux véhicule circulent dans le même sens, sur la même voie et la même vitesse afin d'éviter la collision en cas où la première action les freins au maximum :

$$Ds = \frac{(V*tp)}{3,6} + L$$

Avec :

- tp : temps perception réaction (sec).
- V : vitesse de véhicule (Km/h). (Même vitesse).
- L : Longueur de véhicule en moyenne (8m).

Tableau 14. Valeur de distance de sécurité (m) en fonction de la vitesse (km/h).

Vitesse (km/h)		40	60	80	100	120	
En Algérie Ds	Cat 1 et 2	E1 et E2	30	41	52	58	68
		E3	28	38	48	58	68
	Cat 3 et 4 et 5		30	38	48	58	58

IV.1.5 Application au projet :

Sur le Tableau II.1 :



IV.1.5.1 Distance de freinage :

On a catégorie 1 ; vitesse= 120 km/h ; f= 0.33 sur Tableau

Donc en remplace dans la formule : $d_0 = \frac{v^2}{254 * f}$ donc $d_0 = 171m$

IV.1.5.2 Distance d'arrêt en alignement droit :❖ **Obstacle immobile:**

v= 120 km/h, d₀= 171m et t=2s.

$$\text{IV.1.5.2.1 } d_1 = d_0 + (V / 3.6) * T_p$$

$$d_1 = 171 + 0.55(120) \Rightarrow d_1 = 237 \text{ m}$$

❖ **Obstacle mobile :**

V=120 km/h , f= 0.33

$$d_2 = \frac{V^2}{127 * f} + V \Rightarrow d_2 = \frac{120^2}{127 * 0.33} + 120$$

$$d_2 = 464m$$

IV.1.5.3 Distance d'arrêt en courbe :

$$d_3 = d_1 + 0.25 * d_0 \quad d_3 = 1.25d_0 + 0.55v$$

An:

$$d_3 = (1.25 * 171) + (0.55 * 120) = 280 \text{ m}$$

IV.1.5.4 Distance de visibilité de dépassement :

Sur le Tableau 12 :

$$D_{\text{min}} = 550m$$

IV.1.5.5 Distance de visibilité de manœuvre de dépassement « Dmd » :

Sur le Tableau 13 : Dmd=424 m

IV.1.5.6 Distances de sécurité entre deux véhicules (Ds) :

L=8m (Longueur de véhicule en moyenne (8m)). t =2s (temps perception réaction (sec)).

V=120 Km/h (vitesse de véhicule (Km/h)).

$$D_s = \frac{v}{3.6} t + L$$

$$D_s = \frac{120}{3.6} * 2 + 8 \quad D_s=75$$

Le tableau ci-dessous donne les valeurs calculées et celles données par le B40 :

Tableau 15. Les différentes valeurs des distances calculées et donné par le B40.

		Vitesse de référence (Km/h)	120
Distance de freinage	do (m)	Calculé	171
		D'après B40	175
Distance d'arrêt en alignement droit obstacle immobile	d1 (m)	Calculé	237
		D'après B40	235
Distance d'arrêt en alignement droit obstacle mobile	d2 (m)	Calculé	464
		D'après B40	
Distance d'arrêt en courbe	d3 (m)	Calculé	280
		D'après B40	273
Distance de visibilité de dépassement	Ddmin(m)	Calculé	
		D'après B40	550
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	Dmd(m)	Calculé	
		D'après B40	424
Distance de sécurité entre deux véhicules	Ds	Calculé	75
		D'après B40	68

IV.2 Le tracé en plan:

Le tracé en plan est la projection verticale sur un plan horizontal de l'axe de la chaussée. C'est une succession de droite, d'arcs de cercle et de courbe de raccordement. La combinaison de ces éléments, en coordination avec le profil en long, vise à garantir de bonnes Conditions de sécurité et de confort, et qui sont donnée directement par les règles de dimensionnement du tracé en plan

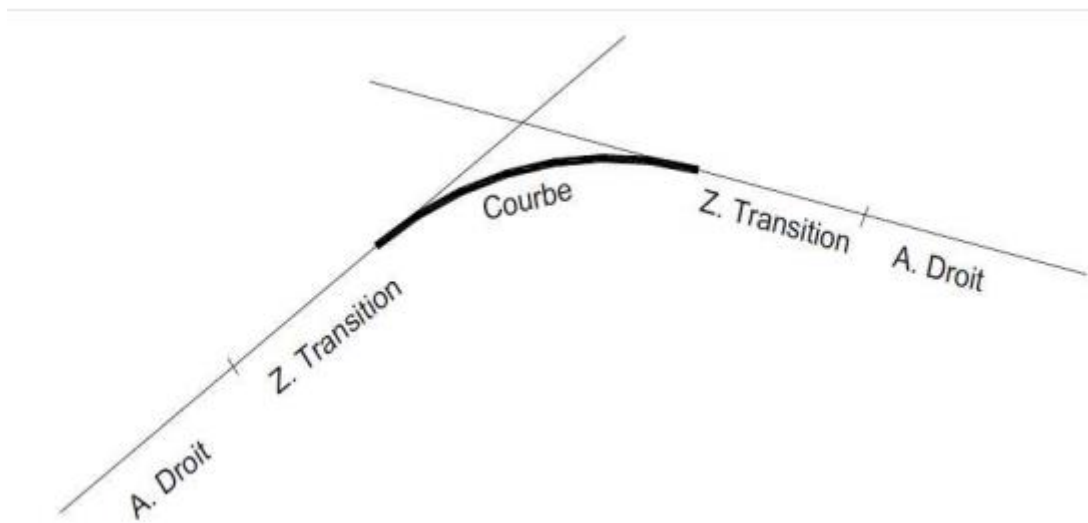


Figure 7. Tracé en plan d'une route

IV.2.1 Règles à respecter dans le tracé en plan:

- ❖ Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles
- ❖ Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- ❖ Adapter au maximum le terrain naturel
- ❖ Appliquer les normes du B40 si possible
- ❖ Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- ❖ Respecter la cote des plus hautes eaux
 - ❖ Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- ❖ Respecter la longueur minimale des alignements droits si possible.
- ❖ Se raccorder sur les réseaux existants.

- ❖ S'inscrire dans le couloir choisi.
- ❖ Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- ❖ Il est recommandé que les alignements représentent 60% au plus de la longueur totale du trajet.
- ❖ En présence des lignes électriques aérienne prévoir une hauteur minimale de 10 m.

IV.2.2 Eléments du tracé en plan:

Alignement :

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 la plus grand rayon des deux arcs de cercles.

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

$$\begin{cases} L_{min} = T * \frac{VB}{3.6}, T = 5sec \\ L_{max} = T * \frac{VB}{3.6}, T = 60sec \end{cases}$$

pendant longtemps on a préféré le tracé rectiligne parce qu'il est le plus court, mais maintenant les longs alignements sont à proscrire, car :

- ❖ Eblouissement causé par les phares (conduite de nuit).
- ❖ Mauvaise adaptation de la route au paysage.
- ❖ Esthétique difficile.
- ❖ Encourage les vitesses excessives.

Pour cela, on est amène à faire un tracé légèrement infléchi. On doit donc remplacer ces alignements droits trop longs par une succession d'alignements courts et de courbes. En faits, il est préférable d'avoir un pourcentage compris entre 20% et 60% en alignement droit, d'une section de route.

IV.2.2.1 Arc de cercle :

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

droit à un autre. Pour cela, il y a lieu de choisir un rayon de la courbe assurant cette condition. Dans ce cas, trois éléments interviennent pour limiter la courbure :

- ❖ La stabilité des véhicules sous l'effet de l'accélération centrifuge.
- ❖ La visibilité dans les courbes
- ❖ La visibilité dans les tranchées en courbe.

On essaye de choisir les plus grands rayons possibles en évitant de descendre au-dessous du rayon minimum préconisé.

IV.2.2.2 Clothoïde:

La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon progressive elle a pour rôle de maintenir constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

IV.2.2.3 Rayon en plan:

Un véhicule qui se déplace dans un virage est soumis à différentes forces, parmi lesquelles figurent son poids propre **P** et la force centrifuge **F_c**.

Si la composante de la résultante des deux forces **R'** passe en dehors du polygone des roues, le véhicule perd sa stabilité et se renverse.

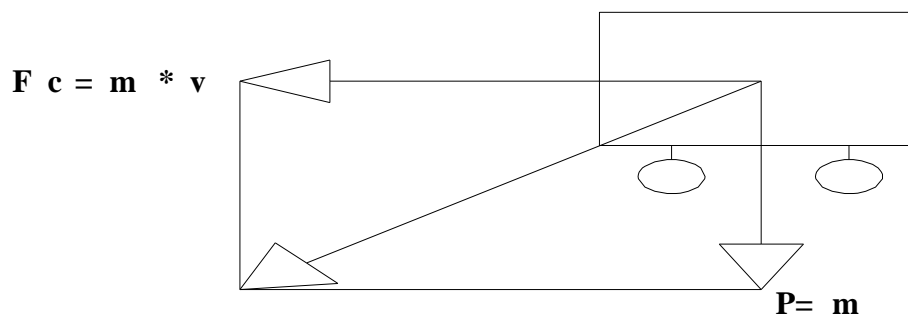


Figure 8. Rayon En Plan

Avec :

F_c : force centrifuge.

R': rayon de courbure (la résultante). **P** : poids du véhicule.

Il faut donc pour éviter de déstabiliser le véhicule, rapprocher la résultante R' d'une position perpendiculaire à la surface de la route. Pour cela, il faut donner un surhaussement h du bord extérieur de la voie.

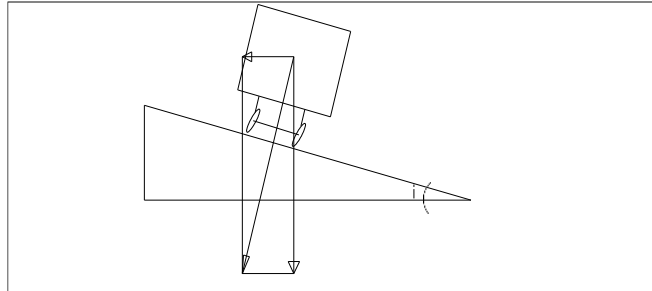


Figure 9. Rayon En Plan (inclinaison i).

Ce taux de relèvement (inclinaison i) est appelé devers. La route ainsi inclinée transversalement est dite déversée ou en devers en fonction de la vitesse de référence, le rayon minimal à admettre est :

$$R > \frac{V_r^2}{g \cdot (f_t + d_{max})}$$

Avec :

- ✓ V_r : vitesse de référence (m/s). g : gravitation (m/s^2).
- ✓ g : gravitation (m/s^2).
- ✓ f_t : coefficient de frottement transversal.
- ✓ d_{max} : devers.

Et en convertissant V_r (m/s) en km/h, on aura donc :

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

V_r : vitesse de référence (m/s).

f_t : coefficient de frottement transversal

d_{max} : devers

Les valeurs du coefficient de frottement transversal dépendent de la vitesse. Elles augmentent avec la vitesse de référence. Les normes B40 nous donnent les valeurs suivantes :

Tableau 16. Coefficient de frottement en fonction de Vr et Cat.

Caté- gorie	Vitesse en Km/h	120	100	80	60	40
	Coeff. de frottement					
1-2	Transversal ft	0,1	0,11	0,13	0,16	0,20
3-4-5	Transversal ft	0,11	0,125	0,15	0,18	0,22

IV.2.2.4 Rayon horizontal minimal absolu (RHmin) :

Le rayon minimal pour chacune des vitesses de références est le rayon pour lequel le dévers atteint sa valeur maximale, et ce rayon est employé dans les régions montagneuse.

La valeur de RHmin est donnée par la formule suivante :

$$RHm = \frac{Vr^2}{127(ft + dmax)}$$

- ❖ Vr : vitesse de référence du véhicule.
- ❖ dmax : dévers maximal.
- ❖ ft : Coefficient de frottement transversal.

Les valeurs des dévers min et max sont données par le tableau ci-dessous (SelonB40):

Tableau 17. Les valeurs des dévers min et max en fonction de Cat et E.

Catégories des routes	dévers	Environnement		
		E 1	E 2	E 3
1 et 2	Min	2,5%	2,5%	2,5%
	Max	7%	7%	7%
3 et 4	Min	3%	3%	3%
	Max	8%	8%	7%
5	Min	3%	3%	3%
	Max	9%	9%	9%

IV.2.2.4.1 Application au projet:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Catégorie 1} \\ \text{Environnement (E1), } ft = 0.13 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} V_r = 120 \text{ Km/h} \\ d_{\max} = 7\% \text{ et } d_{\min} = 2.5\% \end{array}$$

IV.2.2.5 Rayon minimal normale (RHN) :

Ce rayon est calculer a partir d'une vitesse $V = V_r + 20 \text{ km/h}$

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

$d = d_{\max} - 0.02$ pour cat.(1.2.3.4).

$d = d_{\max} - 0.03$ pour cat. (5).

IV.2.2.6 Rayon Au Dévers Minimal (RHd) :

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

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

IV.2.2.7 Rayon Non Déversé (RHnd) :

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toit et le devers est négatif pour l'un des sens de circulation; le rayon minimal qui permet cette disposition est le rayon minimal non déversé (RHnd).

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 * 0.035}$$

Les valeurs de f'' sont données dans le tableau ci – dessous :

Tableau 18. Les valeurs de f'' en fonction de Cat .

Catégorie	1	2	3	4	5
f''	0.06	0.06	0.07	0.075	0.075

Pour notre projet est : $f''=0.06$

IV.3 Déversement en alignement et en courbe :

IV.3.1 Devers en alignement :

Le devers est destiné à assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles de la chaussée. Nous avons adopté une pente transversale 2.5% selon la B40.

IV.3.2 Devers en courbe

C'est le soulèvement de la chaussée extérieure vers l'intérieure de la courbe. En courbe le devers permet de :

- ❖ Assurer un bon écoulement des eaux superficielles.
- ❖ Compenser une fraction de la force centrifuge être assurer la stabilité des véhicules.

IV.3.3 La force centrifuge :

$$F_c = \frac{M * V^2}{R}$$

Ou :

M : la masse de véhicule.

V : la vitesse de véhicule.

R : le rayon de virage.

- ❖ Le devers est calculé d'après les formules suivantes :

1° Cas : $R_{HN} \leq R \leq R_{HD}$

$$\frac{d - d_{max}}{(d_{max} - 2)} * \left(\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{HD}} \right) + \frac{1}{R_{HD}} = \frac{1}{R}$$

2° Cas : $R_{Hmin} \leq R \leq R_{HN}$

$$\frac{(d - (d_{max} - 2))}{(d_{max} - (d_{max} - 2))} * \left(\frac{1}{R_{Hmin}} - \frac{1}{R_{HD}} \right) + \frac{1}{R_{HD}} = \frac{1}{R}$$

Tableau 19. Le devers de notre projet.

Rayon (m)	d(%)
1441	2.50

IV.3.3.1 Sur largeur :

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

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

L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 5\text{m}$).

R : rayon de l'axe de la route.

IV.3.4 Courbes de raccordements:

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement à l'aide d'une courbe dont la courbure croît linéairement de $R=\infty$ jusqu'à $R=R_{ce}$, pour assurer :

- ❖ Une stabilité transversale des véhicules.
- ❖ Le confort des passagers.
- ❖ Un tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

Mathématiquement, plusieurs de courbes de raccordement peuvent assurer ces conditions. Toute fois, la clothoïde reste la plus adéquate et la plus utilisable dans les projets de route.

IV.3.5 Expression de la clothoïde :

La courbure est linéairement proportionnelle à l'abscisse curviligne L(ou longueur de la clothoïde).

$$K = C \times L ; K = \frac{1}{R} ; L \times R = \frac{1}{C}$$

$$\text{On pose : } \frac{1}{R} = A^2 \Rightarrow A^2 = L \times R$$

- ❖ **Eléments de la clothoïde:**

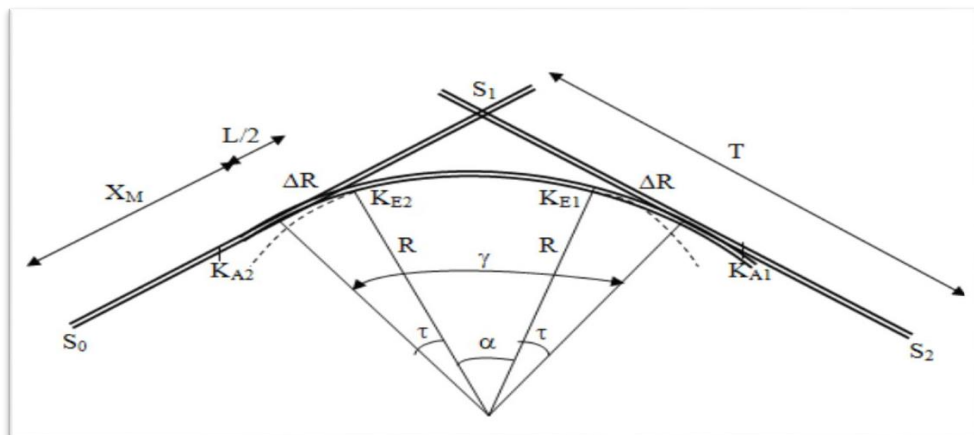


Figure 10. Eléments de clothoïde.

- ❖ A : Paramètre de la clothoïde.
- ❖ M : Centre de cercle.
- ❖ R : Rayon de cercle.
- ❖ K_A : Origine de la clothoïde.
- ❖ K_E : Extrémité de la clothoïde.
- ❖ L : longueur de la branche de la clothoïde.
- ❖ ΔR : Mesure de décalage entre l'élément droit de l'arc du cercle (le ripage).
- ❖ X_m : Abscisse du centre du cercle.
- ❖ τ : Angle des tangentes.
- ❖ X : Abscisse de K_E .
- ❖ Y : Origine de K_E .
- ❖ T_K : tangente courte.
- ❖ T_L : tangente longue.
- ❖ S_L : Corde ($K_A - K_E$).
- ❖ β : Angle polaire (angle de corde avec la tangente).

❖ **Condition Optique :**

D'après la norme B40 cette condition est définie de la manière suivante :

Pour $R \leq 1500 \Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) d'où :

$$L1 = \sqrt{24R\Delta R}$$

- ❖ Pour $1500 < R \leq 5000\text{m}$, $\tau = 3^\circ$ c'est-à-dire :

$$L1 = R/9$$

- ❖ Pour $R > 5000\text{m} \Rightarrow \Delta R$ limité à 2.5m soit :

$$L1 = 7.75 * \sqrt{R}$$

❖ **Condition de confort dynamique :**

Cette condition Consiste à limite pendant le temps de parcoure Δt du raccordement, la variation, par unité de temps, de l'accélération transversale

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

Avec :

V_r : vitesse de référence en (Km /h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

❖ Condition de gauchissement :

Le relèvement des virages s'effectue proportionnellement à l'arc de courbe de raccordement

ainsi que le devers est proportionnel à la courbure.

Alors, Pour permettre l'introduction progressive du devers, il est préférable d'avoir un raccordement dont la longueur est calculée par la formule suivante :

$$L = \frac{b * \Delta d * V_r}{50}$$

Avec :

V_r : Vitesse de référence (km/h).

b : Distance axe de rotation- bord de chaussée.

Δd : Différence de devers en %

$$L_r = \max(L \text{ confort}, L \text{ gauchissement}, L \text{ optique})$$

IV.4 Calcul des éléments d'un raccordement progressif :

La longueur du raccordement progressif doit être suffisante pour permettre :

- ❖ d'une part, d'introduire progressivement le devers : c'est condition de gauchissement ou de rapidité d'introduction du devers.
- ❖ d'autre part, de ne pas imposer au véhicule une variation trop rapide de la sollicitation transversale : c'est la condition du confort des usagers

La longueur de raccordement sera la plus grande valeur des L gauchissement,

L confort dynamique L confort optique.

