

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

UNIVERSITÉ IBN KHALDOUN DE TIARET



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

DEPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Travaux Publics

Option : V.O.A

Présenté par :

NACHET KHALIL

SEHANINE FAROUK

Sujet du mémoire :

**Etude technique de dédoublement de la route nationale (RN 23)
entre GUERTOUGA et limite wilaya de RELIZANE sur 7Km du
PK 102+000 au PK 109+000 à l'aide du logiciel Autopiste**

Soutenu publiquement le 24/06/2025 devant le jury composé de :

M. MIMOUNI Mohamed	Président
M. ABADA Ghanem	Rapporteur
M. BENYAMINA Abdelrahmane	Examineur
Mme. KHARROUBI Lamia	Examineur
M. KLOUCHE DJEDID Ibrahim	Examineur

PROMOTION : 2024/2025

Remerciements

Nous adressons, avant toute chose, nos plus sincères remerciements à ALLAH, le tout puissant, qui nous a donné la force, la persévérance et la patience nécessaires à l'accomplissement de ce travail dans les meilleures conditions.

Ce mémoire n'aurait pas vu le jour sans l'appui et l'engagement de nombreuses personnes, que nous tenons ici à remercier.

Nous exprimons notre profonde gratitude à **M. ABADA GHANEM** pour son encadrement de qualité, ses conseils, sa disponibilité, ainsi que pour la confiance qu'il nous a accordée tout au long de ce travail. Son accompagnement a été déterminant dans la réalisation de ce mémoire.

Nous adressons également nos remerciements à l'ensemble des professeurs et membres de l'équipe pédagogique de l'Université Ibn Khaldoun, pour la qualité de l'enseignement dont nous avons bénéficié tout au long de notre formation.

Nous adressons aussi une pensée reconnaissante à nos familles, pour leur soutien indéfectible et les nombreux sacrifices afin de nous permettre de poursuivre et achever nos études dans les meilleures conditions.

Nos remerciements les plus sincères vont aux membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer notre travail, ainsi que pour l'intérêt qu'ils y ont porté.

Enfin, nous remercions toutes celles et ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

La vie avance assez vite.

Parfois, on ne connaît jamais la valeur d'un moment jusqu'à ce qu'il devient un souvenir.

Il n'y a rien qui puisse exprimer ma joie et mon bonheur à la fin de mon long parcours scolaire. Et peut-être que ce n'est pas une fin, mais plutôt le début d'une aventure encore plus belle.

Je consacre ce travail à :

À mes chers parents, pour leurs sacrifices, leur encouragement, leur patience et leur soutien inconditionnel depuis mon enfance. J'espère de tout cœur avoir été une source de fierté pour vous à travers mon parcours scolaire et ma réussite.

À mes frères et ma sœur, pour leur soutien et leurs encouragements. Leur expérience m'a énormément aidé dans mon parcours, et grâce à leurs rires et leur façon d'alléger les difficultés de la vie, ils ont mis un sourire dans ma vie.

À mes amis et à tous ceux que j'ai connus durant mes années universitaires, pour les moments partagés, le soutien et les souvenirs inoubliables. Chacun d'entre vous a marqué mon parcours d'une manière unique et précieuse.

À chaque professeur qui a participé et contribué à mon éducation, je vous suis profondément reconnaissant pour votre savoir, votre patience et votre dévouement. Vos enseignements ont façonné mon parcours et nourri mon ambition.

NACHET KHALIL

Dédicaces

« *Vivre, c'est s'épanouir* »

Ces mots traduisent parfaitement ce que représente pour moi ce parcours une aventure humaine.

Ce mémoire n'est pas seulement un aboutissement académique, c'est aussi une trace de tout ce qui m'a permis de grandir.

Je remercie mes parents d'avoir été à mes côtés à chaque étape de ce parcours.

Je leur suis profondément reconnaissant pour leur patience envers moi, merci pour leurs conseils, leurs sacrifices, leur gentillesse.

À ma petite sœur, merci d'avoir toujours été là avec ton sourire, ta joie et ton affection simple, ta présence a été un vrai réconfort tout au long de ce chemin.

À mes amis, merci pour votre soutien et vos encouragements.

À mes professeurs, vous avez été bien plus que des enseignants : une véritable famille intellectuelle.

C'était un honneur d'être votre étudiant, et je vous remercie sincèrement pour votre encadrement, votre exigence et votre bienveillance.

Merci à tous, du fond du cœur.

SEHANINE FAROUK

Résumé

Notre projet de fin d'étude porte sur les infrastructures de transport, en particulier les routes. Ces infrastructures jouent un rôle essentiel dans le développement économique et social. Le travail que nous présentons concerne l'élargissement d'un tronçon de la Route Nationale n°23 (RN23), qui connaît actuellement une saturation importante du trafic, le réseau routier national assure à lui seul près de 90 % du volume des échanges, ce qui accentue la pression sur les axes principaux.

Dans ce cadre, nous avons réalisé une étude de dédoublement sur une section de 7 km, allant du PK 102+000 au PK 109+000, afin d'alléger la charge de circulation et d'améliorer la fluidité du trafic sur ce tronçon.

Ce projet de dédoublement étant nécessaire, compte tenu de :

- L'importance de la route existante qui doit supporter l'intensité du trafic actuel.
- Des différentes activités économiques, commerciales et sociales de la région et la demande croissante en matière de transport de marchandises qui traverse cet axe.

Mots clés : Infrastructure, Trafic, Dédoublement, Chaussée.

Abstract

Our final year project focuses on transport infrastructure, particularly roads. These infrastructures play a vital role in economic and social development.

The work we present concerns the widening of a section of National Road No.23 (RN23), which is currently experiencing significant traffic congestion. The national road network alone handles nearly 90% of the volume of exchanges, increasing the pressure on major routes.

In this context, we carried out a duplication study over a 7 km section, from PK 102+000 to PK 109+000, in order to reduce traffic load and improve flow on this strategic stretch.

This duplication project is necessary given:

- The importance of the existing road, which must accommodate the current traffic intensity.
- The various economic, commercial, and social activities in the region, as well as the growing demand for freight transport along this route.

Keywords: Infrastructure, Traffic, Duplication, Roadway.

يركز مشروع تخرجنا على البنى التحتية للنقل، وخاصة الطرق. إذ تلعب هذه البنى دوراً أساسياً في التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

يتناول العمل الذي نقدمه توسيع مقطع طريقي يشهد حالياً ازدحاماً مرورياً كبيراً. إذ أن الشبكة الطرقية الوطنية تؤمن وحدها حوالي 90% من حجم المبادلات، مما يزيد الضغط على المحاور الرئيسية.

وفي هذا السياق، قمنا بدراسة مشروع ازدواجية لمقطع طوله 7 كيلومترات، من النقطة الكيلومترية 102+000 إلى 109+000، بهدف تخفيف الضغط المروري وتحسين انسيابية الحركة على هذا المقطع الحيوي.

هذا المشروع الخاص بازواجية الطريق ضروري نظراً لـ:

- أهمية الطريق الحالية التي يجب أن تتحمل كثافة حركة المرور الحالية.
- لأنشطة الاقتصادية والتجارية والاجتماعية المختلفة في المنطقة، بالإضافة إلى الطلب المتزايد على نقل البضائع عبر هذا المحور.

الكلمات المفتاحية: بنية تحتية، حركة مرور، ازدواجية، طريق.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	I
Dédicaces	II
Résumé	IV
TABLE DES MATIERES	VI
LISTE DES TABLEAUX	XI
LISTE DES FIGURES	XII
INTRODUCTION GENERALE.....	2

CHAPITRE I : PRESENTAION DU PROJET

I.1 Présentation du projet :	5
I.2 Présentation de la wilaya de Tiaret :	5
I.3 Cadre géologique général :	5
I.4 Levé topographique du projet :	6
I.5 Localisation du projet :	6
I.6 Objectif :	6

CHAPITRE II : ETUDE CINEMATIQUE

II.1 Etude du trafic :	9
II.1.1 Introduction :	9
II.1.2 Analyse du trafic :	9
II.1.3 Types de trafics :	9
II.1.4 Modèles de présentation de trafic :	10
II.1.5 Calcul de la capacité :	10
II.1.5.1 Définition de la capacité :	10
II.1.5.2 Projection future du trafic :	11
II.1.5.3 Calcul de trafic effectif :	11

II.1.5.4 Débit de point horaire normal :	12
II.1.5.5 Débit horaire admissible :	12
II.1.5.6 Détermination nombre des voies :	13
II.2 Paramètres de bases d'un projet de route :	16
II.2.1 Classification des routes :	16
II.2.1.1 Classification administrative :	16
II.2.1.2 Classification technique :	17
II.2.1.3 Application ou projet :	20
II.2.2 Vitesse de référence :	20
II.2.2.1 Le choix de la vitesse de référence :	20
II.2.3 Paramètre cinématique de la route :	21

CHAPITRE III : ETUDE GEOMETRIQUE

III.1 Tracé en plan :	27
III.1.1 Définition :	27
III.1.2 Règles à respecter dans le tracé en plan :	27
III.1.3 Les éléments du tracé en plan :	27
III.1.3.1 Les Alignement droits :	28
III.1.3.2 Les arcs de cercle :	28
III.1.3.3 Courbes de raccordement :	31
III.1.4 Combinaison des éléments du tracé en plan :	34
III.1.5 La conception du tracé en plan (Application au projet) :	35
III.1.5.1 Analyse comparative des variantes du tracé et choix de la variante :	36
III.1.5.2 Grille d'évaluation :	36
III.2 Profil en long :	37
III.2.1 Définition :	37
III.2.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :	37

III.2.3 Les éléments de composition du profil en long :	38
III.2.4 Déclivités :	38
III.2.4.1 Déclivité Minimum :	39
III.2.4.2 Déclivité maximum :	39
III.2.5 Raccordements en profil en long :	39
III.2.5.1 Raccordement convexes (angle saillant) :	40
III.2.5.2 Raccordements concaves (angle rentrant) :	41
III.3 Profil en travers :	41
III.3.1 Définition :	41
III.3.2 Les éléments constitutifs du profil en travers :	42
III.3.3 Application au projet :	45

**CHAPITRE IV : ETUDE GEOTECHNIQUE ET
DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE
CHAUSSEE**

IV.1 Etude géotechnique :	47
IV.1.1 Introduction :	47
IV.1.2 Les différents essais en laboratoire :	47
IV.1.2.1 Les essais d'identification :	47
IV.1.2.2 Les essais mécaniques :	47
IV.1.3 Les résultats des essais :	49
IV.2 DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE :	49
IV.2.1 Introduction :	49
IV.2.2 Définition de la chaussée :	50
IV.2.3 La constitution d'une chaussée :	50
IV.2.4 Les différents types de chaussées :	51
IV.2.4.1 Chaussée souple :	51
IV.2.4.2 Chaussée semi-rigide :	51

IV.2.4.3 La chaussée rigide :.....	52
IV.3 Méthodes de dimensionnement.....	52
IV.3.1 Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée :	52
IV.3.2 Méthodes de dimensionnement :	54
IV.3.2.1 Dimensionnement selon la méthode C.B.R. (California Bearing Ratio) :.....	54

CHAPITRE V : CALCUL DE CUBATURES

V.1 Définition :	58
V.2 Méthodes de calcul des cubatures :	58
V.2.1 Méthode de la moyenne des aires :	58
V.2.2 Méthode classique :	60
V.2.2.1 Méthode de GULDEN :	60
V.2.2.2 Méthode linéaire :	61
V.3 Application au projet :	61

CHAPITRE VI : OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

VI.1 Introduction :	63
VI.2 Objectif d'assainissement :	63
VI.3 Ouvrages d'assainissement de la chaussée :	64
VI.4 Définition des termes hydrauliques :	65
VI.5 Ouvrages d'évacuation :	66
VI.6 Dimensionnement des ouvrages d'assainissement :	67
VI.6.1 Dimensionnement des fossés :	67
VI.6.2 Dimensionnement des ouvrages traversés :	68

CHAPITRE VII : SIGNALISATION

VII.1 Introduction :	70
----------------------------	----

VII.2 Objectifs de la signalisation routière :	70
VII.3 Règles à respecter pour la signalisation :.....	70
VII.4 Catégories de signalisation :	70
VII.5 Types de signalisation :.....	71
VII.5.1 Signalisation verticale :.....	71
VII.5.2 Signalisation horizontale :.....	72
VII.5.2.1 Les caractéristiques générales des marques horizontales :.....	75
DEVIS QUANTATIF ET ESTIMATIF	77
CONCLUSION GENERALE	79
REFERENCE BIBIOGRAPHIQUE	81
ANNEXES	82

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : Coefficient d'équivalence (P).	11
Tableau II.2 : Valeur de K1.	12
Tableau II.3 : Valeur de K2.	12
Tableau II.4 : Valeur de la capacité théorique.	13
Tableau II.5 : Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée moyenne.	18
Tableau II.6 : Environnement de la route.	19
Tableau II.7 : Vitesse de référence.	20
Tableau II.8 : f_l en fonction de l'état de la chaussée et des pneus.	22
Tableau II.9 : Coefficient de frottement longitudinal en fonction de vitesse.	22
Tableau II.10 : Distance de visibilité de dépassement normale et minimale.	25
Tableau III.1 : Tableau de Coefficient de frottement transversal.	30
Tableau III.2 : Rayon en plan et dévers associé selon B40.	31
Tableau III.3 : Tableau comparatif des variantes de tracé routier.	36
Tableau III.4 : Grille d'évaluation.	37
Tableau III.5 : Déclivité maximum.	39
Tableau IV.1 : Classe de portance des sols.	53
Tableau IV.2 : Epaisseurs totale de corps de chaussée en fonction du trafic.	55
Tableau IV.3 : Coefficients d'équivalence de matériaux.	55
Tableau IV.4 : Correspondance des épaisseurs.	56
Tableau V.1 : Tableau récapitulatif.	61
Tableau VI.1 : Emplacement des ouvrages existants.	68
Tableau VII.1 : Caractéristiques des lignes discontinues.	75

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya de Tiaret.....	5
Figure I.2 : Photo Satellitaire de la zone du projet.	6
Figure I.3 : Photos du tracé de notre projet routier sur la RN23.....	7
Figure II.1 : Synthèse du comptage réalisé en 2019.	14
Figure II.2 : Dénivelée cumulée.	18
Figure II.3 : Définition de la sinuosité.....	19
Figure II.4 : La distance d'arrêt.	23
Figure II.5 : Distance de sécurité.	24
Figure III.1 : les éléments de tracé en plan.....	28
Figure III.2 : Stabilité en courbe.	29
Figure III.3 : Les éléments de la Clothoïde.	32
Figure III.4 : Courbe en S.....	34
Figure III.5 : Courbe à sommet.	34
Figure III.6 : Courbe en ovale	35
Figure III.7 : Courbe en C.	35
Figure III.8 : Extrait du tracé en plan de la variante retenue.	35
Figure III.9 : Visibilité au sommet.	41
Figure III.10 : Profil en long de la variante retenue.	41
Figure III.11 : Différents profil en travers type.	42
Figure III.12 : Les éléments constitutifs du profil en travers.	45
Figure IV.1 : Constitution d'une chaussée.....	50
Figure IV.2 : Chaussée souple.	51
Figure IV.3 : Chaussée semi-rigide.	52
Figure IV.4 : Chaussée rigide.	52
Figure IV.5 : La structure de la chaussée adoptée.....	56
Figure V.1 : Formule des trois niveaux.....	59
Figure V.2 : Profil adopté pour tracé en long.....	59
Figure V.3 : Méthode de GULDEN et méthode linéaire.	61
Figure VI.1 : Assainissement de la plate-forme.	66
Figure VI.2 : Profil en travers d'un fossé.	67
Figure VII.1 : Les signaux de danger.	71
Figure VII.2 : Différents signaux de la prescription absolue.....	72

Figure VII.3 : Différents signaux de la signaux de la simple indication.....	72
Figure VII.4 : Ligne continue.	73
Figure VII.5 : Ligne discontinue.....	73
Figure VII.6 : Ligne mixte.....	74
Figure VII.7 : Les flèches de signalisation.	74
Figure VII.8 : Types de modulation.....	76

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Les infrastructures de transport constituent un pilier essentiel dans le développement économique social car elles rôle principale est garantir la liberté de déplacement des personnes et des biens, Il est admis que le transport routier joue un rôle fondamental qui affecte toutes les activités d'un pays parce qu'il est moteur dans tous les domaines du développement économique et social et qu'à l'échelle régionale et mondiale, En Algérie, le réseau routier national assure à lui seul près de 90 % du volume des échanges, dont la majeure partie est enregistré sur le réseau économique de base (routes nationales , chemins de wilaya et autoroutes).

Ce réseau routier contribue à :

- L'intégration régionale : en connectant les différentes régions et il réduit les disparités territoriales ce qui contribue à briser l'isolement des autres régions
- Renforcement de l'économie nationale : en facilitant le transport des marchandises car il soutient les activités industrielles, agricole et commerciales.
- L'amélioration du cadre de vie : les routes jouent un rôle majeur dans la qualité du cadre de vie que ce soit au niveau de l'esthétique ou la facilité aux accès aux service comme la santé, l'éducation.

Cependant, ce rôle moteur nécessite des efforts important en terme de maintenance et amélioration et modernisation, et parallèlement répondre aux besoins croissants et s'adapter aux standards internationaux.

Dans ce cadre, notre étude se concentre sur l'étude technique du dédoublement de la RN 23 sur 7 Km, entre GUERTOUFA et limite wilaya de RELIZANE du PK 102 au PK 109, un tronçon stratégique qui joue un rôle clé dans l'amélioration des réseaux routier et permet la fluidité du trafic et le développement socio-économique dans cette région.

Dans le but de réaliser efficacement cette étude, notre démarche a été organisée selon le plan de travail suivant :

- **Chapitre I** : Présentation du projet.
- **Chapitre II** : Etude cinématique.
- **Chapitre III** : Etude géométrique.
- **Chapitre IV** : Dimensionnement du corps de chaussée.
- **Chapitre V** : Calcul de cubatures.
- **Chapitre VI** : Ouvrages d'assainissement.

- **Chapitre VII** : Signalisations horizontales et vertical.

Enfin, ce travail se conclut par un **Devis quantitatif et estimatif** et une **Conclusion générale**.

CHAPITRE I :
PRESENTAION DU PROJET

I.1 Présentation du projet :

La Route Nationale RN23 débute de la wilaya de Mostaganem en passant par la RN4 à l'Ouest de Yellal jusqu'à l'Est de Relizane – Zemmoura – Mendes – Rahouiya – Tiaret – Sougueur – Ain deheb – Aflou - Laghouat.

La partie totale du projet appartenant à la Wilaya de Tiaret, entre Guertoufa et limite wilaya de Relizane. Vue l'augmentation du Trafic d'une façon vertigineuse, ce qui a incité le ministère des travaux publics à dédoubler cette route urgemment

I.2 Présentation de la wilaya de Tiaret :

La wilaya de Tiaret est située à l'ouest de l'Algérie, elle est délimitée, **Figure I.1** :

- au nord, par les wilayas de Tissemsilt et de Relizane.
- au sud, par les wilayas de Laghouat et de El Bayadh.
- à l'ouest, par les wilayas de Mascara et de Saïda.
- à l'est, par la wilaya de Djelfa.

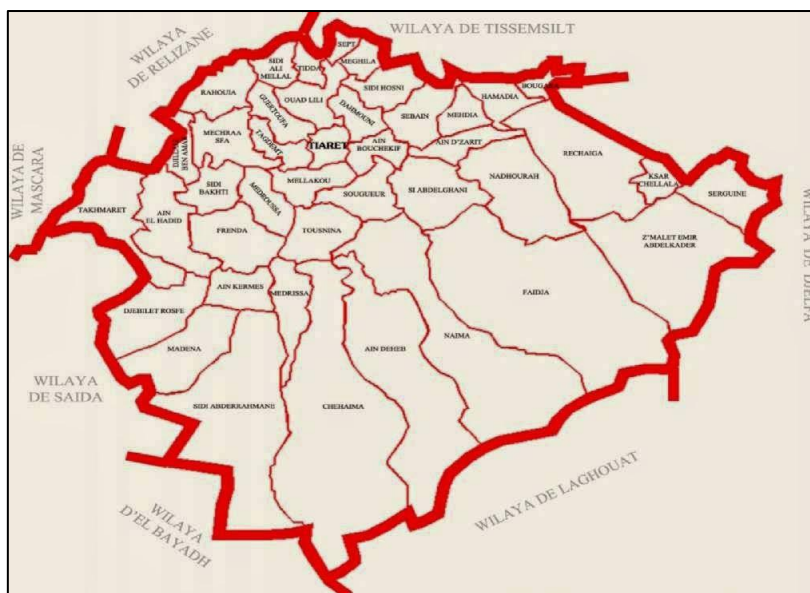


Figure I.1 : Situation géographique de la wilaya de Tiaret.

I.3 Cadre géologique général :

La région de Tiaret se trouve dans une vaste zone synclinale de l'ensellement tellien s'étendant du Sud-Ouest au Nord Est et rempli de dépôts carbonatés du méso- cénozoïque, la structure lithologique de cet ensellement tellien se caractérise par le développement de dépôts alluviaux meubles, les calcaires jurassiques et les grès, marnes miocène. Les formations géologiques constitutives sont d'origine marine et continentale dont l'âge s'étale du secondaire au quaternaire récent, faisant partie des hauts plateaux Oranais. La région de Tiaret est

constituée de dépôts autochtones faiblement tectoniques, ou les structures sont généralement des monts et des grabens de faible amplitude.

I.4 Levé topographique du projet :

Tout projet de route nécessite un document de base, qui est le plan topographique.

Ce plan doit représenter fidèlement le terrain, voir l'annexes.

- Il représente la forme du sol et des détails qui s'y trouvent, donc il reflète la réalité du Projet tel qu'il est avant conception.
- Le nivellement, partie nécessaire du levé, qui permet de donner une côte exacte des Points dans chaque profil.
- Il permet d'avoir un devis quantitatif plus exact.

I.5 Localisation du projet :

Notre tronçon se situe dans la wilaya de Tiaret et débute du PK 102+000 jusqu'au PK 109+000, **Figure I.3.**



Figure I.2 : Photo Satellitaire de la zone du projet.

I.6 Objectif :

L'objectif principale de Cette étude est améliorer l'aménagement routier de la route Nationale RN23 de telle sorte à augmenter le niveau de service et de sécurité des usagers.

Notre objectif principal consiste à faire la conception de dédoublement d'un tronçon routier de la route nationale RN23 sur 07 Km du PK 102+000 au PK 109+000 en utilisant le logiciel Autopiste.

