



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة عبد الحميد ابن باديس - مستغانم
University Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculty of Sciences and Technology
قسم الهندسة المدنية والمعمارية
Civil engineering & architecture department



N° d'ordre : M/GCA/2021

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics.

Spécialité : Voies et Ouvrages d'art (VOA)

Thème

**ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER
SUR 5,0 KM DU PK 37+001 AU PK 41+637 DE LA PÉNÉTRANTE
RELIANT MOSTAGANEM À L'AUTOROUTE EST-OUEST**

Présenté par :

❖ Mr. BELGHACHEM MOHAMED

Soutenu le 08 / 07 / 2021 devant le jury composé de :

Président : Mr. Kearaouti Rabah(MAA)

Examineur: Mr.Bouhamou Nasreddine(Pr)

Encadreur : Mr. Bouhaloufa Ahmed(MAA)

Co-encadreur :Mr.Cherif Mourad(associe)

Invité d'honneur: Mr.Bensaid Ahmad

Année Universitaire : 2020 / 2021

Remerciement

Nous tenons à remercier tout ceux et celle qui de loin ou de près a contribué à finaliser ce modeste travail que j'espère sera a la hauteur de leur engagement.

Je cite nommément :

▪ *A notre encadreur BOUHALLOUFA AHMED, et Mr CHERIF MOUDAD pour avoir accepter de nous prendre en charge.*

▪ *Nous sommes reconnaissants à l'ensemble des enseignants qui ont contribués à notre formation avec beaucoup de dévouement et de compétence.*

• *Nos remerciements s'adresse également aux membres du jury Mr BOUHAMOUCHE NASREDDINE et Mr KEARAOUTI RABAH pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, et qui nous feront le plaisir d'apprécier.*

▪ *Les ingénieurs de bureau d'étude pluridisciplinaire et expertises exceptionnellement à l'ingénieur BENSALIM AHMED.*

▪ *Au personnel de la bibliothèque.*

En n'oubliant jamais les personnes qui ont participés de près ou de loin à ce modeste travail.

Dédicace

Tout d'abord je tiens à remercier le bon Dieu de m'avoir aidé à arriver jusqu' à ce niveau d'études, et de réaliser ce modeste travail, que je dédie :

- ✓ A mes très chers parents, et que Dieu le tout puissant les grades en bonne santé.*
- ✓ A mon encadreur : BOUHALLOUFA Ahmed et CHERIF Mourad*
- ✓ A mes frères et mes sœur : Nasreddine , Sarah et Lilya*
- ✓ A très chère amis : Lattab Kaddour*
- ✓ A tous mes amis : Zaki , Djalloul , Réda et Salleh*
- ✓ A toute ma famille sans exception.*
- A l'ensemble des enseignants du Département de Génie Civil. À toute la promotion 2021.*

Enfin à toutes personnes qui m'ont soutenu et aidé à réaliser ce travail.

**Mr. BELGHACHEM
MOHAMED**

SOMMAIRE

REMERCIEMENT	
DEDICACE	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES FIGURES	
ملخص	
RESUMÉ	
ABSTRACT	

Pages

CHAPITRE I : PRESENTATION DE PROJET 01

I-1- INTRODUCTION.....	02
I-2- CATEGORIES DE LA ROUTE	03
I-3- PRESENTATION DU PROJET	04
I-4- OBJECTIF DE PROJET	06
I-5- DONNEES DE BASE.....	07

CHAPITRE II : ETUDE DU TRAFIC..... 08

II-1- INTRODUCTION.....	09
II-2- ANALYSE DU TRAFIC.....	09
II-3- DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS.....	10
II-4- MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC.....	10
II-5- CALCUL DE LA CAPACITÉ.....	12
APPLICATION AU PROJET.....	17

CHAPITRE III : TRACÉ EN PLAN..... 18

III-1- INTRODUCTION	19
III-2- TRACE EN PLAN	10
III-3- ETUDE DES VARIANTES	22
➤ Etude de la variante N°01	24
➤ Etude de la variante N°02	41

CHAPITRE IV : LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVES 61

IV-1- DEVERS.....	62
IV-2- COURBE DE RACCORDEMENT	66

CHAPITRE V : PROFIL EN LONG..... 73

SOMMAIRE - SUITE

V -1- INTRODUCTION	74
V -2- LIGNE PROJET.....	75
V -3- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG.....	79
CHAPITRE VI : CINÉMATIQUE.....	82
VI-1- LES PARAMETRES CINEMATQUES.....	83
CHAPITRE VII : PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES.....	91
VII-1- INTRODUCTION	92
VII .2- PROFIL EN TRAVERS TYPE	92
VII -3- LES ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL EN TRAVERS TYPE	93
VII-4- DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE	94
VII -5-PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES	95
VII-6-LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT	98
VII-7- CUBATURES	105
CHAPITRE VIII : IMPLANTATION.....	118
VIII-1- INTRODUCTION	119
VIII-2- IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS.....	120
VIII-3- IMPLANTATION DE COURBES	120
➤ Listing d'implantation planimétrique et altimétrique des profils	123
CHAPITRE IX : ASSAINISSEMENT	128
IX-1- INTRODUCTION.....	129
IX -2- OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT.....	130
IX-3- DEFINITIONS.....	130
IX-4- METHODES THEORIQUE DE CALCUL POUR DIMENSIONNER UN FOSSÉ.....	132
CHAPITRE X : SIGNALISATION	139
X- LA SIGNALISATION ROUTIERE	140
X -1- INTRODUCTION	140

SOMMAIRE - Suite

X-2- L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE	140
X-3- CATEGORIES DE SIGNALISATION	143
X-4- REGLES A RESPECTE POUR LA SIGNALISATION	145
X-5- TYPES DE SIGNALISATION	146
X-6- CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES	147

CHAPITRE XI : IMPACT SUR ENVIRONNEMENT..... 148

XI-1- INTRODUCTION	149
XI-2- Brève description du projet et principale composant	150

CHAPITRE XII : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF (DQE)..... 152

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF (DQE)	153
--	-----

CHAPITRE XIII : CONCLUSION 155

XIV-CONCLUSION	156
BIBLIOGRAPHIE	158

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
• Tableau II-1: Valeurs du coefficient P	14
• Tableau II-2: Valeurs de K1 en fonction de l'environnement	15
• Tableau II-3: Valeurs de K2 en fonction de l'environnement	15
• Tableau II-4: Valeurs de capacité théorique	15
• Tableau III-1: Coordonnées des sommets variante N°01	25
• Tableau III-2: Gisements, angles au centre et distances V01.....	25
• Tableau III-3: calcul des paramètres de raccordement au centre V01	26
• Tableau III-4: calcul des Déclivité cumulés variante N°01	27
• Tableau III-5 : Type de topographie	32
• Tableau III-6 : Sinuosité	33
• Tableau III-7 : Tableau d'Environnement de la route	33
• Tableau III-8: Vitesse de référence	34
• Tableau III-9: Dévers	34
• Tableau III-10: Valeur du coefficient ft.....	34
• Tableau III-11 : Valeur du coefficient "F"	35
• Tableau III-12 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques	35
• Tableau III-13 : Récapitulatif des rayons en plan.....	36
• Tableau III-14 : les rayons en plan selon B40	36
• Tableau III-15 : Tableau de cubature approchée de V01	37
• Tableau III-16 : Coordonnées des sommets V02	42
• Tableau III-17 : Gisements, angles au centre et distances V02	43
• Tableau III-18 : Calcul des paramètres de raccordement au centre V02...	44
• Tableau III-19: calcul des déclivités cumulés variante N°02.....	46

LISTE DES TABLEAUX - SUITE

	Pages
• Tableau III-20 : Tableau de cubature approchée de V02.....	56
• Tableau III-21 : Tableau comparatif entre les variantes 01 et 02	60
• Tableau IV-1 : Devers en fonction de l'environnement	63
• Tableau IV-2 : Paramètres de clothoïde	71
• Tableau V-1 : Rayons convexes (Cat2, V100)	78
• Tableau V-2: Rayons concaves (Cat2, V100)	79
• Tableau VI-1: Coefficient de frottement longitudinal	83
• Tableau VI-2: Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse	89
• Tableau VI-3: Paramètres fondamentaux	90
• Tableau VII-1 : Coefficient d'équivalence des matériaux	100
• Tableau VII-2 : Classe de trafic	101
• Tableau VII-3: Classe de sol.	102
• Tableau VII-4 : Epaisseur du corps de chaussée.....	104
• Tableau VII-5 : Calcul de volume de décapage de terre végétale.	107
• Tableau VII-6 : Calcul de cubature de terrassement	111
• Tableau VIII-1 : Listing d'implantation des points d'axe	123
• Tableau IX-1 : Coefficient de ruissellement	133
• Tableau IX-2 : Variable GAUSS	134
• Tableau XIII-1: Devis Quantitatif et Estimatif (DQE)	153

LISTE DES FIGURES

	Pages
• Figure I-1 : Carte de Réseau routier de la wilaya de Mostaganem.....	04
• Figure I-2 : Tracé de la pénétrante traversant le wilaya de Mostaganem ...	07
• Figure III-1:les éléments d'un tracé en plan	21
• Figure III-2 : détermination de l'angle au centre	23
• Figure IV-1 : éléments d'un clothoïde.	66
• Figure IV-2: Clothoïde.....	66
• Figure VI-1: Distance d'arret et de freinage	85
• Figure VI-2: Distance de perception.....	86
• Figure VI-3: Espacement entre deux véhicules.....	88
• Figure VII-1: Les éléments d'une route	93
• Figure VII-2 : les différentes catégories de chaussée	97
• Figure VII-3 : démarche du catalogue	103
• Figure VII-4 : Corps de chaussée	104
• Figure VII-5 : Surfaces de cubature	106
• Figure VIII-1: Implantation sur la tangente	121
• Figure VIII-2 : Coordonnées polaires.	122
• Figure VIII-3: Méthode d'implantation.....	142
• Figure X-1 : Signaux de danger.....	142
• Figure X-2 : Signaux d'Interdiction	146
• Figure X-3 : Signaux d'Obligation	146
• Figure X-4 : Types de modulation de lignes discontinues	147
• Figure X-5 : Flèche de Signalisation	147
• Figure X-6 : Flèche de Signalisation	147
• Figure X-7 : Flèche de Sélection	148

ملخص:

نعتمد في المذكرة التي بين أيدينا على الطبوغرافيا والبحوث المنهجية، هذا المشروع هو من اجل انجاز منفذ الى ولاية غليزان يكون أكثر امانا ويضمن التبادل الاقتصادي.

هذه الدراسة أنجزت على جزء من 4,637 كم (من النقطة الكلومترية 001+37 ال النقطة الكيلومترية 638+41) من المنفذ الرابط بين غليزان والطريق السيار شرق غرب، من اجل تسهيل حركة المرور وتحمل الزيادة في تدفق السيارات.

هذا المنفذ يضمن الامن وإرضاء السائق والمسافر وخاصة يقلل من الزيادة الكبيرة لحوادث المرور.

ان دراسة المشروع تمت على المراحل التالية:

- اقتراح مسلكين لإنجاز المشروع.
- دراسة المسلك المختار والتمثل في دراسة الخصائص الهندسية والحركية.
- تقييم تكلفة انجاز المشروع.

الكلمات المفتاحية: دراسة، منفذ، طبوغرافيا، مسلك، تكلفة انجاز

ABSTRACT:

The paper at hand sheds light on a topographic and a systematic research. The latter presents the project of the realization of a split of RELIZANE penetrating highway into two separated, bigger, and safer roads; in other words, what is known as "CONCEPTION". The study is conducted on a 05 km long part of the highway (from PK 37+001 to PK 41+638) in order to ease the traffic and the flow of the increased number of vehicles, meet the satisfaction of the drivers and improve their comfort, and most importantly minimize and reduce the high frequent number of accidents.

The planned methodology is motivated by many aims and consists of the following:

- ✓ Doing an in-depth study of the APS of the two variants of the road.
- Doing an in-depth study of the APD of the chosen variant
- ✓ Calculating the percentage of that variant
- Attempting to estimate the cost of the project.

Keywords: Traffic, avoidance, geometry, road layout, reference speed, clothoid, pavement, environment.

RESUMÉ

Ce mémoire se base sur la topographie, et sur une recherche systématique. Ce présent projet de réalisation d'une pénétrante autoroutière en deux chaussées séparées unidirectionnelles. Cette route est plus sécurisée, assure l'échange économique.

Cette étude de conception est réalisée sur un tronçon de 5.00 km du (PK37+001 au PK 41+638) de la pénétrante autoroutière reliant RELIZANE et l'autoroute est-ouest, Afin de faciliter circulation, et de supporter l'augmentation du flux du nombre de véhicules.

Dans cette étude de la pénétrante, on a assuré la satisfaction et le confort du conducteurs et des usagers, et surtout minimiser et réduire le nombre élevé d'accidents.

On a passé par les étapes suivantes dans notre étude :

- ✓ Faire une étude approfondie en APS des deux variantes de la route.
- ✓ Choisir la variante la plus avantageuse et plus efficace, et étudier leurs caractéristiques géométriques et cinématiques en APD.
- ✓ Calculer les pourcentages pour cette variante choisie.
- ✓ Evaluer et estimer le coût de notre projet.

Mots clés : Etude, géométrie, variante, pénétrante, topographie, circulation.

CHAPITRE : I

PRESENTATION DU PROJET

I-1- INTRODUCTION

I-2- CATEGORIES DE LA ROUTE

I-3- PRESENTATION DU PROJET

I-4- OBJECTIF DE PROJET

I-5- DONNEES DE BASE

CHAPITRE I

PRESENTATION DU PROJET

I-1- INTRODUCTION :

La route est l'une des voies de communication la plus utilisée qui permet de relier tous les points d'un territoire .La route est également défini comme une vaste plate-forme bien dégagée comportant deux ou plusieurs voies, devant résister aux efforts statiques et dynamiques des véhicule (légère, lourd) et dont les caractéristiques géométriques correspondant à une réglementation et normes bien précis.

Les routes peuvent être classées d'après plusieurs critères :

- ✓ Du point de vue administratif : d'après l'appartenance du maniable.
- ✓ Du point de vue technique : vitesse de référence établie en fonction des conditions du terrain

Parmi la classification administrative, on distingue :

- ◆ Les chemins communaux,
- ◆ les chemins de willaya,
- ◆ les routes nationales,
- ◆ les autoroutes.

Ces derniers présentent une catégorie spéciale dont les caractéristiques sont les suivants :

- ✓ Réservée à la circulation rapide.
- ✓ Accessible en des points spécialement aménagée.
- ✓ Ne comporte aucun carrefour à niveau.
- ✓ Comportant deux chaussées unidirectionnelles permettant une circulation à grande vitesse et sécurisée.

Notre projet présente deux sortes d'avantages :

❖ **LES AVANTAGES DIRECTS :** qui concernent principalement tous les usagers de la route : gain de temps et de confort, garantir la sécurité et l'économie de fonctionnement

des véhicules. Ces avantages peuvent être mesurés en unités physiques (heures, nombre d'accidents, de morts de blessés, journées d'hospitalisation, carburants, ...)

❖ **LES AVANTAGES INDIRECTS :** qui ne concernent pas directement les usagers de la route, mais la politique du transport et plus généralement, le développement économique national ou local et l'aménagement du territoire.

I-2- CATEGORIES DE LA ROUTE :

La catégorie d'une route est définie suivant la nature des villes, suivant les activités socio-économiques et administrative situées sur les localités desservies par la route.

Les routes Algériennes sont classées en cinq (5) catégories fonctionnelles et sont comme suit :

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

I-3- PRESENTATION DU PROJET :

I-3-1- PRESENTATION WILAYA DE RELIZANE :I-

3-1-1- SITUATION GEOGRAPHIQUE :

La wilaya de Relizane est située sur le littoral Ouest du pays, elle dispose d'une superficie de 4872,32 km, Elle situé a 60 km du port de mostaganem, a 120 km de l'aéroport international et a 320 km d'Alger

La wilaya de Relizane est limitée:

- ✓ A l'Est par les Wilayas de Chlef RN 04, Tiaret RN23 et RN90 et Tissemsilet.
- ✓ Au Sud par les wilayas de Mascara et Tiaret RN23 et RN90
- ✓ A l'Ouest par les Wilayas de Mascara et Mostaganem. la RN90, la RN23 et RN04.
- ✓ Au Nord par les wilayas de Mostaganem et Chlef. la RN90, la RN23 et RN04.

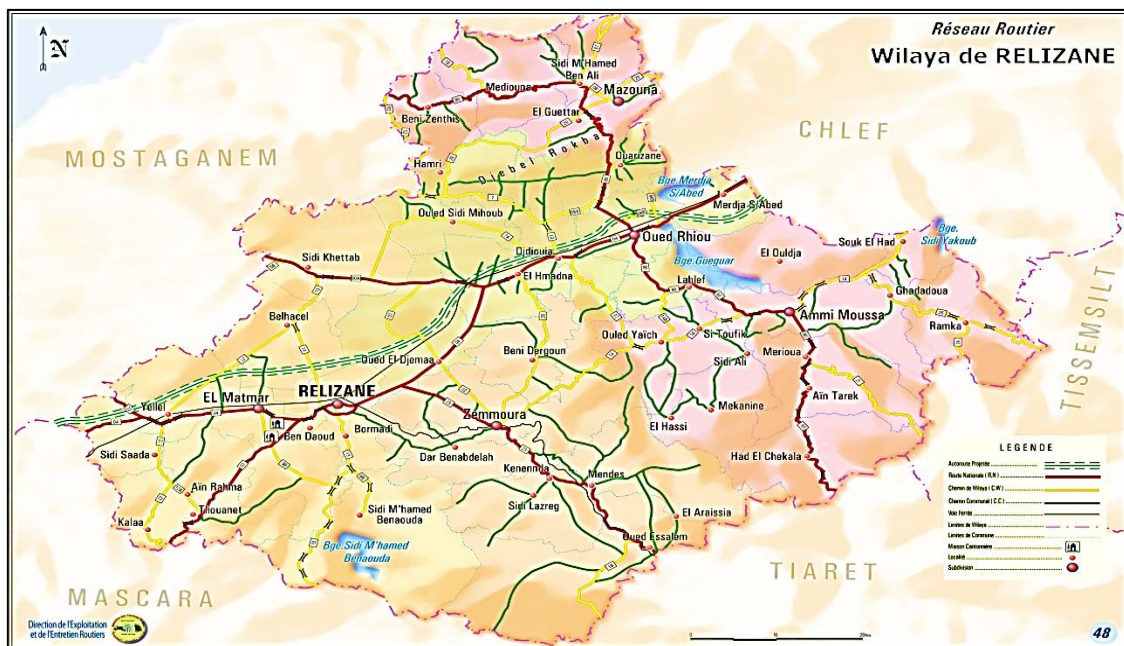


Figure 01 : photo pour situation de la wilaya de RELIZANE

I-3-1-2- LE RELIEF :

Le relief de la Wilaya de Relizane se compte 38 communes :

La région de RELIZANE constitue de deux reliefs montagneux (les monts d'Ouancheris au sud-est et les monts de Beni Chougrane au sud – ouest).

I-3-1-3- LE CLIMAT :

La province de Relizane est dominée par un climat continental, froid et pluvieux en hiver et chaude été, avec des chutes de neige dans certaines zones qui atteignent une altitude de 800 mètres dans les montagnes d'Alongris, et précisément dans les hautes montagnes de Bourkba, ainsi que dans les montagnes de Beni Shakran, Mendas, Zemmoura et Dahra.

Il est également intéressant de noter que la quantité Moyenne de précipitations est de l'ordre de 300 mm au cours de l'année, car pour la dernière décennie, elle n'a pas dépassé 240 mm.

I-3-1-4-L'activité :

L'agriculture est l'activité principale dans la Wilaya. L'activité industrielle n'est pas aussi importante, elle est éparse et se concentre généralement dans les grandes villes de la wilaya.

I-3-1-5- INFRASTRUCTURE DE BASE :

A- RESEAU ROUTIER :

- Autoroutes: 35 km.
- Routes Nationales: 332,43 km.
- Chemins de WILAYA: 653,83 km.
- Chemins communaux: 1147,98 km.

B- RESEAU FERROVIAIRE :

Il existe une voie pour le transport de marchandises reliant le port à la gare de Relizane en direction de Mohammedia.

C- RESEAU AEROPORTUAIRE :

La Wilaya de Relizane dispose d'un aéroport dont:

- Piste principale : 1360 m x 30 m
- Piste secondaire : 700 m x 30 m
- Aire s de stationnement : 13 000 m²
- Voies de circulation : 450 m x 20 m.

- **Tronçon 1** : traversant la wilaya de Relizane sur 33 km,
- **Tronçon 2** : traversant la wilaya de Mostaganem sur 27 km.



Figure I-2 : Tracé de la pénétrante traversant le wilaya de Mostaganem.

Dans notre projet de fin d'étude on a étudié un tronçon de cinq kilomètres (05 km) du PK19+000 au Pk24+000 de la pénétrante autoroutière reliant Mostaganem à l'Autoroute Est-Ouest.

I-5- DONNEES DE BASE :

- Le trafic :
 - TJMA : **10 000 V/J**
 - Pourcentage de poids lourds : **35%**
 - Le taux d'accroissement : $\tau = 4\%$
 - Durée d'étude et mise en service : **2 ans**
 - Durée de vie : **10 ans**
- L'indice **CBR = 9**

Chapitre : II

ETUDE DU TRAFIC

II-1- INTRODUCTION.

II-2- ANALYSE DU TRAFIC.

II-3- DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS.

II-4- MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC.

II-5- CALCUL DE LA CAPACITÉ.

APPLICATION AU PROJET.

CHAPITRE II ETUDE DU TRAFIC

II-1- INTRODUCTION :

L'étude du trafic constitue un moyen important de saisie des grands flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, pour partie « stratégie et planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, elle est nécessaires pour :

- ❖ Apprécier la valeur économique des projets routiers.
- ❖ estimer les coûts d'entretien du réseau routier, qui sont en fonction du volume de circulation.
- ❖ définir les caractéristiques techniques des différentes tranches de la route constituant le réseau qui doit être adapté au volume et la nature des circulations attendues (nombres de voies).
- ❖ estimer les coûts de fonctionnement des véhicules.

II-2- ANALYSE DU TRAFIC :

Diverses méthodes permettant de recueillir des informations de nature et d'intérêt variable en ce qui concerne les trafics, on veille cependant à adopter le niveau de connaissance aux besoins, le coût des investigations conduit à limiter celle-ci à ce qui est nécessaire mais on s'attache à disposer aussi de l'ensemble des éléments permettant de décider en toute connaissance de cause, enfin, on peut être amené à procéder en plusieurs étapes et à affiner l'étude de trafic au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de l'ensemble du projet.

Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories :

- ❖ Celles qui permettent de quantifier le trafic (les comptages).
- ❖ Celles qui permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs

(Les enquêtes).

II-3- DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS :

- a) **Trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le nouveau projet.
- b) **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée. En d'autres termes la déviation de trafic n'est qu'un transfert entre les différentes routes qui atteignent le même point.
- c) **Trafic induit** : C'est le trafic résultant des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations, une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.
- d) **Trafics total** : C'est le trafic total sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié.

II-4- MODÈLES DE PRÉSENTATION DE TRAFIC :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra d'hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaines.

Les différentes méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le future sont :

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

II-4-1- Prolongation de l'évolution passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, l'évolution des trafics observés dans le passé. On établit en général un modèle de croissance du type exponentiel.

Le trafic T_n à l'année n sera :

$$T_n = T_0 (1 + \tau)^n$$

Où:

- T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.
- (τ) : est le taux de croissance

II-4-2- Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques :

Elle consiste à rechercher dans le passé une corrélation entre le niveau de trafic d'une part et certains indicateurs macro-économiques :

- ✓ Produit national brut (PNB).
- ✓ Produits des carburants, d'autres part, si on pense que cette corrélation restera à vérifier dans le taux de croissance du trafic, mais cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort du cadre de notre étude

II-4-3- Modèle gravitaire :

Il est nécessaire pour la résolution des problèmes concernant les trafics actuels au future proche, mais il se prête mal à la projection.

II-4-4- Modèle de facteurs croissance :

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine – destination. La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

- ✓ Le taux de motorisation des véhicules légers et leur utilisation.
- ✓ Le nombre d'emploi.
- ✓ La population de la zone.

Cette méthode nécessite des statistiques précises et une recherche approfondie de la zone à étudier.

➤ Remarque :

Pour notre cas, nous utilisons la première méthode, c'est à dire la méthode « prolongation de l'évolution passée » vu sa simplicité et son intégration de l'ensemble des variables économiques de la région.

II-5- CALCUL DE LA CAPACITÉ :

II-5-1- Définition de la capacité :

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

La capacité dépend :

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

II-5-2- Détermination de nombre de voies :

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance du réseau existant.

Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

A partir de là, l'ingénieur fait une comparaison entre le débit admissible et le débit prévisible pour obtenir le choix du nombre de voies pour un tronçon routier.

Donc il est nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la 20^{ème} année d'exploitation.

II-5-3- Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon :

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

$$T_n = T_1 (1 + \tau)^n$$

Où:

- (τ) : est le taux de croissance
- n : nombre d'année.

➤ Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unités des véhicules particulières (**U.V.P**) en fonction du Type de route et de l'environnement (vallonnée, en plaine).

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

Le trafic effectif est donné par la relation :

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

Avec :

- T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (U.V.P/j)
- Z : pourcentage de poids lourds (%).
- P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route.

Tableau II-1: Valeurs du coefficient P

routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2,5	5	10
4 voies et +	2	4	8

Ce tableau nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence pour les poids lourds « P » pour le poids lourd en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

A. Débit de point horaire normal :

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

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

Avec :

- $\left(\frac{1}{n}\right)$: Coefficient de pointe prise égale **0,12**
- **Q** : est exprimé en **(UVP/h)**.

B. Débit horaire admissible :

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

$$Q_{\text{adm}} (\text{uvp/h}) = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}}$$

Avec :

- **K₁** : Coefficient lié à l'environnement.
- **K₂** : Coefficient de réduction de capacité.

- **Cth** : Capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

❖ **Valeurs de K₁** :

Tableau II-2: Valeurs de K1 en fonction de l'environnement

Coefficient K ₁					
	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
E1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

❖ **Valeurs de K2 :**

Tableau II-3: Valeurs de K2 en fonction de l'environnement

Coefficient K ₂			
Environnement	E1	E2	E3
K₂	0,75	0,85	0,90 à 0,95

Valeurs de Cth : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

❖ **Capacité théorique :**

Tableau II-4: Valeurs de capacité théorique

Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 UVP/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 UVP/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 UVP/h

➤ **Calcul du nombre de voie :**

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

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

$$Q_{adm} = Q$$

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

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

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

Avec :

- **S** : coefficient dissymétrie en général = **2/3**
- **Q_{adm}** : débit admissible par voie.

➤ **Application au projet :**

- **Données**

- ✓ TJMA = **10 000 V/J**
- ✓ Taux de croissance : $\tau = 4\%$
- ✓ Pourcentage du poids lourd : **Z=35%**
- ✓ Année de comptage : **2019**
- ✓ Année de mise en service : **2021**
- ✓ Durée de vie : **10 ans**
- ✓ Coefficient d'équivalence : **P=3**
- ✓ Coefficient lié à l'environnement : **K₁=0,99**
- ✓ Coefficient de réduction de capacité : **K₂=0.85**
- ✓ Capacité effective par voie : **1500 ≤ C_{th} ≤ 2000 UVP/h**

➤ **Calcul du trafic à l'année de mise en service (2019) :**

$$T_{2021} = TJMA \cdot (1+0.04)^2 = 10000 \cdot (1+0.04)^2 \quad \longrightarrow \quad T_{2021} = 10\ 816\ V/J.$$

➤ **Calcul du trafic moyen journalier (TJMA) horizon (2037) :**

$$T_{2041} = T_{2021} * (1 + 0.04)^{20} = 10816 * (1 + 0.04)^{20} \quad \longrightarrow \quad T_{2041} = 23\,700 \text{ UVP/J.}$$

➤ **Calcul du trafic effectif :**

$$T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + P * Z] * T_n = [(1 - 0.35) + 3 * 0.35] * 23700$$

$$\longrightarrow \quad T_{\text{eff}} = 40\,290 \text{ UVP/J.}$$

➤ **Calcul du débit du point horaire normal :**

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) * T_{\text{eff}} = 0.12 * 40290 \quad \longrightarrow \quad Q = 4\,835 \text{ UVP/J.}$$

➤ **Calcul du débit admissible :**

$$Q_{\text{adm}} \text{ (UVP/h)} = K_1 * K_2 * C_{\text{th}} = 1.00 * 0.85 * 2000 \quad \longrightarrow \quad Q_{\text{adm}} = 1\,700 \text{ UVP/J.}$$

➤ **Calcul du nombre de voies :**

$$N = S * Q / Q_{\text{adm}} = (2/3) * 4835 / 1700 \quad \longrightarrow \quad N = 2 \text{ voies}$$

Chapitre : III

TRACÉ EN PLAN

III-1- INTRODUCTION.

III-2- TRACE EN PLAN

III-3- ETUDE DES VARIANTES

- Etude de la variante N°01

- Etude de la variante N°02

CHAPITRE III TRACÉ EN PLAN :

III-1- INTRODUCTION :

L'élaboration de tout projet routier commence par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration de terrain.

Le tracé en plan est la représentation sur un plan horizontal de l'axe de la route, il est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes ; il est caractérisé par la vitesse de référence appelé ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires a tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles d'autre part ; elle se fait à l'aide de clothoïdes qui assurent un raccordement progressif par nécessiter de sécurité et de confort des usagers de la route.

2. Règles à respecter dans Le trace en plan :

Pour faire un bon tracé en plan dans les normes on doit respecter certaines recommandations :

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières
- Eviter au maximum les propriétés privées
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.
- Eviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques.

3. Les éléments du tracé en plan :

3-1. Les alignements :

Une longueur minimale d'alignement l_{min} devra séparer deux courbes circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes à la vitesse maximale permise par la plus grand rayon des

deux arcs de cercles.

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

La longueur maximale L_{\max} est prise égale à la distance parcourue.

$$L_{\min} = 6V \text{ avec } V \text{ en (km/h)}$$

$$L_{\max} = 20V \text{ avec } V \text{ en}$$

3-2. Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- La stabilité des véhicules.
- L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon.
- La visibilité dans les tranchées en courbe

On essaye de choisir les plus grand rayon possibles en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconise.

