



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 بن 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/GC/2025

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie Civil

Spécialité : V.O.A

Thème

ETUDE D'AVANT PROJET DETAILLÉ DE L'EVITEMENT DE
TIPAZAA

Présenté par :

- Melle BENMANA Nabila

Soutenu le 03 / 06 / 2022 devant le jury composé de :

Présidente : Mme ELMASCRI Setti Université de Mostaganem

Examineur: M. ROUAM SERIK Mohamed Université de Mostaganem

Encadrant : M. TALIA Ahmed Université de Mostaganem

Invité d'honneur : M. BOUARFA Zohir Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2024 / 2025

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions le Seigneur bon, miséricordieux et généreux qui nous a donné la force et le courage de faire cet humble travail.

Nous remercions nos familles pour les sacrifices qu'elles ont faits pour que nous puissions terminer nos études.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre superviseur M. TALIA Ahmed pour ses conseils et orientations utiles et nécessaires.

Nous tenons également à remercier Mme ELMACCRI Setti , Président du Jury, et M. ROUAM SERIK Mohamed, Membre du Jury, d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs et au personnel du Département de génie civil et d'architecture ainsi qu'à tous les étudiants en génie civil, en travaux publics et en voirie et en génie civil.

Remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de diverses manières, directement ou indirectement, à l'élaboration de cet ouvrage ; A tous ceux que nous avons rencontrés et dont nous n'avons malheureusement pas pu citer les noms.

BENMANA NABILA

DEDICACES

*Tout d'abord, je voudrais remercier
le Dieu miséricordieux qui m'a
donné le courage et la patience
d'arriver à cette étape de terminer
mes études.*

*Je remercie ma chère mère
Bendareur Hassnia et mon cher
père Benmana Mohamed pour leurs
sacrifices, et je n'oublierai jamais
mes chers sœurs et frères
Abdelkader et Aboubaker.*

*À tous mes amis
Longue carrière universitaire
Tous ceux qui m'aiment et je les
aime*

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 : Type de topographie	11
Tableau 2 : Sinuosité.....	11
Tableau 3 : Vitesse de référence.....	12
Tableau 4 : Devers en fonction de l'environnement	16
Tableau 5 : Formules de calcul des éléments de la clothoïde	18
Tableau 6 : coordonnées planimétrique définissant l'axe du tracé	20
Tableau 7 : la dénivelée cumulée	21
Tableau 8 : Dévers min et max pour les rayons horizontaux.....	25
Tableau 9 : coefficients f_t en fonction de la catégorie.....	25
Tableaux 10: coefficients F'' en fonction de la catégorie	25
Tableaux 11 : Rayon en plan normés	26
Tableaux 12 : Rayon en plan choisis	26
Tableaux 13 : Dévers associés aux rayons en plan choisis.....	26
Tableaux 14 : valeurs des éléments des raccordements circulaires	26
Tableaux 15 : Longueur totale et pourcentage en alignement droit et courbes	27
Tableaux 16 : détermination des longueurs de clothoïdes.....	27
Tableaux 17 : Listing axe en plan « raccordement progressif »	27
Tableaux 18 : valeurs des éléments des clothoïdes	29
Tableau 19 : valeurs du coefficient P	33
Tableau 20 : Valeurs de K_1 en fonction de l'environnement.....	34
Tableau 21 : Valeurs de K_2 en fonction de l'environnement.....	34
Tableau 22 : capacité théorique.....	34
Tableau 23 : Données du trafic	34
Tableau 24 : Résultats de calcul trafic.....	35
Tableau 25 : Valeur de la déclivité maximale.....	38
Tableau 26 : Rayons convexes.....	40
Tableau 27 : Rayons concaves	40
Tableau 28 : valeurs des déclivités et rayons des arcs de parabole choisis.....	41

Tableau 29 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40.....	43
Tableau 30 : Récapitulatif des distances : de freinage et d'arrêt.....	46
Tableau 31 : Valeur de d_{vdM} , d_{vdN} et d_{md}	47
Tableau 32 : Matériaux et coefficients d'équivalence	54
Tableau 33 : Données du trafic	55
Tableau 34 : Les différentes épaisseurs des couches du corps de chaussées choisies	56
Tableau 35 : Calcul des cubatures.....	58
Tableau 36 : Listing d'implantation des points d'axe	63
Tableau 37 : Implantation des parties courbe (Méthode 2)	68
Tableau 38 : Devis quantitatif estimatif.....	88

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure. 1 : les ruines romaines de Tipaza	3
Figure. 2 : relief traverse parle projet	4
Figure. 3 : organisation administratif de Tipaza	5
Figure. 4 : réseau routier de l'état de Tipaza	6
Figure. 5 : Présentation du projet	6
Figure. 6 : levé topographique route existante	8
Figure 7 : Elément de tracé en plan	12
Figure 8 : Eléments de raccordement circulaire.....	14
Figure 9 : Clothoïde.....	16
Figure 10 : Eléments d'un clothoïde	17
Figure 11 : Condition de gauchissement	18
Figure 12 : Calcul de raccordement parabolique	37
Figure 13 : Distance d'arrêt et de freinage	44
Figure 14 : Distance de perception.....	45
Figure 15 : L'espace entre deux véhicules	46
Figure 16 : Profil en travers	49
Figure 17 : Les éléments d'une route.....	50
Figure 18 : Profil en travers type	55
Figure 19 : Corps de chaussée	56
Figure 20 : Implantation d'arc de cercle par abscisses et ordonnées sur la tangente.....	67
Figure 21 : Implantation de clothoïde	67
Figure 22 : La signalisation routière horizontale.....	80
Figure 23 : Détail flèche de rabattement.....	81

Figure 24 : détail des lignes longitudinales et transversales	81
Figure 25 : Détail flèche de direction	82
Figure 26 : Signalisation verticale	83

RESUME

Le présent travail traite l'étude d'Avant-Projet Détaillé de l'évitement de la ville de Tipaza

Le projet prend naissance au niveau de l'échangeur du pôle universitaire au pk 23+340 de la voie expresse Bou Ismail-Cherchell et se raccorde à la pénétrante Ouest de Tipaza sur un linéaire de 4.6 km.

Le projet a pour objectif principal l'élimination du problème majeur que vit quotidiennement les usagers par rapport au trafic actuel sur la route nationale RN11, il facilitera la circulation dans des meilleures conditions de sécurité et de confort et il permettra de réduire l'ensemble des nuisances sonores et la pollution de l'air.

Notre présent travail consiste principalement à étudier en phase APD, de l'évitement de la ville de Tipaza sur un linéaire dépassant les quatre kilomètres.

Notre premier souci dans la conception de ce prolongement est l'usager de cette voie express. Notre objectif est de lui assurer un niveau de service en rapport avec le trafic résultant du développement économique de la région ; de décongestionner le trafic urbain ; de réduire le temps de parcours ; d'assurer une régularité dans les déplacements des usagers ; de réduire le nombre d'accidents et lui assurer une bonne fluidité de la circulation en générale et enfin, d'améliorer le cadre de vie des habitants. Et ceci ne se concrétisera que si on respecte toutes les normes

Pour venir à bout de cette étude, un certain ordre chronologique des étapes doit être respecter, à savoir :

- Le tracé en plan
- L'étude du trafic routier
- Le profil en long
- Le profil en travers
- Le dimensionnement du corps de chaussée,
- Calcul de cubatures
- Devis quantitatif et estimatif
- Implantation
- Signalisation
- Eclairage public

Ce sont ces grands axes qui nous permettront de mener à bien notre travail. Toute en ce réfèrent aux normes du B40

ABSTRACT

This work addresses the Detailed Preliminary Design Study for the Tipaza bypass.

The project begins at the university center interchange at kilometer 23+340 of the Bou Ismail-Cherchell expressway and connects to the Tipaza West Interchange over a 4.6 km stretch.

The main objective of the project is to eliminate the major problem experienced daily by users with the current traffic on the RN11 national road. It will facilitate traffic flow in better conditions of safety and comfort, and it will reduce overall noise and air pollution.

Our current work primarily consists of studying, in the preliminary design phase, the Tipaza bypass over a length exceeding four kilometers.

Our primary concern in the design of this extension is the users of this expressway. Our objective is to ensure a level of service commensurate with the traffic resulting from the region's economic development. To relieve urban traffic congestion; reduce travel times; ensure regular user travel; reduce the number of accidents and ensure good traffic flow in general; and finally, improve the living environment of residents. And this will only be achieved if all standards are respected.

To complete this study, a certain chronological order of steps must be followed, namely:

- ❖ Plan layout
- ❖ Road traffic study
- ❖ Longitudinal profile
- ❖ Cross-section
- ❖ Pavement design
- ❖ Volume calculation
- ❖ Bill of quantities and estimates
- ❖ Layout
- ❖ Signage
- ❖ Public lighting

These are the main axes that will allow us to successfully complete our work. While respecting the B40 standards,

ملخص

يتناول هذا العمل الدراسة الأولية التفصيلية لمشروع الطريق الالتفافي لمدينة تيبازة يبدأ المشروع عند تقاطع المركز الجامعي عند النقطة 23+340 من الطريق السريع بو إسماعيل-شرشال ويتصل بمدخل تيبازة الغربي على طول 4.6 كم. الهدف الرئيسي للمشروع هو القضاء على المشكلة الرئيسية التي يواجهها المستخدمون يوميًا فيما يتعلق بحركة المرور الحالية على الطريق الوطني RN11. وسيسهل حركة المرور في ظروف أفضل من السلامة والراحة وسيفقل من كافة التلوث الضوضائي وتلوث الهواء. يتكون عملنا الحالي بشكل أساسي من دراسة تجنب مدينة تيبازة على مسافة تزيد عن أربعة كيلومترات في مرحلة APD.

إن اهتمامنا الأول في تصميم هذا الامتداد هو استخدام هذا الطريق السريع. هدفنا هو توفير مستوى من الخدمة يتناسب مع حركة المرور الناتجة عن التنمية الاقتصادية للمنطقة؛ لتخفيف الازدحام المروري في المناطق الحضرية؛ لتقليل وقت السفر؛ لضمان انتظام تحركات المستخدمين؛ لتقليل عدد الحوادث وضمان انسياب حركة المرور بشكل عام وأخيرا تحسين البيئة المعيشية للسكان. وهذا لن يحدث إلا إذا احترمنا كافة المعايير. ولإكمال هذه الدراسة، لا بد من مراعاة تسلسل زمني معين للخطوات، وهو:

- ❖ مخطط الخطة
- ❖ دراسة حركة المرور على الطرق
- ❖ الملف الطولي
- ❖ الملف المقطعي
- ❖ تحديد أبعاد هيكل الطريق،
- ❖ حساب المكعبات
- ❖ عرض سعر كمي وتقديري
- ❖ التنفيذ
- ❖ الإشارات
- ❖ الإنارة العامة

وهذه هي المجالات الرئيسية التي ستمكننا من القيام بعملنا. كل هذا في إشارة إلى معايير B40

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	I
DEDICACES	II
TABLE DES MATIERES	III
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
LISTE DES FIGURES	X
RESUME	XI
ABSTRACT.....	XII
ملخص	XIII
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET	
1. La ville de Tipaza	3
1.1. Position géographique.....	3
1.2. Cadre physique	3
1.2.1. Relief.....	4
1.2.2. Hydrographie.....	4
1.3. Climat.....	4
1.4. Organisation administrative	4
1.5. Infrastructures structurantes	5
1.5.1. Infrastructures routières	5
1.6. Ouvrages d'art	6
1.7. Ports	6
2. Présentation du projet	6
2.1. Relief traverse parle projet	7
2.2. Description du trace	7
2.3. Objectif du projet.....	7
2.4. Données de projet	7
2.4.1. Plan topographique	7
2.4.2. Trafic	8
2.4.3. Catégorie	8
2.4.4. Indice CBR	8
CHAPITRE II : TRACE EN PLAN	
1. Introduction	10

2. Règles a respecter dans le trace en plan.....	10
3. Catégorie d'une route.....	10
4. Environnement de la route	11
4.1. Dénivelée cumulée moyenne.....	11
4.2. Sinuosité.....	11
5. Vitesse de référence	12
6. Les éléments d'un tracé en plan :	12
6.1. Alignements droits.....	12
6.2. Pourcentage alignement droit.....	13
6.3. Arcs de cercle	13
6.4. Rayons en plan normés	13
6.4.1. Le rayon minimal absolu RHM.....	13
6.4.2. Le rayon minimal normal RHN.....	13
6.4.3. Le rayon au devers minimal RHD	13
6.4.4. Le rayon au déverse RHND	13
7. Le choix des rayons	14
8. Les éléments des raccordements circulaires.....	14
9. Gisement d'une direction	15
10. Distance.....	15
11. Stabilité en courbe	15
12. Devers	15
12.1. Devers en alignement droit	15
12.2. Devers vers l'intérieur des courbes	15
12.3. Devers associés aux rayons choisis	16
13. Raccordement progressif	16
13.1. La clothoïde.....	16
13.2. Longueur des raccordements.....	17
13.3. La condition de confort dynamique.....	17
13.4. La condition optique	17
13.5. Condition de gauchissement	18
13.6. Vérification de non chevauchement	18
13.7. Formules de calcul des éléments de la clothoïde	18
14. Application au projet	19
14.1. Introduction.....	19
14.2. L'étude géométrique et conceptuelle de la route	19
14.3. Notions sur le logiciel « Covadis »	20
14.4. Calcul d'axe :	20
14.5. Catégorie de la route.....	20
14.6. Définition de l'axe.....	20
14.7. Environnement de la route	21
14.7.1. Dénivelée cumulée moyenne.....	22
14.7.2. Calcul de la sinuosité	24
14.8. Vitesse de référence.....	25

14.9. Calcul des rayons en plan normés	25
14.10. Devers	25
14.10.1. Détermination du coefficient transversal f_t	25
14.10.2. Détermination du coefficient f'	25
14.11. Rayons en plan choisis	26
14.12. Calcul des devers associés aux rayons horizontaux choisis	26
14.13. Calculs des éléments de chaque raccordement circulaire.....	26
14.14. La longueur du tronçon et pourcentage en alignement droit et courbe	27
14.15. Raccordement progressif	27
14.15.1. Déterminations des longueurs des clothoïdes	27
14.15.2. Calculs des éléments des clothoïdes.....	29
 CHAPITRE III : ETUDE DU TRAFIC	
1. Introduction	31
2. Analyse du trafic	31
3. Différents types de trafics	31
a) Trafic normal	31
b) Trafic dévié	31
c) Trafic induit	32
d) Trafic total	32
4. Calcul de la capacité	32
4.1. Définition de la capacité	32
5. Détermination de nombre de voies	32
5.1. Calcul du trafic moyen journalier (TMJA)	32
5.2. Calcul des trafics effectifs	33
5.3. Débit de pointe horaire normal	33
5.4. Débit horaire admissible	33
6. Calcul du nombre de voie	34
7. Application au projet	34
7.1. Les résultats des calculs	35
 CHAPITRE IV : PROFIL EN LONG	
1. Définition	37
2. Ligne projet	37
3. Eléments constituant la ligne rouge	38
3.1. Les alignements	38
3.2. Déclivités	38
3.2.1. Déclivités minimal.....	38
3.2.2. Déclivités maximal	38
3.3. Raccordement en profil en long	39
3.3.1. Raccordements verticaux	39
3.3.1.1. Raccordement convexe (angle saillant)	39
3.3.1.2. Raccordement concave (angle rentrant)	40
4. Application au projet	41

4.1. Conception longitudinale	41
4.2. La déclivité maximale.....	41
4.2.1. Les déclivités projet et valeurs des rayons des arcs de paraboles	41
5. Conclusion.....	41

CHAPITRE V : ETUDE CINEMATIQUE

1. Distance de freinage.....	43
2. Temps de réaction.....	43
3. Distance d'arrêt	44
3.1. En alignement droit	44
3.2. En courbe	44
4. Distance de perception.....	44
5. Distance de sécurité	45
6. Manœuvre de dépassement	46
7. Application au projet	46

CHAPITRE VI : PROFIL EN TRAVERS ET DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1. Définitions.....	49
2. Structure de la chaussée	51
2.1. Définition	51
2.2. Les efforts dus aux véhicules	51
2.3. Résistance des sols de fondation	51
2.4. Les différentes catégories de chaussées	52
2.4.1. Chaussées souples	52
2.4.2. Chaussées rigides	52
2.4.3. Chaussées semi-rigides	52
2.5. Choix du type de chaussée	52
3. Structure de la chaussée souple	52
3.1. Couche de roulement	52
3.2. Couche de base	53
3.3. Couche de fondation	53
3.4. Couche anti-contaminante.....	53
3.5. Couche anticapillaire	53
3.6. Couche drainante	53
3.7. Protection antigel.....	53
4. Dimensionnement du corps de chaussée.....	53
4.1. Méthode de C.B.R	53
5. Application au projet	54
5.1. Le profil en travers type	54
5.2. L'épaisseur du corps de chaussée	55
5.2.1. Données.....	55

CHAPITRE VII : CUBATURES

1. Introduction	58
-----------------------	----

2. Définitions	58
3. Les résultats des calculs de cubature	58

CHAPITRE VII : IMPLANTATION

1. Définition	63
2. Implantation des sommets	63
2.1. Méthode : coordonnées rectangulaires.....	63
2.2. Listing d'implantation planimétrique et altimétrique des profils	63
3. Autres méthodes	67
3.1. Implantation de courbes	67
3.1.1. Raccordement circulaire	67
3.1.1.1. Exemple de méthode d'implantation	67
3.1.2. Raccordement progressif.....	67
3.1.2.1. Piquetage par coordonnées rectangulaires	68
3.1.2.2. Piquetage par coordonnées polaire	68
4. Applications au projet.....	68

CHAPITRE VIII : SIGNALISATION

1. Introduction	76
2. L'objet de la signalisation routière	76
3. Règles à respecter pour la signalisation	76
4. Catégories de signalisation	77
5. Types de signalisation	77
5.1. La signalisation routière horizontale	77
5.2. Lignes courantes	77
5.2.1. Lignes de rive	77
5.2.2. Lignes continues	77
5.2.3. Lignes discontinues.....	77
5.2.4. Lignes de dissuasion et d'avertissement.....	77
5.2.4.1. Ligne de dissuasion	78
5.2.4.2. Ligne d'avertissement.....	78
5.2.5. Marquage de voies particulières	78
5.2.5.1. Voies de stockage	78
5.2.5.2. Voies d'accélération et de décélération	78
5.2.5.3. Voies d'entrecroisement seul	79
5.2.5.4. Voies pour véhicules lents	79
5.2.6. Marquage relatifs aux priorités.....	79
5.3. Signalisation routière verticale	79
5.3.1. Signaux de danger.....	79
5.3.2. Signaux comportant une prescription absolue.....	79
5.3.3. Signaux à simple indication	80
5.3.4. Signaux de position des dangers.....	80
5.3.5. Catégories de panneaux	80

CHAPITRE IX : ECLAIRAGE

1. Introduction	85
2. Catégories d'éclairage.....	85
2.1. Éclairage dans un giratoire	85
2.2. Croisement de deux éclairages	85
2.3. Éclairage d'un croisement de route	86
3. Paramètres de l'implantation des luminaires	86
3.1. Éclairage de la voie le long de la route	86
CHAPITRE X : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	
1. Définition	88
1.1. Tableau de calculs.....	88
CONCLUSION GENERALE.....	89
BIBLIOGRAPHIE	90

INTRODUCTION

Les infrastructures de transport telles que les routes et les ouvrages d'art assurent les meilleures conditions de déplacement au sein du périmètre urbain ou régional d'une ville. Ces éléments de communications sont d'une grande importance sociale et économique pour un pays.