Le dédoublement en question doit se faire à gauche ou à droite de la chaussée existante et d'assurer un renforcement de 8 cm en béton bitumineux de cette dernière afin de minimiser les couts de réalisation, **Figure I.4.**



Figure I.3 : Photos du tracé de notre projet routier sur la RN23.

CHAPITRE II :
ETUDE CINEMATIQUE

II.1 Etude du trafic :

II.1.1 Introduction :

Dans le domaine de infrastructures routières l'étude de trafic est une phase indispensable pour chaque projet, elle comprendre analyse de trafic car le mouvement et des volumes de trafic, cette étude plus important dans le cadre de planification et les décisions stratégiques.

L'étude de trafic n'est pas seulement un outil d'analyse, mais aussi un levier stratégique pour créer des villes plus fluides et l'optimisation le plus conforte pour le trafic.

Cette conception repose sur de prévisions indispensable du trafic sur les réseaux routiers, elle est nécessaire pour :

- Déterminer les spécifications techniques de chaque segment de la route pour que le réseau s'adapte aux volumes et aux types de circulation.
- Évaluer l'impact économique et leur valeur des projets routiers.
- Évaluer les frais de maintenance du réseau routier, lesquels varient en fonction du niveau de trafic.
- Estimer les coûts et le dimensionnement de la route en fonction du volume de circulation des poids lourds.

II.1.2 Analyse du trafic :

Pour obtenir des informations variées sur le trafic a un point précis et a un moment ainsi qu'en termes de volume et la nature de trafic, il est convenable de réaliser des différents méthodes et techniques pour collectée ces informations.

Les éléments de ces analyses sont :

- La statistique générale.
- Le comptage sur route (manuel et automatique).
- Les enquêtes de circulation.

II.1.3 Types de trafics :

- 1) **Trafic normal** : C'est un trafic actuel sur l'ancien aménagement sans prendre en considération le trafic du moderne projet.

- 2) **Trafic dévie** : C'est le trafic génère par l'attraction de la nouvelle route aménagée, la dérivation traduit simplement le transfert des flux existants entre différentes alternatives permettant d'atteindre la même destination.
- 3) **Trafic induit** : C'est le trafic qui résulte des nouveaux déplacements des personnes vers d'autres destinations en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier en même temps l'augmentation de production et de vente due à une facilité par le nouvel aménagement routier.
- 4) **Trafic total** : C'est la somme du trafic induit et du trafic dévie sur le nouvel aménagement.

II.1.4 Modèles de présentation de trafic :

Dans le cadre de l'étude de la prévision de trafic, la première étape consiste identifier des groupes de flux de trafic et classer les réseaux routiers en fonction des rôles qu'il remplit, tout en identifiant les problèmes liés à l'écoulement de trafic

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

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

II.1.5 Calcul de la capacité :

II.1.5.1 Définition de la capacité :

C'est le nombre maximal de véhicules peuvent circuler en heure ou à point spécifique ou une section homogène de la route dans une ou deux directions, tout en respectant ses caractéristiques géométriques et de circulation sur une période donnée, la capacité dépend :

- Des conditions de trafic et météorologiques.
- Des caractéristiques géométriques de la section considérée car le nombre et la largeur des voies.
- Les caractéristiques de trafic car le pourcentage de poids lourd et le type d'utilisateurs.
- L'état général et la qualité de la chaussée l'infrastructure.

II.1.5.2 Projection future du trafic :

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

$$\mathbf{TJMA}_h = \mathbf{TJMA}_0 \times (1 + \tau)^n$$

Avec :

\mathbf{TJMA}_h : le trafic à l'année horizon.

\mathbf{TJMA}_0 : le trafic à l'année de référence.

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

n : nombre d'année.

II.1.5.3 Calcul de trafic effectif :

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particuliers (UVP) en fonction de type de la route et de l'environnement.

Pour ce faire on utilise des coefficients à d'équivalence pour convertir le poids lourd (PL) en (UVP).

Le trafic effectif est donné par la formule suivant :

$$\mathbf{T}_{\text{eff}} = [(1 - Z) + P \cdot Z] \times \mathbf{TJMA}_h$$

Avec :

\mathbf{T}_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (UVP/J).

Z : pourcentage de poids lourd (%).

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, **Tableau II.1**.

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

Environnement Routes	E1	E2	E3
	2 voies	3	6
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

II.1.5.4 Débit de point 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 suivant :

$$Q = (1/n) \times T_{\text{eff}}$$

Avec :

Q : débit de point horaire (UVP/h).

n : nombre d'heure, (en général n = 8 heures).

II.1.5.5 Débit horaire admissible :

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

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

Avec :

K₁ : coefficient lié à l'environnement, **Tableau II.2**.

K₂ : coefficient de réduction de capacité, **Tableau II.3**.

C_{th} : capacité effective par voie, **Tableau II.4**.

Tableau II.2 : Valeur de **K₁**.

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K ₁	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau II.3 : Valeur de **K₂**.

Environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
E ₁	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E ₂	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E ₃	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

Tableau II.4 : Valeur de la capacité théorique.

Type de voies	Capacité théorique (UVP/h)
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200
Route à chaussées séparées	1500 à 1800

II.1.5.6 Détermination nombre des voies :

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

II.1.6 Application au projet :

❖ Données de trafic :

- Le taux d'accroissement annuel du trafic = 4%.
- Le pourcentage du poids lourds PL = 31%.
- L'année de mise en service sera 2026.
- Vitesse de référence : 80 Km/h.
- Le trafic à l'année 2019 $TJMA_{2019} = 4243$ V/J, **Figure II.1.**
- La durée de vie de projet est de 20 ans.



Figure II.1 : Synthèse du comptage réalisé en 2019.

❖ **Projection future de trafic :**

L'année de mise en service 2026

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

Avec :

$TJMA_h$: trafic à l'horizon (année de mise en service 2026)

$TJMA_0$: trafic à l'année zéro (origine 2046).

$$TJMA_{2026} = TJMA_{2019} \times (1 + \tau)^7$$

$$TJMA_{2026} = 4243 \times (1 + 0.04)^7 = 5583,498 \text{ V/J}$$

$$TJMA_{2026} = 5583,498 \text{ V/J}$$

$$TJMA_{2046} = TJMA_{2026} \times (1 + \tau)^{20}$$

$$TJMA_{2046} = 5583,498 \times (1 + 0.04)^{20} = 12234,132 \text{ V/J}$$

$$TJMA_{2046} = 12234,132 \text{ V/J}$$

❖ **Calcul du trafic effectif actuel :**

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

Avec :

$Z = 31 \%$.

$P = 3 \text{ PL/UVP}$ (environnement E_1 et 2 voies).

$$T_{\text{eff}2026} = [(1 - 0.31) + 3 \times 0.31] \times 5583,498 = 9045,266 \text{ UVP/J}$$

$$T_{\text{eff}2026} = 9045,266 \text{ UVP/J}$$

$$T_{\text{eff}2046} = [(1 - 0.31) + 3 \times 0.31] \times 12234,132 = 19819,293 \text{ UVP/J}$$

$$T_{\text{eff}2046} = 19819,293 \text{ UVP/J}$$

❖ **Débit de point horaire normal :**

$$Q = (1/n) \times T_{\text{eff}}$$

Avec :

n : en général 8 heures.

$$Q_{2026} = (1/8) \times 9045,266 = 1130,658 \text{ UVP/h}$$

$$Q_{2026} = 1130,658 \text{ UVP/h}$$

$$Q_{2046} = (1/8) \times 19819,293 = 2477,411 \text{ UVP/h}$$

$$Q_{2046} = 2477,411 \text{ UVP/h}$$

❖ **Débit horaire admissible :**

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

Avec :

K_1 : coefficient correcteur pris égal à 0.75 pour E_1 .

K_2 : Coefficient correcteur pris égal à 1.00 pour environnement (E_1) et catégorie (3).

Dans le cas de route à 2 voies de 3.5m la capacité théorique est : 1500 à 2000 UVP/h

On prend $C_{\text{th}} = 2000 \text{ UVP/h}$

$$Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1.00 \times 2000 = 1500 \text{ UVP/h}$$

$$Q_{\text{adm}} = 1500 \text{ UVP/h}$$

❖ **Détermination nombre des voies :**

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

Avec : $S = 2/3$

$$N = (2/3) \times (2477,411/1500) = 1,10 \approx 2$$

N = 2 voies/sens

❖ **Calcul de l'année de saturation de la voie :**

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

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

$$Q_{\text{saturation}} = Q_{2026} \times (1 + \tau)^n$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{Q_{\text{saturation}}}{Q_{2026}}\right)}{\ln(1 + 0.04)}$$

$$n = \frac{\ln\left(\frac{6000}{1130,658}\right)}{\ln(1+0.04)} = 42,55$$

n = 42 ans

Donc, l'année de saturation de la route est : 2026+42 = 2068

II.2 Paramètres de bases d'un projet de route :

II.2.1 Classification des routes :

Les infrastructures routières jouent un rôle crucial et stratégique dans le développement économique d'un pays.

Les routes peuvent être catégorisées administrativement en fonction de leur domanialité et techniquement selon la vitesse de référence, définie en fonction des conditions du terrain ou du trafic qu'elles accueillent, elles peuvent également être classées en fonction de leurs fonctions spécifiques ou des contraintes environnementales auxquelles elles sont soumises.

Les principales classifications les plus utilisées sont la classification administrative et la classification technique.

II.2.1.1 Classification administrative :

a) Les chemins communaux (C.C) :

Les chemins communaux regroupent l'ensemble des voies de circulation relevant du domaine routier public, ces voies à la fois imprescriptibles et inaliénables, assurent la connexion des villages au réseau routier principal, Ils peuvent se limiter à une seule commune et sont pris en charge par les collectivités locales pour leur entretien.

b) Les chemins de wilaya (C.W) :

Les chemins de wilaya qui assurent la desserte exclusive d'une wilaya ou les chemins départementaux reliant les réseaux routiers communaux au réseau national jouent un rôle essentiel dans la connectivité entre les infrastructures locales et les axes majeurs de transport, leurs constructions et leurs entretiens relevant de la responsabilité de la wilaya.

c) Les routes nationales (RN) :

Ces voies dédiées aux grandes circulations et d'intérêt national servent d'itinéraires inter-wilayas et supportent un trafic important, Leur entretien et leur gestion sont financés par le budget de l'État.

d) Autoroutes :

Ce sont des routes nationales appartenant à une catégorie particulière en généralement composées de deux chaussées unidirectionnelles séparées par un terre-plein central, elles ne comportent ni passages ni carrefours à niveau, Cependant, il existe des échangeurs, garantissant ainsi une circulation fluide et optimale pour un trafic important, avec des vitesses élevées.

II.2.1.2 Classification technique :

La norme B40 préconise l'utilisation d'infrastructures adaptées pour le développement des transports, tout en tenant compte des limitations budgétaires, grâce à une politique pragmatique de développement progressif.

A. Classification des routes selon la B40 :

Les routes algériennes sont classées en cinq (5) catégories correspondant au finalité économique et administrative de l'itinéraire par la politique d'aménagement du territoire.

Les cinq catégories sont :

- **Catégorie 1 :** Liaisons entre les grands centres économiques et les centres d'industries lourde considérés deux à deux, et liaisons de rabattement des centres d'industries de transformation vers le réseau de base.
- **Catégorie 2 :** Liaisons des pôles d'industries de transformation entre eux, et liaisons de raccordement de pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.
- **Catégorie 3 :** Liaisons des chefs-lieux de daïra et les chefs-lieux de wilaya, non desservis par le réseau précédent avec le réseau de catégorie 1 et catégorie 2.
- **Catégorie 4 :** Liaisons de tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1, 2 et 3 avec les chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- **Catégorie 5 :** Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

B. Environnement de la route :

Le rapport B40 sur les coûts d'aménagement et d'entretien propose trois classes d'environnement (E_1, E_2, E_3), chaque classe est définie par deux indicateurs principaux utilisés pour la caractérisation.

Les deux indicateurs sont :

- **Dénivelée cumulée moyenne au kilomètre ($\frac{h}{L}$)**
- **La sinuosité (σ)**

B.1 Dénivelée cumulée moyenne :

C'est la somme des dénivelées cumulées le long de l'itinéraire existant rapportée à la longueur de cet itinéraire, elle permet de mesurer la variation longitudinale du relief, **Figure II.2.**

$$\text{Relief} = \frac{\sum H_i}{\sum L_i} = \frac{\sum \text{dénivelées}}{\text{longueur développée}} = \frac{h}{L}$$

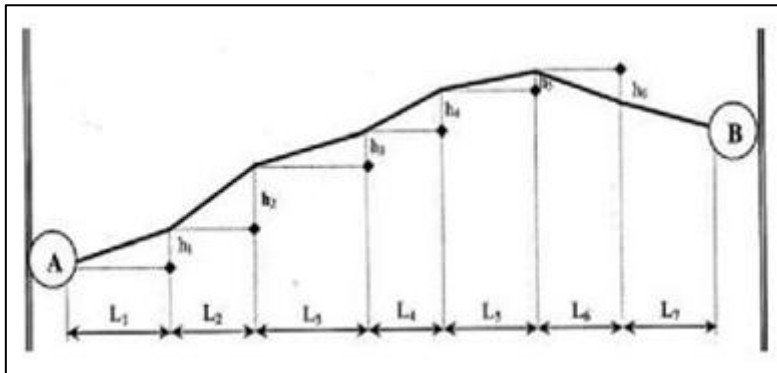


Figure II.2 : Dénivelée cumulée.

Le terrain peut être classé comme suivant, **Tableau II.5 :**

Tableau II.5 : Classification du relief en fonction de la dénivelée cumulée moyenne.

N° de code	classification	Dénivelée cumulée moyenne
1	Terrain plat	$\frac{h}{L} \leq 1.5\%$
2	Terrain vallonné	$1.5\% < \frac{h}{L} \leq 4\%$
3	Terrain montagneux	$4\% < \frac{h}{L}$

B.2 La sinuosité :

La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse sur la longueur totale de l'itinéraire, La longueur sinueuse est la longueur cumulée des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m, **Figure II.3.**

$$\sigma = \frac{L_s}{L_t}$$

Avec :

L_s : longueur sinueuse.

L_t : longueur totale.

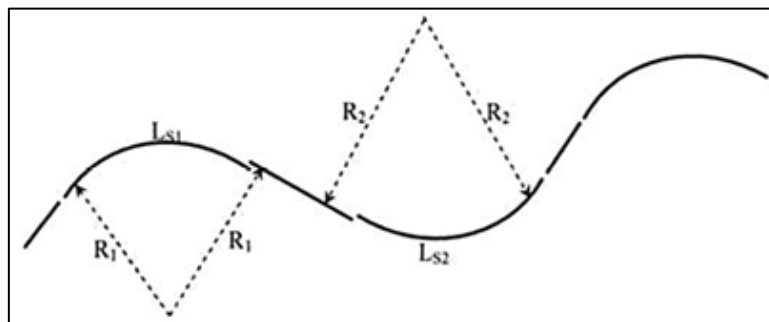


Figure II.3 : Définition de la sinuosité.

Si :

$\sigma \leq 0,1 \rightarrow$ Sinuosité faible.

$0,1 \leq \sigma \leq 0,3 \rightarrow$ Sinuosité moyenne.

$\sigma \geq 0,3 \rightarrow$ Sinuosité forte.

Selon les valeurs du relief et de la sinuosité, les classes d'environnement sont présentées dans le **Tableau II.6** :

Tableau II.6 : Environnement de la route.

	Sinuosité	faible	moyenne	forte
Relief				
Plat		E1	E2	
Vallonne		E2	E2	E3
Montagneux			E3	E3

II.2.1.3 Application ou projet :

Pour notre projet on a :

- **Pour le Dénivelée cumulée moyenne :**

$$\text{Relief} = \frac{\sum H_i}{\sum L_i} = \frac{\sum \text{dénivelées}}{\text{longueur développée}} = \frac{\text{altitude maximale} - \text{altitude minimale}}{\text{longueur}}$$

$$\text{Relief} = \frac{664,41 - 561,43}{6467,60} \times 100 = 1,5\% \leq 1,5\% \text{ Ce qui conduit à un terrain plat.}$$

- **Pour la sinuosité :**

Dans notre tracé, nous avons utilisés des rayons supérieurs à 200m ce qui implique que notre sinuosité est égale à 0, sinuosité faible.

À partir de ces résultats, nous concluons que notre route est classée dans un environnement E1.

II.2.2 Vitesse de référence :

La vitesse de référence désigne la vitesse praticable en tout point de la section concernée, elle est déterminée par les zones dont les caractéristiques géométriques sont les plus restrictives, ce qui permet de fixer les caractéristiques minimales d'aménagement de ces zones spécifiques, le choix de la vitesse de référence a une influence significative sur le coût global du projet.

Cependant, ce choix dépend de plusieurs critères :

- Caractéristique géométrique (les courbes, les pentes et largeur de la chaussée).
- Le genre du trafic (volume de trafic).
- Nature de usagers.

II.2.2.1 Le choix de la vitesse de référence :

La détermination de la vitesse de référence repose sur la catégorie et l'environnement de la route. Selon la norme B40, les valeurs de cette vitesse sont répertoriées en fonction de ces critères dans le **Tableau II.7** suivant :

Tableau II.7 : Vitesse de référence.

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

II.2.3 Paramètre cinématique de la route :

Ces éléments, liés à l'analyse du mouvement des véhicules, permettent de définir les distances indispensables à la conception du tracé du projet.

1) Temps perception réaction :

C'est le temps nécessaire au conducteur pour adopter les mesures nécessaires à sa sécurité dans différentes situations, cette durée dépend des caractéristiques du conducteur ainsi que du véhicule.

Les temps de perception-réaction jouent un rôle essentiel dans :

- Le freinage.
- Le dépassement.
- L'observation de la signalisation.

Selon les catégories et l'environnement dans B40, le temps perception-réaction est :

Catégories 1-2, Environnement (E1) et (E2) :

t = 1,8 s **pour V > 80 Km/h**

t = 2 s **pour V ≤ 80 Km/h**

Catégories 1-2, Environnement (E3) :

t = 1,8 s **quelle que soit V**

Catégories 3-4-5 :

t = 1,8 s **pour V > 60 Km/h**

t = 2 s **pour V ≤ 60 Km/h**

2) Distance de réaction :

C'est la distance parcourue pendant le temps de perception-réaction est donnée par :

$$d_0 = V \times t$$

d₀ : distance de réaction qui s'exprime en m.

V : la vitesse qui s'exprime en Km/h.

t : temps de perception-réaction qui s'exprime en s.

3) Distance de freinage :

La distance de freinage **d_f** est la distance parcourue pendant l'action de freinage, le véhicule passe durant cette distance d'une vitesse (V) à une vitesse nulle (V = 0), cette distance est déterminée à l'aide de l'expression suivante :

$$d_f = \frac{4}{1000} \times \frac{V^2}{f_L}$$

Dans le cas où le plan de freinage n'est pas horizontal, l'expression de (d_f) s'écrit sous la forme:

$$d_f = \frac{4}{1000} \times \frac{v^2}{f_L \pm \sin \alpha}$$

Si (i) exprime la tangente de (α) et puisque (α) est petit dans le cas des routes ($\sin \alpha = tg \alpha \approx i$)

$$d_f = \frac{4}{1000} \times \frac{v^2}{f_L \pm i}$$

Avec :

d_f : la distance de freinage s'exprime en m.

V : la vitesse de référence s'exprime en Km/h.

f_L : le coefficient de frottement longitudinal.

α : Angle d'inclinaison.

i : Déclivité de la route en %.

Remarque : Le coefficient (f_L) varie avec l'état de pneus et l'état de la chaussée comme il peut varier avec la vitesse du véhicule **Tableau II.8.**

Tableau II.8 : f_L en fonction de l'état de la chaussée et des pneus.

État de la chaussée et des pneus	f_L
Chaussée sèche, pneus en bon état	0,8 à 0,9
Chaussée mouillée, pneus en bon état	0,6 à 0,8
Chaussée mouillée, pneus en moyen état	0,3 à 0,4
Chaussée mouillée, pneus usés	0,1 à 0,2
Verglas, boue, etc.	0,05 à 0,1

Dans le tableau suivant le coefficient longitudinal en fonction des vitesses et des catégories

Tableau II.9 :

Tableau II.9 : Coefficient de frottement longitudinal en fonction de vitesse.

V (Km/h)	40	60	80	100	120	140
Catégorie 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
Catégorie 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	

4) Distance d'arrêt :

Il s'agit de la distance minimale requise pour immobiliser un véhicule circulant à la vitesse de référence, avant qu'il ne rencontre un obstacle situé sur son trajet, **Figure II.4**.

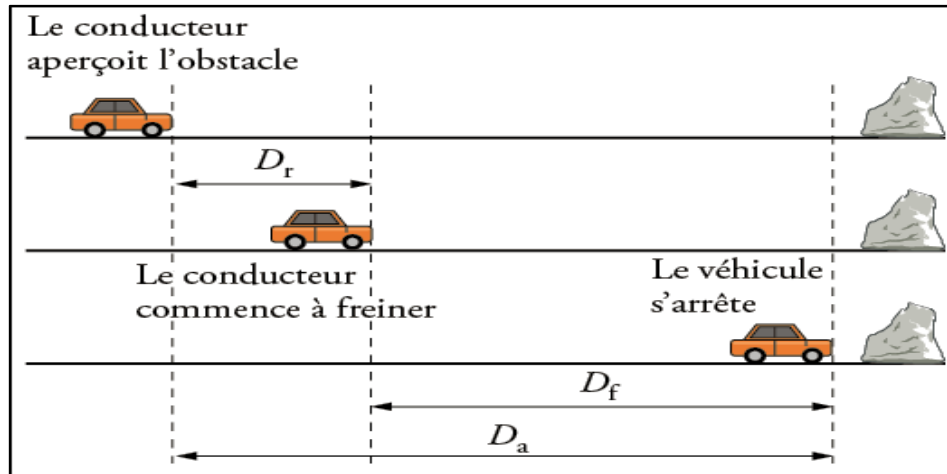


Figure II.4 : La distance d'arrêt.

$$d_a = d_0 + d_f$$

Avec :

d_a : La distance d'arrêt en m.

d_0 : La distance de réaction en m.

d_f : La distance de freinage en m.