3-3. Les raccordements Progressifs (Clothoïde) :

Le passage de l'alignement droit au cercle ne peut se faire brutalement, mais progressivement (courbe dont la courbure croît linéairement de $R=\infty$ jusqu'à $R=\text{constant}$), pour assurer :

- La stabilité transversale de véhicule
- Le confort des passagers de véhicule
- La transition de la chaussée
- Le tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

a. Expression de la clothoïde :

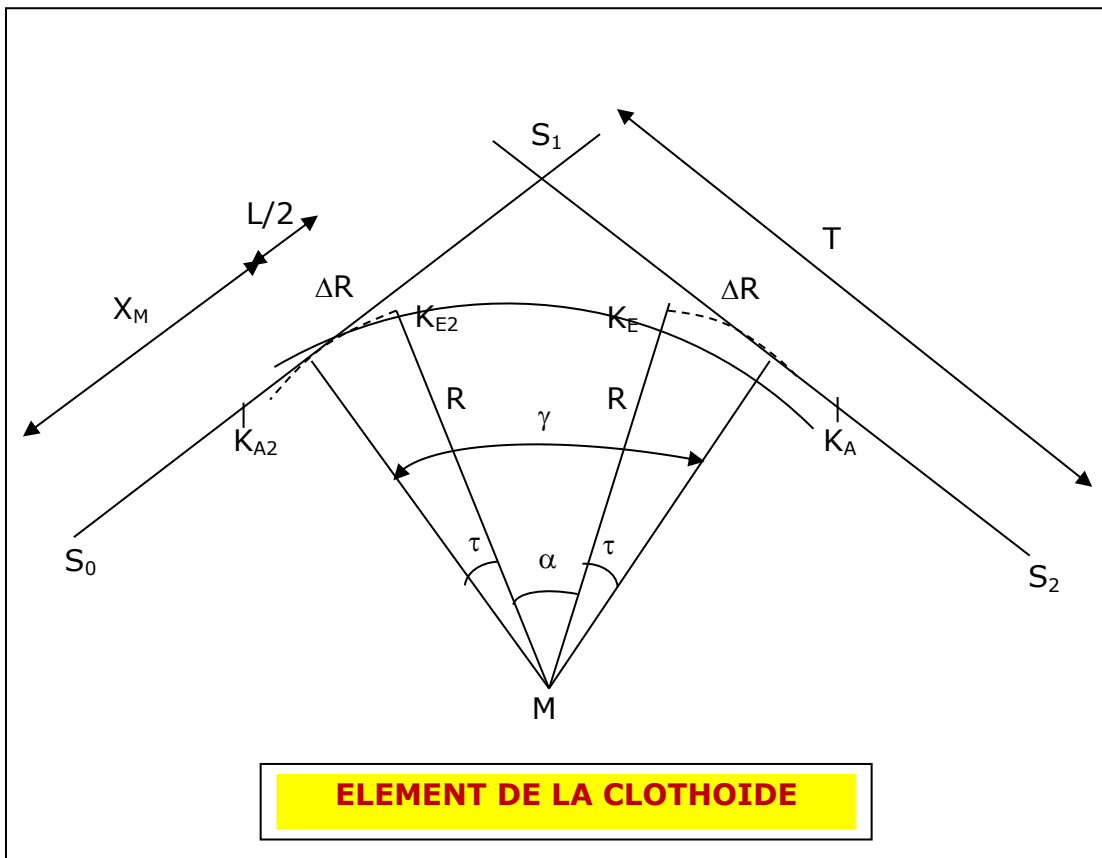
La courbe est proportionnelle à l'abscisse curviligne (ou longueur de l'arc)

$$A = \sqrt{RL}$$

c -a- d que pour le paramètre A choisi, le produit de la longueur L et du rayon R est constant.

b. Les éléments de la clothoïde :

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



4. Dévers :

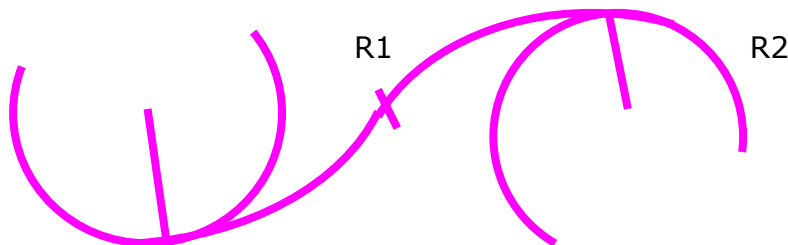
Le dévers de la route est par définition la pente transversale de la chaussée il permet l'évaluation des eaux pluviales et il assure la stabilité des véhicules en courbe.

- Pour tout rayons supérieurs à RHnd : $d = 2.5 \text{ ‰}$.

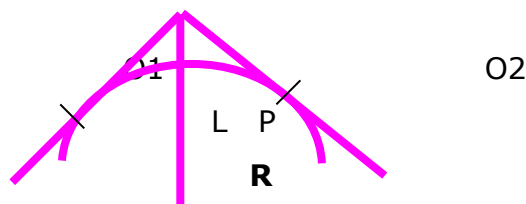
5. Combinaison Des Eléments De Trace En Plan :

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

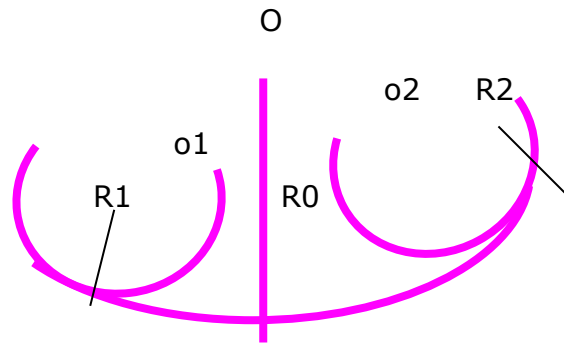
- Courbe en S : qui est par définition la courbe constituée de deux arcs de clothoïde de concavité opposée tangents en leur points de courbure nul et raccordant deux arcs de cercle



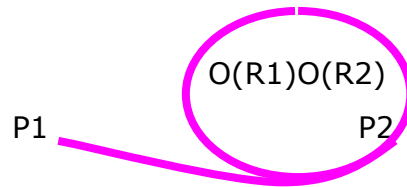
- courbe à sommet : Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde de même concavité, tangent en un point de même courbure et raccordant deux alignements.



- courbe en C : qui est une courbe constituée de deux clothoïde de même concavité, tangents en point de même courbure et raccordant deux arcs de cercles sécants ou extérieures l'un à l'autre.



- Ove : qui est Un arc de clothoide raccordant deux arcs de cercle dont l'un est intérieur à l'autre, sans lui être concentrique.



ETUDE
DE LA
VARIANTTE
N°01

1) Calcul de la variante N° 01:

➤ Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante N°01 :

Tableau III-1: Coordonnées des sommets variante N°01

N	X (m)	Y (m)
A	271 264,74	3 978 096,96
S3	272 040,46	3 979 258,76
S4	274 204,14	3 979 672,68
B	275 171,12	3 978981,82

➤ Gisements, angles au centre et distances :

Tableau III-2: Gisements, angles au centre et distances variante N°01

Valeurs ΔX et ΔY (m)		Gisements (gr)		Angle au centre (gr)		Distance s(m)
$\Delta X =$	775,72	$G_{A.S3}$ =	37,4781	$\beta 1 =$	50,488	1396,96
$\Delta Y =$	1161,8					
$\Delta X =$	2163,68	$G_{S3.S4}$ =	87,9665	$\beta 2 =$	51,536	2202,91
$\Delta Y =$	413,92					
$\Delta X =$	966,98	$G_{S4.B}$ =	139,5024			1188,41
$\Delta Y =$	1325,89					

➤ Calcul des paramètres des raccordements circulaires :

✓ **Bissectrice :**
$$\text{Biss} = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$$

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

✓ **La fleche:**
$$F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$$

✓ **La tangente:**
$$\delta_t = R * \text{tg} \left(\frac{\beta}{2} \right)$$

Tableau III-3:calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°01

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	La flèche (m)	Bissectrice (m)
$\beta_1 = 50,488$	1800	753,67	1427,51	139,66	151,41
$\beta_2 = 51,536$	1500	642,62	1214,28	121,20	131,86
$\Sigma R_c =$			2641,79		

➤ Les longueurs de tracé :

✓ **La longueur totale des alignements droits mesurée L_{AD} :**

AD1 = 1396,968 - 753,67 = **643,28 m**

AD2 = 2202,91 - (753,67 + 642,62) = **806,40 m**

AD3 = 1188,41 - 642,62 = **545,79 m**

➡ **$L_{AD} = \Sigma AD = 1995,46 \text{ m}$**

- ✓ **La longueur totale des arcs de cercles calculées LC :**

$$\longrightarrow L_C = \sum R_C = \sum D = 2641,79 \text{ m}$$

- ✓ **La longueur totale de tracé mesurée :**

$$L_T = \sum AD + \sum R_C = 1995,46 + 2641,79$$

$$\longrightarrow L_T = 4637,50 \text{ m}$$

- **Pourcentage des alignements droits :**

$$\% \text{ alignements droits} = L_{AD} / L_T = 1995,46 / 4637,50 = 43,02\%$$

Condition vérifié

- **Pourcentage des courbes :**

$$\% \text{ Courbes} = L_C / L_T = 2641,79 / 4637,50 = 56,96\%$$

Condition vérifié

- **Déclivité cumulée :**

Tableau III-4 : calcul des Déclivité cumulés variante N°01

N	Cumulée	Partielle	Z	Déclivité (m)
1	0,00	0,00	114,79	
2	30,00	30,00	114,29	-0,49
3	60,00	30,00	113,83	-0,47
4	90,00	30,00	113,52	-0,31
5	120,00	30,00	113,22	-0,30
6	150,00	30,00	112,89	-0,33
7	180,00	30,00	112,62	-0,27
8	210,00	30,00	112,32	-0,30
9	240,00	30,00	112,36	0,04
10	270,00	30,00	112,22	-0,15
11	300,00	30,00	111,85	-0,37
12	330,00	30,00	111,22	-0,63
13	360,00	30,00	110,68	-0,54
14	390,00	30,00	110,55	-0,13
15	420,00	30,00	110,02	-0,54

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

16	450,00	30,00	110,23	0,21
17	480,00	30,00	109,91	-0,32
18	510,00	30,00	109,43	-0,49
19	540,00	30,00	109,25	-0,18
20	570,00	30,00	110,16	0,92
21	600,00	30,00	109,39	-0,78
22	630,00	30,00	109,69	0,31
23	643,27	13,27	109,64	-0,05
24	660,00	16,73	109,22	-0,42
25	690,00	30,00	109,00	-0,22
26	720,00	30,00	108,36	-0,64
27	750,00	30,00	108,56	0,20
28	780,00	30,00	107,93	-0,63
29	810,00	30,00	107,11	-0,83
30	840,00	30,00	105,74	-1,37
31	870,00	30,00	105,37	-0,37
32	900,00	30,00	104,63	-0,74
33	930,00	30,00	103,43	-1,20
34	960,00	30,00	103,60	0,17
35	990,00	30,00	103,92	0,31
36	1020,00	30,00	104,19	0,27
37	1050,00	30,00	103,52	-0,67
38	1080,00	30,00	104,10	0,59
39	1110,00	30,00	104,19	0,08
40	1140,00	30,00	103,54	-0,65
41	1170,00	30,00	103,53	-0,01
42	1200,00	30,00	103,44	-0,09
43	1230,00	30,00	103,84	0,40
44	1260,00	30,00	103,99	0,15
45	1290,00	30,00	104,77	0,78
46	1320,00	30,00	103,13	-1,64
47	1350,00	30,00	103,23	0,11
48	1380,00	30,00	103,27	0,04
49	1410,00	30,00	102,53	-0,74
50	1440,00	30,00	102,18	-0,36
51	1470,00	30,00	102,00	-0,18
52	1500,00	30,00	101,74	-0,26
53	1530,00	30,00	101,75	0,01

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

54	1560,00	30,00	101,14	-0,61
55	1590,00	30,00	100,12	-1,02
56	1620,00	30,00	99,45	-0,67
57	1650,00	30,00	98,94	-0,51
58	1680,00	30,00	98,43	-0,51
59	1710,00	30,00	97,15	-1,28
60	1740,00	30,00	96,93	-0,23
61	1770,00	30,00	96,79	-0,14
62	1800,00	30,00	96,49	-0,30
63	1830,00	30,00	95,83	-0,66
64	1860,00	30,00	95,14	-0,69
65	1890,00	30,00	94,20	-0,94
66	1920,00	30,00	93,14	-1,06
67	1950,00	30,00	92,01	-1,13
68	1980,00	30,00	90,94	-1,07
69	2010,00	30,00	90,18	-0,76
70	2040,00	30,00	88,33	-1,86
71	2070,00	30,00	87,85	-0,48
72	2070,79	0,79	87,82	-0,03
73	2100,00	29,21	86,78	-1,04
74	2130,00	30,00	85,88	-0,89
75	2160,00	30,00	85,15	-0,74
76	2190,00	30,00	85,37	0,23
77	2220,00	30,00	84,08	-1,29
78	2250,00	30,00	83,10	-0,97
79	2280,00	30,00	82,44	-0,66
80	2310,00	30,00	81,27	-1,17
81	2340,00	30,00	79,79	-1,49
82	2370,00	30,00	80,11	0,33
83	2400,00	30,00	79,88	-0,23
84	2430,00	30,00	79,45	-0,43
85	2460,00	30,00	78,85	-0,60
86	2490,00	30,00	77,84	-1,01
87	2520,00	30,00	77,19	-0,65
88	2550,00	30,00	76,65	-0,54
89	2580,00	30,00	76,11	-0,54
90	2610,00	30,00	75,69	-0,43
91	2640,00	30,00	75,32	-0,37

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

92	2670,00	30,00	74,93	-0,39
93	2700,00	30,00	74,40	-0,52
94	2730,00	30,00	74,10	-0,31
95	2760,00	30,00	73,57	-0,52
96	2790,00	30,00	73,16	-0,42
97	2820,00	30,00	72,90	-0,25
98	2850,00	30,00	72,28	-0,62
99	2877,52	27,52	71,91	-0,37
100	2880,00	2,48	71,87	-0,03
101	2910,00	30,00	71,26	-0,61
102	2940,00	30,00	70,49	-0,77
103	2970,00	30,00	70,03	-0,46
104	3000,00	30,00	69,56	-0,47
105	3030,00	30,00	68,74	-0,82
106	3060,00	30,00	67,58	-1,17
107	3090,00	30,00	66,67	-0,91
108	3120,00	30,00	65,93	-0,74
109	3150,00	30,00	65,16	-0,77
110	3180,00	30,00	64,37	-0,79
111	3210,00	30,00	63,71	-0,66
112	3240,00	30,00	63,29	-0,42
113	3270,00	30,00	63,32	0,03
114	3300,00	30,00	61,22	-2,10
115	3330,00	30,00	60,21	-1,01
116	3360,00	30,00	59,40	-0,81
117	3390,00	30,00	58,82	-0,57
118	3420,00	30,00	58,28	-0,55
119	3450,00	30,00	57,68	-0,59
120	3480,00	30,00	56,91	-0,77
121	3510,00	30,00	56,02	-0,89
122	3540,00	30,00	55,54	-0,48
123	3570,00	30,00	55,01	-0,53
124	3600,00	30,00	54,43	-0,58
125	3630,00	30,00	54,26	-0,17
126	3660,00	30,00	53,75	-0,52
127	3690,00	30,00	53,31	-0,44
128	3720,00	30,00	52,86	-0,45
129	3750,00	30,00	52,40	-0,46

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

130	3780,00	30,00	52,03	-0,37
131	3810,00	30,00	51,67	-0,36
132	3840,00	30,00	51,33	-0,35
133	3870,00	30,00	51,00	-0,33
134	3900,00	30,00	50,55	-0,45
135	3930,00	30,00	49,67	-0,89
136	3960,00	30,00	48,71	-0,96
137	3990,00	30,00	48,15	-0,56
138	4020,00	30,00	47,85	-0,30
139	4050,00	30,00	47,53	-0,32
140	4080,00	30,00	47,37	-0,15
141	4091,59	11,59	47,43	0,06
142	4110,00	18,41	47,28	-0,16
143	4140,00	30,00	46,79	-0,49
144	4170,00	30,00	46,42	-0,37
145	4200,00	30,00	46,11	-0,31
146	4230,00	30,00	46,05	-0,06
147	4260,00	30,00	46,24	0,19
148	4290,00	30,00	46,34	0,10
149	4320,00	30,00	45,92	-0,43
150	4350,00	30,00	45,85	-0,07
151	4380,00	30,00	45,79	-0,06
152	4410,00	30,00	44,86	-0,93
153	4440,00	30,00	44,64	-0,22
154	4470,00	30,00	44,18	-0,46
155	4500,00	30,00	43,74	-0,45
156	4530,00	30,00	43,31	-0,42
157	4560,00	30,00	42,81	-0,50
158	4590,00	30,00	42,30	-0,51
159	4620,00	30,00	42,01	-0,29
160	4637,50	17,50	41,88	-0,13
H				-72,91
H/L				0,0157
H/L%				1,57%

Déclivité cumulée :

$$D_c = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i \ell_i + \sum_{P_i < 0} P_i \ell_i \right|}{L} \quad \longrightarrow \quad D_c = 1,57\%$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie.

Tableau III-5 : Type de topographie

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

$1.5\% < D_c \leq 4\%$ \longrightarrow Terrain vallonné

➤ **Sinuosité :**

- ✓ La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L_s sur la longueur totale de l'itinéraire.
- ✓ La longueur sinueuse **L_s** est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.
- ✓ Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

Tableau III-6 : Sinuosité

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

➤ $\sigma = \frac{Ls}{L} = 0 \quad \longrightarrow \quad \text{Sinuosité faible}$

$Ls = \sum D \quad (R \leq 200 \text{ m}) \quad Ls = 0 \text{ m}$

- **Ls** : la somme des développées des rayons inférieur ou égale à 200m

➤ **Environnement :**

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

Tableau III-7 : Tableau d'Environnement de la route

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

Dénivelée cumulée : **$D_c = 1,57\%$** $1.5\% < D_c \leq 4\%$ (Terrain vallonné)

✓ Sinuosité : $\sigma = 0$ (sinuosité faible)

\longrightarrow Environnement : **E2**

➤ **Vitesse de référence :**

La vitesse de référence est la vitesse de circulation des véhicules sur une route à circulation normale et au-dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement en dehors des pointes. Elle est déterminée en fonction de l'importance des

liaisons assurées par la section de route et par les conditions géographiques. La vitesse est donc fonction de

1. La catégorie
2. L'environnement

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminée la vitesse de référence.

Tableau III-8: Vitesse de référence

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

Cat 01 et E 02  **Vr = 80 km/h**

➤ **Détermination des dévers d_{max} et d_{min} :**

Tableau III-9 : Dévers

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
d_{min}	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
d_{max}	7%	7%	8%	8%	9%

➤ **Détermination du coefficient transversal f_t :**

Tableau III-10 : Valeur du coefficient f_t

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

➤ Tableau des coefficients F'' en fonction de la catégorie

Tableau III-11 : Valeur du coefficient "F"

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
F''	0,06	0,06	0,07	0,075	0,075

➤ Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques :

Tableau III-12 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

dmax =	7,00%
dmin =	2,50%
ft =	0,13
d =	0,05
F'' =	0,06

❖ calcul des rayons en plan :

1) Rayon horizontal minimal absolu :

$$RHm = \frac{Vr^2}{127 (ft + dmax)} \quad \longrightarrow \quad RHm = \frac{80^2}{127 (0.13 + 0.07)}$$

$$\quad \longrightarrow \quad \mathbf{RHm = 251,97 \text{ m}}$$

2) Rayon minimal normal :

$$RHn = \frac{(Vr + 20)^2}{127 (ft + dn)} \quad \longrightarrow \quad RHn = \frac{(80 + 20)^2}{127 (0.11 + 0.05)}$$

$$\quad \longrightarrow \quad \mathbf{RHn = 492.12 \text{ m}}$$

Le rayon minimal normal (RHn) doit permettre à des véhicules dépassant Vr de 20 km/h de rouler en sécurité.

3) Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé $d_{min} = 2.5\%$.

$$RHd = \frac{Vr^2}{127 \times 2 \times dmin} \quad \Rightarrow \quad RHd = \frac{80^2}{127 \times 2 \times 0.025}$$

$$\quad \quad \quad \Rightarrow \quad \quad \quad \mathbf{RHd = 1007.87 \text{ m}}$$

4) Rayon minimal non déversé :

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

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127 \cdot (F'' - d_{min})} \quad \Rightarrow \quad RHnd = \frac{80^2}{127 \cdot (0.06 - 0,025)}$$

$$\quad \quad \quad \Rightarrow \quad \quad \quad \mathbf{RHnd=1439,87 \text{ m}}$$

Le calcul des rayons en plan nous donne les résultats suivants :

Tableau III-13 : Récapitulatif des rayons en plan

Catégorie	RHm	RHn	RHd	RHnd
Cat 1	251,97 m	492.12 m	1007,87 m	1439,82 m

NB : En comparant les résultats ci dessus avec les valeurs de B40 on aura :

Tableau III-14 : les rayons en plan selon B40

RHm	RHn	RHd	RHnd
250 m	650 m	1000 m	1400 m

Calcul de cubature approchée de la variante N°01 :

Tableau III-15 : Tableau de cubature approchée de la variante 01

N°	Distance Partielle	Z		Hauteur H (m)	R/D	Surf R (m2)	Surf D (m2)	Volume R (m3)	Volume D (m3)
		Z Projet	Z TN						
1	0,00	114,788	114,788	0,00	R	0,00	0,00		
2	30,00	114,390	114,427	-0,04	D	0,00	0,87	0,000	13,093
3	30,00	113,993	114,169	-0,18	D	0,00	4,20	0,000	76,167
4	30,00	113,595	114,032	-0,44	D	0,00	10,60	0,000	222,031
5	30,00	113,198	113,808	-0,61	D	0,00	14,96	0,000	383,384
6	30,00	112,800	113,826	-1,03	D	0,00	25,79	0,000	611,316
7	30,00	112,403	114,133	-1,73	D	0,00	45,33	0,000	1 066,779
8	30,00	112,005	114,711	-2,71	D	0,00	74,85	0,000	1 802,569
9	30,00	111,608	114,691	-3,08	D	0,00	87,03	0,000	2 428,069
10	30,00	111,210	114,794	-3,58	D	0,00	103,84	0,000	2 862,985
11	30,00	110,813	114,481	-3,67	D	0,00	106,76	0,000	3 158,995
12	30,00	110,416	114,045	-3,63	D	0,00	105,43	0,000	3 182,848
13	30,00	110,018	114,009	-3,99	D	0,00	118,08	0,000	3 352,698
14	30,00	109,621	114,397	-4,78	D	0,00	146,94	0,000	3 975,410
15	30,00	109,223	115,008	-5,78	D	0,00	186,71	0,000	5 004,856
16	30,00	108,826	114,952	-6,13	D	0,00	200,88	0,000	5 813,866
17	30,00	108,428	114,687	-6,26	D	0,00	206,46	0,000	6 110,041
18	1,38	108,410	114,672	-6,26	D	0,00	206,60	0,000	284,000
19	28,62	108,031	114,751	-6,72	D	0,00	226,33	0,000	6 196,314
20	30,00	107,633	114,271	-6,64	D	0,00	222,72	0,000	6 735,758
21	30,00	107,236	113,963	-6,73	D	0,00	226,64	0,000	6 740,485
22	30,00	106,839	113,719	-6,88	D	0,00	233,37	0,000	6 900,282
23	30,00	106,441	113,498	-7,06	D	0,00	241,26	0,000	7 119,451
24	30,00	106,044	112,875	-6,83	D	0,00	231,21	0,000	7 087,054
25	28,17	105,670	112,132	-6,46	D	0,00	215,12	0,000	6 287,430
26	1,83	105,646	112,066	-6,42	D	0,00	213,34	0,000	391,294
27	30,00	105,249	111,432	-6,18	D	0,00	203,27	0,000	6 249,122
28	30,00	104,851	110,744	-5,89	D	0,00	191,16	0,000	5 916,374
29	30,00	104,454	109,946	-5,49	D	0,00	174,87	0,000	5 490,421
30	30,00	104,056	108,826	-4,77	D	0,00	146,68	0,000	4 823,291
31	30,00	103,659	107,795	-4,14	D	0,00	123,27	0,000	4 049,330
32	30,00	103,261	106,859	-3,60	D	0,00	104,33	0,000	3 414,062
33	30,00	102,864	105,957	-3,09	D	0,00	87,35	0,000	2 875,288
34	30,00	102,467	105,340	-2,87	D	0,00	80,20	0,000	2 513,321
35	30,00	102,070	104,671	-2,60	D	0,00	71,54	0,000	2 276,114
36	30,00	101,685	103,527	-1,84	D	0,00	48,57	0,000	1 801,609
37	30,00	101,318	103,143	-1,82	D	0,00	48,06	0,000	1 449,355
38	30,00	100,970	102,420	-1,45	D	0,00	37,39	0,000	1 281,674
39	30,00	100,639	101,653	-1,01	D	0,00	25,46	0,000	942,786
40	30,00	100,327	100,809	-0,48	D	0,00	11,74	0,000	558,089
41	30,00	100,032	101,121	-1,09	D	0,00	27,47	0,000	588,227
42	30,00	99,755	101,791	-2,04	D	0,00	54,27	0,000	1 226,166
43	26,76	99,524	101,393	-1,87	D	0,00	49,37	0,000	1 386,414
44	3,24	99,497	101,343	-1,85	D	0,00	48,70	0,000	159,088
45	30,00	99,256	100,941	-1,69	D	0,00	44,03	0,000	1 390,965

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

46	30,00	99,034	99,725	-0,69	D	0,00	17,05	0,000	916,205
47	30,00	98,829	100,539	-1,71	D	0,00	44,74	0,000	926,750
48	30,00	98,642	100,981	-2,34	D	0,00	63,38	0,000	1 621,780
49	30,00	98,474	100,868	-2,39	D	0,00	65,10	0,000	1 927,302
50	17,21	98,385	101,808	-3,42	D	0,00	98,36	0,000	1 406,936
51	12,79	98,321	101,805	-3,48	D	0,00	100,44	0,000	1 270,980
52	30,00	98,171	100,946	-2,78	D	0,00	77,06	0,000	2 662,505
53	30,00	98,020	99,741	-1,72	D	0,00	45,06	0,000	1 831,815
54	30,00	97,870	99,521	-1,65	D	0,00	43,06	0,000	1 321,789
55	30,00	97,719	99,201	-1,48	D	0,00	38,27	0,000	1 219,873
56	30,00	97,555	99,256	-1,70	D	0,00	44,47	0,000	1 241,129
57	30,00	97,374	99,207	-1,83	D	0,00	48,28	0,000	1 391,345
58	30,00	97,175	99,112	-1,94	D	0,00	51,35	0,000	1 494,555
59	30,00	96,958	99,042	-2,08	D	0,00	55,70	0,000	1 605,838
60	30,00	96,722	98,461	-1,74	D	0,00	45,56	0,000	1 518,934
61	30,00	96,469	98,184	-1,71	D	0,00	44,87	0,000	1 356,504
62	30,00	96,198	97,456	-1,26	D	0,00	32,07	0,000	1 154,219
63	30,00	95,909	97,337	-1,43	D	0,00	36,76	0,000	1 032,539
64	30,00	95,601	96,958	-1,36	D	0,00	34,77	0,000	1 072,956
65	5,48	95,543	96,915	-1,37	D	0,00	35,20	0,000	191,860
66	24,52	95,276	96,904	-1,63	D	0,00	42,40	0,000	951,210
67	30,00	94,933	96,950	-2,02	D	0,00	53,73	0,000	1 441,856
68	30,00	94,571	96,858	-2,29	D	0,00	61,82	0,000	1 733,192
69	30,00	94,192	96,378	-2,19	D	0,00	58,76	0,000	1 808,644
70	30,00	93,795	95,762	-1,97	D	0,00	52,22	0,000	1 664,646
71	30,00	93,380	94,900	-1,52	D	0,00	39,36	0,000	1 373,686
72	30,00	92,946	93,816	-0,87	D	0,00	21,65	0,000	915,098
73	30,00	92,495	92,632	-0,14	D	0,00	3,25	0,000	373,472
74	30,00	92,026	91,486	0,54	R	13,18	0,00	197,683	48,776
75	30,00	91,539	91,325	0,21	R	5,12	0,00	274,433	0,000
76	30,00	91,033	88,998	2,04	R	54,26	0,00	890,630	0,000
77	30,00	90,510	88,598	1,91	R	50,60	0,00	1 572,938	0,000
78	27,64	90,012	87,463	2,55	R	69,90	0,00	1 665,542	0,000
79	2,36	89,969	87,369	2,60	R	71,48	0,00	166,614	0,000
80	30,00	89,409	86,233	3,18	R	90,11	0,00	2 423,973	0,000
81	30,00	88,832	85,030	3,80	R	111,42	0,00	3 023,016	0,000
82	30,00	88,237	85,340	2,90	R	80,94	0,00	2 885,389	0,000
83	30,00	87,624	84,334	3,29	R	93,88	0,00	2 622,283	0,000
84	30,00	86,992	82,779	4,21	R	126,06	0,00	3 299,128	0,000
85	30,00	86,343	82,054	4,29	R	128,82	0,00	3 823,295	0,000
86	30,00	85,676	81,501	4,17	R	124,67	0,00	3 802,400	0,000
87	30,00	84,990	80,067	4,92	R	152,56	0,00	4 158,369	0,000
88	30,00	84,287	79,326	4,96	R	154,00	0,00	4 598,291	0,000
89	30,00	83,566	78,607	4,96	R	153,91	0,00	4 618,579	0,000
90	30,00	82,827	78,009	4,82	R	148,53	0,00	4 536,550	0,000
91	30,00	82,069	77,703	4,37	R	131,65	0,00	4 202,658	0,000
92	30,00	81,294	76,831	4,46	R	135,22	0,00	4 002,965	0,000
93	30,00	80,510	75,874	4,64	R	141,65	0,00	4 152,957	0,000
94	30,00	79,725	75,176	4,55	R	138,40	0,00	4 200,729	0,000
95	30,00	78,941	74,666	4,27	R	128,29	0,00	4 000,336	0,000
96	30,00	78,156	73,981	4,18	R	124,70	0,00	3 794,797	0,000
97	30,00	77,372	73,341	4,03	R	119,49	0,00	3 662,826	0,000
98	30,00	76,587	72,759	3,83	R	112,34	0,00	3 477,442	0,000
99	30,00	75,803	72,248	3,55	R	102,83	0,00	3 227,495	0,000
100	2,02	75,750	72,199	3,55	R	102,72	0,00	207,783	0,000
101	27,98	75,018	71,581	3,44	R	98,84	0,00	2 819,666	0,000
102	30,00	74,234	70,899	3,33	R	95,39	0,00	2 913,330	0,000
103	30,00	73,449	70,862	2,59	R	71,11	0,00	2 497,406	0,000

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

104	30,00	72,665	70,284	2,38	R	64,68	0,00	2 036,769	0,000
105	30,00	71,880	69,730	2,15	R	57,67	0,00	1 835,260	0,000
106	30,00	71,096	69,229	1,87	R	49,28	0,00	1 604,233	0,000
107	30,00	70,311	68,912	1,40	R	35,95	0,00	1 278,452	0,000
108	30,00	69,527	68,327	1,20	R	30,47	0,00	996,321	0,000
109	13,03	69,186	67,918	1,27	R	32,33	0,00	409,245	0,000
110	16,97	68,742	67,455	1,29	R	32,87	0,00	553,120	0,000
111	30,00	67,958	66,651	1,31	R	33,39	0,00	993,856	0,000
112	30,00	67,180	65,773	1,41	R	36,16	0,00	1 043,237	0,000
113	30,00	66,419	65,139	1,28	R	32,67	0,00	1 032,561	0,000
114	30,00	65,677	65,248	0,43	R	10,40	0,00	646,077	0,000
115	30,00	64,953	64,783	0,17	R	4,06	0,00	216,836	0,000
116	30,00	64,247	64,227	0,02	R	0,47	0,00	67,849	0,000
117	30,00	63,558	63,107	0,45	R	10,95	0,00	171,213	0,000
118	30,00	62,888	62,346	0,54	R	13,24	0,00	362,897	0,000
119	30,00	62,236	62,083	0,15	R	3,64	0,00	253,320	0,000
120	30,00	61,601	62,004	-0,40	D	0,00	9,74	54,653	146,056
121	30,00	60,985	60,652	0,33	R	8,02	0,00	120,303	146,056
122	30,00	60,387	59,924	0,46	R	11,25	0,00	289,029	0,000
123	30,00	59,807	59,225	0,58	R	14,24	0,00	382,337	0,000
124	30,00	59,244	58,718	0,53	R	12,83	0,00	406,040	0,000
125	30,00	58,700	57,967	0,73	R	18,10	0,00	463,923	0,000
126	30,00	58,174	57,428	0,75	R	18,44	0,00	548,138	0,000
127	30,00	57,666	56,741	0,92	R	23,11	0,00	623,306	0,000
128	26,16	57,237	55,968	1,27	R	32,36	0,00	725,558	0,000
129	3,84	57,175	55,855	1,32	R	33,78	0,00	126,913	0,000
130	30,00	56,703	55,356	1,35	R	34,51	0,00	1 024,394	0,000
131	30,00	56,249	54,882	1,37	R	35,05	0,00	1 043,459	0,000
132	30,00	55,813	54,461	1,35	R	34,64	0,00	1 045,284	0,000
133	30,00	55,394	54,250	1,14	R	28,97	0,00	954,073	0,000
134	30,00	54,994	53,740	1,25	R	31,96	0,00	914,006	0,000
135	30,00	54,612	53,302	1,31	R	33,47	0,00	981,525	0,000
136	30,00	54,248	52,901	1,35	R	34,49	0,00	1 019,352	0,000
137	30,00	53,901	52,596	1,31	R	33,37	0,00	1 017,866	0,000
138	30,00	53,573	52,374	1,20	R	30,46	0,00	957,491	0,000
139	22,58	53,338	52,233	1,11	R	27,92	0,00	658,948	0,000
140	7,43	53,263	52,074	1,19	R	30,16	0,00	215,620	0,000
141	11,83	53,145	51,996	1,15	R	29,10	0,00	350,548	0,000
142	18,17	52,970	51,997	0,97	R	24,40	0,00	486,118	0,000
143	30,00	52,696	51,548	1,15	R	29,09	0,00	802,310	0,000
144	30,00	52,431	50,705	1,73	R	45,20	0,00	1 114,321	0,000
145	30,00	52,166	49,757	2,41	R	65,54	0,00	1 661,116	0,000
146	30,00	51,900	48,788	3,11	R	87,99	0,00	2 302,978	0,000
147	30,00	51,635	49,180	2,46	R	66,99	0,00	2 324,713	0,000
148	30,00	51,370	49,261	2,11	R	56,45	0,00	1 851,615	0,000
149	30,00	51,105	49,560	1,54	R	40,03	0,00	1 447,309	0,000
150	30,00	50,839	48,725	2,11	R	56,61	0,00	1 449,599	0,000
151	30,00	50,574	47,943	2,63	R	72,49	0,00	1 936,400	0,000
152	30,00	50,309	47,651	2,66	R	73,33	0,00	2 187,253	0,000
153	22,88	50,107	47,364	2,74	R	76,00	0,00	1 708,207	0,000
154	7,12	50,044	47,203	2,84	R	79,14	0,00	552,458	0,000
155	30,00	49,778	46,897	2,88	R	80,44	0,00	2 393,704	0,000
156	30,00	49,513	46,893	2,62	R	72,13	0,00	2 288,555	0,000
157	30,00	49,248	46,968	2,28	R	61,59	0,00	2 005,786	0,000
158	30,00	48,983	46,200	2,78	R	77,27	0,00	2 082,921	0,000
159	30,00	48,717	46,403	2,31	R	62,66	0,00	2 099,020	0,000
160	30,00	48,452	45,420	3,03	R	85,35	0,00	2 220,178	0,000
161	30,00	48,187	44,650	3,54	R	102,22	0,00	2 813,594	0,000