En effet, durant ces dernières années, l'Algérie a connu un grand développement dans son réseau routier. Parmi ces réseaux, on note l'évitement de la ville de Tipaza qui permettra le désengorgement de la RN11,

L'unique route nationale (RN11) ne suffit plus pour accueillir les centaines de milliers de véhicules qui utilisent les tronçons de la RN11.

De gros problèmes de circulation sont attendus chaque saison estivale. Les accidents routiers se sont multipliés malheureusement.

Le présent travail traite l'étude d'Avant-Projet Détaillé de l'évitement de la ville de Tipaza

Le projet prend naissance au niveau de l'échangeur du pôle universitaire au pk 23+340 de la voie expresse Bou Ismail-Cherchell et se raccorde à la pénétrante Ouest de Tipaza sur un linéaire de 4.6 km.

Le projet a pour objectif principal l'élimination du problème majeur que vit quotidiennement les usagers par rapport au trafic actuel sur la route nationale RN11, il facilitera la circulation dans des meilleures conditions de sécurité et de confort et il permettra de réduire l'ensemble des nuisances sonores et la pollution de l'air.

Le but de cette étude est de fournir une description complète de l'étude d'avant-projet détaillée (APD) d'un tronçon de plus de quatre kilomètres de cet évitement en tenant compte des contraintes d'ordre urbanistiques ou environnementales dans le couloir où s'inscrira le projet

Pour ce faire et afin d'atteindre le but visé, on respectera le plan ci-dessous :

Après une introduction générale sur notre travail, et une présentation globale du projet en chapitre 1, nous traiterons les autres chapitres suivants :

- Chapitre 2 : Le tracé en plan
- Chapitre 3 : L'étude du trafic routier
- Chapitre 4 : Le profil en long
- Chapitre 5 : Le profil en travers dimensionnement du corps de chaussée
- Chapitre 6 : Calcul de cubatures
- Chapitre 7 : Devis quantitatif et estimatif
- Chapitre 8 : Implantation
- Chapitre 9 : Signalisation
- Chapitre 10 : Eclairage public

Et enfin nous terminerons par une conclusion générale

CHAPITRE I

PRESENTATION DU PROJET

PRESENTATION DU PROJET

1. LA VILLE DE TIPAZA

Tipaza (en arabe : تيبازة tibaza, en berbère : ⵜⴰⴳⴷⴰⵣⴰⵢⵜ) est une ville algérienne côtière Elle est située à 61 km à l'ouest d'Alger.

Située sur La côte, au pied du Mont Chenoua, Tipaza a le charme des villes que confère la proximité de la montagne et de la mer. Outre ses potentialités agricoles avérées, la wilaya de Tipaza se distingue par sa vocation touristique. Elle dispose d'un patrimoine historique important, atout appréciable pour le développement socio-économique de la région.



Figure 1 : les ruines romaines de tipaza

1.1. POSITION GEOGRAPHIQUE

La Wilaya de Tipasa se situe au Nord du tell central, elle est limitée géographiquement par :

- ❖ La Mer Méditerranée au Nord ;
- ❖ La Wilaya de Blida au Sud ;
- ❖ La Wilaya d'Alger à l'Est ;
- ❖ La Wilaya de Chlef à l'Ouest ;
- ❖ La Wilaya de Aïn-Defla au Sud-Ouest.

Le territoire de la Wilaya de Tipasa couvre une superficie de 1707 Km², répartie comme suit :

- ❖ Montagnes : 336 Km² (20 %) ;
- ❖ Collines et piémonts : 577 Km² (34 %) ;
- ❖ Plaines : 794 Km² (46 %).

1.2. CADRE PHYSIQUE

1.2.1. Relief



Figure 2 : Relief traverse par le projet

Au Nord-Ouest de la Wilaya la chaîne de montagnes comprenant l'Atlas Blidéen laisse la place à deux importants ensembles :

- ❖ Les Monts du Dahra et du Zaccar ;
- ❖ Le Mont du Chenoua.

Au Nord Est, la Mitidja s'étendant essentiellement sur la Wilaya de Blida se trouve limitée au niveau de la Wilaya de Tipasa par le bourrelet constitué par le sahel (Altitude Moyenne 230 m).

1.2.2. Hydrographie

Compte tenu de sa position géographique, la Wilaya de Tipasa dispose d'un réseau hydraulique relativement important. D'est en ouest, nous rencontrons :

- ❖ Oued Mazafran;
- ❖ Oued El-Hachem;
- ❖ Oued Djer;
- ❖ Oued Damous.

1.3. CLIMAT

La Wilaya de Tipasa se situe dans un seul étage bioclimatique subdivisé en 02 variantes :

- ❖ L'étage subhumide caractérisé par un hiver doux dans la partie Nord ;
- ❖ L'étage subhumide caractérisé par un hiver chaud dans la partie Sud.

Pluviométrie : Les précipitations moyennes enregistrées par la station de Merad font ressortir une pluviométrie moyenne annuelle de 615 mm, durant la période allant au 1978-2019.

Températures : Elles varient entre 33°C pour les mois chauds de l'été (Juillet, Août) à 5,7°C pour les mois les plus froids (Décembre à Février).

1.4. ORGANISATION ADMINISTRATIVE :

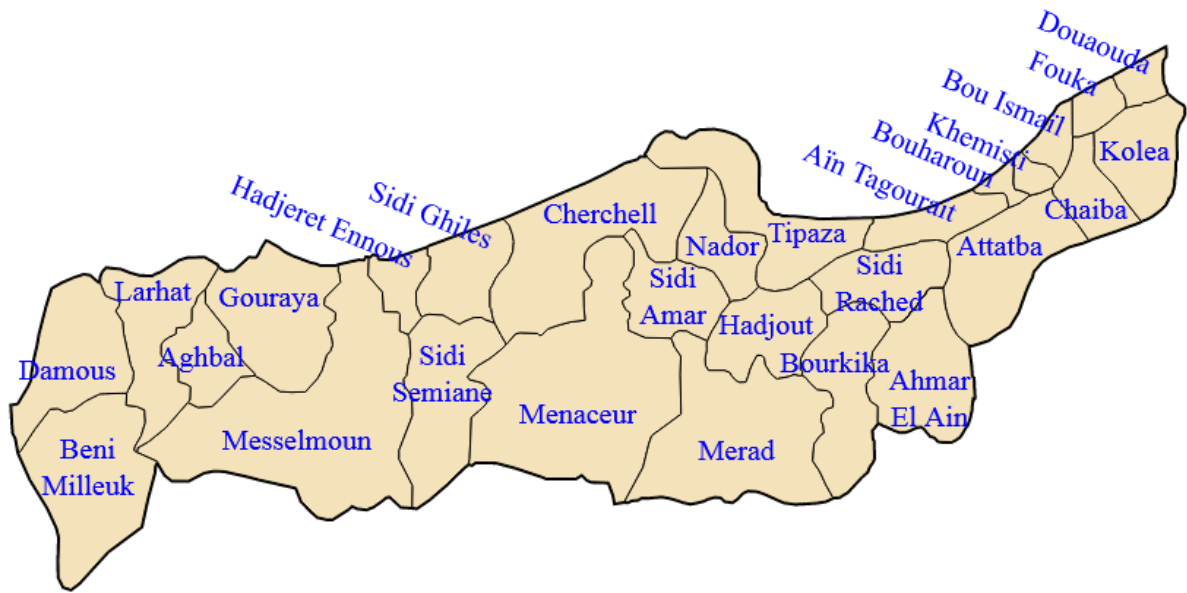


Figure 3 : organisation administratif de Tipaza

La Wilaya de Tipasa compte 28 Communes regroupées en 10 daïras comme suit:

DAÏRAS	COMMUNES
TIPASA	TIPASA
KOLEA	KOLEA-CHAIBA-ATTATBA
CHERCHELL	CHERCHELL-SIDI-GHILES-HADJRET-ENNOUS SIDI SEMIANE
HADJOUT	HADJOUT-MEURAD
GOURAYA	GOURAYA-MESSELMOUN-AGHBAL
FOUKA	FOUKA-DOUAOUDA
BOU-ISMAIL	BOU ISMAIL-AIN TAGOURAIT-BOU HAROUN- KHEMISTI
DAMOUS	DAMOUS-LARHAT-BENI MILLEUK
SIDI AMAR	SIDI AMAR-NADOR-MENACEUR
AHMEUR EL AIN	AHMEUR EL AIN-BOURKIKA-SIDI RACHED

1.5. INFRASTRUCTURES STRUCTURANTES

1.5.1. INFRASTRUCTURES ROUTIERES:

Le réseau routier de la wilaya de Tipasa est constitué de 1 710,565 kms dont 14,4 % de routes nationales, 15,5% de chemins de wilaya, 66% de Chemins communaux et 4,1% de routes voie Express.

Ce réseau se présente comme suit :

- ❖ 03 kms de routes double voie ;
- ❖ 70 kms de routes voie Express ;
- ❖ 246,674 kms de routes nationales ;
- ❖ 265,072 kms de chemins de wilaya ;
- ❖ 1 128,819 kms de chemins communaux dont 302,24 kms non revêtus soit 35,6%.



Figure 4 : réseau routier de l'état de Tipaza

1.6. OUVRAGES D'ART :

La wilaya comporte 93 ouvrages d'art dont 43 en bon état, 30 dans un état moyen et 20 en mauvais état.

1.7. PORTS

La Wilaya de Tipasa dispose de 05 ports localisés à Gouraya, Cherchell, Bouharoun, Khemisti et Tipasa.

Celui de Gouraya par son aménagement et son extension, il est appelé à jouer un rôle moteur de développement dans toute la zone Ouest de la Wilaya.

2. PRESENTATION DU PROJET



Figure 5 : relief traverse par le projet

Le présent Travail traite l'étude d'Avant-Projet Détaillé de l'évitement de la ville de Tipaza.

2.1. RELIEF TRAVERSE PAR LE PROJET :

Le projet prend naissance au niveau de l'échangeur du pôle universitaire au pk 23+340 de la voie expresse Bou Ismail-Cherchell et se raccorde à la pénétrante Ouest de Tipaza sur un linéaire de 4.6 km.

2.2. DESCRIPTION DU TRACE :

D'un linéaire de 4,52 Kms, l'évitement prend origine au niveau de l'échangeur du pôle universitaire au PK 23+340 de la voie expresse Bou Ismail-Cherchell, puis elle emprunte une piste qui longe Oued Sidi Mer Zoug par le Nord.

Au PK0+000 un carrefour giratoire est projeté au niveau du pôle universitaire. Au PK 1+066 un carrefour giratoire est projeté, puis le tracé s'oriente légèrement vers l'Ouest en croisant oued Sidi Mer Zoug au PK2+200, le franchissement de l'oued se fera par la projection d'un dalot.

Par la suite, le tracé passe par le Sud du site AADL (HAY EL GHARBI), où un carrefour giratoire est projeté au PK2+700.

Au PK 3+295 et au PK 3+350, l'axe croise une route revêtue où sera prévu un carrefour, par la suite au PK 4+194 un carrefour giratoire sera projeté au niveau du croisement d'une route revêtue.

L'évitement prend fin au PK 4+520 et se raccorde à la pénétrante Ouest de Tipaza par un carrefour giratoire projeté.

2.3. OBJECTIF DU PROJET :

Le projet a pour objectif principal l'élimination du problème majeur que vit quotidiennement les usagers par rapport au trafic actuel sur la route nationale RN11, il facilitera la circulation dans des meilleures conditions de sécurité et de confort et il permettra de réduire l'ensemble des nuisances sonores et la pollution de l'air.

2.4. DONNEES DE BASE

2.4.1. PLAN TOPOGRAPHIQUE :

Tout projet de route nécessite un document de base, qui est le plan topographique. Ce plan doit représenter fidèlement le terrain en question.

Pour notre étude on dispose d'un levé topographique numérique établi à l'échelle 1/1000 comportant les détails planimétriques et altimétriques du terrain naturel.

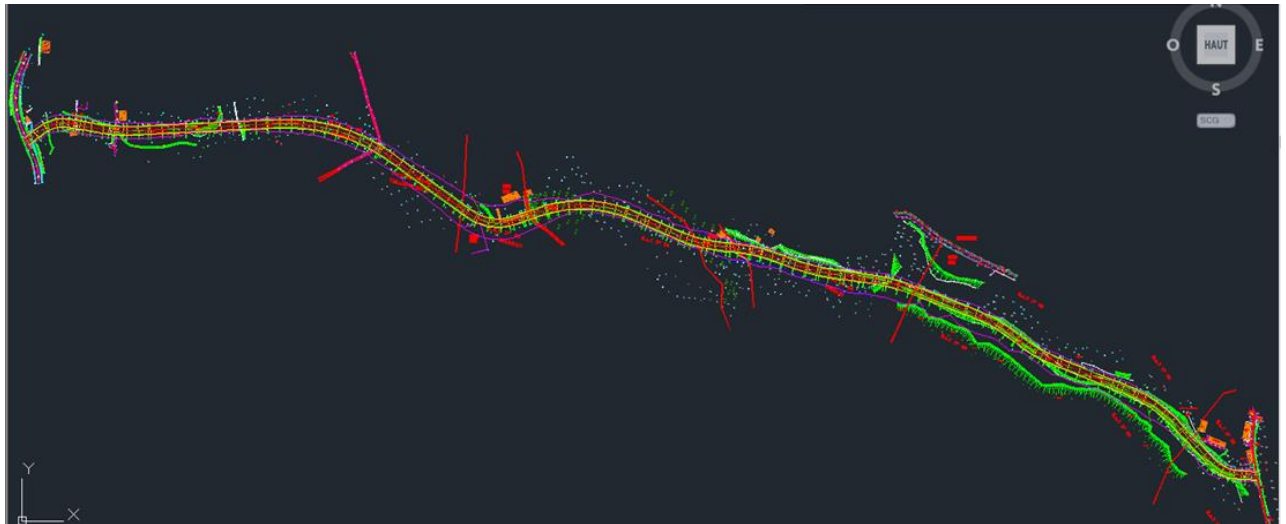


Figure 6 : levé topographique route existante

2.4.2. TRAFIC

TMJA	7400 V/J
Taux d'accroissement : τ	5%
% Poids lourd	14%
Année de comptage	2024
Année de mise en service	2027
Durée de vie	20

2.4.3. CATEGORIE : CAT 2

2.4.4. Indice CBR : I = 6

CHAPITRE II

TRACE EN PLAN

TRACE EN PLAN

1. INTRODUCTION

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à 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 nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.

2. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN

Pour un tracer en plant normaliser il nous faut :

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Appliquer les normes de B40 si possible.
- Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour de raison économique.
- Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Respecter la cote des plus hautes eaux. Et la longueur minimale de l'alignement droit.
- Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- Se raccorder sur les réseaux existants

3. CATEGORIE D'UNE 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 Algérienne sont classées en cinq (5) catégorie 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

4. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE

Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

4.1. Dénivelée cumulée moyenne

La somme des dénivelées cumulées, le long de l'itinéraire existant, rapportée à la longueur de cet itinéraire, permet de mesurer la variation longitudinale du relief. (B40)

$$\frac{H}{L} = \frac{\left| \sum_{P_i > 0} P_i \ell_i + \sum_{P_i < 0} P_i \ell_i \right|}{L}$$

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

Tableau 1: 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	$Dc > 4\%$

4.2. 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.

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

Les valeurs seuils, déterminées par l'analyse de nombreux itinéraires en Algérie permettent de caractériser trois domaines de sinuosité.

Tableau 2: Sinuosité

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

5. VITESSE DE REFERENCE

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 en fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

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

Tableau 3: Vitesse de référence

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

6. LES ELEMENTS D'UN TRACE EN PLAN :

Un tracé en plan est constitué de trois éléments (comme il est schématisé ci-dessous) :

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

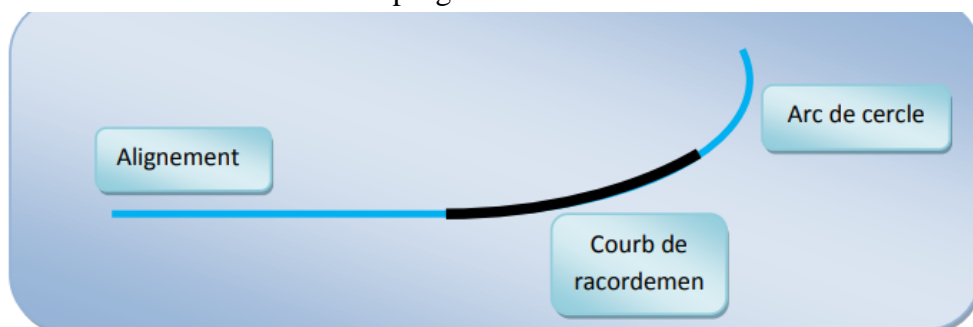


Figure 7 : Elément de tracé en plan

6.1. ALIGNEMENTS DROITS

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités
- La longueur minimale est celle correspondant à un chemin parcouru durant un temps d'adaptation (t)

6.2. POURCENTAGE ALIGNEMENT DROIT

Pendant longtemps le tracé rectiligne a été considéré comme le meilleur parce qu'il est le plus court, mais ce tracé représente des inconvénients dans les grands alignements, éblouissement, torpeur du conducteur, vitesse excessive, esthétique difficile.

C'est pour cela qu'il est préférable de remplacer les longs alignements droits par des successions d'alignements courts ou par des courbes à grands rayons. Le facteur le plus important est le pourcentage des alignements droits d'une section de route. Il est recommandé de limiter ce pourcentage de 40 à 60 %

6.3. ARCS DE CERCLE

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

Pour cela on essaie de choisir des rayons les plus grands possibles pour éviter de descendre en dessous du rayon minimum préconisé.

6.4. RAYONS EN PLAN NORMES

6.4.1. LE RAYON MINIMAL ABSOLU RHM

C'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et parcourue par la vitesse de référence

$$R_{Hm} = \frac{V_r^2 \text{ (Km/h)}}{127(d + ft)}$$

6.4.2. LE RAYON MINIMAL NORMAL RHN

RHN est le rayon minimal absolu relatif à la vitesse de référence immédiatement supérieure. Il lui est associé un dévers égal à $d_{max} - 2\%$ pour les catégories 1-2-3 et 4. Ce dévers est réduit à 6% ($= d_{max} - 3\%$) pour la catégorie 5.

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

6.4.3. LE RAYON AU DEVERS MINIMAL RHD

RHd est le rayon au deçà duquel les chaussées sont déversées vers l'intérieur du virage et tel que l'effet centrifuge résiduel soit équivalent à celui subi par le véhicule circulant à la même vitesse en alignement droit (devers : $- d_{min} \%$)

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

6.4.4. LE RAYON NON DEVERSE RHND

C'est le rayon tel que l'accélération centrifuge résiduelle que peut parcourir un véhicule roulant à la vitesse $V = V_r$ et présente un dévers vers l'extérieur.