Exemple pour $R= 1441$ m.

IV.4.1 Condition optique :

$$L_1 = \sqrt{24R\Delta R} \quad \text{On a } R=1441\text{m} < 1500\text{m} \Rightarrow \Delta R=1$$

$$L1 = \sqrt{24 * 1441 * 1} = 186 \text{ m}$$

IV.4.2 Condition de confort dynamique :

$$L2 = \frac{Vr^2}{18} \left(\frac{Vr^2}{127R} - \Delta R \right)$$

$$\Delta R = d + dmin$$

$$\Delta R = d - (-0.025)$$

Pour R=1441m $\Rightarrow d=0.025$.

$$\Delta R = 0.025 - (-0.025) = 0.05$$

$$L2 = \frac{120^2}{18} \left(\frac{120^2}{127 * 1441} - 0.05 \right) = 22.95m$$

IV.4.3 Condition de gauchissement

$$L3 = \frac{b * \Delta d * Vr}{50}$$

$$\Delta R = d + dmin \text{ en}(\%).$$

$$\Delta R = d - (-2.5)$$

Pour R=1441m $\Rightarrow d=2.5\%$

$$\Delta R = 2.5 + 2.5 = 5\% \text{ et } b=7.5m$$

$$L3 = \frac{7.5 * 5 * 120}{50} = 90m$$

$Lr = \max (L1, L2, L3) \Rightarrow Lr=L3=185.96 \text{ m}$

$$L = \frac{A^2}{R} \Rightarrow A = \sqrt{L * R} = 517.71m$$

On prend: $A=517.71m$.

$$L = \frac{A^2}{R} = 185.99m \approx \mathbf{186m}$$

$$\tau = \frac{Lr * 200}{2 * R * \pi} = \mathbf{4.108grad}$$

❖ Les coordonnées de raccordement

$$\begin{cases} X_{ke} = L - \frac{L^5}{40 * A^4} + \frac{L^9}{3456 * A^8} \Rightarrow X_{ke} = \mathbf{185.922m} \\ Y_{ke} = \frac{L^3}{6 * A^2} - \frac{L^7}{336 * A^6} + \frac{L^{11}}{42240 * A^{10}} \Rightarrow Y_{ke} = \mathbf{4m} \end{cases}$$

❖ Les coordonnées du cercle sont données par le système de formule suivant :

$$\begin{cases} X_c = X_{ke} - R * \sin(\tau) \Rightarrow X_c = \mathbf{93.001m} \\ Y_c = Y_{ke} - R * \cos(\tau) \Rightarrow Y_c = \mathbf{1434m} \end{cases}$$

ΔR : ripage ou décalage entre l'alignement et le cercle

$$\Delta R = Y_c - R = \mathbf{7}$$

❖ Courbe avec clothoïde

Pour illustrer notre travail de calcul d'axe, il nous semble qu'il est intéressant de détailler au moins un calcul d'une liaison de notre axe. La liaison que l'on choisi se situe au début de notre projet (liaison 1)

Les coordonnées des sommets et le rayon utilisé sont comme suite :

Tableau 20. Le rayon utilisé.

$V_B=120 \text{ Km/h}$	X(m)	Y(m)	$R_1(m)$
$S_1 (P_1)$	417057.61	3940096.64	1441
$S_2 (P_2)$	417084.92	3940076.83	
$S_3 (P_3)$	417118.93	3940053.47	

❖ 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.

$$G_{s1}^{s2} = \arctg\left(\frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|}\right) \Rightarrow G_{s1}^{s2} = \arctg\left(\frac{|417057.61 - 417084.92|}{|3940096.64 - 3940076.83|}\right) = 60.046 \approx 60gr$$

$$G_{s1}^{s2} = 60 gr$$

$$G_{s2}^{s3} = \arctg\left(\frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|}\right) \Rightarrow G_{s2}^{s3} = \arctg\left(\frac{|417118.93 - 417084.92|}{|3940053.47 - 3940076.83|}\right) = 61.045gr$$

$$G_{s1}^{s2} = 61.045 gr$$

❖ Calcul de l'angle γ

$$\gamma = |G_{s1}^{s2} - G_{s2}^{s3}| = 1.639gr$$

❖ Vérification de non chevauchement:

$$\tau = \frac{Lr * 200}{2 * R * \pi} = 4.108 grad$$

$$\frac{\gamma}{2} = \frac{1.639}{2} = 0.819gr \text{ d'ou } \tau > \frac{\gamma}{2} \Rightarrow \text{pas chevauchement}$$

❖ Calcul des distances:

$$\overline{S1 S2} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{27.31^2 + 19.81^2} = 33.738m$$

$$\overline{S2 S3} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{34.01^2 + 23.36^2} = 41.259m$$

❖ Calcul de l'arc:

$$\alpha = \gamma - 2\tau = 2(1.325) - 1.639 = 1.011gr$$

$$\alpha = 50.348 grad$$

IV.2.4.4) Calcul de la tangente:

$$T = Xc + Yc * \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \Rightarrow T = 104.397\text{m}$$

IV.2.4.5) Calcul de la bissectrice:

$$B = \frac{Yc}{\cos\frac{\alpha}{2}} - R \Rightarrow B = 6.954 \text{ m}$$

IV.2.4.6) La longueur totale de développement de la courbe :

$$D = 2L + R(\alpha - 2\tau) = 2481.799$$

α : angle de déviation en radians.

τ : angle du raccordement parabolique en radians.

IV.5 Application au projet:

$V_r = 120 \text{ km/h}$. ; $d_{\max} = 7\%$. ; $d_{\min} = 2.5\%$. ; $f_t = 0.1$; $f'' = 0.06$

IV.5.1 Rayon minimal absolu Rhm:

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

An :

$$R_{hm} = \frac{120^2}{127(0.1 + 0.07)} = 666.975\text{m}$$

IV.5.2 Rayon minimal normal Rhn:

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

An :

$$R_{hn} = \frac{(120 + 20)^2}{127(0.1 + 0.07 - 0.02)} = 1028.871\text{m}$$

IV.5.3 Rayon au dévers minimal Rhd :

$$Rhd = \frac{Vr^2}{254 * dmin}$$

An :

$$Rhd = \frac{120^2}{254 * 0.025} = 2267.716m$$

IV.5.4 Rayon minimal non déversé Rhnd :

$$Rhnd = \frac{(Vr)^2}{127(f'' + dmin)}$$

An :

$$Rhnd = \frac{(120)^2}{127(0.06 - 0.025)} = 3239.595m$$

Le tableau ci-dessous donne les différentes valeurs des rayons calculés et ceux donnés par le B40.

Tableau 21. Valeur des différents rayons calculés et ceux donnés par B40.

Rayon minimal absolu Rhm(m)		Rayon minimal normal Rhn(m)		Rayon au dévers minimal Rhd (m)		Rayon minimal déversé Rhnd(m)	
Calculé	B40	Calculé	B40	Calculé	B40	Calculé	B40
667	650	1029	1000	2268	2200	3240	3200

IV.6 Le profil en long:

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et Représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de L'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci.

IV.6.1 Eléments géométriques du PL:

Le PL est constitué des lignes droites (déclivités) et des arcs de cercle tangents aux droites constituant les raccordements verticaux (concaves ou convexes). Les droites ascendantes dans le sens du kilométrage sont appelés « rampes » et celles descendantes « pentes ».

IV.6.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long:

L'élaboration du tracé de profil en long s'appuiera sur les règles suivantes :

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

IV.6.3 Les éléments de composition du profil en long:

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

- ❖ L'altitude du terrain naturel.

- ❖ L'altitude du projet.
- ❖ La déclivité du projet.

IV.6.4 Déclivité:

IV.6.4.1 Déclivité minimum :

Pour des raisons de l'écoulement des eaux, il faut éviter les paliers de grande longueur ayant une pente minimale $< 0.5\%$ ($I_{min}=0.5\%$).

IV.6.4.2 Déclivité maximum:

La déclivité maximum dépend de :

- ❖ Condition de l'adhérence entre pneu et chaussée.
- ❖ Vitesse minimum de poids lourd « PL ».
- ❖ Condition économique.

Tableau 22. $I_{max}(\%)$ Déclivité max en fonction de Cat et E

Environnement I _{max} (%) Déclivité max	E 1	E 2	E 3
Cat 1-2	4	5	6
Cat 3	6	5	6
Cat 4-5	6	7	8

Dans notre cas la déclivité maximum est : 4%.

IV.7 Rayon des courbures de profil en long:

IV.7.1 Rayon en angle saillant :

Pour les angles saillant il faut respecter la condition de visibilité et on distingue deux types de rayon verticaux un rayon minimale et un autre normale.

RvM : rayon minimal absolue

RvN : rayon minimale normal.

IV.7.1.1 Chaussées unidirectionnel :

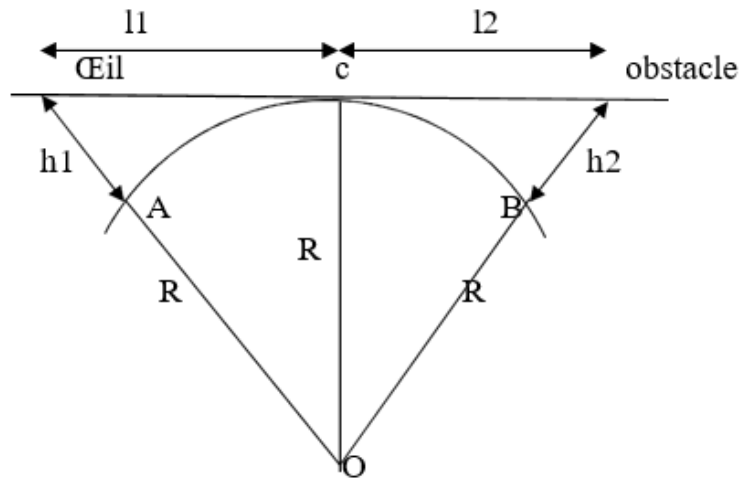


Figure 11. visibilité sur chaussée unidirectionnelle.

On a donc :

- ❖ Dans le triangle OAC ; $(R + h1)^2 = l1^2 + R^2$
- ❖ Dans le triangle OBC ; $(R + h2)^2 = l2^2 + R^2$
- ❖ En développant :

$$\begin{cases} R^2 + h1^2 + 2Rh1 = l1^2 + R^2 \\ R^2 + h2^2 + 2Rh2 = l2^2 + R^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} h1^2 + 2Rh1 = l1^2 \\ h2^2 + 2Rh2 = l2^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2Rh1 \approx l1^2 \\ 2Rh2 \approx l2^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l1 = \sqrt{2Rh1} \\ l2 = \sqrt{2Rh2} \end{cases}$$

D'autre part, on a approximativement

$l1+l2 \approx D$ ou D est la distance d'arrêt.

$$\sqrt{2Rh1} + \sqrt{2Rh2} = d \Rightarrow \sqrt{2R}(\sqrt{h1} + \sqrt{h2}) = d \Rightarrow 2R(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2 = d^2$$

Ou encore :

$$R = \frac{d^2}{2R(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})^2}$$

On a :

$h1 = 1.1\text{m}$ (œil de conducteur).

$h2 = 0.15\text{ m}$ (obstacle immobile).

$$R = \frac{d^2}{3.85}$$

Ou :

Rvm1 : est le rayon minimal absolu sur chaussée unidirectionnel donnée par la formule

$$R = \frac{d1^2}{2(h1 + h2 + 2 * \sqrt{h1 + h2})}$$

Avec : d : distance d'arrêt (m) à Vr.

h0 : hauteur de l'œil (m)=1.1m.

h1 : hauteur de l'obstacle (m)=0.15m

Rvn1 : est le rayon minimal normal sur chaussée unidirectionnelle, il est obtenu par la même formule ci-dessus avec la distance d'arrêt pour la vitesse $V=Vr+20\text{km/h}$.

$$R = \frac{d1^2}{2(h0 + h1 + 2 * \sqrt{h0 + h1})}$$

Avec :

.d : distance d'arrêt (m) à (Vr+20).

h0 : hauteur de l'œil (m)=1.1m.

h1 : hauteur de l'obstacle (m)=0.15m

IV.7.1.2 Chaussée bidirectionnel :

.d (cas d'un obstacle mobile).

Dans la formule précédente on prend :

.h1=1.1m (œil de conducteur) On aura :

.h2=0.15m (hauteur de véhicule)

$$R = \frac{d^2}{8.8} \approx 0.11 * d^2$$

On :

Rvm2 : est le rayon minimal absolu sur chaussée bidirectionnelle donnée par la formule

$$Rv m2 = \frac{dii^2}{8.8} \approx 0.11 * dii^2$$

dii : distance de visibilité d'arrêt sur obstacle mobile à Vr.

R_{vn2} : est le rayon minimal normal sur chaussée bidirectionnelle, il est obtenu par la même formule ci-dessus avec la distance de visibilité de manœuvre de dépassement calculée avec la vitesse de référence majorée de 20 km/h

$$R_{vm2} = \frac{d_{ii}^2}{8.8} \approx 0.11 * d_{ii}^2$$

Avec :

d_{ii} : distance de visibilité d'arrêt sur obstacle mobile à $(V_r + 20)$.

Le rayon de courbure du profil en long correspondant est le rayon assurant la distance de visibilité de dépassement minimal noté R_{VD} .

$$R_{VD} = 0.11 * d_m^2$$

Avec :

R_{VD} : Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement.

d_m : distance de visibilité de dépassement.

IV.7.2 Rayon en angle rentrant :

Ce rayon doit respecter les deux conditions suivantes

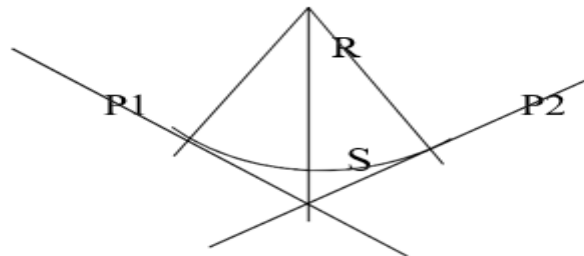


Figure 12. Ce rayon doit respecter les deux conditions suivantes

IV.7.3 Condition de confort :

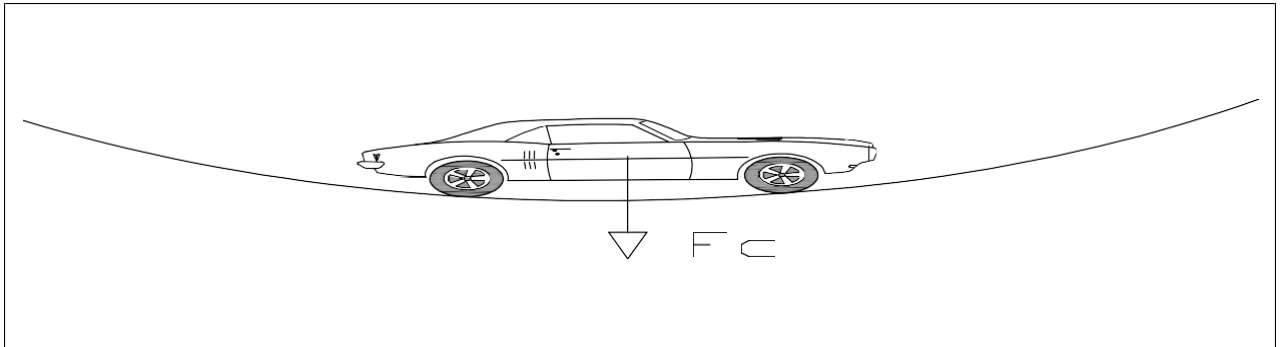


Figure 13. Rayon assurant le confort dynamique

Cette condition sert à limiter l'accélération verticale à :

$$\left\{ \begin{array}{l} g/40 \text{ pour cat. 1-2} \\ g/30 \text{ pour cat. 3-4-5} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{Vr^2}{Rv} < \frac{g}{40} \Rightarrow Rv > \frac{40V^2}{g} \text{ pour cat 1 - 2} \\ \frac{Vr^2}{Rv} < \frac{g}{30} \Rightarrow Rv > \frac{30V^2}{g} \text{ pour cat 3 - 4 - 5} \end{array} \right.$$

IV.7.4 Raccordement concave :

Pas de problème de confort et de condition de visibilité ; en revanche, problème de visibilité de nuit pour les routes non éclairées. Alors, il faut juste assurer la distance d'arrêt.

❖ La condition de visibilité pendant la nuit est donnée par :

$$R = \frac{d_1^2}{1.5 + 0.035 * d_a}$$

$$d_a = 108m$$

❖ Le rayon minimal absolu est donné par la formule suivante :

Pour $g=10 \text{ m/s}$.

$$R_{vm} \left\{ \begin{array}{l} 0.3 * Vr^2 \text{ pour cat 1 - 2} \\ 0.23 * Vr^2 \text{ pour cat 3 - 4 - 5} \end{array} \right.$$

Le rayon minimal normal est donné par la même formule ci-dessus avec:

$$V = (V_r + 20).$$

Avec : $V = V_r$ $R_{V_{m'}} = 0.33 * V^2$

Avec : $V = V_r + 20$ $R_{V_{m'}} = 0.33 * V^2$

IV.7.5 Condition de visibilité :

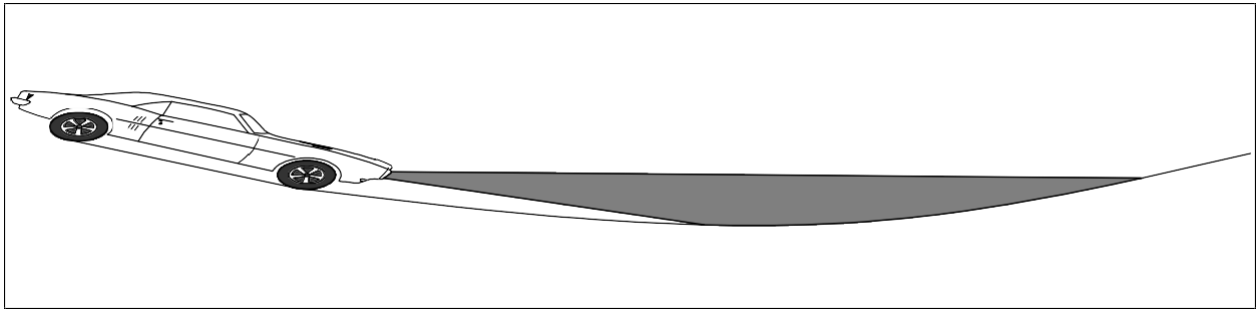


Fig. IV.11. Rayon assurant visibilité

Elle est donnée par la formule suivante :

$$RV = \frac{d^2}{2(hs + tg \alpha)}$$

d : distance d'arrêt.