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

162	30,00	47,922	44,439	3,48	R	100,38	0,00	3 039,005	0,000
163	30,00	47,656	44,114	3,54	R	102,41	0,00	3 041,880	0,000
164	30,00	47,391	44,047	3,34	R	95,69	0,00	2 971,477	0,000
165	30,00	47,126	43,516	3,61	R	104,73	0,00	3 006,182	0,000
166	30,00	46,860	43,213	3,65	R	106,05	0,00	3 161,620	0,000
167	30,00	46,595	42,794	3,80	R	111,37	0,00	3 261,289	0,000
168	30,00	46,330	42,289	4,04	R	119,86	0,00	3 468,451	0,000
169	30,00	46,065	42,010	4,06	R	120,36	0,00	3 603,316	0,000
170	17,51	45,910	41,876	4,03	R	119,62	0,00	2 100,758	0,000
								178 525,647	173 967,374

- Longueur Totale du Tracé de la variante 01: **4637,50m**
- Déblai Total de la variante 01: **173 967,374m³**
- Remblai Total de la variante 01: **178 525,647m³**

ETUDE
DE LA
VARIANTTE
N°02

2) **Calcul de la variante N°02**

- **Les coordonnées planimétriques des sommets de la variante N°02 :**

Tableau III-16 : Coordonnées des sommets variante N°02

N	X (m)	Y (m)
1	271 264,74	3 978 096,96
2	271 439,74	3 978 661,58
3	272 075,87	3 978 963,45
4	272 595,11	3 979 425,47
5	273 525,77	3 979 390,87
6	274 354,03	3 979 534,77
7	274 595,89	3 979 277,77
8	275 171,12	3 978 981,82

➤ Gisements, angles au centre et distances :

Tableau III-17 : Gisements, angles au centre et distances variante N°02

Valeurs ΔX et ΔY (m)		Gisements(gr)		Angle au centre (gr)		Distances (m)
$\Delta X =$	175	$G_{1.2} =$	19,133	$\beta 1$	52,660	591,11
$\Delta Y =$	564,62					
$\Delta X =$	636,13	$G_{2.3} =$	71,793	$\beta 2$	18,085	704,12
$\Delta Y =$	301,87					
$\Delta X =$	519,24	$G_{3.4} =$	53,708	$\beta 3$	48,657	695,03
$\Delta Y =$	462,02					
$\Delta X =$	930,66	$G_{4.5} =$	102,365	$\beta 4$	13,317	931,30
$\Delta Y =$	-34,6					
$\Delta X =$	828,26	$G_{5.6} =$	89,048	$\beta 5$	62,898	840,66
$\Delta Y =$	143,9					
$\Delta X =$	241,86	$G_{6.7} =$	151,946	$\beta 6$	21,709	353,01
$\Delta Y =$	-257,15					
$\Delta X =$	575,23	$G_{7.8} =$	130,237			646,82
$\Delta Y =$	-295,8					

3) > Calcul des paramètres des raccordements circulaires :

Tableau III-18 : Calcul des paramètres de raccordement au centre variante N°02

Angle au centre (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	La fleche (m)
$\beta_1 = 52,660$	250.00	109,723	206,79	23,0214	21,0783
$\beta_2 = 18,085$	600.00	85,804	170,44	6,1258	6,0402
$\beta_3 = 48,657$	500.00	200,958	382,15	38,8752	36,0695
$\beta_4 = 13,317$	1200.00	125,954	251,01	6,5987	6,5525
$\beta_5 = 62,898$	300.00	161,566	296,39	40,7362	35,8695
$\beta_6 = 21,709$	1000.00	172,171	341	17,7102	14,5258
$\Sigma R_c =$			1647,78		

➤ **Les longueurs de tracé :**

✓ **La longueur totale des alignements**

droits mesurée L_{AD} : $AD1 = 591,11 -$

$109,72 = \mathbf{481,39\ m}$

$AD2 = 704,12 - (109 + 85,8) = \mathbf{508,6\ m}$

$AD3 = 695,03 - (85,80 + 200,95) = \mathbf{408,28\ m}$

$AD4 = 931,30 - (200,95 + 125,96) = \mathbf{604,39\ m}$

$AD5 = 840,66 - (125,96 + 161,56) = \mathbf{553,14\ m}$

$AD6 = 353,01 - (161,56 + 172,17) = \mathbf{19,28\ m}$

$AD7 = 646,82 - 172,17 = \mathbf{474,69\ m}$



$$L_{AD} = \Sigma AD = \mathbf{3049,77\ m}$$

✓ **La longueur totale des arcs de cercles calculées L_C :**



$$L_C = \Sigma R_C = \Sigma D = \mathbf{1647,78\ m}$$

✓ **La longueur totale de tracé mesurée :**

✓ $L_T = \Sigma AD + \Sigma R_C = 3049,77 + 1647,78$



$$L_T = \mathbf{4697,55\ m}$$

➤ **Pourcentage des alignements droits :**

% alignements droits = $L_{AD} / L_T = 3049,77 / 4697,55 = \mathbf{64,92\%}$

Condition vérifié

Pourcentage des courbes :

% Courbes = $L_C / L_T = 1647,78 / 4697,55 = \mathbf{35,07\%}$

Condition vérifié

➤ **Déclivité cumulée :**

Tableau III-19 : calcul des déclivités cumulés variante N°02

N°	Distance		Z	Déclivité (m)
	Cumulée	Partielle		
1	0.0000	0.0000	114,79	
2	30.0000	30.0000	114,43	-0,36
3	60.0000	30.0000	114,17	-0,26
4	90.0000	30.0000	114,03	-0,14
5	120.0000	30.0000	113,81	-0,22
6	150.0000	30.0000	113,83	0,02
7	180.0000	30.0000	114,13	0,31
8	210.0000	30.0000	114,71	0,58
9	240.0000	30.0000	114,69	-0,02
10	270.0000	30.0000	114,79	0,10
11	300.0000	30.0000	114,48	-0,31
12	330.0000	30.0000	114,05	-0,44
13	360.0000	30.0000	114,01	-0,04
14	390.0000	30.0000	114,40	0,39
15	420.0000	30.0000	115,01	0,61
16	450.0000	30.0000	114,95	-0,06
17	480.0000	30.0000	114,69	-0,27
18	481.3751	1.3751	114,67	-0,01
19	510.0000	28.6249	114,75	0,08
20	540.0000	30.0000	114,27	-0,48
21	570.0000	30.0000	113,96	-0,31
22	600.0000	30.0000	113,72	-0,24
23	630.0000	30.0000	113,50	-0,22
24	660.0000	30.0000	112,87	-0,62
25	688.1735	28.1735	112,13	-0,74
26	690.0000	1.8265	112,07	-0,07
27	720.0000	30.0000	111,43	-0,63
28	750.0000	30.0000	110,74	-0,69
29	780.0000	30.0000	109,95	-0,80
30	810.0000	30.0000	108,83	-1,12
31	840.0000	30.0000	107,80	-1,03
32	870.0000	30.0000	106,86	-0,94
33	900.0000	30.0000	105,96	-0,90
34	930.0000	30.0000	105,34	-0,62
35	960.0000	30.0000	104,67	-0,67
36	990.0000	30.0000	103,53	-1,14
37	1020.0000	30.0000	103,14	-0,38
38	1050.0000	30.0000	102,42	-0,72
39	1080.0000	30.0000	101,65	-0,77
40	1110.0000	30.0000	100,81	-0,84
41	1140.0000	30.0000	101,12	0,31
42	1170.0000	30.0000	101,79	0,67
43	1196.7554	26.7554	101,39	-0,40
44	1200.0000	3.2446	101,34	-0,05
45	1230.0000	30.0000	100,94	-0,40
46	1260.0000	30.0000	99,73	-1,22

47	1290.0000	30.0000	100,54	0,81
48	1320.0000	30.0000	100,98	0,44
49	1350.0000	30.0000	100,87	-0,11
50	1367.2138	17.2138	101,81	0,94
51	1380.0000	12.7862	101,81	0,00
52	1410.0000	30.0000	100,95	-0,86
53	1440.0000	30.0000	99,74	-1,20
54	1470.0000	30.0000	99,52	-0,22
55	1500.0000	30.0000	99,20	-0,32
56	1530.0000	30.0000	99,26	0,06
57	1560.0000	30.0000	99,21	-0,05
58	1590.0000	30.0000	99,11	-0,09
59	1620.0000	30.0000	99,04	-0,07
60	1650.0000	30.0000	98,46	-0,58
61	1680.0000	30.0000	98,18	-0,28
62	1710.0000	30.0000	97,46	-0,73
63	1740.0000	30.0000	97,34	-0,12
64	1770.0000	30.0000	96,96	-0,38
65	1775.4840	5.4840	96,92	-0,04
66	1800.0000	24.5160	96,90	-0,01
67	1830.0000	30.0000	96,95	0,05
68	1860.0000	30.0000	96,86	-0,09
69	1890.0000	30.0000	96,38	-0,48
70	1920.0000	30.0000	95,76	-0,62
71	1950.0000	30.0000	94,90	-0,86
72	1980.0000	30.0000	93,82	-1,08
73	2010.0000	30.0000	92,63	-1,18
74	2040.0000	30.0000	91,49	-1,15
75	2070.0000	30.0000	91,32	-0,16
76	2100.0000	30.0000	89,00	-2,33
77	2130.0000	30.0000	88,60	-0,40
78	2157.6431	27.6431	87,46	-1,14
79	2160.0000	2.3569	87,37	-0,09
80	2190.0000	30.0000	86,23	-1,14
81	2220.0000	30.0000	85,03	-1,20
82	2250.0000	30.0000	85,34	0,31
83	2280.0000	30.0000	84,33	-1,01
84	2310.0000	30.0000	82,78	-1,55
85	2340.0000	30.0000	82,05	-0,73
86	2370.0000	30.0000	81,50	-0,55
87	2400.0000	30.0000	80,07	-1,43
88	2430.0000	30.0000	79,33	-0,74
89	2460.0000	30.0000	78,61	-0,72
90	2490.0000	30.0000	78,01	-0,60
91	2520.0000	30.0000	77,70	-0,31
92	2550.0000	30.0000	76,83	-0,87
93	2580.0000	30.0000	75,87	-0,96
94	2610.0000	30.0000	75,18	-0,70
95	2640.0000	30.0000	74,67	-0,51
96	2670.0000	30.0000	73,98	-0,69
97	2700.0000	30.0000	73,34	-0,64
98	2730.0000	30.0000	72,76	-0,58
99	2760.0000	30.0000	72,25	-0,51
100	2762.0217	2.0217	72,20	-0,05
101	2790.0000	27.9783	71,58	-0,62

102	2820.0000	30.0000	70,90	-0,68
103	2850.0000	30.0000	70,86	-0,04
104	2880.0000	30.0000	70,28	-0,58
105	2910.0000	30.0000	69,73	-0,55
106	2940.0000	30.0000	69,23	-0,50
107	2970.0000	30.0000	68,91	-0,32
108	3000.0000	30.0000	68,33	-0,58
109	3013.0338	13.0338	67,92	-0,41
110	3030.0000	16.9662	67,45	-0,46
111	3060.0000	30.0000	66,65	-0,80
112	3090.0000	30.0000	65,77	-0,88
113	3120.0000	30.0000	65,14	-0,63
114	3150.0000	30.0000	65,25	0,11
115	3180.0000	30.0000	64,78	-0,47
116	3210.0000	30.0000	64,23	-0,56
117	3240.0000	30.0000	63,11	-1,12
118	3270.0000	30.0000	62,35	-0,76
119	3300.0000	30.0000	62,08	-0,26
120	3330.0000	30.0000	62,00	-0,08
121	3360.0000	30.0000	60,65	-1,35
122	3390.0000	30.0000	59,92	-0,73
123	3420.0000	30.0000	59,22	-0,70
124	3450.0000	30.0000	58,72	-0,51
125	3480.0000	30.0000	57,97	-0,75
126	3510.0000	30.0000	57,43	-0,54
127	3540.0000	30.0000	56,74	-0,69
128	3566.1620	26.1620	55,97	-0,77
129	3570.0000	3.8380	55,85	-0,11
130	3600.0000	30.0000	55,36	-0,50
131	3630.0000	30.0000	54,88	-0,47
132	3660.0000	30.0000	54,46	-0,42
133	3690.0000	30.0000	54,25	-0,21
134	3720.0000	30.0000	53,74	-0,51
135	3750.0000	30.0000	53,30	-0,44
136	3780.0000	30.0000	52,90	-0,40
137	3810.0000	30.0000	52,60	-0,31
138	3840.0000	30.0000	52,37	-0,22
139	3862.5750	22.5750	52,23	-0,14
140	3870.0000	7.4250	52,07	-0,16
141	3881.8295	11.8295	52,00	-0,08
142	3900.0000	18.1705	52,00	0,00
143	3930.0000	30.0000	51,55	-0,45
144	3960.0000	30.0000	50,70	-0,84
145	3990.0000	30.0000	49,76	-0,95
146	4020.0000	30.0000	48,79	-0,97
147	4050.0000	30.0000	49,18	0,39
148	4080.0000	30.0000	49,26	0,08
149	4110.0000	30.0000	49,56	0,30
150	4140.0000	30.0000	48,72	-0,84
151	4170.0000	30.0000	47,94	-0,78
152	4200.0000	30.0000	47,65	-0,29
153	4222.8781	22.8781	47,36	-0,29
154	4230.0000	7.1219	47,20	-0,16
155	4260.0000	30.0000	46,90	-0,31
156	4290.0000	30.0000	46,89	0,00

157	4320.0000	30.0000	46,97	0,08
158	4350.0000	30.0000	46,20	-0,77
159	4380.0000	30.0000	46,40	0,20
160	4410.0000	30.0000	45,42	-0,98
161	4440.0000	30.0000	44,65	-0,77
162	4470.0000	30.0000	44,44	-0,21
163	4500.0000	30.0000	44,11	-0,32
164	4530.0000	30.0000	44,05	-0,07
165	4560.0000	30.0000	43,52	-0,53
166	4590.0000	30.0000	43,21	-0,30
167	4620.0000	30.0000	42,79	-0,42
168	4650.0000	30.0000	42,29	-0,51
169	4680.0000	30.0000	42,01	-0,28
170	4697.5079	17.5079	41,88	-0,13
			H	-72,91
			H/L	0,0155
			H/L%	1,55%


Déclivité cumulée :

$$D_c = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i l_i + \sum_{P_i < 0} P_i l_i \right|}{L} \quad \longrightarrow \quad \boxed{D_c = 1.55\%}$$

Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types de topographie.

Tableau III-5 : Type de topographie

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

$1.5\% < Dc \leq 4\%$  **Terrain Vallonné**

➤ **Sinuosité :**

- ✓ La sinuosité σ d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L_s sur la longueur totale de l'itinéraire.
- ✓ La longueur sinueuse **Ls** est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200 m.
- ✓ Les valeurs seuils ci-dessous, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

➤ $\sigma = \frac{L_s}{L} = 0$  **Sinuosité faible**

➤ **Environnement :**

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents selon le tableau ci-dessous :

Tableau III-7 : Tableau d'Environnement de la route

Sinuosité et relief	Faible	Moyenne	Forte
Plat	E1	E2	/
Vallonné	E2	E2	E3
Montagneux	/	E2	E3

✓ Dénivelée cumulée : $D_c = 1.5\% < D_c \leq 4\%$ (terrain Vallonné)

✓ Sinuosité : $\sigma = 0$ (sinuosité faible)

➡ Environnement : **E2**

➤ **Vitesse de référence :**

La vitesse de référence est la vitesse de circulation des véhicules sur une route à circulation normale et au-dessous de laquelle les véhicules rapides peuvent circuler normalement en dehors des pointes. Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de route et par les conditions géographiques. La vitesse est donc fonction de

1. La catégorie
2. L'environnement

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer la vitesse de référence.

Tableau III-8: Vitesse de référence

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

Cat 01 et E 02 ➡ **Vr = 80 km/h**

➤ Détermination des dévers d_{max} et d_{min} :

Tableau III-9 : Dévers

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
d_{min}	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
d_{max}	7%	7%	8%	8%	9%

➤ Détermination du coefficient transversal f_t :

Tableau III-10 : Valeur du coefficient f_t

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

➤ Tableau des coefficients F'' en fonction de la catégorie

Tableau III-11 : Valeur du coefficient " F'' "

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
F''	0,06	0,06	0,07	0,075	0,075

➤ Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques :

Tableau III-12 : Tableau récapitulatif des paramètres cinématiques

$d_{max} =$	7,00%
$d_{min} =$	2,50%
$f_t =$	0,13
$d =$	0,05
$F'' =$	0,06

❖ calcul des rayons en plan :

5) Rayon horizontal minimal absolu :

$$RHm = \frac{Vr^2}{127(ft + dmax)} \quad \longrightarrow \quad RHm = \frac{80^2}{127(0.13 + 0.07)}$$

$$\quad \longrightarrow \quad \mathbf{RHm = 251,97 \text{ m}}$$

6) Rayon minimal normal :

$$RHn = \frac{(Vr + 20)^2}{127(ft + dn)} \quad \longrightarrow \quad RHn = \frac{(80 + 20)^2}{127(0.11 + 0.05)}$$

$$\quad \longrightarrow \quad \mathbf{RHn = 492.12 \text{ m}}$$

Le rayon minimal normal (RHn) doit permettre à des véhicules dépassant V_r de 20 km/h de rouler en sécurité.

1) Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé $d_{min} = 2.5\%$.

$$RHd = \frac{V_r^2}{127 \times 2 \times d_{min}} \quad \longrightarrow \quad RHd = \frac{80^2}{127 \times 2 \times 0.025}$$

$$\longrightarrow \quad RHd = 1007,87m$$

R
H
d
R
H
d
=
1
0
0
7
.
8
7
m
=
1
0
0
7
.
8
7
m

1) Rayon minimal non déversé :

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

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127.(F''-d_{\min})} \quad \Rightarrow \quad RHnd = \frac{80^2}{127.(0.06 - 0,025)}$$

$$\quad \quad \quad \Rightarrow \quad \quad \quad \mathbf{RHnd=1439,87 \text{ m}}$$

Le calcul des rayons en plan nous donne les résultats suivants :

Tableau III-13 : Récapitulatif des rayons en plan

Catégorie	RHm	RHn	RHd	RHnd
Cat 1	251,97 m	492.12 m	1007,87 m	1439,82 m

NB : En comparant les résultats ci dessus avec les valeurs de B40 on aura :

Tableau III-14 : les rayons en plan selon B40

RHm	RHn	RHd	RHnd
250 m	650 m	1000 m	1400 m

Tableau III-20 : Tableau de cubature approchée de la variante 02

➤ **Calcul de cubature approchée de la variante N°02 :**

N°	Distance Partielle	Z		Hauteur H (m)	R/D	Surf R (m2)	Surf D (m2)	Volume R (m3)	Volume D (m3)
		Z Projet	Z TN						
1	0,00	114,788	114,788	0,00	R	0,00	0,00		
2	30,00	114,502	114,294	0,21	R	4,98	0,00	74,642	0,000
3	30,00	114,217	113,826	0,39	R	9,45	0,00	216,458	0,000
4	30,00	113,932	113,517	0,41	R	10,05	0,00	292,527	0,000
5	30,00	113,647	113,220	0,43	R	10,35	0,00	305,934	0,000
6	30,00	113,362	112,891	0,47	R	11,44	0,00	326,761	0,000
7	30,00	113,077	112,624	0,45	R	11,00	0,00	336,517	0,000
8	30,00	112,792	112,323	0,47	R	11,39	0,00	335,842	0,000
9	30,00	112,507	112,364	0,14	R	3,40	0,00	221,837	0,000
10	30,00	112,222	112,217	0,00	R	0,10	0,00	52,532	0,000
11	30,00	111,936	111,849	0,09	R	2,08	0,00	32,813	0,000
12	30,00	111,651	111,220	0,43	R	10,45	0,00	188,008	0,000
13	30,00	111,366	110,682	0,68	R	16,86	0,00	409,609	0,000
14	30,00	111,081	110,553	0,53	R	12,87	0,00	445,889	0,000
15	30,00	110,796	110,017	0,78	R	19,30	0,00	482,531	0,000
16	30,00	110,511	110,230	0,28	R	6,73	0,00	390,492	0,000
17	30,00	110,226	109,914	0,31	R	7,50	0,00	213,522	0,000
18	30,00	109,941	109,428	0,51	R	12,50	0,00	300,013	0,000
19	30,00	109,655	109,245	0,41	R	9,94	0,00	336,557	0,000
20	30,00	109,370	110,160	-0,79	D	0,00	19,58	149,071	293,663
21	30,00	109,085	109,385	-0,30	D	0,00	7,21	0,000	401,852
22	30,00	108,800	109,695	-0,89	D	0,00	22,31	0,000	442,884
23	13,27	108,674	109,642	-0,97	D	0,00	24,25	0,000	308,850
24	16,73	108,515	109,218	-0,70	D	0,00	17,34	0,000	348,032
25	30,00	108,230	108,997	-0,77	D	0,00	18,99	0,000	545,007
26	30,00	107,945	108,361	-0,42	D	0,00	10,09	0,000	436,214
27	30,00	107,660	108,563	-0,90	D	0,00	22,55	0,000	489,587
28	30,00	107,374	107,934	-0,56	D	0,00	13,68	0,000	543,388
29	30,00	107,089	107,108	-0,02	D	0,00	0,44	0,000	211,774
30	30,00	106,794	105,735	1,06	R	26,68	0,00	400,200	6,592
31	30,00	106,485	105,365	1,12	R	28,29	0,00	824,580	0,000
32	30,00	106,160	104,630	1,53	R	39,63	0,00	1 018,798	0,000
33	30,00	105,820	103,434	2,39	R	64,85	0,00	1 567,107	0,000
34	30,00	105,465	103,604	1,86	R	49,11	0,00	1 709,409	0,000
35	30,00	105,096	103,919	1,18	R	29,85	0,00	1 184,425	0,000
36	30,00	104,711	104,188	0,52	R	12,75	0,00	638,889	0,000
37	30,00	104,311	103,515	0,80	R	19,73	0,00	487,107	0,000
38	30,00	103,896	104,102	-0,21	D	0,00	4,92	295,923	73,842
39	30,00	103,466	104,185	-0,72	D	0,00	17,73	0,000	339,846
40	30,00	103,022	103,540	-0,52	D	0,00	12,63	0,000	455,412

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

41	30,00	102,562	103,531	-0,97	D	0,00	24,29	0,000	553,761
42	30,00	102,087	103,438	-1,35	D	0,00	34,63	0,000	883,797
43	30,00	101,597	103,837	-2,24	D	0,00	60,38	0,000	1 425,211
44	30,00	101,093	103,991	-2,90	D	0,00	80,99	0,000	2 120,670
45	30,00	100,573	104,768	-4,20	D	0,00	125,40	0,000	3 095,944
46	30,00	100,038	103,128	-3,09	D	0,00	87,25	0,000	3 189,732
47	30,00	99,488	103,234	-3,75	D	0,00	109,45	0,000	2 950,508
48	30,00	98,923	103,273	-4,35	D	0,00	131,03	0,000	3 607,197
49	30,00	98,344	102,534	-4,19	D	0,00	125,24	0,000	3 844,033
50	30,00	97,751	102,176	-4,43	D	0,00	133,83	0,000	3 886,053
51	30,00	97,155	102,001	-4,85	D	0,00	149,58	0,000	4 251,097
52	30,00	96,560	101,741	-5,18	D	0,00	162,52	0,000	4 681,497
53	30,00	95,965	101,748	-5,78	D	0,00	186,65	0,000	5 237,514
54	30,00	95,370	101,140	-5,77	D	0,00	186,10	0,000	5 591,199
55	30,00	94,775	100,116	-5,34	D	0,00	168,86	0,000	5 324,339
56	30,00	94,180	99,451	-5,27	D	0,00	166,07	0,000	5 023,914
57	30,00	93,584	98,943	-5,36	D	0,00	169,54	0,000	5 034,203
58	30,00	92,989	98,433	-5,44	D	0,00	172,93	0,000	5 137,093
59	30,00	92,394	97,153	-4,76	D	0,00	146,28	0,000	4 788,106
60	30,00	91,799	96,927	-5,13	D	0,00	160,49	0,000	4 601,486
61	30,00	91,204	96,792	-5,59	D	0,00	178,72	0,000	5 088,063
62	30,00	90,608	96,491	-5,88	D	0,00	190,74	0,000	5 541,784
63	30,00	90,013	95,834	-5,82	D	0,00	188,17	0,000	5 683,646
64	30,00	89,418	95,141	-5,72	D	0,00	184,18	0,000	5 585,228
65	30,00	88,823	94,205	-5,38	D	0,00	170,45	0,000	5 319,416
66	30,00	88,228	93,144	-4,92	D	0,00	152,26	0,000	4 840,690
67	30,00	87,633	92,009	-4,38	D	0,00	132,00	0,000	4 263,873
68	30,00	87,037	90,940	-3,90	D	0,00	114,93	0,000	3 703,955
69	30,00	86,442	90,184	-3,74	D	0,00	109,31	0,000	3 363,611
70	30,00	85,847	88,329	-2,48	D	0,00	67,81	0,000	2 656,763
71	30,00	85,252	87,848	-2,60	D	0,00	71,37	0,000	2 087,664
72	0,79	85,236	87,819	-2,58	D	0,00	70,97	0,000	56,208
73	29,21	84,657	86,777	-2,12	D	0,00	56,79	0,000	1 865,834
74	30,00	84,062	85,883	-1,82	D	0,00	47,97	0,000	1 571,377
75	30,00	83,466	85,146	-1,68	D	0,00	43,87	0,000	1 377,646
76	30,00	82,871	85,371	-2,50	D	0,00	68,37	0,000	1 683,584
77	30,00	82,276	84,079	-1,80	D	0,00	47,42	0,000	1 736,806
78	30,00	81,681	83,105	-1,42	D	0,00	36,64	0,000	1 260,870
79	30,00	81,086	82,442	-1,36	D	0,00	34,78	0,000	1 071,282
80	30,00	80,490	81,274	-0,78	D	0,00	19,42	0,000	813,052
81	30,00	79,900	79,786	0,11	R	2,71	0,00	40,684	291,366
82	30,00	79,319	80,113	-0,79	D	0,00	19,67	40,684	294,988
83	30,00	78,741	79,881	-1,14	D	0,00	28,84	0,000	727,627
84	30,00	78,163	79,450	-1,29	D	0,00	32,87	0,000	925,629
85	30,00	77,585	78,849	-1,26	D	0,00	32,23	0,000	976,435
86	30,00	77,007	77,842	-0,84	D	0,00	20,77	0,000	794,997
87	30,00	76,428	77,194	-0,77	D	0,00	18,94	0,000	595,723
88	30,00	75,850	76,650	-0,80	D	0,00	19,82	0,000	581,499
89	30,00	75,272	76,114	-0,84	D	0,00	20,93	0,000	611,347
90	30,00	74,694	75,688	-0,99	D	0,00	24,95	0,000	688,246
91	30,00	74,116	75,321	-1,21	D	0,00	30,62	0,000	833,589
92	30,00	73,538	74,926	-1,39	D	0,00	35,66	0,000	994,312
93	30,00	72,959	74,403	-1,44	D	0,00	37,19	0,000	1 092,831
94	30,00	72,381	74,097	-1,72	D	0,00	44,91	0,000	1 231,558
95	30,00	71,803	73,574	-1,77	D	0,00	46,51	0,000	1 371,353
96	30,00	71,225	73,158	-1,93	D	0,00	51,23	0,000	1 466,163
97	30,00	70,647	72,904	-2,26	D	0,00	60,92	0,000	1 682,353