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

7. LE CHOIX DES RAYONS

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a aucun rayon inférieur au rayon minimum absolu R_{Hm}. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal R_{HN}.

8. LES ELEMENTS DES RACCORDEMENTS CIRCULAIRES

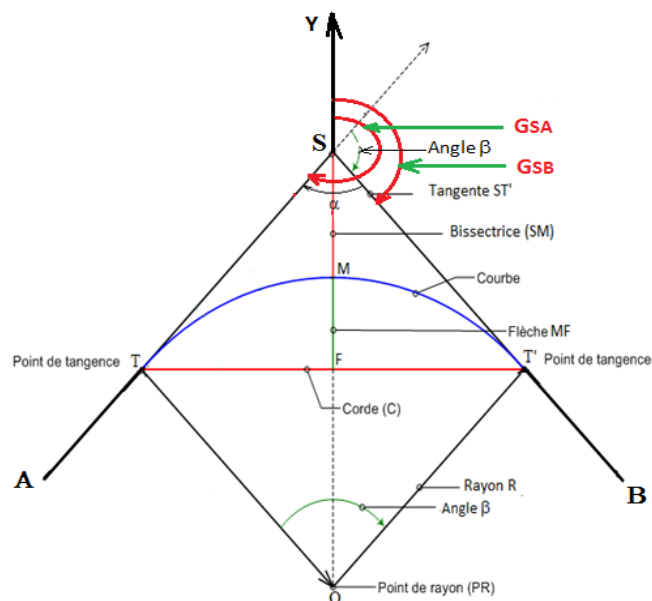


Figure 8 : éléments de raccordement circulaire

Formules de calculs des éléments de raccordement circulaire

La tangente $ST = ST' = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$

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 flèche $F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$

L'angle au centre

D'après le cas de figure, l'angle au centre β est donné par :

$$\alpha = G_{SA} - G_{SB} \quad \text{et} \quad \beta = 200 - \alpha$$

9. GISEMENT D'UNE DIRECTION

Le gisement d'une direction est l'angle dans le sens topographique (des aiguilles d'une montre) entre l'axe des Y et une direction donnée

Exemple : Calcul du Gisement de la direction S1S2

$$G_{SA} = \arctg \frac{\Delta X}{\Delta Y} = \arctg \frac{X_A - X_S}{Y_A - Y_S}$$

10. DISTANCE

La distance SA est donnée par la relation :

$$SA = \sqrt{(X_A - X_S)^2 + (Y_A - Y_S)^2}$$

11. STABILITE EN COURBE

Dans un virage de rayon R un véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système, afin de réduire l'effet de la force centrifuge on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur du virage (éviter le phénomène de dérapage) d'une pente dite devers

12. 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

12.1. 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
- Paramètres liés à la route : nature et état du revêtement de surface

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

12.2. DEVERS VERS L'INTERIEUR 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 4 : Devers en fonction de l'environnement

Devers \ Environnement	Facile	moyen	Difficile
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%

12.3. DEVERS ASSOCIES AUX RAYONS CHOISIS

1^{er} cas :

Le rayon choisi : $R \geq R_{HND}$ → Le dévers associé « d » est celui de l'alignement droit

2^{ème} cas :

Le rayon choisi : $R_{HD} \leq R \leq R_{HND}$ → Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

3^{ème} cas :

Si $R_{HN} \leq R \leq R_{HD}$, le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à R_{HN} et celui associé à R_{HD} .

$$d(R) = \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{HD}} \right) \left[\frac{d(R_{HN}) - d(R_{HD})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{HD}}} \right] + d(R_{HD})$$

4^{ème} cas :

Si $R_{Hm} < R < R_{HN}$, la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

$$d(R) = \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{HN}} \right) \left[\frac{d(R_{Hm}) - d(R_{HN})}{\frac{1}{R_{Hm}} - \frac{1}{R_{HN}}} \right] + d(R_{HN})$$

13. RACCORDEMENT PROGRESSIF

13.1. LA 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 raccords à courbure progressive conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usagers. Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules.

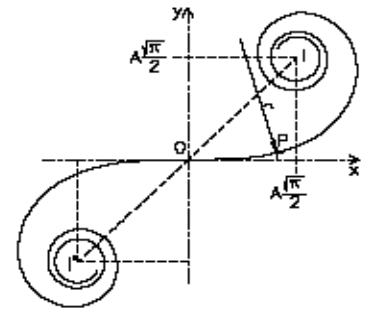


Figure 9: Clothoïde

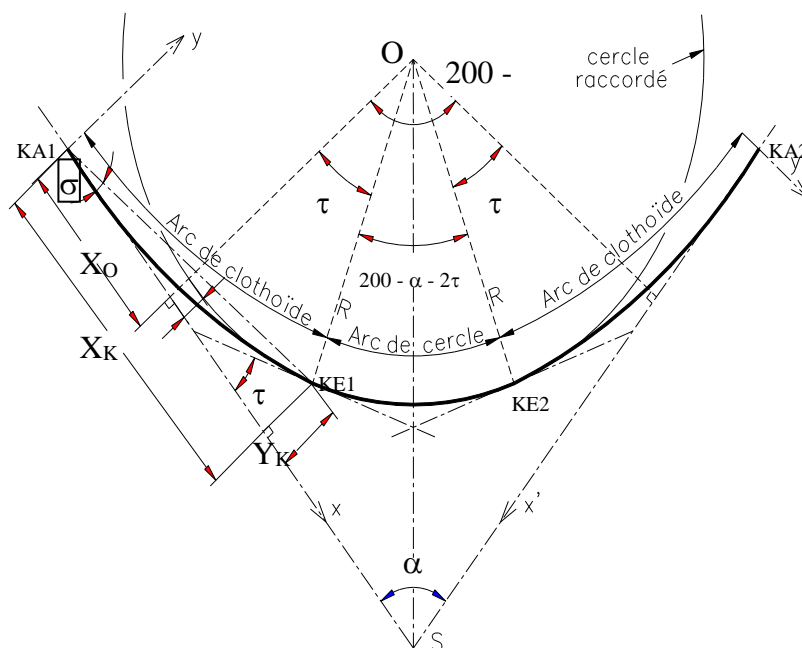


Figure 10 : éléments d'un clothoïde

13.2. LONGUEUR DES RACCORDEMENTS

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

13.3. 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.

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

13.4. 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.

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

13.5. 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

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

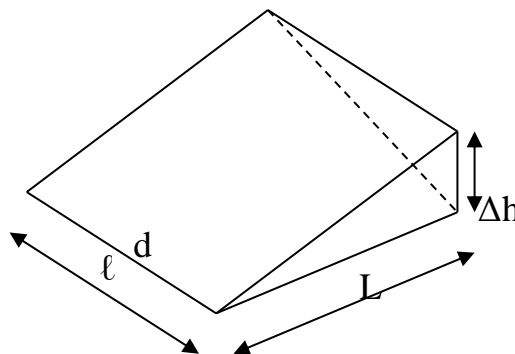


Figure 11 : condition de gauchissement

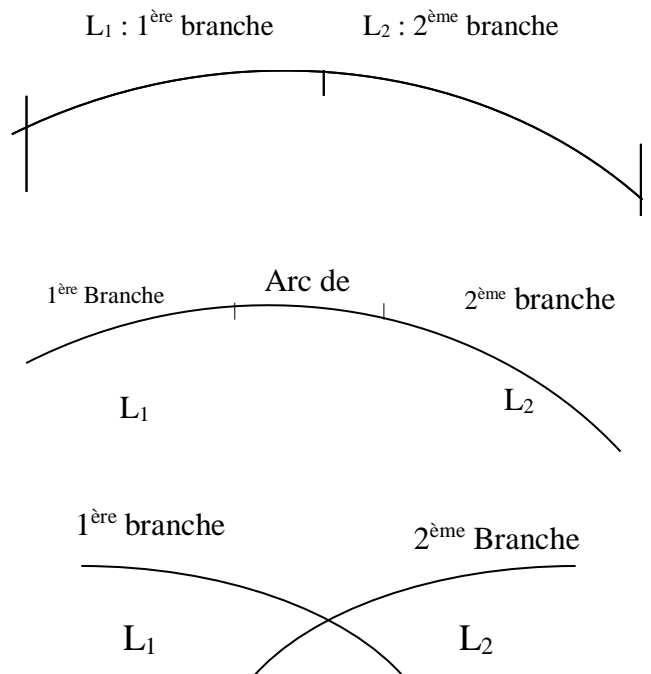
13.6. VERIFICATION DE NON CHEVAUCHEMENT

13.7.

1^{er} cas : $\tau = \frac{\beta}{2}$ Clothoïde sans arc de cercle.

2^{ème} cas : $\tau < \frac{\beta}{2}$ Clothoïde avec arc de cercle.

3^{ème} cas : $\tau > \frac{\beta}{2}$ Clothoïde impossible



13.8. FORMULES DE CALCUL DES ELEMENTS DE LA CLOTHOÏDE

Tableau 5 : Formules de calcul des éléments de la clothoïde

Paramètre de la clothoïde		
R	Rayon (m)	
L	Longueur de la clothoïde (m)	
A	Paramètre de la clothoïde (m)	$A = \sqrt{R \cdot L}$
α	Angle au sommet (gr)	
β	Angle au centre (gr)	$\beta = 200 - \alpha$
τ	Angle des tangentes (gr)	$\tau = \frac{L}{2R}$
γ	Angle au centre Partie circulaire (gr)	$\gamma = 200 - \alpha - 2\tau$
X _{KE}	Abscisse de l'extrémité de la cloth. (m)	$X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$
Y _{KE}	Ordonnée de l'extrémité de la cloth. (m)	$Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$
σ	Angle Polaire (gr)	$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$
L _{cercle}	Long, de la partie circulaire (m)	D cercle : $D = \frac{\pi R \theta}{200}$
SL	Longueur de la corde KA-KE (m)	$SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$
X _o	Abscisse du centre (m)	$X_o = X_{KE} - R \sin \tau$
Y _o	Ordonnées du centre (m)	$Y_o = Y_{KE} + R \cos \tau$
KA-O	Distance KA-centre (m)	$KAO = \sqrt{X_o^2 + Y_o^2}$
ΔR	Ripage (m)	$\Delta R = \frac{L^2}{24R}$
DT	Developée totale (m)	$DT = 2L + D_{cercle}$
T = SKA	Distance S-KA (m)	$T = X_o + (R + \Delta R) \cotg(\alpha/2)$
TK	Tangente courte (m)	$TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$
TL	Tangente Longue (m)	$TL = X_{KE} - \left(\frac{Y_{KE}}{\cos \tau} \right)$
B	Bissectrice (m)	$B = \frac{(R + \Delta R)}{\cos \frac{\alpha}{2}}$

14. APPLICATION AU PROJET

14.1. 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.

Il s'agit pour nous de déterminer un tracé optimal, de concevoir et aménager ce tronçon routier dans le respect des normes de conception tout en tenant compte de l'aspect économique. La méthodologie adoptée portera essentiellement sur le logiciel Covadis 10.1 qui est actuellement un produit de référence en matière de conception routière.

14.2. L'ETUDE GEOMETRIQUE ET CONCEPTUELLE DE LA ROUTE

Il s'agira ici d'élaborer les différentes étapes de la projection suivant les prescriptions et normes en vigueur. Toute l'étude sera faite sur le logiciel Covadis 10.1. Nous réunirons toutes les données nécessaires pour l'élaboration d'un tracé répondant aux normes de conception. Nous commencerons par le tracé en plan à partir d'un fond de plan topographique ; puis ensuite viennent le profil en long, l'élaboration des profils en travers, le calcul des cubatures, et l'édition des différents plans.

14.3. NOTIONS SUR LE LOGICIEL « COVADIS »

Covadis est un applicatif AutoCAD, c'est à dire complètement intégré à ce logiciel et ne peut pas fonctionner sans. Cet applicatif possède un module pour les calculs topométries, qui permet tous les calculs. Un module "2D" regroupe toutes les fonctions de gestions des points topographiques, de dessins géométriques, listings etc...

Le module "3D" propose le calcul de MNT, le dessin de profils et tous les outils nécessaires à la conception de projet.

COVADIS est spécialement dédié aux bureaux d'études en infrastructure, aux entreprises de travaux publics, aux collectivités locales et territoriales, ainsi qu'aux cabinets de géomètres. Il permet de traiter un projet d'infrastructure de sa phase initiale à sa phase finale.

Il contient en un seul logiciel, l'ensemble des modules « métiers » exploités quotidiennement par les bureaux d'études VRD et les entreprises de BTP. COVADIS fonctionne sur toutes les versions récentes d'AutoCAD.

14.4. CALCUL D'AXE :

Cette étape ne peut être effectuée parfaitement qu'après avoir déterminé le couloir par lequel passera la voie. Le calcul d'axe consiste à déterminer tous les points de l'axe, en exprimant leurs coordonnées ou directions dans un repère fixe.

14.5. CATEGORIE 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 Algérienne sont classées en cinq (5) catégorie fonctionnelles

La catégorie de notre route est : Catégorie 2

14.6. DEFINITION DE L'AXE

Tableau 6 : coordonnées planimétrique définissant l'axe du tracé

COVADIS - LISTING D'UN AXE EN PLAN (Nouveau Projet 1)

Nom du dessin	C:\Users\hp7\Desktop\Sujet02_PFE_09_05_2025_AlignDroit.dwg
Date du listing	09/05/2025 à 08:47:08

Element	Gisement	Rayon	X Centre	Y Centre	Paramètre	Longueur	Abscisse	X	Y
Alignement droit	56,582					113,000	113,000	448709,622	4048799,593
Alignement droit	111,102					218,006	331,006	448797,345	4048870,822
Alignement droit	96,917					761,798	1092,804	449012,045	4048832,998
Alignement droit	139,157					627,101	1719,905	449772,950	4048869,876
Alignement droit	78,179					346,786	2066,691	450285,124	4048508,028
Alignement droit	126,518					408,911	2475,602	450611,738	4048624,578
Alignement droit	106,691					206,241	2681,843	450985,683	4048459,130
Alignement droit	122,152					202,613	2884,456	451190,786	4048437,495
Alignement droit	108,460					268,764	3153,220	451381,256	4048368,406
Alignement droit	122,840					370,531	3523,751	451647,650	4048332,794
Alignement droit	140,398					184,079	3707,830	451994,589	4048202,692
Alignement droit	124,125					428,436	4136,266	452142,832	4048093,563
Alignement droit	151,547					330,649	4466,915	452540,870	4047935,061
Alignement droit	105,127					118,168	4585,083	452768,923	4047695,644
								452886,708	4047686,138

14.7. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE

Les deux indicateurs adoptés pour caractériser chaque classe d'environnement sont :

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

14.7.1. Dénivelée cumulée moyenne

Calcul de la dénivelée cumulée

Tableau 7 : la dénivelée cumulée

COVADIS - TABLE DES TABULATIONS - NewRaccCirc

Nom du dessin D:\Users\hp10\Documents\PFE_2025\Sujet02_PFE_2025\Sujet02_PFE_2025_raccCircNEW__PL.dwg

Date du listing 25/02/2025 à 17:08:21

N°	Distance		Point d'axe			Dni
	Cumulée	Partielle	X	Y	Z TN	
P1	0	0	448709,622	4048799,59	18,2234	
P2	30	30	448732,911	4048818,5	14,4514	-3,772
P3	60,000	30,000	448756,209	4048837,404	13,106	-1,345
P4	90,000	30,000	448781,839	4048852,845	12,914	-0,193
P5	120,000	30,000	448810,492	4048861,465	13,021	0,108
P6	150,000	30,000	448840,388	4048862,728	13,680	0,659
P7	180,000	30,000	448870,005	4048858,021	14,513	0,832
P8	210,000	30,000	448899,550	4048852,816	16,000	1,487
P9	240,000	30,000	448929,095	4048847,612	16,405	0,405
P10	270,000	30,000	448958,663	4048842,543	16,945	0,540
P11	300,000	30,000	448988,415	4048838,717	18,451	1,506
P12	330,000	30,000	449018,321	4048836,383	19,594	1,143
P13	360,000	30,000	449048,306	4048835,546	20,267	0,673

P14	390,000	30,000	449078,295	4048836,209	20,800	0,533
P15	420,000	30,000	449108,260	4048837,661	21,682	0,883
P16	450,000	30,000	449138,225	4048839,113	23,257	1,575
P17	480,000	30,000	449168,190	4048840,566	25,505	2,248
P18	510,000	30,000	449198,155	4048842,018	27,985	2,480
P19	540,000	30,000	449228,120	4048843,470	30,536	2,552
P20	570,000	30,000	449258,084	4048844,923	35,227	4,691
P21	600,000	30,000	449288,049	4048846,375	47,860	12,633
P22	630,000	30,000	449318,014	4048847,827	48,573	0,713
P23	660,000	30,000	449347,979	4048849,279	41,849	-6,723
P24	690,000	30,000	449377,944	4048850,732	38,524	-3,325
P25	720,000	30,000	449407,909	4048852,184	37,683	-0,842
P26	750,000	30,000	449437,873	4048853,636	39,142	1,459
P27	780,000	30,000	449467,838	4048855,089	42,336	3,195
P28	810,000	30,000	449497,803	4048856,541	46,577	4,241
P29	840,000	30,000	449527,768	4048857,993	49,090	2,513
P30	870,000	30,000	449557,733	4048859,445	51,120	2,031
P31	900,000	30,000	449587,711	4048860,523	53,533	2,412
P32	930,000	30,000	449617,706	4048860,165	56,584	3,051
P33	960,000	30,000	449647,645	4048858,308	58,991	2,408
P34	990,000	30,000	449677,455	4048854,957	61,347	2,356
P35	1020,000	30,000	449707,059	4048850,121	63,216	1,869
P36	1050,000	30,000	449736,385	4048843,811	64,142	0,926
P37	1080,000	30,000	449765,358	4048836,043	64,489	0,348
P38	1110,000	30,000	449793,908	4048826,837	64,060	-0,430
P39	1140,000	30,000	449821,961	4048816,216	63,713	-0,347
P40	1170,000	30,000	449849,449	4048804,205	64,070	0,358
P41	1200,000	30,000	449876,302	4048790,836	63,906	-0,164
P42	1230,000	30,000	449902,453	4048776,142	64,027	0,121
P43	1260,000	30,000	449927,837	4048760,159	68,968	4,941
P44	1290,000	30,000	449952,474	4048743,043	69,151	0,183
P45	1320,000	30,000	449976,976	4048725,733	69,236	0,085
P46	1350,000	30,000	450001,478	4048708,422	71,669	2,434
P47	1380,000	30,000	450025,980	4048691,112	74,973	3,303
P48	1410,000	30,000	450050,482	4048673,801	78,784	3,812
P49	1440,000	30,000	450074,984	4048656,491	79,616	0,832
P50	1470,000	30,000	450099,486	4048639,180	80,686	1,070
P51	1500,000	30,000	450123,988	4048621,870	84,684	3,998
P52	1530,000	30,000	450148,490	4048604,559	87,258	2,574
P53	1560,000	30,000	450172,992	4048587,249	89,714	2,456
P54	1590,000	30,000	450197,494	4048569,938	91,563	1,849
P55	1620,000	30,000	450222,194	4048552,922	90,583	-0,980
P56	1650,000	30,000	450249,010	4048539,559	94,331	3,748
P57	1680,000	30,000	450277,756	4048531,113	95,375	1,044