➤ **En alignement droit :**

Pour $V \leq 100$ Km/h et quand $t = 2$ s $\rightarrow d_a = d_f + (0,55 \times V)$

Pour $V > 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s $\rightarrow d_a = d_f + (0,50 \times V)$

➤ **En courbe :**

Pour $V \leq 100$ Km/h et quand $t = 2$ s $\rightarrow d_a = 1,25 \times d_f + (0,55 \times V)$

Pour $V > 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s $\rightarrow d_a = 1,25 \times d_f + (0,50 \times V)$

5) Distance de sécurité entre deux véhicules :

La distance de sécurité D_s représente l'écarte nécessaire entre deux véhicules, si le premier effectue un freinage d'urgence, le second puisse s'immobiliser sans risque de collision **Figure II.5**.

Cette distance détermine par l'équation suivant :

$$D_s = (V \times t) + L$$

Avec :

D_s : La distance de sécurité en m.

V : La vitesse en Km/h.

t : Temps de perception-réaction en s.

L : Longueur moyenne des deux véhicules en m.

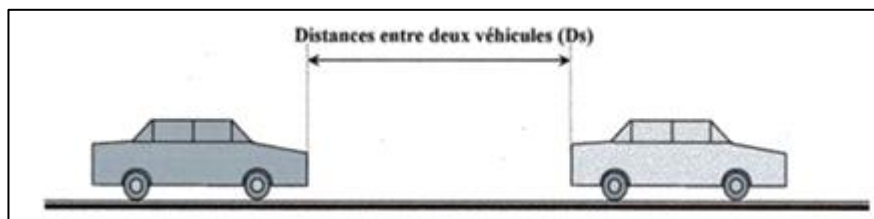


Figure II.5 : Distance de sécurité.

6) Distance de dépassement :

C'est la distance nécessaire sur une route à deux voies pour qu'un véhicule B, circulant à la vitesse V_1 , dépasse un véhicule A roulant devant lui à la vitesse V_2 , tout en se rapprochant au maximum, effectue la manœuvre de dépassement et retourne sur la voie de droite. Pendant la durée de dépassement $d_{dép}$ le véhicule B parcourt une distance de dépassement $d_{dép} = V_1 \times t_{dép}$ tandis que le véhicule A parcourt une distance $V_2 \times d_{dép}$.

Il existe deux types des distances de visibilité :

➤ Distance de visibilité de dépassement minimal d_m :

C'est la distance parcourue en 15 secondes à la vitesse V , correspondant à une manœuvre de dépassement réalisée en 7 à 8 secondes par des véhicules dotés d'une réserve de puissance adéquate.

On adopte :

Pour $V \leq 90$ (Km/h) $\rightarrow d_m = 4 \times V$ (Km/h)

Pour $V = 140$ (Km/h) $\rightarrow d_m = 5 \times V$ (Km/h) avec Le coefficient multiplicateur de V sera interpolé linéairement pour une vitesse V comprise entre 90 (Km/h) et 140 (Km/h).

➤ **Distance de visibilité de dépassement normal d_n :**

C'est une valeur supérieure d'environ 50, correspondant à une manœuvre typique de dépassement, réalisée en 11 à 12 secondes, **Tableau II.10**.

On adopte :

Pour $V \leq 90$ (Km/h) $\rightarrow d_n = 6 \times V$ (Km/h)

Pour $V = 140$ (Km/h) $\rightarrow d_n = 7 \times V$ (Km/h) avec Le coefficient multiplicateur de V sera interpolé linéairement pour une vitesse V comprise entre 90 (Km/h) et 140 (Km/h).

Tableau II.10 : Distance de visibilité de dépassement normale et minimale.

V (Km/h)	40	60	80	100	120
d_m	150	250	325	425	550
d_n	250	350	500	625	800

CHAPITRE III :
ETUDE GEOMETRIQUE

III.1 Tracé en plan :

III.1.1 Définition :

Le tracé en plan est la projection de l'axe de la chaussée sur un plan horizontal, il est généralement composé d'une succession d'alignement droites reliés par des arcs de cercle, afin d'assurer la sécurité, le confort et la fluidité de la circulation.

III.1.2 Règles à respecter dans le tracé en plan :

- Appliquer les normes du B40 si possible.
- 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 c'est possible.
- Se raccorder sur les réseaux existants.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Encadrer la longueur des alignements entre 40 % et 60 % de la longueur totale du tracé.
- En présence des lignes électriques aérienne prévoir une hauteur minimale de 10m.
- Respecter la longueur minimale entre deux virages de sens contraire en respectant la Condition $l_{\min} = 5v_r$

III.1.3 Les éléments du tracé en plan :

Le tracé en plan d'une route est constitué d'alignement droites reliés entre eux par des courbes. Il est défini par la vitesse de référence, également appelée vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques pour la conception de l'aménagement routier,

Figure III.1.

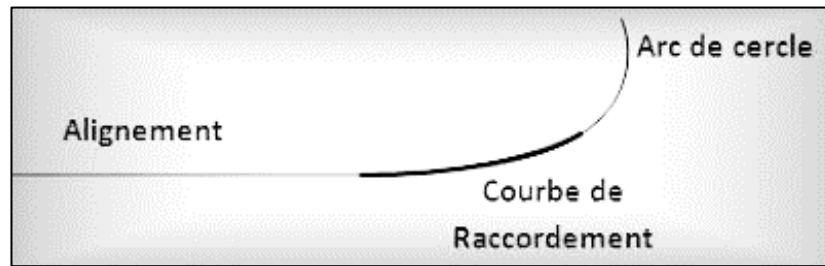


Figure III.1 : les éléments de tracé en plan.

III.1.3.1 Les Alignement droits :

Il existe une longueur minimale d'alignement L_{\min} devant séparer deux courbes circulaires de même sens. Cette longueur est définie comme la distance parcourue en secondes à la vitesse maximale autorisée, déterminée à partir du plus grand rayon des deux arcs. Si cette longueur ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe de C, ovale, S ou à sommet. La longueur maximale L_{\max} est prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes.

$$L_{\max} = 60 \times V$$

$$L_{\min} = 5 \times V$$

Avec V en (m/s)

III.1.3.2 Les arcs de cercle :

Trois éléments interviennent dans la limitation des courbures :

- Stabilité des véhicules en courbe.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Pour cela, on cherche à adopter les plus grands rayons possibles afin d'éviter de descendre en dessous du rayon minimal préconisé.

1) Stabilité en Courbe :

Dans un virage de rayon R , un véhicule est soumis à la force de centrifuge, qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire cet effet, la chaussée est inclinée transversalement vers l'intérieur du virage, pour éviter le glissement des véhicules, en fait de fortes inclinaisons et augmenter le rayon, **Figure III.2.**

Les rayons en plans dépendent des facteurs suivants :

- Force centrifuge F_c .
- Poids de véhicule P .
- Accélération de la pesanteur G .

➤ Dévers d .

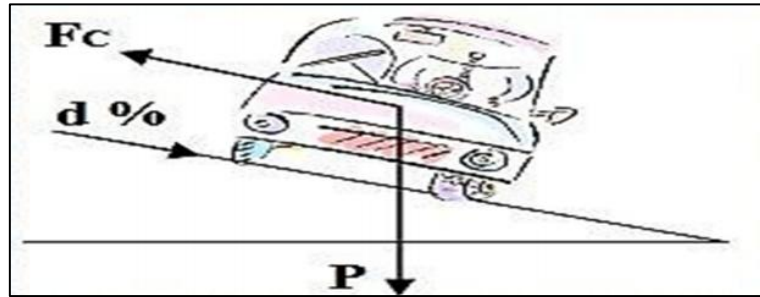


Figure III.2 : Stabilité en courbe.

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

$$R \geq \frac{V_r^2}{127 \times (ft + d)}$$

Avec :

V_r : la vitesse de référence en m/s.

ft : coefficient de frottement.

R : rayon en plan en m.

d : dévers en (%).

2) Rayon horizontal minimal absolu (R_{Hm}) :

C'est le rayon qui garantit la stabilité des véhicules à la vitesse de référence, en tenant compte du dévers maximal, **Tableau III.1**.

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

Avec :

R_{Hm} : Rayon horizontal minimal absolu en m.

ft : coefficient de frottement transversal.

V_r : vitesse de référence en km/h.

d_{max} : dévers maximal en (%).

On a :

$d_{max} = 7\%$ catégories 1-2.

$d_{max} = 8\%$ catégories 3-4.

$d_{max} = 9\%$ catégorie 5.

Tableau III.1 : Tableau de Coefficient de frottement transversal.

Vr	40	60	80	100	120	140
Catégories 1-2	0.20	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09
Catégories 3-4-5	0.22	0.18	0.15	0.125	0.11	

3) Rayon minimal normal (R_{hn}) :

Le rayon minimal doit assurer la sécurité des véhicules circulant à une vitesse supérieure de 20 Km/h.

$$R_{Hn} = \frac{(V + 20)^2}{127 \times (ft + d_{max})}$$

4) Rayon au dévers minimal (R_{hd}) :

C'est le rayon correspondant au dévers minimal, à partir duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage, de sorte que l'accélération centrifuge résiduelle à la vitesse de référence Vr est équivalente à celle ressentie par un véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit.

Avec :

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

$d_{min} = 3\%$ en catégorie 3 – 4.

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

5) Rayon minimal non déversé (R_{nd}) :

C'est le rayon non déversé pour lequel l'accélération centrifuge résiduelle, acceptée pour un véhicule circulant à la vitesse Vr sur une courbe présentant un dévers minimal d_{min} dirigé vers l'extérieur, demeure inférieure à une valeur limite.

$$R_{nd} = \frac{V^2}{127 \times (f'' - d_{min})}$$

Avec :

$f'' = 0.06$ cat 1 et 2.

$f'' = 0.07$ cat 3 et 4 E1.

$f'' = 0.075$ cat 4 -5 E2 E3.

Et notre projet de dédoublement situé dans l'environnement E1 et Classé en catégorie (3) avec une vitesse de base 80km/h, on utilise comme référence les rayons normalisés (B40) ainsi que les devers qui leurs sont associés, **Tableau III.2.**

Tableau III.2 : Rayon en plan et dévers associé selon B40.

Paramètres	Symboles	Devers	Valeur
Rayon minimal absolu	RHm	7%	250
Rayon minimal normal	RHn	5%	450
Rayon ou devers minimal	RHd	2.5%	1000
Rayon non déversé	RHnd	-2.5%	1400

6) Visibilité masquée dans une sinuosité :

Dans un virage, la visibilité du conducteur peut être limitée du côté intérieur de la courbe par le talus du déblai lorsque la route est en tranchée, par une construction ou forêt. Afin de garantir une visibilité suffisante pour les usagers, il est nécessaire de reculer le talus ou de supprimer les obstacles sur une certaine largeur à définir.

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

Avec :

L : longueur du véhicule (valeur moyenne L = 10 m) ;

R : rayon de l'axe de la route ;

S : Sur largeur théorique.

III.1.3.3 Courbes de raccordement :

Le passage d'un alignement droit à une courbe circulaire doit se faire par une variation progressive de la courbure, afin de mettre en place le déverse la condition du confort et de sécurité.

❖ **Rôle des courbes de raccordement :**

- La stabilité transversale du véhicule.
- Confort des passagers du véhicule.
- Transition de la forme de la chaussée.
- Un tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

❖ La Clothoïde :

La Clothoïde est une spirale dont le rayon de courbure décroît continuellement, passant d'une valeur infinie à l'origine jusqu'à une valeur finie au point asymptotique. Sa courbure varie de manière linéaire en fonction de la longueur de l'arc. Lorsqu'elle est parcourue à vitesse constante, la Clothoïde assure une variation régulière de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers, **Figure III.3**.

❖ Expression mathématique de la Clothoïde :

$$A^2 = R \times L$$

Avec :

A : la Clothoïde en m.

R : rayon de raccordement en m.

L : la longueur en m.

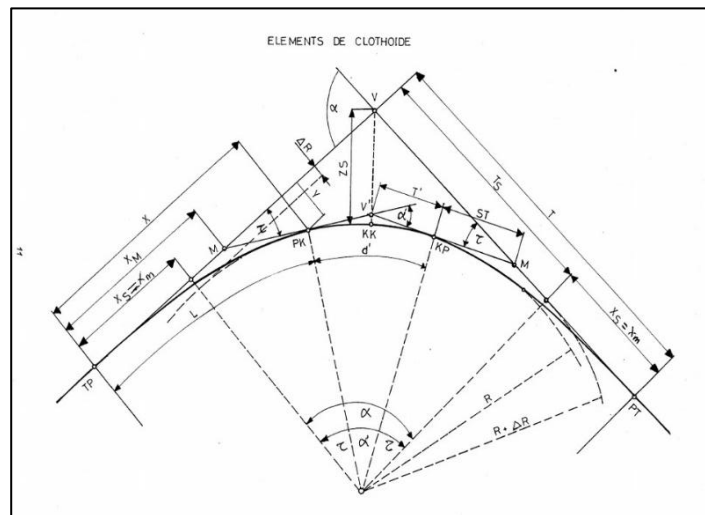


Figure III.3: Les éléments de la Clothoïde.

Y : angle entre alignement droit

ΔR : Ripage.

SL : la corde à la Clothoïde.

L : longueur de Clothoïde.

T : Grande tangente.

XM : Abscisse centre de cercle.

σ : l'angle polaire.

KA : début de Clothoïde R.

R : rayon de virage.

KE : fin de Clothoïde

t : l'angle de tangente

Les conditions de raccordement :

Le choix de Clothoïde doit respecter les conditions suivantes :

➤ **Condition optique :**

Il s'agit d'une condition qui garantit à l'usager une visibilité satisfaisante de la route et des éventuels obstacles, la rotation de la tangente doit être $\geq 3^\circ$ pour être perceptible à l'œil.

$$\tau \geq 3^\circ \text{ soit } \tau \geq \frac{1}{18} \text{ rad}$$

$$\tau = \frac{L}{2 \times R} > \frac{1}{18} \text{ rad} \Rightarrow L \geq \frac{R}{9} \text{ soit } A \geq \frac{R}{3}$$

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

D'après les règles générales de (B40) :

Pour $R < 1500\text{m}$ $\Rightarrow \Delta R = 1\text{m}$ (éventuellement 0.5m) d'où $L = \sqrt{24R\Delta R}$.

Pour $1500 < R < 5000\text{m}$ $\tau = 3^\circ$ c'est-à-dire $L = \frac{R}{9}$.

Pour $R > 5000\text{m}$ $\Rightarrow \Delta R$ Limité à 2,5m soit $L = 7.75\sqrt{R}$.

➤ **Condition de confort dynamique :**

Cette condition consiste à prévenir la variation trop brutale de l'accélération transversale, en imposant une limitation de cette variation.

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

Avec :

V_r : vitesse référence en (Km /h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers ($\Delta d = d_{\text{final}} - d_{\text{initial}}$) en %.

➤ **Condition de gauchissement :**

Cette condition vise à garantir à la voie un aspect satisfaisant, notamment dans les zones où il y a des variations de dévers., elle s'applique par rapport à son axe.

$$L = \left(\frac{I \times \Delta d \times V_r}{50} \right)$$

Avec :

L : longueur de raccordement.

I : distance axe de rotation –bord de chaussée.

d : variation de dévers en %.

V_r : vitesse de référence km/h.

La vérification des deux conditions relatives au gauchissement et au confort dynamique, peut se faire à l'aide d'une seule condition qui sert à limiter pendant le temps de parcours du raccordement, la variation par unité de temps, du dévers de la demie -chaussée extérieure au virage.

Cette variation est limitée à 2%.

$$L \geq \frac{5 \times \Delta d \times V_r}{36}$$

III.1.4 Combinaison des éléments du tracé en plan :

La combinaison des éléments de tracé en plan donne plusieurs types de courbes, on cite:

1) Courbe en S :

C'est une courbe constituée de deux arcs de Clothoïde, de concavité opposée tangente en leur point de courbure nul et raccordant de deux arcs de cercle, **Figure III.4**.

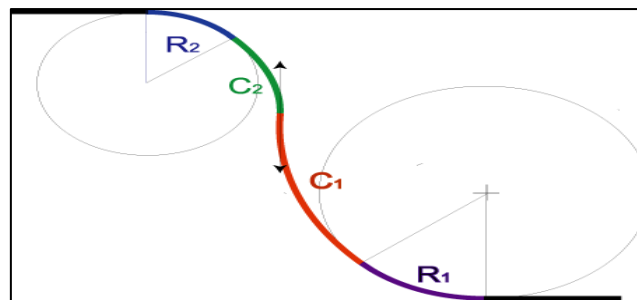


Figure III.4 : Courbe en S.

2) Courbe à sommet :

Une courbe constituée de deux arcs de Clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux alignements **Figure III.5**.

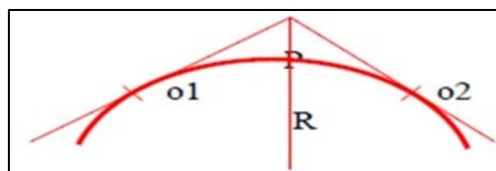


Figure III.5 : Courbe à sommet.

3) Courbe ovale :

C'est une courbe formée par un arc de Clothoïde raccordant deux arcs de cercle dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique, **Figure III.6**.

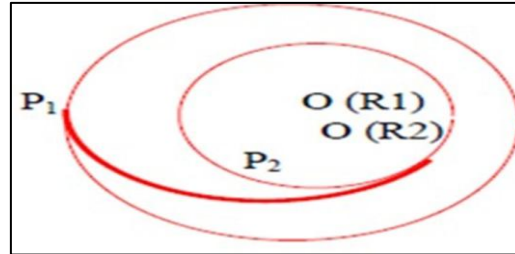


Figure III.6 : Courbe en ovale.

4) Courbe en C :

Une courbe constituée de deux arcs de Clothoïde, de même concavité, tangents en un point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieurs l'un à l'autre, **Figure III.7**.

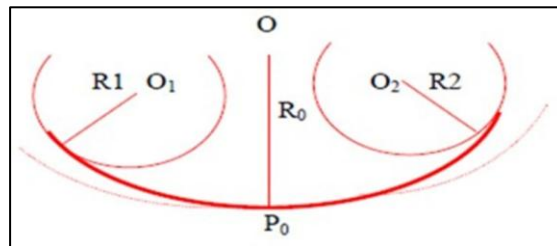


Figure III.7 : Courbe en C.

III.1.5 La conception du tracé en plan (Application au projet) :

La **Figure III.8** représente un extrait du tracé en plan de la variante retenue.

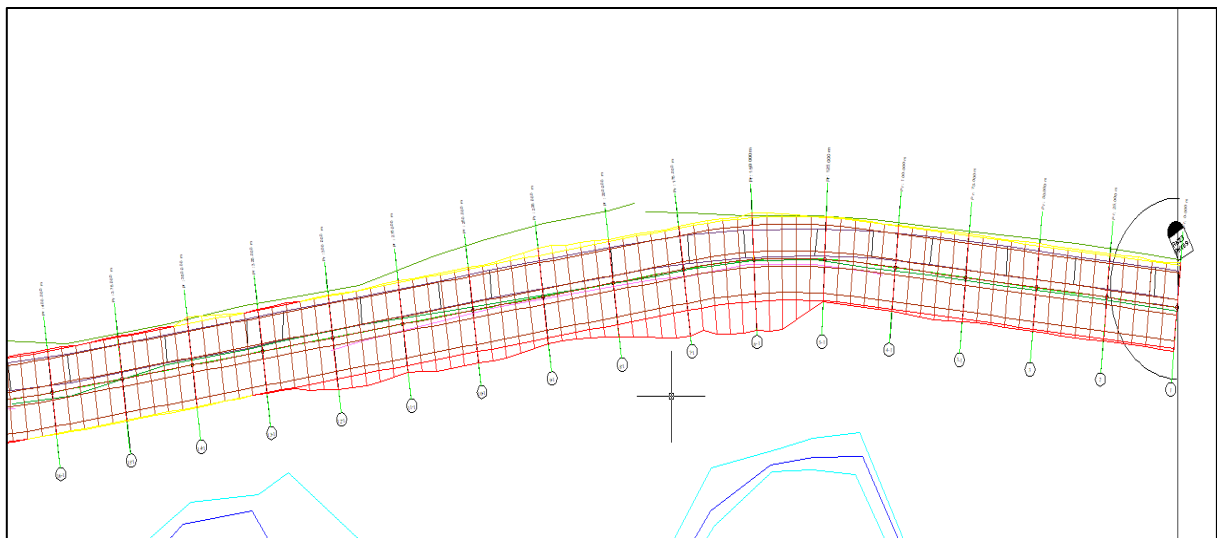


Figure III.8 : Extrait du tracé en plan de la variante retenue.

III.1.5.1 Analyse comparative des variantes du tracé et choix de la variante:

Plusieurs variantes du tracé en plan ont été étudié et le **Tableau III.3** comparatif a pour objectif d'évaluer ces variantes selon des critères géométriques, techniques et économiques, afin d'identifier la solution adéquate.

Tableau III.3 : Tableau comparatif des variantes de tracé routier.

Variante	V1	V2	V3-1	V3-2	V4	V5	V6
Critères							
Longueur total	6521,12	6467,6	6519,11	6465,82	6525,6	6466,46	6465,87
Longueur minimale entre virages	12,45	111	2,92	3,7	2,94	14,91	2,22
Rayon minimale en plan	102	250	98	285	54	291	254
Pourcentage des alignement	56,619	58,712	66,119	71,166	59,807	65,127	63,008
Pourcentage des courbes	43,380	41,287	33,880	28,833	40,193	34,872	36,991
Volume de remblai	14008	28816	21600	21031	18232	29505	15970
Volume de déblai	53681	30143	35859	32223	45869	29333	45517

III.1.5.2 Grille d'évaluation :

Sur le **Tableau III.4**, on constate que **la variante 02** se distingue comme la solution la plus cohérente et la plus satisfaisante parce qu'elle offre un compromis optimal entre plusieurs exigences essentielles :

- Technique : rayon minimal suffisamment large (250 m) pour garantir la sécurité, avec une longueur minimale entre virages est $L_{min} = 111$ m. De plus la répartition du tracé en plan est conforme, avec un pourcentage d'alignements de 58.71 % et un pourcentage de courbes de 41.287 % conforme à la réglementation.

- Économique : le volume de terrassement les plus faibles, ce qui limite les coûts.
- Environnemental : équilibre quasi parfait entre déblai et remblai, limitant les impacts liés aux transports de matériaux.

Tableau III.4 : Grille d'évaluation.