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

98	30,00	70,068	72,282	-2,21	D	0,00	59,58	0,000	1 807,596
99	27,52	69,538	71,908	-2,37	D	0,00	64,35	0,000	1 705,108
100	2,48	69,490	71,874	-2,38	D	0,00	64,77	0,000	160,382
101	30,00	68,912	71,262	-2,35	D	0,00	63,73	0,000	1 927,601
102	30,00	68,334	70,488	-2,15	D	0,00	57,79	0,000	1 822,928
103	30,00	67,756	70,031	-2,27	D	0,00	61,45	0,000	1 788,620
104	30,00	67,178	69,562	-2,38	D	0,00	64,79	0,000	1 893,570
105	30,00	66,599	68,742	-2,14	D	0,00	57,46	0,000	1 833,812
106	30,00	66,021	67,577	-1,56	D	0,00	40,34	0,000	1 467,082
107	30,00	65,443	66,669	-1,23	D	0,00	31,18	0,000	1 072,830
108	30,00	64,865	65,927	-1,06	D	0,00	26,76	0,000	869,105
109	30,00	64,287	65,158	-0,87	D	0,00	21,71	0,000	727,005
110	30,00	63,709	64,368	-0,66	D	0,00	16,21	0,000	568,734
111	30,00	63,130	63,705	-0,57	D	0,00	14,06	0,000	454,009
112	30,00	62,552	63,290	-0,74	D	0,00	18,23	0,000	484,265
113	30,00	61,974	63,323	-1,35	D	0,00	34,57	0,000	791,923
114	30,00	61,396	61,220	0,18	R	4,21	0,00	63,110	518,533
115	30,00	60,818	60,209	0,61	R	14,93	0,00	287,002	0,000
116	30,00	60,240	59,397	0,84	R	20,96	0,00	538,226	0,000
117	30,00	59,661	58,823	0,84	R	20,85	0,00	627,060	0,000
118	30,00	59,083	58,277	0,81	R	19,99	0,00	612,550	0,000
119	30,00	58,505	57,684	0,82	R	20,38	0,00	605,467	0,000
120	30,00	57,927	56,910	1,02	R	25,54	0,00	688,693	0,000
121	30,00	57,349	56,017	1,33	R	34,09	0,00	894,415	0,000
122	30,00	56,770	55,538	1,23	R	31,37	0,00	981,931	0,000
123	30,00	56,192	55,009	1,18	R	30,02	0,00	920,836	0,000
124	30,00	55,614	54,429	1,19	R	30,07	0,00	901,356	0,000
125	30,00	55,041	54,264	0,78	R	19,26	0,00	739,921	0,000
126	30,00	54,486	53,749	0,74	R	18,21	0,00	562,033	0,000
127	30,00	53,948	53,309	0,64	R	15,70	0,00	508,705	0,000
128	30,00	53,429	52,863	0,57	R	13,84	0,00	443,042	0,000
129	30,00	52,928	52,399	0,53	R	12,90	0,00	401,021	0,000
130	30,00	52,444	52,031	0,41	R	10,01	0,00	343,564	0,000
131	30,00	51,979	51,674	0,30	R	7,33	0,00	259,993	0,000
132	30,00	51,531	51,328	0,20	R	4,85	0,00	182,705	0,000
133	30,00	51,102	51,003	0,10	R	2,34	0,00	107,912	0,000
134	30,00	50,691	50,554	0,14	R	3,26	0,00	84,079	0,000
135	30,00	50,297	49,666	0,63	R	15,48	0,00	281,212	0,000
136	30,00	49,922	48,710	1,21	R	30,81	0,00	694,437	0,000
137	30,00	49,564	48,149	1,42	R	36,40	0,00	1 008,141	0,000
138	30,00	49,225	47,847	1,38	R	35,36	0,00	1 076,331	0,000
139	30,00	48,904	47,526	1,38	R	35,35	0,00	1 060,616	0,000
140	30,00	48,600	47,373	1,23	R	31,22	0,00	998,560	0,000
141	11,59	48,488	47,433	1,06	R	26,57	0,00	334,818	0,000
142	18,41	48,315	47,276	1,04	R	26,15	0,00	485,280	0,000
143	30,00	48,047	46,785	1,26	R	32,18	0,00	874,881	0,000
144	30,00	47,798	46,417	1,38	R	35,46	0,00	1 014,532	0,000
145	30,00	47,560	46,109	1,45	R	37,41	0,00	1 092,978	0,000
146	30,00	47,323	46,049	1,27	R	32,49	0,00	1 048,461	0,000
147	30,00	47,086	46,238	0,85	R	21,08	0,00	803,564	0,000
148	30,00	46,848	46,343	0,51	R	12,31	0,00	500,913	0,000
149	30,00	46,611	45,916	0,69	R	17,12	0,00	441,518	0,000
150	30,00	46,373	45,847	0,53	R	12,83	0,00	449,327	0,000
151	30,00	46,136	45,791	0,34	R	8,32	0,00	317,201	0,000
152	30,00	45,899	44,861	1,04	R	26,11	0,00	516,349	0,000
153	30,00	45,661	44,645	1,02	R	25,53	0,00	774,624	0,000
154	30,00	45,424	44,182	1,24	R	31,63	0,00	857,467	0,000

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

155	30,00	45,186	43,735	1,45	R	37,41	0,00	1 035,609	0,000
156	30,00	44,949	43,315	1,63	R	42,57	0,00	1 199,747	0,000
157	30,00	44,712	42,812	1,90	R	50,23	0,00	1 392,113	0,000
158	30,00	44,474	42,301	2,17	R	58,38	0,00	1 629,183	0,000
159	30,00	44,237	42,010	2,23	R	59,99	0,00	1 775,568	0,000
160	17,50	44,098	41,876	2,22	R	59,86	0,00	1 048,984	0,000
								46 785,396	174 748,771

- ✓ Longueur Totale du Tracé de la variante 01: **4697.5079 m**
- ✓ Déblai Total de la variante N°02: **174 748,771 m³**
- ✓ Remblai Total de la variante N°02: **46 785,396 m³**

❖ **CHOIX DE VARIANTE**

On fait un tableau comparatif des avantages et des inconvénients de chaque variante :

Tableau III-21 : Tableau comparatif entre les variantes 01 et 02

Critères de choix	variante 01	variante 02	Evolution	
			V1	V2
Linéaire (m)	4637,50	4697,55	(+)	(-)
Nombre de rayon (U)	2	6	(+)	(-)
Conformité des rayons	conforme	conforme	(+)	(+)
Pente et rampe	$P_{\min} = -1,98\%$ $P_{\max} = 0,95 \%$	$P_{\min} = -0,87\%$ $P_{\max} = -1,77 \%$	(+)	(+)
Pourcentage alignement droit (%)	43,02	64,92	(-)	(+)
Pourcentage courbe (%)	56,96	35,07	(-)	(+)
Déblais (m ³)	173 967,374	174 748,771	(+)	(-)
Remblais (m ³)	178 525,647	46 785,396	(+)	(-)
			6	4

D'après le tableau on constate que :

La variante N°01 est la plus avantageuse.

Chapitre : IV

LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVES

IV-1- DEVERS

IV-2- COURBE DE RACCORDEMENT

CHAPITRE IV

LES RACCORDEMENTS PROGRESSIVES

IV-1- DEVERS :

Des études de cas montrent qu'un dévers inversé est un facteur accidentogène explicatif important. La reprise du dévers dans ces cas améliore la sécurité du site et change fortement les trajectoires des véhicules.

Un changement de dévers dans la partie circulaire de la courbe est un facteur d'accident entraînant :

- ✓ Une mauvaise trajectoire des véhicules
- ✓ Une accumulation d'eau sur chaussée dans la courbe

IV-1-1- Devers en alignement :

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

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

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

Les valeurs suivantes sont adoptées en Algérie **Devers minimal : $d_{\min} = 2.5 \%$**

Ce devers ne sera prévu que si la chaussée doit être exécutée dans de bon conditions (couche de base réalisée au finisseur et guidée sur fil). Il sera réservé essentiellement aux routes de catégorie 1 et 2.

IV-1-2- Devers vers l'intérieur des courbes :

En courbe, le devers permet de :

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

- **Le dévers minimal :** nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.
- **Le dévers maximal :** admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologiques exceptionnelles.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

Tableau IV-1 : Dévers en fonction de l'environnement

Environnement	Facile	moyen	Difficile
Devers			
Devers Minimal			
Cat 1-2	2.5%	2.5%	2.5%
Cat 3-4-5	3%	3%	3%
Devers Maximal			
Cat 1-2	7%	7%	7%
Cat 3-4	8%	8%	7%
Cat 5	9%	9%	9%

IV-1-3- Détermination des dévers aux rayons en plan :

➤ **Application à notre projet :**

- **1^{er} cas :** Le rayon choisi : $R \geq RHnd$ \implies Le dévers associé « **d** » est celui de l'alignement droit.
- **2^{ème} cas :** Le rayon choisi : $RHd \leq R \leq RHnd$ \implies Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.
- **3^{ème} cas :** Si $RHn \leq R \leq RHd$ \implies le dévers associé « **d** » est calculé par interpolation entre le dévers associé à RHn et celui associé à RHd.

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

- **4ème cas :** Si $RHm < R < RHN$ \longrightarrow la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

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

➤ **Application au projet : Calcul des dévers associés aux rayons :**

Donc : $R1=1800$ $R2=1500$ m \longrightarrow $R \geq RHnd$ \longrightarrow

- Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit ($d_{(R1)}$, $d_{(R2)} = 2.5\%$).

IV-2- COURBE DE RACCORDEMENT :

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

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon R. Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon R passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif.

La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle.

➤ **Rôle et nécessité**

- ✓ Stabilité transversale des véhicules.
- ✓ Confort des passages en véhicules.

- ✓ Transition de la forme de la chaussée.
- ✓ Tracé élégant, souple fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

IV-2-1- Type de courbe de raccordement :

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

- a) **parabole cubique** : L'emploi de cette courbe est limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemins de fer).
- b) **Lemniscate** : Courbe utilisée pour certains problèmes de tracé de route par exemple trèfle d'autoroute sa courbure est proportionnelle à la longueur du rayon vecteur à partir du point d'inflexion ou centre de symétrie.
- c) **Clothoïde** : La clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine ou il est infini jusqu'au point asymptotique ou il est nul. la courbure de la clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

Parcourue à vitesse constante, la clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

IV-2-2- Raccordement progressif :

IV-2-2-1- Introduction :

Pour réaliser la transition en douceur du rayon infini au rayon fini de l'arc de cercle, on intercale entre l'alignement droit et l'arc de cercle un raccordement progressif.

La même transition se retrouve en fin de virage pour revenir à l'alignement suivant. Le raccordement progressif permet aussi de passer graduellement du dévers de chaussée en alignement droit au dévers de chaussée en arc de cercle. La courbe la plus utilisée est la clothoïde.

IV-2-2-1- : Éléments d'une clothoïde :

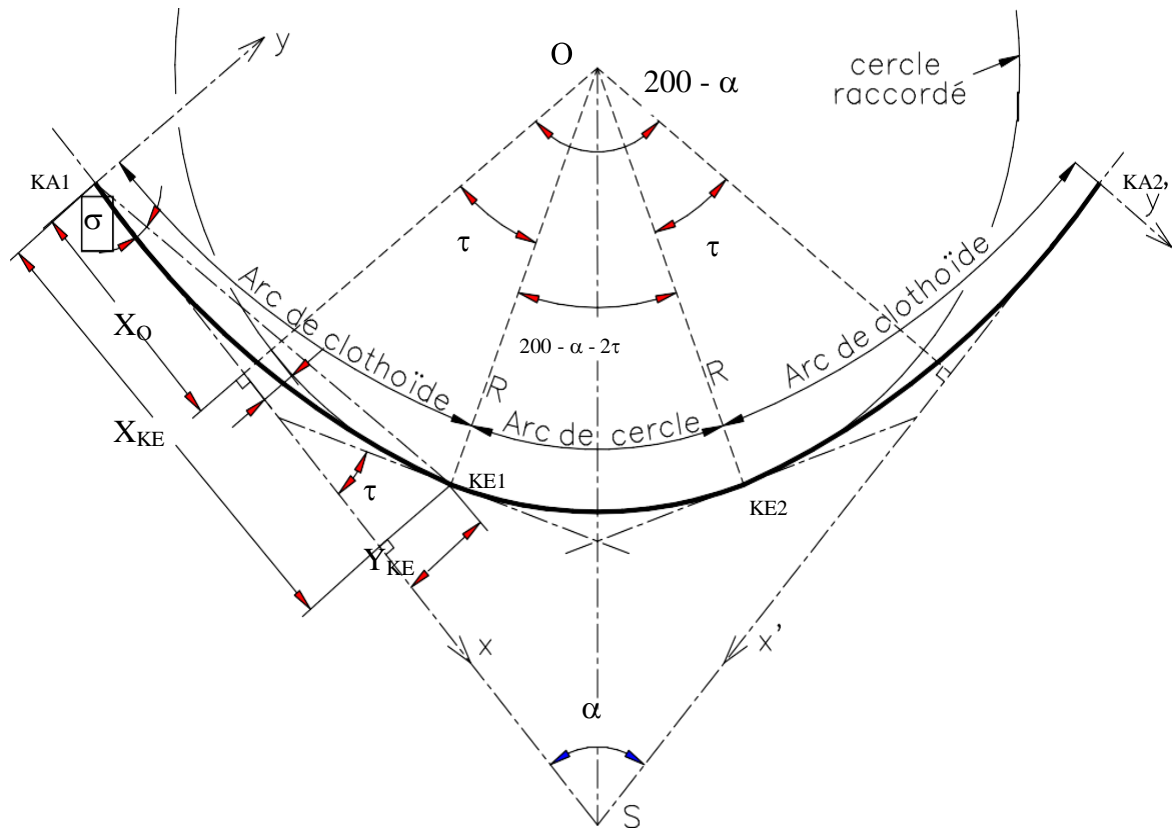


Figure IV-1 : éléments d'un clothoïde.

A. la Clothoïde :

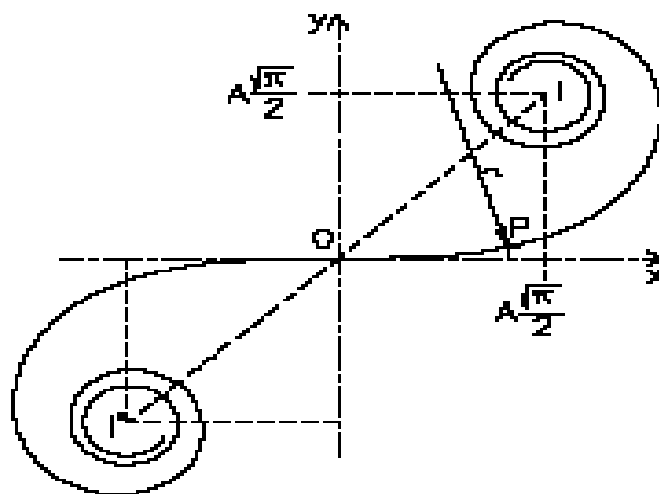


Figure IV-2 : Clothoïde

Le rayon de courbure d'une clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, r, en un point donné P de la courbe. Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r.

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

Le calcul des caractéristiques de ces raccordements à courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usagers. Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules. Dans la pratique, ceci revient à fixer une limite à la variation d'accélération tolérée par seconde.

B. Longueur de raccordements

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

B.1- La condition de confort dynamique :

Cette condition a pour objet d'assurer l'introduction progressive du dévers et de la courbure de façon en particulier à respecter les conditions de stabilité et de « confort dynamique », en limitant par unité de temps, la variation de la sollicitation transversale des véhicules.

$$L_1 \geq \frac{Vr^2}{18} \left(\frac{Vr^2}{127 R} - \Delta d \right)$$

B.2- La condition Optique :

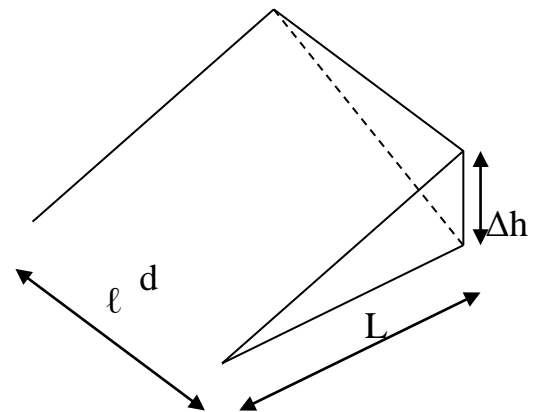
Cette condition a pour objet d'assurer aux usagers une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels, et en particulier de rendre perceptible suffisamment à l'avance la courbure du tracé, de façon à obtenir la sécurité de conduite la plus grande possible.

$$L_2 \geq \sqrt{24.R.\Delta R}$$

B.3- Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la route un aspect satisfaisant, en particulier dans les zones de variation de dévers. Elle se traduit par la limitation de pente relative du profil en long

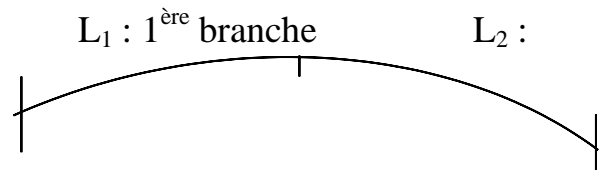
$$L_3 \geq l \cdot \Delta d \cdot Vr$$



➤ **Vérification de non chevauchement :**

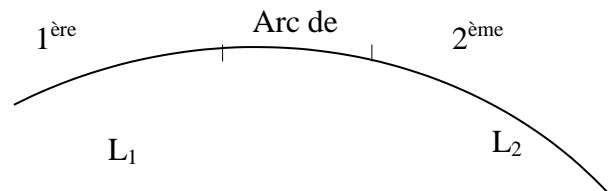
▪ **1^{er} cas :** $\tau = \frac{\beta}{2}$

➡ **Clothoïde sans arc de cercle.**



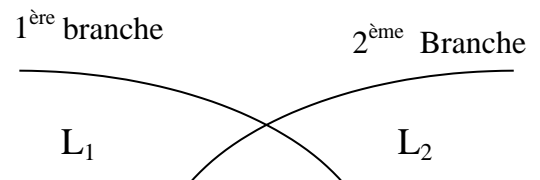
▪ **2ème cas :** $\tau < \frac{\beta}{2}$

➡ **Clothoïde avec arc de cercle.**



▪ **3ème cas :** $\tau > \frac{\beta}{2}$

➡ **Clothoïde impossible**



➤ **Application au projet :**

- Vitesse de référence : $V_r=80$ km/h ; $d_{\max}=7.00\%$; $d_{\min}=-2.50\%$
- Rayon: $R_1=1800$ m $\Delta R=1,75$ m ; $R_2=1500$ m; $\Delta R=1$ m;
- $l=7.00$ m ; $\beta_1=50,488$ gr $\beta_2=51,536$ gr

❖ **Condition de confort dynamique :**

$$L \geq \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127 \cdot R} - \Delta d \right) \quad \longrightarrow \quad L \geq \frac{80^2}{18} \left(\frac{80^2}{127 \cdot 1800} - 0,095 \right)$$

$$\quad \quad \quad \longrightarrow \quad L_1 \geq 23,9 \text{ m}$$

$$\quad \quad \quad \longrightarrow \quad L \geq \frac{80^2}{18} \left(\frac{80^2}{127 \cdot 1500} - 0,095 \right)$$

$$\quad \quad \quad \longrightarrow \quad L_1 \geq 21,83 \text{ m}$$

❖ **Condition Optique:**

$$L_2 \geq \frac{R}{9} \quad \longrightarrow \quad L_2 \geq \frac{1800}{9}$$

$$\quad \quad \quad \longrightarrow \quad L_2 \geq 200,00 \text{ m}$$

❖ **Condition gauchissement:**

$$L_3 \geq l * \Delta d * V_r \quad \longrightarrow \quad L_3 \geq 14 * 0,095 * 80 \quad \longrightarrow \quad L_3 \geq 106,40 \text{ m}$$

❖ **Longueur de clothoïde :**

$$L \geq \max (L_1 ; L_2 ; L_3) \quad \longrightarrow \quad L \geq 880 \text{ m} \quad \text{On prend : } L = 200,00 \text{ m}$$

❖ **Paramètre de la clothoïde :**

$$A = \sqrt{R * L} \quad \longrightarrow \quad A_1 = \sqrt{1800 * 275} \quad \longrightarrow \quad A = 703.56 \text{ m}$$

$$A_2 = \sqrt{1500 * 190} \quad \longrightarrow \quad A = 533.88 \text{ m}$$

$$A_1/R_1 = 703.56/1800 = 0.390 \quad \longrightarrow \quad \text{Condition vérifiée (B40)}$$

$$A_2/R_2 = 533.88/1500 = 0,355 \quad \longrightarrow \quad \text{Condition vérifiée (B40)}$$

❖ **Angle des alignements droits :**

$$\alpha_1 = 200 - \beta = 200 - 50,488 = 149,512 \text{ gr}$$

$$\alpha_2 = 200 - \beta = 200 - 51,536 = 148,464 \text{ gr}$$

❖ **Angle des tangentes :**

$$\tau_1 = \frac{L}{2R} \quad \longrightarrow \quad \tau = \frac{275}{2 * 1800} \quad \longrightarrow \quad \tau = 4.368 \text{ gr}$$

$$\tau_2 = \frac{L}{2R} \quad \longrightarrow \quad \tau = \frac{190}{2 * 1500} \quad \longrightarrow \quad \tau = 3.623 \text{ gr}$$

$$\tau_1 = 4.368 \text{ gr} \leq \beta_1/2 = 25,244 \text{ gr}$$

$$\tau_2 = 3.623 \text{ gr} \leq \beta_2/2 = 25,768 \text{ gr}$$

- ✓ Pas de chevauchement
- ✓ il ya clothoide

❖ **Angle au centre (partie circulaire) :**

$$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau = 200 - 149,512 - 2*4.368 = 41.752 \text{ gr}$$

❖ **Longueur de la partie circulaire D :**

$$D = \pi * R * \gamma / 200 = \pi * 1800 * 41.752 / 200 = 1179.91 \text{ m}$$

❖ **Abscisse de l'extrémité de la clothoïde :**

$$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40 * R^4} = 275 - \frac{275^3}{40 * 1800^4} \quad \longrightarrow \quad X_{KE} = 275 \text{ m}$$

❖ **Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde :**

$$Y_{KE} = \frac{L^2}{6 * R} \quad \longrightarrow \quad Y_{KE} = \frac{275^2}{6 * 1800} \quad \longrightarrow \quad Y_{KE} = 7.00 \text{ m}$$

❖ **Angle polaire :**

$$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}} \quad \longrightarrow \quad \sigma = \arctg \frac{7.00}{275} \quad \longrightarrow \quad \sigma = 1.458 \text{ gr}$$

➤ **Calcul de paramètres de la clothoïde :**

Tableau IV-2 : Paramètres de clothoïde

Paramètre de la clothoïde		Virage 1	Virage 2
Rayon	R	1800 m	1500 m
Longueur de la clothoïde	L	275 .00m	190.00 m
Paramètre de la clothoïde	$A = \sqrt{R \cdot L}$	703.56 m	533.88m
angle au sommet	α	149.512 gr	148,464 gr
angle au centre	$\beta = 200 - \alpha$	50,488 gr	51,536 gr
angle des tangentes	$\tau = \frac{L}{2R}$	4.368 gr	3.623gr
angle au centre Partie circulaire	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	41.752gr	43.913gr
Abscisse de l'extrémité de la cloth.	$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^2}$	275m	190m
Ordonnée de l'extrémité de la cloth.	$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$	7.00m	4.01 m
angle Polaire	$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	1.458 gr	1.209 gr
Longueur de la partie circulaire	$D_{cir} = \frac{\pi R \gamma}{200}$	1179.91 m	1034.15 m
longueur de la corde KA-KE	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	275.08 m	190.04m
abscisse du centre	$X_O = X_{KE} - R \sin \tau$	137.09 m	180.21m
ordonnées du centre	$Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$	1801.77 m	1501.01m
distance K_A -centre	$K_A - O = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2}$	1807.03 m	1511.78 m
Ripage	$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	1,75 m	1,01 m
Développée totale	$DT = 2L + D_{cercle}$	1729.91 m	1414.15 m
Tangente courte	$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	91.98 m	63.54 m
Tangente longue	$TL = X_{KE} - \frac{Y_{KE}}{\cos \tau}$	267.98 m	185.98 m

➤ **Variation du dévers dans la clothoïde :**

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

➤ **Méthode de calcul des dévers en clothoïde :**

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

❖ **Clothoïde**

R = 1800 m L = 880m d(R) = 7 % d_{min} = 2,50% Δd = 9,50%

▪ **1^{ère} branche de clothoïde :**

✓ **Devers du bord extérieur :**

L'équation élémentaire de la droite : Y = a*x + b

Y = b = d_{min} = 2,5%

• **Devers extérieur**

$$d_{ext} = \left(\frac{\Delta d}{L} \times x \right) - 2,5 = ?$$

P - (x = 0)



$$d_{ext} = \left(\frac{9,50}{124,90} \times 0 \right) - 2,5 = -2,5\%$$

P - (x = 10 m)



$$d_{ext} = \left(\frac{9,50}{124,90} \times 10 \right) - 2,5 = -1,90\%$$

✓ **Devers du bord intérieur**

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

$$\frac{6L}{\Delta d} = \frac{6 \times 275}{7 + 2,5}$$



$$\frac{6L}{\Delta d} = 173,68 \text{ m}$$

Donc à partir de cette distance 440 m



$$d_{int} = d_{ext}$$

Chapitre : V

PROFIL EN LONG

V -1- INTRODUCTION

V -2- LIGNE PROJET

V -3- COORDINATION DU TRACE EN PLAN
ET DU PROFIL EN LONG

CHAPITRE V

PROFIL EN LONG

V -1- INTRODUCTION :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle.

C'est en général une succession d'alignements droits (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....

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.
- Recherche un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment :
 - a. 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.

- b. Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- c. Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

3. Coordination du tracé en plan et profil en long

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

- ❖ D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- ❖ De prévoir de loin l'évolution du tracé.
- ❖ De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultant d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :
- ❖ D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- ❖ D'amorcer la courbe en plan avant un point haut,
- ❖ lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
- ❖ De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

4. Déclivités

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

4.1 - Déclivité minimum

Dans les zones où le terrain est plat, la pente d'une route ne doit être au dessus de 0,5% et de préférences 1% si possible afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux des pluies le long de la route au bord de la chaussée.

4.2 - Déclivité maximum

La déclivité maximale dépend de :

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


Elle doit être inférieure à une valeur maximale associée au nouveau de service « selon le norme (84), environnement E1, catégorie C1 déclivité maximale : " $I_{\max} = 6 \%$ " "

5 .Caractéristiques des rayons en long

Pour le cas de la RN01, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivants (selon le B (84)) :

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

Et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée à la vitesse de base.

- $V_r = 80$ (Km/h)
- Catégorie 01  déclivité maximale = **5%**
- Environnement E2

❖ **Remarque** : l'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

- ✓ Effort de traction considérable.
- ✓ Consommation excessive de carburant.
- ✓ Faibles vitesses.
- ✓ Gène des véhicules.

➤ **Application au projet**

La vitesse de base qu'on a retenue dans notre projet est 80Km/h, donc la déclivité maximale est de **5%**.

C- Raccordement en profil en long :

C.1- Raccordements verticaux :

Les changements de déclivités constituent des points particuliers au niveau du profil en long.

A cet effet, le passage d'une déclivité à une autre, doit être adouci par l'aménagement² de raccordement parabolique où leur conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement :

C.2- Raccordement convexe (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain. Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

❖ **Condition de confort :**

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure convexe, le véhicule subit une accélération verticale importante, qui modifie sa stabilité et gêne les usagers.

$$R_V = \frac{D^2}{2 * (h_0 + h_1) + 2 * \sqrt{(h_0 * h_1)}}$$

D₁ : la distance d'arrêt.

h₀ : hauteur de l'œil.

h₁ : hauteur de l'obstacle.

Pour les chaussées unidirectionnelles, les valeurs retenues pour le rayon minimal absolu assurent pour un œil placé à 1.10m de hauteur, la visibilité derrière l'angle saillant de l'obstacle éventuel de 0.15m cat 1-2 ou 0.20 m cat 3-4-5 à la distance d'arrêt $d_{(vr)}$

$$RVm = a .d^2$$

a = 0.24 pour les catégories 1et 2

a = 0.22 pour les catégories 3, 4 et 5

d : la distance d'arrêt correspond à une vitesse de **80** Km/h

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base de 100 km/h est de :

$$RV_{m_1} = 0.24 * d_{\text{r}}^2 = 6\ 229.54\ \text{m}$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenus par application de même relations pour la vitesse $V = V_r + 20$

Les valeurs retenues pour les rayons minimaux absolus (d'après le B₄₀) sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau V-1 : Rayons convexes (Cat2, V100)

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	RVm	10 000
Min normale	RVn	20 000

C.3- Raccordement concave (angle rentrant)

Dans un raccordement concave, les conditions de visibilité du jour ne sont pas déterminantes mais par contre lorsque la route n'est pas éclairée, la visibilité de nuit doit être prise en compte.

Les rayons minimaux des raccordements paraboliques en angle rentrant doivent satisfaire la condition de confort suivant :

Le véhicule abordant un angle rentrant doit avoir une limitation de l'accélération aux sets suivants :

Soit : $\frac{g}{40}$ pour la CAT 1-2.

➤ **Rayon minimal absolu**

$$\frac{V_r^2}{RV_{m'}} = \frac{g}{40} \quad \Rightarrow \quad RV_{m'} = 0.30 * V_r^2.$$

$$R_{vm} = \frac{d_1^2}{0.035d_1 + 1.5}$$

$$R_{V_{m(v_r)}} = 0.3 \cdot V_r^2 = 0.3 \times 80^2 = \mathbf{1920m}$$

➤ **Rayon minimal normal**

Les rayons verticaux minimaux normaux en angle rentrant sont obtenus par application de la formule suivante :

$$R_{Vn} = R_{V_{m(v_r + 20)}} \cdot \left(\frac{v_r + 20}{v_r} \right)^2$$

$$R_{Vn} = R_{V_{m(v_r + 20)}} = 0.3 \cdot (80 + 20)^2 \quad \longrightarrow \quad \mathbf{R_{Vn} = 3000m}$$

Les valeurs retenues pour les rayons absolus sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau V-2 : Rayons concaves (Cat2, V100)

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	R _{Vm}	1920
Min normale	R _{Vn}	3000
Assurant d	R _{Vd}	20 000

V -3- COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :

Le profil en long et le tracé en plan sont coordonnés de telle manière que la route.

Apparaisse à l'usager sans discontinuité gênante de tracé, lui permette de prévoir son :

Évolution et de distinguer clairement les dispositions des points singuliers, notamment les carrefours, les entrées et les sorties dans les échangeurs.

Les règles de dimensionnement du tracé en plan et du profil en long sont fondées sur des paramètres conventionnels de technique de la circulation (temps de perception réaction, coefficients de frottement, hauteur d'obstacle, etc...).

Dans les zones où les distances de visibilité ne peuvent pas être assurées (de façon permanente ou temporaire), un marquage et une signalisation appropriée doivent interdire le dépassement de façon claire et perceptible par les usagers.

Il est nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long (en tenant compte également de l'implantation des points d'échanges) afin d'assurer de bonnes conditions générales de visibilité et, pour les routes neuves, d'assurer si possible un certain confort visuel en évitant de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu, cela conduit en général à chercher à faire coïncider les courbes du tracé en plan et les courbes du

Profil en long et à prévoir des rayons de profil en long importants relativement à ceux du tracé en plan.

Cependant, pour des raisons de sécurité, le début des courbes (surtout lorsqu'elles ont des rayons inférieurs à 300 m) ne devraient pas coïncider avec un point haut du profil en long (ou se situer à proximité immédiate), ceci étant susceptible de dégrader fortement la perception du virage

Les carrefours ou accès riverains ne doivent pas coïncider avec des courbes du tracé en plan ni avec des zones à visibilité réduite.

➤ **Avantages de la coordination du tracé en plan et du profil en long :**

- ✓ Assurer de bonnes conditions générales de visibilité.
- ✓ Eviter de donner au tracé un aspect trop brisé ou discontinu.

Chapitre : VI

CINÉMATIQUE

VI-1- LES PARAMETRES CINEMATIQUES

CHAPITRE VI

CINEMATIQUE

VI-1- LES PARAMETRES CINEMATQUES :

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules dans le projet de construction de la route. Ces paramètres sont :

VI.1-1- Distance de freinage

Les possibilités de freinage sont limitées, du fait du jeu de l'adhérence, il existe une distance minimum pour obtenir l'arrêt complet du véhicule.

La distance de freinage d_0 est la distance parcourue pendant l'action de freinage pour annuler la vitesse dans la condition conventionnelle de la chaussée mouillée. Elle varie suivant la pente longitudinale de la chaussée.

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{V_r^2}{(f_{rl} \pm e)}$$

Avec :

- **V_r** : vitesse de référence en Km/h.
- **e** : déclivité.
- **f_{rl}** : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse V_r.

Tableau VI-1: Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

V _r (Km/h)		40	60	80	100	120	140
f_{rl}	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	/

Pour notre projet on a : **f_{rl} = 0.39**

□ **Application : Exemple de calcul**

- ✓ **En alignement droit : e = 0** (cas purement théorique)

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} \quad \Rightarrow \quad d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{80^2}{0.39} = \mathbf{65,64 \text{ m}}$$

- ✓ **En rampe : e = + 0,95%**

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} \quad \Rightarrow \quad d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{80^2}{(0.39 + 0.0095)} = \mathbf{64,08 \text{ m}}$$

- ✓ **En pente : e = - 1,98%**

$$d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{Vr^2}{(frl \pm e)} \quad \Rightarrow \quad d_0 = \frac{4}{1000} \times \frac{80^2}{(0.39 - 0.0198)} = \mathbf{69,15 \text{ m}}$$

VI.1-2- Temps de réaction

Souvent l'obstacle est imprévisible et le conducteur a besoin d'un temps pour réaliser la nature de l'obstacle ou du danger qui lui apparaît. Ce temps est en général appelé **temps de perception** du conducteur, il diffère d'une personne à une autre et varie en fonction de l'état psychique et physiologique.