P58	1710,000	30,000	450307,538	4048527,843	96,749	1,374
P59	1740,000	30,000	450337,432	4048529,853	98,506	1,757
P60	1770,000	30,000	450366,508	4048537,080	99,535	1,030
P61	1800,000	30,000	450394,767	4048547,153	99,583	0,047
P62	1830,000	30,000	450423,021	4048557,236	97,215	-2,367
P63	1860,000	30,000	450451,307	4048567,230	96,312	-0,904
P64	1890,000	30,000	450480,058	4048575,779	94,815	-1,497
P65	1920,000	30,000	450509,314	4048582,393	90,054	-4,762
P66	1950,000	30,000	450538,945	4048587,044	79,825	-10,229
P67	1980,000	30,000	450568,821	4048589,711	69,470	-10,354
P68	2010,000	30,000	450598,808	4048590,381	67,756	-1,714
P69	2040,000	30,000	450628,773	4048589,052	64,701	-3,056
P70	2070,000	30,000	450658,583	4048585,730	63,220	-1,480
P71	2100,000	30,000	450688,105	4048580,430	62,058	-1,162
P72	2130,000	30,000	450717,209	4048573,174	61,556	-0,502
P73	2160,000	30,000	450745,765	4048563,996	62,117	0,561
P74	2190,000	30,000	450773,646	4048552,936	66,424	4,306
P75	2220,000	30,000	450801,083	4048540,804	66,295	-0,128
P76	2250,000	30,000	450828,518	4048528,666	67,648	1,353
P77	2280,000	30,000	450855,953	4048516,528	70,496	2,848
P78	2310,000	30,000	450883,387	4048504,390	71,986	1,489
P79	2340,000	30,000	450910,873	4048492,368	72,582	0,596
P80	2370,000	30,000	450938,829	4048481,493	74,054	1,472
P81	2400,000	30,000	450967,294	4048472,029	75,336	1,283
P82	2430,000	30,000	450996,196	4048463,999	74,701	-0,636
P83	2460,000	30,000	451025,463	4048457,424	70,894	-3,806
P84	2490,000	30,000	451055,023	4048452,320	73,866	2,972
P85	2520,000	30,000	451084,798	4048448,675	67,175	-6,691
P86	2550,000	30,000	451114,632	4048445,528	78,224	11,050
P87	2580,000	30,000	451144,396	4048441,794	79,286	1,062
P88	2610,000	30,000	451173,937	4048436,585	85,128	5,842
P89	2640,000	30,000	451203,181	4048429,907	86,305	1,178
P90	2670,000	30,000	451232,055	4048421,776	84,087	-2,219
P91	2700,000	30,000	451260,487	4048412,213	85,181	1,094
P92	2730,000	30,000	451288,689	4048401,983	85,833	0,652
P93	2760,000	30,000	451316,891	4048391,753	83,090	-2,742
P94	2790,000	30,000	451345,281	4048382,068	85,870	2,780
P95	2820,000	30,000	451374,117	4048373,804	88,350	2,480
P96	2850,000	30,000	451403,330	4048366,990	90,126	1,776
P97	2880,000	30,000	451432,847	4048361,646	90,734	0,608
P98	2910,000	30,000	451462,564	4048357,537	92,453	1,719
P99	2940,000	30,000	451492,299	4048353,562	95,398	2,946
P100	2970,000	30,000	451522,034	4048349,587	96,375	0,977
P101	3000,000	30,000	451551,770	4048345,611	97,595	1,220

P102	3030,000	30,000	451581,505	4048341,635	100,263	2,668
P103	3060,000	30,000	451611,119	4048336,853	101,658	1,395
P104	3090,000	30,000	451640,456	4048330,597	100,986	-0,672
P105	3120,000	30,000	451669,444	4048322,883	105,371	4,385
P106	3150,000	30,000	451698,010	4048313,729	108,408	3,037
P107	3180,000	30,000	451726,158	4048303,354	111,849	3,442
P108	3210,000	30,000	451754,248	4048292,820	114,660	2,811
P109	3240,000	30,000	451782,337	4048282,286	116,476	1,816
P110	3270,000	30,000	451810,427	4048271,753	118,421	1,945
P111	3300,000	30,000	451838,517	4048261,219	119,501	1,080
P112	3330,000	30,000	451866,607	4048250,685	121,051	1,550
P113	3360,000	30,000	451894,697	4048240,152	122,103	1,052
P114	3390,000	30,000	451922,774	4048229,584	123,274	1,171
P115	3420,000	30,000	451950,464	4048218,048	124,882	1,608
P116	3450,000	30,000	451977,543	4048205,142	127,462	2,580
P117	3480,000	30,000	452003,943	4048190,900	128,528	1,067
P118	3510,000	30,000	452029,598	4048175,355	130,896	2,368
P119	3540,000	30,000	452054,444	4048158,548	132,842	1,946
P120	3570,000	30,000	452078,642	4048140,816	134,751	1,909
P121	3600,000	30,000	452103,165	4048123,540	137,669	2,918
P122	3630,000	30,000	452128,518	4048107,507	139,602	1,932
P123	3660,000	30,000	452154,640	4048092,761	141,101	1,499
P124	3690,000	30,000	452181,466	4048079,339	143,038	1,937
P125	3720,000	30,000	452208,930	4048067,274	144,825	1,787
P126	3750,000	30,000	452236,790	4048056,148	148,732	3,908
P127	3780,000	30,000	452264,662	4048045,049	152,544	3,811
P128	3810,000	30,000	452292,533	4048033,951	154,737	2,193
P129	3840,000	30,000	452320,405	4048022,852	155,788	1,051
P130	3870,000	30,000	452348,276	4048011,753	156,782	0,994
P131	3900,000	30,000	452376,148	4048000,655	157,506	0,724
P132	3930,000	30,000	452404,019	4047989,556	159,877	2,371
P133	3960,000	30,000	452431,891	4047978,458	161,922	2,045
P134	3990,000	30,000	452459,710	4047967,231	164,858	2,935
P135	4020,000	30,000	452486,885	4047954,535	168,487	3,629
P136	4050,000	30,000	452513,154	4047940,057	166,051	-2,436
P137	4080,000	30,000	452538,400	4047923,862	173,721	7,670
P138	4110,000	30,000	452562,511	4047906,020	177,289	3,568
P139	4140,000	30,000	452585,380	4047886,612	180,742	3,453
P140	4170,000	30,000	452606,905	4047865,723	183,522	2,781
P141	4200,000	30,000	452627,603	4047844,006	186,648	3,126
P142	4230,000	30,000	452648,294	4047822,284	189,118	2,470
P143	4260,000	30,000	452668,986	4047800,562	190,762	1,644
P144	4290,000	30,000	452689,677	4047778,839	198,638	7,876
P145	4320,000	30,000	452710,368	4047757,117	198,609	-0,029

P146	4350,000	30,000	452731,060	4047735,394	198,689	0,080
P147	4380,000	30,000	452752,993	4047715,000	203,561	4,872
P148	4410,000	30,000	452779,099	4047700,379	206,696	3,135
P149	4440,000	30,000	452808,012	4047692,671	209,615	2,919
P150	4470,000	30,000	452837,896	4047690,077	211,667	2,052
P151	4500,000	30,000	452867,799	4047687,664	212,992	1,324
P152	4518,970	18,970	452886,708	4047686,138	213,143	0,151
					Dcumulée =	7,66%

Dcumulée = 7.66 %

Notre terrain est montagneux

14.7.2. Calcul de la sinuosité

Puisque que la topographie le permet, on n'optera pas pour de rayons inférieur ou égale à 200 m

Donc la sinuosité est faible

L'environnement de notre tronçon

Terrain montagneux+ Sinuosité faible alors l'environnement de notre tronçon est E2

14.8. VITESSE DE REFERENCE

. La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

Vitesse de référence Vr

Comme il s'agit d'une voie express la vitesse on a opter pour une vitesse : Vr = 60 km/h

14.9. CALCUL DES RAYONS EN PLAN NORMEES

Tableau 8: Dévers min et max pour les rayons horizontaux

Dévers	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4	Catégorie 5
dmin	-2,5%	-2,5%	-3,0%	-3,0%	-3,5%
dmax	7%	7%	8%	8%	9%

Dévers	C2
dmin	-2,5%
dmax	7%

14.10. DEVERS

14.10.1. Détermination du coefficient transversal ft

Tableau 9 : coefficients ft en fonction de la catégorie

Vr	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,22	0.16	0.13	0.11	0.10	0,09

Vr = 60 km/h	CAT 1
ft = 0.16	

14.10.2. Détermination du coefficient transversal f''

Tableaux 10: coefficients F'' en fonction de la catégorie

Catégorie	1	2	3	4	5
F''	0,06	0.06	0.07	0.075	0.075

Catégorie	2
F''	0.06

Tableaux 11 : Rayon en plan normés

Rayons en plan (m)		
	Normes B40	Calculés
RHm =	125 m	123,25
RHN =	250 m	239,97
RHd =	550 m	566,93
RHnd =	800 m	809,90

14.11. RAYONS EN PLAN CHOISIS

Tableaux 12: Rayon en plan choisis

N° Virages	Rayon (m)	N° Virages	Rayon (m)	N° Virages	Rayon (m)
1	120	6	480	11	390
2	600	7	450	12	450
3	600	8	600	13	120
4	170	9	600		
5	450	10	450		

14.12. CALCUL DES DEVERS ASSOCIES AUX RAYONS HORIZONTAUX CHOISIS

Tableaux 13 : Dévers associés aux rayons en plan choisis

R1 =	120	R2 =	600	R3 =	600	R4 =	170	R5 =	450 m
d(R) =	7,00%	d(R) =	2,50%	d(R) =	2,50%	d(R) =	5,94%	d(R) =	2,96%

R6 =	480 m	R7 =	450 m	R8 =	600 m	R9 =	600	R10 =	450
d(R) =	2,80%	d(R) =	2,96%	d(R) =	2,50%	d(R) =	2,50%	d(R) =	2,96%

R11 =	390 m	R12 =	450 m	R13 =	120 m
d(R) =	3,35%	d(R) =	2,96%	d(R) =	7,00%

14.13. CALCULS DES ELEMENTS DE CHAQUE RACCORDEMENT CIRCULAIRE

Tableaux 14: valeurs des éléments des raccordements circulaires

N° Virages	β_i (gr)	Rayon (m)	Tangente (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
1	54,5190	120	54,770	102,770	11,909	10,834
2	14,1845	600	67,120	133,690	3,743	3,719
3	42,2397	600	206,690	398,100	34,602	32,716
4	60,9774	170	88,270	162,830	21,550	19,126
5	48,3390	450	179,560	341,690	34,500	32,043
6	19,8277	480	75,360	149,500	5,880	5,808
7	15,4618	450	54,920	109,290	3,339	3,314
8	13,6921	600	64,770	129,050	3,486	3,466
9	14,3797	600	68,050	135,530	3,847	3,822
10	17,5585	450	62,450	124,110	4,313	4,272
11	16,2731	390	50,120	99,690	3,207	3,181
12	27,4219	450	98,440	193,830	10,642	10,396
13	46,4205	120	45,800	87,500	8,442	7,887
		Σ	1116,32 m	2167,58 m		

14.14. LA LONGUEUR DU TRONÇON ET POURCENTAGE EN ALIGNEMENT DROIT ET COURBE

Tableaux 15 : Longueur totale et pourcentage en alignement droit et courbes

Longueur Alignement Droit LAD = 2352,443 m	Longueur totale Lt = 4520.023 m	Pourcentage LAD = 52 %
Longueur Courbe LC = 2167,58 m		Pourcentage LC = 48 %

14.15. RACCORDEMENT PROGRESSIF

14.15.1. DETERMINATIONS DES LONGUEURS DES CLOTHOIDES

Tableaux 16: détermination des longueurs de clothoides

N° Virages	Conditions						Observations
	gauchissement	confort dynamique	Optique	Lmax (m)	Chevauchement		
	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)		τ	$\beta_i/2$ (gr)	
1	39,90	28,24	37,95	39,90	10,61	27,260	pas de chevauchement
2	21,00	-0,55	84,85	84,85	4,51	7,092	pas de chevauchement
3	21,00	-0,55	84,85	84,85	4,51	21,120	pas de chevauchement
4	35,45	16,47	45,17	45,17	8,43	30,489	pas de chevauchement
5	22,94	1,67	73,48	73,48	5,23	24,170	pas de chevauchement
6	22,28	1,20	75,89	75,89	5,04	9,914	pas de chevauchement
7	22,94	1,67	73,48	73,48	5,23	7,731	pas de chevauchement

8	21,00	-0,55	84,85	84,85	4,51	6,846	pas de chevauchement
9	21,00	-0,55	84,85	84,85	4,51	7,190	pas de chevauchement
10	22,94	1,67	73,48	73,48	5,20	8,779	pas de chevauchement
11	24,59	2,83	68,41	68,41	5,63	8,137	pas de chevauchement
12	22,94	1,67	73,48	73,48	5,23	13,711	pas de chevauchement
13	39,90	28,24	37,95	39,90	10,61	23,210	pas de chevauchement

Tableau 17 : Listing Axe en plan « Raccordement Progressif »

Axe En Plan 'Axe 01'

Nom du dessin

C:\Users\hp7\Desktop\SUJET_02_Raccordement_Progressif.dwg

Date du listing

26/04/2025 à 17:01

Éléments caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres		Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement	56,5825	38,044	0,000	448709,622	4048799,593
Clothoïde 1	Paramètre	-69,1954	39,900	38,044	448739,156	4048823,574
Arc 1	Rayon	-120,0000	62,866	77,944	448771,436	4048846,942
	Centre X	448830,619				
	Centre Y	4048742,551				
Clothoïde 2	Paramètre	69,1954	39,900	140,810	448831,595	4048862,547
Droite 2	Gisement	111,1015	33,456	180,710	448871,164	4048857,817
Clothoïde 3	Paramètre	225,6324	84,850	214,165	448904,112	4048852,013
Arc 2	Rayon	600,0000	48,836	299,015	448987,981	4048839,267
	Centre X	449050,073				
	Centre Y	4049436,046				
Clothoïde 4	Paramètre	-225,6324	84,850	347,852	449036,706	4048836,195
Droite 3	Gisement	96,9170	402,925	432,702	449121,511	4048838,303
Clothoïde 5	Paramètre	-225,6324	84,850	835,626	449523,964	4048857,809
Arc 3	Rayon	-600,0000	313,250	920,476	449608,768	4048859,917
	Centre X	449595,401				
	Centre Y	4048260,066				
Clothoïde 6	Paramètre	225,6324	84,850	1233,726	449906,125	4048773,341
Droite 4	Gisement	139,1567	266,722	1318,576	449976,544	4048726,038
Clothoïde 7	Paramètre	87,6293	45,170	1585,298	450194,384	4048572,135
Arc 4	Rayon	170,0000	117,661	1630,468	450232,364	4048547,749
	Centre X	450311,201				
	Centre Y	4048698,363				
Clothoïde 8	Paramètre	-87,6293	45,170	1748,129	450346,623	4048532,095
Droite 5	Gisement	78,1793	19,199	1793,299	450389,762	4048545,367
Clothoïde 9	Paramètre	-181,8406	73,480	1812,498	450407,845	4048551,820
Arc 5	Rayon	-450,0000	268,208	1885,978	450477,676	4048574,617
	Centre X	450593,846				
	Centre Y	4048139,870				
Clothoïde 10	Paramètre	181,8406	73,480	2154,186	450741,752	4048564,869
Droite 6	Gisement	126,5183	79,050	2227,666	450809,713	4048536,986
Clothoïde 11	Paramètre	190,8591	75,890	2306,716	450882,003	4048505,002
Arc 6	Rayon	480,0000	73,608	2382,606	450952,169	4048476,144
	Centre X	451111,110				
	Centre Y	4048929,065				
Clothoïde 12	Paramètre	-190,8591	75,890	2456,214	451023,218	4048457,181
Droite 7	Gisement	106,6906	1,156	2532,104	451098,432	4048447,237

Clothoïde 13	Paramètre	-181,8406	73,480	2533,260	451099,582	4048447,116
Arc 7	Rayon	-450,0000	35,814	2606,740	451172,398	4048437,425
	Centre X	451088,853				
	Centre Y	4047995,248				
Clothoïde 14	Paramètre	181,8406	73,480	2642,554	451207,288	4048429,383
Droite 8	Gisement	122,1524	3,659	2716,034	451276,999	4048406,223
Clothoïde 15	Paramètre	225,6324	84,850	2719,693	451280,439	4048404,975
Arc 8	Rayon	600,0000	44,195	2804,543	451360,846	4048377,936
	Centre X	451525,079				
	Centre Y	4048955,021				
Clothoïde 16	Paramètre	-225,6324	84,850	2848,738	451403,760	4048367,415
Droite 9	Gisement	108,4603	50,992	2933,588	451487,555	4048354,196
Clothoïde 17	Paramètre	-225,6324	84,850	2984,580	451538,097	4048347,439
Arc 9	Rayon	-600,0000	50,676	3069,430	451621,892	4048334,220
	Centre X	451500,573				
	Centre Y	4047746,614				
Clothoïde 18	Paramètre	225,6324	84,850	3120,106	451671,030	4048321,891
Droite 10	Gisement	122,8400	160,750	3204,956	451751,140	4048293,985
Clothoïde 19	Paramètre	-181,8406	73,480	3365,706	451901,654	4048237,542
Arc 10	Rayon	-450,0000	50,633	3439,186	451969,708	4048209,888
	Centre X	451777,867				
	Centre Y	4047802,829				
Clothoïde 20	Paramètre	181,8406	73,480	3489,819	452014,200	4048185,773
Droite 11	Gisement	140,3985	0,446	3563,299	452074,521	4048143,850
Clothoïde 21	Paramètre	163,3398	68,410	3563,745	452074,880	4048143,586
Arc 11	Rayon	390,0000	31,281	3632,155	452131,114	4048104,671
	Centre X	452333,922				
	Centre Y	4048437,791				
Clothoïde 22	Paramètre	-163,3398	68,410	3663,435	452158,456	4048089,493
Droite 12	Gisement	124,1254	208,772	3731,845	452221,224	4048062,347
Clothoïde 23	Paramètre	-181,8406	73,480	3940,617	452415,184	4047985,110
Arc 12	Rayon	-450,0000	120,354	4014,097	452482,665	4047956,087
	Centre X	452282,644				
	Centre Y	4047552,985				
Clothoïde 24	Paramètre	181,8406	73,480	4134,451	452582,084	4047888,895
Droite 13	Gisement	151,5473	129,424	4207,931	452634,178	4047837,104
Clothoïde 25	Paramètre	69,1954	39,900	4337,355	452723,443	4047743,390
Arc 13	Rayon	120,0000	47,601	4377,255	452752,485	4047716,101
	Centre X	452824,480				
	Centre Y	4047812,104				
Clothoïde 26	Paramètre	-69,1954	39,900	4424,855	452795,166	4047695,740
Droite 14	Gisement	105,1268	52,228	4464,755	452834,649	4047690,339
				4516,983	452886,708	4047686,138
Longueur totale de l'axe 4516.983 mètres						