Variantes	Grille d'évaluation						
	V1	V2	V3-1	V3-2	V4	V5	V6
Longueur total	-	+	-	+	-	+	+
Longueur minimale entre virages	-	+	-	-	-	-	-
Rayon minimale en plan	-	+	-	+	-	+	+
Pourcentage des alignement	+	+	-	-	+	-	-
Pourcentage des courbes	+	+	-	-	+	-	-
Volume de remblai	+	-	-	-	+	-	+
Volume de déblai	-	+	-	+	-	+	-
Total	3	6	0	3	3	3	3

III.2 Profil en long

III.2.1 Définition :

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.

C'est en général une succession d'alignement droit (rampes et pentes) raccordés par courbe circulaires.

III.2.2 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur:

- Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.

- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des devers nuls dans une pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à 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 des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

III.2.3 Les éléments de composition du profil en long :

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes)

Raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer:

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

III.2.4 Déclivités :

La construction de profil en long doit prendre en compte plusieurs contraintes, la pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente) et de confort (en raison de puissance des véhicules en rampe).

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

III.2.4.1 Déclivité Minimum :

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

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

III.2.4.2 Déclivité maximum :

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

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

Donc, La déclivité maximale dépend de :

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

Selon la B40 nous avons dans le **Tableau III.5** la déclivité maximum en fonction des vitesses:

Tableau III.5 : Déclivité maximum.

V_r (Km/h)	40	60	80	100	120	140
I_{\max} (%)	8	7	6	5	4	4

Pour notre projet, la vitesse de référence $V_r = 80\text{km/h}$.

Donc la pente $I_{\max} = 6\%$.

III.2.5 Raccordements en profil en long :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers dans le profil en long, ce changement doit être adouci par l'aménagement de raccordement circulaire qui y doit satisfaire les conditions de visibilité et de confort, on distingue deux types raccordements.

III.2.5.1 Raccordement convexes (angle saillant) :

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

La conception des raccords convexes doit répondre aux exigences suivantes :

1) Condition de confort :

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

2) Limitation de l'accélération verticale :

$$\frac{g}{40} \text{ pour C 1-2} \Rightarrow \frac{V_r^2}{R_v} \leq \frac{g}{40}$$

$$\frac{g}{40} \text{ Pour C 3-4-5.}$$

Pour $g=10\text{m/s}^2$:

$$R_{v \min} = 0.3 \times V_r^2 \text{ Pour Cat 1-2.}$$

$$R_{v \min} = 0.23 \times V_r^2 \text{ Pour Cat 3-4-5.}$$

Avec :

$R_{v \min}$: rayon vertical (m).

V_r : vitesse référence (km/h).

Dans notre cas c'est $R_{v \min} = 0.3 \times V_r^2$

3) Condition de visibilité :

Elle intervient seulement dans les raccords des points hauts comme conditions supplémentaires à celle de confort. Il faut que deux véhicules circulent en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum, **Figure III.9**.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v = \frac{d_a^2}{2 \times (h_0 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})}$$

Avec :

d_a : distance d'arrêt (m).

h_0 : hauteur de l'œil (m).

h_1 : hauteur de l'obstacle (m).

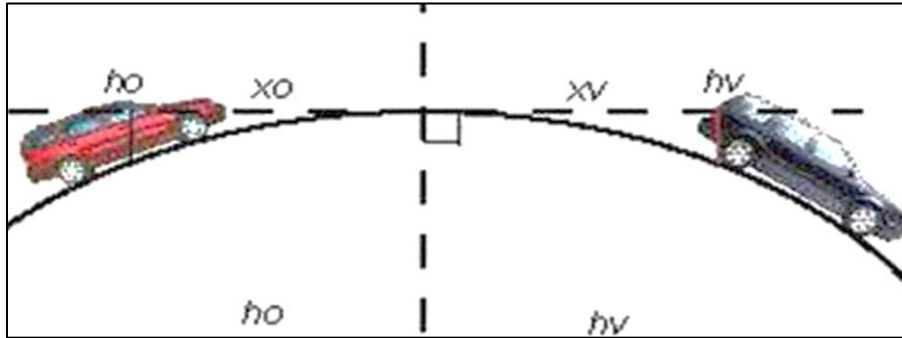


Figure III.9 : Visibilité au sommet.

III.2.5.2 Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

$$R'_v = \frac{d_a^2}{(1.5 + 0.035 \times d_a)}$$

Dans notre étude le profil en long de la variante retenue a été réalisé à l'aide du logiciel Autopiste 13, **Figure III.10**.

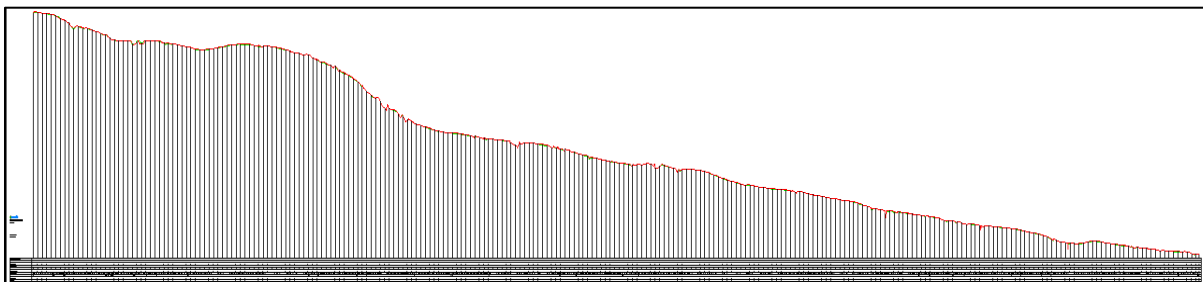


Figure III.10 : Profil en long de la variante retenue.

III.3 Profil en travers :

III.3.1 Définition :

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

Un projet routier comporte le dessin d'un grand nombre de profils en travers, pour éviter de rapporter sur chacun de leurs dimensions, on établit tout d'abord un profil unique appelé « Profil

en travers » contenant toutes les dimensions et tous les détails constructifs (largeurs des voies, chaussées et autres bandes, pentes des surfaces et talus, dimensions des couches de la superstructure, système d'évacuation des eaux etc....).

Il existe deux types de profil en travers qui sont :

1) Profil en travers type :

Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblai, en déblai, en alignement et en courbe), **Figure III.11**.

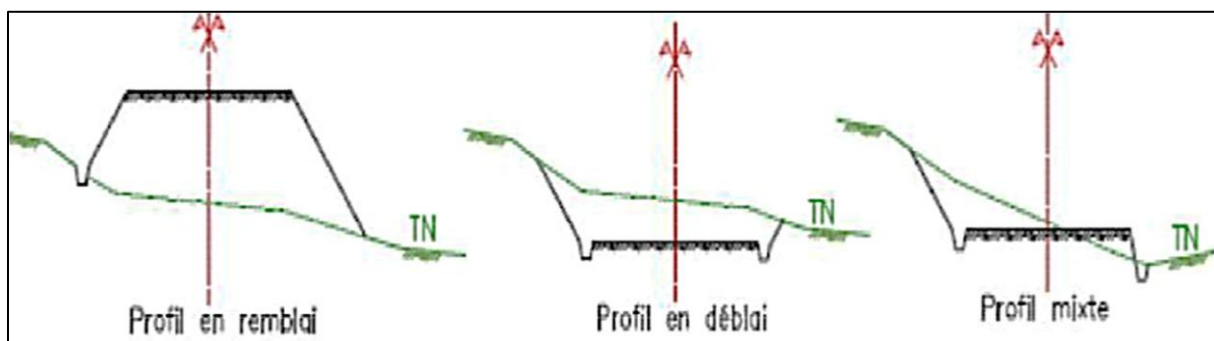


Figure III.11 : Différents profil en travers type.

2) Profil en travers courant :

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

III.3.2 Les éléments constitutifs du profil en travers :

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants, **Figure III.12** :

1) La chaussée :

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

2) La largeur rouable :

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

3) La plate-forme :

C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, Comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les Bandes d'arrêts.

4) Assiette :

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

5) Emprise :

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

6) Les accotements :

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

- Une bande de guidage.
- Une bande d'arrêt.
- Une berme extérieure.

7) Le terre-plein central :

Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

- Les sur largeurs de chaussée (bande de guidage).
- Une partie centrale engazonnée, stabilisée ou revêtue.

8) Le fossé :

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

9) Le talus :

Le talus est l'inclinaison de terrain qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue.

Cette Inclinaison exprimé par une fraction (A/B) telle que :

A : la distance sur la base du talus.

B : la hauteur du talus.

En terre de moyenne cohésion, l'inclinaison de talus est de (3/2) pour les remblais et (1/1) Pour les déblais.

10) 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 tout obstacle, revêtue et se raccorde à la chaussée.

11) 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 implantés.

12) Trottoirs :

Les trottoirs sont des accotements spécialement aménagés pour la circulation permanente des Piétons, ils sont généralement séparés de la chaussée par une bordure surélevée.

13) La Bande d'Arrêt d'Urgence (B.A.U) :

Partie de l'accotement, contigu à la chaussée, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée, elle inclut la sur largeur structurelle de la chaussée.

14) La Berme :

Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (Barrières de sécurité, signalisations.). Sa largeur qui dépend tout de l'espace Nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

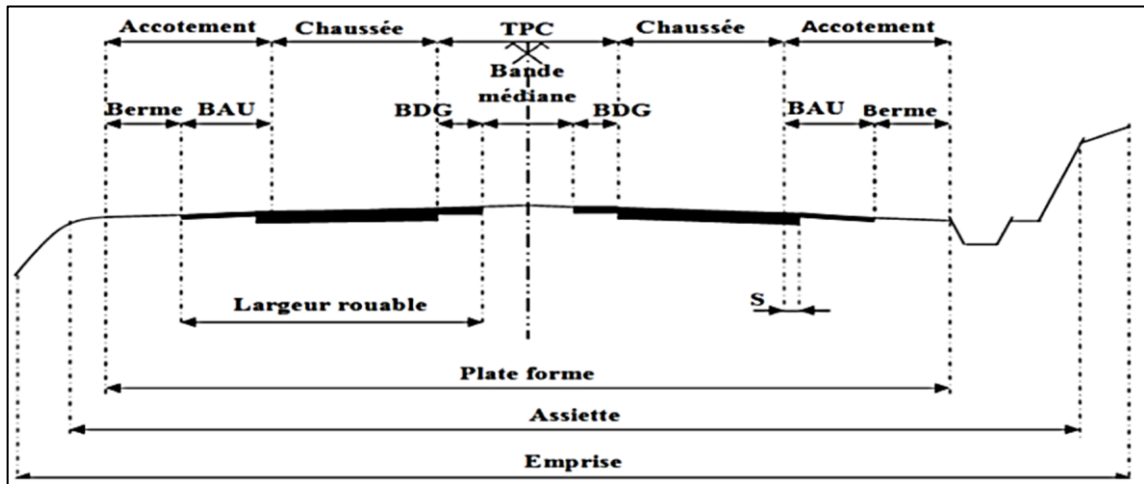


Figure III.12 : Les éléments constitutifs du profil en travers.

T.P.C : Terre-Plein Central

B.A.U : Bande d'Arrêt d'Urgence

B.D.G : Bande Dérasée de Gauche

III.3.3 Application au projet :

Le profil en travers type retenu pour la RN23 sud sera composé d'une chaussée de dédoublement. Les éléments de ce profil en travers type sont comme suit :

- Deux chaussées à double voies : **2×7.00 m.**
- Accotement : **2 × 2 m.**
- Terre-plein centrale : **3 m.**
- Plateforme : **21 m.**

CHAPITRE IV:
ETUDE GEOTECHNIQUE
ET DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE
CHAUSSEE

IV.1 Etude géotechnique :

IV.1.1 Introduction :

La géotechnique routière est la branche des sciences de l'ingénieur qui s'intéresse à l'étude des caractéristiques physiques et mécaniques des sols et des roches constituant le support des structures des chaussées.

Elle étudie les comportements des terrains naturels ou remaniés soumis à diverses sollicitations, qu'elles soient d'origine interne (poids propre, tassements) ou externe (trafic, surcharge, conditions climatiques).

L'étude géotechnique vise à identifier et localiser les différentes couches de sol rencontrées le long du tracé, en fournissant pour chacune des données précises sur leur nature et leurs propriétés.

La bonne exécution d'un projet routier dépend donc d'une connaissance approfondie des terrains, nécessitant la réalisation de reconnaissances géotechniques adaptées.

IV.1.2 Les différents essais en laboratoire :

Les essais réalisés en laboratoire sont :

- Les essais d'identification.
- Les essais mécaniques.

IV.1.2.1 Les essais d'identification :

- Teneur en eaux et masse volumique.
- Analyse granulométrique.
- Limites d'Atterberg.
- Equivalent de sable.
- Essai au bleu de méthylène (ou à la tache).

IV.1.2.2 Les essais mécaniques :

- Essai PROCTOR.
- Essai CBR.
- Essai Los Angeles.

1) Analyse granulométrique :

Il s'agit d'un essai destiné à déterminer la répartition des grains d'un matériau en fonction de leur dimension ou grosseur, les résultats obtenus sont présentés sous forme d'une

courbe appelée **courbe granulométrique**, tracée sur un graphique à partir des données recueillies.

Cette analyse est généralement réalisée par la méthode de **tamissage**, qui consiste à faire passer le matériau à travers une série de tamis de mailles décroissantes afin de séparer les différentes fractions granulométriques.

2) Equivalent du sable :

L'essai d'équivalent de sable permet d'évaluer la teneur en fines nuisibles, comme les limons et les argiles, dans un matériau granulaire. Il est couramment utilisé pour les matériaux routiers et les sables à béton. Réalisé sur la fraction passant au tamis de 5 mm, il mesure le rapport volumétrique entre les éléments sableux et les particules fines, donnant ainsi une indication sur la propreté et la qualité du matériau.

3) Limites d'Atterberg :

La limite de liquidité (WL) et la limite de plasticité (WP), permettent de définir les états de consistance d'un sol. La limite de plasticité (WP) marque la transition entre l'état solide et l'état plastique, tandis que la limite de liquidité (WL) sépare l'état plastique de l'état liquide. L'indice de plasticité ($IP = WL - WP$) exprime l'intervalle d'humidité dans lequel le sol reste plastique. Un indice faible indique une forte sensibilité du sol aux variations d'humidité.

4) L'essai au bleu de méthylène :

L'essai au bleu de méthylène permet d'évaluer la propreté d'un sol ou d'un granulat en détectant la présence d'argiles. Il mesure la quantité de bleu adsorbée par les particules fines, indiquant ainsi la nature et la teneur en éléments argileux.

5) Essai Proctor :

L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau afin d'obtenir une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol prévu pour l'étude, cette teneur en eau ainsi obtenue et appelée « optimum PROCTOR ».

6) Essai C.B.R :

C'est un essai qui a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner le corps de chaussée et orienter les travaux de terrassements. L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement,

les Échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR modifier) avec 3 énergies de compactage 55 c/c ; 25 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant 4 jours.

7) Essai Los Angeles :

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

8) Essai Micro Deval :

L'objectif de cet essai est d'apprécier la résistance à l'usure des granulats ; l'essai est réalisé en présence d'eau pour se rapprocher des conditions réelles de séjour des granulats dans les chaussées.

Il consiste à mesurer dans des conditions bien définies l'usure des granulats par frottements réciproques dans un cylindre en rotation. L'usure est mesurée par la quantité de fines produites.

IV.1.3 Les résultats des essais :

A travers les échantillons prélevés sur toute la longueur du projet on peut distinguer que le **CBR = 5**.

IV.2 DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE :

IV.2.1 Introduction :

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation (action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds). Et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc..... Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

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

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

Tout cela en fonction de paramètres très fondamentaux suivants :

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

IV.2.2 Définition de la chaussée :

- **Au sens géométrique** : la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- **Au sens structurel** : l'ensemble des couches des matériaux superposés qui permettent la reprise des charges.

IV.2.3 La constitution d'une chaussée :

Une chaussée est constituée de plusieurs couches mises en œuvre sur un sol terrassé appelé sol support. Le sol support est généralement surmonté d'une couche de forme, **Figure IV.1**.

Le corps de la chaussée proprement dit couches de forme, d'assise, de surface, de fondation de base, d'usure, de roulement, de liaison est constitué de deux types de couche, les couches d'assises et la couche de surface.

L'assise de la chaussée est généralement constituée de deux couches, la couche de fondation et, par-dessus, la couche de base. Ces couches, généralement constituées de matériaux liés, permettent à la chaussée de résister mécaniquement aux charges induites par le trafic.

Quant à la couche de surface, elle est constituée de la couche de roulement (ou d'usure) qui subit directement les agressions du trafic et du climat. Une couche dite de liaison est parfois intégrée entre la couche de roulement et la couche de base de l'assise.

Elle permet de spécialiser la couche de roulement au confort et à la sécurité des usagers. La couche de roulement et la couche de liaison constituent la couche de surface d'une chaussée.

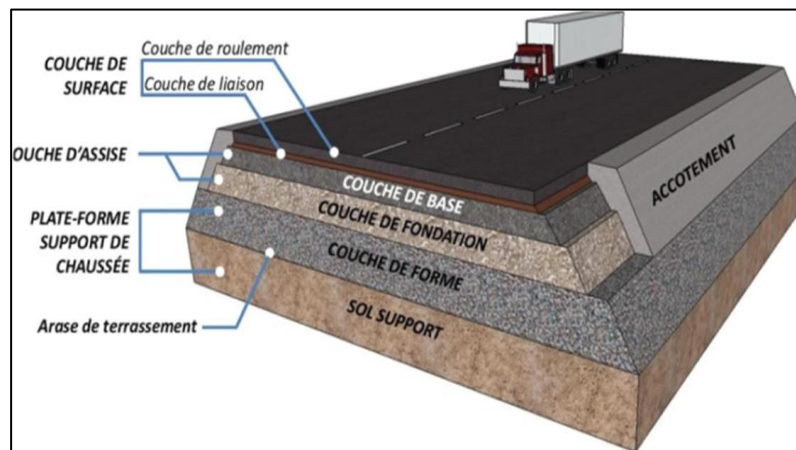


Figure IV.1 : Constitution d'une chaussée.

IV.2.4 Les différents types de chaussées :

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, Il existe trois types de chaussée :

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

IV.2.4.1 Chaussée souple :

Les chaussées souples constituées par des couches superposées des matériaux non susceptibles de résistance notable à la traction, les couches supérieures sont généralement plus résistantes et moins déformables que les couches inférieures. Pour une assurance parfaite et un confort idéal, la chaussée exige généralement pour sa construction, plusieurs couches exécutées en matériaux différents, d'une épaisseur bien déterminée, ayant chacune un rôle aussi bien défini.

La chaussée souple se compose généralement de trois ou quatre couches différentes, **Figure IV.2 :**

- Couche de roulement (de surface ou encore d'usure).
- Couche de base.
- Couche de fondation.
- Couche de forme.

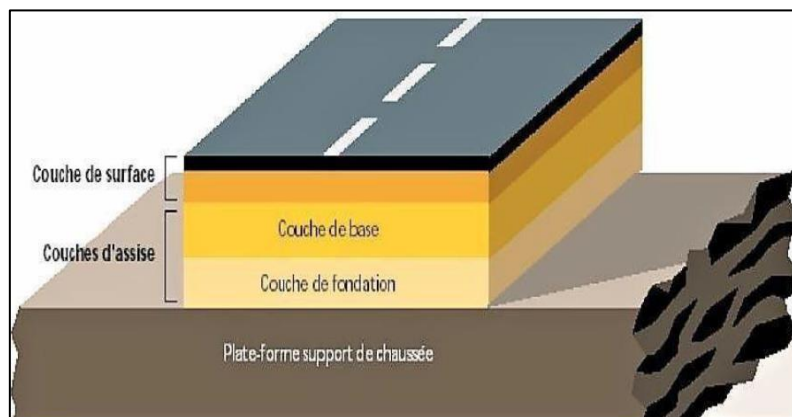


Figure IV.2 : Chaussée souple.

IV.2.4.2 Chaussée semi-rigide :

On distingue, **Figure IV.3 :**

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

- La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelques fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 mm.
- Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.
- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

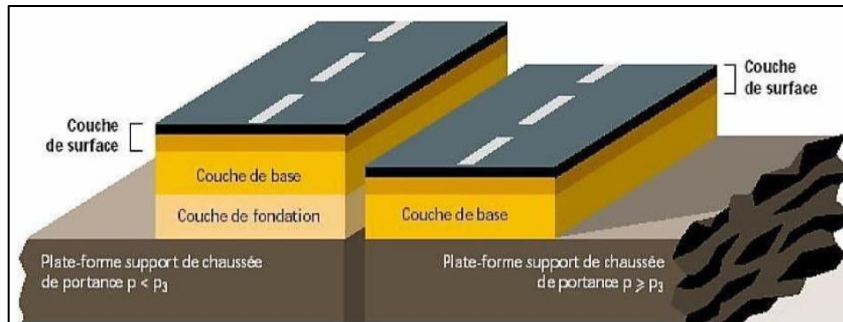


Figure IV.3 : Chaussée semi-rigide.

IV.2.4.3 La chaussée rigide :

La chaussée rigide est constituée de dalles en béton jouant le rôle de couche de surface. Sous l'effet des charges, ces dalles fléchissent légèrement et répartissent les efforts sur la couche de fondation, généralement une grave stabilisée mécaniquement ou traitée avec des liants hydrauliques ou hydrocarbonés. Ce type de structure est rarement inexistant en Algérie, à l'exception des chaussées aéronautiques, **Figure IV.4**.

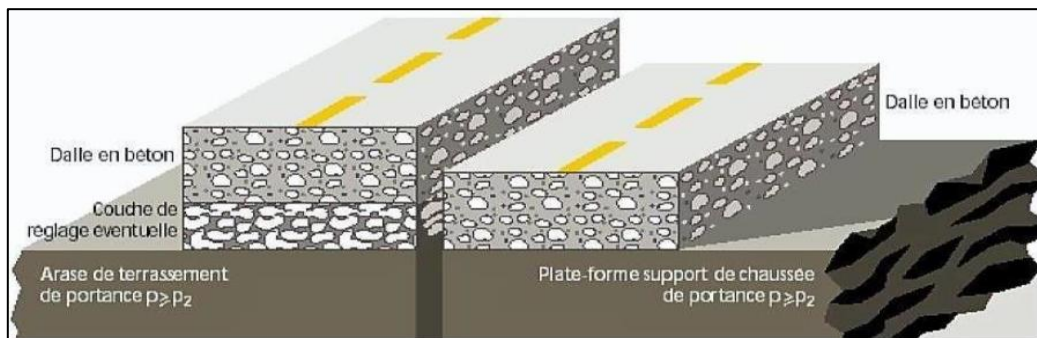


Figure IV.4 : Chaussée rigide.