De nombreuses études faites sur le comportement des conducteurs, ont montré que le temps de perception et de réaction est en moyenne :

❖ **Dans une attention concentrée :**

- **t = 1.2 s** Pour un obstacle imprévisible.
- **t = 0.6 s** pour un obstacle prévisible.

En moyenne on peut prendre 0.9 s, mais en pratique on prend toujours :

- **t = 2 s** pour des vitesses < 100 Km/h
- **t = 1.8 s** pour des vitesses ≥ 100 Km/h

Donc la distance parcourue pendant le temps de réaction et de perception est :

$d_1 = v \times t$ Avec : **v** : vitesse en m/s **t** : temps en seconde

VI.1-3- Distance d'arrêt :

La distance parcourue par le conducteur entre le moment dans lequel l'œil du conducteur perçoit l'obstacle et l'arrêt effectif du véhicule est désigné sous le nom de

Distance d'arrêt (d) : $d = d_1 + d_0$

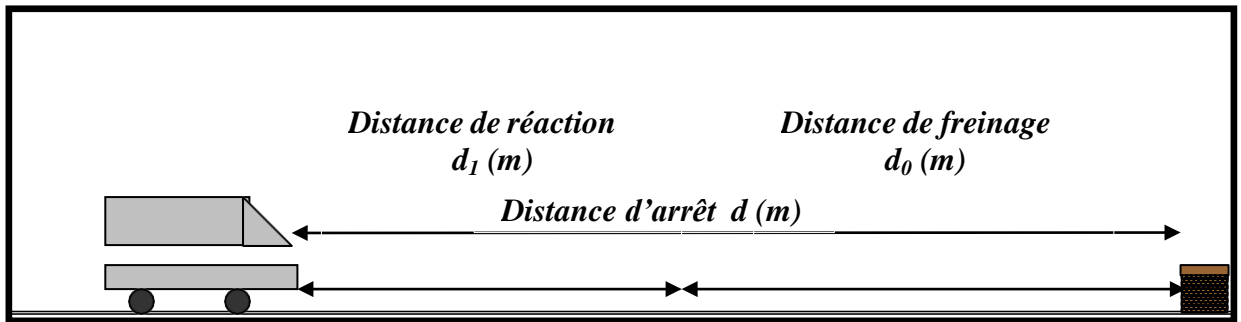


Figure VI-1: Distance d'arrêt et de freinage

✓ **En alignement droit :**

- Pour $V_r < 100$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d = d_0 + 0.55 \times V_r$
- Pour $V_r \geq 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = d_0 + 0.50 \times V_r$

➤ **Application :** $V_r = 100$ Km/h $t = 2$ s $\Rightarrow d = d_0 + 0.55 V_r$

En palier : $d = 65,64 + (0,55 \times 80) = 109,64$ m

En rampe : $d = 64,08 + (0,55 \times 80) = 108,08$ m

En pente : $d = 69,15 + (0,55 \times 80) = 113,15$ m

✓ **En courbe**

On doit majorer la distance de freinage de 25% car le freinage est moins énergétique afin de ne pas perdre le contrôle du véhicule.

- Pour $V_r \leq 100$ Km/h et quand $t = 2$ s : $d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$
- Pour $V_r > 100$ Km/h et quand $t = 1.8$ s : $d = 1.25 \times d_0 + 0.50 \times V_r$

➤ **Application :** $V_r = 80 \text{ Km/h}$ $t = 2 \text{ s}$ $\Rightarrow d = 1.25 \times d_0 + 0.55 \times V_r$

En palier : $d = 1,25 \times 65,64 + 0,55 \times 80$ **= 126,05 m**

En rampe : $d = 1,25 \times 64,08 + 0,55 \times 80$ **= 124,1 m**

En pente : $d = 1,25 \times 69,15 + 0,55 \times 80$ **= 130,43 m**

VI.1-4- Distance de perception :

Le temps nécessaire pour effectuer une manœuvre d'arrêt, une manœuvre de changement de file ou une manœuvre d'insertion est de 6 s.

On appelle distance de perception d_p , la somme de la distance d'arrêt d et la distance parcourue en 6s.

$$d_p = d + \frac{6}{3.6} V_r \quad (V_r \text{ est en Km/h})$$

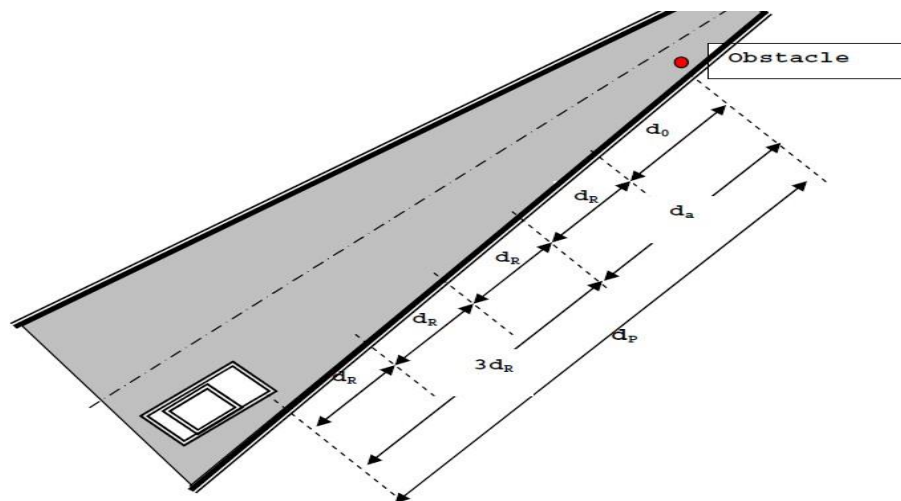


Figure VI-2 : Distance de perception

□ **Application :**

✓ **En alignement droit :**

En palier : $d_p = 109,64 + \frac{6}{3.6} \times 80$ **dp = 242,97 m**

En rampe : $dp = 124,1 + \frac{6}{3.6} \times 80 = 257,43 \text{ m}$

En pente : $dp = 130,43 + \frac{6}{3.6} \times 80 = 263,76 \text{ m}$

✓ **En courbe :**

En palier : $dp = 126,05 + \frac{6}{3.6} \times 80 = 259,38 \text{ m}$

En rampe : $dp = 124,1 + \frac{6}{3.6} \times 80 = 257,43 \text{ m}$

En pente : $dp = 130,43 + \frac{6}{3.6} \times 80 = 263,76 \text{ m}$

VI.1-5- Distance de sécurité entre deux véhicules :

Supposons que deux véhicules circulent dans le même sens sur la même voie et la même vitesse. Et nous recherchons l'espacement entre les deux véhicules de telle façon que si le premier véhicule est obligé d'amorcer un freinage au maximum pour éviter un obstacle quelconque, cet espacement doit permettre au second véhicule de s'arrêter sans risque de collision.

La distance de freinage ne change pas et reste d_0 , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de second véhicule augmente d'une durée $(t + t')$, avec t' temps de perception et de réaction de second véhicule aux feux arrières de stop de premier véhicule.

L'espacement sera donc théoriquement : $d'_2 = d_2 + v \times t' + l$

d_2 : distance parcourue pendant temps de perception et de réaction du premier véhicule.

l : longueur moyenne d'un véhicule.

En général, on prend $t' = 0.75 \text{ s}$

En pratique, on prend $t = 3 \text{ s}$

Distance de sécurité sera donc : $d'_2 = d_2 + v \times (t + t') + l$ (t en s et v en m/s)

Soit E l'espace supplémentaire de sécurité : $E = v \times t' + l$

Sachons que $V = \frac{v \text{ (km/h)}}{3.6}$ et $t' = 0.75 \text{ s}$ $\Rightarrow E_s = \frac{V}{5} + l$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

Pour plus de sécurité on est souvent amené à augmenter la distance « Es », en prenant un créneau temps de sécurité entre deux véhicules T_s égale à 1,2 secondes.

$$E_s = 1,2.v \text{ ou } E_s = \frac{V}{3}$$

Exemple : si deux véhicules se suivent à une vitesse de $V = 100 \text{ Km/h}$.La distance de sécurité sera

- **1er Cas :**

$$E_s = \frac{V}{5} + l = \frac{80}{5} + 5 = \mathbf{21 \text{ m}}$$

- **2ème Cas :**

$$E_s = \frac{V}{3} = \frac{80}{3} = \mathbf{26,66m}$$



Figure VI-3 : Espacement entre deux véhicules

VI.1-6- Manœuvre de dépassement :

- **dvdm** : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne.
- **dvdn** : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale.
- **dmd** : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement.

Tableau VI-2 : Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

Vr(Km/h)	40	60	80	100	120	140
Distance						
dvdm	4v	4v	4v	4.2v	4.6v	5v
	160	240	320	420	550	700
dvdn	6v	6v	6v	6.2v	6.6v	7v
	240	360	480	620	790	980
dmd	70	120	200	300	425	/

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de **dvdm**, **dvdn** et **dmd** en fonction de la vitesse.

➤ **Application :**

Vr = 80 Km/h

dvdm = 320 m

dvdn = 480 m

dmd = 200 m

➤ **Tableau récapitulatif des paramètres fondamentaux :**

Tableau VI-3 : Paramètres fondamentaux

Paramètres	Symbole	Valeur
Devers minimal (%)	d_{\min}	2,50
Devers maximal (%)	d_{\max}	7,00
Temps de perception réaction (s)	t_1	2.00
Frottement longitudinal	f_L	0,39
Frottement transversal	f_t	0,11
Distance de freinage en alignement droit (m)	d_0	65,64
Distance d'arrêt (m)	d_1	109,00
Distance de freinage en courbe (m)	d'_1	126,05
Distance de visibilité de dépassement minimale (m)	$dvdm$	320,00
Distance de visibilité de dépassement normale (m)	$dvdn$	480,00
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement (m)	dmd	200,00
RHm (m) (dévers associe %)	RHm	250,00 (7%)
RHn (m) (dévers associe %)	RHn	450,00 (5%)
RHd (m) (dévers associe %)	RHd	1000,00 (2, 5%)
RHnd (m) (dévers associe %)	RHnd	1004,00 (-2, 5%)

Chapitre : VII

PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES

VII -1- INTRODUCTION

VII .2- PROFIL EN TRAVERS TYPE

VII -3- LES ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL
EN TRAVERS TYPE

VII-4- DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

VII -5-PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES

VII-6-LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT

VII-7- CUBATURES

CHAPITRE VII

PROFIL EN TRAVERS ET CUBATURES

VII -1- INTRODUCTION :

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

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

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

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

VII.2- PROFIL EN TRAVERS TYPE :

C'est une pièce dessinée de base des projets de route nouvelle, il représente une section transversale dans le corps de la chaussée. Étant composé en trois couches (couche de roulement, couche de base, couche de fondation).

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet lue sur le profil en long, permet l'avant métré des terrassements.

On a pris 6 profils en travers avec l'épaisseur du corps de chaussée

- ✓ Un profil en alignement droit en déblai.
- ✓ Un profil en alignement droit en remblai.
- ✓ Un profil en alignement droit mixte.
- ✓ Un profil déversé en remblai.
- ✓ Un profil déversé en déblai.
- ✓ Un profil mixte déversé.

VII -3- LES ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL EN TRAVERS TYPE :

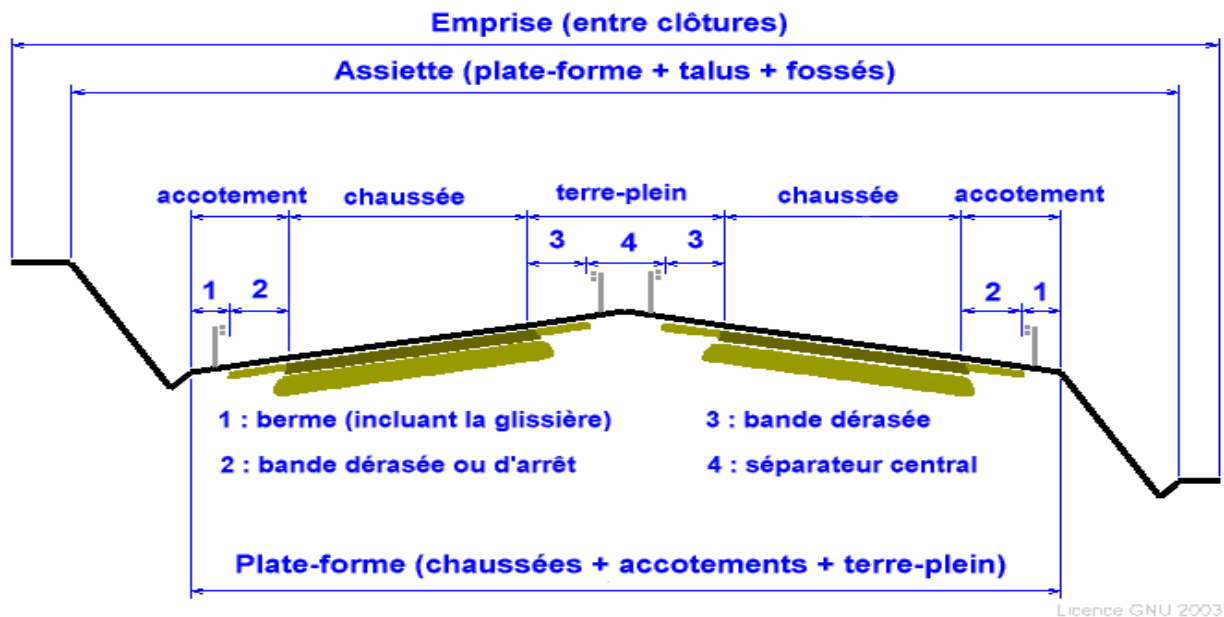


Figure VII-1: Les éléments d'une route

➤ **La largeur roulable :**

Elle comprend les sur largeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt.

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

➤ **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.

➤ **Assiette :**

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

➤ **L'emprise :**

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

➤ **Les accotements :**

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

➤ **Le fossé :**

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

❖ **Profil en travers type de notre projet :**

Notre tronçon comportera un profil en travers type, qui contient les éléments suivants :

- ✓ Deux chaussées de deux voies de 3,50 m chacune : **$2*(2 \times 3,5) = 14,00 \text{ m}$**
- ✓ Une bande d'arrêt d'urgence de 2.50 m de part et d'autre: **$(2 \times 2,50) = 5.00 \text{ m}$**
- ✓ Une berme de 1.00 m de part et d'autre: **$(2 \times 1.00) = 2.00 \text{ m}$**
- ✓ Une DBA de largeur **0.60m** à l'axe de la route.
- ✓ Deux bandes dérasées (BDD et BDG) de 1.00m de largeur pour chacune : **= 2.00 m.**
- ✓ Fossé trapézoïdal de dimensions : **0,50m x 0,50m x 0,50m**

VII-4- DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE :

D'après l'exécution des terrassements, y'compris la forme ; la route commence à se profiler sur le terrain comme une plate -forme dont les déclivités sont semblables à celles du projet,

À la suite, la chaussée est appelée « comme nous avons vu », à :

- ❖ Supporter la circulation des véhicules de toute nature
- ❖ En reporter le poids sur le terrain de fondation.

Pour accomplir son devoir, c'est-à-dire assurer une circulation rapide et confortable, la chaussée doit avoir une résistance correspondante et une surface constamment régulière.

Au sens structurel la chaussée est défini comme un ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges appliquées par le trafic.

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

VII -5-PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES :

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation. Pour que le roulage s'effectue rapidement, sûrement et sans usure exagérée du matériel, il faut que la surface de roulement ne se déforme pas sous l'effet :

➤ **De la charge des véhicules :**

La charge maximale autorisée sur un jumelage isolé est de 65 KN (6.5 tonnes) soit un essieu standard de 130 KN (13 T).

Il arrive également que cette charge maximale dépassée à cause de phénomène de surcharge.

➤ **Des intempéries :**

Les variations des de température peuvent engendre dans les solides élastiques des champs de contrainte et engendre aussi : les effets du gel, les efforts de l'ensoleillement sur la déformation des mélanges bitumineux, et sur le vieillissement du bitume.

➤ **Des efforts tangentiels**

Lorsqu'un véhicule est en mouvement apparaissent des efforts horizontaux du fait :

- De la transmission de l'effort moteur ou du freinage.
- De la mise en rotation des roues non motrice.
- De la résistance aux efforts transversaux.

Toutes ces actions tangentiels s'accompagnent de frottement dans lesquels se dissipent de l'énergie et qui usent les pneumatiques et les chaussées.

VII -5-1-La chaussée :

VII.5.1-1-Définition :

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

✓ **Couche de surface**

La couche de surface constituant la chape (couche de surface) protection de la couche de base par sa dureté et son imperméabilité et devant assurer en même temps la rugosité, la sécurité et le confort des usagés

La couche de roulement est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle encaisse les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.

La couche de liaison joue un rôle transitoire avec les couches inférieures les plus rigides.

L'épaisseur de la couche de roulement en général varie entre 6 et 8 cm

✓ **Couche de base :**

La couche de base joue un rôle essentiel, elle existe dans toutes les chaussées, elle résiste aux déformations permanentes sous l'effet de trafic ainsi lâche de sol, elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

L'épaisseur de la couche de base varie entre 10 et 25 cm

✓ **Couche de fondation :**

Complètement en matériaux non traités (en Algérie) elle substitue en partie le rôle du sol support.

✓ **Couche de forme**

La couche de forme est une structure plus ou moins complexe qui sert à adapter les caractéristiques aléatoires et dispersées des matériaux de remblai ou de terrain naturel aux caractéristiques mécaniques, géométriques et thermiques requises pour optimiser les couches de chaussée.

Elle n'y est utilisée que pour opérer de corrections géométriques et améliorer la portance du sol support à long terme.

L'épaisseur de la couche de forme est en général entre 40 et 70 cm

VII.5.1-2- Les différentes catégories de chaussée :

Il existe deux catégories de chaussées:

- Les chaussées classiques (souples et rigides).
- Les chaussées inverses (mixtes ou semi-rigides).

Structures de chaussée.

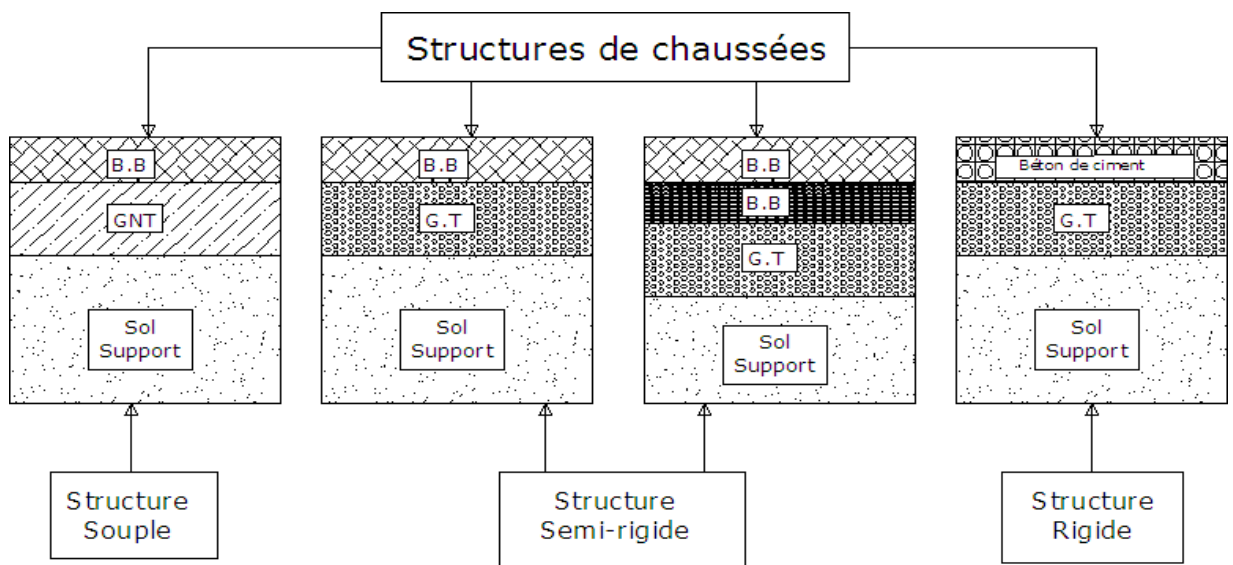


Figure VII-2 : les différentes catégories de chaussée

BB : béton bitumineux ; **GB** : grave bitume.
GT : grave traité ; **G.N.T** : grave non trait.

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car 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 chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets 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 ces charges pendant sa durée de vie.

La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées.

Enfin, on examinera les différentes méthodes de dimensionnements avec une application au projet.

VII-6-LES PRINCIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

On distingue deux familles des méthodes :

- ✓ Les méthodes empiriques dérivées des études expérimentales sur les performances des chaussées.
- ✓ Les méthodes dites « rationnelles » basées sur l'étude théorique du comportement des chaussées.

Pour cela on passera en revue les méthodes empiriques les plus utilisées.

VII-6-1- Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio):

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente.

I: indice CBR (sol support).

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

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

Log: logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

a₁ × e₁ : couche de roulement.

a₂ × e₂ : couche de base.

a₃ × e₃ : couche de fondation.

Où:

a₁, a₂, a₃ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

➤ **Coefficient d'équivalence**

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

Tableau VII-1 : Coefficient d'équivalence des matériaux

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

VII-6-2- Méthode A.A.S.H.O :(American Association of State Highway Officials):

Cette méthode empirique est basée sur des observations du comportement, sous trafic des chaussées réelles ou expérimentales.

Chaque section reçoit l'application d'environ un million des charges roulantes qui permet de préciser les différents facteurs :

- ✓ L'état de la chaussée et l'évolution de son comportement dans le temps.
- ✓ L'équivalence entre les différentes couches de matériaux.
- ✓ L'équivalence entre les différents types de charge par essai.
- ✓ L'influence des charges et de leur répétition.

VII-6-3- Méthode d'ASPHALT INSTITUTE :

Elle basée sur les résultats obtenus des essais «AASHO », on prend en considération le trafic composite par échelle de facteur d'équivalence et utilise un indice de structure tenant compte de la nature des diverses couches.

L'épaisseur sera déterminée en utilisant l'abaque de l'asphalte institue.

VII-6-4- Méthode du catalogue des structures :

C'est le catalogue des structures type neuves et établi par «SETRA ».

Il distingue les structures de chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC, SB).

Il considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 Véh/J.

Il tient compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.

Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

- Trafic cumulé de poids lourds à la 15^{ème} année Tj.
- Les caractéristiques de sol (Sj).

VII.6.4.1-Détermination de la classe de trafic

Le trafic de dimensionnement est essentiellement le poids lourds (véhicules supérieur a 3.5tonnes) .il intervient comme paramètre d'entrée dans le dimensionnement des structures de chaussées et le choix des caractéristiques intrinsèques des matériaux pour la fabrication des matériaux de chaussée.

Les classes de trafics adoptées sont dans le tableau suivant:

Tableau VII-2 : Classe de trafic.

Classe de trafic	Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans
T ₁	$T < 7.3 \cdot 10^5$
T ₂	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^5$
T ₃	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
T ₄	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
T ₅	$T > 4 \cdot 10^7$

Le trafic cumulé est donné par la formule:

$$T_C = T_{PL} \left[1 + \frac{(1+\tau)^{n+1} - 1}{\tau} \right] 365$$

- T_{PL} : trafic poids lourds à l'année de mise en service
- n : durée de vie (n = 20 ans)

VII.6.4.2- Détermination de la classe du sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants :

Tableau VII-3: Classe de sol.

Classe de sol	Indice C.B.R
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

VII-6-5- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) :

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression :

$$T_{eq} = [TJMA . a [(1+Z)^n -1] x [0.75 x P x 365] / [(1+z) -1] .$$

T_{éq} : trafic équivalent par essieu de 13t.

TJMA : trafic à la mise en service de la route.

a: coefficient qui dépend du nombre de voies.

Z : taux d'accroissement annuel.

N : durée de vie de la route.

P : pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente **e_{eq}** (en fonction de T_{éq}, I_{CBR}) à partir de l'abaque L.C.P.C.

L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

VII-6-6- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :

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

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

VII-6-6-1- La démarche du catalogue :

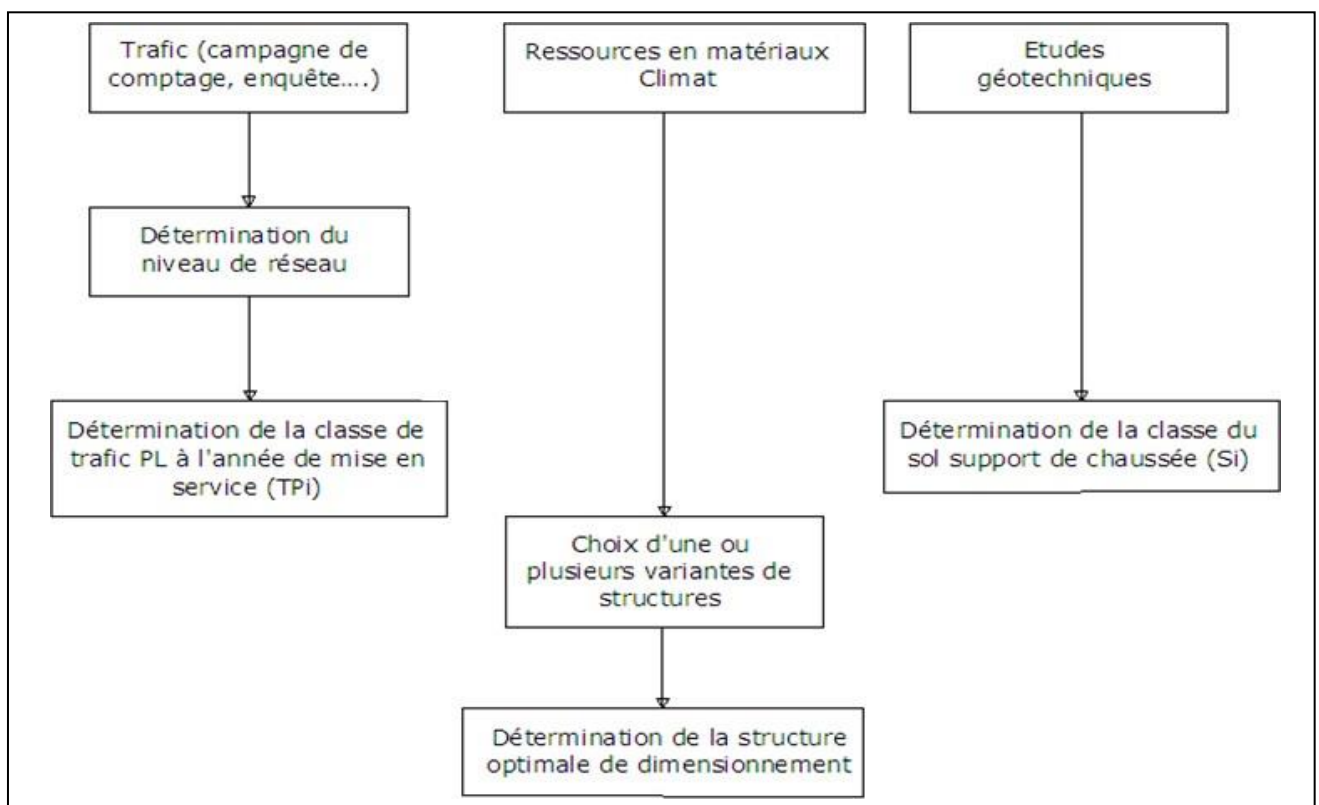


Figure VII-3 : démarche du catalogue

□ **Application au projet :**

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on a utilisé : la méthode CBR.

$TJMA_{2019} = 10000 \text{ v/j}$ avec un poids lourd de 35%

$$T_0 = (TJMA_{2021} \times \% \text{ pl}) \quad \longrightarrow \quad T_0 = (10000 \times 0,35) = \mathbf{3500 \text{ pl/j/sens.}}$$

$$T_1 = (1+\tau)^2 \times T_0 \quad \longrightarrow \quad T_1 = (1+0.04)^2 \times 3500 = \mathbf{3787 \text{ pl/j/sens}}$$

$$T_n = (1+\tau)^n \times T_1 \quad \longrightarrow \quad T_n = (1+0.04)^{20} \times 3787 = \mathbf{8298 \text{ pl/j/sens}}$$

$$E_{eq} = \frac{100 + (\sqrt{p}) \times (75 + 50 \log \frac{N}{10})}{ICBR + 5} \quad \longrightarrow \quad E_{eq} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log \frac{8298}{10})}{9 + 5}$$

$$\longrightarrow \quad E_{eq} = 47.34 \text{ cm}$$

$$\longrightarrow \quad \mathbf{E_{eq} = 48 \text{ cm}}$$

On a : $E_{eq} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3$

Tableau VII-4 : Epaisseur du corps de chaussée

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (a _i)	Épaisseur équivalente (cm)
BBME	6,00	2,00	12,00
EME	15,00	1,20	18,00
Grave (GNT)	27,00	0,75	20.25
TOTAL	48.00		50.25

Notre structure comporte : **6BBME + 15 EME +27 Grave**

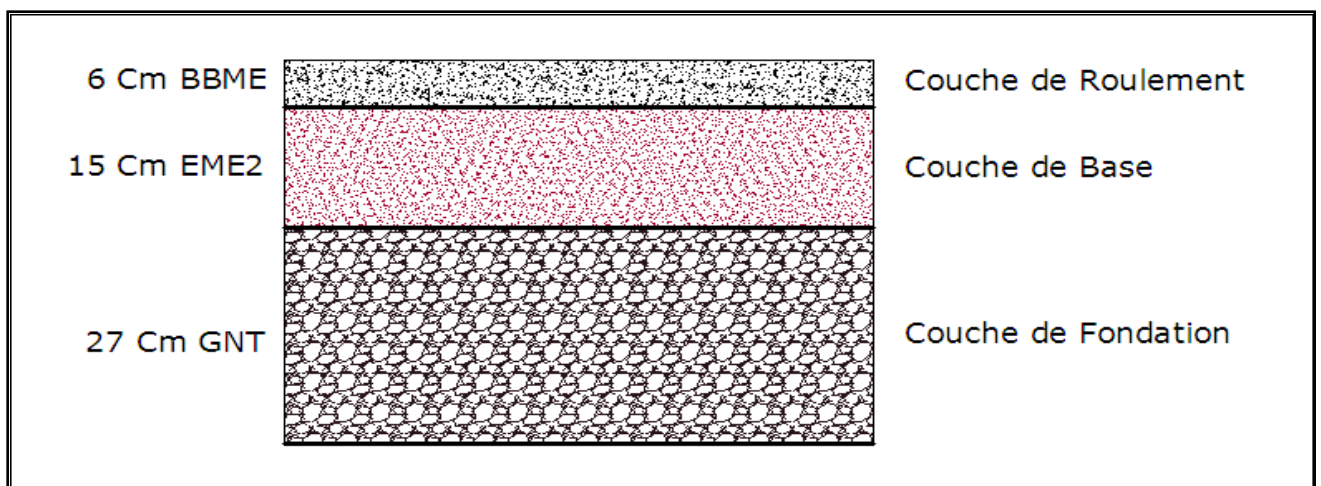


Figure VII-4 : Corps de chaussée

BBME : Béton bitumineux à module élevé.

EME2 : Enrobé à module élevé classe 2.

GNT : Grave non traité.

VII-7- CUBATURE :

VII-7-1- Définition:

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

VII-7-2- Méthode de calcul:

Ayant dessiné le profil en travers du terrain au droit des section transversales de la plate forme de voie (une fois tous les 25 m et à chaque point de changement de déclivité) de la ligne rouge ou du profil en long du terrain naturel)

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

Nous calculons les surfaces SD et SR de déblai et de remblai pour chaque profil en travers

- **Description de la méthode** : Le principe de la méthode de la moyenne des aires et de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivant :

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

H : hauteur entre deux profils.

S₀ : surface limitée à mi- distances des profiles.