α : L'inclinaison du fuseau lumineux des deux phares de la voiture égale à 1.

hs : hauteur de deux phares égale à 0.75m

IV.8 Application au projet:

$h_1 = 1,1m$; $h_2 = 0,15 m$ d'après **B40**

En angle rentrant :

❖ Condition de confort :

$$V^2 / RV \leq g / 40 \Rightarrow R_{vmin} = 40 * v^2 / g \text{ avec } v = V / 3,6 \text{ et } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$R_{Vmin} = 0.3 * V^2 = 1110.88 \text{ m}$$

❖ Condition de visibilité de nuit : **d1= 237 m**

$$R_v = \frac{237^2}{1.5 + 0.035 * 108}$$

$$R_v = 5734.4m$$

Cas d'un angle saillant

IV.8.1 Rayon minimal absolu RVm1 :

$$R_{V_{m1}} = \frac{d_1^2}{2(h1 + h2 + 2 * \sqrt{(h1 + h2)})}$$

AN :

$$R_{V_{m1}} = 0.26 * d_1^2 = 14603.94$$

IV.8.2 Rayon minimal normal RVN1 :

$$R_{V_{N1}} = \frac{d_1^2}{2(h1 + h2 + 2 * \sqrt{(h1 + h2)})}$$

AN :

$$d1 = d1 + 0.5 * (V + 20) = 237 + 0.5 * (120 + 20) = 307$$

$$R_{V_{N1}} = 0.26 * 307^2 = 24504.74m$$

IV.8.3 Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement RvD:

$$R_{VD} = 0.11 * d_m^2$$

AN :

$$R_{VD} = 0.11 * 550^2 = 33275m$$

IV.8.4 Rayon minimal absolu RVm' :

$$R_{V_{m'}} = 0.33 * V^2$$

AN :

$$R_{Vm'} = 0.33 * 120^2 = 4752\text{m}$$

IV.8.5 Rayon minimal normal RVN' :

$$R_{VN'} = 0.33 * (V + 20)^2$$

AN :

$$R_{VN'} = 0.33 * (120 + 20)^2 = 6468\text{m}$$

Le tableau suivant donne les valeurs des différents rayons calculés et ceux donnés par B40 :

	Rayon en angle saillant RV		Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement dm	Rayon en angle rentrant	
Unidirectionnelle					
	Minimal absolu	Minimal normal	RVD	Minimal absolu	Minimal normal
	RVm1	RVN1		R'Vm	R'VN
Calculé	14603	24504	33275	4752	6468
B40	12000	18000	30000	20000	20000

IV.9 Le profil en travers:

Le profil en travers d'une chaussée est une coupe perpendiculaire à l'axe de la route de L'ensemble des points définissant sa surface sur un plan vertical. Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de Rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appel « profil en Travers », contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, Chaussée et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la Superstructure, système d'évacuation des eaux ...etc.

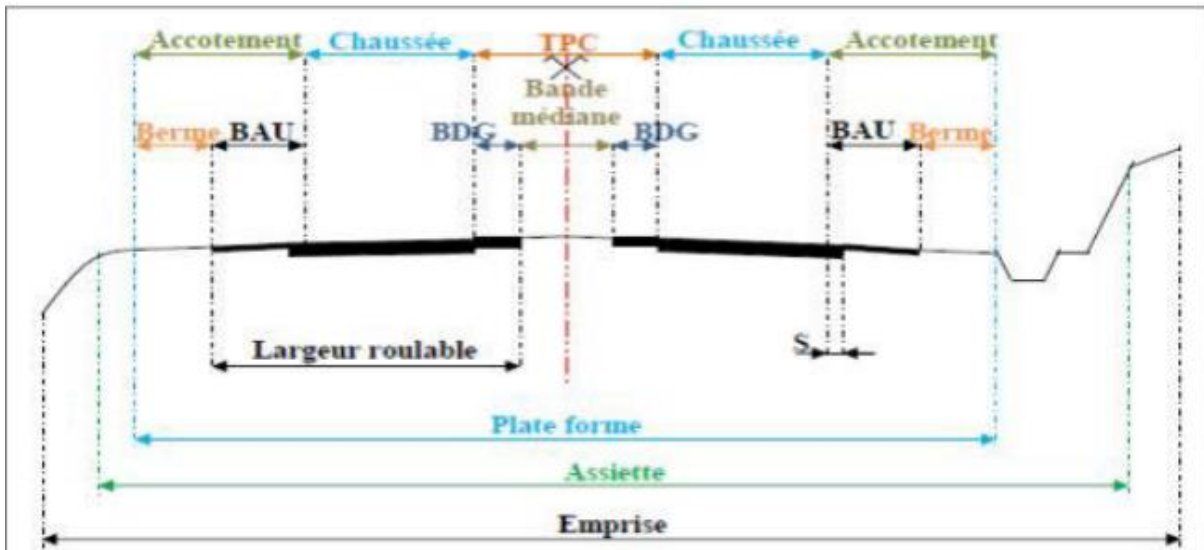


Figure 14. Les Eléments Du Profil En Travers.

TPC : terre-plein centrale

BAU : bande d'arrêt d'urgence

BDG : bande d'arrêt de gauche

Le profil en travers est défini comme étant la coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe du projet. La détermination du profil en travers constitue à définir la largeur de la chaussée et ses annexes, On distingue trois types de profils en travers :

- ❖ Profil en travers en déblai.
- ❖ Profil en travers en remblai.
- ❖ Profil en travers mixte (remblai et déblai)

IV.9.1 Les éléments du profil en travers :

IV.9.1.1 La chaussée :

C'est la partie renforcée et affectée à la circulation des véhicules. Pour subir directement les actions des véhicules et les facteurs naturels, sa largeur dépend essentiellement de considération de débit, elle est divisée en voies de circulations.

- ❖ **Voies de circulation** : Nombre et largeur des voies (dépendent du type de route).
- ❖ **Revêtement** : Couche de roulement (enrobé, béton, etc.).
- ❖ **Surlargeurs** : Élargissements ponctuels (virages, zones de dépassement).

IV.9.1.2 Les accotements:

Les accotements se trouvent aux cotés de la chaussée, ils étaient utilisés auparavant soit pour le dépôt des matériaux soit pour les piétons, maintenant, ils sont utilisés pour stationnement. Sur les routes importantes la largeur des accotements est de 2 à 2.5m utilisés comme bande d'arrêt, mais dans notre cas sa largeur est de 1.5m.

- ❖ **Bande dérasée** : Partie stabilisée en bordure de chaussée.
- ❖ **Bande de stationnement** (si applicable).
- ❖ **Zone de sécurité** (pour piétons ou véhicules en panne).

IV.9.1.3 La plate-forme:

C'est l'ensemble de la chaussée et des accotements, elle est située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais. Elle dépend :

- ❖ Type de route (autoroute, nationale, voie urbaine).
- ❖ Normes techniques (ex. : 7 à 12 m pour une route départementale hors agglomération).
- ❖ Contraintes du terrain (déblai/remblai).

IV.9.2 Différence avec l'assiette:

- ❖ La plate-forme inclut uniquement les zones aménagées pour la circulation et ses dépendances directes.
- ❖ L'assiette est plus large : elle comprend la plate-forme + les emprises latérales (talus, déblais/remblais, servitudes).

IV.9.2.1 L'assiette :

L'assiette (ou emprise) d'une route est la zone totale acquise ou réservée pour la construction et l'entretien de l'infrastructure routière. Elle inclut non seulement la plate-forme (chaussée + accotements), mais aussi les espaces latéraux nécessaires aux talus, aux ouvrages annexes et aux servitudes.

IV.9.3 Composition de l'Assiette:

IV.9.3.1 La Plate-forme (partie centrale):

- ❖ Chaussée (voies de circulation).

- ❖ Accotements (stabilisés ou non).
- ❖ Fossés en bordure immédiate.

IV.9.3.2 Les Zones Latérales:

- ❖ Talus (en déblai ou remblai) : Pentes stabilisées de part et d'autre.
- ❖ Déblais/remblais : Terres excavées ou remplies pour ajuster le niveau.

Ouvrages annexes :

- ❖ Murs de soutènement.
- ❖ Busages, ponceaux.
- ❖ Glissières de sécurité.
- ❖ Servitudes : Espaces réservés pour :
 - ❖ L'élargissement futur.
 - ❖ La visibilité (dégagements en courbe).
 - ❖ Les réseaux (eau, électricité, fibre).

IV.9.3.3 Espaces Végétalisés ou Non Bâti:

- ❖ Terre-pleins centraux (sur les routes divisées).
- ❖ Bandes enherbées pour le drainage.

IV.9.4 L'emprise :

C'est la surface du terrain naturel affectée à la route et à ses dépendances (Talus, exutoires, etc....) limitée par le domaine public.

IV.10 Composition de l'Emprise:

IV.10.1 La Plate-forme Routière

- ❖ Chaussée (voies de circulation).
- ❖ Accotements (stabilisés ou non).
- ❖ Fossés en bordure immédiate.

IV.10.2 Les Zones Techniques:

- ❖ Talus (déblai/remblai) : Pentes stabilisées.

- ❖ Ouvrages hydrauliques : buses, ponceaux, avaloirs.
- ❖ Glissières de sécurité et équipements.

IV.10.3 Les Servitudes

- ❖ Droit de passage (réseaux électriques, hydrauliques).
- ❖ Zone non aedificandi (interdiction de construire).
- ❖ Espaces verts ou bandes de recul.

Le talus :

Le talus a une inclinaison qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue, cette inclinaison est désignée par une fraction (A/B) tel que :

A : la base du talus.

B : hauteur du talus.

- ❖ Pente des talus : Dépend de la stabilité du terrain.
- ❖ Fossés : Pour l'évacuation des eaux pluviales.

Le fossé :

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

IV.11 Types de Fossés:

IV.11.1 Fossé Trapezoidal (Classique):

- ❖ Forme : Base étroite, évasée vers le haut.
- ❖ Avantage : Bon débit hydraulique, facile à entretenir.
- ❖ Utilisation : Routes rurales, zones peu urbanisées.

IV.11.2 Fossé Triangulaire (Dévers):

- ❖ Forme : En V, souvent asymétrique.
- ❖ Avantage : Adapté aux pentes fortes.
- ❖ Utilisation : Talus en déblai.

IV.11.3 Fossé Bétonné ou Caniveau:

- ❖ Matériau : Béton, PVC, ou pierres maçonnées.
- ❖ Avantage : Résistant à l'érosion, débit précis.
- ❖ Utilisation : Zones urbaines, routes à fort trafic.

IV.11.4 Fossé Agricole (Bourrelet):

- ❖ Forme : Talus végétalisé avec rigole.
- ❖ Avantage : Écologique, intégré au paysage.
- ❖ Utilisation : Routes campagnardes.

IV.12 Le terre-plein central T.P.C :

Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane. bande dérasée de gauche (B.D.G):Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, Elle est dégagée de tous obstacles, revêtu et se raccorde à la chaussée.

- ❖ bande médiane : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation,.. etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.

IV.12.1 Profil en travers type :

Chaque projet de route comporte un grand nombre de dessins de profils en travers, que chacun d'eux comporte les mêmes dimensions générale, et des détails constructifs commun, alors pour éviter cette répétition sur chaque dessin on établit tout d'abord un profil unique appelé profil en travers type contenant toutes les détails.

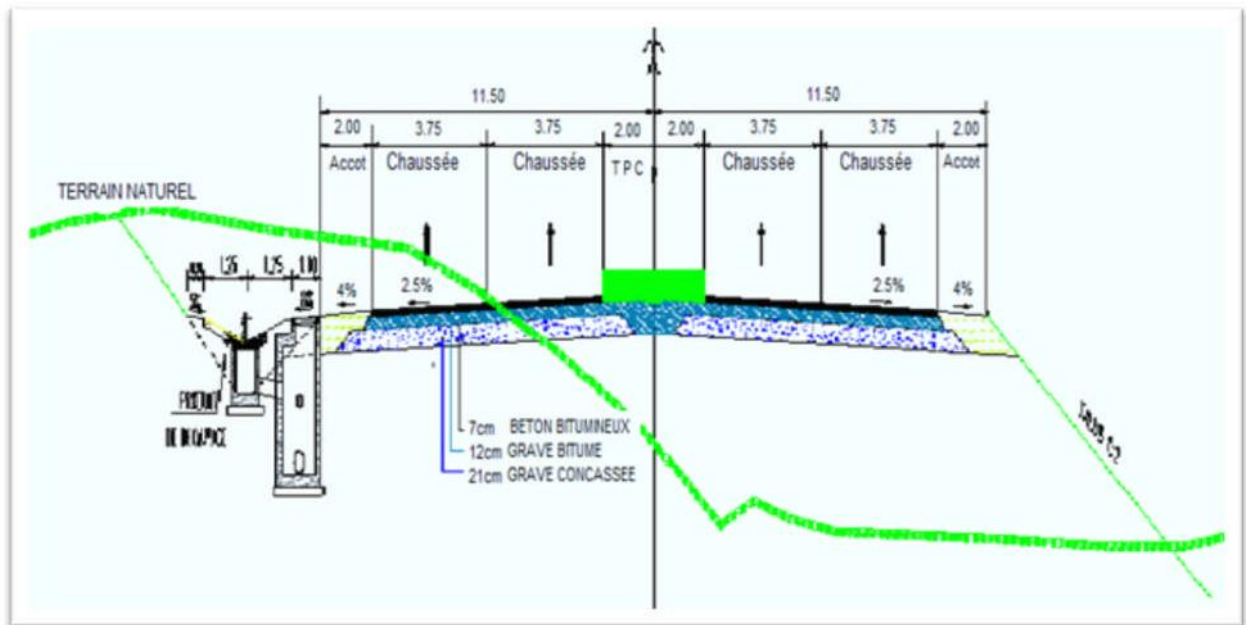


Figure 15. Profil en travers type

IV.12.2 Les différentes formes de la chaussée en alignement :

IV.12.2.1 En alignement droit :

En alignement droit le profil en travers de la chaussée à une forme généralement en toit à fin d'assurer l'évacuation des eaux, pour cette raison il est constitué par deux versants plans symétriques, inclinés suivant la nature de revêtement et la catégorie. Le profil en travers tient toujours en compte le devers, dans le cas échéant on pourra avoir les problèmes suivants:

- ❖ effet de miroir.
- ❖ phénomène de l'aquaplanage.
- ❖ Formation de verglas en hivers.

Il faut permettre l'évacuation rapide de l'eau vers les cotés. On adopte les pentes transversales suivantes :

- ❖ Chaussée en béton de ciment : 2%
- ❖ Chaussée en enduit superficiel ou enrobé : 2,5 à 3%
- ❖ Chaussée non revêtue : 4%

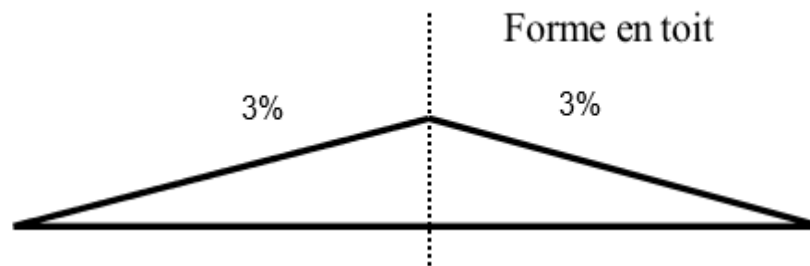


Figure 16. Profil en travers en alignement droit.

Deux solutions peuvent être prévues pour l'écoulement des eaux sur la chaussée :

- ❖ soit en toit (double pentes)
- ❖ soit avec une pente unique rectiligne sur toute la largeur de la chaussée.

IV.12.3 En courbe :

Le passage d'une situation (alignement droit) à un autre (courbe) nécessite une zone de transition, cette zone doit être très soigneusement étudiée pour éviter les accumulations des eaux, génératrice (d'aquaplanage). La pente ne doit pas être très grande, cela pourrait être dangereux pour les véhicules longs.

En courbe, le profil ne comporte plus qu'un seul versant (relevée de l'extérieur vers l'intérieur), dont la pente est le devers évoqué dans le chapitre précédent (trace en plan). Elle contribue également à l'équilibre dynamique des véhicules. Toutefois, cette contribution reste limitée et sa valeur est donc plafonnée (généralement à 7%). Le devers reste constant le long de la courbe circulaire, sa valeur est de :

$$\left\{ \begin{array}{l} d = [d_{max} - 2] - d_{min} \frac{\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}\right)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}} + d_{min} \quad RHN < R < RHd \\ d = [d_{max} - (d_{max} - 2)] \left[\frac{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHN}}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHN}} \right] + (d_{max} - 2) \quad RHm < R < RHN \end{array} \right.$$

Selon le B40 les devers sont limités suivant ce tableau :

Divers (%)	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
Divers minimal d_{\min}	2,5	2,5	3	3	3
Divers maximal d_{\max}	7	7	8	8	9

Tableau 23. d_{\min} et d_{\max} en fonction de la Catégorie de la route.

Pour notre projet on a : $d_{\min} = 2.5 \%$ et $d_{\max} = 7\%$.

IV.12.4 Transition du profil en toit jusqu'au profil à pente unique :

IV.12.4.1 Elévation du bord de la chaussée hauteur total « h » :

$$Ou : h = \frac{b}{2} * (d + i)$$

b : largeur de la chaussée.

d : devers de la chaussée en courbe.

i : pente transversale.

IV.6.4.2) Elévation partielle :

$$Ou : h_{xn} = \frac{L_{xn} + h}{L}$$

L_{xn} : distance partielle (m)

h_{xn} : Elévation total (m)

L : longueur de la Clothilde (m).

IV.6.4.3 Dévers partiel $dn\%$:

$$dn\% = \frac{L_{xn} - h1}{\frac{b}{2}}$$

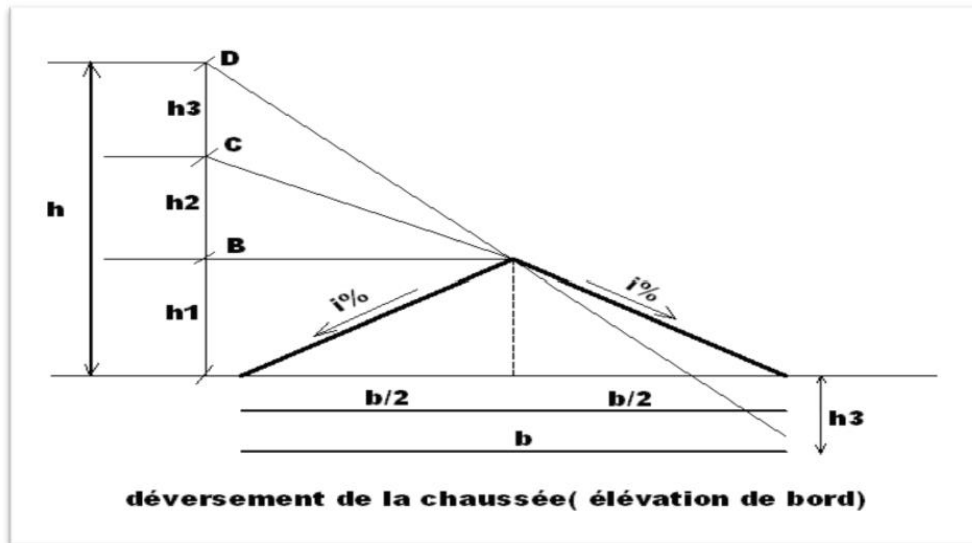


Figure 17. dévèrsement de la chaussée.

Chapitre V:

Dimensionnement de la chaussée et calcul des cubatures

V. Chapitre IV : Dimensionnement de la chaussée et calcul des cubatures

V. Dimensionnement de chaussée:

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

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

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

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

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

V.1 La chaussée :

V.1.1 Définition :

D'après l'exécution des terrassements, y compris la plate-forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate-forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet, À la suite, la chaussée est appelée « comme nous avons vu », à :

- Supporter la circulation des véhicules de toute nature
- et Supporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière. Au sens structurel la chaussée est défini comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

V.1.2 Les différents types de chaussée :

Du point de vue constructif les chaussées peuvent être groupées en trois grandes catégories :

- Chaussée souple.
- Chaussée semi - rigide.
- Chaussée rigide.

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, on distingue généralement les trois différents types de structure suivante :

V.1.2.1 Les chaussées souples :

C'est une structures de chaussées dans le quelle l'ensemble des couches liées qui la constituent, sont traité au liant hydrocarbonée.