14.15.2. CALCULS DES ELEMENTS DES CLOTHOIDES.

Tableaux 18 : valeurs des éléments des clothoïdes

Paramètres des clothoïdes	Virage 1	Virage 2	Virage 3	Virage 4	Virage 5	Virage 6	Virage 7	Virage 8	Virage 9	Virage 10	Virage 11	Virage 12	Virage 13
R : Rayon (m) :	120	600	600	170	450	480	450	600	600	450	390	450	120
L : Longueur de la clothoïde (m)	39,90	84,85	84,85	45,17	73,48	75,89	73,48	84,85	84,85	73,48	68,41	73,48	39,90
A : Paramètre de la clothoïde (m)	69,20	225,64	225,64	87,63	181,85	190,86	181,85	225,64	225,64	181,85	163,34	181,85	69,20
α : Angle au sommet (gr)	145,481	185,816	157,760	139,023	151,661	180,172	184,538	186,308	185,620	182,442	183,727	172,578	153,580
β : Angle au centre (gr)	54,519	14,185	42,240	60,977	48,339	19,828	15,462	13,692	14,380	17,559	16,273	27,422	46,421
τ : Angle des tangentes (gr)	10,584	4,502	4,502	8,457	5,198	5,033	5,198	4,502	4,502	5,198	5,584	5,198	10,584
γ : Angle au centre Partie circulaire (gr)	33,351	5,181	33,236	44,063	37,943	9,762	5,066	4,688	5,376	7,163	5,105	17,026	25,253
XKE Abscisse de l'extrémité de la cloth. (m)	39,90	84,85	84,85	45,17	73,48	75,89	73,48	84,85	84,85	73,48	68,41	73,48	39,90
YKE : Ordonnée de l'extrémité de la cloth. (m)	2,21	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,21
σ Angle Polaire (gr)	3,5243	1,5002	1,5002	2,8172	1,7322	1,6773	1,7322	1,5002	1,5002	1,7322	1,8606	1,7322	3,5243
Lcercle Longueur de l'arc de cercle (m)	62,87	48,83	313,24	117,66	268,20	73,60	35,81	44,18	50,66	50,63	31,27	120,35	47,60
SL : Longueur de la corde KA-KE (m)	39,96	84,88	84,88	45,21	73,51	75,92	73,51	84,88	84,88	73,51	68,44	73,51	39,96
Xo : Abscisse du centre (m)	20,04	42,46	42,46	22,65	36,78	37,99	36,78	42,46	42,46	36,78	34,25	36,78	20,04
Yo : Ordonnées du centre (m)	120,56	600,50	600,50	170,50	450,50	480,50	450,50	600,50	600,50	450,50	390,50	450,50	120,56
KA-O : Distance KA-centre (m)	122,21	602,00	602,00	172,00	452,00	482,00	452,00	602,00	602,00	452,00	392,00	452,00	122,21
ΔR : Ripage (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DT : Développée totale (m)	142,67	218,54	482,95	207,99	415,17	225,39	182,78	213,89	220,37	197,60	168,09	267,32	127,40
T Distance S-KA (m)	75,27	109,69	249,49	111,44	216,73	113,51	91,82	107,34	110,63	99,37	84,50	135,44	66,22
TK : Tangente courte (m)	13,36	28,31	28,31	15,10	24,52	25,32	24,52	28,31	28,31	24,52	22,83	24,52	13,36
TL : Tangente Longue (m)	37,66	82,85	82,85	43,15	71,48	73,89	71,48	82,85	82,85	71,48	66,40	71,48	37,66
Biss : Bissectrice (m)	13,01	4,75	35,66	22,68	35,58	6,89	4,35	4,49	4,85	5,32	4,22	11,67	9,51

CHAPITRE III

ETUDE DE TRAFIC

ETUDE DE TRAFIC

1. INTRODUCTION

L'étude de trafic est une étape primordiale dans toute réflexion relative à un projet routier. Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic, son agressivité et aussi le type d'aménagement à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (TJMA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée).

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

- De transit, lorsqu'il s'agira d'apprécier l'opportunité d'une déviation d'agglomération a nature des flux, pour déterminer les points d'échange
- Le niveau des trafics et leur évolution pour programmer dans le temps les Investissements
- Les mouvements directionnels permettant de définir les caractéristiques des échanges.
- Le niveau de trafic poids lourds déterminant directement le dimensionnement de la structure de la chaussée.

2. ANALYSE DU TRAFIC

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires à savoir :

- **Comptages manuels**
- **Comptages automatiques**

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

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

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

3. DIFFERENTS 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) Traffic total

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

4. CALCUL DE LA CAPACITE

4.1. DEFINITION DE LA CAPACITE

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.

5. DETERMINATION 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, soit par défaut, soit par insuffisance.

Une des solutions est basée sur le nombre de voies.

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

Donc il est nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la 10^{ème} année d'exploitation.

5.1. CALCUL DU TRAFIC MOYEN JOURNALIER (TJMA)

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

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

Où: T_0 : est le trafic à l'arrivée pour l'origine.

τ : est le taux de croissance

n : nombre d'année.

5.2. 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 19: valeurs du coefficient P

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

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

5.3. DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL

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

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

Avec : $\left(\frac{1}{n}\right)$: Coefficient de pointe prise égale 0,12

Q : est exprimé en UVP/h.

5.4. DEBIT 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 :

K_1 : coefficient lié à l'environnement.

K_2 : coefficient de réduction de capacité.

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

Valeurs de K_1 :

Tableau 20: Valeurs de K_1 en fonction de l'environnement

	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 K_2 :

Tableau 21: Valeurs de K_2 en fonction de l'environnement

Environnement	E1	E2	E3
K_2	0,75	0,85	0,90 à 0,95

Capacité théorique C_{th}

Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Tableau 12 : 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

6. 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

7. APPLICATION AU PROJET

Données

Tableau 23: Données du trafic

TMJA	7400 V/J
------	----------

Taux d'accroissement : τ	5%
% Poids lourd	14%
Année de comptage	2024
Année de mise en service	2027
Durée de vie	20
Coefficient d'équivalence P	4
K1	0.85
K2	0.99
n	3

7.1. LES RESULTATS DES CALCULS

Les résultats sont illustres dans le tableau suivant

Tableau 24: Résultats de calcul trafic

Trafic de l'année Origine T_{2019}	7400 V/J
Trafic de l'année de mise en service T_{2023}	8566 V/J
Trafic de l'année horizon T_{20}	22729 UVP/J
Teff	32276 UVP/J
Débit horaire prévisible "Q"	3873 UVP/h
Capacité théorique C_{th}	1500 UVP/h
Q admissible	1262
Nombre de voie par sens	= 2 voies /sens

CHAPITRE IV

PROFIL EN LONG

PROFIL EN LONG

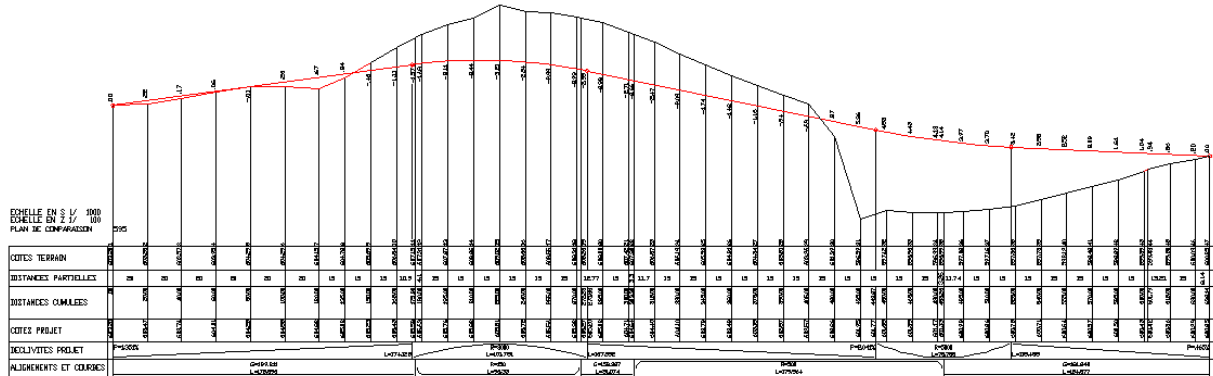


Figure 12: calcul de raccordement parabolique

1. DEFINITION

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain, il représente la surface de la chaussée avec un plan vertical passant par l'axe de la route. Le trait d'intersection donne le profil en long.

Il est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements circulaires (ou paraboliques) caractérisés par leur rayon.

Les profils en long ont été exécutés à l'échelle 1/1000 et 1/100 comme celle du levé topographique

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

2. LIGNE PROJET

Le tracé de la ligne rouge qui représente la surface de roulement du nouvel aménagement retenue n'est pas arbitraire mais il doit répondre plus particulièrement aux exigences suivantes :

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais ;
- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes.
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance
- 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
- D'adapter le terrain pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux
- De rechercher un équilibre entre le volume des déblais et le volume des remblais
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais

- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- 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.
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long ;
- Opter pour une déclivité minimale de 0.5% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

3. ELEMENTS CONSTITUANTS LA LIGNE ROUGE :

Sur le profil en long terrain naturel qui est constitué par des fichiers de commande du logiciel Covadis en utilisant la coordonnée z comme étant la cote projet de la route, on a conçu la ligne rouge de notre dédoublement qui est lui-même constituée de :

3.1. LES ALIGNEMENTS :

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

3.2. DECLIVITE :

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

3.2.1.1. Déclivité minimale

Dans les tronçons de route absolument horizontaux ou le palier, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc les eaux vont s'évacuer longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5% et de préférence 1%.

3.2.1.2. Déclivité maximale

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m. Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd

- 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.

Tableau 25: Valeur de la déclivité maximale

Vr (Km/h)	40	60	80	100	120	140
Déclivité max (%)	8	7	6	5	4	4

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

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

3.3. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG

3.3.1. 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'aménagement 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 :

3.3.1.1. 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.

$$R_v = \frac{D_1^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{(h_0 + h_1)})}$$

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)

$$R_{vm} = a \cdot d^2$$

a = 0.24 pour les catégories 1 et 2

a = 0.22 pour les catégories 3, 4 et 5

d : la distance d'arrêt correspond à une vitesse de 60 Km/h

Pour notre cas le rayon vertical minimal correspondant à une vitesse de base de 60 km/h est de :

$$RVM_1 = 0.24 d_1^2 = 1077 \text{ m}$$

Les rayons minimaux normaux sont obtenus par application de même relation 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 26 : Rayons convexes

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	RVm	1000
Min normale	RVn	2500

3.3.1.2. 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

$$\frac{V_r^2}{RVM'} = \frac{g}{40} \Rightarrow RVM' = 0.30 V_r^2.$$

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

$$Rvm_{(V_r)} = 0.3V_r^2 = 0.3 \times 60^2 = 1800\text{m}$$

Rayon minimal normal

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

$$RVN' = RVM'(v_r + 20). \quad RVn = Rvm_{(V_r+20)}$$

$$RVn = 0.3 \times 80^2 = 1920 \text{ m}$$

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

Tableau 27 : Rayons concaves

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	RVM	1200

Min normale	RVN	2400
-------------	-----	------

4. APPLICATION AU PROJET

4.1. CONCEPTION LONGITUDINALE

Cette fonction a pour but de réaliser le calage de la ligne rouge ou ligne projet dans un projet linéaire.

4.2. LA DECLIVITE MAXIMALE

La déclivité maximale est de 5%

4.2.1. LES DECLIVITES PROJET ET VALEURS DES RAYONS DES ARCS DE PARABOLES

Tableau 28: valeurs des déclivités et rayons des arcs de parabole choisis

COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Sujet 02

Nom du dessin C:\Users\hp7\ Sujet02_PFE_07_05_2025_L .dwg
 Date du listing 09/05/2025 à 10:59:27
 Profil en long 1
 Courbe projet Proj 1

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	X	Y	Z TN (m)
			0,000	18,323	448709,622	4048799,593	18,223
Rampe = 3.016 %	1025,464	1025,931	1025,464	49,251	449712,992	4048848,430	63,592
Arc de parabole Rayon = -20000.0000	181,200	181,260	1206,664	53,896	449882,667	4048786,828	63,858
Rampe = 2.110 %	796,530	796,708	2003,195	70,702	450593,562	4048589,870	66,358
Arc de parabole Rayon = 25000.0000	1155,795	1157,027	3158,990	121,807	451707,991	4048309,826	109,558
Rampe = 6.733 %	1357,994	1361,068	4516,983	213,243	452886,708	4047686,138	213,143
Longueur totale	4516,983						

5. CONCLUSION

On remarque que toutes les déclivités choisies sont dans les normes ainsi que les rayons des arcs des paraboles

CHAPITRE V

ETUDE CINEMATIQUE

ETUDE CINEMATIQUE

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 29: 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 $f_{rl} = 0.42$

2. TEMPS DE REACTION

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 :

$t = 1.8 s$ pour des vitesses > 80 Km/h

$t = 2.0 \text{ s}$ pour des vitesses $\leq 80 \text{ Km/h}$

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

$$d_1 = v \cdot t$$

Avec : v : vitesse en m/s t : temps en seconde

3. DISTANCE D'ARRET

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) :

$$d = d_1 + d_0$$

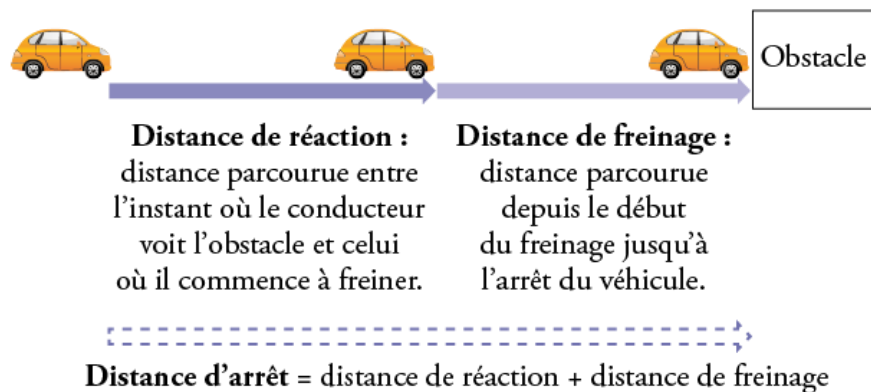


Figure 13: Distance d'arrêt et de freinage

3.1. EN ALIGNEMENT DROIT

Pour $V_r \leq 80 \text{ Km/h}$ et quand $t = 2 \text{ s}$: $d = d_0 + 0.56 \times V_r$

Pour $V_r > 80 \text{ Km/h}$ et quand $t = 1.8 \text{ s}$: $d = d_0 + 0.50 \times V_r$

3.2. 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 $V_r \leq 80 \text{ Km/h}$ et quand $t = 2 \text{ s}$: $d = 1.25 \times d_0 + 0.56 \times V_r$

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.

$$dp = d + \frac{6}{3.6} Vr \quad Vr \text{ est en Km/h}$$

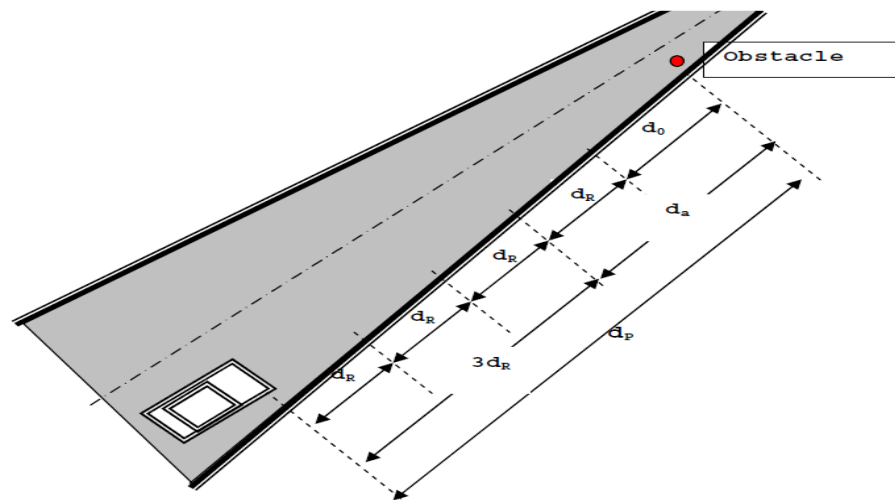


Figure 14 : distance de perception

5. DISTANCE DE SECURITE

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 $t' = 0.75$ s

En pratique, on prend $t = 3$ 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'espacement supplémentaire de sécurité : $E = v \times t' + l$

$$V = \frac{v \text{ (km/h)}}{3.6}$$

Sachant que : et $t' = 0.75$ s

$$Es = \frac{V}{5} + 1$$

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 Ts égale à 1,2 secondes.

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

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

1er Cas :

$$Es = \frac{V}{5} + 1 = \frac{60}{5} + 5 = 17 \text{ m}$$

2ème Cas :

$$Es = \frac{V}{3} = \frac{60}{3} = 20 \text{ m}$$

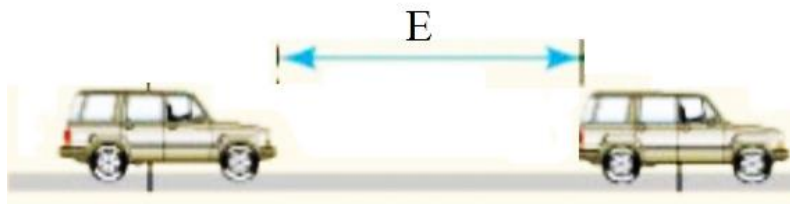


Figure 15 : L'espace entre deux véhicules

6. MANŒUVRE DE DEPASSEMENT :

dvdm : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

dv dN : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

dmd : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

7. APPLICATION AU PROJET

Tableau 30 : récapitulatif des distances : de freinage et d'arrêt

Déclivités		do (m)	d1 (m)	d2 (m)
Rampe =	3,016%	31,99	65,59	73,59
Rampe =	2,110%	32,65	66,25	74,41
Rampe =	6,733%	29,55	63,15	70,54

Tableau 31 : valeur de d_{vdm} , d_{vdN} et d_{md}

V_r (Km/h) Distance	40	60	80	100	120	140
d_{vdm}	4v	4v	4v	4.2v	4.6v	5v
	160	240	320	420	550	700
d_{vdN}	6v	6v	6v	6.2v	6.6v	7v
	240	360	480	620	790	980
D_{md}	70	120	200	300	425	/

D'après le tableau des normes de B40, on tire les valeurs de d_{vdm} , d_{vdn} et d_{md} en fonction de la vitesse.

$$V_r = 60 \text{ Km/h}$$

$$d_{vdm} = 240 \text{ m}$$

$$d_{vdN} = 360 \text{ m}$$

$$d_{md} = 120 \text{ m}$$

CHAPITRE VI

PROFIL EN TRAVERS ET DIMENSIONNEMENT DU CORPS E CHAUSSEES

PROFIL EN TRAVERS ET DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1. DEFINITIONS

C'est une coupe transversale suivant le plan vertical et perpendiculaire à l'axe de la route.