S₁, S₂ : surface des deux profils.

Application

La figure ci-dessous représente le profil en long d'un tracé donné.

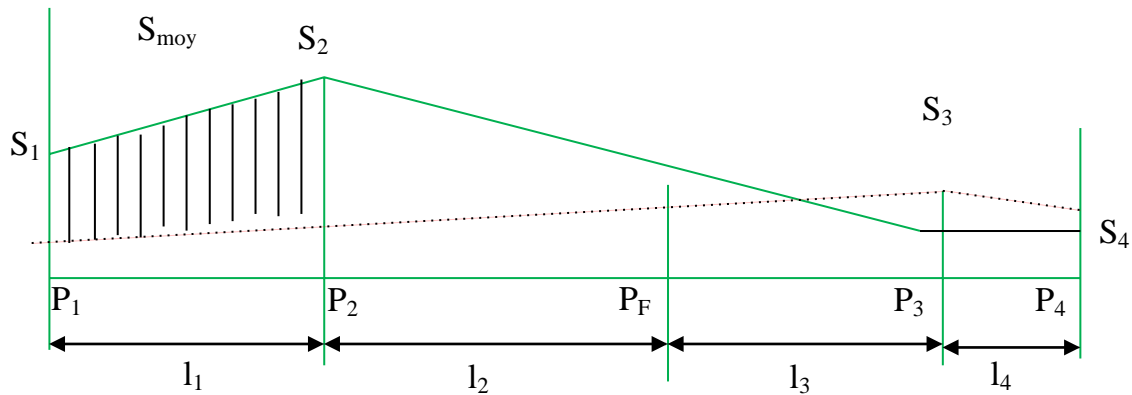


Figure VII-5 : Surfaces de cubature

Le volume compris entre les deux profils en travers P_1 et P_2 de section S_1 , S_2 sera égale à :

$$V_1 = L_1 / 6(S_1 + S_2)$$

$$S \approx \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

$$V_1 = \frac{L_1}{6} \times \left(S_1 + S_2 + 4 \frac{(S_1 + S_2)}{2} \right) \Rightarrow V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

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

Pour le calcul des cubatures, on a utilisé le logiciel COVADIS.

Remarque : Les résultats du calcul sont illustrés dans le tableau suivant :

➤ **Calcul de cubature :**

▪ **Décapage de la terre végétale :**

Tableau VII-5 : Calcul de volume de décapage de terre végétale.

Profil n°	Abscisse	Emprise (m)			Décapage du TN			
		Gauche	Droite	Totale	Epaisseur	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,00	16,78	16,13	32,91	0,20	493,66	98,73	98,73
P2	30,00	16,41	15,92	32,33	0,20	969,84	193,97	292,70
P3	60,00	16,29	15,61	31,90	0,20	956,91	191,38	484,08
P4	90,00	16,21	15,38	31,59	0,20	947,65	189,53	673,61
P5	120,00	16,22	15,37	31,59	0,20	947,59	189,52	863,13
P6	150,00	16,21	15,32	31,53	0,20	945,88	189,18	1052,31
P7	180,00	16,58	12,64	29,22	0,20	876,67	175,33	1227,64
P8	210,00	16,63	12,56	29,19	0,20	875,70	175,14	1402,78
P9	240,00	17,48	15,32	32,80	0,20	983,94	196,79	1599,57
P10	270,00	17,37	15,66	33,03	0,20	990,84	198,17	1797,74
P11	300,00	17,25	15,44	32,69	0,20	980,74	196,15	1993,88
P12	330,00	16,75	12,62	29,36	0,20	880,87	176,17	2170,06
P13	360,00	16,11	12,93	29,04	0,20	871,24	174,25	2344,31
P14	390,00	16,41	12,76	29,17	0,20	875,09	175,02	2519,32
P15	420,00	16,35	15,38	31,73	0,20	952,04	190,41	2709,73
P16	450,00	17,57	12,85	30,42	0,20	912,70	182,54	2892,27
P17	480,00	17,04	12,63	29,67	0,20	890,12	178,02	3070,30
P18	510,00	17,39	12,97	30,36	0,20	910,81	182,16	3252,46
P19	540,00	17,81	12,58	30,40	0,20	911,89	182,38	3434,84
P20	570,00	19,50	16,26	35,76	0,20	1072,85	214,57	3649,41
P21	600,00	18,36	12,58	30,94	0,20	928,16	185,63	3835,04
P22	630,00	18,87	17,54	36,41	0,20	787,70	157,54	3992,58
P23	643,27	16,92	17,14	34,06	0,20	510,93	102,19	4094,77
P24	660,00	18,50	16,71	35,21	0,20	822,72	164,54	4259,31
P25	690,00	18,29	16,97	35,25	0,20	1057,62	211,52	4470,83
P26	720,00	18,15	16,55	34,70	0,20	1041,09	208,22	4679,05
P27	750,00	18,05	17,58	35,63	0,20	1068,88	213,78	4892,83
P28	780,00	17,55	16,25	33,79	0,20	1013,71	202,74	5095,57
P29	810,00	16,36	15,83	32,20	0,20	965,86	193,17	5288,74
P30	840,00	12,60	13,06	25,67	0,20	770,00	154,00	5442,74
P31	870,00	13,09	12,91	26,00	0,20	779,93	155,99	5598,73
P32	900,00	13,56	13,90	27,46	0,20	823,86	164,77	5763,50
P33	930,00	14,10	15,14	29,24	0,20	877,21	175,44	5938,94

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P34	960,00	13,35	14,43	27,78	0,20	833,40	166,68	6105,62
P35	990,00	15,56	13,86	29,42	0,20	882,53	176,51	6282,13
P36	1020,00	16,13	13,70	29,83	0,20	894,90	178,98	6461,11
P37	1050,00	15,88	13,09	28,97	0,20	869,07	173,81	6634,92
P38	1080,00	17,18	15,53	32,71	0,20	981,40	196,28	6831,20
P39	1110,00	18,06	16,75	34,81	0,20	1044,25	208,85	7040,05
P40	1140,00	18,32	16,42	34,73	0,20	1042,04	208,41	7248,46
P41	1170,00	19,26	16,93	36,19	0,20	1085,58	217,12	7465,57
P42	1200,00	19,70	17,44	37,14	0,20	1114,20	222,84	7688,41
P43	1230,00	21,10	18,68	39,78	0,20	1193,43	238,69	7927,10
P44	1260,00	22,38	20,08	42,45	0,20	1273,65	254,73	8181,83
P45	1290,00	22,98	21,46	44,43	0,20	1332,97	266,59	8448,42
P46	1320,00	22,01	20,24	42,25	0,20	1267,60	253,52	8701,94
P47	1350,00	23,03	20,52	43,55	0,20	1306,54	261,31	8963,25
P48	1380,00	23,92	21,26	45,17	0,20	1355,21	271,04	9234,29
P49	1410,00	24,54	21,44	45,99	0,20	1379,55	275,91	9510,20
P50	1440,00	24,74	21,85	46,59	0,20	1397,83	279,57	9789,77
P51	1470,00	25,01	22,40	47,41	0,20	1422,26	284,45	10074,22
P52	1500,00	25,70	22,94	48,64	0,20	1459,17	291,83	10366,06
P53	1530,00	26,72	23,47	50,19	0,20	1505,77	301,15	10667,21
P54	1560,00	26,35	23,51	49,87	0,20	1496,02	299,20	10966,41
P55	1590,00	25,47	22,88	48,36	0,20	1450,69	290,14	11256,55
P56	1620,00	25,45	23,02	48,47	0,20	1454,07	290,81	11547,37
P57	1650,00	25,33	22,63	47,96	0,20	1438,91	287,78	11835,15
P58	1680,00	25,73	22,80	48,54	0,20	1456,19	291,24	12126,39
P59	1710,00	24,87	23,00	47,86	0,20	1435,92	287,18	12413,57
P60	1740,00	25,82	23,38	49,19	0,20	1475,74	295,15	12708,72
P61	1770,00	25,94	23,89	49,83	0,20	1495,01	299,00	13007,72
P62	1800,00	25,99	24,25	50,24	0,20	1507,18	301,44	13309,16
P63	1830,00	26,02	24,30	50,31	0,20	1509,43	301,89	13611,04
P64	1860,00	25,78	24,27	50,06	0,20	1501,78	300,36	13911,40
P65	1890,00	25,24	23,79	49,04	0,20	1471,08	294,22	14205,62
P66	1920,00	24,37	23,27	47,64	0,20	1429,13	285,83	14491,44
P67	1950,00	23,42	22,63	46,05	0,20	1381,55	276,31	14767,75
P68	1980,00	22,79	21,97	44,76	0,20	1342,69	268,54	15036,29
P69	2010,00	23,15	21,31	44,46	0,20	1333,66	266,73	15303,02
P70	2040,00	20,00	20,65	40,65	0,20	1219,59	243,92	15546,94
P71	2070,00	21,02	19,81	40,83	0,20	628,60	125,72	15672,66
P72	2070,79	21,00	19,78	40,78	0,20	611,72	122,34	15795,01
P73	2100,00	20,23	19,02	39,25	0,20	1161,93	232,39	16027,39
P74	2130,00	20,28	18,32	38,60	0,20	1158,00	231,60	16258,99
P75	2160,00	21,53	19,10	40,62	0,20	1218,68	243,74	16502,73
P76	2190,00	20,79	19,44	40,23	0,20	1206,91	241,38	16744,11

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P77	2220,00	19,81	18,61	38,42	0,20	1152,70	230,54	16974,65
P78	2250,00	19,72	17,41	37,13	0,20	1114,03	222,81	17197,46
P79	2280,00	19,83	17,68	37,52	0,20	1125,50	225,10	17422,55
P80	2310,00	18,54	17,21	35,75	0,20	1072,47	214,49	17637,05
P81	2340,00	17,52	16,02	33,54	0,20	1006,18	201,24	17838,29
P82	2370,00	18,76	16,54	35,30	0,20	1058,90	211,78	18050,07
P83	2400,00	18,75	17,30	36,05	0,20	1081,43	216,29	18266,35
P84	2430,00	19,02	17,25	36,27	0,20	1088,19	217,64	18483,99
P85	2460,00	19,76	17,26	37,02	0,20	1110,45	222,09	18706,08
P86	2490,00	18,32	17,10	35,43	0,20	1062,83	212,57	18918,65
P87	2520,00	17,94	17,20	35,13	0,20	1053,96	210,79	19129,44
P88	2550,00	18,37	17,21	35,58	0,20	1067,38	213,48	19342,92
P89	2580,00	18,56	17,52	36,07	0,20	1082,24	216,45	19559,36
P90	2610,00	18,81	17,14	35,95	0,20	1078,56	215,71	19775,08
P91	2640,00	19,09	17,44	36,54	0,20	1096,06	219,21	19994,29
P92	2670,00	19,40	17,69	37,09	0,20	1112,66	222,53	20216,82
P93	2700,00	19,56	17,81	37,37	0,20	1121,16	224,23	20441,05
P94	2730,00	19,74	18,23	37,97	0,20	1139,08	227,82	20668,87
P95	2760,00	19,91	18,56	38,47	0,20	1153,99	230,80	20899,67
P96	2790,00	19,90	18,85	38,75	0,20	1162,48	232,50	21132,16
P97	2820,00	20,79	19,09	39,88	0,20	1196,53	239,31	21371,47
P98	2850,00	20,96	18,93	39,89	0,20	1147,15	229,43	21600,90
P99	2877,52	20,62	20,92	41,54	0,20	623,08	124,62	21725,51
P100	2880,00	20,64	20,54	41,17	0,20	668,76	133,75	21859,27
P101	2910,00	20,48	19,11	39,59	0,20	1187,67	237,53	22096,80
P102	2940,00	20,30	19,32	39,62	0,20	1188,74	237,75	22334,55
P103	2970,00	20,20	19,56	39,76	0,20	1192,77	238,55	22573,10
P104	3000,00	19,99	19,69	39,68	0,20	1190,35	238,07	22811,17
P105	3030,00	19,79	19,66	39,46	0,20	1183,70	236,74	23047,91
P106	3060,00	19,75	18,77	38,52	0,20	1155,67	231,13	23279,05
P107	3090,00	19,51	18,17	37,68	0,20	1130,31	226,06	23505,11
P108	3120,00	18,93	17,74	36,67	0,20	1100,17	220,03	23725,14
P109	3150,00	18,05	17,38	35,43	0,20	1062,93	212,59	23937,73
P110	3180,00	17,78	17,10	34,88	0,20	1046,48	209,30	24147,02
P111	3210,00	17,73	16,80	34,53	0,20	1035,87	207,17	24354,20
P112	3240,00	17,88	17,18	35,06	0,20	1051,70	210,34	24564,54
P113	3270,00	18,33	18,52	36,86	0,20	1105,66	221,13	24785,67
P114	3300,00	16,01	16,46	32,46	0,20	973,87	194,77	24980,44
P115	3330,00	15,65	15,41	31,06	0,20	931,88	186,38	25166,82
P116	3360,00	12,52	12,72	25,24	0,20	757,35	151,47	25318,29
P117	3390,00	12,65	12,59	25,23	0,20	757,05	151,41	25469,70
P118	3420,00	12,66	12,64	25,30	0,20	759,01	151,80	25621,50
P119	3450,00	12,65	12,70	25,35	0,20	760,37	152,07	25773,57

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P120	3480,00	12,78	12,87	25,65	0,20	769,36	153,87	25927,45
P121	3510,00	13,26	13,37	26,63	0,20	799,02	159,80	26087,25
P122	3540,00	13,16	13,31	26,47	0,20	794,17	158,83	26246,08
P123	3570,00	13,01	13,26	26,27	0,20	787,99	157,60	26403,68
P124	3600,00	13,72	12,93	26,65	0,20	799,57	159,91	26563,60
P125	3630,00	13,28	15,50	28,77	0,20	863,23	172,65	26736,24
P126	3660,00	12,87	15,57	28,43	0,20	853,00	170,60	26906,84
P127	3690,00	15,32	15,78	31,10	0,20	932,86	186,57	27093,41
P128	3720,00	15,32	15,90	31,22	0,20	936,60	187,32	27280,73
P129	3750,00	15,32	16,01	31,33	0,20	939,86	187,97	27468,71
P130	3780,00	15,44	16,14	31,58	0,20	947,45	189,49	27658,20
P131	3810,00	15,63	16,29	31,91	0,20	957,39	191,48	27849,68
P132	3840,00	15,67	16,40	32,06	0,20	961,89	192,38	28042,05
P133	3870,00	15,80	16,78	32,58	0,20	977,41	195,48	28237,54
P134	3900,00	15,95	16,38	32,32	0,20	969,75	193,95	28431,49
P135	3930,00	15,32	15,54	30,86	0,20	925,67	185,13	28616,62
P136	3960,00	13,21	13,13	26,34	0,20	790,18	158,04	28774,66
P137	3990,00	13,63	13,40	27,02	0,20	810,75	162,15	28936,81
P138	4020,00	13,45	13,34	26,80	0,20	803,87	160,77	29097,58
P139	4050,00	13,56	13,11	26,67	0,20	800,05	160,01	29257,59
P140	4080,00	13,18	13,21	26,39	0,20	548,70	109,74	29367,33
P141	4091,59	12,98	12,52	25,50	0,20	382,55	76,51	29443,84
P142	4110,00	13,01	12,83	25,85	0,20	625,66	125,13	29568,97
P143	4140,00	13,63	12,89	26,52	0,20	795,64	159,13	29728,10
P144	4170,00	13,67	13,07	26,74	0,20	802,06	160,41	29888,51
P145	4200,00	13,73	13,16	26,89	0,20	806,69	161,34	30049,85
P146	4230,00	13,51	13,01	26,52	0,20	795,47	159,09	30208,95
P147	4260,00	12,88	15,50	28,38	0,20	851,36	170,27	30379,22
P148	4290,00	15,32	16,09	31,41	0,20	942,39	188,48	30567,70
P149	4320,00	15,32	15,59	30,91	0,20	927,33	185,47	30753,16
P150	4350,00	15,47	15,73	31,19	0,20	935,83	187,17	30940,33
P151	4380,00	15,65	15,38	31,03	0,20	930,82	186,16	31126,49
P152	4410,00	12,85	13,50	26,36	0,20	790,76	158,15	31284,64
P153	4440,00	15,32	13,60	28,92	0,20	867,48	173,50	31458,14
P154	4470,00	13,19	13,30	26,49	0,20	794,71	158,94	31617,08
P155	4500,00	13,42	13,76	27,17	0,20	815,13	163,03	31780,11
P156	4530,00	13,80	13,91	27,71	0,20	831,21	166,24	31946,35
P157	4560,00	14,20	14,21	28,41	0,20	852,39	170,48	32116,83
P158	4590,00	14,61	14,63	29,24	0,20	877,08	175,42	32292,24
P159	4620,00	14,71	14,68	29,39	0,20	698,05	139,61	32431,85
P160	4637,50	14,71	14,69	29,40	0,20	257,30	51,46	32483,31

▪ **Calcul de cubature de terrassement**

Tableau VII-6 : Calcul de cubature de terrassement

Profil n°	Abscisse	Déblais					Remblais				
		Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,00	9,41	5,75	15,17	227,51	227,51	0,03	0,03	0,06	0,92	0,92
P2	30,00	5,88	2,79	8,67	259,96	487,46	0,03	0,03	0,06	1,80	2,72
P3	60,00	3,76	0,49	4,25	127,51	614,98	0,17	0,63	0,80	23,94	26,65
P4	90,00	3,18	0,14	3,32	99,53	714,51	0,25	1,31	1,56	46,78	73,43
P5	120,00	3,37	0,13	3,50	104,97	819,48	0,28	1,47	1,75	52,57	126,01
P6	150,00	2,90	0,07	2,97	89,08	908,55	0,45	2,11	2,57	77,01	203,02
P7	180,00	4,88	0,00	4,88	146,30	1054,85	0,29	2,87	3,16	94,82	297,84
P8	210,00	4,54	0,00	4,54	136,05	1190,91	0,38	2,50	2,88	86,36	384,20
P9	240,00	12,00	0,40	12,41	372,19	1563,09	0,03	0,94	0,97	29,11	413,31
P10	270,00	12,37	3,48	15,85	475,51	2038,61	0,03	0,03	0,06	1,81	415,12
P11	300,00	11,15	1,69	12,84	385,05	2423,66	0,03	0,10	0,13	4,00	419,12
P12	330,00	5,72	0,00	5,72	171,57	2595,23	0,23	2,50	2,73	81,94	501,06
P13	360,00	1,79	0,00	1,79	53,76	2648,99	1,57	5,45	7,03	210,79	711,86
P14	390,00	3,69	0,00	3,69	110,61	2759,59	0,57	3,71	4,28	128,42	840,28
P15	420,00	2,52	0,07	2,60	77,91	2837,50	1,83	4,86	6,69	200,77	1041,05
P16	450,00	11,12	0,00	11,12	333,64	3171,14	0,03	2,60	2,64	79,12	1120,17
P17	480,00	8,13	0,00	8,13	243,77	3414,91	0,04	1,90	1,94	58,11	1178,28
P18	510,00	8,04	0,00	8,04	241,20	3656,10	0,34	5,11	5,45	163,61	1341,90
P19	540,00	8,43	0,00	8,43	252,88	3908,98	0,18	2,24	2,42	72,62	1414,52
P20	570,00	30,11	12,97	43,08	1292,34	5201,32	0,04	0,03	0,06	1,92	1416,44
P21	600,00	21,34	2,25	23,59	707,67	5908,99	0,03	0,63	0,66	19,79	1436,23

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P22	630,00	27,76	21,37	49,13	1062,74	6971,72	0,03	0,03	0,06	1,35	1437,58
P23	643,27	25,54	19,08	44,61	669,22	7640,94	0,02	0,03	0,05	0,78	1438,35
P24	660,00	25,58	14,92	40,50	946,42	8587,36	0,03	0,03	0,06	1,38	1439,73
P25	690,00	24,94	16,45	41,39	1241,77	9829,13	0,03	0,03	0,06	1,80	1441,53
P26	720,00	20,43	10,98	31,41	942,21	10771,33	0,03	0,03	0,06	1,84	1443,37
P27	750,00	22,42	23,28	45,70	1370,94	12142,28	0,03	0,03	0,06	1,75	1445,12
P28	780,00	20,65	11,28	31,93	957,96	13100,24	0,03	0,03	0,06	1,72	1446,84
P29	810,00	7,36	4,99	12,35	370,35	13470,59	0,03	0,03	0,06	1,76	1448,60
P30	840,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13470,59	6,41	8,70	15,11	453,44	1902,03
P31	870,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13470,59	9,27	8,18	17,45	523,55	2425,59
P32	900,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13470,59	13,49	15,60	29,09	872,72	3298,31
P33	930,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13470,59	23,03	28,39	51,41	1542,35	4840,66
P34	960,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13470,59	15,13	20,81	35,93	1078,01	5918,67
P35	990,00	0,17	0,00	0,17	5,02	13475,61	6,25	13,08	19,33	579,85	6498,52
P36	1020,00	2,34	0,00	2,34	70,13	13545,74	0,72	7,23	7,95	238,60	6737,12
P37	1050,00	0,88	0,00	0,88	26,54	13572,28	2,57	6,87	9,44	283,19	7020,31
P38	1080,00	13,50	4,61	18,11	543,16	14115,44	0,03	0,04	0,07	2,11	7022,42
P39	1110,00	22,42	16,18	38,61	1158,22	15273,66	0,03	0,03	0,06	1,78	7024,20
P40	1140,00	22,11	11,76	33,86	1015,91	16289,57	0,03	0,03	0,06	1,82	7026,02
P41	1170,00	32,21	17,61	49,82	1494,49	17784,06	0,03	0,03	0,06	1,83	7027,85
P42	1200,00	38,03	24,43	62,47	1874,02	19658,08	0,03	0,03	0,06	1,84	7029,69
P43	1230,00	55,49	40,34	95,83	2874,83	22532,91	0,03	0,03	0,06	1,82	7031,50
P44	1260,00	71,35	53,68	125,03	3750,84	26283,75	0,03	0,03	0,06	1,87	7033,37
P45	1290,00	90,29	82,62	172,91	5187,44	31471,19	0,03	0,03	0,06	1,73	7035,10
P46	1320,00	70,96	57,92	128,88	3866,33	35337,53	0,03	0,03	0,06	1,84	7036,94
P47	1350,00	85,54	68,11	153,65	4609,53	39947,05	0,03	0,03	0,06	1,77	7038,71
P48	1380,00	99,92	79,31	179,23	5376,82	45323,87	0,03	0,03	0,06	1,77	7040,48
P49	1410,00	102,79	78,83	181,61	5448,39	50772,27	0,03	0,03	0,06	1,78	7042,26

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P50	1440,00	106,01	84,51	190,52	5715,63	56487,89	0,03	0,03	0,06	1,83	7044,09
P51	1470,00	113,50	93,14	206,64	6199,21	62687,11	0,03	0,03	0,06	1,81	7045,90
P52	1500,00	124,06	101,46	225,52	6765,61	69452,72	0,03	0,03	0,06	1,80	7047,70
P53	1530,00	141,33	111,67	253,00	7589,98	77042,70	0,03	0,03	0,06	1,78	7049,48
P54	1560,00	138,71	112,48	251,20	7535,85	84578,56	0,03	0,03	0,06	1,77	7051,25
P55	1590,00	123,44	104,91	228,35	6850,49	91429,04	0,03	0,03	0,06	1,80	7053,05
P56	1620,00	123,92	100,88	224,80	6743,94	98172,99	0,03	0,03	0,06	1,83	7054,87
P57	1650,00	127,04	100,93	227,97	6839,22	105012,20	0,03	0,03	0,06	1,72	7056,60
P58	1680,00	129,20	103,26	232,46	6973,89	111986,09	0,03	0,03	0,06	1,72	7058,32
P59	1710,00	107,30	96,91	204,21	6126,35	118112,44	0,03	0,03	0,06	1,90	7060,22
P60	1740,00	118,93	104,14	223,07	6692,11	124804,55	0,03	0,03	0,06	1,89	7062,10
P61	1770,00	130,34	114,20	244,54	7336,16	132140,72	0,03	0,03	0,06	1,78	7063,89
P62	1800,00	135,19	120,36	255,54	7666,24	139806,95	0,03	0,03	0,06	1,78	7065,67
P63	1830,00	134,20	119,78	253,99	7619,55	147426,50	0,03	0,03	0,06	1,79	7067,46
P64	1860,00	130,67	118,40	249,07	7472,03	154898,53	0,03	0,03	0,06	1,80	7069,26
P65	1890,00	121,96	110,42	232,39	6971,56	161870,10	0,03	0,03	0,06	1,80	7071,06
P66	1920,00	109,32	100,66	209,98	6299,38	168169,48	0,03	0,03	0,06	1,81	7072,87
P67	1950,00	95,51	89,59	185,10	5552,96	173722,44	0,03	0,03	0,06	1,81	7074,68
P68	1980,00	84,92	79,36	164,28	4928,25	178650,69	0,03	0,03	0,06	1,82	7076,51
P69	2010,00	86,31	71,71	158,01	4740,36	183391,04	0,03	0,03	0,06	1,84	7078,35
P70	2040,00	51,23	56,63	107,86	3235,87	186626,92	0,03	0,03	0,06	1,79	7080,14
P71	2070,00	58,98	50,46	109,44	1684,85	188311,77	0,03	0,03	0,06	0,94	7081,09
P72	2070,79	58,69	50,20	108,89	1633,36	189945,13	0,03	0,03	0,06	0,92	7082,01
P73	2100,00	49,04	41,36	90,40	2676,38	192621,51	0,03	0,03	0,06	1,78	7083,79
P74	2130,00	46,73	31,43	78,16	2344,85	194966,36	0,03	0,03	0,06	1,84	7085,63
P75	2160,00	52,52	36,18	88,70	2661,07	197627,43	0,03	0,03	0,06	1,89	7087,52
P76	2190,00	56,56	48,15	104,71	3141,27	200768,70	0,03	0,03	0,06	1,79	7089,31
P77	2220,00	43,27	35,38	78,65	2359,48	203128,18	0,03	0,03	0,06	1,82	7091,13

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P78	2250,00	40,80	24,12	64,92	1947,47	205075,65	0,03	0,03	0,06	1,78	7092,92
P79	2280,00	38,98	24,23	63,21	1896,37	206972,02	0,03	0,03	0,06	1,87	7094,78
P80	2310,00	26,80	17,24	44,05	1321,38	208293,39	0,03	0,03	0,06	1,82	7096,60
P81	2340,00	10,46	4,14	14,61	438,22	208731,62	0,03	0,03	0,06	1,90	7098,50
P82	2370,00	28,99	13,56	42,55	1276,48	210008,09	0,03	0,03	0,06	1,79	7100,29
P83	2400,00	31,00	22,36	53,36	1600,75	211608,85	0,03	0,03	0,06	1,76	7102,05
P84	2430,00	33,53	23,58	57,11	1713,31	213322,16	0,03	0,03	0,06	1,77	7103,82
P85	2460,00	37,91	22,40	60,30	1809,04	215131,19	0,03	0,03	0,06	1,71	7105,53
P86	2490,00	23,63	18,08	41,71	1251,35	216382,55	0,03	0,03	0,06	1,84	7107,37
P87	2520,00	22,21	18,28	40,49	1214,69	217597,24	0,03	0,03	0,06	1,81	7109,18
P88	2550,00	24,98	19,50	44,48	1334,29	218931,53	0,03	0,03	0,06	1,80	7110,98
P89	2580,00	26,60	19,34	45,94	1378,14	220309,67	0,03	0,03	0,06	1,85	7112,83
P90	2610,00	29,46	19,83	49,29	1478,69	221788,35	0,03	0,03	0,06	1,81	7114,63
P91	2640,00	33,12	23,42	56,53	1695,98	223484,33	0,03	0,03	0,06	1,80	7116,44
P92	2670,00	36,68	26,50	63,18	1895,49	225379,82	0,03	0,03	0,06	1,80	7118,24
P93	2700,00	38,66	27,57	66,23	1987,02	227366,84	0,03	0,03	0,06	1,81	7120,05
P94	2730,00	41,29	32,71	74,00	2219,86	229586,70	0,03	0,03	0,06	1,81	7121,85
P95	2760,00	42,39	35,75	78,14	2344,15	231930,85	0,03	0,03	0,06	1,82	7123,67
P96	2790,00	45,10	39,01	84,11	2523,43	234454,28	0,03	0,03	0,06	1,79	7125,46
P97	2820,00	53,93	42,96	96,90	2906,86	237361,14	0,03	0,03	0,06	1,81	7127,27
P98	2850,00	54,55	41,08	95,62	2749,97	240111,11	0,03	0,03	0,06	1,75	7129,02
P99	2877,52	53,95	47,68	101,63	1524,38	241635,49	0,03	0,03	0,06	0,94	7129,96
P100	2880,00	54,23	47,86	102,09	1658,18	243293,67	0,03	0,02	0,06	0,91	7130,87
P101	2910,00	53,74	44,16	97,91	2937,22	246230,89	0,03	0,03	0,06	1,78	7132,65
P102	2940,00	49,45	44,09	93,55	2806,39	249037,29	0,03	0,03	0,06	1,81	7134,46
P103	2970,00	50,62	46,00	96,62	2898,66	251935,95	0,03	0,03	0,06	1,79	7136,24
P104	3000,00	50,21	49,14	99,35	2980,37	254916,32	0,03	0,03	0,06	1,76	7138,00
P105	3030,00	45,81	46,79	92,59	2777,77	257694,08	0,03	0,03	0,06	1,79	7139,79

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P106	3060,00	39,08	34,38	73,46	2203,76	259897,85	0,03	0,03	0,06	1,81	7141,60
P107	3090,00	34,37	27,39	61,75	1852,59	261750,43	0,03	0,03	0,06	1,88	7143,48
P108	3120,00	29,77	23,41	53,18	1595,37	263345,80	0,03	0,03	0,06	1,86	7145,34
P109	3150,00	24,11	20,04	44,15	1324,64	264670,44	0,03	0,03	0,06	1,80	7147,14
P110	3180,00	20,34	16,67	37,01	1110,21	265780,65	0,03	0,03	0,06	1,81	7148,95
P111	3210,00	20,64	14,32	34,97	1049,02	266829,67	0,03	0,03	0,06	1,78	7150,73
P112	3240,00	22,13	17,58	39,71	1191,37	268021,03	0,03	0,03	0,06	1,81	7152,54
P113	3270,00	30,13	31,11	61,24	1837,14	269858,17	0,03	0,03	0,06	1,79	7154,33
P114	3300,00	3,42	6,25	9,66	289,94	270148,11	0,03	0,03	0,06	1,83	7156,16
P115	3330,00	0,42	0,13	0,55	16,47	270164,57	1,79	2,66	4,45	133,51	7289,67
P116	3360,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270164,57	4,70	5,56	10,26	307,79	7597,46
P117	3390,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270164,57	5,22	4,93	10,15	304,52	7901,98
P118	3420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270164,57	5,06	4,77	9,84	295,09	8197,08
P119	3450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270164,57	4,93	5,26	10,19	305,64	8502,72
P120	3480,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270164,57	7,10	7,41	14,51	435,21	8937,92
P121	3510,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270164,57	11,33	11,70	23,04	691,08	9629,00
P122	3540,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270164,57	9,95	10,72	20,67	619,96	10248,96
P123	3570,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270164,57	9,03	10,20	19,23	576,88	10825,84
P124	3600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270164,57	11,02	9,03	20,04	601,32	11427,16
P125	3630,00	0,00	0,17	0,17	5,19	270169,77	6,13	3,56	9,69	290,69	11717,85
P126	3660,00	0,00	0,24	0,24	7,19	270176,95	5,26	2,97	8,23	246,93	11964,78
P127	3690,00	0,02	0,71	0,74	22,11	270199,06	3,71	1,85	5,57	166,98	12131,76
P128	3720,00	0,06	1,25	1,31	39,28	270238,34	2,85	1,18	4,03	120,96	12252,73
P129	3750,00	0,06	1,86	1,92	57,64	270295,98	2,62	0,80	3,42	102,65	12355,38
P130	3780,00	0,19	2,92	3,11	93,21	270389,19	1,07	0,25	1,32	39,63	12395,01
P131	3810,00	0,97	4,38	5,35	160,49	270549,68	0,06	0,04	0,10	3,02	12398,04
P132	3840,00	1,85	5,82	7,67	230,16	270779,85	0,03	0,03	0,06	1,79	12399,83
P133	3870,00	3,53	9,33	12,86	385,78	271165,62	0,03	0,03	0,06	1,80	12401,63

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P134	3900,00	4,50	6,16	10,65	319,63	271485,25	0,03	0,03	0,06	1,70	12403,33
P135	3930,00	0,06	0,23	0,29	8,76	271494,01	3,30	2,31	5,62	168,48	12571,81
P136	3960,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	10,15	9,83	19,98	599,35	13171,16
P137	3990,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	13,46	12,24	25,70	771,07	13942,23
P138	4020,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	12,39	11,91	24,30	729,10	14671,33
P139	4050,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	12,69	11,11	23,80	713,93	15385,26
P140	4080,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	9,43	10,91	20,35	423,07	15808,33
P141	4091,59	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	8,13	5,86	13,98	209,76	16018,09
P142	4110,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	7,98	7,44	15,42	373,30	16391,39
P143	4140,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	12,50	9,00	21,50	644,91	17036,31
P144	4170,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	13,43	10,65	24,08	722,37	17758,68
P145	4200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	14,18	11,75	25,93	778,05	18536,72
P146	4230,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271494,01	11,93	9,73	21,66	649,79	19186,51
P147	4260,00	0,00	0,15	0,15	4,54	271498,54	6,29	4,23	10,53	315,79	19502,31
P148	4290,00	0,05	2,34	2,39	71,64	271570,18	2,59	0,62	3,21	96,41	19598,72
P149	4320,00	0,05	0,26	0,31	9,43	271579,61	3,80	2,81	6,61	198,17	19796,89
P150	4350,00	0,19	1,03	1,22	36,65	271616,27	1,81	0,97	2,78	83,39	19880,27
P151	4380,00	0,96	0,93	1,89	56,83	271673,10	0,11	0,22	0,33	9,78	19890,06
P152	4410,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271673,10	7,50	10,49	18,00	539,95	20430,00
P153	4440,00	0,04	0,00	0,04	1,17	271674,27	5,34	10,76	16,10	483,04	20913,04
P154	4470,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271674,27	10,25	10,73	20,98	629,37	21542,41
P155	4500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271674,27	12,43	14,45	26,88	806,49	22348,91
P156	4530,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271674,27	15,76	16,04	31,80	953,98	23302,89
P157	4560,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271674,27	19,58	19,65	39,23	1176,94	24479,83
P158	4590,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271674,27	23,60	23,70	47,30	1418,92	25898,75
P159	4620,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271674,27	24,50	24,38	48,88	1161,05	27059,80
P160	4637,50	0,00	0,00	0,00	0,00	271674,27	24,47	24,35	48,82	427,26	27487,06

- ✓ Longueur Totale du Tracé : **4637,50 m**
- ✓ Surface totale de décapage : **162416,57 m²**
- ✓ Volume total de décapage : **32483,31 m³**
- ✓ Déblai Total : **271674,27 m³**
- ✓ Remblai Total : **27487,60 m³**

Chapitre : VIII

IMPLANTATION

VIII-1- INTRODUCTION

VIII-2- IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS
DES ALIGNEMENTS

VIII-3- IMPLANTATION DE COURBES

➤ Listing d'implantation planimétrique et altimétrique
des profil

CHAPITRE VIII

IMPLANTATION

VIII-1- INTRODUCTION :

On sait que le trace d'une route comme toute les autres voies de communication se composent d'alignement droit raccordé par des courbes circulaires ou progressives en tenant compte des points de passage obligés de relief du terrain des obstacles rencontrés pour implanter un alignement droit, deux points principaux suffisent entre lequel il est facile de mettre en place des points intermédiaires, par contre pour implanter une courbe on a besoin d'un certain nombre de point et il existe plusieurs méthode d'implantation :

- ✓ Implantation par abscisses et ordonnées sur la tangente.
- ✓ Implantation par abscisses et ordonnées sur la corde.
- ✓ Implantation par rayonnement classique.
- ✓ Implantation par coordonnées polaires.
- ✓ Implantation par coordonnées cartésiens.