V.1.2.2 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)

V.1.2.3 Les chaussées rigides :

Une chaussée rigide est constituée d'un revêtement en béton de ciment pervibré ou fluide

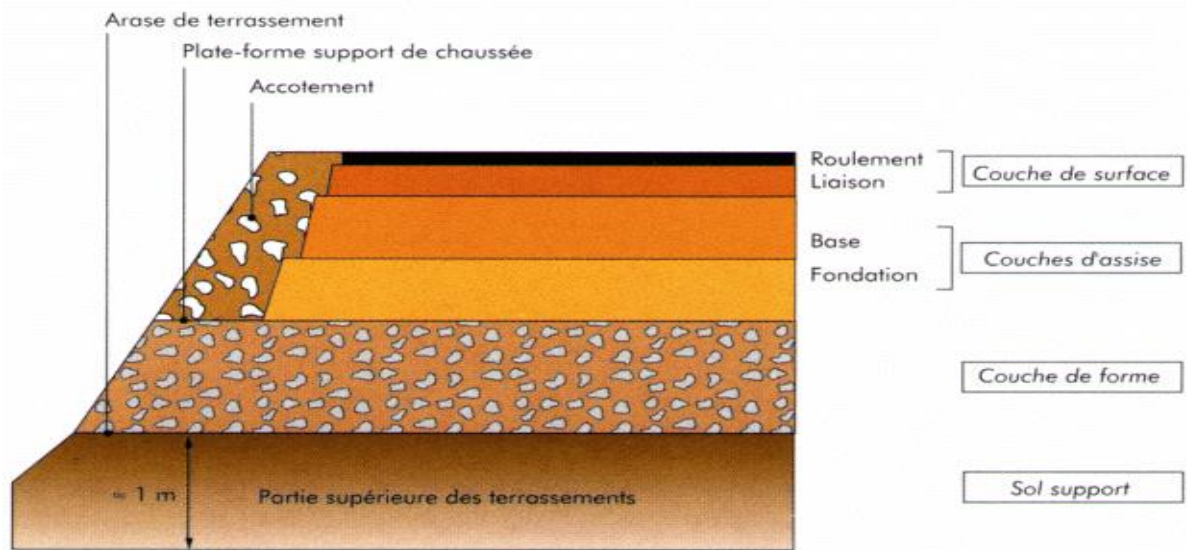


Figure 18. La structure de la chaussée

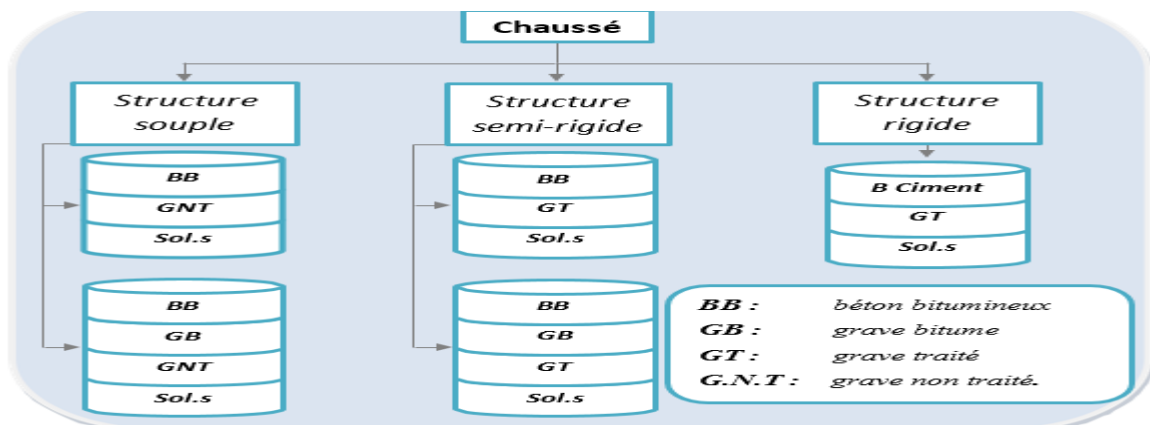


Figure 19. Schéma récapitulatif

V.2 Les différents facteurs pour les études de dimensionnement:

Le nombre des couches, leurs épaisseurs et les matériaux d'exécution, sont conditionnées par plusieurs facteurs parmi les plus importants sont :

V.2.1 Trafic :

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur a 3.5tonnes) .il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures

de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée

V.2.2 Environnement :

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

V.2.3 Le Sol Support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate – forme support de chaussée » constitué du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates formes sont définies à partir de la nature et de l'état du sol de la nature et de l'épaisseur de la couche de forme

V.2.4 Matériaux :

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

V.3 les principales méthodes de dimensionnement :

V.3.1 Méthode de C.B.R :

L'épaisseur est donnée par la formule suivant :

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

- ❖ e: épaisseur équivalente
- ❖ I: indice CBR (sol support)
- ❖ N: désigne le nombre journalier de camion de plus 1500 kg à vide
- ❖ P: charge par roue **P = 6.5 t** (essieu **13 t**)
- ❖ **Log**: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = c1 * e1 + c2 * e2 + c3 * e3$$

Où:

C1, C2, C3 : coefficients d'équivalence.

e1, e2, e3 : épaisseurs réelles des couches

Coefficient d'équivalence

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

Tableau 24. Les coefficients d'équivalence pour chaque matériau

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	0.60

V.3.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves:

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

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.

La démarche du catalogue

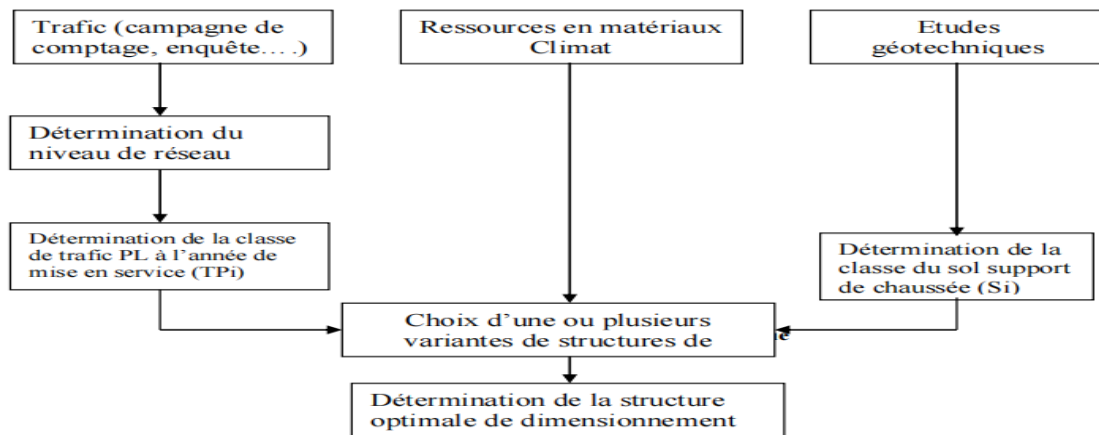


Figure 20. Les démarches du catalogue

V.4 Application numérique:

Les données:

$$TJMA_{2024} = 7345 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2054} = 23504 \text{ v/j.}$$

$$NPL_{2054} = (TJMA_{2024}/2) \times Z \times 0,9 = (7345/2) \times 0,30 \times 0,9 = 3173 \text{ PL/j}$$

$$N(PL) = 3173 \text{ PL/j.}$$

$$PL = 30 \%$$

CBR=10

V.4.1 Méthode de C.B.R :

Détermination l'épaisseur total du corps de chaussé :

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6.5})(75 + 50 \log \frac{3173}{10})}{10 + 5} = 40.672cm$$

On prend une épaisseur équivalente de 42 cm

$$e = c1 * e1 + c2 * e2 + c3 * e3$$

Pour le calcul des épaisseurs réelles e1, e2 et e3 on fixe les épaisseurs e1,

e2 : On calcul l'épaisseur e3 :

e1= 6cm en béton bitumineux (BB) => C1=2.0

Donc Eeq1 = 12

e2 =10cm en grave bitume (GB) => C2 = 1.5.

Donc Eeq2 = 15

e3 = épaisseur en grave non traitée (GNT) =>

C3=1.0 Ainsi on aura : Eeq3 = 42-(12+15) = 15

=> e3 = 15

Tableau 25. Résultat de dimensionnement par la Méthode CBR

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	06	02	12
GB	10	1.5	15
GNT	15	01	15
TOTAL	31		42

- **Notre structure comporte : 6BB+10Gb+15GNT**



Figure 21. Dimensionnement par la Méthode CBR

V.5 Cubature :

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

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

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

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

V.5.1 Définition :

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

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

V.5.2 Méthode de calcul des cubatures :

Les cubatures représentent les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais :

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

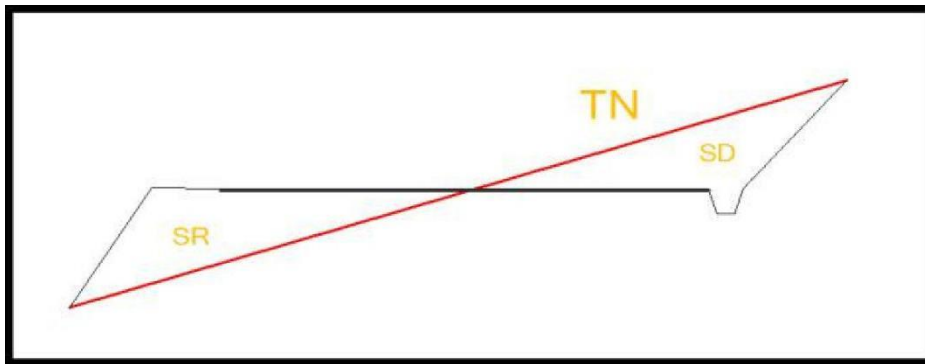


Figure 22. Profil en travers

- **TN** : Terrain Naturelle.
- **SD** : Surface Déblai.
- **SR** : Surface Remblai.

V.5.3 Formule de Mr SARRAUS :

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

$$V_1 = L_1/6(S_1 + S_2 + 4S_{moy})$$

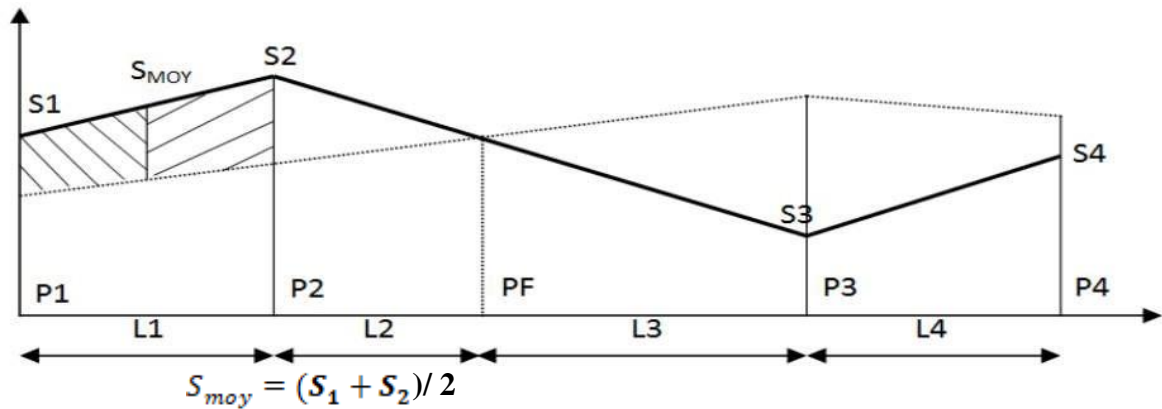


Figure 23. Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

- PF : profil fictive, surface nulle
- S_i : surface de profil en travers P_i
- L_i : distance entre ces deux profils
- SMOY : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L_i)

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions SMOY et $(S_1+S_2)/2$; Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

$$V_1 = \frac{L_1}{2} (S_1 + S_{1+1}) \Rightarrow \text{Entre } P_1 \text{ et } P_2$$

$$V_2 = \frac{L_2}{2} (S_2 + 0) \Rightarrow \text{Entre } P_2 \text{ et } PF$$

$$V_3 = \frac{L_3}{2} (S_3 + 0) \Rightarrow \text{Entre } PF \text{ et } P_3$$

$$V_4 = \frac{L_4}{2} (S_3 + S_4) \Rightarrow \text{Entre } P_3 \text{ et } P_4$$

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

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

V.5.4 Méthode linéaire :

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

V.6 Méthode de GULDEN :

Dans cette méthode, les sections et les largeurs des profils sont calculées de façon classique mais la distance du barycentre de chacune des valeurs à l'axe est calculée.

Pour obtenir les volumes et les surfaces, ces valeurs sont multipliées par le déplacement du barycentre en fonction de la courbure au droit du profil concerné.

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

V.6.1 Calcul Des Cubatures de projet :

Le calcul a été effectué à l'aide de logiciel Covadis (voir détails du calcul en annexe). Les volumes de déblais et remblais sont évalués à

- Le volume de déblais est de **VD= 141206 m³**
- Le volume de remblais est de **VR=41224.90 m³**

Chapitre VI:

Assainissement

VI. Chapitre VI : Assainissement:

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 des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'usager (glissance, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par dés enrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

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

VI.1 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 Pour les talus :

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

Les études hydrauliques inventorieront l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements

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 le corps de chaussée. (danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).
- Evacuation des eaux s'infiltrant dans le terrain en amont de la plate-forme (danger de diminution de l'importance de celle-ci et l'effet de gel).

VI.3 Assainissement de la chaussée:

VI.3.1 Bassin versant:

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

VI.3.2 Collecteur principal (canalisation):

C'est la Conduite principale récoltant les eaux des autres conduites (dites collecteurs secondaires), recueillant directement les eaux superficielles ou souterraines.

VI.3.3 Chambre de visite (cheminée) :

C'est un ouvrage placé sur les canalisations pour permettre leur contrôle et le nettoyage. Les chambres de visites sont à prévoir aux changements de calibre, de direction ou de pente longitudinale de la canalisation, aussi qu'aux endroits où deux collecteurs se rejoignent. Pour faciliter l'entretien des canalisations, la distance entre deux chambres consécutives ne devrait pas dépasser 80 à 100m.

VI.3.3.1 Sacs :

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

VI.3.3.2 Fossés de crêtes :

C'est un outil construit à fin de prévenir l'érosion du terrain ou cours des pluies.

VI.3.3.3 Décante d'eau

Elle draine l'eau collectée sur les fossés de crêtes.

VI.4 Les regards :

Ils sont constitués 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.

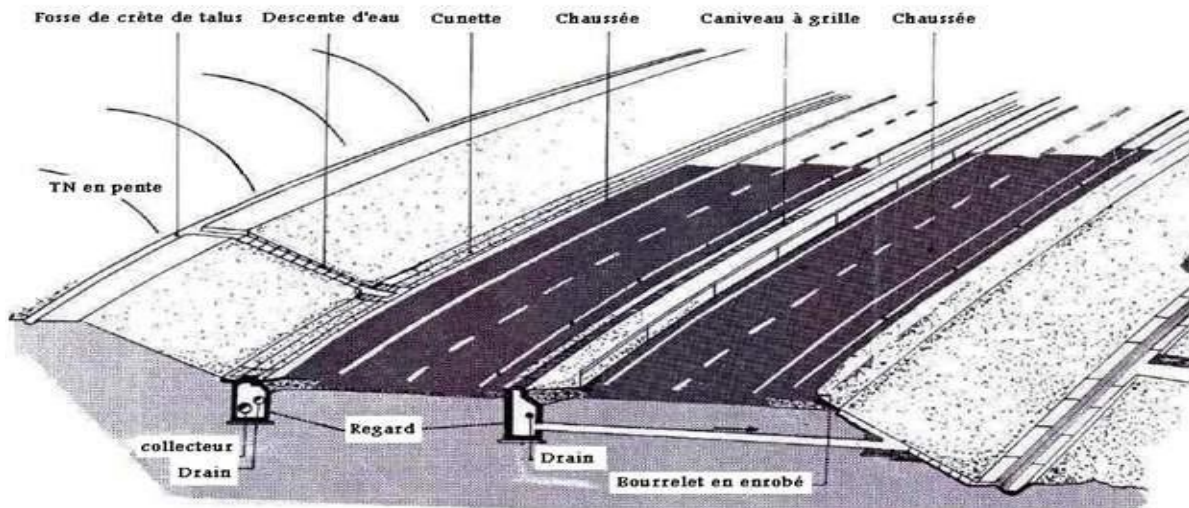


Figure 24. L'emplacement des ouvrages d'assainissement

VI.5 Application au projet :

- Les buses existantes seront prolongées de 10 m sous le terre-plein central et les nouvelles voies pour adapter le réseau hydraulique

Gestion des ouvrages d'assainissement existants

La RN 120 actuelle comporte plusieurs buses de type béton ou métal assurant le drainage des eaux pluviales (franchissements de fossés et écoulements transversaux). Dans le cadre de son élargissement, il a été décidé de :

- **Conserver les buses en bon état** (vérifiées par inspection caméra et auscultation structurelle)
- **Prolonger les ouvrages par des buses** de même diamètre et matériau pour épouser la nouvelle largeur de chaussée

- **Adapter les dispositifs d'entrée/sortie** (buses biaises, dalots de transition) pour garantir une continuité hydraulique conforme au PPRI local

Tableau 26. Les ouvrages d'assainissement existants

N°	PK	Type	Dimension	Proposition	Démolition d'ouvrage	Construction ouvrage en BA
1	14+900	buse	Ø1000	Prolongement+curage+ construction des têtes des buses	Tête d'ouvrage	Tête d'ouvrage
2	15+960	buse	Ø1000	/	Tête d'ouvrage	Tête d'ouvrage
3	15+180	buse	Ø1000	/	Tête d'ouvrage	Tête d'ouvrage
4	16+840	buse	Ø1000	/	Tête d'ouvrage	Tête d'ouvrage
5	17+080	buse	Ø1000	/	Tête d'ouvrage	Tête d'ouvrage
6	18+340	buse	Ø1000	/	Tête d'ouvrage	Tête d'ouvrage
7	19+420	buse	Ø1000	/	Tête d'ouvrage	Tête d'ouvrage
8	19+170	buse	Ø1000	/	Tête d'ouvrage	Tête d'ouvrage
9	19+020	buse	Ø1000	/	Tête d'ouvrage	Tête d'ouvrage

Chapitre VII

Signalisation

VII. Chapitre VII : Signalisation:

La signalisation routière permet d'informer les usagers, qu'ils soient conducteurs ou piétons, quant aux règles à respecter lors de leurs déplacements. Qu'elle soit verticale ou horizontale, permanente ou temporaire, la signalisation routière a été conçue et intégrée dans le code de la route .

VII.1 L'objet de la signalisation routière:

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.
- limiter les causes d'accident de la route

VII.2 Catégories de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale
- Signalisation horizontale

VII.2.1 Signalisation verticale :

La signalisation verticale est désignée par des panneaux, elle sert à transmettre des renseignements sur le trajet empruntés par usagers grâce à son emplacement, sa forme, sa couleur ou son type. Elles peuvent être classées dans quatre classes:

VII.2.2 Signaux de danger :

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

VII.2.3 Signaux de position des dangers :

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

VII.2.4 Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve

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

VII.2.5 Signaux à simple indication :

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

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

VII.2.6 Signalisation horizontale:

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers. Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées, et pour certains marquages spéciaux. La signalisation horizontale se divise en trois types :

VII.3 Marque longitudinal :

VII.3.1 Lignes continues :

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante

VII.3.2 Lignes discontinues :

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est-à-dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue : Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.

- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entrecroisement pour lesquelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leurs intervalles.
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, par les quelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de

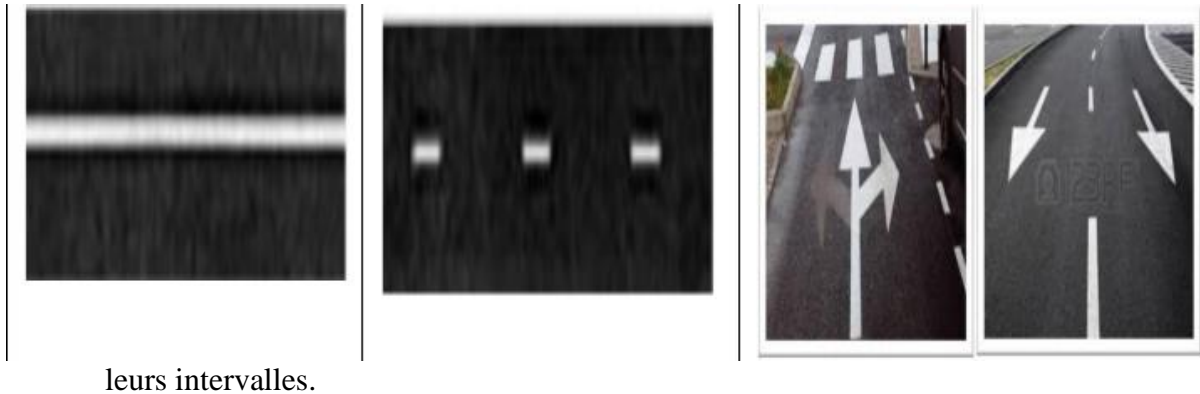


Figure 25. Les signalisations horizontales

VII.3.3 Modulation des lignes discontinues :

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant: Le tableau ci-après donne les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues :

Tableau 27. Modulation de la ligne continue

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (en m)	Intervalle entre 2 traits (en m)	Rapport plein/vide
Axial Longitudinal	T1	3	10	1/3
	T'1	1,5	5	1/3
	T3	3	1,33	3
Rive	T2	3	3,5	1
	T'3	20	6	3

Voici les principaux types de modulation utilisés en marquage routier, selon l'Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière (IISR) :

VII.3.4 Modulation T1 (continue classique):

- **Trait plein sans interruption:**

➤ **Usage :**

Interdiction de dépassement (voies bidirectionnelles)

Séparation de flux contraires (accotements, terre-pleins centraux)

VII.3.5 Modulation T'1 (continue renforcée):

➤ **Trait plein plus large (15 cm au lieu de 10 cm pour la T1):**

➤ **Usage :**

Zones à risque accru (virages serrés, passages étroits)

Voies réservées (transports en commun, véhicules d'urgence)

VII.3.6 Modulation T2 (discontinue):

➤ **Séquences de traits courts (3 m de trait / 1,33 m d'intervalle):**

➤ **Usage :**

Séparation de voies de même sens (autoroutes, voies rapides)

Autorisation de dépassement sous conditions

VII.3.7 Modulation T3 (mixte "continue + discontinue"):

➤ **Combinaison d'une ligne T1 (côté continu) et T2 (côté discontinue):**

➤ **Usage :**

Autorise le dépassement **uniquement pour le côté discontinue**

Fréquent en approche de carrefours ou rétrécissements

VII.3.8 Modulation T'3 (mixte asymétrique renforcée):

➤ Variante de la T3 avec un trait continu élargi (15 cm côté continu)

➤ **Usage :**

Zones à forte dangerosité nécessitant une signalisation accentuée chaussées à forte pente ou visibilité réduite.

VII.3.9 Marques transversales :

VII.3.9.1 Marques sur chaussée :

➤ Les lignes mixtes : Sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

➤ 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.

VII.3.9.2 Autres signalisation :

- Largeur des lignes : La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité
- « U » différente suivant le type de route :
- U=7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.
- U=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

VII.4. Les critères de conception de la signalisation :

Il est nécessaire de concevoir une bonne signalisation tout en respectant les critères suivants :

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéités).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale

VII.5 Application au projet :

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

- ❖ Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- ❖ Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B).
- ❖ Panneaux de signalisation d'intersection ou de restriction (type C).
- ❖ Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- ❖ Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).



Figure 26. Les signalisations verticales.

VII.6 Eclairage :

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible. Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement. Pour le piéton, une bonne visibilité de bordure de trottoir, des véhicules et des obstacles ainsi que l'absence des zones d'ombre sont essentiels. On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

VII.6.1 Paramètres de l'implantation des luminaires:

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

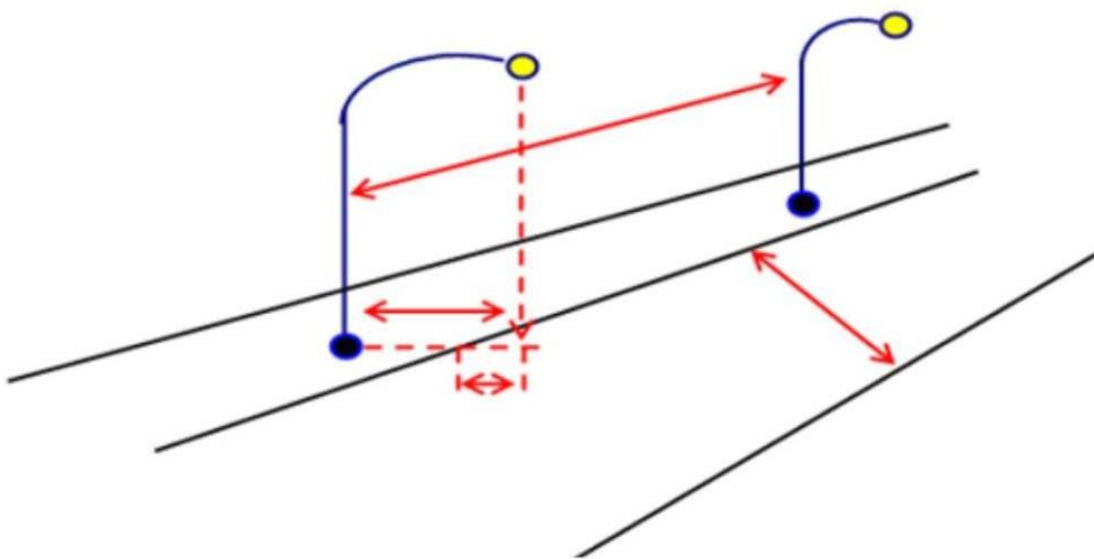


Figure 27. Implantation des luminaires

Conclusion

Conclusion:

À travers ce mémoire de fin d'études, nous avons mené une étude technique approfondie portant sur le dédoublement de la Route Nationale n°120, sur un tronçon de 5 kilomètres reliant les communes de Laayoune et Hassi Fdoul dans la wilaya de Tissemsilt. Ce projet s'inscrit dans un contexte marqué par une augmentation notable du trafic routier, rendant nécessaire l'adaptation des infrastructures existantes afin de répondre aux besoins croissants en matière de mobilité, de sécurité et de fluidité de circulation.

Le travail a permis, dans un premier temps, de présenter le cadre général du projet, en mettant en évidence les enjeux de desserte locale et les contraintes spécifiques au site. L'analyse du trafic a ensuite permis de quantifier la charge actuelle et de projeter son évolution future, soulignant ainsi l'urgence d'une intervention sur ce tronçon. L'étude géométrique a été menée conformément aux normes en vigueur, avec la réalisation du tracé en plan, du profil en long et du profil en travers, tout en tenant compte du relief et des particularités topographiques de la région. Le dimensionnement de la chaussée et le calcul des cubatures ont complété cette étude, apportant les éléments nécessaires à une estimation réaliste des travaux à engager.

Les résultats obtenus mettent en évidence la faisabilité du projet de dédoublement et son impact positif sur les conditions de circulation, la sécurité routière et la durabilité de l'infrastructure. En outre, cette opération contribuerait à désenclaver certaines zones, à encourager les échanges économiques et à soutenir le développement territorial de la wilaya.

En conclusion, la réalisation de cette étude nous a permis de mettre en pratique les connaissances acquises tout au long de notre formation universitaire, en les appliquant à un cas concret d'aménagement routier. Ce travail nous a offert l'occasion de nous familiariser avec l'ensemble des étapes d'un projet d'infrastructure, de l'étude des besoins en circulation à la modélisation technique du projet, incluant la configuration du tracé, la conception de la structure de la chaussée et l'évaluation des volumes de terrassement. Il a également renforcé notre capacité à analyser, à concevoir et à proposer des solutions techniques adaptées aux besoins réels du terrain. Cette expérience constitue, pour nous, une étape importante dans notre parcours de formation, et un atout majeur pour notre future insertion professionnelle dans le domaine des travaux publics.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- M, FAUCON. DEVELOPPEMENT DURABLE. LYON : 1997.
- ETUDES GENERALES TECHNIQUE ET ECONOMIQUE DES AMENAGEMENTS ROUTIERS. (B40 NORMES TECHNIQUES D'AMENAGEMENTS DES ROUTES).
- HEVRE, BRUNEL. COURS DE ROUTE. FRANCE : UNIVERSITE D'ORLEANS I.U.T. DE BOURGES.
- B, METRAL ; C, FLORENT. ETUDE TECHNIQUE DU PROJET ROUTIERE. UNIVERSITE DE LYON: 2003.
- DIRECTION DES TRAVAUX PUBLICS DTP ET URBAT (SBA).
- SETRA ; BRENAC. RELATIONS VITESSE, COURBURE, DEVERS ; NOTE TECHNIQUE. PARIS : BAGNEUX, 2000.
- ROGER, COQUAND. ROUTE CIRCULATION TRACE ET CONSTRUCTION. LIVRE1. PARIS.
- LCPC ; SETRA. GUIDE TECHNIQUE ; CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES DE CHAUSSEES. PARIS : BAGNEUX, DECEMBRE 1994.P250.
- SETRA ; ICTAAL. INSTRUCTION SUR LES CONDITIONS TECHNIQUES D'AMENAGEMENT DES AUTOROUTES DE LIAISON. PARIS : BAGNEUX, 2000. P55.
- LCPC ; SETRA. REALISATION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME ; GUIDE TECHNIQUE FASCICULE 1ET2. 2EME EDITION. PARIS: BAGNEUX, JUILLET 2000.PP 1-84 P 102.
- LCPC ; SETRA. CATALOGUE DES STRUCTURES TYPES DE CHAUSSEES NEUVES. PARIS : MINISTRES DE L'EQUIPEMENT DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT ; BAGNEUX, 1998.297P.
- G, JOEFFROY ; R, SAUTEREY. DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES. PARIS : PRESSES DE L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES ,1991. P244.
- LCPC ; SETRA. DIRECTIVE POUR LA REALISATION DES ASSISES DE CHAUSSEES EN SABLES TRAITES AUX LIANTS HYDRAULIQUES. PARIS : BAGNEUX, 1985.
- HABITA.D, GUEDIRI.A, ETUDE D'AMENAGEMENT D'UN ECHANGEUR SUR LA RN04 A BOUMEDFAA (W.AIN DEFLA) EN APS ET APD AVEC 8 KM DE L'AUTOROUTE EST-OUEST. MEMOIRE D'INGENIEUR. ALGER KOUBA: JUILLET 2005.PP5.P134.
- JEAN, BERTHIER. PROJET ET CONSTRUCTION DE LA ROUTE ; TECHNIQUES DE L'INGENIEUR. PP1-38 P39.

- LCPC ; SETRA. GUIDE TECHNIQUE DE L'ASSAINISSEMENT ROUTIER, (SETRA – 2006). p188.
- SETRA. L'EAU ET LA ROUTE; DISPOSITIFS DE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES .VOLUME 7.PARIS :BAGNEUX, 1997.
- FRANÇOIS ; G, BRIERE. DISTRIBUTION ET COLLECTE DES EAUX. 2EME EDITION : ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL, 2000. p399.
- ANGELBERT ; C, BIAOU. COURS D'HYDRAULIQUE ROUTIERE.2009.
- SETRA. AIDE AUX CHOIX SOLUTIONS D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE SUR LES ROUTES EXISTANTES ; METHODOLOGIE PRATIQUE ET EFFICACE DE RECHERCHE DE SOLUTIONS D'ASSAINISSEMENT. PARIS : BAGNEUX, 1993. p77. M2-IBG-TP PAGE 120
- FRANÇOIS ; G, BRIERE. DISTRIBUTION ET COLLECTE DES EAUX. 2EME EDITION : ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL, 2000. p399.
- INSTRUCTION INTERMINISTERIELLE SUR LA SIGNALISATION ROUTIERE – MODIFIE PAR L'ARRETE DU 11 FEVRIER 2008(7EME PARTIE - MARQUAGES SUR CHAUSSEES. P80.
- INSTRUCTION INTERMINISTERIELLE SUR LA SIGNALISATION ROUTIERE – ARRETE DU 7 JUIN 1977 RELATIF A LA SIGNALISATION DES ROUTES ET AUTOROUTES. JOURNAL OFFICIEL DU 13 AOUT 1977. P40.
- GUIDE DE PLANTATION DES ARBRES AUX ABORDS DES ROUTES EDITE PAR LE MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS, SEPTEMBRE 2003.p 65.
- MICHEL, FAURE. ROUTE LES COURS DE L'ENTPE. TOME1. LYON: ELEAS, 1997. Pp35-221p258.
- PATRICK, MICHEL BCEOM. ETUDE D'IMPACT.2001. p153.
- J, HARTLÉN; A.M, FÄLLMAN. PRINCIPLES FOR RISK ASSESSMENT OF SECONDARY MATERIALS IN CIVIL ENGINEERING WORK. NATURVARDSVERKET ,1999.
- R.S, HAMILTON; R.M, HARRISON. HIGHWAY POLLUTION, STUDIES IN ENVIRONMENTAL SCIENCE 44. AMSTERDAM: ELSEVIER, 1991
- CIRCULAIRE DU 17/02/98 RELATIVE A L'APPLICATION DE L'ARTICLE 19 DE LA LOI SUR L'AIR ET L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE, COMPLETANT LE CONTENU DES ETUDES D'IMPACT DES PROJETS D'AMENAGEMENT,
[HTTP://AIDA.INERIS.FR/TEXTES/CIRCULAIRES/TEXT0113.HTM](http://aida.ineris.fr/textes/circulaires/text0113.htm) , CONSULTE LE 20/04/2012

ANNEXE
DU TRACE EN
PLAN

ANNEXE DU TRACE EN PLAN

Elbots Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	142.87gr	11.918	0.000	416722.363	3940396.144
Clothoïde 1	Paramètre	-208.275	67.000	11.918	416731.679	3940388.712
Arc 1	Rayon	-647.441 m	2.066	78.918	416783.320	3940346.037
	Centre X	416353.927 m				
	Centre Y	3939861.475 m				
Clothoïde 2	Paramètre	208.275	67.000	80.984	416784.864	3940344.665
Droite 2	Gisement	149.66gr	65.832	147.984	416833.293	3940298.377
Clothoïde 3	Paramètre	310.790	67.000	213.816	416880.093	3940252.077
Arc 2	Rayon	1441.651 m	405.845	280.816	416928.084	3940205.326
	Centre X	417917.924 m				
	Centre Y	3941253.456 m				
Clothoïde 4	Paramètre	-310.790	67.000	686.661	417258.229	3939971.598
Droite 3	Gisement	128.78gr	282.937	753.661	417318.269	3939941.866
Clothoïde 5	Paramètre	-466.520	67.000	1036.597	417572.786	3939818.275
Arc 3	Rayon	-3248.376 m	139.641	1103.597	417632.954	3939788.802
	Centre X	416183.962 m				
	Centre Y	3936881.507 m				
Clothoïde 6	Paramètre	466.520	67.000	1243.238	417756.556	3939723.846
Droite 4	Gisement	132.83gr	105.529	1310.238	417814.956	3939691.008
Clothoïde 7	Paramètre	-192.367	67.000	1415.767	417906.763	3939638.970
Arc 4	Rayon	-552.313 m	173.478	1482.767	417964.361	3939604.766
	Centre X	417663.382 m				
	Centre Y	3939141.666 m				
Clothoïde 8	Paramètre	192.367	67.000	1656.245	418092.713	3939489.121
Droite 5	Gisement	160.55gr	310.174	1723.245	418132.716	3939435.387
Clothoïde 9	Paramètre	195.204	67.000	2033.419	418312.869	3939182.894
Arc 5	Rayon	568.724 m	87.023	2100.419	418352.840	3939129.137
	Centre X	418795.553 m				
	Centre Y	3939486.141 m				
Clothoïde 10	Paramètre	-195.204	67.000	2187.442	418412.427	3939065.830
Droite 6	Gisement	143.31gr	135.215	2254.442	418463.669	3939022.680
Clothoïde 11	Paramètre	-401.693	67.000	2389.657	418568.788	3938937.632
Arc 6	Rayon	-2408.321 m	223.565	2456.657	418620.679	3938895.250
	Centre X	417079.988 m				
	Centre Y	3937044.227 m				
Clothoïde 12	Paramètre	401.693	67.000	2680.222	418785.629	3938744.463
Droite 7	Gisement	150.99gr	428.428	2747.222	418832.487	3938696.575
Clothoïde 13	Paramètre	348.842	67.000	3175.650	419130.701	3938388.973
Arc 7	Rayon	1816.278 m	77.978	3242.650	419177.631	3938341.156
	Centre X	420458.143 m				
	Centre Y	3939629.238 m				
Clothoïde 14	Paramètre	-348.842	67.000	3320.628	419234.095	3938287.384
Droite 8	Gisement	145.91gr	212.282	3387.628	419284.145	3938242.844
Droite 9	Gisement	145.53gr	871.640	3599.910	419443.589	3938102.697

ANNEXE
DU PROFIL EN
LONG

ANNEXE DU PROFIL EN LONG

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente 2.73 %	249.998	0.000	844.172
Parabole 1	Rayon 0.101 m	0.003	249.998	851.008
	Sommet Absc. 249.996 m			
	Sommet Alt. 851.008 m			
Pente 2	Pente 5.86 %	206.312	250.002	851.008
Parabole 2	Rayon -1667.333 m	68.707	456.314	863.104
	Sommet Absc. 554.066 m			
	Sommet Alt. 865.970 m			
Pente 3	Pente 1.74 %	306.447	525.020	865.717
Parabole 3	Rayon -34538.987 m	410.260	831.467	871.055
	Sommet Absc. 1433.143 m			
	Sommet Alt. 876.296 m			
Pente 4	Pente 0.55 %	258.273	1241.727	875.765
Pente 5	Pente 0.80 %	650.000	1500.000	877.197
Pente 6	Pente 1.58 %	501.314	2150.000	882.391
Parabole 4	Rayon 11466.915 m	247.371	2651.314	890.293
	Sommet Absc. 2470.545 m			
	Sommet Alt. 888.869 m			
Pente 7	Pente 3.73 %	135.441	2898.686	896.861
Parabole 5	Rayon -57185.556 m	431.747	3034.127	901.918
	Sommet Absc. 5169.268 m			
	Sommet Alt. 941.778 m			
Pente 8	Pente 2.98 %	138.854	3465.873	916.409
Parabole 6	Rayon -3725.354 m	140.545	3604.728	920.545
	Sommet Absc. 3715.695 m			
	Sommet Alt. 922.197 m			
Pente 9	Pente -0.79 %	300.971	3745.272	922.080
Parabole 7	Rayon -186044.942 m	757.512	4046.244	919.691
	Sommet Absc. 2569.162 m			
	Sommet Alt. 925.554 m			
Pente 10	Pente -1.20 %	240.375	4803.756	912.134
			5044.131	909.247
Longueur totale de l'axe 5044.131 mètre(s)				
Longueur développée totale de l'axe 5045.370 mètre(s)				