IV.3 Méthodes de dimensionnement

IV.3.1 Les différents facteurs déterminants pour le dimensionnement de la chaussée :

Les différents paramètres intervenant dans le dimensionnement du corps de chaussée sont liés aux facteurs suivants :

- Trafic à supporter pendant une période prédéterminée ; appelée durée de service.

- Le climat et L'environnement.
- Portance du sol support le long du tracé.
- Les matériaux utilisés en revêtement, couche de base et en couche de fondation.

1) Trafic :

La connaissance du trafic et principalement du poids lourd, constitue un des éléments essentiels pour un bon dimensionnement de la structure de chaussée.

Ce trafic s'exprime généralement par deux paramètres :

- Le TJMA à la mise en service qui permet de choisir les matériaux nécessaires pour la construction de la chaussée.
- Le nombre cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit.

Trafic « poids lourd » comprend tous les véhicules dont la charge utile est supérieure ou égale à 5 tonnes.

2) Le climat et l'environnement :

Le climat et l'environnement influent considérablement sur la bonne tenue de la chaussée en termes de résistance aux contraintes et aux déformations. L'amplitude des variations de température et la température maximum interviennent dans le choix du liant hydrocarboné. Les précipitations liées aux conditions de drainage conditionnent la teneur en eau du sol support et donc sa portance ainsi que les possibilités de réemploi des matériaux de déblai en remblai.

3) Le sol support :

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de l'indice CBR. Ce dernier est, en principe, mesuré à la teneur en eau d'équilibre à long terme du sol support, **Tableau IV.1.**

Tableau IV.1 : Classe de portance des sols.

Portance	CBR	Interprétation
S ₄	< 5	Très mauvaise portance
S ₃	5-10	Mauvaise portance
S ₂	10-25	Portance moyenne
S ₁	25-40	Bonne portance
S ₀	> 40	Très bonne portance

4) Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic de poids lourd (PL).

IV.3.2 Méthodes de dimensionnement :

Les méthodes les plus couramment utilisées pour le dimensionnement du corps de chaussée sont les suivantes :

- La méthode de C.B.R (Californie -Baring - Ratio).
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- Méthode du catalogue des structures.

NB : La méthode C.B.R permet d’obtenir un dimensionnement du corps de chaussée à la fois économique, Étant la méthode la plus répandue en Algérie, elle a été retenue pour le dimensionnement de la chaussée dans le cadre de notre projet.

IV.3.2.1 Dimensionnement selon la méthode C.B.R. (California Bearing Ratio) :

La méthode C.B.R. est une approche semi-empirique fondée sur un essai de poinçonnement réalisé sur un échantillon du sol support. Les éprouvettes sont compactées à 90 % à 100 % de l’optimum Proctor Modifié, sur une épaisseur minimale de 15 cm.

L’épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre est déterminée à partir de la formule suivante :

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

Avec :

e : épaisseur totale équivalente de la chaussée (cm).

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

Log : logarithme décimal ;

N : trafic cumulé.

I_{CBR} : indice CBR (sol support) = 5 (dans notre cas).

L’épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

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

a₁ × e₁ : couche de roulement.

$a_2 \times e_2$: couche de base.

$a_3 \times e_3$: couche de fondation.

Où : a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence de chacun de matériau à utiliser.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches en cm.

Calcul du trafic cumulé :

Les classes de trafic considérées pour le dimensionnement des structures sont celles définies à partir du trafic cumulé pour la durée de vie.

$$T_c = 365 \times T_{pl} \times \frac{(1 + i)^N - 1}{i} \times A$$

T_c : Trafic cumulé pour la durée de vie.

T_{pl} : trafic de poids lourd de la voie de circulation considérée 1315.33pl/j/sens.

i : Taux de croissance annuel = 4%.

N : Durée de vie en 5, 10, 20 ans.

A : coefficient d'agressivité : $A = 0,6$.

A long terme (N=20 ans) : $T_c = 8577792,02$ PL/sens.

Tableau IV.2 : Epaisseurs totale de corps de chaussée en fonction du trafic.

Temps	Epaisseur équivalent (Cm)
Long terme (20 ans)	59.58

Tableau IV.3 : Coefficients d'équivalence de matériaux.

Matériaux utilisés	Coefficients d'équivalence
Béton bitumineux (BB)	2
Grave bitume (GB)	1.6 à 1.7
Grave ciment (GC)	1.5
Grave concassée ou gravier	1
Grave roulée – grave sableuse	0.75
Sable ciment	1 à 1.2
Sable	0.5
Tuf	0.8 à 0.9

Calcul de dimensionnement à long terme (n = 20 ans) :

Tableau IV.4 : Correspondance des épaisseurs.

Type de couche	Nature du Matériau	Épaisseur Equivalente (cm)	Coefficient D'équivalence	Épaisseur Réelle (Cm)
Couche de Roulement	Enrobé à chaud BB 0/14	16	2.0	8
Couche de Base	Grave Bitume GB0/20	22.5	1.5	15
Couche de Fondation	Grave non traitée GNT0/31,5	25	1.0	25
Total		63.5		48

Le calcul à long terme donné une épaisseur équivalente de 60 cm pour le corps de chaussée.

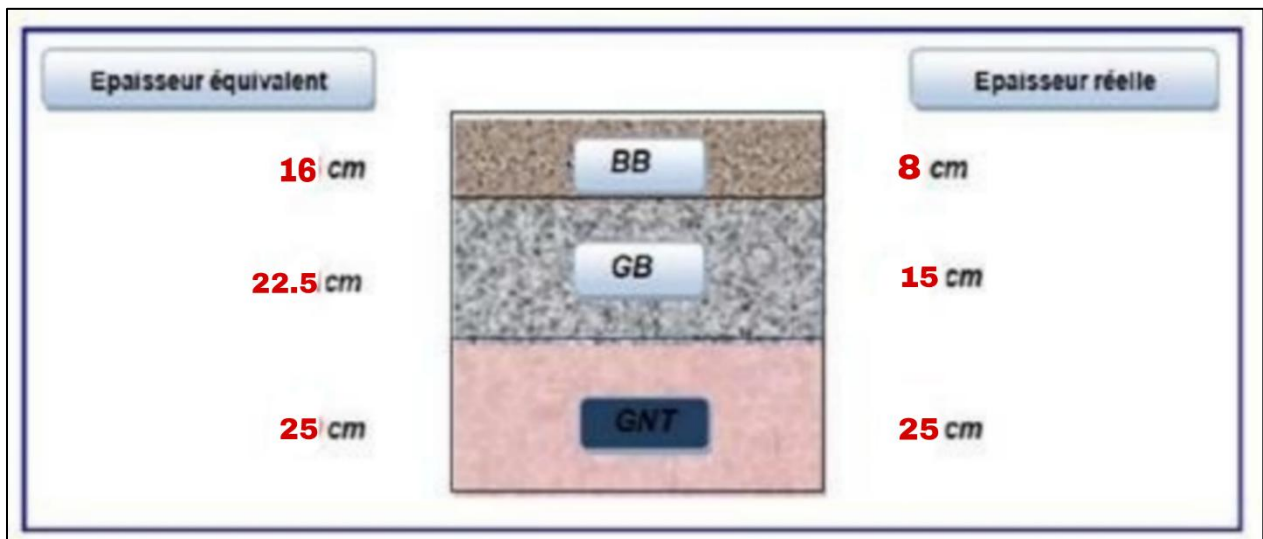


Figure IV.5 : La structure de la chaussée adoptée.

CHAPITRE V:
CALCUL DE CUBATURES

V.1 Définition :

La construction des infrastructures routières requiert systématiquement des ajustements de la topographie naturelle où elles prennent place. Pour les chaussées, ces modifications sont particulièrement marquées, tant sur le plan longitudinal qu'en coupe, afin de réaliser ces travaux, il est essentiel d'évaluer le volume de terre situé entre le profil du projet et le relief naturel, transformer la topographie naturelle implique deux étapes, l'ajout de terre (remblai) et l'extraction de terre (déblai).

Les cubatures de terrassement représentent l'évolution des volumes de déblais et de remblais inclus dans le projet, dans le but d'obtenir une surface uniforme et parallèle à la ligne projetée.

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

V.2 Méthodes de calcul des cubatures :

Il existe différentes méthodes pour calculer le volume, nous utilisons la méthode de la moyenne des aires, qui est très simple, cependant, cette méthode présente l'inconvénient de produire des résultats avec une certaine marge d'erreur, afin de se rapprocher des résultats exacts, il est nécessaire d'augmenter les valeurs obtenues en appliquant un coefficient de 10 %, garantissant ainsi une marge de sécurité.

V.2.1 Méthode de la moyenne des aires :

Cette méthode consiste à calculer individuellement les volumes des segments situés entre deux profils en travers consécutifs, en appliquant la formule des trois niveaux, également connue sous le nom de formule du prismoïde, **figure V.1**.

$$V = \frac{h}{6} \times (S_1 + S_2 + 4S_0)$$

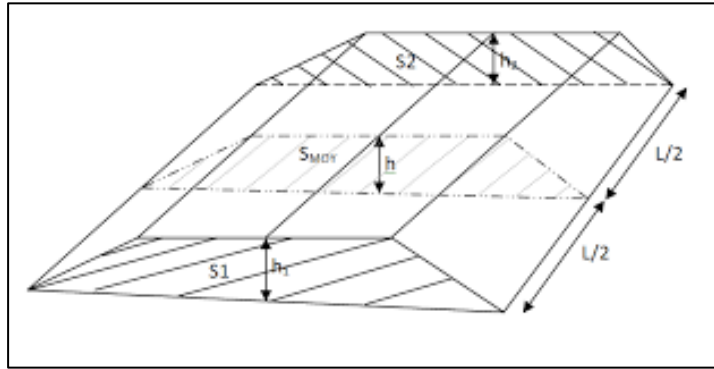


Figure V.1 : Formule des trois niveaux.

Avec :

h : hauteur entre deux profils.

S₁, S₂ : surfaces des deux profils.

S₀ : surface limitée à mi- distances des profils.

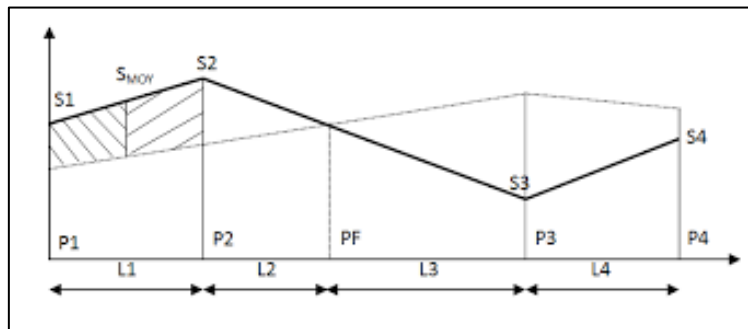


Figure V.2 : Profil adopté pour tracé en long.

Avec :

S_i : Surface de profil en travers P_i.

P_F : Profil fictive, surface nulle.

L_i : Distance entre ces deux profils.

S_{moy} : surface intermédiaire (surface parallèle et à mi-distance L_i).

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

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

Pour éviter les calculs, on simplifie cette formule en considérant que : $S_{\text{moy}} = \frac{(S_1 + S_2)}{2}$

Ce qui donne :

$$V_1 = L_1 \times \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right)$$

$$\text{Entre P1 et P2} \quad \rightarrow \quad V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

$$\text{Entre P2 et Pf} \quad \rightarrow \quad V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0)$$

$$\text{Entre Pf et P3} \quad \rightarrow \quad V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3)$$

$$\text{Entre P3 et P4} \quad \rightarrow \quad V_4 = \frac{L_4}{2} \times (S_3 + S_4)$$

Le volume total des terrassements :

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

V.2.2 Méthode classique :

Dans cette méthode, deux sous-approches de calcul se distinguent. La première, appelée méthode de GULDEN, consiste à multiplier les quantités des profils par la longueur d'application au niveau du centre de gravité, tout en prenant en compte la courbure au droit du profil.

En revanche, la méthode classique multiplie les quantités des profils par la longueur d'application à l'axe, sans tenir compte de la courbure.

V.2.2.1 Méthode de GULDEN :

Dans cette méthode, les sections et les largeurs des profils sont déterminées de manière classique, tandis que la distance du barycentre de chaque valeur par rapport à l'axe est évaluée, les volumes et les surfaces sont ensuite obtenus en multipliant ces valeurs par le déplacement du barycentre, en tenant compte 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, **Figure V.3**.

V.2.2.2 Méthode linéaire :

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

Cette méthode ne prend pas en compte la courbure du projet donc les résultats sont identiques quel que soit le tracé en plan, **Figure V.3**.

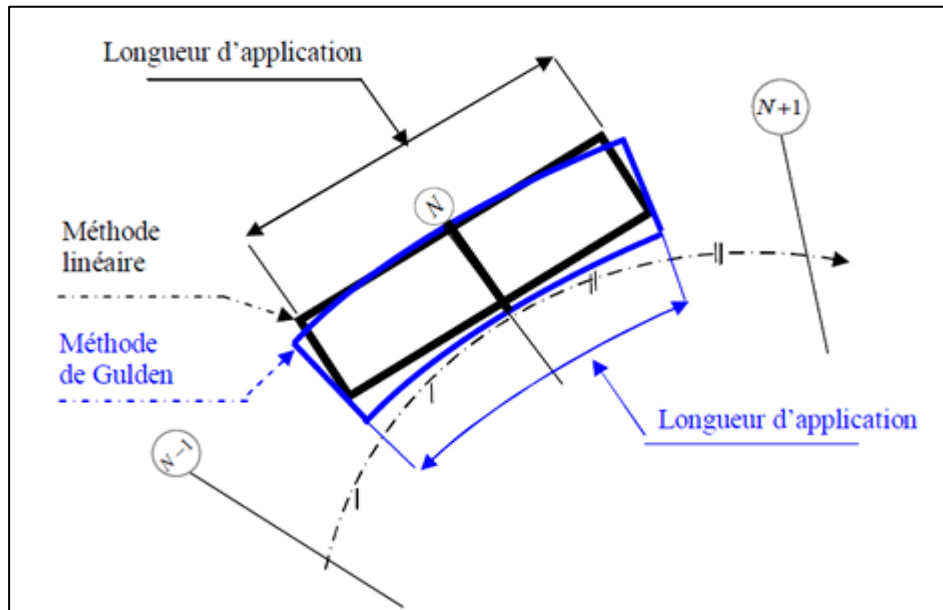


Figure V.3 : Méthode de GULDEN et méthode linéaire.

V.3 Application au projet :

Pour notre projet le calcul de cubature a été réalisé avec le logiciel Autopiste 13.

Tableau V.1 : Tableau récapitulatif.

Déblai (m ³)	Remblai (m ³)
30143	28816

CHAPITRE VI:
OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

VI.1 Introduction :

L'assainissement routier constitue l'un des éléments fondamentaux dans la conception, la réalisation et l'exploitation des infrastructures linéaires. L'eau représente en effet l'un des principaux ennemis de la route, car elle engendre de nombreux problèmes à la fois techniques et structurels. Il est donc essentiel de mettre en place des solutions efficaces permettant une évacuation rapide des eaux à la surface de la chaussée, afin de garantir la sécurité des usagers et de préserver la durabilité du corps de chaussée.

Les types de dégradation provoquée par l'eau sont :

1) Pour les chaussées :

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

2) Pour les talus :

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

Les études hydrologiques et hydrauliques permettent d'identifier la présence des oueds ainsi que, de manière générale, les écoulements d'eau de surface. Ces analyses sont indispensables pour dimensionner de manière adéquate les ouvrages hydrauliques courants, tels que les ponceaux, dalots et buses.

VI.2 Objectif d'assainissement :

L'assainissement des chaussées routières vise à atteindre plusieurs objectifs essentiels pour garantir la pérennité et la sécurité de l'infrastructure. Il s'agit notamment de :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux de pluie tombant ou s'écoulant directement sur la surface de la chaussée.
- Maintenir de bonnes conditions de circulation et de viabilité en toutes saisons.
- Réduire les coûts d'entretien liés à la dégradation prématurée de la chaussée.
- 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 effet de gel).

VI.3 Ouvrages d'assainissement de la chaussée :

L'emprise de la voie express doit faire l'objet d'un assainissement conforme aux prescriptions de la norme B40 du Ministère de l'Équipement.

À cet effet, des ouvrages d'assainissement ont été conçus afin de garantir l'évacuation optimale des eaux au niveau de la chaussée et de l'emprise de l'autoroute, tout en veillant à optimiser les coûts de réalisation.

1) Fossé de pied du talus de déblai :

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires.

Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale. Ils seront bétonnés lorsque la pente en profil en long dépasse les 3%.

2) Fossé de crête de déblai :

Ce type de fossé est toujours en béton. Il est prévu lorsque le terrain naturel de crête est penché vers l'emprise de la chaussée, afin de protéger les talus de déblais des érosions dues au ruissellement des eaux de pluie et d'empêcher ces eaux d'atteindre la plate-forme.

3) Fossé de pied de talus de remblai :

Le fossé est en terre ou en béton (en fonction de leur vitesse d'écoulement). Ils sont prévus lorsque la pente des terrains adjacents est vers la plate-forme et aussi de collecter les eaux de ruissellement de la chaussée, en remblai, par l'intermédiaire des descentes d'eau.

4) Drain :

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainante longeant l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements. Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

5) Descente d'eau :

Dans les sections d'autoroute en remblai, lorsque la hauteur de ces remblais dépasse les 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau.

Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement est varié entre 30 m et 40 m.

VI.4 Définition des termes hydrauliques :

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).

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.

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.

4) Sacs :

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

5) Fossés de crêtes :

C'est un outil construit afin de prévenir l'érosion du terrain au cours des pluies.

6) Décante d'eau :

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

7) 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.

8) Fossés de crêtes :

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

9) Décence d'eau :

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

10) 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.

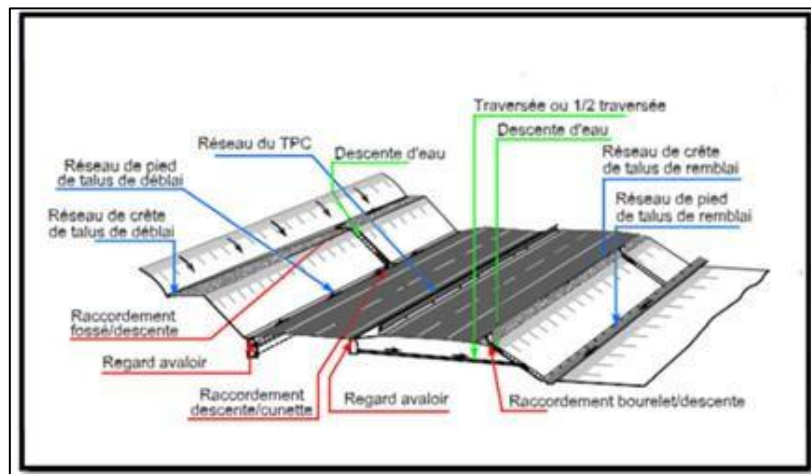


Figure VI.1 : Assainissement de la plate-forme.

VI.5 Ouvrages d'évacuation :

L'objectif principal des ouvrages d'évacuation est de rejeter les eaux hors de la plate-forme routière, le choix de ces ouvrages doit reposer sur deux principes fondamentaux c'est le privilégier l'utilisation d'ouvrages superficiels, dont les coûts d'investissement et d'entretien sont généralement inférieurs à ceux des ouvrages enterrés.

Fois que cela est possible, afin de diminuer les déblais de transit.

VI.6 Dimensionnement des ouvrages d'assainissement :

La méthode de dimensionnement consiste à choisir un ouvrage, sa pente puis à vérifier sa capacité à évacuer le débit d'apport, et pour cela on utilise la formule Suivante :

$$Q_a = Q_s$$

Q_a : Débit d'apport provenant du bassin versant (m³/s).

Q_s : Débit d'écoulement au point de saturation (m³/s).

VI.6.1 Dimensionnement des fossés :

Le profil en travers retenu pour les fossés est de type trapézoïdal, en raison de sa forme simple à réaliser sur le terrain et de son coût relativement faible. Il convient de noter que ces fossés sont disposés latéralement par rapport à la plateforme, **Figure VI.2**.

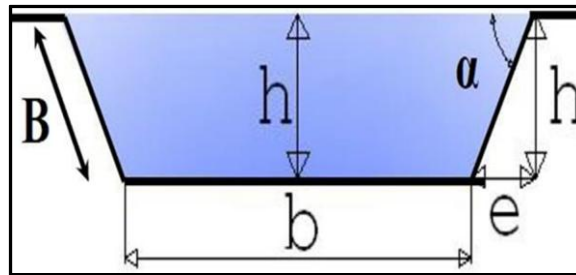


Figure VI.2 : Profil en travers d'un fossé.

❖ Calcul de la surface mouillée :

$$S_m = bh + 2 \frac{eh}{2}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1}{n} \text{ d'où } e = n \times h$$

$$S_m = bh + n \times h^2 = h \times (b + n \times h)$$

$$S_m = h \times (b + n \times h)$$

❖ Calcul du périmètre mouillé :

$$P_m = b + 2B$$

Avec :

$$B = \sqrt{h^2 + e^2} = \sqrt{h^2 + n^2 \times h^2} = h \times \sqrt{1 + n^2}$$

VI.6.2 Dimensionnement des ouvrages traversés :

On désigne par ouvrages hydrauliques traversés toute construction intégrée dans le remblai de la route, ayant pour fonction de permettre l'écoulement des eaux d'un côté à l'autre de la chaussée. Dans le cadre de la présente étude, ces ouvrages sont principalement constitués de buses.

Leur dimensionnement, notamment le choix du diamètre, est déterminé à partir de formules suivants :

$$Q_a = Q_s$$

Avec : $Q_a = C \cdot I \cdot A$

C : Coefficient de ruissellement.

I : l'intensité.

A : Superficie (Air) du bassin versant.

$$K \cdot I \cdot C \cdot A = K_{st} \times I^{1/2} \times S_m \times R_h^{2/3}$$

Avec :

K_{st} : Coefficient de rugosité de canalisation.

I : Pente de canalisation (m/m).

S_m : section transversale de l'écoulement (section mouillée).

R_h : Rayon hydraulique ($R_h = S_m / P_m$).

➤ **Les ouvrages hydrauliques proposés :**

Pour notre projet, il s'agit de prolonger les ouvrages existants suivants :

Tableau VI.1 : Emplacement des ouvrages existants.