Les profils en travers ont une importance particulière ils permettent :

- le calcul des surfaces remblais et déblais
- la représentation du corps de chaussée
- la représentation des relèvements des virages

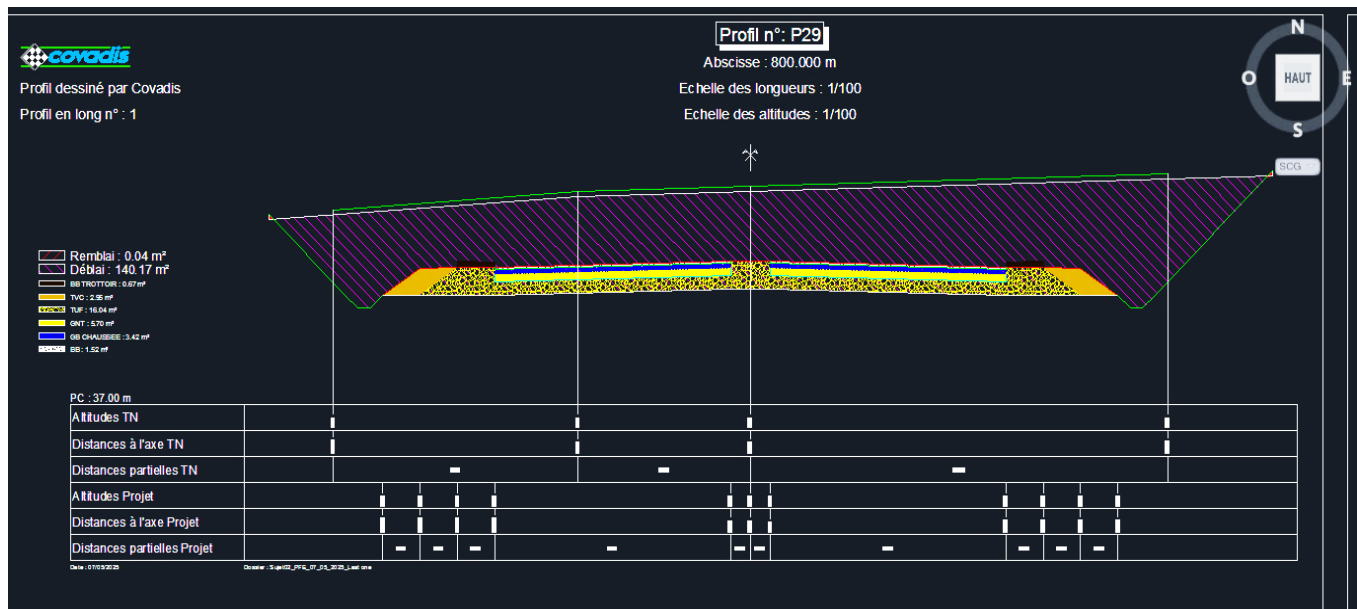


Figure 16 : Profil en travers

a. Point fictif :

C'est le profil situé au point d'intersection entre la ligne du terrain naturel et la ligne projet

b. Profil en travers type :

C'est une coupe transversale donnant les caractéristiques géométriques (largeur de la chaussée, pente du trottoir) et structurales (couche de fondation, couche de base ...) de la voie.

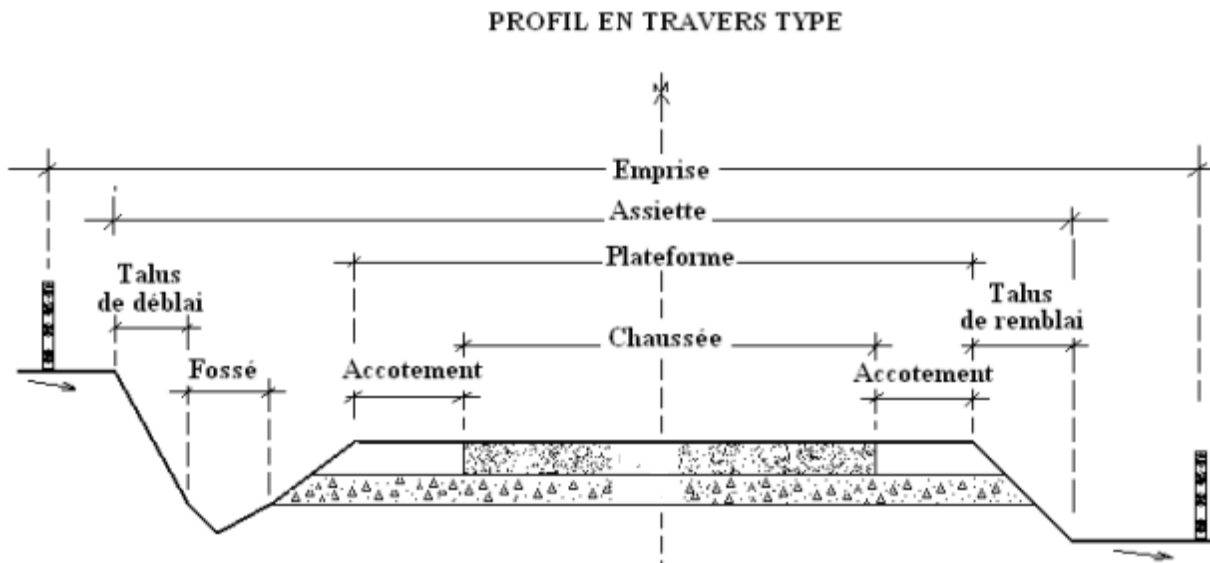


Figure 17: Les éléments d'une route

c. Assiette :

L'assiette de la route est la surface du terrain réellement occupée par la route. Elle est limitée par l'intersection avec le terrain naturel des talus de déblai et de remblai et de la surface extérieure des ouvrages indispensables de la route.

d. Plateforme :

La plateforme est la surface de la route qui comprend la ou les chaussées, les accotements et éventuellement les terres plaines

Chaussée :

- Au sens géométrique, c'est la surface aménagée pour la circulation des véhicules.
- Au sens structural, c'est l'ensemble des couches de matériaux disposés pour supporter la circulation.

Accotement :

C'est la zone latérale et la plateforme qui borde extérieurement la chaussée.

Talus :

L'inclinaison des talus est fonction de la nature du sol représentant les pentes des talus, en déblai 1/1, en remblai 2/3.

Fossé :

Les fossés sont des rigoles creusées dans le terrain pour assurer l'écoulement des eaux.

Emprise :

L'emprise de la route est la surface du terrain appartenant à la collectivité et affectée pour la route ainsi qu'à ses dépendances.

Berme :

C'est un talus constitué longitudinalement pour réduire son importance

Devers :

C'est l'inclinaison transversale de la route en alignement droit. Il est destiné à évacuer les eaux superficielles.

En courbe, les devers permettent à la fois d'évacuer les eaux de ruissellement et de compenser une partie de la force centrifuge.

2. STRUCTURE DE LA CHAUSSEE

2.1. DEFINITION

La chaussée d'une route est destinée à supporter les différentes actions mécaniques des véhicules et à les transmettre au sol de fondation, sans qu'il ne se produise de déformations permanentes dans le corps de chaussée ou dans le sol.

On voit tout de suite, que nous aurons deux facteurs bien différents à étudier pour déterminer la résistance de la chaussée donc son épaisseur. Il faudra tenir compte :

- des efforts dus aux véhicules
- de l'aptitude du terrain de fondation à résister aux efforts.

2.2. LES EFFORTS DUS AUX VEHICULES

Des études complexes ont montré qu'un véhicule transmettait à la chaussée :

- des forces verticales dues au poids du véhicule entraînant un poinçonnement en cas de stationnement prolongé ;
- des efforts tangentiels dus à l'effort du moteur pour faire avancer le véhicule, à l'effort inverse en cas de freinage et à la résistance aux efforts transversaux (force centrifuge)
- des forces dynamiques dues aux vibrations des véhicules (mouvement relatif entre les roues et le châssis par l'intermédiaire des amortisseurs).
- Il existe enfin une cause importante de l'usure des chaussées qui est la répétition de passage des charges. La route se fatigue au fur et à mesure d'une façon irréversible.

Il est intéressant de signaler que les actions des agents atmosphériques collaborant à l'usure de la structure de la chaussée provoquée par l'infiltration d'eau et la variation journalière et saisonnière de la température.

2.3. RESISTANCE DES SOLS DE FONDATION :

La connaissance du sol de fondation est indispensable pour déterminer la résistance d'une chaussée. En effet suivant la résistance propre du sol on sera amené à diminuer ou à augmenter l'épaisseur de la chaussée.

Il faut noter que la présence de l'eau dans le sol rend difficiles tous calculs théoriques car cette eau peut provoquer des modifications importantes de certains sols et causer des désordres très graves en cas de gel.

Enfin, le compactage du sol de fondation peut améliorer sa résistance.

2.4. LES DIFFERENTES CATEGORIES DE CHAUSSEES

2.4.1. CHAUSSEES SOUPLES

Elles sont constituées en théorie d'une superposition de couches de matériaux ou agrégats compactés recouvert d'un revêtement plus ou moins épais à base de bitume appelé couche de roulement.

Les couches formant ce type de chaussées ne présentent pas de résistance à la traction, alors les contraintes se répartissent dans les différentes couches puis dans le sol. Ce qui implique que le sol peut être souple mais doit avoir une certaine résistance.

2.4.2. CHAUSSEES RIGIDES

Elles sont composées principalement de dalles en béton qui réfléchissent élastiquement, transmettent et répartissent sur les grandes surfaces les charges. Ceci entraîne que les contraintes dans le sol de fondation sont très faibles mais la fatigue de la dalle est très grande. La fatigue des chaussées rigides se caractérise par des fissures et s'ensuit des détériorations rapides. Elles sont recommandées pour les routes à trafic lourd et sont à éviter sur des sols souples.

2.4.3. CHAUSSEES SEMI-RIGIDES :

Elles sont constituées tout ou partie de matériaux traités aux liants hydrauliques (ciment, laitier granulé, par exemple).

2.5. CHOIX DU TYPE DE CHAUSSEE

La recherche de l'économie implique donc l'utilisation des matériaux à limite de leur résistance mécanique sans qu'il y ait déformation.

On retiendra dans notre projet le type de chaussées souple

- Sont économiques
- Sont les plus employées dans la voirie urbaine car les charges et le trafic, ne sont pas importantes.
- Elles permettent l'utilisation des matériaux locaux
- Elles sont antidérapantes même mouillé
- Leur mise en place et leur entretien est facile
- Elles représentent une surface agréable au roulement.

3. STRUCTURE DE LA CHAUSSEE SOUPLE

3.1. COUCHE DE ROULEMENT

Son rôle est d'absorber les efforts de cisaillement dus à la circulation des véhicule et d'assurer l'étanchéité de la chaussée.

Elle est réalisée avec des enrobés en bitume soit à chaud soit à froid, elle peut être à bicouches ou à tri couches.

3.2. COUCHE DE BASE

C'est la couche essentielle de la chaussée. Son rôle est à résister aux charges verticales dues à la circulation et de répartir les pressions à la couche de fondation et de résister également aux efforts de cisaillement.

Elle est réalisée avec grave concassée et pouvant être améliorée par un compactage ou par l'incorporation d'un liant hydraulique (ciment ou chaux) ou hydrocarbonée (bitume, goudron).

3.3. COUCHE DE FONDATION

Elle sert de liaison avec le sol et répartit les contraintes dans celui-ci. Elle est réalisée avec des matériaux les moins nobles, comme tout venant, bien que parfois on utilise des graves améliorés ou ciment ou laitier pour faire des couches de fondation et augmenter ainsi la rigidité de l'ensemble.

3.4. COUCHE ANTI-CONTAMINANTE

Elle évite la pollution des couches de fondation par des remontées du terrain sous-jacent (terrain à sols fins : remontée d'argile et de limons à granulométrie très sensible à l'eau). En outre cette couche peut être :

3.5. COUCHE ANTI-CAPILLAIRE

3.6. COUCHE DRAINANTE

3.7. PROTECTION ANTI-GEL

4. DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

Les méthodes de dimensionnement du corps de chaussée dépendent des données de suivantes :

- Qualités mécaniques du sol de fondation ;
- Sensibilité à l'eau du sol de fondation
- Qualités mécaniques des couches de chaussées dans leur aptitude à supporter les charges et à les répartir ;
- Trafic.

4.1. METHODE DE C.B.R

Elle est basée sur un essai de poinçonnement sur un échantillon de sol de la plate – forme sur la quelle doit être construite la chaussée étudiée.

Cette méthode tient compte de la résistance au poinçonnement suivant l'essai C.B.R du sol de fondation et d'autre part sur l'hypothèse de « BOUSSINESQUE ».

Pour la répartition en profondeur ; des pressions verticales d'un massif homogène semi – infini, cette pression qui s'exerce sur le sol de fondation doit être inférieure à la résistance de poinçonnement « I » du sol donné par l'essai C.B.R.

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$E = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I_{\text{CBR}} + 5}$$

Remarque :

On constate que cette formule ne tient pas compte de l'importance du trafic ; des abaques anglais font entrer dans leurs formules des diverses intensités du trafic ; ce qui permet de donner un 2ème résultat qui s'exprime par la formule.

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

Avec :

- **e** : Epaisseur de la chaussée (cm)
- **P** : Charge de la roue maximale (tonnes).
- **I_{CBR}** : Indice de CBR
- **N** : Nombre moyen journalier de camion de plus de 3500 kg vide qui circule sur la chaussée.

L'épaisseur totale équivalente sera

$$e_{\text{équi}} = a_1e_1 + a_2e_2 + a_3e_3 + a_4e_4$$

Tableau 32 : matériaux et coefficients d'équivalence

Matériaux Utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux BB	2,00
Grave Bitume GB	1.50 à 1,70
Grave Ciment GC	1,50
Sable Ciment SC	1,20
Grave concassé GCC	1,00
TVO	0,75
Tuf	0,50 à 0,75

5. APPLICATION AU PROJET

5.1. LE PROFIL EN TRAVERS TYPE

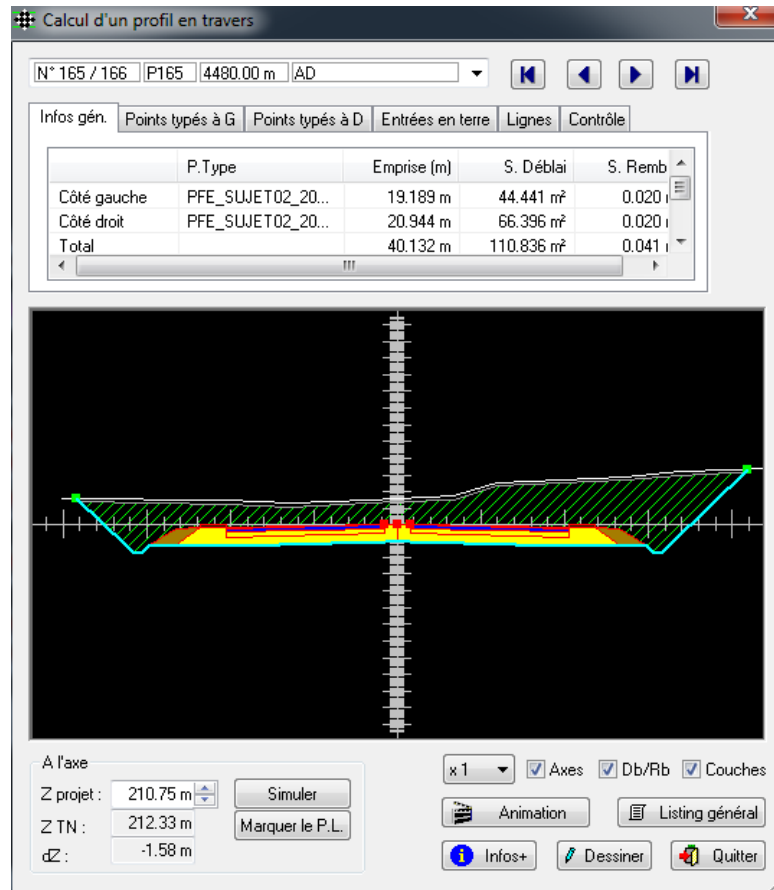


Figure 18 : profil en travers type

Le profil en Travers type est (2 X 2 voies), est constitué de :

- Chaussée 2 x (2 x3.50) 14.00 m
- BAU 2 x 2.5 m..... 5.00 m
- Un terre-plein central de 2 x 0.80 m 1.60 m
- Trottoir..... 1.50 m

5.2. L'ÉPAISSEUR DU CORPS DE CHAUSSEE

Cette section porte essentiellement sur le dimensionnement de la structure de chaussée. A partir des données l'étude géotechnique, nous déterminerons les caractéristiques des couches de chaussée. Le dimensionnement des chaussées se fera suivant la méthode CBR

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

5.2.1. DONNEES

Tableau 33 : Données du trafic

TMJA	7400 V/J
τ	5 %
% Poids lourd	14%
n	3
Indice CBR I	6

$$T0 = (TJMA \times \% PL) \Rightarrow T0 = (7400 \times 0,14) = 1036 \text{ pl/j/sens.}$$

$$T1 = (1+\tau)^n \times T0 \Rightarrow T1 = (1+0.05)^4 \times 1036 = 1199 \text{ pl/j/sens}$$

$$Tn = (1+\tau)^n \times T1 \Rightarrow T20 = (1+0.05)^{20} \times 1199 = 3182 \text{ pl/j/sens}$$

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

$$E_p = \frac{100 + \sqrt{6.5} \times (75 + 50 \log \frac{3182}{10})}{6 + 5} = 55.48 \text{ cm}$$

$$E_p = 56 \text{ cm}$$

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

Tableau 34: Les différentes épaisseurs des couches du corps de chaussées choisies

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	08	2	16
GB	18	1,5	27
GNT	30	0.6	18
TOTAL	56 cm		61 cm

Notre structure comporte : **8BB + 18 GB + 30 GNT** (Avec une couche de forme de 50 cm de TUF)

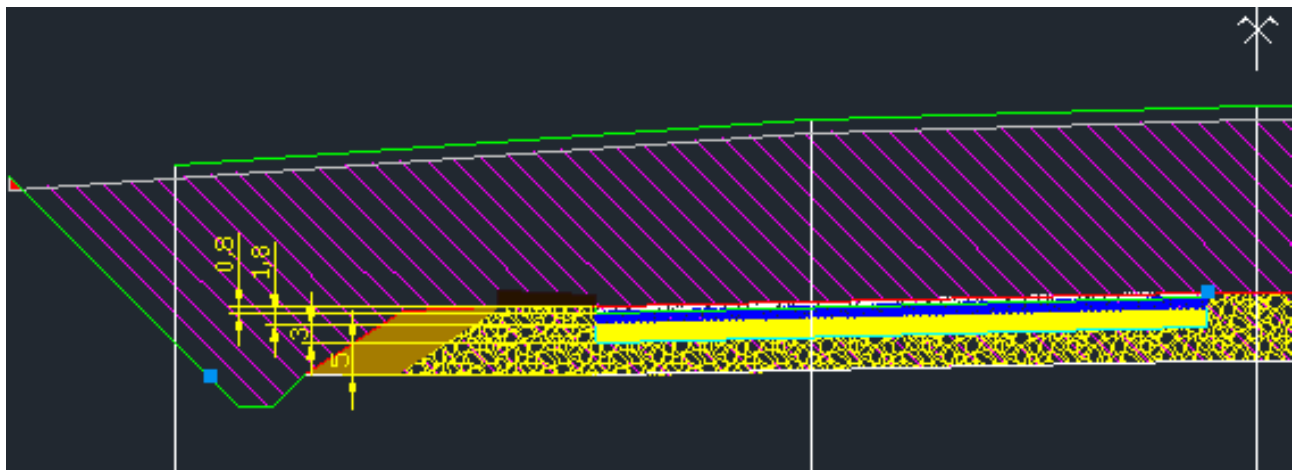


Figure 19 : Corps de chaussée

CHAPITRE VII

CALCUL DE CUBATURES

CALCUL DE CUBATURES

1. INTRODUCTION :

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils sont 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 formeuse raine naturel comporte deux actions, la premières 'agit D'ajouter des terres (remblai) et la deuxièmes 'agit d'enlever des terres (déblai).