ANNEXE
DU PROFIL EN
TRAVERS

ANNEXE DU PROFIL EN TRAVERS

Num.	Abscisse	Axe Plan	Axe Long	Z Tn	Z Projet	Gisement	X	Y	Dévers		Pente long.
									Gauche	Droite	
P01	0.000	Droite 1	Pente 1	844.172	844.172	242.87	416722.363	3940396.144	2.50	-2.50	2.73
P02	11.918	Clothoïde 1	Pente 1	844.526	844.498	242.87	416731.679	3940388.712	2.50	-2.50	2.73
P03	25.000	Clothoïde 1	Pente 1	845.034	844.856	242.99	416741.900	3940380.547	2.50	-2.50	2.73
P04	50.000	Clothoïde 1	Pente 1	845.791	845.540	243.93	416761.316	3940364.798	2.50	-2.50	2.73
P05	75.000	Clothoïde 1	Pente 1	846.302	846.223	245.79	416780.380	3940348.627	2.50	-2.50	2.73
P06	78.918	Arc 1	Pente 1	846.403	846.330	246.16	416783.320	3940346.037	2.50	-2.50	2.73
P07	79.951	Arc 1	Pente 1	846.429	846.359	246.26	416784.093	3940345.352	2.50	-2.50	2.73
P08	80.984	Arc 1	Pente 1	846.456	846.387	246.36	416784.864	3940344.665	2.50	-2.50	2.73
P09	100.000	Clothoïde 2	Pente 1	846.942	846.907	247.97	416798.886	3940331.820	2.50	-2.50	2.73
P10	125.000	Clothoïde 2	Pente 1	847.592	847.590	249.27	416816.922	3940314.509	2.50	-2.50	2.73
P11	147.984	Clothoïde 2	Pente 1	848.094	848.219	249.66	416833.293	3940298.377	2.50	-2.50	2.73
P12	150.000	Droite 2	Pente 1	848.142	848.274	249.66	416834.727	3940296.959	2.50	-2.50	2.73
P13	175.000	Droite 2	Pente 1	848.734	848.958	249.66	416852.499	3940279.376	2.50	-2.50	2.73
P14	200.000	Droite 2	Pente 1	849.472	849.641	249.66	416870.271	3940261.794	2.50	-2.50	2.73
P15	213.816	Clothoïde 3	Pente 1	849.896	850.019	249.66	416880.093	3940252.077	2.50	-2.50	2.73
P16	225.000	Clothoïde 3	Pente 1	850.240	850.325	249.62	416888.045	3940244.213	2.50	-2.50	2.73
P17	250.000	Clothoïde 3	Parabole 1	851.008	851.008	249.23	416905.872	3940226.686	2.50	-2.50	4.30
P18	275.000	Clothoïde 3	Pente 2	852.299	852.474	248.43	416923.864	3940209.328	2.50	-2.50	5.86
P19	280.816	Arc 2	Pente 2	852.605	852.815	248.18	416928.084	3940205.326	2.50	-2.50	5.86
P20	300.000	Arc 2	Pente 2	853.617	853.940	247.33	416942.119	3940192.248	2.50	-2.50	5.86
P21	325.000	Arc 2	Pente 2	854.916	855.405	246.23	416960.667	3940175.487	2.50	-2.50	5.86
P22	350.000	Arc 2	Pente 2	856.490	856.871	245.12	416979.504	3940159.050	2.50	-2.50	5.86
P23	375.000	Arc 2	Pente 2	858.176	858.337	244.02	416998.622	3940142.942	2.50	-2.50	5.86
P24	400.000	Arc 2	Pente 2	859.854	859.803	242.92	417018.017	3940127.168	2.50	-2.50	5.86
P25	425.000	Arc 2	Pente 2	861.431	861.268	241.81	417037.683	3940111.732	2.50	-2.50	5.86
P26	450.000	Arc 2	Pente 2	862.981	862.734	240.71	417057.613	3940096.640	2.50	-2.50	5.86
P27	475.000	Arc 2	Parabole 2	864.310	864.095	239.60	417077.802	3940081.896	2.50	-2.50	4.74
P28	483.738	Arc 2	Parabole 2	864.761	864.486	239.22	417084.918	3940076.825	2.50	-2.50	4.22
P29	500.000	Arc 2	Parabole 2	865.597	865.093	238.50	417098.243	3940067.504	2.50	-2.50	3.24
P30	525.000	Arc 2	Parabole 2	866.347	865.716	237.40	417118.931	3940053.469	2.50	-2.50	1.74
P31	550.000	Arc 2	Pente 3	866.900	866.152	236.29	417139.860	3940039.795	2.50	-2.50	1.74
P32	575.000	Arc 2	Pente 3	867.386	866.587	235.19	417161.022	3940026.485	2.50	-2.50	1.74

P33	600.000	Arc 2	Pente 3	867.768	867.023	234.08	417182.412	3940013.545	2.50	-2.50	1.74
P34	625.000	Arc 2	Pente 3	868.171	867.458	232.98	417204.023	3940000.977	2.50	-2.50	1.74
P35	650.000	Arc 2	Pente 3	868.550	867.894	231.88	417225.849	3939988.786	2.50	-2.50	1.74
P36	675.000	Arc 2	Pente 3	868.975	868.329	230.77	417247.883	3939976.975	2.50	-2.50	1.74
P37	686.661	Arc 2	Pente 3	869.180	868.532	230.26	417258.229	3939971.598	2.50	-2.50	1.74
P38	700.000	Clothoïde 4	Pente 3	869.410	868.765	229.73	417270.116	3939965.545	2.50	-2.50	1.74
P39	725.000	Clothoïde 4	Pente 3	869.821	869.200	229.05	417292.505	3939954.422	2.50	-2.50	1.74
P40	750.000	Clothoïde 4	Pente 3	870.225	869.636	228.78	417314.976	3939943.465	2.50	-2.50	1.74
P41	753.661	Clothoïde 4	Pente 3	870.284	869.700	228.78	417318.269	3939941.866	2.50	-2.50	1.74
P42	775.000	Droite 3	Pente 3	870.631	870.071	228.78	417337.465	3939932.545	2.50	-2.50	1.74
P43	800.000	Droite 3	Pente 3	871.033	870.507	228.78	417359.954	3939921.624	2.50	-2.50	1.74
P44	825.000	Droite 3	Pente 3	871.402	870.942	228.78	417382.443	3939910.704	2.50	-2.50	1.74
P45	850.000	Droite 3	Parabole 3	871.796	871.373	228.78	417404.932	3939899.784	2.50	-2.50	1.69
P46	875.000	Droite 3	Parabole 3	872.252	871.786	228.78	417427.420	3939888.863	2.50	-2.50	1.62
P47	900.000	Droite 3	Parabole 3	872.681	872.181	228.78	417449.909	3939877.943	2.50	-2.50	1.54
P48	925.000	Droite 3	Parabole 3	872.984	872.558	228.78	417472.398	3939867.023	2.50	-2.50	1.47
P49	950.000	Droite 3	Parabole 3	873.561	872.916	228.78	417494.887	3939856.102	2.50	-2.50	1.40
P50	975.000	Droite 3	Parabole 3	873.952	873.257	228.78	417517.376	3939845.182	2.50	-2.50	1.33
P51	1000.000	Droite 3	Parabole 3	874.298	873.580	228.78	417539.864	3939834.262	2.50	-2.50	1.25
P52	1025.000	Droite 3	Parabole 3	874.515	873.884	228.78	417562.353	3939823.341	2.50	-2.50	1.18
P53	1036.597	Clothoïde 5	Parabole 3	874.628	874.019	228.78	417572.786	3939818.275	2.50	-2.50	1.15
P54	1050.000	Clothoïde 5	Parabole 3	874.731	874.171	228.80	417584.841	3939812.419	2.50	-2.50	1.11
P55	1075.000	Clothoïde 5	Parabole 3	874.785	874.439	228.99	417607.312	3939801.462	2.50	-2.50	1.04
P56	1100.000	Clothoïde 5	Parabole 3	874.799	874.689	229.37	417629.734	3939790.405	2.50	-2.50	0.96
P57	1103.597	Arc 3	Parabole 3	874.801	874.724	229.44	417632.954	3939788.802	2.50	-2.50	0.95
P58	1125.000	Arc 3	Parabole 3	874.781	874.921	229.85	417652.078	3939779.192	2.50	-2.50	0.89
P59	1150.000	Arc 3	Parabole 3	874.449	875.135	230.34	417674.335	3939767.807	2.50	-2.50	0.82
P60	1173.418	Arc 3	Parabole 3	874.123	875.319	230.80	417695.104	3939756.988	2.50	-2.50	0.75
P61	1175.000	Arc 3	Parabole 3	874.101	875.331	230.83	417696.505	3939756.252	2.50	-2.50	0.75
P62	1200.000	Arc 3	Parabole 3	873.751	875.509	231.32	417718.584	3939744.526	2.50	-2.50	0.68
P63	1225.000	Arc 3	Parabole 3	873.550	875.668	231.81	417740.573	3939732.631	2.50	-2.50	0.60
P64	1243.238	Arc 3	Pente 4	873.423	875.774	232.17	417756.556	3939723.846	2.50	-2.50	0.55
P65	1250.000	Clothoïde 6	Pente 4	873.399	875.811	232.30	417762.469	3939720.567	2.50	-2.50	0.55
P66	1275.000	Clothoïde 6	Pente 4	873.301	875.950	232.65	417784.284	3939708.356	2.50	-2.50	0.55

P67	1300.000	Clothoïde 6	Pente 4	873.492	876.088	232.81	417806.049	3939696.056	2.50	-2.50	0.55
P68	1310.238	Clothoïde 6	Pente 4	873.585	876.145	232.83	417814.956	3939691.008	2.50	-2.50	0.55
P69	1325.000	Droite 4	Pente 4	873.780	876.227	232.83	417827.799	3939683.729	2.50	-2.50	0.55
P70	1350.000	Droite 4	Pente 4	874.075	876.365	232.83	417849.548	3939671.401	2.50	-2.50	0.55
P71	1375.000	Droite 4	Pente 4	874.604	876.504	232.83	417871.297	3939659.073	2.50	-2.50	0.55
P72	1400.000	Droite 4	Pente 4	875.121	876.642	232.83	417893.046	3939646.745	2.50	-2.50	0.55
P73	1415.767	Clothoïde 7	Pente 4	875.447	876.730	232.83	417906.763	3939638.970	2.50	-2.50	0.55
P74	1425.000	Clothoïde 7	Pente 4	875.638	876.781	232.90	417914.793	3939634.414	1.81	-2.50	0.55
P75	1449.267	Clothoïde 7	Pente 4	876.208	876.915	233.79	417935.822	3939622.304	0.00	-2.50	0.55
P76	1450.000	Clothoïde 7	Pente 4	876.225	876.919	233.84	417936.454	3939621.933	-0.05	-2.50	0.55
P77	1475.000	Clothoïde 7	Pente 4	876.746	877.058	235.85	417957.820	3939608.954	-1.92	-2.50	0.55
P78	1482.767	Arc 4	Pente 4	876.881	877.101	236.69	417964.361	3939604.766	-2.50	-2.50	0.55
P79	1500.000	Arc 4	Pente 4	877.197	877.197	238.68	417978.662	3939595.151	-2.50	-2.50	0.55
P80	1525.000	Arc 4	Pente 5	877.332	877.396	241.56	417998.858	3939580.420	-2.50	-2.50	0.80
P81	1550.000	Arc 4	Pente 5	877.207	877.596	244.44	418018.368	3939564.791	-2.50	-2.50	0.80
P82	1569.506	Arc 4	Pente 5	877.154	877.752	246.69	418033.087	3939551.993	-2.50	-2.50	0.80
P83	1575.000	Arc 4	Pente 5	877.124	877.796	247.32	418037.150	3939548.295	-2.50	-2.50	0.80
P84	1600.000	Arc 4	Pente 5	876.906	877.996	250.20	418055.167	3939530.966	-2.50	-2.50	0.80
P85	1625.000	Arc 4	Pente 5	876.687	878.195	253.08	418072.381	3939512.840	-2.50	-2.50	0.80
P86	1650.000	Arc 4	Pente 5	876.437	878.395	255.97	418088.757	3939493.953	-2.50	-2.50	0.80
P87	1656.245	Arc 4	Pente 5	876.396	878.445	256.69	418092.713	3939489.121	-2.50	-2.50	0.80
P88	1675.000	Clothoïde 8	Pente 5	876.249	878.595	258.54	418104.285	3939474.362	-1.10	-2.50	0.80
P89	1689.745	Clothoïde 8	Pente 5	876.109	878.713	259.58	418113.121	3939462.558	0.00	-2.50	0.80
P90	1700.000	Clothoïde 8	Pente 5	876.081	878.795	260.08	418119.169	3939454.276	0.77	-2.50	0.80
P91	1723.245	Clothoïde 8	Pente 5	876.183	878.980	260.55	418132.716	3939435.387	2.50	-2.50	0.80
P92	1725.000	Droite 5	Pente 5	876.191	878.994	260.55	418133.735	3939433.958	2.50	-2.50	0.80
P93	1750.000	Droite 5	Pente 5	876.299	879.194	260.55	418148.255	3939413.607	2.50	-2.50	0.80
P94	1775.000	Droite 5	Pente 5	876.404	879.394	260.55	418162.776	3939393.256	2.50	-2.50	0.80
P95	1800.000	Droite 5	Pente 5	876.512	879.594	260.55	418177.296	3939372.906	2.50	-2.50	0.80
P96	1825.000	Droite 5	Pente 5	876.867	879.794	260.55	418191.816	3939352.555	2.50	-2.50	0.80
P97	1850.000	Droite 5	Pente 5	877.239	879.993	260.55	418206.337	3939332.204	2.50	-2.50	0.80
P98	1875.000	Droite 5	Pente 5	877.610	880.193	260.55	418220.857	3939311.853	2.50	-2.50	0.80
P99	1900.000	Droite 5	Pente 5	878.090	880.393	260.55	418235.377	3939291.502	2.50	-2.50	0.80
P100	1925.000	Droite 5	Pente 5	878.622	880.593	260.55	418249.898	3939271.151	2.50	-2.50	0.80
P101	1950.000	Droite 5	Pente 5	879.154	880.792	260.55	418264.418	3939250.800	2.50	-2.50	0.80
P102	1975.000	Droite 5	Pente 5	879.638	880.992	260.55	418278.938	3939230.449	2.50	-2.50	0.80
P103	2000.000	Droite 5	Pente 5	880.084	881.192	260.55	418293.459	3939210.098	2.50	-2.50	0.80
P104	2025.000	Droite 5	Pente 5	880.530	881.392	260.55	418307.979	3939189.747	2.50	-2.50	0.80
P105	2033.419	Clothoïde 9	Pente 5	880.677	881.459	260.55	418312.869	3939182.894	2.50	-2.50	0.80
P106	2050.000	Clothoïde 9	Pente 5	880.915	881.591	260.32	418322.516	3939169.408	2.50	-1.26	0.80
P107	2066.919	Clothoïde 9	Pente 5	881.146	881.727	259.61	418332.460	3939155.720	2.50	0.00	0.80

P108	2075.000	Clothoïde 9	Pente 5	881.256	881.791	259.10	418337.275	3939149.230	2.50	0.60	0.80
P109	2100.000	Clothoïde 9	Pente 5	881.700	881.991	256.84	418352.578	3939129.463	2.50	2.47	0.80
P110	2100.419	Arc 5	Pente 5	881.709	881.994	256.80	418352.840	3939129.137	2.50	2.50	0.80
P111	2125.000	Arc 5	Pente 5	882.086	882.191	254.05	418368.680	3939110.341	2.50	2.50	0.80
P112	2143.930	Arc 5	Pente 5	882.321	882.342	251.93	418381.422	3939096.343	2.50	2.50	0.80
P113	2150.000	Arc 5	Pente 5	882.391	882.391	251.25	418385.606	3939091.946	2.50	2.50	0.80
P114	2175.000	Arc 5	Pente 6	882.625	882.785	248.45	418403.325	3939074.312	2.50	2.50	1.58
P115	2187.442	Arc 5	Pente 6	882.663	882.981	247.06	418412.427	3939065.830	2.50	2.50	1.58
P116	2200.000	Clothoïde 10	Pente 6	882.702	883.179	245.78	418421.795	3939057.467	2.50	1.56	1.58
P117	2220.942	Clothoïde 10	Pente 6	882.762	883.509	244.24	418437.730	3939043.879	2.50	0.00	1.58
P118	2225.000	Clothoïde 10	Pente 6	882.773	883.573	244.03	418440.851	3939041.286	2.50	-0.30	1.58
P119	2250.000	Clothoïde 10	Pente 6	882.896	883.967	243.32	418460.216	3939025.475	2.50	-2.17	1.58
P120	2254.442	Clothoïde 10	Pente 6	882.918	884.037	243.31	418463.669	3939022.680	2.50	-2.50	1.58
P121	2275.000	Droite 6	Pente 6	883.007	884.361	243.31	418479.651	3939009.750	2.50	-2.50	1.58
P122	2300.000	Droite 6	Pente 6	883.048	884.755	243.31	418499.087	3938994.025	2.50	-2.50	1.58
P123	2325.000	Droite 6	Pente 6	883.048	885.149	243.31	418518.522	3938978.301	2.50	-2.50	1.58
P124	2350.000	Droite 6	Pente 6	883.039	885.543	243.31	418537.958	3938962.576	2.50	-2.50	1.58
P125	2375.000	Droite 6	Pente 6	883.054	885.938	243.31	418557.393	3938946.851	2.50	-2.50	1.58
P126	2389.657	Clothoïde 11	Pente 6	883.067	886.169	243.31	418568.788	3938937.632	2.50	-2.50	1.58
P127	2400.000	Clothoïde 11	Pente 6	883.076	886.332	243.33	418576.828	3938931.126	2.50	-2.50	1.58
P128	2425.000	Clothoïde 11	Pente 6	883.049	886.726	243.55	418596.235	3938915.367	2.50	-2.50	1.58
P129	2450.000	Clothoïde 11	Pente 6	883.206	887.120	244.02	418615.556	3938899.502	2.50	-2.50	1.58
P130	2456.657	Arc 6	Pente 6	883.291	887.225	244.19	418620.679	3938895.250	2.50	-2.50	1.58
P131	2475.000	Arc 6	Pente 6	883.525	887.514	244.68	418634.732	3938883.462	2.50	-2.50	1.58
P132	2500.000	Arc 6	Pente 6	883.837	887.908	245.34	418653.740	3938867.223	2.50	-2.50	1.58
P133	2525.000	Arc 6	Pente 6	884.145	888.302	246.00	418672.579	3938850.789	2.50	-2.50	1.58
P134	2550.000	Arc 6	Pente 6	884.481	888.696	246.66	418691.246	3938834.160	2.50	-2.50	1.58
P135	2568.440	Arc 6	Pente 6	885.068	888.987	247.15	418704.904	3938821.771	2.50	-2.50	1.58
P136	2575.000	Arc 6	Pente 6	885.276	889.090	247.32	418709.740	3938817.338	2.50	-2.50	1.58
P137	2600.000	Arc 6	Pente 6	886.031	889.485	247.98	418728.058	3938800.324	2.50	-2.50	1.58
P138	2625.000	Arc 6	Pente 6	886.822	889.879	248.64	418746.198	3938783.122	2.50	-2.50	1.58
P139	2650.000	Arc 6	Pente 6	887.691	890.273	249.30	418764.159	3938765.732	2.50	-2.50	1.58
P140	2675.000	Arc 6	Parabole 4	888.539	890.691	249.96	418781.938	3938748.157	2.50	-2.50	1.78
P141	2680.222	Arc 6	Parabole 4	888.715	890.786	250.10	418785.629	3938744.463	2.50	-2.50	1.83
P142	2700.000	Clothoïde 12	Parabole 4	889.375	891.164	250.55	418799.540	3938730.404	2.50	-2.50	2.00
P143	2725.000	Clothoïde 12	Parabole 4	890.308	891.692	250.89	418817.011	3938712.522	2.50	-2.50	2.22
P144	2747.222	Clothoïde 12	Parabole 4	891.168	892.206	250.99	418832.487	3938696.575	2.50	-2.50	2.41