Situation des ouvrage (PK)	Type d'ouvrage
PK 108+050	Ouvrage busé
PK 106+308	Ouvrage busé
PK 105+419	Ouvrage busé
PK 104+272	Ouvrage busé
PK 103+260	Ouvrage busé

CHAPITRE VII:
SIGNALISATION

VII.1 Introduction :

La signalisation routière regroupe l'ensemble des signaux normalisés installés sur le réseau routier afin d'assurer la sécurité des usagers et régulation de la circulation, elles permettent d'informer, de guider et de prévenir les conducteurs et les piétons des dangers potentiels, les dispositifs de signalisation et de sécurité routière forment un système de communication universel.

Leur respect est essentiel pour garantir une circulation sécurisée et une interaction harmonieuse entre tous les usagers de la route.

VII.2 Objectifs de la signalisation routière :

Les signalisations routières jouent un rôle essentiel pour plusieurs objectifs :

- Faciliter et sécuriser la circulation sur les routes.
- Donner des informations et des rappels relatifs à l'usage de la route.
- Améliore et optimiser l'efficacité des transports.

VII.3 Règles à respecter pour la signalisation :

Pour une bonne signalisation, il est nécessaire de respecter les règles suivantes :

- Le bon placement et la clairement visibilité.
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Homogénéité entre la géométrie de la route et la signalisation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Éviter la surcharge d'informations.

VII.4 Catégories de signalisation :

Les signalisations reparties on des différent catégories suivant :

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par feux.
- La signalisation par marquage des chaussées.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.

VII.5 Types de signalisation :

VII.5.1 Signalisation verticale :

La signalisation verticale désigne l'ensemble des panneaux et dispositifs installés en hauteur le long des routes.

Elles se répartissent en quatre classes distinctes :

1) Signaux de danger :

Des panneaux de forme triangulaire doivent être positionnés 150 mètres avant l'obstacle à signaler, servant ainsi de signalisation avancée, **Figure VII.1**.

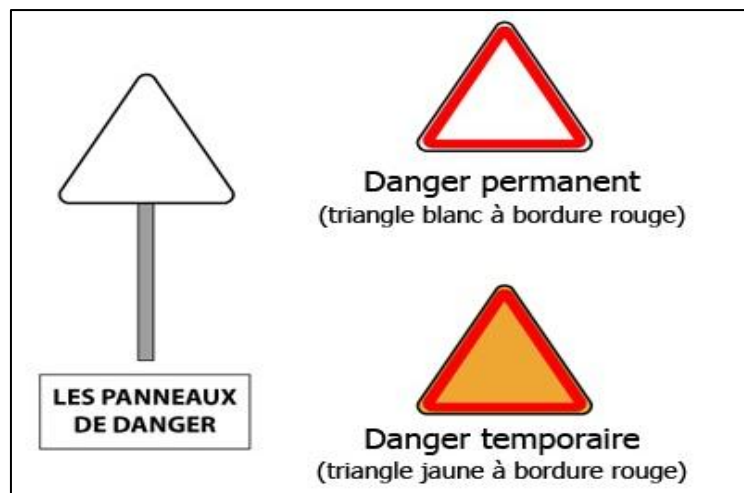


Figure VII.1 : Les signaux de danger.

2) Signaux comportant une prescription absolue :

Des panneaux de forme circulaire, on trouve **Figure VII.2** :

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

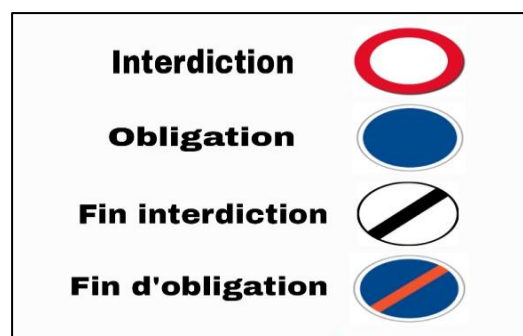


Figure VII.2 : Différents signaux de la prescription absolue.

3) Signaux à simple indication :

Des panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminées en pointe de flèche, on trouve **Figure VII.3 :**

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

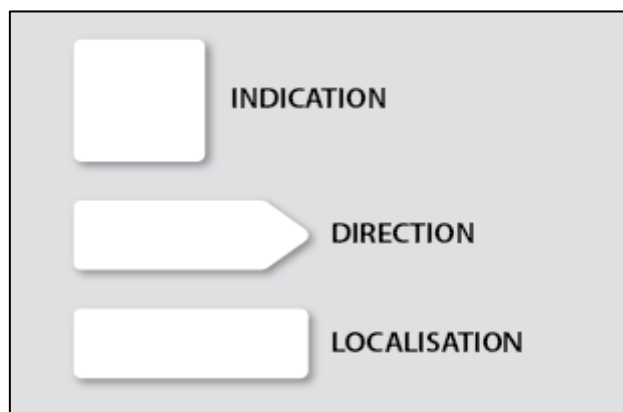


Figure VII.3 : Différents signaux de la simple indication.

VII.5.2 Signalisation horizontale :

Ces signaux horizontaux se manifestent sous forme de marquages sur la chaussée, permettant de délimiter avec précision les zones dédiées aux divers sens de circulation.

Elles sont réparties en trois types :

1) Marquage longitudinal :

- **Lignes continue :**

Les lignes continues sont précédées d'une ligne discontinue, accompagnée éventuellement de flèches de rabattement, pour signaler l'interdiction de dépassement et de changement de voie, **Figure VII.4.**



Figure VII.4 : Ligne continue.

- **Lignes discontinue :**

Les lignes discontinues ont pour rôle de guider et de faciliter la fluidité de la circulation, tout en permettant leur franchissement. Elles se distinguent par leur module, c'est-à-dire le rapport entre la longueur des traits et celle des intervalles qui les séparent, le dépassement et changement de voie sont autorisés, **Figure VII.5.**

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



Figure VII.5 : Ligne discontinue.

- **Lignes mixtes :**

Les lignes mixtes se composent d'une ligne continue accompagnée d'une ligne discontinue, **Figure VII.6.**



Figure VII.6 : Ligne mixte.

2) **Marquage transversal :**

- **Lignes transversales continue :**

Une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt (STOP).

- **Lignes transversales discontinue :**

Une ligne discontinue ou une marque tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage à l'intersection ou l'arrête en amont des feux tricolores.

3) **Autre signalisation :**

- **Les flèches de rabattement :**

Une flèche courbée indique aux usagers qu'ils doivent suivre la direction de la voie située du côté qu'elle pointe, **Figure VII.7.**

- **Les flèches de sélection :**

Ces Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée, **Figure VII.7.**

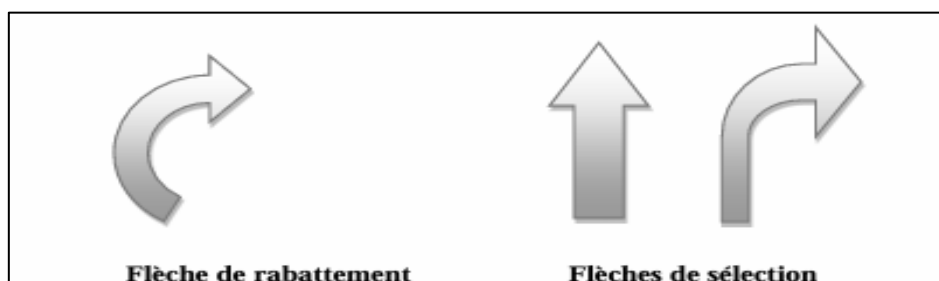


Figure VII.7 : Les flèches de signalisation.

VII.5.2.1 Les caractéristiques générales des marques horizontales :

a) Le couleur des marques :

En général, la couleur utilisée pour les marques de chaussée est le blanc.

b) La largeur des lignes :

La largeur des lignes est déterminée en fonction d'une unité de référence « U ».

La valeur varie selon le type de route :

- **U = 7.5 cm** sur les autoroutes et voies rapides urbaines.
- **U = 6 cm** sur les routes et voies urbaines dont le trafic dépasse 300 v/j.
- **U = 5 cm** sur les autres routes.

c) Modulation des lignes discontinues :

Elles sont établies sur une longueur conventionnelle de 13 mètres, elles sont définies par rapport à une valeur unité « T », **Figure VII.8.**

Le **Tableau VII.1** suivant présente leurs caractéristiques :

Tableau VII.1 : Caractéristiques des lignes discontinues.

Type de marquage	Type de modulation	Longueur de trait (m)	Intervalle entre 2 traits successifs (m)	Rapport (plein /vide)
Ligne longitudinale axiale	T1	3	10	1/3
	T'1	1.5	5	1/3
	T3	3	1,33	3
Ligne longitudinale de rive	T2	3	3,5	1
	T'3	20	6	3
ligne transversal	T'2	0,5	0,5	1

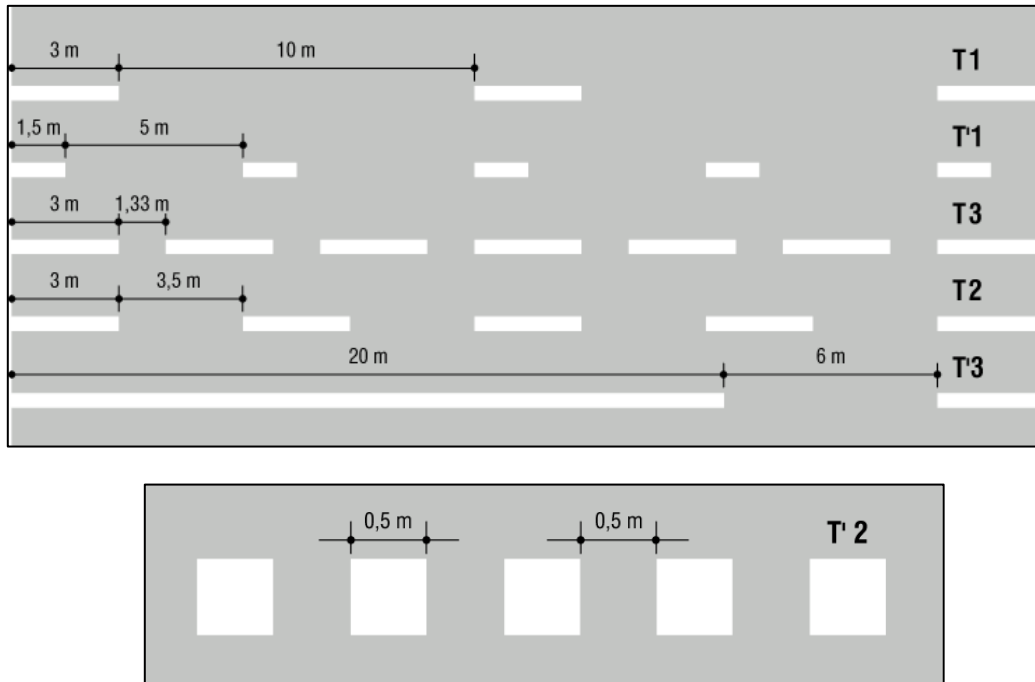


Figure VII.8 : Types de modulation.

**DEVIS QUANTATIF
ET ESTIMATIF**

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	P. U (DA)	Montant (H.T)
1. <u>INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER</u>					
1.1	Installation de chantier	F	1	3 000 000.00	3 000 000.00
1.2	Repli de chantier	F	1	1 000 000.00	1 000 000.00
<u>Sous total :</u>					4 000 000.00
2. <u>TERRASSEMENT</u>					
2.1	Décapage de la terre superficielle	M ²	63 236	65.00	4 110 340.00
2.2	Déblai mis en dépôt y compris transport à la décharge	M ³	30 143	250.00	7 535 750.00
2.3	Remblais en provenance d'emprunt y compris transport	M ³	28 816	400.00	11 526 400.00
<u>Sous total :</u>					23 172 490.00
3. <u>CORPS DE CHAUSSEE</u>					
3.1	F/Pose couche de fondation en GNT sur 25 cm d'épaisseur	M ³	11 319	1 450.00	16 412 550.00
3.2	Couche d'imprégnation en cut- back 0/1	M ²	90 547	60.00	5 432 820.00
3.3	F/Pose couche de base en GB sur 15 cm d'épaisseur	M ³	6 791	3 900.00	26 484 900.00
3.4	Couche d'accrochage en emulsion 65%	M ²	45 274	50.00	2 263 700.00
3.5	F/Pose couche de roulement en BB sur 8 cm d'épaisseur	T	17 023	4 200.00	71 496 600.00
3.6	Rechargement des accotements en GNT	M ³	2 588	1 500.00	3 882 000.00
<u>Sous total :</u>					125 972 570.00
4. <u>ASSAINISSEMENT</u>					
4.1	Prolongement d'ouvrages busés	ML	132	1 800.00	237 600.00
4.2	Fossés bétonnés	ML	5 744	1 800.00	10 339 200.00
<u>Sous total :</u>					10 576 800.00
5. <u>SIGNALISATION</u>					
5.1	Signalisation	F	1%		1 637 218.60
<u>Sous total :</u>					1 637 218.60
Total (H.T)					165 359 078.60
TVA 19%					31 418 224.93
Total (T.T.C)					196 777 303.50

Le devis en T.T.C s'élève à la somme de : **Cent quatre-vingt-seize millions sept cent soixante-dix-sept mille trois cent trois dinars algériens et cinquante centimes.**

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale :

Ce mémoire de fin d'études représente pour nous une première approche concrète d'un projet réel dans le domaine des travaux publics.

Il nous a permis de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises tout au long de notre formation, en les confrontant aux réalités du terrain à travers l'étude du dédoublement d'un tronçon de la RN23.

Nous avons respecté les normes pour assurer la sécurité et le confort des usagers, tout en tenant compte de l'aspect économique du projet.

Cette expérience nous a permis de mieux comprendre les contraintes techniques liées à la conception d'un projet routier, et de développer une méthodologie de travail.

Elle a également renforcé notre maîtrise des outils informatiques spécialisés, notamment AutoCAD, Autopiste et Covadis.

De plus, elle a été l'occasion pour nous de bénéficier des conseils des conseils précieux de notre encadreur, qui nous a guidés tout au long de ce travail et dont l'accompagnement a grandement contribué à la qualité de ce projet.

Enfin, la réalisation de ce mémoire a été une expérience enrichissante qui nous a permis d'accéder au monde professionnel.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Sources documentaires et normes de référence pour l'étude géotechnique et le dimensionnement des chaussées :

- B40 : normes techniques d'aménagement des routes en Algérie la version de 1977.
- Rapport géotechnique de LTPO (Laboratoire des Travaux Publics de l'Ouest).
- Catalogue de dimensionnement des chaussées CTTTP.
- G. Jeuffroy & J. Sauterey. « Cours de routes : dimensionnement des chaussées ». Presses de l'école Nationale des ponts et chaussées, France.
- R. Coquand. « Routes ». Tomes 1 et 2, Edition Eyrolles.
- Mémoire fin d'étude :
 - Etude de dédoublement de la route nationale 14 (Tiaret-Frenda) sur 16 km du PK181+700 au PK197+700 Présenté par : TOUHAMI BELKACEM ELHOCINE et BENKHIAT HANI ISLAM encadré par : M. GUENAIZI Abdelhak et M. BENSASSI Mourad Promotion de 2021/2022.
 - Etude de dédoublement de la RN23 allant vers Laghouat sur un linéaire de 5 Km du PK 256+000 au PK 261+000 à l'aide du logiciel Autopiste Présenté par: OMAR MOKHTARIA KADIA et HOUARI SABRINA encadré par: M.ABADA.G Promotion de : 2021/2022.
 - Etude de dédoublement de la RN23 allant vers Laghouat sur un linéaire de 5Km du PK 251+000 au PK 256+000 à l'aide du logiciel Autopiste Présenté par : DIALLO DJIBRIL et AOUIMEUR MOHAMED AMINE encadré par : M. ABADA.G Promotion de 2021/2022.

Logiciels utilisés :

- Autocad 2013.
- Covadis V13.
- Google Earth pro.

ANNEXES

Cubatures Déblai Remblai (Gulden)

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
1	0.000	12.50	6.63	1.71	82.866	21.413	83	21
2	25.000	25.00	5.31	1.49	132.828	37.201	216	59
3	50.000	25.00	5.18	1.36	129.560	34.115	345	93
3-1	75.000	25.00	4.83	1.55	120.865	38.867	466	132
4-1	100.000	25.00	3.65	1.45	91.157	36.142	557	168
5-1	125.001	25.00	3.93	0.75	98.527	18.346	656	186
6-1	150.002	25.00	2.98	49.86	76.721	1191.528	733	1378
7-1	175.004	25.00	2.10	23.88	53.191	587.053	786	1965
8-1	200.004	25.00	3.17	19.28	79.154	482.003	865	2447
9-1	225.004	25.00	11.08	5.43	276.925	135.706	1142	2582
10-1	250.004	25.00	4.93	18.92	123.136	473.123	1265	3055
11-1	275.004	25.00	4.22	6.28	105.469	157.042	1370	3213
12-1	300.004	25.00	2.34	9.37	58.439	234.165	1429	3447
13-1	325.004	25.00	4.84	1.43	121.027	35.768	1550	3482
14-1	350.004	25.00	9.17	1.17	229.162	29.174	1779	3512
15-1	375.004	25.00	6.12	2.37	152.957	59.362	1932	3571
16-1	400.004	25.00	4.91	2.31	123.803	57.113	2056	3628
17-1	425.004	25.00	2.71	4.11	68.952	104.666	2125	3733
18-1	450.004	25.00	0.25	8.91	6.199	222.934	2131	3956
19-1	475.004	25.00	0.48	21.31	11.977	532.674	2143	4488
20-1	500.004	25.00	2.18	23.08	54.461	577.010	2197	5065
21-1	525.004	25.00	2.75	26.56	68.778	663.947	2266	5729
22-1	550.004	25.00	12.06	11.36	303.103	282.199	2569	6012
23-1	575.004	25.00	6.14	7.35	156.641	176.408	2726	6188
24-1	600.004	25.00	8.04	4.33	206.544	104.467	2932	6292
25-1	625.004	25.00	2.63	4.99	65.037	120.137	2997	6413
26-1	650.004	25.00	2.36	5.94	58.476	145.509	3056	6558
27-1	675.004	25.00	1.90	6.64	47.381	165.037	3103	6723
28-1	700.004	25.00	1.57	8.28	39.233	206.981	3143	6930
29-1	725.004	25.00	1.55	2.62	38.851	65.403	3181	6995
30-1	750.004	25.00	2.00	3.73	49.969	93.197	3231	7089
31-1	775.004	25.00	1.10	9.21	27.529	230.176	3259	7319
32-1	800.004	25.00	1.36	8.50	34.091	212.551	3293	7531
33-1	825.004	25.00	1.51	6.05	37.714	151.289	3331	7683
34-1	850.004	25.00	1.48	6.27	36.938	156.680	3368	7839
35-1	875.004	25.00	1.96	4.84	49.051	120.968	3417	7960
36-1	900.004	25.00	4.86	0.62	121.599	15.444	3538	7976
37-1	925.004	25.00	4.35	1.07	108.673	26.755	3647	8003
38-1	950.004	25.00	0.80	8.33	19.882	208.285	3667	8211
39-1	975.004	25.00	0.64	8.01	15.875	200.199	3683	8411
40-1	1000.004	25.00	1.12	7.26	28.052	181.392	3711	8592
41-1	1025.004	25.00	1.12	7.96	27.882	198.891	3739	8791
42-1	1050.004	25.00	1.58	6.80	39.537	169.805	3778	8961
43-1	1075.004	25.00	0.95	7.76	23.786	193.875	3802	9155
44-1	1100.004	25.00	0.24	8.10	5.897	202.485	3808	9357
45-1	1125.004	25.00	4.59	4.47	114.753	111.777	3923	9469
46-1	1150.004	25.00	1.36	5.65	33.883	141.163	3957	9610
47-1	1175.004	25.00	0.38	6.54	9.556	163.512	3966	9774
48-1	1200.004	25.00	0.42	9.04	10.492	225.909	3977	10000
49-1	1225.004	25.00	2.68	5.62	67.087	140.457	4044	10140
50-1	1250.004	25.00	3.99	3.58	99.833	89.461	4143	10230
51-1	1275.004	25.00	2.43	5.32	60.667	132.876	4204	10363
52-1	1300.004	25.00	0.83	6.29	20.819	157.191	4225	10520
53-1	1325.004	25.00	0.79	4.06	19.831	101.518	4245	10621
54-1	1350.004	25.00	0.83	2.69	20.672	67.292	4265	10689
55-1	1375.004	25.00	0.94	2.57	23.421	64.376	4289	10753
56-1	1400.004	25.00	0.05	8.17	1.319	204.287	4290	10957
57-1	1425.004	25.00	1.30	1.23	32.456	30.753	4323	10988
58-1	1450.004	25.00	6.79	0.32	169.650	7.998	4492	10996