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

2. DEFINITIONS

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

Remarque :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai. Pour notre projet on a utilisé le logiciel COVADIS. Méthode linéaire

3. LES RESULTATS DES CALCULS DE CUBATURE :

Les résultats du calcul sont illustrés dans les tableaux suivants:

Tableau 39 : calcul des cubatures

COVADIS - RECAPITULATIF DES CUBATURES DEBLAI/REMBLAI PAR PROFIL - Sujet 02

Nom du fichier : C:\Users\hp7\Desktop\SUJET_BENMANA_.dwg
Date du listing : 07/05/2025 à 17:06:05
Profil en long : 1
Courbe projet : Proj 1

Méthode de calcul : Linéaire (Les entrées en terre sont recherchées jusqu'au TN)

Profil n°	Abs-cisse	Long. d'appli-	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0.000	19.022	6.21	26.86	33.06	628.936	628.936	0.02	0.02	0.04	0.761	0.761
P2	38.044	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	92.62	73.02	165.64	3312.746	3313.507
P3	40.000	19.950	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	95.71	77.91	173.61	3463.553	6777.060
P4	77.944	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	132.69	127.78	260.46	5209.251	11986.311
P5	80.000	21.028	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	133.83	132.17	266.00	5593.469	17579.780
P6	120.000	30.405	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	165.36	157.40	322.77	9813.700	27393.480
P7	140.810	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	169.77	168.00	337.77	6755.439	34148.919
P8	160.000	19.950	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	171.56	168.03	339.59	6774.823	40923.742
P9	180.710	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	162.99	162.50	325.49	6509.883	47433.625
P10	200.000	16.728	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	157.65	153.29	310.94	5201.425	52635.050
P11	214.165	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	156.91	151.06	307.97	6159.482	58794.532
P12	240.000	32.917	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	182.25	152.93	335.19	11033.381	69827.913
P13	280.000	29.508	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	191.75	154.12	345.87	10205.718	80033.630
P14	299.015	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	159.75	156.61	316.37	6327.321	86360.951
P15	320.000	24.418	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	160.17	147.97	308.15	7524.347	93885.298
P16	347.852	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	160.24	160.64	320.89	6417.718	100303.016
P17	360.000	26.074	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	163.03	163.12	326.16	8504.269	108807.285
P18	400.000	36.351	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	169.04	170.39	339.43	12338.586	121145.871
P19	432.702	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	146.40	173.83	320.22	6404.480	127550.351
P20	440.000	23.649	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	138.23	169.20	307.43	7270.384	134820.735
P21	480.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	88.02	143.00	231.03	9241.057	144061.793
P22	520.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	628.936	43.00	106.74	149.74	5989.601	150051.394
P23	560.000	40.000	12.67	0.00	12.67	506.671	1135.607	7.22	53.01	60.23	2409.248	152460.641
P24	600.000	40.000	286.19	133.01	419.20	16767.963	17903.571	0.01	0.01	0.03	1.074	152461.715
P25	640.000	40.000	262.08	87.79	349.87	13994.880	31898.450	0.02	0.01	0.03	1.357	152463.072
P26	680.000	40.000	61.09	4.32	65.41	2616.380	34514.830	0.03	5.34	5.37	214.670	152677.742
P27	720.000	40.000	1.36	0.00	1.36	54.218	34569.047	8.30	40.26	48.57	1942.669	154620.411
P28	760.000	40.000	0.57	0.00	0.57	22.641	34591.688	3.74	6.38	10.12	404.708	155025.119
P29	800.000	37.813	62.65	77.52	140.17	5300.250	39891.938	0.02	0.02	0.04	1.484	155026.604
P30	835.626	20.000	107.57	144.47	252.04	5040.772	44932.711	0.02	0.02	0.04	0.789	155027.393
P31	840.000	22.187	110.08	147.96	258.04	5725.096	50657.807	0.02	0.02	0.04	0.878	155028.270
P32	880.000	40.000	147.54	190.90	338.44	13537.413	64195.220	0.02	0.02	0.04	1.620	155029.891
P33	920.000	20.238	211.72	254.55	466.27	9436.454	73631.674	0.02	0.02	0.04	0.811	155030.702
P34	920.476	20.000	212.69	255.47	468.16	9363.116	82994.790	0.02	0.02	0.04	0.802	155031.504
P35	960.000	39.762	265.49	321.40	586.89	23335.894	106330.684	0.02	0.02	0.04	1.585	155033.089
P36	1000.000	40.000	311.89	379.93	691.82	27672.981	134003.665	0.02	0.02	0.04	1.592	155034.681
P37	1040.000	40.000	325.13	406.41	731.54	29261.696	163265.361	0.02	0.02	0.04	1.604	155036.285
P38	1080.000	40.000	302.88	400.20	703.08	28123.289	191388.650	0.02	0.02	0.04	1.597	155037.882
P39	1120.000	40.000	253.96	368.57	622.53	24901.394	216290.044	0.02	0.02	0.04	1.596	155039.478
P40	1160.000	40.000	218.07	343.99	562.07	22482.728	238772.772	0.02	0.02	0.04	1.607	155041.085
P41	1200.000	36.863	196.07	316.37	512.44	18889.892	257662.664	0.02	0.02	0.04	1.508	155042.593
P42	1233.726	20.000	214.97	371.63	586.60	11732.038	269394.702	0.02	0.03	0.05	0.906	155043.499
P43	1240.000	23.137	236.62	405.44	642.07	14855.604	284250.306	0.02	0.02	0.04	0.963	155044.462
P44	1280.000	39.288	307.03	422.56	729.59	28664.104	312914.411	0.02	0.02	0.04	1.648	155046.110
P45	1318.576	20.000	283.15	412.26	695.42	13908.312	326822.722	0.02	0.02	0.04	0.834	155046.943
P46	1320.000	20.712	282.58	413.96	696.54	14426.855	341249.577	0.02	0.02	0.04	0.863	155047.807
P47	1360.000	40.000	367.26	492.14	859.40	34375.935	375625.512	0.02	0.02	0.04	1.608	155049.415
P48	1400.000	40.000	514.55	619.58	1134.14	45365.491	420991.003	0.02	0.02	0.04	1.607	155051.021
P49	1440.000	40.000	576.61	646.43	1223.04	48921.790	469912.794	0.02	0.02	0.04	1.665	155052.686
P50	1480.000	40.000	675.74	698.68	1374.42	54976.747	524889.541	0.02	0.02	0.04	1.684	155054.371
P51	1520.000	40.000	805.85	830.32	1636.18	65447.143	590336.684	0.02	0.02	0.04	1.642	155056.013
P52	1560.000	32.649	885.71	947.84	1833.55	59863.395	650200.079	0.02	0.02	0.04	1.340	155057.352
P53	1585.298	20.000	928.97	1004.31	1933.28	38665.648	688865.727	0.02	0.02	0.04	0.806	155058.158
P54	1600.000	22.585	939.31	1045.99	1985.30	44838.086	733703.813	0.02	0.02	0.04	0.980	155059.138
P55	1630.468	20.000	962.87	1101.39	2064.25	41285.095	774988.908	0.02	0.02	0.04	0.884	155060.022
P56	1640.000	24.766	1043.06	1133.84	2176.91	53913.503	828902.411	0.02	0.02	0.04	1.086	155061.107
P57	1680.000	40.000	1272.38	1178.49	2450.88	98035.025	926937.436	0.02	0.02	0.04	1.652	155062.760
P58	1720.000	34.064	1201.54	1193.60	2395.14	81588.909	1008526.345	0.03	0.02	0.05	1.730	155064.490
P59	1748.129	20.000	1189.77	1257.80	2447.57	48951.477	1057477.822	0.05	0.01	0.05	1.042	155065.531
P60	1760.000	22.585	1201.68	1259.92	2461.59	55595.089	1113072.911	0.05	0.01	0.06	1.340	155066.871
P61	1793.299	20.000	1416.45	1222.59	2639.05	52780.947	1165853.858	0.02	0.01	0.03	0.610	155067.482
P62	1800.000	9.600	1395.35	1205.85	2601.20	24970.509	1190824.367	0.02	0.01	0.03	0.293	155067.775
P63	1812.498	20.000	1126.31	1158.31	2284.63	45692.518	1236516.885	0.02	0.01	0.02	0.464	155068.239

P64	1840.000	33.751	884.23	1052.55	1936.79	65368.472	1301885.357	0.01	0.01	0.02	0.720	155068.959
P65	1880.000	22.989	693.84	882.81	1576.65	36245.492	1338130.848	0.02	0.02	0.03	0.746	155069.705
P66	1885.978	20.000	670.65	841.51	1512.16	30243.271	1368374.120	0.02	0.02	0.03	0.642	155070.348
P67	1920.000	37.011	447.16	565.09	1012.25	37464.312	1405838.432	0.02	0.02	0.03	1.198	155071.545
P68	1960.000	40.000	76.20	202.59	278.80	11151.850	1416990.282	0.02	0.02	0.03	1.320	155072.865
P69	2000.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	141.74	66.89	208.63	8345.260	163418.125
P70	2040.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	345.28	123.93	469.21	18768.490	182186.616
P71	2080.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	300.10	157.03	457.14	18285.512	200472.128
P72	2120.000	37.093	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	294.18	182.37	476.55	17676.747	218148.875
P73	2154.186	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	279.71	162.15	441.87	8837.335	226986.211
P74	2160.000	22.907	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	277.94	164.87	442.81	10143.425	237129.635
P75	2200.000	33.833	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	210.02	165.98	376.00	12721.330	249850.965
P76	2227.666	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	148.61	93.74	242.36	4847.103	254698.068
P77	2240.000	26.167	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	176.08	90.56	266.63	6977.009	261675.077
P78	2280.000	33.358	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	241.39	92.34	333.72	11132.367	272807.445
P79	2306.716	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	185.33	95.00	280.33	5606.590	278414.035
P80	2320.000	26.642	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	160.81	93.25	254.06	6768.733	285182.768
P81	2360.000	31.303	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	215.31	94.78	310.09	9706.578	294889.345
P82	2382.606	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	182.32	118.47	300.79	6015.891	300905.236
P83	2400.000	28.697	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	203.82	119.88	323.70	9289.320	310194.556
P84	2440.000	28.107	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	311.11	130.61	441.73	12415.518	322610.074
P85	2456.214	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	383.84	194.47	578.31	11566.158	334176.233
P86	2480.000	31.893	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	407.57	300.02	707.60	22567.438	356743.671
P87	2520.000	26.052	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	367.60	451.96	819.56	21351.130	378094.801
P88	2532.104	6.630	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	184.41	426.52	610.93	4050.531	382145.331
P89	2533.260	13.948	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	184.06	417.15	601.22	8385.853	390531.185
P90	2560.000	33.370	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	106.90	272.94	379.84	12675.087	403206.272
P91	2600.000	23.370	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	68.23	402.73	470.96	11006.408	414212.680
P92	2606.740	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	57.43	380.74	438.18	8763.515	422976.196
P93	2640.000	17.907	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	90.42	202.20	292.62	5239.880	428216.076
P94	2642.554	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	79.89	215.48	295.37	5907.426	434123.502
P95	2680.000	36.740	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	195.05	353.74	548.78	20162.323	454285.825
P96	2716.034	19.846	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	136.54	333.59	470.12	9330.218	463616.043
P97	2719.693	1.983	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	145.38	383.49	528.87	1048.839	464664.883
P98	2720.000	20.154	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	146.10	387.77	533.87	10759.365	475424.247
P99	2760.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	195.54	460.88	656.43	26257.067	501681.314
P100	2800.000	22.271	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	246.09	387.15	633.23	14102.959	515784.274
P101	2804.543	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	216.83	431.79	648.63	12972.529	528756.803
P102	2840.000	22.098	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	214.32	318.70	533.02	11778.483	540535.286
P103	2848.738	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	207.38	329.61	536.99	10739.775	551275.061
P104	2880.000	35.631	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	230.60	433.07	663.67	23647.325	574922.386
P105	2920.000	26.794	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	182.98	460.50	643.48	17241.402	592163.787
P106	2933.588	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	162.28	493.38	655.66	13113.165	605276.953
P107	2960.000	25.496	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	176.42	536.16	712.58	18168.051	623445.004
P108	2984.580	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	166.39	596.88	763.27	15265.346	638710.349
P109	3000.000	27.710	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	178.67	551.56	730.23	20234.622	658944.971
P110	3040.000	34.715	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	187.63	542.13	729.77	25333.988	684278.959
P111	3069.430	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	259.23	593.51	852.74	17054.851	701333.810
P112	3080.000	25.285	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	279.39	604.81	884.20	22356.829	723690.639
P113	3120.000	20.053	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	245.76	581.96	827.72	16598.369	740289.008
P114	3120.106	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	245.29	581.89	827.17	16543.469	756832.477
P115	3160.000	39.947	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	188.42	535.43	723.85	28915.510	785747.987
P116	3200.000	22.478	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	159.63	431.54	591.17	13288.323	799036.310
P117	3204.956	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	154.37	304.09	458.46	9169.298	808205.608
P118	3240.000	37.522	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	152.74	478.60	631.34	23689.187	831894.795
P119	3280.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	150.45	564.31	714.76	28590.388	860485.183
P120	3320.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	179.79	426.61	606.40	24255.836	884741.019
P121	3360.000	22.853	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	241.12	672.48	913.59	20878.174	905619.193
P122	3365.706	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	251.95	667.83	919.78	18395.574	924014.767
P123	3400.000	36.740	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	257.55	693.82	951.36	34953.076	958967.844
P124	3439.186	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	208.15	613.54	821.69	16433.759	975401.603
P125	3440.000	20.407	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	208.89	610.51	819.40	16721.638	992123.241
P126	3480.000	24.909	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	188.66	512.39	701.05	17462.776	1009586.017
P127	3489.819	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	218.08	490.57	708.65	14173.013	1023759.030
P128	3520.000	35.091	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	248.71	417.60	666.32	23381.452	1047140.482
P129	3560.000	21.649	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	258.05	450.92	708.96	15348.697	1062489.178
P130	3563.299	1.872	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	256.48	454.77	711.25	1331.763	1063820.941
P131	3563.745	18.351	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	256.29	455.31	711.59	13058.139	1076879.080
P132	3600.000	34.205	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	242.54	293.25	535.79	18326.797	1095205.877

P133	3632.155	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	218.99	298.46	517.45	10348.965	1105554.842
P134	3640.000	15.640	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	237.87	315.80	553.66	8659.425	1114214.267
P135	3663.435	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	222.41	373.29	595.71	11914.115	1126128.383
P136	3680.000	28.282	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	225.34	439.11	664.45	18792.146	1144920.529
P137	3720.000	25.923	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	221.56	431.27	652.83	16923.124	1161843.653
P138	3731.845	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	202.77	411.14	613.91	12278.223	1174121.876
P139	3760.000	34.077	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	156.25	350.46	506.71	17267.286	1191389.162
P140	3800.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	132.84	337.81	470.66	18826.235	1210215.397
P141	3840.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	160.56	360.84	521.40	20856.042	1231071.439
P142	3880.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	210.16	428.29	638.45	25538.146	1256609.584
P143	3920.000	30.309	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	227.44	482.35	709.80	21512.882	1278122.467
P144	3940.617	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	237.46	506.81	744.27	14885.396	1293007.863
P145	3960.000	29.691	0.00	0.00	0.00	0.000	1416990.282	214.63	449.10	663.72	19706.841	1312714.704
P146	4000.000	27.049	16.76	0.00	16.76	453.352	1417443.634	172.58	443.63	616.21	16667.564	1329382.268
P147	4014.097	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1417443.634	144.61	440.15	584.75	11695.045	1341077.313
P148	4040.000	32.951	0.00	0.00	0.00	0.000	1417443.634	176.08	405.22	581.30	19154.739	1360232.052
P149	4080.000	40.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1417443.634	165.68	370.44	536.12	21444.656	1381676.708
P150	4120.000	27.226	0.00	0.00	0.00	0.000	1417443.634	117.75	254.67	372.42	10139.361	1391816.069
P151	4134.451	20.000	0.00	0.00	0.00	0.000	1417443.634	69.18	225.03	294.21	5884.247	1397700.316
P152	4160.000	32.774	0.00	0.00	0.00	0.000	1417443.634	88.36	173.85	262.21	8593.775	1406294.090
P153	4200.000	23.966	18.24	0.00	18.24	437.100	1417880.734	36.79	92.77	129.56	3104.991	1409399.081
P154	4207.931	20.000	13.70	0.00	13.70	273.963	1418154.697	38.11	79.14	117.26	2345.100	1411744.182
P155	4240.000	36.034	47.47	0.00	47.47	1710.530	1419865.227	15.96	124.13	140.08	5047.867	1416792.048
P156	4280.000	40.000	24.42	5.05	29.46	1178.500	1421043.727	0.03	15.83	15.86	634.395	1417426.444
P157	4320.000	28.677	4.10	0.00	4.10	117.435	1421161.162	3.44	79.72	83.16	2384.929	1419811.373
P158	4337.355	20.000	40.82	0.00	40.82	816.357	1421977.519	0.13	124.02	124.15	2482.962	1422294.335
P159	4360.000	19.950	10.38	0.00	10.38	207.050	1422184.569	21.98	165.95	187.93	3749.303	1426043.638
P160	4377.255	20.000	16.07	0.90	16.98	339.511	1422524.079	0.03	127.30	127.33	2546.672	1428590.310
P161	4400.000	23.800	43.81	5.13	48.93	1164.617	1423688.696	0.02	51.46	51.49	1225.410	1429815.720
P162	4424.855	20.000	46.06	17.33	63.39	1267.756	1424956.452	0.02	2.82	2.84	56.798	1429872.518
P163	4440.000	19.950	52.98	41.17	94.14	1878.175	1426834.627	0.02	0.02	0.04	0.751	1429873.269
P164	4464.755	20.000	47.88	63.64	111.53	2230.564	1429065.192	0.02	0.02	0.04	0.838	1429874.107
P165	4480.000	26.114	44.44	66.40	110.84	2894.374	1431959.566	0.02	0.02	0.04	1.061	1429875.169
P166	4516.983	18.492	7.81	29.62	37.42	692.049	1432651.615	0.02	0.02	0.04	0.740	1429875.908