P145	2750.000	Droite 7	Parabole 4	891.276	892.274	250.99	418834.421	3938694.581	2.50	-2.50	2.44
P146	2775.000	Droite 7	Parabole 4	892.243	892.910	250.99	418851.823	3938676.631	2.50	-2.50	2.66
P147	2800.000	Droite 7	Parabole 4	893.214	893.601	250.99	418869.224	3938658.682	2.50	-2.50	2.87
P148	2825.000	Droite 7	Parabole 4	894.185	894.347	250.99	418886.626	3938640.732	2.50	-2.50	3.09
P149	2850.000	Droite 7	Parabole 4	895.157	895.147	250.99	418904.027	3938622.783	2.50	-2.50	3.31
P150	2875.000	Droite 7	Parabole 4	896.124	896.001	250.99	418921.429	3938604.833	2.50	-2.50	3.53
P151	2900.000	Droite 7	Pente 7	897.071	896.910	250.99	418938.831	3938586.884	2.50	-2.50	3.73
P152	2925.000	Droite 7	Pente 7	898.019	897.844	250.99	418956.232	3938568.934	2.50	-2.50	3.73
P153	2950.000	Droite 7	Pente 7	898.966	898.777	250.99	418973.634	3938550.985	2.50	-2.50	3.73
P154	2975.000	Droite 7	Pente 7	900.158	899.711	250.99	418991.035	3938533.035	2.50	-2.50	3.73
P155	3000.000	Droite 7	Pente 7	901.362	900.644	250.99	419008.437	3938515.086	2.50	-2.50	3.73
P156	3025.000	Droite 7	Pente 7	902.565	901.578	250.99	419025.839	3938497.136	2.50	-2.50	3.73
P157	3050.000	Droite 7	Parabole 5	903.853	902.509	250.99	419043.240	3938479.187	2.50	-2.50	3.71
P158	3075.000	Droite 7	Parabole 5	905.247	903.430	250.99	419060.642	3938461.237	2.50	-2.50	3.66
P159	3100.000	Droite 7	Parabole 5	906.642	904.340	250.99	419078.043	3938443.288	2.50	-2.50	3.62
P160	3125.000	Droite 7	Parabole 5	908.078	905.239	250.99	419095.445	3938425.338	2.50	-2.50	3.57
P161	3150.000	Droite 7	Parabole 5	909.581	906.127	250.99	419112.847	3938407.389	2.50	-2.50	3.53
P162	3175.000	Droite 7	Parabole 5	911.084	907.005	250.99	419130.248	3938389.439	2.50	-2.50	3.49
P163	3175.650	Clothoïde 13	Parabole 5	911.122	907.027	250.99	419130.701	3938388.973	2.50	-2.50	3.49
P164	3200.000	Clothoïde 13	Parabole 5	912.522	907.871	250.83	419147.664	3938371.504	2.50	-2.50	3.44
P165	3225.000	Clothoïde 13	Parabole 5	913.851	908.726	250.35	419165.169	3938353.655	2.50	-2.50	3.40
P166	3242.650	Arc 7	Parabole 5	914.753	909.324	249.81	419177.631	3938341.156	2.50	-2.50	3.37
P167	3250.000	Arc 7	Parabole 5	915.206	909.571	249.55	419182.854	3938335.985	2.50	-2.50	3.36
P168	3275.000	Arc 7	Parabole 5	916.491	910.405	248.68	419200.775	3938318.554	2.50	-2.50	3.31
P169	3281.639	Arc 7	Parabole 5	916.784	910.624	248.45	419205.574	3938313.967	2.50	-2.50	3.30
P170	3300.000	Arc 7	Parabole 5	917.578	911.227	247.80	419218.934	3938301.372	2.50	-2.50	3.27
P171	3320.628	Arc 7	Parabole 5	918.432	911.898	247.08	419234.095	3938287.384	2.50	-2.50	3.23
P172	3325.000	Clothoïde 14	Parabole 5	918.589	912.039	246.93	419237.329	3938284.442	2.50	-2.50	3.23
P173	3350.000	Clothoïde 14	Parabole 5	919.518	912.840	246.28	419255.931	3938267.740	2.50	-2.50	3.18
P174	3375.000	Clothoïde 14	Parabole 5	920.250	913.630	245.95	419274.662	3938251.182	2.50	-2.50	3.14
P175	3387.628	Clothoïde 14	Parabole 5	920.580	914.024	245.91	419284.145	3938242.844	2.50	-2.50	3.12
P176	3400.000	Droite 8	Parabole 5	920.900	914.409	245.91	419293.437	3938234.676	2.50	-2.50	3.09
P177	3425.000	Droite 8	Parabole 5	921.386	915.177	245.91	419312.215	3938218.171	2.50	-2.50	3.05
P178	3450.000	Droite 8	Parabole 5	921.969	915.934	245.91	419330.992	3938201.666	2.50	-2.50	3.01
P179	3475.000	Droite 8	Pente 8	922.380	916.681	245.91	419349.770	3938185.161	2.50	-2.50	2.98
P180	3500.000	Droite 8	Pente 8	922.436	917.425	245.91	419368.547	3938168.656	2.50	-2.50	2.98
P181	3525.000	Droite 8	Pente 8	922.543	918.170	245.91	419387.325	3938152.152	2.50	-2.50	2.98
P182	3550.000	Droite 8	Pente 8	922.752	918.915	245.91	419406.102	3938135.647	2.50	-2.50	2.98
P183	3575.000	Droite 8	Pente 8	922.732	919.659	245.91	419424.879	3938119.142	2.50	-2.50	2.98
P184	3599.910	Droite 8	Pente 8	922.714	920.401	245.72	419443.589	3938102.697	2.50	-2.50	2.98

P185	3600.000	Droite 9	Pente 8	922.713	920.404	245.53	419443.657	3938102.638	2.50	-2.50	2.98
P186	3625.000	Droite 9	Parabole 6	922.689	921.093	245.53	419462.531	3938086.244	2.50	-2.50	2.43
P187	3650.000	Droite 9	Parabole 6	922.664	921.618	245.53	419481.406	3938069.850	2.50	-2.50	1.76
P188	3675.000	Droite 9	Parabole 6	922.638	921.975	245.53	419500.280	3938053.456	2.50	-2.50	1.09
P189	3700.000	Droite 9	Parabole 6	922.612	922.164	245.53	419519.154	3938037.062	2.50	-2.50	0.42
P190	3725.000	Droite 9	Parabole 6	922.604	922.186	245.53	419538.028	3938020.668	2.50	-2.50	-0.25
P191	3750.000	Droite 9	Pente 9	922.605	922.042	245.53	419556.903	3938004.274	2.50	-2.50	-0.79
P192	3775.000	Droite 9	Pente 9	922.606	921.844	245.53	419575.777	3937987.880	2.50	-2.50	-0.79
P193	3800.000	Droite 9	Pente 9	922.594	921.646	245.53	419594.651	3937971.486	2.50	-2.50	-0.79
P194	3825.000	Droite 9	Pente 9	922.556	921.447	245.53	419613.525	3937955.092	2.50	-2.50	-0.79
P195	3850.000	Droite 9	Pente 9	922.519	921.249	245.53	419632.400	3937938.698	2.50	-2.50	-0.79
P196	3875.000	Droite 9	Pente 9	922.474	921.050	245.53	419651.274	3937922.304	2.50	-2.50	-0.79
P197	3900.000	Droite 9	Pente 9	922.351	920.852	245.53	419670.148	3937905.910	2.50	-2.50	-0.79
P198	3925.000	Droite 9	Pente 9	922.339	920.653	245.53	419689.022	3937889.516	2.50	-2.50	-0.79
P199	3950.000	Droite 9	Pente 9	922.328	920.455	245.53	419707.897	3937873.122	2.50	-2.50	-0.79
P200	3975.000	Droite 9	Pente 9	922.306	920.256	245.53	419726.771	3937856.728	2.50	-2.50	-0.79
P201	4000.000	Droite 9	Pente 9	922.282	920.058	245.53	419745.645	3937840.334	2.50	-2.50	-0.79
P202	4025.000	Droite 9	Pente 9	922.259	919.859	245.53	419764.519	3937823.940	2.50	-2.50	-0.79
P203	4050.000	Droite 9	Parabole 7	922.226	919.661	245.53	419783.394	3937807.546	2.50	-2.50	-0.80
P204	4075.000	Droite 9	Parabole 7	922.192	919.460	245.53	419802.268	3937791.152	2.50	-2.50	-0.81
P205	4100.000	Droite 9	Parabole 7	922.159	919.256	245.53	419821.142	3937774.758	2.50	-2.50	-0.82
P206	4125.000	Droite 9	Parabole 7	922.122	919.049	245.53	419840.016	3937758.364	2.50	-2.50	-0.84
P207	4150.000	Droite 9	Parabole 7	922.076	918.838	245.53	419858.890	3937741.970	2.50	-2.50	-0.85
P208	4175.000	Droite 9	Parabole 7	922.030	918.624	245.53	419877.765	3937725.576	2.50	-2.50	-0.86
P209	4200.000	Droite 9	Parabole 7	921.978	918.406	245.53	419896.639	3937709.182	2.50	-2.50	-0.88
P210	4225.000	Droite 9	Parabole 7	921.888	918.185	245.53	419915.513	3937692.788	2.50	-2.50	-0.89
P211	4250.000	Droite 9	Parabole 7	921.785	917.961	245.53	419934.387	3937676.394	2.50	-2.50	-0.90
P212	4275.000	Droite 9	Parabole 7	921.785	917.734	245.53	419953.262	3937660.000	2.50	-2.50	-0.92
P213	4300.000	Droite 9	Parabole 7	921.765	917.503	245.53	419972.136	3937643.606	2.50	-2.50	-0.93

P214	4325.000	Droite 9	Parabole 7	921.762	917.269	245.53	419991.010	3937627.212	2.50	-2.50	-0.94
P215	4350.000	Droite 9	Parabole 7	921.758	917.031	245.53	420009.884	3937610.818	2.50	-2.50	-0.96
P216	4375.000	Droite 9	Parabole 7	921.755	916.790	245.53	420028.759	3937594.424	2.50	-2.50	-0.97
P217	4400.000	Droite 9	Parabole 7	921.718	916.546	245.53	420047.633	3937578.030	2.50	-2.50	-0.98
P218	4425.000	Droite 9	Parabole 7	921.669	916.298	245.53	420066.507	3937561.636	2.50	-2.50	-1.00
P219	4450.000	Droite 9	Parabole 7	921.615	916.047	245.53	420085.381	3937545.242	2.50	-2.50	-1.01
P220	4471.550	Droite 9	Parabole 7	921.568	915.828	245.59	420101.651	3937531.110	2.50	-2.50	-1.02
P221	4475.000	Droite 10	Parabole 7	921.562	915.792	245.65	420104.251	3937528.843	2.50	-2.50	-1.02
P222	4500.000	Droite 10	Parabole 7	921.514	915.535	245.65	420123.093	3937512.412	2.50	-2.50	-1.04
P223	4525.000	Droite 10	Parabole 7	921.459	915.273	245.65	420141.936	3937495.981	2.50	-2.50	-1.05
P224	4550.000	Droite 10	Parabole 7	921.375	915.009	245.65	420160.778	3937479.550	2.50	-2.50	-1.06
P225	4575.000	Droite 10	Parabole 7	921.241	914.741	245.65	420179.620	3937463.119	2.50	-2.50	-1.08
P226	4600.000	Droite 10	Parabole 7	921.107	914.470	245.65	420198.462	3937446.689	2.50	-2.50	-1.09
P227	4625.000	Droite 10	Parabole 7	920.977	914.195	245.65	420217.304	3937430.258	2.50	-2.50	-1.11
P228	4650.000	Droite 10	Parabole 7	920.919	913.917	245.65	420236.147	3937413.827	2.50	-2.50	-1.12
P229	4675.000	Droite 10	Parabole 7	920.861	913.636	245.65	420254.989	3937397.396	2.50	-2.50	-1.13
P230	4700.000	Droite 10	Parabole 7	920.803	913.351	245.65	420273.831	3937380.965	2.50	-2.50	-1.15
P231	4725.000	Droite 10	Parabole 7	920.763	913.063	245.65	420292.673	3937364.535	2.50	-2.50	-1.16

P232	4750.000	Droite 10	Parabole 7	920.732	912.772	245.65	420311.515	3937348.104	2.50	-2.50	-1.17
P233	4775.000	Droite 10	Parabole 7	920.701	912.477	245.65	420330.358	3937331.673	2.50	-2.50	-1.19
P234	4800.000	Droite 10	Parabole 7	920.623	912.179	245.65	420349.200	3937315.242	2.50	-2.50	-1.20
P235	4825.000	Droite 10	Pente 10	920.474	911.879	245.65	420368.042	3937298.811	2.50	-2.50	-1.20
P236	4850.000	Droite 10	Pente 10	920.437	911.579	245.65	420386.884	3937282.381	2.50	-2.50	-1.20
P237	4875.000	Droite 10	Pente 10	920.408	911.278	245.65	420405.726	3937265.950	2.50	-2.50	-1.20
P238	4890.940	Clothoïde 15	Pente 10	920.347	911.087	245.65	420417.740	3937255.474	2.50	-2.50	-1.20
P239	4900.000	Clothoïde 15	Pente 10	920.330	910.978	245.52	420424.573	3937249.524	2.50	-1.64	-1.20
P240	4917.321	Clothoïde 15	Pente 10	920.351	910.770	244.49	420437.728	3937238.257	2.50	0.00	-1.20
P241	4925.000	Clothoïde 15	Pente 10	920.345	910.678	243.71	420443.636	3937233.351	2.50	0.73	-1.20
P242	4950.000	Clothoïde 15	Pente 10	920.298	910.378	239.81	420463.402	3937218.050	3.10	3.10	-1.20
P243	4950.973	Arc 8	Pente 10	920.300	910.366	239.62	420464.191	3937217.482	3.19	3.19	-1.20
P244	4951.213	Arc 8	Pente 10	920.300	910.363	239.57	420464.387	3937217.342	3.19	3.19	-1.20
P245	4951.453	Arc 8	Pente 10	920.300	910.360	239.52	420464.582	3937217.203	3.19	3.19	-1.20
P246	4975.000	Clothoïde 16	Pente 10	920.268	910.077	235.72	420484.165	3937204.133	2.50	0.96	-1.20
P247	4985.105	Clothoïde 16	Pente 10	920.228	909.956	234.65	420492.767	3937198.832	2.50	0.00	-1.20
P248	5000.000	Clothoïde 16	Pente 10	920.165	909.777	233.71	420505.574	3937191.226	2.50	-1.41	-1.20
P249	5011.486	Clothoïde 16	Pente 10	920.114	909.639	233.49	420515.500	3937185.447	2.50	-2.50	-1.20
P250	5025.000	Droite 11	Pente 10	920.076	909.477	233.49	420527.187	3937178.661	2.50	-2.50	-1.20
P251	5044.131	Droite 11	Pente 10	920.111	909.247	233.49	420543.731	3937169.055	2.50	-2.50	-1.20

ANNEXE
DES CUBATURES

ANNEXE DES CUBATURES

um.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels	
			déblai	Remblai	Déblai	Remblai
01	0.000	5.959	5.85	0.00	34.9	0.0
02	11.918	2.500	6.69	0.00	83.7	0.0
03	25.000	9.041	7.78	0.00	148.1	0.0
04	50.000	5.000	8.72	0.00	218.1	0.0
05	75.000	4.459	6.96	0.00	100.7	0.0
06	78.918	2.475	6.75	0.00	16.7	0.0
07	79.951	1.033	6.69	0.00	6.9	0.0
08	80.984	0.025	6.64	0.00	66.6	0.0
09	100.000	2.008	5.93	0.00	130.5	0.0
10	125.000	3.992	5.33	0.00	127.9	0.0
11	147.984	2.500	3.87	0.00	48.4	0.0
12	150.000	3.508	3.74	0.00	50.5	0.0
13	175.000	5.000	2.23	0.00	55.8	0.0
14	200.000	9.408	2.97	0.00	57.6	0.0
15	213.816	2.500	3.54	0.00	44.2	0.0
16	225.000	8.092	4.00	0.00	72.4	0.0
17	250.000	5.000	5.03	0.00	125.7	0.0
18	275.000	5.408	2.75	0.08	42.4	1.3
19	280.816	2.500	2.33	0.12	29.1	1.5
20	300.000	2.092	1.00	0.24	22.1	5.2
21	325.000	5.000	0.00	1.37	0.0	34.2
22	350.000	5.000	0.50	0.09	12.5	2.2

23	375.0 00	2 5.000	3.21	0.00	80.2	0.0
24	400.0 00	2 5.000	6.10	0.00	152.6	0.0
25	425.0 00	2 5.000	7.65	0.00	191.3	0.0
26	450.0 00	2 5.000	8.07	0.00	201.9	0.0
27	475.0 00	1 6.869	7.22	0.00	121.9	0.0
28	483.7 38	1 2.500	7.85	0.00	98.2	0.0
29	500.0 00	2 0.631	10.57	0.00	218.4	0.0
30	525.0 00	2 5.000	13.97	0.00	349.5	0.0
31	550.0 00	2 5.000	18.09	0.00	452.3	0.0
32	575.0 00	2 5.000	19.74	0.00	493.4	0.0
33	600.0 00	2 5.000	19.76	0.00	493.7	0.0
34	625.0 00	2 5.000	18.08	0.00	451.8	0.0
35	650.0 00	2 5.000	16.13	0.00	403.2	0.0
36	675.0 00	1 8.330	15.16	0.00	278.0	0.0
37	686.6 61	1 2.500	15.05	0.00	188.2	0.0
38	700.0 00	1 9.170	14.64	0.00	280.7	0.0
39	725.0 00	2 5.000	13.98	0.00	349.4	0.0
40	750.0 00	1 4.330	13.40	0.00	192.1	0.0
41	753.6 61	1 2.500	13.32	0.00	166.5	0.0
42	775.0 00	2 3.170	12.78	0.00	296.1	0.0
43	800.0 00	2 5.000	11.94	0.00	298.5	0.0
44	825.0 00	2 5.000	11.07	0.00	276.8	0.0
45	850.0 00	2 5.000	10.61	0.00	265.3	0.0
46	875.0 00	2 5.000	11.32	0.00	282.9	0.0
	900.0	2	11.90	0.00	297.6	0.0

47	00	5.000				
48	925.0 00	2 5.000	11.75	0.00	293.7	0.0
49	950.0 00	2 5.000	15.91	0.00	397.8	0.0
50	975.0 00	2 5.000	19.88	0.00	496.9	0.0
51	1000. 000	2 5.000	20.40	0.00	510.0	0.0
52	1025. 000	1 8.299	19.75	0.00	361.5	0.0
53	1036. 597	1 2.500	19.71	0.00	246.4	0.0
54	1050. 000	1 9.201	19.66	0.00	377.4	0.0
55	1075. 000	2 5.000	13.75	0.00	343.8	0.0
56	1100. 000	1 4.299	8.71	0.00	124.5	0.0
57	1103. 597	1 2.500	8.07	0.00	100.9	0.0
58	1125. 000	2 3.201	4.19	0.01	97.2	0.2
59	1150. 000	2 4.209	0.00	3.48	0.0	84.3
60	1173. 418	1 2.500	0.00	10.56	0.0	132.0
61	1175. 000	1 3.291	0.00	11.06	0.0	147.0
62	1200. 000	2 5.000	0.00	20.54	0.0	513.6
63	1225. 000	2 1.619	0.00	29.32	0.0	633.9
64	1243. 238	1 2.500	0.00	33.58	0.0	419.8
65	1250. 000	1 5.881	0.00	34.77	0.0	552.2
66	1275. 000	2 5.000	0.00	36.58	0.0	914.4
67	1300. 000	1 7.619	0.00	34.56	0.0	609.0
68	1310. 238	1 2.500	0.00	34.16	0.0	427.0
69	1325. 000	1 9.881	0.00	32.89	0.0	653.9
70	1350. 000	2 5.000	0.00	29.87	0.0	746.9
71	1375. 000	2 5.000	0.00	23.18	0.0	579.5