À partir des coordonnées rectangulaires déjà calculées lors des études pour matérialiser sur le terrain les repères nécessaires à la réalisation de la route.

L'implantation du projet s'appuie sur le canevas de base qui a servi au levé du terrain. Il est utile de matérialiser donc solidement les piquets de stations qui doivent être ménagés contre la disposition et la distraction.

L'implantation est donc une application directe des connaissances de topographie. Elle consiste à placer sur le terrain les repères nécessaires pour la réalisation du projet. Les implantations sont calculées au préalable à partir des éléments graphiques (mesures sur le plan).

➤ **Plan de piquetage des axes des voies :**

C'est le plan où figurent tous les renseignements qui peuvent servir à la matérialisation des voies ainsi que les sommets des courbes.

VIII-2- IMPLANTATION PLANIMETRIQUE DES SOMMETS DES ALIGNEMENTS :

A. Par Rayonnement :

On pose un point connu avec un théodolite et après avoir fait une orientation sur un point pris comme référence (affichage du gisement), on affiche le gisement du point à implanter et on reporte ensuite sur cette direction la distance correspondante jusqu'à matérialiser le point.

B. Par intersection :

On stationne simultanément en deux points connus et de chacun et après orientation on affiche les angles et on matérialise l'intersection.

C. Par coordonnées polaires :

Le procédé consiste à implanter des points connaissant leur distance à un point connu et leur orientation par rapport à une direction connue.

VIII-3- IMPLANTATION DE COURBES :

1. Raccordement circulaire :

Pour implanter un raccordement circulaire, il faut implanter au préalable les alignements droits adjacents et leur intersection.

La valeur du rayon R est une donnée, l'angle au centre β est calculé.

Après l'implantation des alignements, on implante les points de tangences T , T' et le sommet M de la courbe à partir du sommet S .

Plusieurs méthodes d'implantation peuvent être utilisées pour l'implantation de la partie circulaire.

❖ **Méthode d'implantation :**

➤ **Implantation par abscisse et ordonnées sur la tangente :**

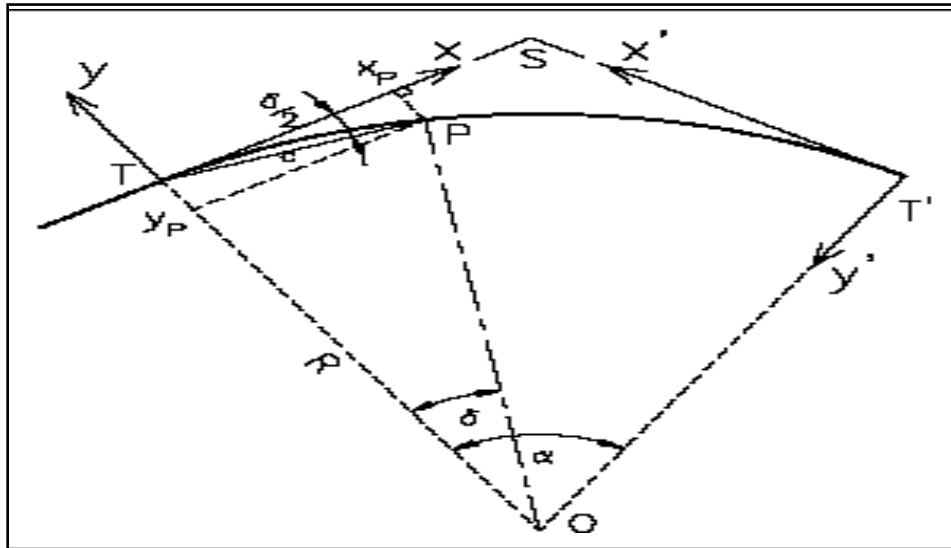


Figure VIII-1 : Implantation sur la tangente.

$$X_i = R \cdot \sin(i \cdot \delta) \quad ; \quad Y_i = R \cdot (1 - \cos(i \cdot \delta))$$

➤ **Par abscisses et ordonnées sur la corde :**

Origine : point de tangence

Origine : milieu de la corde

➤ **Méthode : coordonnées polaires :**

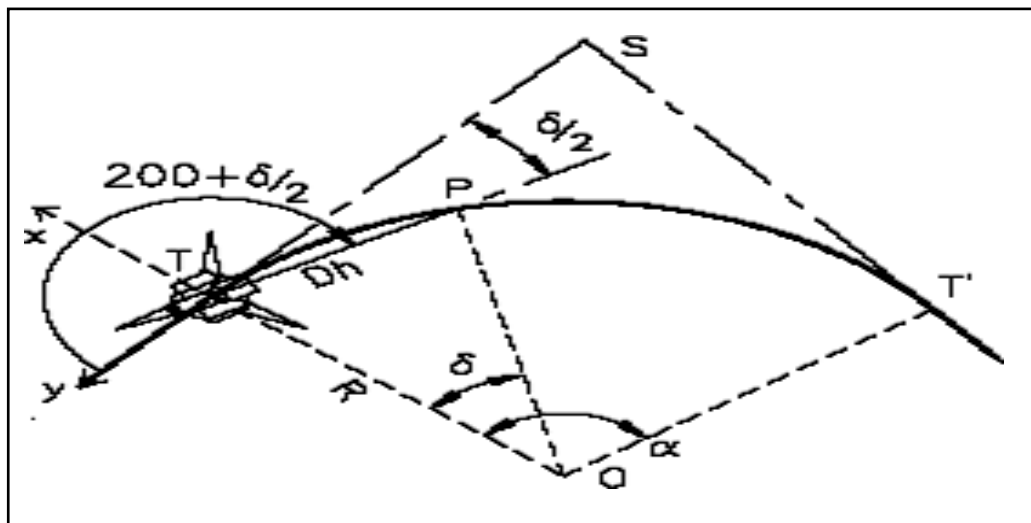


Figure VIII-2 : Coordonnées polaires.

2. Raccordement progressif :

Le piquetage peut être réalisé soit par coordonnées rectangulaires à partir des tangentes, soit par la méthode des cordes et angles. Ce sont surtout les appareils de mesure dont on dispose qui fixeront le choix du procédé. Tandis que le piquetage par les coordonnées rectangulaires peut se faire à l'aide d'un jalon, d'un ruban métrique et d'une équerre optique, un théodolite est nécessaire pour appliquer la méthode des cordes et angles.

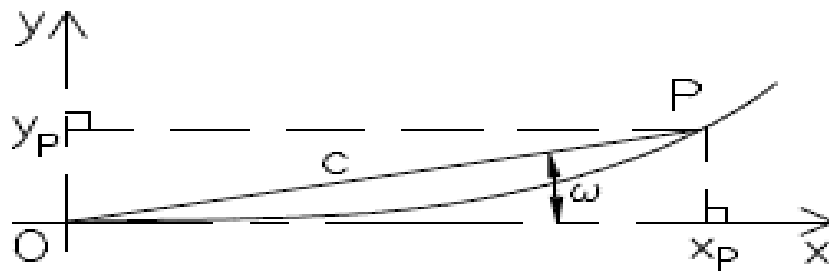


Figure VIII-3: Méthode d'implantation

• **Piquetage par coordonnées rectangulaires :**

$$x_i = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{40A^4} + \frac{i\Delta L^9}{3456A^8} \qquad y_i = \frac{i\Delta L^3}{6A^2} - \frac{i\Delta L^7}{336A^6}$$

• **Piquetage par coordonnées Polaires :**

$$c = i\Delta L - \frac{i\Delta L^5}{90A^4} + \frac{i\Delta L^9}{22680A^8} \qquad w_{\text{radians}} = \frac{i\Delta L^2}{6A^2} - \frac{i\Delta L^6}{2835A^6}$$

➤ Listing d'implantation planimétrique et altimétrique des profils :

Tableau VIII-1 : Listing d'implantation des points d'axe

Profil n°	Abscisse	Projet Z	X	Y
P1	0,00	114,79	271264,75	3978096,98
P2	30,00	114,50	271281,41	3978121,93
P3	60,00	114,22	271298,07	3978146,88
P4	90,00	113,93	271314,73	3978171,82
P5	120,00	113,65	271331,39	3978196,77
P6	150,00	113,36	271348,05	3978221,72
P7	180,00	113,08	271364,71	3978246,67
P8	210,00	112,79	271381,36	3978271,62
P9	240,00	112,51	271398,02	3978296,57
P10	270,00	112,22	271414,68	3978321,52
P11	300,00	111,94	271431,34	3978346,47
P12	330,00	111,65	271448,00	3978371,42
P13	360,00	111,37	271464,66	3978396,37
P14	390,00	111,08	271481,32	3978421,32
P15	420,00	110,80	271497,97	3978446,27
P16	450,00	110,51	271514,63	3978471,22
P17	480,00	110,23	271531,29	3978496,17
P18	510,00	109,94	271547,95	3978521,12
P19	540,00	109,66	271564,61	3978546,07
P20	570,00	109,37	271581,27	3978571,02
P21	600,00	109,09	271597,93	3978595,97
P22	630,00	108,80	271614,59	3978620,92
P23	643,27	108,67	271621,95	3978631,95
P24	660,00	108,51	271631,31	3978645,83
P25	690,00	108,23	271648,40	3978670,48
P26	720,00	107,94	271665,91	3978694,84
P27	750,00	107,66	271683,82	3978718,91
P28	780,00	107,37	271702,12	3978742,68

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P29	810,00	107,09	271720,82	3978766,14
P30	840,00	106,79	271739,91	3978789,28
P31	870,00	106,48	271759,38	3978812,10
P32	900,00	106,16	271779,23	3978834,60
P33	930,00	105,82	271799,45	3978856,76
P34	960,00	105,47	271820,04	3978878,58
P35	990,00	105,10	271840,99	3978900,05
P36	1020,00	104,71	271862,29	3978921,17
P37	1050,00	104,31	271883,94	3978941,94
P38	1080,00	103,90	271905,94	3978962,34
P39	1110,00	103,47	271928,27	3978982,37
P40	1140,00	103,02	271950,94	3979002,02
P41	1170,00	102,56	271973,92	3979021,30
P42	1200,00	102,09	271997,23	3979040,19
P43	1230,00	101,60	272020,85	3979058,69
P44	1260,00	101,09	272044,77	3979076,79
P45	1290,00	100,57	272068,99	3979094,49
P46	1320,00	100,04	272093,50	3979111,79
P47	1350,00	99,49	272118,30	3979128,67
P48	1380,00	98,92	272143,37	3979145,14
P49	1410,00	98,34	272168,72	3979161,19
P50	1440,00	97,75	272194,33	3979176,81
P51	1470,00	97,16	272220,20	3979192,01
P52	1500,00	96,56	272246,31	3979206,77
P53	1530,00	95,97	272272,67	3979221,09
P54	1560,00	95,37	272299,27	3979234,98
P55	1590,00	94,77	272326,09	3979248,42
P56	1620,00	94,18	272353,13	3979261,40
P57	1650,00	93,58	272380,38	3979273,94
P58	1680,00	92,99	272407,84	3979286,02
P59	1710,00	92,39	272435,50	3979297,64
P60	1740,00	91,80	272463,35	3979308,80
P61	1770,00	91,20	272491,38	3979319,50
P62	1800,00	90,61	272519,58	3979329,72
P63	1830,00	90,01	272547,95	3979339,47

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P64	1860,00	89,42	272576,48	3979348,75
P65	1890,00	88,82	272605,16	3979357,55
P66	1920,00	88,23	272633,98	3979365,88
P67	1950,00	87,63	272662,94	3979373,72
P68	1980,00	87,04	272692,02	3979381,08
P69	2010,00	86,44	272721,22	3979387,95
P70	2040,00	85,85	272750,53	3979394,33
P71	2070,00	85,25	272779,95	3979400,23
P72	2070,79	85,24	272780,73	3979400,38
P73	2100,00	84,66	272809,42	3979405,86
P74	2130,00	84,06	272838,88	3979411,50
P75	2160,00	83,47	272868,35	3979417,14
P76	2190,00	82,87	272897,81	3979422,78
P77	2220,00	82,28	272927,28	3979428,41
P78	2250,00	81,68	272956,74	3979434,05
P79	2280,00	81,09	272986,21	3979439,69
P80	2310,00	80,49	273015,67	3979445,32
P81	2340,00	79,90	273045,14	3979450,96
P82	2370,00	79,32	273074,61	3979456,60
P83	2400,00	78,74	273104,07	3979462,23
P84	2430,00	78,16	273133,54	3979467,87
P85	2460,00	77,58	273163,00	3979473,51
P86	2490,00	77,01	273192,47	3979479,14
P87	2520,00	76,43	273221,93	3979484,78
P88	2550,00	75,85	273251,40	3979490,42
P89	2580,00	75,27	273280,87	3979496,05
P90	2610,00	74,69	273310,33	3979501,69
P91	2640,00	74,12	273339,80	3979507,33
P92	2670,00	73,54	273369,26	3979512,97
P93	2700,00	72,96	273398,73	3979518,60
P94	2730,00	72,38	273428,19	3979524,24
P95	2760,00	71,80	273457,66	3979529,88
P96	2790,00	71,22	273487,13	3979535,51
P97	2820,00	70,65	273516,59	3979541,15
P98	2850,00	70,07	273546,06	3979546,79

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P99	2877,52	69,54	273573,08	3979551,96
P100	2880,00	69,49	273575,52	3979552,42
P101	2910,00	68,91	273605,05	3979557,71
P102	2940,00	68,33	273634,68	3979562,42
P103	2970,00	67,76	273664,40	3979566,52
P104	3000,00	67,18	273694,19	3979570,04
P105	3030,00	66,60	273724,05	3979572,95
P106	3060,00	66,02	273753,96	3979575,27
P107	3090,00	65,44	273783,91	3979576,99
P108	3120,00	64,86	273813,89	3979578,11
P109	3150,00	64,29	273843,88	3979578,63
P110	3180,00	63,71	273873,88	3979578,55
P111	3210,00	63,13	273903,87	3979577,87
P112	3240,00	62,55	273933,84	3979576,60
P113	3270,00	61,97	273963,79	3979574,72
P114	3300,00	61,40	273993,68	3979572,24
P115	3330,00	60,82	274023,52	3979569,17
P116	3360,00	60,24	274053,30	3979565,50
P117	3390,00	59,66	274082,99	3979561,23
P118	3420,00	59,08	274112,60	3979556,38
P119	3450,00	58,50	274142,10	3979550,93
P120	3480,00	57,93	274171,48	3979544,89
P121	3510,00	57,35	274200,74	3979538,27
P122	3540,00	56,77	274229,86	3979531,06
P123	3570,00	56,19	274258,83	3979523,27
P124	3600,00	55,61	274287,64	3979514,90
P125	3630,00	55,04	274316,28	3979505,96
P126	3660,00	54,49	274344,73	3979496,45
P127	3690,00	53,95	274372,99	3979486,37
P128	3720,00	53,43	274401,04	3979475,73
P129	3750,00	52,93	274428,87	3979464,53
P130	3780,00	52,44	274456,47	3979452,77
P131	3810,00	51,98	274483,83	3979440,47
P132	3840,00	51,53	274510,93	3979427,62
P133	3870,00	51,10	274537,78	3979414,23

ETUDE ET CONCEPTION D'UN TRONÇON AUTOROUTIER SUR 5,00 Km

P134	3900,00	50,69	274564,35	3979400,31
P135	3930,00	50,30	274590,64	3979385,85
P136	3960,00	49,92	274616,64	3979370,88
P137	3990,00	49,56	274642,33	3979355,39
P138	4020,00	49,22	274667,70	3979339,39
P139	4050,00	48,90	274692,75	3979322,88
P140	4080,00	48,60	274717,47	3979305,87
P141	4091,59	48,49	274726,92	3979299,18
P142	4110,00	48,31	274741,90	3979288,47
P143	4140,00	48,05	274766,31	3979271,03
P144	4170,00	47,80	274790,72	3979253,59
P145	4200,00	47,56	274815,13	3979236,15
P146	4230,00	47,32	274839,54	3979218,71
P147	4260,00	47,09	274863,95	3979201,27
P148	4290,00	46,85	274888,36	3979183,83
P149	4320,00	46,61	274912,77	3979166,39
P150	4350,00	46,37	274937,18	3979148,95
P151	4380,00	46,14	274961,59	3979131,51
P152	4410,00	45,90	274986,00	3979114,07
P153	4440,00	45,66	275010,41	3979096,63
P154	4470,00	45,42	275034,82	3979079,19
P155	4500,00	45,19	275059,23	3979061,75
P156	4530,00	44,95	275083,64	3979044,31
P157	4560,00	44,71	275108,05	3979026,87
P158	4590,00	44,47	275132,46	3979009,43
P159	4620,00	44,24	275156,87	3978991,99
P160	4637,50	44,10	275171,12	3978981,82

Chapitre : IX

ASSAINISSEMENT

IX-1- INTRODUCTION.

IX -2- OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT.

IX-3- DEFINITIONS.

IX-4- METHODES THEORIQUE DE CALCUL POUR
DIMENSIONNER UN FOSSÉ.

CHAPITRE IX

ASSAINISSEMENT

IX-1- INTRODUCTION :

L'assainissement routier est une composante essentielle de la conception, de la réalisation et de l'exploitation des infrastructures linéaires.

Elle couvre le rétablissement des écoulements naturels, l'assainissement des plates-formes de chaussée, le drainage et la lutte contre la pollution routière.

L'eau est la première ennemie de la route car il pose des grands problèmes multiples et complexes sur la chaussée, Ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissade, inondation diminution des conditions de visibilité, projection des gravillons par désenrobage des couches de surface, etc.) et influe sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation. Les types de dégradation provoquer par les eaux sont engendrés comme suit :

➤ **Pour les chaussées :**

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

➤ **Pour les talus :**

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

Les études hydrauliques inventorier l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du

projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

IX-2- OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

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

IX-3- DEFINITIONS :

3. Le drainage

Le drainage est donc un élément important dans la stabilité des ouvrages et leur durée de vie utile.

Le drainage est l'ensemble des opérations artificielles d'évacuation de l'eau présente dans le sol et dans les chaussées traditionnellement, Les systèmes de drainage sont conçus avec des matériaux granulaires (grave et sable).

Avec L'avènement des géo synthétiques, Les techniques traditionnelles sont remplacées par des géotextiles et par d'autre Moyen de drainage comme les drains agricole.

3.1 Le roule de drainage

Les principaux rôles de drainage sont :

- Le rabattement des nappes
- Le contrôle des écoulements intermittents ;
- La diminution et la maîtrise les pressions de l'eau ;
- L'accélération des phénomènes de consolidation.

3.2 Drainage des eaux souterraines :

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique Et d'autre part, les eaux d'infiltrations. Leurs effets sont nocifs si ces eaux Détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la Portance du sol.

3.3 Le drainage routier

L'eau peut être un danger mortel sur l'autoroute et ruiner la chaussée si elle y pénètre ; elle doit donc être évacuée rapidement

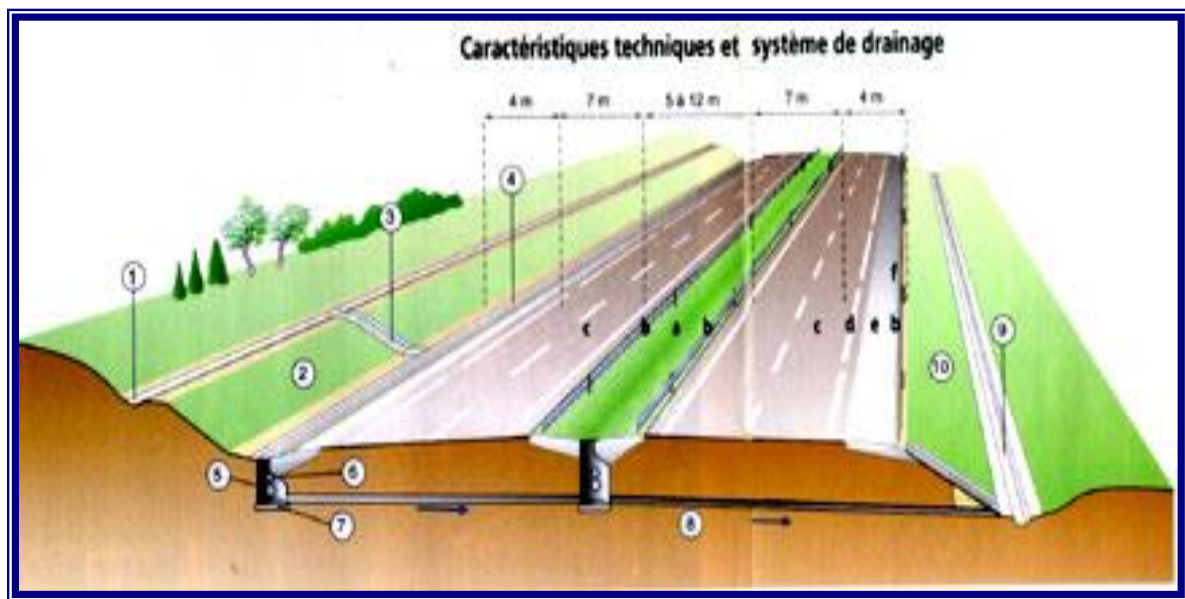


Schéma général des ouvrages de raccordement

Fossé de crête (ou de garde) (1) :

Fossé creusé un peu au-dessus de la crête d'un talus de déblai pour éviter que Les eaux pluviales provenant des fonds supérieurs ne le ravinent.

Talus de déblai (2):

Terrain en pente surplombant l'autoroute

Descente d'eau (3):

Ensemble d'éléments préfabriqués en béton, se recouvrant les uns les autres Comme les tuiles d'un toit, pour recueillir et canaliser des eaux pluviales et Eviter ainsi le ravinement du talus sur lequel ils sont posés.

Cunette (4):

Partie arrondie du fond d'un égout et, par extension, fossé à profil arrondi et de Faible profondeur, au-dessus d'un système de drainage en bordure de la plate-Forme

Collecteur (5) :

Canalisation souterraine en béton, de diamètre variable, destinée à assurer l'évacuation de toutes les eaux, superficielles ou d'infiltration, recueillies sur une section d'autoroute

Drain (6) :

Petite canalisation souterraine destinée à l'évacuation des eaux d'infiltration dans une chaussée. Elle est constituée d'éléments en poterie, en béton poreux ou en matière plastique, entourés d'un filtre en gravier pour éviter l'entraînement des parties fines du sol.

Regard (7) :

Petit ouvrage vertical en béton, recouvert d'un tampon ou d'une grille, établi de place en place, sur un collecteur pour permettre à celui-ci de recueillir toutes les eaux en provenance des fossés, cunettes, descentes d'eau, caniveaux ou drains, et de les évacuer en dehors de la plate-forme autoroutière

Traversée sous chaussée (8) :

Canalisation transversale établie sous la chaussée pour évacuer, à partir d'un regard, les eaux recueillies dans un collecteur, jusqu'à un fossé de pied ou un émissaire naturel .

Fossé de pied (9):

A l'inverse du précédent, fossé établi au pied de tout talus de remblai pour recueillir les eaux pluviales tombant sur ce talus ou provenant de la plate-forme .

Talus de remblai (10):

Terrain en pente supportant la plate-forme de l'autoroute

Rabattement des nappes

Opération qui consiste à abaisser le niveau de la nappe phréatique en réalisant soit des tranchées drainantes, soit des puits.

Choix des ouvrages d'évacuation :

Le choix des ouvrages d'évacuation des eaux superficielles doit s'appuyer sur les deux principes de base suivants :

L'utilisation d'ouvrage superficiel dont les coûts d'investissement et d'entretien est plus faible que ceux des ouvrages enterrés.

Rejeter les eaux hors de la plate-forme chaque fois que cela est possible, afin de diminuer les déblais de transit.

4. Dimensionnement des fossés ou assainissement de la plate-forme :

On utilise la relation suivante :

$$Q_d = Q_{s_}$$

Q_d : débit d'apport provenant du bassin versant (m^3/s).

Q_s : débit d'écoulement au point de saturation (m^3/s).

Le débit de crue pour les bassins versant de superficie inférieure à 2 km^2 est Calculé en appliquant la méthode rationnelle dont

l'expression usuelle est de la Forme :

$$Q = K.C.I.A$$

Q : débit maximum d'eau pluviale (m^3/s).

C : coefficient de ruissellement.

I : intensité de la pluie (mm/h).

K : coefficient de conversion des unités.

A : air de bassin d'apport (km^2).

4.1 Coefficient de ruissellement 'c' :

Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces Imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en Tenant compte des trois paramètres suivants :

- La couverture végétale.
- La forme.
- La pente et la nature du terrain.

Type de chassée	Coefficient 'c'	Valeurs prises
Chaussée revêtue en enrobé	0.8 - 0.95	0.9
Accotement (sol légèrement perméable)	0.15 - 0.4	0.4
Talus, sol perméable	0.1 - 0.3	0.3
Terrain naturel	0.0 - 0.2	0.2

4.2 Intensité de la pluie :

La détermination de l'intensité de la pluie, comprend différentes étapes De calcul qui sont :

4.3 Hauteur de la pluie journalière maximale annuelle :

$$P_j = \frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{c_v^2 + 1}} \cdot \exp\left(u \cdot \sqrt{\ln(c_v^2 + 1)}\right) \quad \text{mm}$$

$P_{j\text{moy}}$: pluie journalière moyenne (mm).

C_v : coefficient de variation.

U : variable de GAUSS.

Ln : log. Népérien.

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

Pour les ouvrages de drainage, nous adoptons une période de retour de 10 ans.

4.4 Calcul de fréquence d'averse :

La fréquence d'averse est donnée par la formule suivante :

$$P(\%) = P_j(\%) \cdot \left(\frac{t_c}{24}\right)^b$$

P_j : hauteur de la pluie journalière maximale (mm).

b : exposant climatique.

P_t : pluie journalière maximale annuelle.

t_c : temps de concentration (heure).

4.4.1 Temps de concentration :

La durée t de l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale Au temps de concentration.

Dépendant des caractéristiques des bassins drainé, le temps de concentration et Estimer respectivement d'après Ventura, Passini, Gianddthi, comme suit :

- ❖ lorsque $A < 5\text{km}^2$ $tc = 0.127 \cdot \sqrt{\frac{A}{P}}$
- ❖ lorsque $5\text{km}^2 \leq A < 25 \text{ km}^2$ $tc = 0.108 \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$
- ❖ lorsque $25 \text{ km}^2 \leq A < 200 \text{ km}^2$ $tc = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$

tc : temps de concentration (heure)

A : superficie du bassin versant (km^2)

L : longueur de bassin versant (km)

P : pente moyenne du bassin versant (m.p.m).

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

4.4.2 L'intensité horaire :

$$i = \frac{P(t)}{tc} \quad \square$$

I : intensité de la pluie (mm/h)

tc : temps de concentration (heure).

P (t) : hauteur de la pluie de durée tc (mm)

4.4.3 Calcul de débit de saturation (Qs)

Le calcul du débit est déterminé par la formule de MANING STRICLER.

$$Q_s = V \cdot S_u$$

$$V = Kst \cdot J^{1/2} R^{2/3}$$

- **Kst** : coefficient de rugosité.
- **Kst** : 30 en terre.
- **Kst** : 40 en buses métallique.
- **Kst** : 50 maçonneries
- **Kst** : 70 bétons (dalots).
- **Kst** : 80 bétons (buses préfabriquées).
- **J** : pente longitudinale de l'ouvrage.
- **R_h** : rayon hydraulique = section mouillée / périmètre mouillé.
- **S_t** : section totale de l'ouvrage.
- **S_u** : section utile de l'ouvrage $b \times H_u$
- **H_u** : hauteur utile.

4.4.4 Données pluviométriques :

Les données pluviométriques nous ont été fournies par le service D'hydrologie de l'agence nationale des ressources hydraulique (A.N.R.H).

- Coefficient de variation $C_v = 0.4$
- Exposant climatique $b = 0.35$
- Hauteur de pluie journalière moyenne $P_j = 55\text{mm}$.