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai

ANNEXES

59-1	1475.004	25.00	6.58	0.48	164.383	11.982	4657	11008
60-1	1500.004	25.00	4.92	0.46	123.007	11.417	4780	11019
61-1	1525.004	25.00	9.53	4.08	238.346	101.913	5018	11121
62-1	1550.004	25.00	13.95	0.73	350.932	18.279	5369	11140
63-1	1575.004	25.00	13.39	0.37	338.865	9.358	5708	11149
64-1	1600.004	25.00	17.55	0.37	443.234	9.229	6151	11158
65-1	1625.004	25.00	8.88	0.71	224.670	17.562	6376	11176
66-1	1650.004	25.00	10.09	0.32	255.167	8.006	6631	11184
67-1	1675.004	25.00	6.98	12.18	176.884	300.627	6808	11484
68-1	1700.004	25.00	10.67	0.73	270.604	18.040	7078	11502
69-1	1725.004	25.00	12.38	0.41	313.911	10.222	7392	11513
70-1	1750.004	25.00	6.92	0.47	175.104	11.714	7567	11524
71-1	1775.004	25.00	6.63	0.32	166.922	7.959	7734	11532
72-1	1800.004	25.00	5.77	0.33	145.553	8.325	7880	11541
73-1	1825.004	25.00	6.64	3.11	164.986	78.228	8045	11619
74-1	1850.004	25.00	3.79	2.45	94.730	61.435	8140	11680
75-1	1875.004	25.00	4.19	2.66	104.871	66.609	8245	11747
76-1	1900.004	25.00	1.89	13.06	47.243	326.451	8292	12073
77-1	1925.004	25.00	8.06	21.75	201.607	543.695	8493	12617
78-1	1950.004	25.00	14.21	7.76	355.249	194.060	8849	12811
79-1	1975.004	25.00	8.17	7.37	204.351	184.126	9053	12995
80-1	2000.004	25.00	1.66	26.01	41.506	650.315	9094	13646
81-1	2025.004	25.00	2.18	14.31	54.435	357.809	9149	14003
82-1	2050.004	25.00	1.04	15.73	25.991	393.208	9175	14397
83-1	2075.004	25.00	0.04	20.08	0.905	502.065	9176	14899
84-1	2100.004	25.00	2.31	18.70	57.716	467.503	9234	15366
85-1	2125.004	25.00	1.60	11.44	39.979	286.017	9273	15652
86-1	2150.004	25.00	2.05	10.87	51.223	271.633	9325	15924
87-1	2175.004	25.00	1.88	8.75	46.941	218.577	9372	16142
88-1	2200.004	25.00	2.54	5.10	63.611	127.405	9435	16270
89-1	2225.004	25.00	3.43	1.90	85.858	47.481	9521	16317
90-1	2250.004	25.00	5.22	1.46	130.632	36.502	9652	16354
91-1	2275.004	25.00	7.74	0.68	193.766	17.058	9846	16371
92-1	2300.004	25.00	9.10	0.39	227.818	9.732	10073	16381
93-1	2325.004	25.00	8.75	0.42	219.004	10.461	10292	16391
94-1	2350.004	25.00	5.96	0.92	149.198	22.921	10442	16414
95-1	2375.004	25.00	6.48	0.62	162.015	15.406	10604	16429
96-1	2400.004	25.00	6.51	1.01	162.819	25.237	10766	16455
97-1	2425.004	25.00	2.44	1.25	60.896	31.132	10827	16486
98-1	2450.004	25.00	3.19	2.13	79.722	53.039	10907	16539
99-1	2475.004	25.00	7.40	0.77	185.012	19.246	11092	16558
100-1	2500.004	25.00	2.15	2.16	53.799	54.076	11146	16612
101-1	2525.004	25.00	3.83	5.16	95.754	128.893	11242	16741
102-1	2550.004	25.00	3.25	1.77	81.215	44.371	11323	16785
103-1	2575.004	25.00	2.53	2.66	63.149	66.381	11386	16852
104-1	2600.004	25.00	4.03	0.53	100.727	13.222	11487	16865
105-1	2625.004	25.00	7.70	0.40	192.575	9.949	11679	16875
106-1	2650.004	25.00	3.05	1.57	76.174	39.223	11755	16914
107-1	2675.004	25.00	6.47	0.90	161.852	22.523	11917	16937
108-1	2700.004	25.00	7.42	10.45	185.514	261.211	12103	17198
109-1	2725.004	25.00	2.05	7.38	51.196	184.398	12154	17382
110-1	2750.004	25.00	2.13	7.69	53.278	192.328	12207	17575
111-1	2775.004	25.00	1.86	3.65	46.504	91.200	12254	17666
112-1	2800.004	25.00	3.83	3.38	95.733	84.609	12349	17750
113-1	2825.004	25.00	5.75	3.21	143.753	80.301	12493	17831
114-1	2850.004	25.00	4.45	2.98	111.287	74.607	12605	17905
115-1	2875.004	25.00	11.00	5.01	274.914	125.227	12879	18031
116-1	2900.004	25.00	6.14	1.30	153.467	32.434	13033	18063
117-1	2925.004	25.00	6.49	1.28	162.142	32.070	13195	18095
118-1	2950.004	25.00	0.85	6.57	21.213	164.796	13216	18260
119-1	2975.004	25.00	3.52	4.46	87.638	112.056	13304	18372
120-1	3000.004	25.00	0.87	8.99	21.590	226.456	13325	18598
121-1	3025.004	25.00	0.25	8.79	6.247	221.647	13332	18820

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
122-1	3050.004	25.00	0.10	8.22	2.571	206.805	13334	19027
123-1	3075.004	25.00	2.73	5.18	67.941	130.723	13402	19158

124-1	3100.004	25.00	1.48	6.18	37.111	155.199	13439	19313
125-1	3125.004	25.00	1.92	5.26	47.965	132.327	13487	19445
126-1	3150.004	25.00	2.20	5.26	55.147	132.282	13542	19577
127-1	3175.004	25.00	3.33	2.59	83.217	65.485	13626	19643
128-1	3200.004	25.00	6.58	0.54	164.472	13.533	13790	19656
129-1	3225.004	25.00	4.63	0.58	116.258	14.529	13906	19671
130-1	3250.004	25.00	2.01	2.36	50.478	59.320	13957	19730
131-1	3275.004	25.00	0.65	4.51	16.288	113.764	13973	19844
132-1	3300.004	25.00	2.34	3.99	58.287	100.338	14031	19944
133-1	3325.004	25.00	4.36	4.39	108.618	110.187	14140	20055
134-1	3350.004	25.00	3.46	5.57	86.361	139.331	14226	20194
135-1	3375.004	25.00	4.70	4.38	117.454	109.441	14344	20303
136-1	3400.004	25.00	0.37	2.60	9.218	64.968	14353	20368
137-1	3425.004	25.00	1.15	3.21	28.751	80.224	14382	20448
138-1	3450.004	25.00	13.80	4.91	344.919	122.697	14727	20571
139-1	3475.004	25.00	5.13	3.93	128.317	98.136	14855	20669
140-1	3500.004	25.00	2.19	11.53	54.860	288.271	14910	20958
141-1	3525.004	25.00	1.83	12.75	45.645	318.812	14956	21276
142-1	3550.004	25.00	1.28	14.24	32.030	356.026	14988	21632
143-1	3575.004	25.00	8.88	12.56	221.938	313.940	15210	21946
144-1	3600.004	25.00	5.88	10.32	146.940	257.928	15357	22204
145-1	3625.004	25.00	2.06	9.26	51.616	231.384	15408	22436
146-1	3650.004	25.00	1.95	5.92	48.690	148.121	15457	22584
147-1	3675.004	25.00	0.40	6.28	10.089	157.001	15467	22741
148-1	3700.004	25.00	1.02	6.85	25.459	171.143	15492	22912
149-1	3725.004	25.00	1.96	7.04	49.037	175.973	15541	23088
150-1	3750.004	25.00	1.57	6.18	39.172	154.596	15581	23242
151-1	3775.004	25.00	1.96	5.11	48.943	127.681	15630	23370
152-1	3800.004	25.00	2.38	3.93	59.467	98.163	15689	23468
153-1	3825.004	25.00	2.58	2.72	64.441	68.034	15753	23536
154-1	3850.004	25.00	2.42	3.04	60.399	76.050	15814	23612
155-1	3875.004	25.00	2.48	2.89	62.079	72.326	15876	23685
156-1	3900.004	25.00	2.50	2.50	62.625	62.475	15939	23747
157-1	3925.004	25.00	7.36	0.77	183.918	19.140	16122	23766
158-1	3950.004	25.00	7.45	0.57	186.215	14.262	16309	23781
159-1	3975.004	25.00	2.02	1.65	50.523	41.169	16359	23822
160-1	4000.004	25.00	2.61	1.29	65.344	32.351	16425	23854
161-1	4025.004	25.00	4.66	0.78	116.617	19.611	16541	23874
162-1	4050.004	25.00	4.92	0.58	122.962	14.552	16664	23888
163-1	4075.004	25.00	2.95	1.76	73.641	44.007	16738	23932
164-1	4100.004	25.00	4.22	1.57	105.519	39.354	16843	23972
165-1	4125.004	25.00	4.14	1.42	103.555	35.382	16947	24007
166-1	4150.004	25.00	2.81	1.00	70.286	25.062	17017	24032
167-1	4175.004	25.00	2.34	1.77	58.394	44.166	17075	24076
168-1	4200.004	25.00	4.38	1.77	109.422	44.329	17185	24121
169-1	4225.004	25.00	4.19	1.48	104.830	37.011	17290	24158
170-1	4250.004	25.00	0.32	6.58	7.967	164.561	17298	24322
171-1	4275.004	25.00	3.59	1.52	89.684	37.978	17387	24360
172-1	4300.004	25.00	4.96	0.51	123.945	12.763	17511	24373
173-1	4325.004	25.00	5.61	0.32	140.179	7.950	17652	24381
174-1	4350.004	25.00	3.43	1.46	85.668	36.383	17737	24417
175-1	4375.004	25.00	2.93	1.56	73.315	39.030	17811	24456
176-1	4400.004	25.00	2.22	2.04	55.512	51.095	17866	24507
177-1	4425.004	25.00	3.67	1.12	91.767	28.017	17958	24535
178-1	4450.004	25.00	4.00	1.03	100.103	25.804	18058	24561
179-1	4475.004	25.00	5.05	0.74	126.340	18.428	18184	24580
180-1	4500.004	25.00	5.24	0.65	131.113	16.372	18315	24596
181-1	4525.004	25.00	4.92	0.57	123.093	14.331	18438	24610
182-1	4550.004	25.00	5.29	0.42	132.181	10.441	18571	24621
183-1	4575.004	25.00	4.23	0.57	105.683	14.355	18676	24635
184-1	4600.004	25.00	3.26	0.66	81.625	16.382	18758	24652

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
185-1	4625.004	25.00	2.20	1.15	55.001	28.735	18813	24680
186-1	4650.004	25.00	8.20	0.61	205.078	15.316	19018	24696
187-1	4675.004	25.00	1.00	1.47	25.008	36.864	19043	24732
188-1	4700.004	25.00	3.84	0.56	95.946	13.923	19139	24746

ANNEXES

189-1	4725.004	25.00	24.00	2.18	599.880	54.380	19739	24801
190-1	4750.004	25.00	5.45	0.61	136.270	15.199	19875	24816
191-1	4775.004	25.00	6.67	0.36	166.629	8.962	20042	24825
192-1	4800.004	25.00	7.77	0.34	194.220	8.529	20236	24833
193-1	4825.004	25.00	17.71	0.14	442.858	3.521	20679	24837
194-1	4850.004	25.00	35.84	0.07	896.041	1.855	21575	24839
195-1	4875.004	25.00	30.93	1.39	773.343	34.683	22348	24873
196-1	4900.004	25.00	18.66	0.66	466.462	16.417	22815	24890
197-1	4925.004	25.00	5.67	0.32	141.767	7.986	22956	24898
198-1	4950.004	25.00	5.96	0.55	149.247	13.770	23106	24912
199-1	4975.004	25.00	6.01	0.49	150.286	12.145	23256	24924
200-1	5000.004	25.00	7.71	0.27	192.516	6.826	23448	24931
201-1	5025.004	25.00	8.78	0.24	219.191	6.082	23668	24937
202-1	5050.004	25.00	21.17	0.08	527.957	2.086	24196	24939
203-1	5075.004	25.00	15.06	0.37	377.177	9.267	24573	24948
204-1	5100.004	25.00	5.09	2.16	128.731	53.195	24702	25001
205-1	5125.004	25.00	3.59	4.43	90.368	109.818	24792	25111
206-1	5150.004	25.00	3.80	1.71	95.290	42.539	24887	25154
207-1	5175.004	25.00	9.25	0.72	231.145	17.913	25118	25172
208-1	5200.004	25.00	1.48	3.72	36.958	93.115	25155	25265
209-1	5225.004	25.00	1.79	3.53	44.750	88.357	25200	25353
210-1	5250.004	25.00	2.55	4.02	63.778	100.572	25264	25454
211-1	5275.004	25.00	8.56	5.92	213.894	148.095	25478	25602
212-1	5300.004	25.00	2.54	1.58	63.391	39.615	25541	25641
213-1	5325.004	25.00	4.76	1.13	118.952	28.230	25660	25670
214-1	5350.004	25.00	3.75	1.53	93.680	38.344	25754	25708
215-1	5375.004	25.00	3.43	1.44	85.869	35.918	25840	25744
216-1	5400.004	25.00	2.77	2.34	69.216	58.569	25909	25802
217-1	5425.004	25.00	3.66	1.93	91.676	48.247	26000	25851
218-1	5450.004	25.00	4.14	1.73	103.891	42.928	26104	25894
219-1	5475.004	25.00	4.22	2.00	106.753	49.211	26211	25943
220-1	5500.004	25.00	4.48	2.10	113.445	51.503	26325	25994
221-1	5525.004	25.00	5.04	1.71	127.652	41.969	26452	26036
222-1	5550.004	25.00	5.25	1.68	132.641	41.387	26585	26078
223-1	5575.004	25.00	5.45	2.57	138.226	63.174	26723	26141
224-1	5600.004	25.00	3.52	6.91	88.855	170.375	26812	26311
225-1	5625.004	25.00	5.94	6.19	149.202	153.873	26961	26465
226-1	5650.004	25.00	7.03	1.01	175.738	25.324	27137	26490
227-1	5675.004	25.00	4.77	1.94	119.332	48.537	27256	26539
228-1	5700.004	25.00	6.55	0.66	163.694	16.589	27420	26555
229-1	5725.004	25.00	4.14	6.99	103.528	174.750	27523	26730
230-1	5750.004	25.00	3.74	9.50	93.400	237.386	27617	26968
231-1	5775.004	25.00	3.87	1.72	96.626	42.963	27713	27011
232-1	5800.004	25.00	6.00	5.51	150.035	137.669	27864	27148
233-1	5825.004	25.00	3.84	4.07	96.025	101.738	27960	27250
234-1	5850.004	25.00	5.37	0.82	134.274	20.593	28094	27271
235-1	5875.004	25.00	3.82	1.34	95.414	33.408	28189	27304
236-1	5900.004	25.00	2.52	2.86	63.011	71.567	28252	27376
237-1	5925.004	25.00	2.02	1.76	50.451	44.086	28303	27420
238-1	5950.004	25.00	4.75	0.88	118.738	21.998	28421	27442
239-1	5975.004	25.00	5.19	1.30	129.650	32.604	28551	27474
240-1	6000.004	25.00	2.47	2.05	61.732	51.301	28613	27526
241-1	6025.004	25.00	2.16	1.59	53.904	39.865	28667	27565
242-1	6050.004	25.00	1.19	2.49	29.635	62.246	28696	27628
243-1	6075.004	25.00	2.21	4.60	55.168	114.943	28752	27743
244-1	6100.004	25.00	7.29	0.28	182.173	6.958	28934	27750
245-1	6125.004	25.00	2.74	0.81	68.595	20.171	29002	27770
246-1	6150.004	25.00	5.55	0.32	138.865	8.009	29141	27778
247-1	6175.004	25.00	4.04	1.20	101.013	29.950	29242	27808

Num.	Abscisse	Longueur	Surfaces		Volumes Partiels		Volumes Cumulés	
			Déblai	Remblai	Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
248-1	6200.004	25.00	6.21	0.76	155.213	18.977	29397	27827
249-1	6225.004	25.00	4.78	0.46	119.593	11.382	29517	27838
250-1	6250.004	25.00	6.95	0.29	173.733	7.169	29691	27845
251-1	6275.004	25.00	5.00	0.75	125.067	18.729	29816	27864
252-1	6300.004	25.00	5.06	0.78	126.588	19.542	29942	27883
253-1	6325.004	25.00	3.25	1.47	81.289	36.707	30024	27920

ANNEXES

254-1	6350.004	25.00	1.75	3.75	43.795	94.928	30067	28015
255-1	6375.004	25.00	1.87	4.37	46.415	112.060	30114	28127
256-1	6400.004	25.00	0.09	9.59	2.219	242.864	30116	28370
257-1	6425.004	25.00	0.87	6.03	21.485	154.289	30138	28524
258-1	6450.004	21.30	0.23	9.28	4.998	200.581	30143	28725
260	6467.602	8.80	0.00	10.37	0.000	91.272	30143	28816

Cubatures Décapage (Gulden)

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
1	0.000	12.50	0.15	Aucun	0.50	6.250	6.250	41.66	41.66
2	25.000	25.00	0.15	Aucun	0.33	8.237	14.486	54.91	96.58
3	50.000	25.00	0.15	Aucun	0.09	2.167	16.654	14.45	111.03
3-1	75.000	25.00	0.15	Aucun	1.91	47.732	64.386	318.21	429.24
4-1	100.000	25.00	0.15	Aucun	3.41	85.258	149.644	568.38	997.62
5-1	125.001	25.00	0.15	Aucun	2.46	61.213	210.856	408.09	1405.71
6-1	150.002	25.00	0.15	Aucun	0.11	2.746	213.602	18.30	1424.01
7-1	175.004	25.00	0.15	Aucun	1.76	43.301	256.903	288.68	1712.69
8-1	200.004	25.00	0.15	Aucun	2.79	69.671	326.575	464.48	2177.17
9-1	225.004	25.00	0.15	Aucun	0.37	9.276	335.851	61.84	2239.01
10-1	250.004	25.00	0.15	Aucun	1.97	49.324	385.175	328.83	2567.83
11-1	275.004	25.00	0.15	Aucun	2.02	50.387	435.562	335.91	2903.75
12-1	300.004	25.00	0.15	Aucun	0.46	11.575	447.138	77.17	2980.92
13-1	325.004	25.00	0.15	Aucun	2.17	54.219	501.357	361.46	3342.38
14-1	350.004	25.00	0.15	Aucun	1.66	41.582	542.939	277.21	3619.59
15-1	375.004	25.00	0.15	Aucun	0.96	24.067	567.006	160.45	3780.04
16-1	400.004	25.00	0.15	Aucun	1.96	48.707	615.713	324.71	4104.75
17-1	425.004	25.00	0.15	Aucun	0.82	19.969	635.682	133.13	4237.88
18-1	450.004	25.00	0.15	Aucun	2.52	62.995	698.677	419.97	4657.85
19-1	475.004	25.00	0.15	Aucun	2.39	59.640	758.317	397.60	5055.45
20-1	500.004	25.00	0.15	Aucun	3.42	85.449	843.766	569.66	5625.11
21-1	525.004	25.00	0.15	Aucun	3.25	81.268	925.034	541.79	6166.89
22-1	550.004	25.00	0.15	Aucun	1.41	35.046	960.080	233.64	6400.53
23-1	575.004	25.00	0.15	Aucun	2.10	52.939	1013.019	352.93	6753.46
24-1	600.004	25.00	0.15	Aucun	1.84	47.092	1060.111	313.95	7067.41
25-1	625.004	25.00	0.15	Aucun	2.37	59.908	1120.019	399.39	7466.79
26-1	650.004	25.00	0.15	Aucun	0.78	18.985	1139.004	126.57	7593.36
27-1	675.004	25.00	0.15	Aucun	1.88	46.924	1185.928	312.83	7906.18
28-1	700.004	25.00	0.15	Aucun	0.84	21.077	1207.005	140.52	8046.70
29-1	725.004	25.00	0.15	Aucun	2.28	57.031	1264.036	380.21	8426.91
30-1	750.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	1264.036	0.00	8426.91
31-1	775.004	25.00	0.15	Aucun	1.66	41.605	1305.642	277.37	8704.28
32-1	800.004	25.00	0.15	Aucun	2.20	54.913	1360.555	366.09	9070.37
33-1	825.004	25.00	0.15	Aucun	2.82	70.542	1431.097	470.28	9540.65
34-1	850.004	25.00	0.15	Aucun	1.01	25.130	1456.227	167.53	9708.18
35-1	875.004	25.00	0.15	Aucun	2.30	57.390	1513.617	382.60	10090.78
36-1	900.004	25.00	0.15	Aucun	0.97	24.229	1537.846	161.53	10252.31
37-1	925.004	25.00	0.15	Aucun	1.54	38.494	1576.341	256.63	10508.94
38-1	950.004	25.00	0.15	Aucun	1.45	36.320	1612.661	242.13	10751.07
39-1	975.004	25.00	0.15	Aucun	1.35	33.794	1646.455	225.29	10976.37
40-1	1000.004	25.00	0.15	Aucun	2.34	58.511	1704.966	390.07	11366.44
41-1	1025.004	25.00	0.15	Aucun	0.57	14.152	1719.117	94.34	11460.78
42-1	1050.004	25.00	0.15	Aucun	1.51	37.854	1756.971	252.36	11713.14
43-1	1075.004	25.00	0.15	Aucun	1.82	45.512	1802.483	303.41	12016.55
44-1	1100.004	25.00	0.15	Aucun	0.44	10.902	1813.386	72.68	12089.24
45-1	1125.004	25.00	0.15	Aucun	1.06	26.590	1839.976	177.27	12266.51
46-1	1150.004	25.00	0.15	Aucun	1.70	42.456	1882.431	283.04	12549.54
47-1	1175.004	25.00	0.15	Aucun	1.68	42.079	1924.510	280.53	12830.07
48-1	1200.004	25.00	0.15	Aucun	0.69	17.345	1941.855	115.63	12945.70
49-1	1225.004	25.00	0.15	Aucun	3.07	76.683	2018.539	511.22	13456.92
50-1	1250.004	25.00	0.15	Aucun	2.45	61.241	2079.779	408.27	13865.20
51-1	1275.004	25.00	0.15	Aucun	2.00	50.027	2129.806	333.51	14198.71
52-1	1300.004	25.00	0.15	Aucun	2.06	51.462	2181.268	343.08	14541.79
53-1	1325.004	25.00	0.15	Aucun	2.47	61.666	2242.935	411.11	14952.90
54-1	1350.004	25.00	0.15	Aucun	1.68	42.087	2285.021	280.58	15233.47
55-1	1375.004	25.00	0.15	Aucun	0.96	23.927	2308.949	159.52	15392.99
56-1	1400.004	25.00	0.15	Aucun	1.11	27.736	2336.685	184.91	15577.90
57-1	1425.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	2336.685	0.00	15577.90
58-1	1450.004	25.00	0.15	Aucun	0.77	19.342	2356.026	128.94	15706.84