72	1400. 000	2 0.384	0.00	16.67	0.0	339.8
73	1415. 767	1 2.500	0.00	12.68	0.0	158.5
74	1425. 000	1 6.750	0.00	10.60	0.0	177.6
75	1449. 267	1 2.500	0.00	4.08	0.0	51.1
76	1450. 000	1 2.866	0.00	3.88	0.0	50.0
77	1475. 000	1 6.384	1.05	0.00	17.2	0.0
78	1482. 767	1 2.500	2.09	0.00	26.1	0.0
79	1500. 000	2 1.116	4.68	0.00	98.9	0.0
80	1525. 000	2 5.000	4.47	0.04	111.9	1.1
81	1550. 000	2 2.253	1.77	0.33	39.4	7.4
82	1569. 506	1 2.500	0.16	1.25	2.0	15.6
83	1575. 000	1 5.247	0.01	1.85	0.1	28.2
84	1600. 000	2 5.000	0.00	8.37	0.0	208.9
85	1625. 000	2 5.000	0.00	16.87	0.0	420.8
86	1650. 000	1 5.623	0.00	25.49	0.0	397.9
87	1656. 245	1 2.500	0.00	27.34	0.0	341.7
88	1675. 000	1 6.750	0.00	34.95	0.0	585.8
89	1689. 745	1 2.500	0.00	41.60	0.0	520.4
90	1700. 000	1 6.750	0.00	39.37	0.0	659.4
91	1723. 245	1 2.500	0.00	41.81	0.0	522.6
92	1725. 000	1 3.377	0.00	42.02	0.0	562.2
93	1750. 000	2 5.000	0.00	43.73	0.0	1093.3
94	1775. 000	2 5.000	0.00	44.64	0.0	1116.0
95	1800. 000	2 5.000	0.00	43.81	0.0	1095.4
	1825.	2	0.00	40.28	0.0	1007.1

96	000	5.000					
97	1850. 000	2 5.000	0.00	36.78	0.0	919.4	
98	1875. 000	2 5.000	0.00	33.48	0.0	837.0	
99	1900. 000	2 5.000	0.00	28.45	0.0	711.3	
100	1925. 000	2 5.000	0.00	22.82	0.0	570.4	
101	1950. 000	2 5.000	0.00	17.45	0.0	436.3	
102	1975. 000	2 5.000	0.00	13.27	0.0	331.8	
103	2000. 000	2 5.000	0.00	9.56	0.0	239.0	
104	2025. 000	2 6.709	0.00	5.92	0.0	98.9	
105	2033. 419	1 2.500	0.00	4.72	0.0	59.0	
106	2050. 000	1 6.750	0.00	3.81	0.0	63.9	
107	2066. 919	1 2.500	0.00	2.47	0.0	30.9	
108	2075. 000	1 6.541	0.00	1.88	0.0	31.0	
109	2100. 000	1 2.709	0.96	1.15	12.3	14.6	
110	2100. 419	1 2.500	1.01	1.09	12.7	13.6	
111	2125. 000	2 1.756	2.54	0.42	55.3	9.1	
112	2143. 930	1 2.500	3.44	0.05	43.0	0.7	
113	2150. 000	1 5.535	3.75	0.00	58.3	0.0	
114	2175. 000	1 8.721	2.29	0.03	43.0	0.6	
115	2187. 442	1 2.500	0.79	0.30	9.9	3.7	
116	2200. 000	1 6.750	0.00	1.29	0.0	21.6	
117	2220. 942	1 2.500	0.00	4.41	0.0	55.0	
118	2225. 000	1 4.529	0.00	5.09	0.0	74.0	
119	2250. 000	1 4.721	0.00	8.57	0.0	126.1	
120	2254. 442	1 2.500	0.00	9.22	0.0	115.2	

121	2275. 000	2 2.779	0.00	12.73	0.0	289.9
122	2300. 000	2 5.000	0.00	18.22	0.0	455.4
123	2325. 000	2 5.000	0.00	24.58	0.0	614.6
124	2350. 000	2 5.000	0.00	31.14	0.0	778.5
125	2375. 000	1 9.829	0.00	38.79	0.0	769.2
126	2389. 657	1 2.500	0.00	43.60	0.0	545.0
127	2400. 000	1 7.671	0.00	47.09	0.0	832.2
128	2425. 000	2 5.000	0.00	55.90	0.0	1397.7
129	2450. 000	1 5.829	0.00	63.91	0.0	1011.5
130	2456. 657	1 2.500	0.00	64.67	0.0	808.3
131	2475. 000	2 1.671	0.00	65.74	0.0	1424.3
132	2500. 000	2 5.000	0.00	67.86	0.0	1696.2
133	2525. 000	2 5.000	0.00	69.07	0.0	1726.5
134	2550. 000	2 1.720	0.00	71.51	0.0	1552.8
135	2568. 440	1 2.500	0.00	64.01	0.0	800.0
136	2575. 000	1 5.780	0.00	61.14	0.0	964.6
137	2600. 000	2 5.000	0.00	50.72	0.0	1267.9
138	2625. 000	2 5.000	0.00	41.69	0.0	1042.3
139	2650. 000	2 5.000	0.00	33.96	0.0	848.9
140	2675. 000	1 5.111	0.00	26.84	0.0	405.6
141	2680. 222	1 2.500	0.00	25.48	0.0	318.5
142	2700. 000	2 2.389	0.00	20.77	0.0	465.0
143	2725. 000	2 3.611	0.00	13.91	0.0	328.5
144	2747. 222	1 2.500	0.00	8.49	0.0	106.1
	2750.	1	0.00	7.89	0.0	109.5

145	000	3.889				
146	2775. 000	2 5.000	0.00	3.23	0.0	80.7
147	2800. 000	2 5.000	0.32	0.13	7.9	3.2
148	2825. 000	2 5.000	3.01	0.00	75.3	0.0
149	2850. 000	2 5.000	5.37	0.00	134.3	0.0
150	2875. 000	2 5.000	6.92	0.00	173.1	0.0
151	2900. 000	2 5.000	7.36	0.00	184.0	0.0
152	2925. 000	2 5.000	7.46	0.00	186.5	0.0
153	2950. 000	2 5.000	7.93	0.00	198.3	0.0
154	2975. 000	2 5.000	11.40	0.00	284.9	0.0
155	3000. 000	2 5.000	15.05	0.00	376.2	0.0
156	3025. 000	2 5.000	18.64	0.00	466.0	0.0
157	3050. 000	2 5.000	23.73	0.00	593.3	0.0
158	3075. 000	2 5.000	30.88	0.00	772.1	0.0
159	3100. 000	2 5.000	38.87	0.00	971.7	0.0
160	3125. 000	2 5.000	48.63	0.00	1215.8	0.0
161	3150. 000	2 5.000	60.39	0.00	1509.9	0.0
162	3175. 000	1 2.825	73.25	0.00	939.4	0.0
163	3175. 650	1 2.500	73.60	0.00	920.0	0.0
164	3200. 000	2 4.675	90.35	0.00	2229.0	0.0
165	3225. 000	2 1.325	106.6 3	0.00	2273.5	0.0
166	3242. 650	1 2.500	121.0 9	0.00	1513.2	0.0
167	3250. 000	1 6.175	127.9 0	0.00	2067.9	0.0
168	3275. 000	1 5.819	160.3 5	0.00	2534.3	0.0
169	3281. 639	1 2.500	170.9 4	0.00	2134.6	0.0

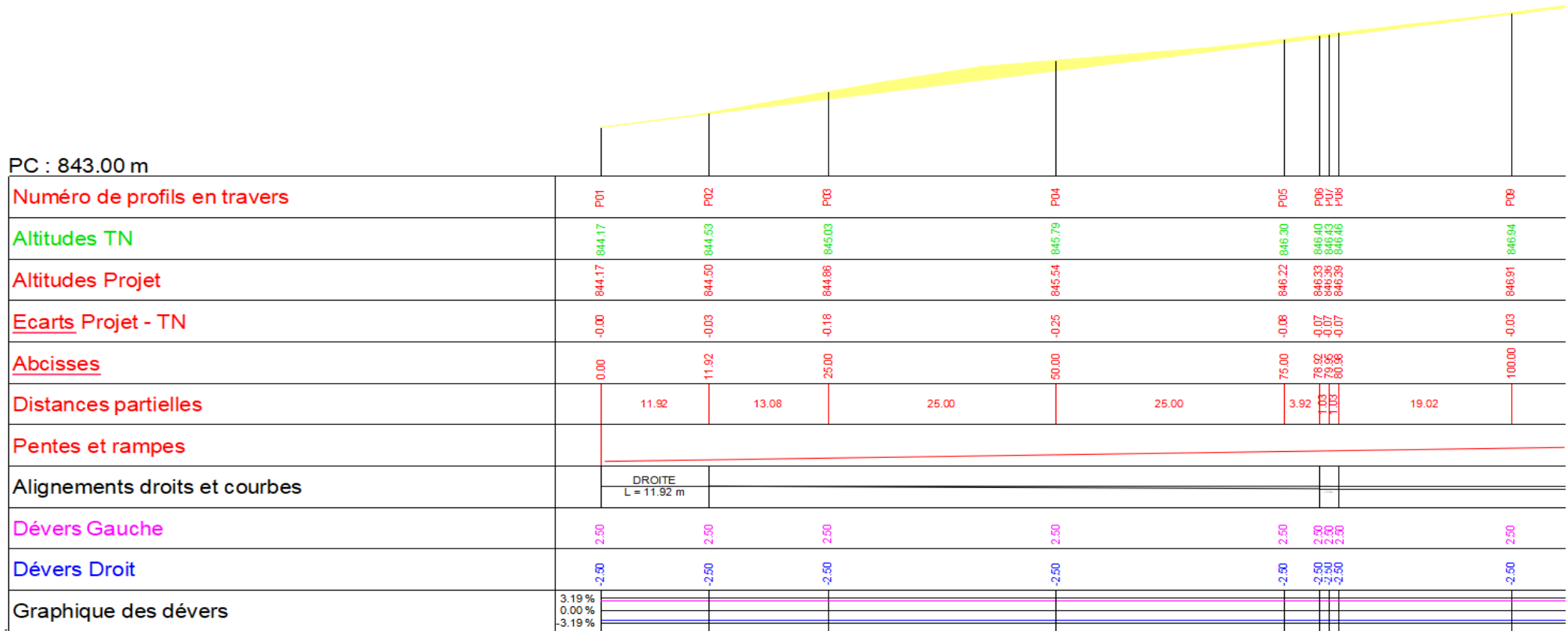
170	3300. 000	9.494	1 7	192.2 7	0.00	3745.6	0.0
171	3320. 628	2.500	1	202.7 4	0.00	2533.6	0.0
172	3325. 000	4.686	1	201.7 3	0.00	2962.0	0.0
173	3350. 000	5.000	2	197.5 9	0.00	4939.6	0.0
174	3375. 000	8.814	1	180.6 7	0.00	3399.3	0.0
175	3387. 628	2.500	1	171.9 4	0.00	2149.2	0.0
176	3400. 000	8.686	1	163.4 9	0.00	3055.0	0.0
177	3425. 000	5.000	2	151.6 3	0.00	3790.7	0.0
178	3450. 000	5.000	2	137.2 6	0.00	3431.5	0.0
179	3475. 000	5.000	2	123.1 5	0.00	3078.7	0.0
180	3500. 000	5.000	2	104.8 1	0.00	2620.3	0.0
181	3525. 000	5.000	2	86.10	0.00	2152.5	0.0
182	3550. 000	5.000	2	69.89	0.00	1747.2	0.0
183	3575. 000	4.955	2	53.59	0.00	1337.2	0.0
184	3599. 910	2.500	1	39.11	0.00	488.8	0.0
185	3600. 000	2.545	1	39.06	0.00	490.0	0.0
186	3625. 000	5.000	2	27.16	0.00	679.1	0.0
187	3650. 000	5.000	2	18.47	0.00	461.7	0.0
188	3675. 000	5.000	2	13.11	0.00	327.7	0.0
189	3700. 000	5.000	2	10.75	0.00	268.8	0.0
190	3725. 000	5.000	2	10.51	0.00	262.6	0.0
191	3750. 000	5.000	2	12.43	0.00	310.8	0.0
192	3775. 000	5.000	2	15.20	0.00	380.0	0.0
193	3800. 000	5.000	2	17.65	0.00	441.3	0.0
	3825.		2	19.96	0.00	499.1	0.0

194	000	5.000				
195	3850. 000	2 5.000	22.83	0.00	570.7	0.0
196	3875. 000	2 5.000	25.45	0.00	636.2	0.0
197	3900. 000	2 5.000	27.08	0.00	676.9	0.0
198	3925. 000	2 5.000	29.07	0.00	726.7	0.0
199	3950. 000	2 5.000	32.02	0.00	800.4	0.0
200	3975. 000	2 5.000	34.64	0.00	865.9	0.0
201	4000. 000	2 5.000	37.67	0.00	941.8	0.0
202	4025. 000	2 5.000	41.19	0.00	1029.9	0.0
203	4050. 000	2 5.000	44.24	0.00	1106.0	0.0
204	4075. 000	2 5.000	46.76	0.00	1168.9	0.0
205	4100. 000	2 5.000	49.61	0.00	1240.2	0.0
206	4125. 000	2 5.000	53.07	0.00	1326.8	0.0
207	4150. 000	2 5.000	57.33	0.00	1433.2	0.0
208	4175. 000	2 5.000	60.88	0.00	1522.0	0.0
209	4200. 000	2 5.000	64.44	0.00	1611.0	0.0
210	4225. 000	2 5.000	70.42	0.00	1760.6	0.0
211	4250. 000	2 5.000	72.89	0.00	1822.3	0.0
212	4275. 000	2 5.000	75.46	0.00	1886.6	0.0
213	4300. 000	2 5.000	79.24	0.00	1981.0	0.0
214	4325. 000	2 5.000	84.58	0.00	2114.5	0.0
215	4350. 000	2 5.000	90.39	0.00	2259.7	0.0
216	4375. 000	2 5.000	96.65	0.00	2416.1	0.0
217	4400. 000	2 5.000	103.9 5	0.00	2598.8	0.0
218	4425. 000	2 5.000	110.4 2	0.00	2760.5	0.0

219	4450. 000	2 3.275	115.3 6	0.00	2684.9	0.0
220	4471. 550	1 2.500	120.0 9	0.00	1501.1	0.0
221	4475. 000	1 4.225	120.8 8	0.00	1719.5	0.0
222	4500. 000	2 5.000	126.1 0	0.00	3152.6	0.0
223	4525. 000	2 5.000	130.7 8	0.00	3269.4	0.0
224	4550. 000	2 5.000	135.4 3	0.00	3385.7	0.0
225	4575. 000	2 5.000	139.8 4	0.00	3496.1	0.0
226	4600. 000	2 5.000	142.3 2	0.00	3558.0	0.0
227	4625. 000	2 5.000	144.5 2	0.00	3613.0	0.0
228	4650. 000	2 5.000	157.8 7	0.00	3946.9	0.0
229	4675. 000	2 5.000	163.8 3	0.00	4095.7	0.0
230	4700. 000	2 5.000	168.8 4	0.00	4220.9	0.0
231	4725. 000	2 5.000	175.7 8	0.00	4394.6	0.0
232	4750. 000	2 5.000	185.0 5	0.00	4626.1	0.0
233	4775. 000	2 5.000	195.0 9	0.00	4877.2	0.0
234	4800. 000	2 5.000	205.7 4	0.00	5143.6	0.0
235	4825. 000	2 5.000	214.5 1	0.00	5362.9	0.0
236	4850. 000	2 5.000	222.1 7	0.00	5554.3	0.0
237	4875. 000	2 0.470	231.3 9	0.00	4736.5	0.0
238	4890. 940	1 2.500	238.4 8	0.00	2981.0	0.0
239	4900. 000	1 3.190	241.8 3	0.00	3189.7	0.0
240	4917. 321	1 2.500	248.4 9	0.00	3105.6	0.0
241	4925. 000	1 6.340	251.5 6	0.00	4109.1	0.0
242	4950. 000	1 2.986	259.6 7	0.00	3368.6	0.0
	4950.	0	260.0	0.00	157.5	0.0

243	973	.606	3			
244	4951. 213	0 .240	260.1 2	0.00	62.4	0.0
245	4951. 453	1 1.894	260.2 1	0.00	3091.4	0.0
246	4975. 000	1 6.826	270.7 4	0.00	4553.2	0.0
247	4985. 105	1 2.500	279.8 3	0.00	3497.9	0.0
248	5000. 000	1 3.190	284.1 5	0.00	3747.9	0.0
249	5011. 486	1 2.500	287.9 7	0.00	3599.6	0.0
250	5025. 000	1 6.323	291.3 0	0.00	4754.8	0.0
251	5044. 131	9 .565	296.9 5	0.00	2840.4	0.0
					141206	41224.9

PC : 843.00 m



CovLogo_Noir_sur_Fond_blanco.jpg

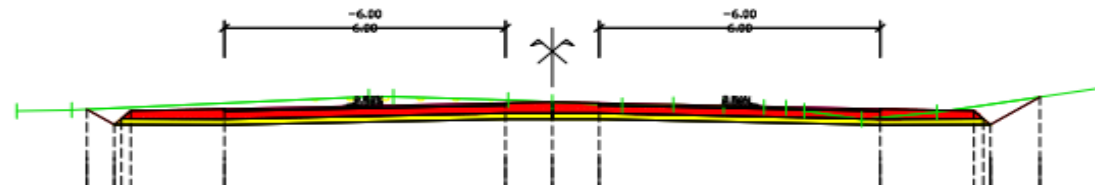
Profil dessiné par AutoPISTE

- Déblai
- BB CHAUSSEE
- FONDATION
- GB2

Axe : Axe 02
 Profil n°: P01
 Abscisse : 0.00 m
 Echelle des longueurs : 1/150
 Echelle des altitudes : 1/150

Dévers Gauche 2.50 %
 Dévers Droite -2.50 %
 X= 416722.36
 Y= 3940396.14
 Gisement : 242.87 gr

PC : 842.00 m



Altitudes TN	-11.43	-10.26	-3.92	-3.39	-0.94	0.00	1.49	2.58	3.66	4.52	4.99	5.38	6.61	8.21	11.91
Distances à l'axe TN	-11.43	-10.26	-3.92	-3.39	-0.94	0.00	1.49	2.58	3.66	4.52	4.99	5.38	6.61	8.21	11.91
Altitudes Projet		843.99	843.60	843.60	843.60	844.00							844.00	843.95	843.60
Distances à l'axe Projet		-9.93	-9.35	-9.35	-9.35	-7.00							7.00	9.00	9.35
Distances partielles Projet		0.58	0.58	0.58	0.58	2.00				6.00			2.00	0.58	0.58
Distances à l'axe Arase		-9.93	-9.35	-9.35	-9.35	-7.00							7.00	9.35	10.41
Altitude Arase		843.99	843.60	843.60	843.60	844.00							844.00	843.95	843.60

Date : 18/05/2025

Fichier : REBHI (1)0222