4.4.5 Calcul de précipitation :

D'après la formule de GALTON on a :

$$P_j = \frac{P_{j\text{moy}}}{\sqrt{Cv^2+1}} \exp(u\sqrt{\text{Ln}(Cv^2+1)}) \quad (\text{mm}).$$

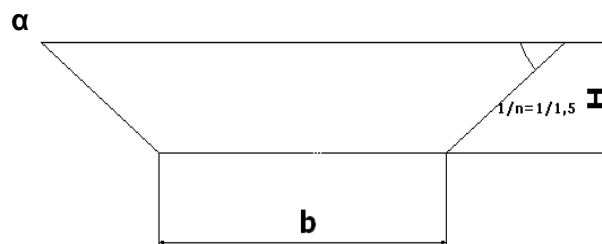
Remarque :

Généralement, pour les routes on prend en compte la fréquence Décimale (10 ans), donc le variable de GAUSS = 1.28.

La fréquence d'averse $P_i(10\%)$ pour une durée $t = 0.25$ heures est Donnée par la formule suivante :

$$P_i(10\%) = P_j(10\%) \left(\frac{t}{24}\right)^b$$

4.4.6 Dimensionnement des fossés



4.4.7 Surface mouillée :

$$S_m = \left(b + (b+2) \right) h/2 = (b+a)h$$

$$\text{tg}\alpha = h/a = 1/n \Rightarrow a = n h$$

$$S_m = (b+nh) h$$

4.4.8 Perimeter mouillé:

$$P_m = b + 2c, c = (a^2 + b^2)^{1/2} = (h^2n^2 + h^2)^{1/2} = h(n^2 + 1)^{1/2}$$

$$P_m = b + 2h(n^2 + 1)^{1/2}$$

$$R_H = S_m / P_m = (nh + b) h / (b + 2h(n^2 + 1))$$

$$Q_{\text{amax}} = Q_s = K J^{1/2} S_m R^{2/3}$$

$$J = 2.5$$

$$K = 60$$

On prend $b = 0.4$ m

$$R_H = \frac{(1,5h+0,4)h}{0,4+2h\sqrt{1,5^2+1}} = \frac{(1,5h+0,4)h}{0,4+3,6h}$$

Par itération on trouve $h \approx 0.35$ m

Donc :

$$\left. \begin{array}{l} b = 0.4 \text{ m} \\ h = 0.4 \text{ m} \end{array} \right\}$$

4.4.9 Dimensionnement des traversées

En ce qui concerne l'assainissement des rampes de l'échangeur des bordures Hautes qui protègent les remblais des eaux de ruissellement sont prévus le long de ces rampes.

Les eaux de ruissellement sont à cheminées à l'aide des descentes Maçonnées à (canettes).

Les canalisations se font à l'aide de semi buses en directions du fossé Principal.

Le diamètre de la canalisation est fonction du débit maximum à évacuer, Ce dernier est donné par la formule de MANING-STRIKLER.

$$Q_s = K_{st} R^{2/3} I^{1/2} S = Q_a$$

Avec $Q_a = KCIA$

Q_s : débit maximum

K_{st} : coefficient de rugosité de canalisation.

I : pente de canalisation. (m/m).

S : section transversale de l'écoulement.

R_H : rayon hydraulique ($R_H = S_m / P_m$).

$$\left. \begin{array}{l} S_m = \pi R^2 / 2 \\ P_m = \pi R \end{array} \right\} R_H = S_m / P_m$$

$K = 80$ (condition de qualité normale).

Pour une pente moyenne de terrain naturel (3.5%).

On a: $Q_s = 80(R/2)^{2/3} (0.035)^{1/2} \pi R^2/2 = 0.30 \text{ m}^3/\text{s}$

$R \approx 300\text{mm}$

On prend des semi buses de $\phi = 600\text{mm}$.

Chapitre : X

SIGNALISATION

X- LA SIGNALISATION ROUTIERE.

X -1- INTRODUCTION.

X-2- L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE.

X-3- CATEGORIES DE SIGNALISATION.

X-4- REGLES A RESPECTE POUR LA SIGNALISATION.

X-5- TYPES DE SIGNALISATION.

X-6- CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES.

CHAPITRE X

SIGNALISATION

X- LA SIGNALISATION ROUTIERE :

X-1- INTRODUCTION :

La signalisation routière permet de gérer l'utilisation des routes par les usagers (Automobiles et camions, deux-roues ou piétons). Elle consiste en deux grands ensembles, à savoir la signalisation routière verticale, qui comprend les panneaux, les balises et les feux tricolores et la signalisation routière horizontale, constituée des marquages au sol.

2. Types de signalisation :

On distingue deux types de signalisation :

- Signalisation verticale
- Signalisation horizontale

2.1 Signalisation verticale :

La signalisation routière verticale regroupe, dans le domaine du transport routier, les différentes formes de signalisation que sont les panneaux, les balises et les feux tricolores, par opposition à la signalisation routière horizontale, qui concerne principalement le marquage au sol.

Les panneaux de danger (permanents) sont triangulaires (triangle pointant vers le Haut) à bord rouge. Les panneaux temporaires sont à fond jaunes.

À la vue d'un panneau de danger, il faut ralentir impérativement.

Les panneaux sont implantés avant le danger : en absence de pennonceau précisant La distance, ils sont situés 50 mètres avant le danger en agglomération, et en rase Campagne, ils sont situés 150 mètres avant le danger.

2.2 Risques naturels

- ❖ Risque de chute de pierres, ou de pierres tombées sur la route
- ❖ Passage d'animaux domestiques
- ❖ Passage d'animaux sauvages (surtout la nuit)
- ❖ Chaussée fréquemment glissante (à cause de précipitations, de verglas...)

- ❖ Risque de vent latéral fort (le panneau est complété par la présence d'une Manche à air sur le bord de la route, indiquant la puissance et la direction du vent)

2.3 Virages dangereux

Des panneaux indiquent un virage inattendu, serré ou qui se referme ou une série de virages.

- Virage à droite
- Virage à gauche
- Série de virages dont le premier est à droite
- Série de virages dont le premier est à gauche

2.4 Autres dangers

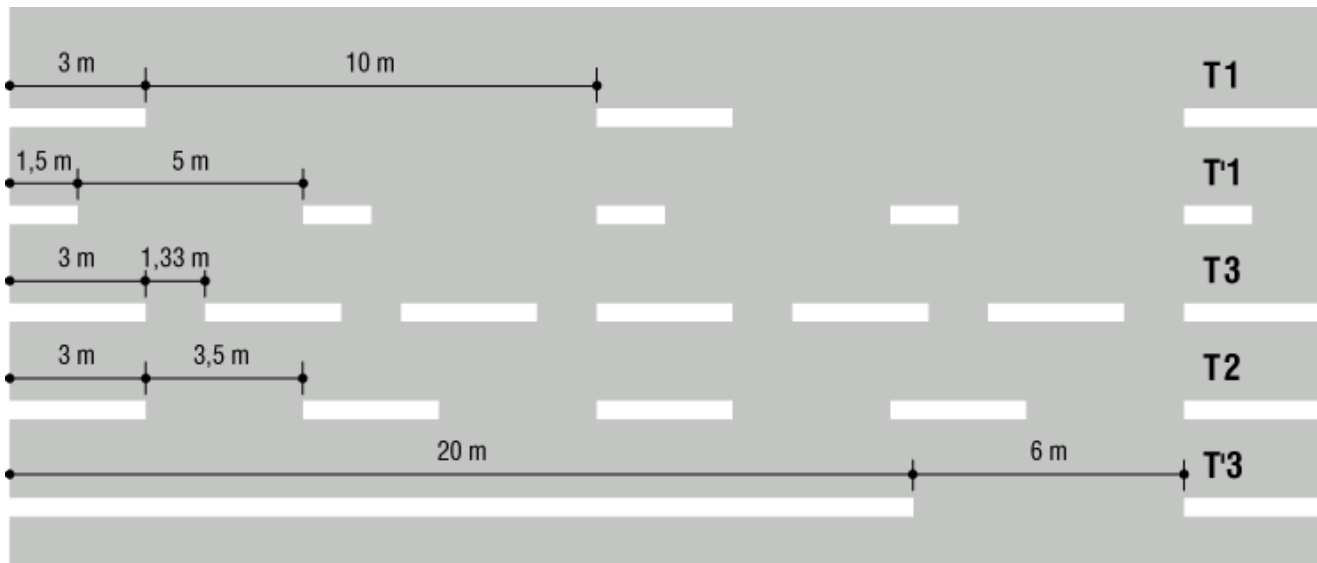
- Descente dangereuse (le pourcentage est indiqué sur le panneau) ; il faut en Général utiliser le frein moteur puis, si nécessaire, freiner par intermittences Mais suffisamment fort
- Débouché de cyclistes venant de droite ou de gauche (pour les routes longées Par une piste ou bande cyclable)
- Débouché sur un quai ou une berge
- Aire de danger aérien (on peut être surpris par le bruit occasionné par le Décollage ou l'atterrissage d'un avion)
- Passage à niveau
- Travaux

2.5 Signalisation horizontale :

La **signalisation routière horizontale** regroupe, dans le cadre de la signalisation routière tous les différents marquages au sol; les lignes et les

Flèches en constituent La majeure partie. Ces marquages sont généralement de couleur blanche, mais sur Les lieux de travaux il arrive que des marquages

Jaunes (temporaires) s'y ajoutent : dans ce cas, il ne faut tenir compte que de ces derniers, la signalisation horizontale complète la signalisation routière verticale.



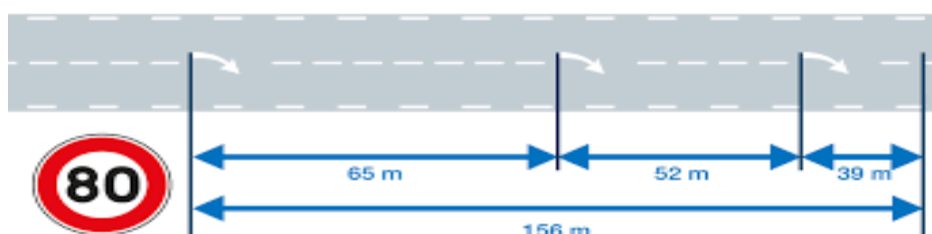
2.6 Marques longitudinales :

2.6.1 Lignes continues

Il est interdit, dans presque tous les cas, de la franchir ou la chevaucher. Le chevauchement ou le franchissement d'une ligne continue est toléré - avec toutes les précautions nécessaires - pour dépasser un véhicule de travaux à l'arrêt, ou un véhicule en panne, ou en cas d'obstacles sur la chaussée (pierres par exemple).

2.6.2 Lignes discontinues

Ce sont des lignes de 3 m espacées d'un intervalle de 10 m. elles peuvent être franchies pour dépasser : elles délimitent les différentes voies sur les chaussées à sens unique, ainsi que sur les routes à double sens de circulation sur lesquelles les dépassements sont autorisés, il est aussi possible qu'elles doublent une ligne continue (ligne mixte) sur une route à double sens : elles permettent alors aux véhicules circulant du côté de la ligne discontinue de dépasser.



2.6.3 Voies d'accélération et de décélération

On les trouve sur les routes à chaussées séparées et les autoroutes. Comme pour les voies de stockage, une voie d'accélération ou de décélération se prend dès le début. Elles sont aussi délimitées par des traits plus larges.

Les voies d'accélération permettent aux véhicules entrants d'accélérer suffisamment pour atteindre la vitesse des véhicules roulant sur la route rejointe, elles se terminent par un panneau "cédez le passage" indiquant que les véhicules qui Arrivent n'ont pas la priorité. Il est nécessaire de ralentir considérablement : c'est la fonction de la voie de Décélération. Le conducteur doit rétrograder dans cette voie, et freiner à la fin si Besoin ; des panneaux de limitation de vitesse le long de la voie lui indiquent de Combien ralentir.

Il ne faut pas, cependant, ralentir avant la voie de décélération, Sauf indication contraire (panneau de limitation de vitesse complété par un panonceau avec une flèche pointant en bas à droite) cela risquerait de perturber la circulation sur la route que l'on quitte, Il faut être vigilant en sortant d'une Autoroute et surveiller le compteur, car rouler à 90 km/h après une longue durée à 130 km/h peut donner l'impression de rouler lentement : il faut

à peu près 5 km Pour se réadapter à une vitesse normale ; de plus il faut se réadapter à toutes les difficultés des routes comme la circulation à double sens, les intersections, la présence de cyclistes, cyclomoteurs, piétons, tracteurs,

2.6.4 Voies d'entrecroisement seule

Ce sont des voies qui permettent à la fois d'entrer et de sortir d'une route. Il faut donc être extrêmement vigilant, et mettre le clignotant au plus tôt. Sauf indication contraire, la priorité est à droite (aux véhicules entrants). Le marquage est constitué de traits plus épais.

3. Autres marquages

- Arrêts de bus : lignes zigzag jaunes
- Passages pour piétons : larges bandes blanches parallèles au trottoir et Traversant la chaussée

- Zébras : ce sont des hachures blanches délimitées par une ligne continue. Il Est interdit de stationner, s'arrêter ou circuler sur des zébras. Les zébras jouent le rôle d'un terre-plein central.
- Un quadrillage jaune, dans un carrefour, délimite une zone où il est Seulement permis de circuler : on ne doit donc s'engager dans le carrefour Que si on est sûr de passer sans avoir à s'arrêter sur le quadrillage.
- Damiers blancs et rouges : on les trouve dans les grandes descentes. Ils Annoncent une voie de détresse (terminée par un bac de sable) servant à arrêter les véhicules dont les freins sont défaillants.
- Ralentisseur : Le ralentisseur est signalé par un certain nombre de triangles Isocèles pointant vers l'avant

Le tableau suivant présente Les modulations des lignes discontinues

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

3.1 Marques transversales :

3.1.1 Ligne STOP

C'est une ligne continue qui oblige les usagers de marquer un arrêt.

3.1.2 Autres signalisation :

3.1.3 Les flèches de rabattement :

Ces flèches légèrement incurvées signalent aux usagers qu'ils doivent Emprunter la voie située du coté qu'elles indiquent.

3.1.4 Les flèches de sélection :

Ces flèches situées au milieu d'une voie signalent aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'il doit suivre la direction indiquée.

3.1.5 Largeur des lignes :

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » Différente suivant le type de route :

U = 7.5cm sur autoroutes et voies rapides urbaines.

U = 6 cm sur les routes et voies urbaines

U = 5 cm sur les autres routes.

3.1.6 Les critères de conception de la signalisation :

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

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

4. Application au projet:

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

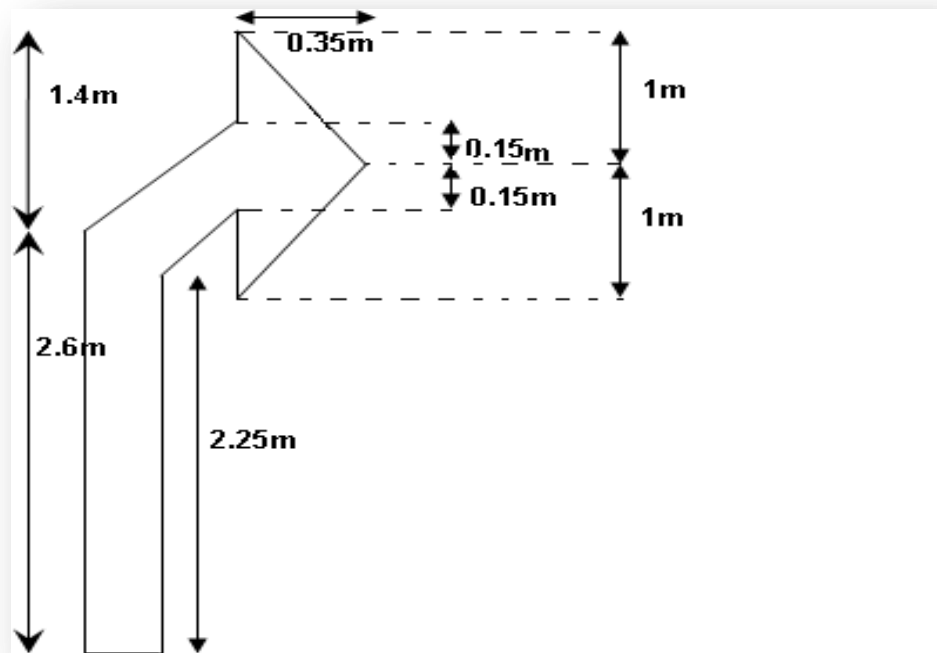
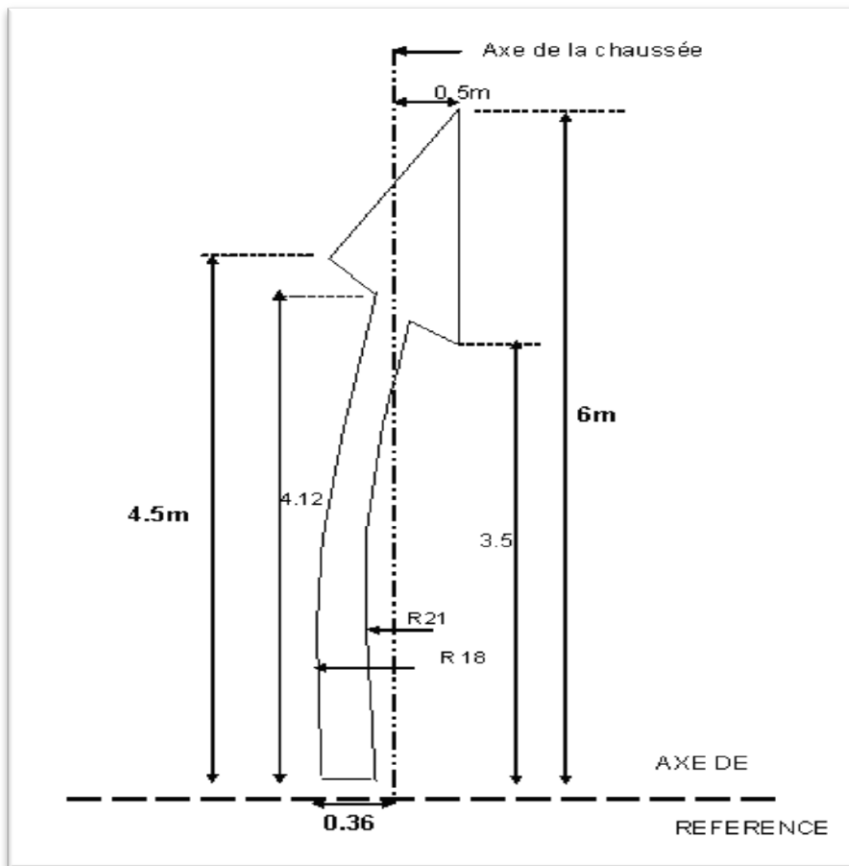
- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger type A (A4).
- Panneaux de signalisation d'interdiction de priorité (type B2).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C1, C11A, C5).
- Panneaux de signalisation d'obligation (type D2).
- Panneaux de pré signalisation (type G1).
- Panneaux de signalisation type (E3 E4).
- Panneaux donnant les indications utiles pour les conduites de véhicules (Type E14, E15, E2C, E4).
- Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E1).

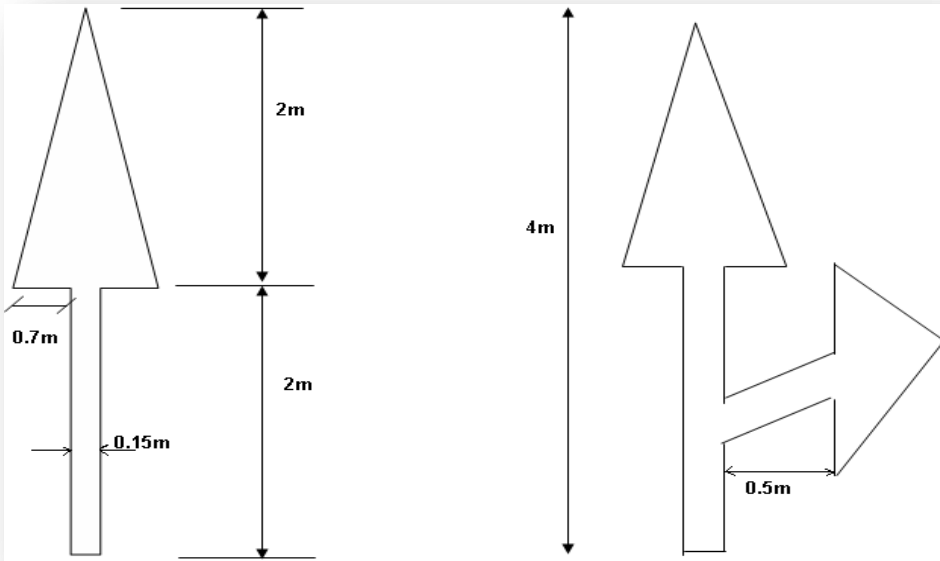
En ce qui concerne l'unité de largeur des lignes de signalisation horizontale Elle est de :

Pour l'autoroute : U = 7.5 cm.

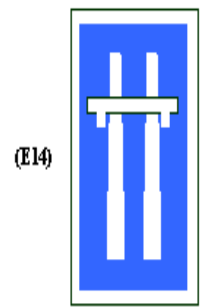
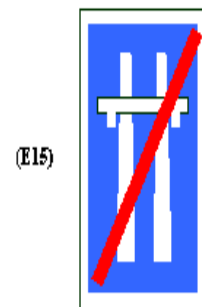
Pour les bretelles et les voies d'accès : U = 5 cm.

Les panneaux de signalisation

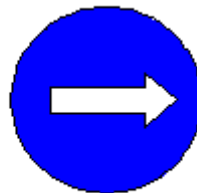




entrée et sortie d'une autoroute



(A24)



STOP
150m

SENS OBLIGATOIRE



Chapitre : XI

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XI-1- INTRODUCTION.

XI-2- Brève description du projet et principales
composantes

XI-3- CONCLUSION

CHAPITRE XI

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

XI-1- INTRODUCTION :

L'objet d'une étude d'impact sur l'environnement est d'identifier, d'évaluer et de mesurer les effets directs et indirects à court, moyen et à long terme d'un projet et de proposer les mesures adéquates pour limiter les effets négatifs du projet.

On prend par exemple l'essence s'infiltrant dans le sol à une vitesse 7 fois supérieure à celle de l'eau même à faibles concentrations, les hydrocarbures peuvent rendre impropres à la consommation d'importantes réserves aquifères et donner un goût désagréable à l'eau.

Le cadmium libéré par l'usure de pneus ou le sel répandu en quantités considérables sur les chaussées l'hiver.

Les effets des polluants atmosphériques sur la végétation, l'augmentation du trafic routier provoquent une stérilisation accrue des terres agricoles, de forêts et de milieux naturels fragiles.

2. Les études d'environnement

Le terme "environnement" est à prendre ici au sens large. Ce domaine rassemblera toutes les thématiques qui décrivent les lieux de vie des espèces animales et végétales.

L'étude d'impact d'un projet d'infrastructure en Algérie, se fait conformément au décret n° 90-78 du 27 février 1978, stipulant qu'une telle étude doit comprendre :

- Une analyse détaillée du projet ;
- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement
- Une analyse des conséquences prévisibles, directes et indirectes, à court, moyen et long terme du projet sur l'environnement.

Les raisons et les justifications techniques et environnementales du choix du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des coûts correspondants.

Pour réaliser cette étude d'impact, il faut aborder l'ensemble des thématiques directement liées à l'environnement (eau, air, faune, flore), mais aussi sur l'environnement de l'être humain.

Le code de l'environnement a été récemment introduit l'obligation d'y ajouter l'évaluation de l'impact du projet sur la santé de l'homme.

3. Brève description du projet et principales composantes environnementales Et sociales :

Le projet est la construction d'un tronçon de route de Il convient de noter que notre projet situé dans un site a faible densité des habitants et on a exproprié des habitations et autres structures, avec piétinement de la végétation et l'abattage de quelques arbres qui se trouvent dans l'emprise de la route à quelques points spécifiques.

Dans la zone d'impact de la route, il existe un terrain agricole.

4 Principaux impacts environnementaux et sociaux du projet :

4.1 Impacts positifs :

Le désenclavement des zones du projet par des routes revêtue et praticables en toutes saisons aura un impact positif appréciable sur les Activités des populations.

Les effets les plus attendus sont :

- Amélioration des conditions de transport ;
- La réduction des coûts de transport (gain du temps, sécurité, Carburant ...)
- L'augmentation des revenus agropastoraux ;
- L'accès facile aux autres centres villes, dans le cadre des Besoins nécessaires et indispensables tels que l'éducation, la santé et Administratifs
- Favorisera l'évacuation des produits agropastoraux et induira une Augmentation du revenu des ménages ;
- Attraction des activités agricoles, pastorales et touristiques ;

4.2 Impacts négatifs :

La plupart des impacts négatifs seront limités à la période d'exécution des Travaux pendant les travaux d'excavation, de nivellement de piste, de Bitumage, d'exploitation des carrières et des zones d'emprunts, du transport des matériaux de construction, de l'entretien des véhicules.

D'autres impacts négatifs qui pourront se manifester concerneront : L'émanation des poussières, du bruit, des vibrations sonores et des problèmes de sécurité pendant les travaux et à la mise en place des équipements et des matériaux de construction ; le rejet anarchique de produits de purges/curages de travaux d'assainissement.

Le projet aura un faible impact sur la végétation car il n'y a pas de forêts ou Espèces végétales sensibles ou protégés dans la zone du projet ; seules Quelques arbustes et

herbes qui se trouvent dans l'emprise de la route aux droits spécifiques seront affectés.

Les précautions à prendre

La fin des travaux ; prendre toutes les précautions afin de ne pas détruire la végétation ; mettre en l'état les emprunts en réalisant le remblai des emprunts et végétalisez les zones d'emprunt et les carrières et, au besoin, replanter des espèces locales ; protéger les talus par des structures appropriées et leur végétation avec des espèces locales ; prendre toutes les dispositions afin de Prévenir des accidents de travail pendant les travaux.

Des ouvrages de franchissement seront construits pour ne pas entraver l'écoulement des eaux de surface et celui des cours d'eau sera rétabli dans leur état original.

Il est aussi recommandé des actions de sensibilisation en matière de protection et gestion de l'environnement, la destruction du patrimoine culturel, la sécurité routière. Les travaux seront coordonnés de manière à ce qu'il n'y aura pas d'interruptions de service et si cela sera nécessaire.

Des mesures d'accompagnement sont prévues pour l'amélioration de cadre et des conditions de vie de la population riveraine.

Ces mesures concernent L'aménagement des arrêts le long de la route au niveau des points stratégiques pour les transports en commun, le balisage des passages des animaux, les aménagements sécuritaires en construisant des trémies ou des passages inférieurs au niveau des oueds si cela sera nécessaire, l'aménagement des galeries des passages pour la faune sauvage.

5. Conclusion

Le projet a une taille modérée certes, mais vu sa localisation dans une région Sensible à l'environnement et les incidences environnementales difficilement Maîtrisables ; nous recommandons aux autorités concernées de mettre un accent particulier sur l'évaluation des conditions environnementales menée pendant les visites par la mise en œuvre des mesures appropriées et préconiser des solutions Afin d'atténuer les impacts négatifs sur l'environnement.

CHAPITRE : XIII

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF (DQE)

CHAPITRE XIII

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF (DQE)

Tableau XIII-1 : Devis Quantitatif et Estimatif (DQE)

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix Unitaire (DA)	Montant (DA)
Installation et repliement de chantier	FT	FT	FT	FT
TRAVAUX PREPARATOIRES				
Débroussaillage, Evacuation de blocs rocheux et nettoyage de l'emprise	HA	25,820	980 000,00	25 303 600,00
TERRASSEMENT ET COUCHE DE FORME:				
Décapage de terre végétale	m ³	32483.31	280,00	9 095 326,8
Déblais meuble mis en remblai	m ³	271 674,27	590,00	160 287 819,3
Déblais meuble mis en dépôt	m ³	244 186,67	425,00	103 779 334,75
ASSAINISSEMENT, RESEAUX ET PROTECTION HYDRAULIQUE:				
fossés trapézoïdale non revêtu de type A	ml	7 823,54	680,00	5 320 007,20
Bétonnage de fossé type A	ml	7 823,54	6 600,00	51 635 364,00
Cunette triangulaire dissymétrique en béton armée (largeur 1,80 m, profondeur 0,30 m)	ml	2 504,25	4 800,00	12 020 400,00
CHAUSSÉE:				
Grave non traité (GNT A0/31,5)	m ³	30 752,90	2 900,00	89 183 428,734
Enrobé à module élevé (EME2)	Tonne	15 025.51	7 900,00	118 701 529,00
Couche de roulement en béton bitumineux module élevé (BBME 0/10)	Tonne	6 010.21	8 450,00	50 786 274,50
Couche d'imprégnation	m ²	108 254,23	100,00	10 825 423,00
Couche d'accrochage	m ²	170 400,18	60,00	10 224 010,80

DISPOSITIF DE RETENU EN BETON:				
Barriere en béton extrudé de type GBA	ml	7 823,54	6 000,00	46 941 240,00
Barriere en béton extrudé de type DBA	ml	4637,50	7 500,00	34 781 250,00
SIGNALISATION HORIZONTALE:				
SIGNALISATION HORIZONTALE	ml	4 637,50	590,00	2 735 830,00
			Montant HT	746 626 673,89
			TVA 19%	141 859 068,03
			Montant TTC	888 485 741,93

Le montant total est : Un milliard trois cents quatre-vingt-douze millions cent trente-cinq mille trois cents quatre-vingt-quatre dinars et cinquante-six centimes.

CHAPITRE : XIV

CONCLUSION

XIV- CONCLUSION

CHAPITRE XIV

CONCLUSION

XIV- CONCLUSION :

On conclut que la monnaie courante de toute étude d'un projet routier est en premier lieu la sécurité puis l'économie.

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter tout les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie. Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation afin de pouvoir diminuer la congestion que subit la RN 90A.

Cette étude d'APD nous a permis de chercher des solutions à tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter lors d'une étude d'un projet routier dans un environnement qui est varié entre facile et peut vallonné .

Il était pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet des travaux publics.

De plus une occasion pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels de PISTE (version 5.05) et l'AUTO CAD.

a permis à la willaya de Relizane de bénéficier de beaucoup d'avantages dont on peut citer :

Du point de vue économique :

- ✓ Ça permet des échanges commerciaux entre les willayas limitrophes.
- ✓ Relie le port de Relizane et la zone industrielle de SIDI KHATAB ainsi que l'autoroute EST-OUEST (gain de temps et distance)

❖ Du point de vue touristique :

- ✓ La willaya de Relizane va réceptionner un nombre important d'estivants et par là, augmente l'activité du côté commercial (plus de rentrés financières)

❖ Du point de vue sécurité routière :

- ✓ Désengorger la circulation et réduire au maximum le taux accidents (sens unidirectionnelles ; avec de grands rayons)

Enfin nous signalons que pour notre étude, on a respecté toutes les normes routières qu'on ne peut pas négliger en évitant les contraintes rencontrées sur le terrain et on a pris en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et l'environnement. Ce projet de route nous a permis d'exprimer et d'appliquer nos connaissances acquises.

BIBLIOGRAPHIE

- ✓ Normes techniques d'aménagement des routes « B40 »
- ✓ Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- ✓ Les cours de routes d'université de Mostaganem (Mr. HIMOURI.S
BOUHAMMOU.N, TALIA.A).
- ✓ Instruction sur les constructions techniques.
- ✓ Signalisation routière.
- ✓ Ancienne mémoire de fin d'étude (Encadré par :BOUHALLOUFA.A
○ , Présenté par : MAHI.M.A , Promotion 2019)
- ✓ Instruction sur les conditions techniques d'aménagements des
Autoroutes de liaisons (I.C.T.A.A.L) 1985, 2000.
- ✓ Aménagement des routes principales (SETRA).

- ✓ Projet de construction des routes (SETRA)
- ✓ Conception géométrique des routes (SETRA).
- ✓ EYROLLS topographie.
- ✓ Logiciel COVADIS.