ANNEXES

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
59-1	1475.004	25.00	0.15	Aucun	1.16	28.944	2384.971	192.96	15899.80
60-1	1500.004	25.00	0.15	Aucun	0.86	21.437	2406.408	142.92	16042.72
61-1	1525.004	25.00	0.15	Aucun	2.55	63.838	2470.246	425.59	16468.31
62-1	1550.004	25.00	0.15	Aucun	1.14	28.458	2498.704	189.72	16658.03
63-1	1575.004	25.00	0.15	Aucun	0.99	24.957	2523.661	166.38	16824.41
64-1	1600.004	25.00	0.15	Aucun	0.67	16.578	2540.239	110.52	16934.93
65-1	1625.004	25.00	0.15	Aucun	0.86	21.641	2561.880	180.74	17115.66
66-1	1650.004	25.00	0.15	Aucun	1.39	35.104	2596.984	234.03	17349.69
67-1	1675.004	25.00	0.15	Aucun	3.36	83.924	2680.908	559.49	17909.18
68-1	1700.004	25.00	0.15	Aucun	0.42	10.784	2691.692	71.89	17981.08
69-1	1725.004	25.00	0.15	Aucun	0.74	18.541	2710.233	123.60	18104.68
70-1	1750.004	25.00	0.15	Aucun	2.04	51.026	2761.259	340.18	18444.86
71-1	1775.004	25.00	0.15	Aucun	3.23	80.925	2842.184	539.50	18984.35
72-1	1800.004	25.00	0.15	Aucun	2.23	55.523	2897.707	370.15	19354.51
73-1	1825.004	25.00	0.15	Aucun	1.60	39.941	2937.648	266.27	19620.78
74-1	1850.004	25.00	0.15	Aucun	2.97	74.300	3011.947	495.33	20116.11
75-1	1875.004	25.00	0.15	Aucun	1.18	29.518	3041.466	196.79	20312.90
76-1	1900.004	25.00	0.15	Aucun	1.54	38.454	3079.920	256.36	20569.26
77-1	1925.004	25.00	0.15	Aucun	0.75	18.742	3098.662	124.95	20694.21
78-1	1950.004	25.00	0.15	Aucun	1.42	35.413	3134.075	236.09	20930.30
79-1	1975.004	25.00	0.15	Aucun	1.01	25.198	3159.273	167.99	21098.28
80-1	2000.004	25.00	0.15	Aucun	3.87	96.705	3255.979	644.70	21742.99
81-1	2025.004	25.00	0.15	Aucun	1.44	35.976	3291.955	239.84	21982.83
82-1	2050.004	25.00	0.15	Aucun	2.20	54.932	3346.887	366.21	22349.04
83-1	2075.004	25.00	0.15	Aucun	2.69	67.259	3414.146	448.39	22797.43
84-1	2100.004	25.00	0.15	Aucun	2.29	57.212	3471.357	381.41	23178.85
85-1	2125.004	25.00	0.15	Aucun	1.52	37.895	3509.252	252.63	23431.48
86-1	2150.004	25.00	0.15	Aucun	1.86	46.468	3555.721	309.79	23741.27
87-1	2175.004	25.00	0.15	Aucun	1.61	40.338	3596.059	268.92	24010.19
88-1	2200.004	25.00	0.15	Aucun	1.58	39.437	3635.496	262.91	24273.10
89-1	2225.004	25.00	0.15	Aucun	0.45	11.244	3646.739	74.96	24348.06
90-1	2250.004	25.00	0.15	Aucun	2.04	50.874	3697.613	339.16	24687.22
91-1	2275.004	25.00	0.15	Aucun	2.49	62.186	3759.799	414.57	25101.79
92-1	2300.004	25.00	0.15	Aucun	2.20	54.937	3814.737	366.25	25468.04
93-1	2325.004	25.00	0.15	Aucun	1.57	39.368	3854.105	262.45	25730.49
94-1	2350.004	25.00	0.15	Aucun	0.61	15.269	3869.374	101.79	25832.29
95-1	2375.004	25.00	0.15	Aucun	0.37	9.288	3878.662	61.92	25894.21
96-1	2400.004	25.00	0.15	Aucun	1.69	42.301	3920.963	282.01	26176.22
97-1	2425.004	25.00	0.15	Aucun	3.08	76.955	3997.918	513.03	26689.25
98-1	2450.004	25.00	0.15	Aucun	3.20	79.874	4077.792	532.49	27221.74
99-1	2475.004	25.00	0.15	Aucun	2.68	67.000	4144.792	446.67	27668.41
100-1	2500.004	25.00	0.15	Aucun	1.67	41.644	4186.436	277.63	27946.04
101-1	2525.004	25.00	0.15	Aucun	2.50	62.549	4248.985	416.99	28363.03
102-1	2550.004	25.00	0.15	Aucun	0.91	22.745	4271.730	151.63	28514.66
103-1	2575.004	25.00	0.15	Aucun	3.07	76.659	4348.389	511.06	29025.72
104-1	2600.004	25.00	0.15	Aucun	0.88	22.000	4370.390	146.67	29172.39
105-1	2625.004	25.00	0.15	Aucun	1.91	47.752	4418.141	318.34	29490.74
106-1	2650.004	25.00	0.15	Aucun	0.32	7.992	4426.134	53.28	29544.02
107-1	2675.004	25.00	0.15	Aucun	1.77	44.267	4470.400	295.11	29839.13
108-1	2700.004	25.00	0.15	Aucun	2.82	70.493	4540.894	469.96	30309.09
109-1	2725.004	25.00	0.15	Aucun	1.25	31.327	4572.221	208.84	30517.93
110-1	2750.004	25.00	0.15	Aucun	1.19	29.653	4601.874	197.69	30715.62
111-1	2775.004	25.00	0.15	Aucun	1.21	30.318	4632.192	202.12	30917.74
112-1	2800.004	25.00	0.15	Aucun	2.05	51.204	4683.396	341.36	31259.10
113-1	2825.004	25.00	0.15	Aucun	2.07	51.625	4735.021	344.17	31603.27
114-1	2850.004	25.00	0.15	Aucun	2.91	72.792	4807.813	485.28	32088.55
115-1	2875.004	25.00	0.15	Aucun	1.27	31.741	4839.554	211.61	32300.16
116-1	2900.004	25.00	0.15	Aucun	3.25	81.226	4920.780	541.50	32841.66
117-1	2925.004	25.00	0.15	Aucun	2.80	69.938	4990.717	466.25	33307.91
118-1	2950.004	25.00	0.15	Aucun	1.36	33.957	5024.674	226.38	33534.29
119-1	2975.004	25.00	0.15	Aucun	0.93	23.156	5047.830	154.37	33688.66
120-1	3000.004	25.00	0.15	Aucun	3.21	80.377	5128.207	535.85	34224.51
121-1	3025.004	25.00	0.15	Aucun	0.42	10.297	5138.504	68.65	34293.16

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage	Surface	Volumes	Surfaces en plan
------	----------	--------	----------	---------	---------	------------------

ANNEXES

			Gauche	Droite	En Coupe	Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées
122-1	3050.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	5138.504	0.00	34293.16
123-1	3075.004	25.00	0.15	Aucun	1.59	40.193	5178.697	267.95	34561.11
124-1	3100.004	25.00	0.15	Aucun	2.22	55.410	5234.108	369.40	34930.51
125-1	3125.004	25.00	0.15	Aucun	1.62	40.798	5274.905	271.98	35202.50
126-1	3150.004	25.00	0.15	Aucun	2.16	54.113	5329.018	360.75	35563.25
127-1	3175.004	25.00	0.15	Aucun	1.72	43.209	5372.227	288.06	35851.31
128-1	3200.004	25.00	0.15	Aucun	1.75	43.563	5415.790	290.42	36141.73
129-1	3225.004	25.00	0.15	Aucun	1.33	33.599	5449.389	223.99	36365.72
130-1	3250.004	25.00	0.15	Aucun	0.40	9.944	5459.332	66.29	36432.01
131-1	3275.004	25.00	0.15	Aucun	0.28	7.005	5466.337	46.70	36478.71
132-1	3300.004	25.00	0.15	Aucun	1.85	46.115	5512.453	307.43	36786.15
133-1	3325.004	25.00	0.15	Aucun	1.52	38.009	5550.461	253.39	37039.54
134-1	3350.004	25.00	0.15	Aucun	1.34	33.517	5583.979	223.45	37262.99
135-1	3375.004	25.00	0.15	Aucun	2.24	55.949	5639.928	372.99	37635.98
136-1	3400.004	25.00	0.15	Aucun	1.84	46.080	5686.008	307.20	37943.18
137-1	3425.004	25.00	0.15	Aucun	0.42	10.617	5696.625	70.78	38013.96
138-1	3450.004	25.00	0.15	Aucun	2.08	52.093	5748.718	347.29	38361.25
139-1	3475.004	25.00	0.15	Aucun	2.59	64.821	5813.539	432.14	38793.39
140-1	3500.004	25.00	0.15	Aucun	0.81	20.156	5833.696	134.38	38927.77
141-1	3525.004	25.00	0.15	Aucun	2.33	58.125	5891.821	387.50	39315.27
142-1	3550.004	25.00	0.15	Aucun	2.07	51.748	5943.570	344.99	39660.26
143-1	3575.004	25.00	0.15	Aucun	1.40	34.906	5978.476	232.71	39892.97
144-1	3600.004	25.00	0.15	Aucun	3.46	86.449	6064.925	576.33	40469.30
145-1	3625.004	25.00	0.15	Aucun	2.35	58.774	6123.699	391.83	40861.12
146-1	3650.004	25.00	0.15	Aucun	1.53	38.253	6161.952	255.02	41116.15
147-1	3675.004	25.00	0.15	Aucun	3.28	81.904	6243.856	546.03	41662.17
148-1	3700.004	25.00	0.15	Aucun	1.14	28.479	6272.335	189.86	41852.03
149-1	3725.004	25.00	0.15	Aucun	0.92	23.000	6295.335	153.33	42005.36
150-1	3750.004	25.00	0.15	Aucun	1.25	31.278	6326.612	208.52	42213.88
151-1	3775.004	25.00	0.15	Aucun	0.89	22.352	6348.964	149.01	42362.89
152-1	3800.004	25.00	0.15	Aucun	1.08	26.902	6375.866	179.35	42542.24
153-1	3825.004	25.00	0.15	Aucun	1.88	46.877	6422.743	312.52	42854.75
154-1	3850.004	25.00	0.15	Aucun	1.64	40.889	6463.632	272.59	43127.34
155-1	3875.004	25.00	0.15	Aucun	1.37	34.277	6497.909	228.51	43355.86
156-1	3900.004	25.00	0.15	Aucun	2.20	54.972	6552.881	366.48	43722.34
157-1	3925.004	25.00	0.15	Aucun	3.34	83.603	6636.484	557.35	44279.69
158-1	3950.004	25.00	0.15	Aucun	1.63	40.875	6677.358	272.50	44552.19
159-1	3975.004	25.00	0.15	Aucun	0.68	17.117	6694.476	114.12	44666.30
160-1	4000.004	25.00	0.15	Aucun	0.61	15.189	6709.665	101.26	44767.56
161-1	4025.004	25.00	0.15	Aucun	0.57	14.226	6723.891	94.84	44862.40
162-1	4050.004	25.00	0.15	Aucun	0.75	18.828	6742.719	125.52	44987.93
163-1	4075.004	25.00	0.15	Aucun	1.71	42.860	6785.579	285.73	45273.66
164-1	4100.004	25.00	0.15	Aucun	1.73	43.262	6828.841	288.41	45562.07
165-1	4125.004	25.00	0.15	Aucun	0.11	2.832	6831.673	18.88	45580.95
166-1	4150.004	25.00	0.15	Aucun	3.18	79.378	6911.051	529.19	46110.13
167-1	4175.004	25.00	0.15	Aucun	1.92	48.030	6959.081	320.20	46430.34
168-1	4200.004	25.00	0.15	Aucun	2.23	55.720	7014.801	371.47	46801.81
169-1	4225.004	25.00	0.15	Aucun	0.99	24.786	7039.588	165.24	46967.05
170-1	4250.004	25.00	0.15	Aucun	1.43	35.626	7075.213	237.50	47204.55
171-1	4275.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	7075.213	0.00	47204.55
172-1	4300.004	25.00	0.15	Aucun	0.41	10.303	7085.516	68.68	47273.24
173-1	4325.004	25.00	0.15	Aucun	2.01	50.264	7135.780	335.09	47608.33
174-1	4350.004	25.00	0.15	Aucun	1.40	34.989	7170.769	233.26	47841.59
175-1	4375.004	25.00	0.15	Aucun	0.58	14.544	7185.313	96.96	47938.55
176-1	4400.004	25.00	0.15	Aucun	1.18	29.449	7214.762	196.33	48134.88
177-1	4425.004	25.00	0.15	Aucun	0.15	3.739	7218.501	24.92	48159.80
178-1	4450.004	25.00	0.15	Aucun	1.18	29.617	7248.118	197.45	48357.25
179-1	4475.004	25.00	0.15	Aucun	0.25	6.363	7254.481	42.42	48399.67
180-1	4500.004	25.00	0.15	Aucun	2.00	50.067	7304.548	333.78	48733.45
181-1	4525.004	25.00	0.15	Aucun	1.47	36.736	7341.284	244.90	48978.35
182-1	4550.004	25.00	0.15	Aucun	2.00	49.906	7391.189	332.70	49311.06
183-1	4575.004	25.00	0.15	Aucun	0.72	18.098	7409.288	120.66	49431.71
184-1	4600.004	25.00	0.15	Aucun	3.31	82.807	7492.095	552.05	49983.76

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées

ANNEXES

					Coupe				
185-1	4625.004	25.00	0.15	Aucun	1.66	41.402	7533.498	276.02	50259.78
186-1	4650.004	25.00	0.15	Aucun	2.35	58.794	7592.292	391.96	50651.74
187-1	4675.004	25.00	0.15	Aucun	3.31	82.700	7674.991	551.33	51203.07
188-1	4700.004	25.00	0.15	Aucun	2.30	57.569	7732.560	383.79	51586.86
189-1	4725.004	25.00	0.15	Aucun	3.21	80.197	7812.757	534.65	52121.51
190-1	4750.004	25.00	0.15	Aucun	0.87	21.855	7834.612	145.70	52267.21
191-1	4775.004	25.00	0.15	Aucun	2.25	56.177	7890.789	374.51	52641.72
192-1	4800.004	25.00	0.15	Aucun	2.28	57.006	7947.795	380.04	53021.76
193-1	4825.004	25.00	0.15	Aucun	1.57	39.335	7987.130	262.23	53284.00
194-1	4850.004	25.00	0.15	Aucun	1.44	36.072	8023.202	240.48	53524.48
195-1	4875.004	25.00	0.15	Aucun	2.26	56.501	8079.703	376.67	53901.15
196-1	4900.004	25.00	0.15	Aucun	1.72	43.120	8122.823	287.47	54188.62
197-1	4925.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8122.823	0.00	54188.62
198-1	4950.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8122.823	0.00	54188.62
199-1	4975.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8122.823	0.00	54188.62
200-1	5000.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8122.823	0.00	54188.62
201-1	5025.004	25.00	0.15	Aucun	0.19	4.796	8127.619	31.97	54220.59
202-1	5050.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
203-1	5075.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
204-1	5100.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
205-1	5125.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
206-1	5150.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
207-1	5175.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
208-1	5200.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
209-1	5225.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
210-1	5250.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
211-1	5275.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
212-1	5300.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
213-1	5325.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
214-1	5350.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
215-1	5375.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
216-1	5400.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
217-1	5425.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
218-1	5450.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
219-1	5475.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
220-1	5500.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
221-1	5525.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
222-1	5550.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
223-1	5575.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8127.619	0.00	54220.59
224-1	5600.004	25.00	0.15	Aucun	0.58	14.512	8142.131	96.74	54317.34
225-1	5625.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8142.131	0.00	54317.34
226-1	5650.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8142.131	0.00	54317.34
227-1	5675.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8142.131	0.00	54317.34
228-1	5700.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8142.131	0.00	54317.34
229-1	5725.004	25.00	0.15	Aucun	2.64	65.897	8208.028	439.31	54756.65
230-1	5750.004	25.00	0.15	Aucun	2.71	67.692	8275.720	451.28	55207.93
231-1	5775.004	25.00	0.15	Aucun	1.78	44.454	8320.173	296.36	55504.29
232-1	5800.004	25.00	0.15	Aucun	2.46	61.453	8381.626	409.68	55913.97
233-1	5825.004	25.00	0.15	Aucun	0.12	2.998	8384.623	19.98	55933.95
234-1	5850.004	25.00	0.15	Aucun	1.46	36.558	8421.181	243.72	56177.67
235-1	5875.004	25.00	0.15	Aucun	1.30	32.478	8453.659	216.52	56394.19
236-1	5900.004	25.00	0.15	Aucun	0.43	10.818	8464.477	72.12	56466.31
237-1	5925.004	25.00	0.15	Aucun	1.71	42.769	8507.246	285.13	56751.44
238-1	5950.004	25.00	0.15	Aucun	2.35	58.849	8566.096	392.33	57143.77
239-1	5975.004	25.00	0.15	Aucun	1.53	38.317	8604.413	255.45	57399.21
240-1	6000.004	25.00	0.15	Aucun	2.27	56.719	8661.132	378.13	57777.34
241-1	6025.004	25.00	0.15	Aucun	1.12	27.948	8689.080	186.32	57963.67
242-1	6050.004	25.00	0.15	Aucun	2.95	73.851	8762.931	492.34	58456.00
243-1	6075.004	25.00	0.15	Aucun	0.59	14.776	8777.707	98.51	58554.51
244-1	6100.004	25.00	0.15	Aucun	1.14	28.520	8806.227	190.14	58744.64
245-1	6125.004	25.00	0.15	Aucun	2.42	60.614	8866.841	404.09	59148.74
246-1	6150.004	25.00	0.15	Aucun	0.00	0.000	8866.841	0.00	59148.74
247-1	6175.004	25.00	0.15	Aucun	2.04	51.093	8917.934	340.62	59489.36

Num.	Abscisse	Lg Ap.	Décapage		Surface En Coupe	Volumes		Surfaces en plan	
			Gauche	Droite		Partiels	Cumulés	Partielles	Cumulées

ANNEXES

248-1	6200.004	25.00	0.15	Aucun	1.50	37.455	8955.389	249.70	59739.06
249-1	6225.004	25.00	0.15	Aucun	2.46	61.478	9016.866	409.85	60148.91
250-1	6250.004	25.00	0.15	Aucun	3.38	84.378	9101.245	562.52	60711.43
251-1	6275.004	25.00	0.15	Aucun	3.03	75.783	9177.028	505.22	61216.65
252-1	6300.004	25.00	0.15	Aucun	1.44	35.900	9212.928	239.33	61455.98
253-1	6325.004	25.00	0.15	Aucun	2.86	71.431	9284.359	476.21	61932.19
254-1	6350.004	25.00	0.15	Aucun	2.27	56.632	9340.991	377.55	62309.74
255-1	6375.004	25.00	0.15	Aucun	1.03	25.281	9366.272	168.54	62478.28
256-1	6400.004	25.00	0.15	Aucun	0.23	5.935	9372.207	39.57	62517.85
257-1	6425.004	25.00	0.15	Aucun	1.54	37.644	9409.852	250.96	62768.81
258-1	6450.004	21.30	0.15	Aucun	1.64	34.272	9444.124	391.30	63160.11
260	6467.602	8.80	0.15	Aucun	1.29	11.329	9455.453	75.53	63235.64

Axe En Plan 'Copie de Axe 02'

Nom du fichier : v2.dwg

Eléments caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abcisse	X	Y	
Droite 1	Gisement 306.6609	110.513	0.000	7473.773	4169.154	
Clothoïde 1	Paramètre 5.000	0.100	110.513	7363.864	4180.696	
Arc 1	Rayon 250.000 Centre X 7337.705 Centre Y 3932.068	62.229	110.613	7363.765	4180.706	
Clothoïde 2	Paramètre -5.000	0.100	172.842	7301.709	4179.463	
Droite 2	Gisement 290.7890	225.018	172.942	7301.610	4179.448	
Clothoïde 3	Paramètre -50.000	10.000	397.960	7078.943	4147.005	
Arc 2	Rayon -250.000 Centre X 7037.947 Centre Y 4393.688	22.929	407.960	7069.038	4145.629	
Clothoïde 4	Paramètre 50.000	10.000	430.890	7046.188	4143.824	
Droite 3	Gisement 299.1743	112.500	440.890	7036.190	4143.628	
Clothoïde 5	Paramètre 50.000	10.000	553.390	6923.699	4142.169	
Arc 3	Rayon 250.000 Centre X 6921.942 Centre Y 3892.108	65.403	563.390	6913.701	4141.972	
Clothoïde 6	Paramètre -116.692	54.468	628.794	6849.357	4131.339	
Droite 4	Gisement 274.3112	173.839	683.262	6798.547	4111.795	
Arc 4	Rayon 18000.000 Centre X 13706.506 Centre Y -12510.790	669.803	857.101	6638.670	4043.535	
Droite 5	Gisement 271.9422	0.263	1526.904	6027.697	3769.133	
Clothoïde 7	Paramètre -170.000	54.426	1527.167	6027.458	3769.020	
Arc 5	Rayon -531.000 Centre X 5776.224 Centre Y 4237.880	214.631	1581.593	5977.850	3746.649	
Clothoïde 8	Paramètre 170.000	54.426	1796.224	5768.409	3706.938	
Droite 6	Gisement 304.1996	265.101	1850.649	5714.055	3709.597	
Clothoïde 9	Paramètre 600.000	202.931	2115.751	5449.530	3727.072	
Arc 6	Rayon 1774.000 Centre X 5231.292 Centre Y 1962.654	6.779	2318.682	5246.851	3736.585	
Clothoïde 10	Paramètre -600.000	202.931	2325.461	5240.072	3736.632	
Droite 7	Gisement 296.6739	392.183	2528.392	5037.282	3729.901	
Clothoïde 11	Paramètre -270.000	90.000	2920.575	4645.634	3709.420	
Arc 7	Rayon -810.000 Centre X 4558.378 Centre Y 4516.381	258.526	3010.575	4555.698	3706.385	
Clothoïde 12	Paramètre 270.000	90.000	3269.102	4301.675	3748.134	
Droite 8	Gisement 324.0663	1551.477	3359.102	4217.441	3779.793	
Clothoïde 13	Paramètre 180.000	60.902	4910.578	2775.510	4352.432	
Arc 8	Rayon 532.000 Centre X 2550.748 Centre Y 3868.964	129.764	4971.481	2718.498	4373.824	
Clothoïde 14	Paramètre -180.000	60.902	5101.245	2591.606	4399.392	
Droite 9	Gisement 301.2502	261.503	5162.147	2530.758	4401.749	
Clothoïde 15	Paramètre 160.000	53.002	5423.650	2269.305	4406.884	
Arc 9	Rayon 483.000 Centre X 2233.323 Centre Y 3924.255	115.166	5476.652	2216.311	4406.956	
Clothoïde 16	Paramètre -160.000	53.002	5591.818	2102.785	4389.281	
Droite 10	Gisement 279.0847	705.147	5644.820	2052.320	4373.102	
Arc 10	Rayon -291.000 Centre X 1290.994 Centre Y 4421.016	108.781	6349.966	1384.888	4145.580	
Droite 11	Gisement 302.8826	8.855	6458.747	1277.822	4130.315	
			6467.602	1268.976	4130.715	
Longueur totale de l'axe 6467.602 mètres						

Levé topographique de la zone du projet :