Volume cumulé déblais (m³) :	1432651.615
Volume cumulé remblais (m³) :	1429875.908
Excès de Déblais (m³) :	2775.707

CHAPITRE VIII

IMPLANTATION

IMPLANTATION

1. DEFINITION

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

2. IMPLANTATION DES SOMMETS

2.1. METHODE : COORDONNEES RECTANGULAIRES

Pour l'implantation de notre projet on utilise l'instrument Leica qui permet d'implanter directement les points connus en coordonnées planimétriques et altimétriques

Les coordonnées sont illustrées dans les tableaux suivants

2.2. LISTING D'IMPLANTATION PLANIMETRIQUE ET ALTIMETRIQUE DES PROFILS

Tableau 35 : Listing d'implantation des points d'axe

N°	Point d'axe		Z	
	X	Y	Z Projet	Z TN
1	448709,622	4048799,593	18,323	18,223
2	448739,156	4048823,574	19,471	14,096
3	448740,675	4048824,807	19,530	14,009
4	448771,436	4048846,942	20,674	12,987
5	448773,234	4048847,941	20,736	12,978
6	448810,875	4048860,916	21,943	13,031
7	448831,595	4048862,547	22,570	13,462
8	448850,719	4048861,105	23,149	13,953
9	448871,164	4048857,817	23,774	14,579
10	448890,162	4048854,470	24,355	15,674
11	448904,112	4048852,013	24,783	16,158

12	448929,565	4048847,586	25,562	16,410
13	448969,099	4048841,512	26,768	18,400
14	448987,981	4048839,267	27,342	18,429
15	449008,886	4048837,461	27,975	18,613
16	449036,706	4048836,195	28,815	20,011
17	449048,854	4048836,041	29,181	20,278
18	449088,843	4048836,835	30,387	21,035
19	449121,511	4048838,303	31,374	22,364
20	449128,801	4048838,657	31,594	22,754
21	449168,754	4048840,593	32,800	25,550
22	449208,707	4048842,529	34,007	28,760
23	449248,661	4048844,466	35,213	32,603
24	449288,614	4048846,402	36,419	47,909
25	449328,567	4048848,339	37,626	46,154
26	449368,520	4048850,275	38,832	39,129
27	449408,473	4048852,211	40,039	37,682
28	449448,426	4048854,148	41,245	39,885
29	449488,379	4048856,084	42,451	45,317
30	449523,964	4048857,809	43,526	48,876
31	449528,332	4048858,020	43,658	49,122
32	449568,298	4048859,671	44,864	51,966
33	449608,292	4048859,928	46,071	55,647
34	449608,768	4048859,917	46,085	55,695
35	449648,225	4048857,736	47,277	59,084
36	449687,923	4048852,890	48,483	62,064
37	449727,210	4048845,409	49,685	63,854
38	449765,911	4048835,328	50,822	64,534
39	449803,854	4048822,692	51,879	63,980
40	449840,872	4048807,555	52,857	63,999
41	449876,799	4048789,986	53,754	63,998
42	449906,125	4048773,341	54,467	64,878
43	449911,476	4048770,064	54,599	65,941
44	449944,930	4048748,143	55,443	69,107
45	449976,544	4048726,038	56,257	69,208
46	449977,707	4048725,216	56,287	69,282
47	450010,377	4048702,136	57,131	72,849
48	450043,046	4048679,055	57,975	77,940
49	450075,715	4048655,974	58,819	79,642
50	450108,384	4048632,894	59,663	81,971
51	450141,054	4048609,813	60,507	86,547
52	450173,723	4048586,732	61,351	89,770
53	450194,384	4048572,135	61,885	91,331
54	450206,432	4048563,708	62,195	92,304
55	450232,364	4048547,749	62,838	91,566
56	450240,929	4048543,567	63,039	93,699
57	450278,952	4048531,450	63,883	95,593
58	450318,753	4048528,531	64,727	97,481
59	450346,623	4048532,095	65,320	98,935
60	450358,147	4048534,936	65,571	99,486
61	450389,762	4048545,367	66,274	99,799
62	450396,074	4048547,620	66,415	99,526
63	450407,845	4048551,820	66,679	98,884

64	450433,782	4048560,964	67,259	96,766
65	450471,911	4048573,036	68,103	95,405
66	450477,676	4048574,617	68,229	95,073
67	450510,845	4048582,149	68,947	89,764
68	450550,435	4048587,771	69,791	75,638
69	450590,367	4048589,857	70,635	64,542
70	450630,327	4048588,389	71,506	64,955
71	450669,999	4048583,380	72,441	62,172
72	450709,070	4048574,869	73,440	61,875
73	450741,752	4048564,869	74,344	61,943
74	450747,231	4048562,924	74,503	62,210
75	450784,369	4048548,082	75,630	66,165
76	450809,713	4048536,986	76,446	69,151
77	450820,992	4048531,996	76,820	68,631
78	450857,572	4048515,812	78,075	70,586
79	450882,003	4048505,002	78,949	71,955
80	450894,155	4048499,637	79,394	72,224
81	450931,003	4048484,079	80,777	73,547
82	450952,169	4048476,144	81,587	74,990
83	450968,683	4048470,683	82,224	75,454
84	451007,331	4048460,418	83,735	73,409
85	451023,218	4048457,181	84,366	71,286
86	451046,691	4048453,345	85,310	70,357
87	451086,396	4048448,515	86,949	67,854
88	451098,432	4048447,237	87,457	72,963
89	451099,582	4048447,116	87,506	73,451
90	451126,164	4048444,215	88,652	80,343
91	451165,767	4048438,628	90,418	80,342
92	451172,398	4048437,425	90,723	85,084
93	451204,822	4048430,048	92,249	84,803
94	451207,288	4048429,383	92,368	85,284
95	451243,046	4048418,288	94,144	79,895
96	451276,999	4048406,223	95,906	85,477
97	451280,439	4048404,975	96,088	85,581
98	451280,728	4048404,870	96,103	85,590
99	451318,403	4048391,433	98,126	83,248
100	451356,481	4048379,196	100,213	85,001
101	451360,846	4048377,936	100,454	85,282
102	451395,216	4048369,244	102,364	89,662
103	451403,760	4048367,415	102,842	90,168
104	451434,510	4048361,795	104,579	90,917
105	451474,088	4048356,004	106,858	93,241
106	451487,555	4048354,196	107,646	94,976
107	451513,734	4048350,696	109,200	96,504
108	451538,097	4048347,439	110,672	96,282
109	451553,380	4048345,384	111,607	97,599
110	451592,950	4048339,544	114,078	102,083
111	451621,892	4048334,220	115,937	100,501
112	451632,224	4048331,992	116,613	99,977
113	451670,928	4048321,922	119,212	105,625
114	451671,030	4048321,891	119,219	105,634
115	451708,943	4048309,491	121,875	109,687

116	451746,499	4048295,725	124,568	113,794
117	451751,140	4048293,985	124,902	114,313
118	451783,952	4048281,681	127,261	116,572
119	451821,406	4048267,636	129,955	118,876
120	451858,859	4048253,591	132,648	120,731
121	451896,312	4048239,546	135,341	122,156
122	451901,654	4048237,542	135,725	122,318
123	451933,693	4048225,311	138,035	123,564
124	451969,708	4048209,888	140,673	127,353
125	451970,444	4048209,540	140,728	127,441
126	452005,789	4048190,839	143,421	128,796
127	452014,200	4048185,773	144,082	129,466
128	452039,411	4048169,188	146,114	132,252
129	452071,864	4048145,806	148,808	134,452
130	452074,521	4048143,850	149,030	134,569
131	452074,880	4048143,586	149,060	134,585
132	452104,252	4048122,334	151,501	137,848
133	452131,114	4048104,671	153,666	139,774
134	452137,856	4048100,659	154,194	139,665
135	452158,456	4048089,493	155,772	141,317
136	452173,391	4048082,331	156,887	143,115
137	452210,223	4048066,738	159,581	144,992
138	452221,224	4048062,347	160,378	146,519
139	452247,381	4048051,931	162,274	150,296
140	452284,543	4048037,132	164,967	154,160
141	452321,705	4048022,334	167,661	155,838
142	452358,867	4048007,536	170,354	156,106
143	452396,029	4047992,738	173,047	158,800
144	452415,184	4047985,110	174,435	160,836
145	452433,178	4047977,906	175,740	162,127
146	452469,947	4047962,167	178,434	165,518
147	452482,665	4047956,087	179,383	167,709
148	452505,524	4047943,912	181,127	169,486
149	452539,348	4047922,584	183,820	173,748
150	452571,144	4047898,336	186,513	178,156
151	452582,084	4047888,895	187,486	180,319
152	452600,721	4047871,423	189,207	182,909
153	452628,706	4047842,845	191,900	186,806
154	452634,178	4047837,104	192,434	187,424
155	452656,296	4047813,883	194,593	189,748
156	452683,885	4047784,920	197,287	197,124
157	452711,473	4047755,956	199,980	198,665
158	452723,443	4047743,390	201,148	200,062
159	452739,350	4047727,277	202,673	197,897
160	452752,485	4047716,101	203,835	203,357
161	452771,862	4047704,256	205,366	205,843
162	452795,166	4047695,740	207,040	208,430
163	452810,027	4047692,856	208,060	209,768
164	452834,649	4047690,339	209,726	211,487
165	452849,844	4047689,113	210,753	212,332
166	452886,708	4047686,138	213,243	213,143

3.1.2.1. Piquetage par coordonnées rectangulaires

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

3.1.2.2. Piquetage par coordonnées Polaires

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

4. APPLICATIONS AU PROJET**IMPLANTATION DES CLOTHOIDES**

Méthode : Par abscisse et ordonnées sur la tangente

Virage N° 1

Données :

R = 120 m
L = 40 m
A = 69,20 m
 $\Delta L = 10$ m
n = 3

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,035 m
2	20 m	19,997 m	0,278 m
3	30 m	29,974 m	0,939 m
KE	40 m	39,790 m	2,207 m

Virage N° 2

Données

R = 600 m
L = 85 m
A = 225,64 m
 $\Delta L = 10$ m
n = 8

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,003 m
2	20 m	20,000 m	0,026 m
3	30 m	30,000 m	0,088 m
4	40 m	39,999 m	0,210 m
5	50 m	49,997 m	0,409 m
6	60 m	59,993 m	0,707 m
7	70 m	69,984 m	1,123 m
8	80 m	79,968 m	1,676 m
9	90 m	89,943 m	2,385 m
KE	85 m	84,810 m	1,999 m

Virage N° 3

Données

R = 600 m
L = 85 m
A = 226 m

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,003 m

$\Delta L = 10 \text{ m}$

$n = 8$

2	20 m	20,000 m	0,026 m
3	30 m	30,000 m	0,088 m
4	40 m	39,999 m	0,210 m
5	50 m	49,997 m	0,409 m
6	60 m	59,993 m	0,707 m
7	70 m	69,984 m	1,123 m
8	80 m	79,968 m	1,676 m
KE	85 m	84,810 m	1,999 m

Virage N° 4

Données :

$R = 170 \text{ m}$

$L = 45 \text{ m}$

$A = 88 \text{ m}$

$\Delta L = 20 \text{ m}$

$n = 2$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	20 m	19,999 m	0,174 m
2	40 m	39,957 m	1,388 m
3	60 m	59,671 m	4,670 m
4	80 m	78,622 m	10,976 m
5	100 m	95,843 m	21,049 m
KE	45 m	45,087 m	1,997 m

Virage N° 5

Données

$R = 450 \text{ m}$

$L = 73 \text{ m}$

$A = 182 \text{ m}$

$\Delta L = 10 \text{ m}$

$n = 7$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,005 m
2	20 m	20,000 m	0,040 m
3	30 m	29,999 m	0,136 m
4	40 m	39,998 m	0,323 m
5	50 m	49,993 m	0,630 m
6	60 m	59,982 m	1,088 m
7	70 m	69,962 m	1,728 m
KE	73 m	73,436 m	1,999 m

Virage N° 6

Données

$R = 480 \text{ m}$

$L = 76 \text{ m}$

$A = 191 \text{ m}$

$\Delta L = 10 \text{ m}$

$n = 7$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,005 m
2	20 m	20,000 m	0,037 m
3	30 m	30,000 m	0,124 m
4	40 m	39,998 m	0,293 m
5	50 m	49,994 m	0,572 m
6	60 m	59,985 m	0,988 m
7	70 m	69,968 m	1,569 m
KE	76 m	75,847 m	1,999 m

Virage N° 7

Données :

$R = 450 \text{ m}$

$L = 73 \text{ m}$

$A = 182 \text{ m}$

$\Delta L = 10 \text{ m}$

$n = 7$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,005 m
2	20 m	20,000 m	0,040 m
3	30 m	29,999 m	0,136 m
4	40 m	39,998 m	0,323 m
5	50 m	49,993 m	0,630 m
6	60 m	59,982 m	1,088 m
7	70 m	69,962 m	1,728 m
KE	73 m	71,182 m	13,499 m

Virage N° 8

Données

$R = 600 \text{ m}$

$L = 85 \text{ m}$

$A = 226 \text{ m}$

$\Delta L = 10 \text{ m}$

$n = 8$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,003 m
2	20 m	20,000 m	0,026 m
3	30 m	30,000 m	0,088 m
4	40 m	39,999 m	0,210 m
5	50 m	49,997 m	0,409 m
6	60 m	59,993 m	0,707 m
7	70 m	69,984 m	1,123 m
8	80 m	79,968 m	1,676 m
KE	85 m	84,810 m	1,999 m

Virage N° 9

Données

$R = 600 \text{ m}$

$L = 85 \text{ m}$

$A = 226 \text{ m}$

$\Delta L = 10 \text{ m}$

$n = 8$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,005 m
2	20 m	20,000 m	0,040 m
3	30 m	29,999 m	0,136 m
4	40 m	39,998 m	0,323 m
5	50 m	49,993 m	0,630 m
6	60 m	59,982 m	1,088 m
7	70 m	69,962 m	1,728 m
8	80 m	79,925 m	2,579 m
KE	85 m	84,752 m	3,077 m

Virage N° 10

Données :

$R = 450 \text{ m}$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
-----	------------------	-------	-------

$L = 73 \text{ m}$
 $A = 182 \text{ m}$
 $\Delta L = 10 \text{ m}$
 $n = 7$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,005 m
2	20 m	20,000 m	0,037 m
3	30 m	30,000 m	0,124 m
4	40 m	39,998 m	0,293 m
5	50 m	49,994 m	0,572 m
6	60 m	59,985 m	0,988 m
7	70 m	69,968 m	1,569 m
KE	73 m	73,444 m	1,815 m

Virage N° 11

Données

$R = 390 \text{ m}$
 $L = 68 \text{ m}$
 $A = 163 \text{ m}$
 $\Delta L = 10 \text{ m}$
 $n = 6$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,005 m
2	20 m	20,000 m	0,040 m
3	30 m	29,999 m	0,136 m
4	40 m	39,998 m	0,323 m
5	50 m	49,993 m	0,630 m
6	60 m	59,982 m	1,088 m
KE	68 m	66,795 m	10,954 m

Virage N° 12

Données

$R = 450 \text{ m}$
 $L = 73 \text{ m}$
 $A = 182 \text{ m}$
 $\Delta L = 10 \text{ m}$
 $n = 7$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,003 m
2	20 m	20,000 m	0,026 m
3	30 m	30,000 m	0,088 m
4	40 m	39,999 m	0,210 m
5	50 m	49,997 m	0,409 m
6	60 m	59,993 m	0,707 m
7	70 m	69,984 m	1,123 m
KE	73 m	73,464 m	1,299 m

Virage N° 13

Données :

$R = 120 \text{ m}$
 $L = 40 \text{ m}$
 $A = 69 \text{ m}$
 $\Delta L = 10 \text{ m}$
 $n = 3$

Pts	i ΔL (m)	X (m)	Y (m)
KA	0 m	0,000 m	0,000 m
1	10 m	10,000 m	0,005 m
2	20 m	20,000 m	0,040 m
3	30 m	29,999 m	0,136 m
KE	40 m	39,790 m	2,207 m

IMPLANTATION DES ARCS DE CERCLES

Méthode : Par abscisse et ordonnées sur la tangente

Virage N° 1

Données :

$R = 120 \text{ m}$
 $\gamma = 33,3510 \text{ gr}$
 $\gamma/2 = 16,6755 \text{ gr}$
 $n = 8 \text{ pts}$
 $\delta = 2,0844 \text{ gr}$

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1-\cos i\delta)$ (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	2,0844 gr	3,928 m	0,064 m
2	4,1689 gr	7,853 m	0,257 m
3	6,2533 gr	11,768 m	0,578 m
4	8,3378 gr	15,671 m	1,028 m
5	10,4222 gr	19,558 m	1,604 m
6	12,5066 gr	23,423 m	2,308 m
7	14,5911 gr	27,263 m	3,138 m
M	16,6755 gr	31,074 m	4,093 m

Virage N° 2

Données :

$R = 600 \text{ m}$
 $\gamma = 5,1805 \text{ gr}$
 $\gamma/2 = 2,5903 \text{ gr}$
 $n = 4 \text{ pts}$
 $\delta = 0,6476 \text{ gr}$

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1-\cos i\delta)$ (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,6476 gr	6,103 m	0,031 m
2	1,2951 gr	12,205 m	0,124 m
3	1,9427 gr	18,307 m	0,279 m
M	2,5903 gr	24,406 m	0,497 m

Virage N° 3

Données :

$R = 600 \text{ m}$
 $\gamma = 33,2357 \text{ gr}$
 $\gamma/2 = 16,6179 \text{ gr}$
 $n = 8 \text{ pts}$
 $\delta = 2,0772 \text{ gr}$

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1-\cos i\delta)$ (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	2,0772 gr	19,574 m	0,319 m
2	4,1545 gr	39,127 m	1,277 m
3	6,2317 gr	58,639 m	2,872 m
4	8,3089 gr	78,088 m	5,103 m
5	10,3862 gr	97,454 m	7,967 m
6	12,4634 gr	116,716 m	11,462 m
7	14,5406 gr	135,854 m	15,583 m
M	16,6179 gr	154,847 m	20,326 m

Virage N° 4

Données :

$\gamma = 44,0634 \text{ gr}$
 $\gamma/2 = 22,0317 \text{ gr}$
 $n = 8 \text{ pts}$
 $\delta = 2,7540 \text{ gr}$

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1-\cos i\delta)$ (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	2,7540 gr	7,352 m	0,159 m
2	5,5079 gr	14,690 m	0,636 m
3	8,2619 gr	22,000 m	1,430 m
4	11,0159 gr	29,270 m	2,539 m
5	13,7698 gr	36,484 m	3,961 m
6	16,5238 gr	43,631 m	5,694 m
7	19,2777 gr	50,695 m	7,735 m
M	22,0317 gr	57,665 m	10,079 m

Virage N° 5

Données :

$R = 450 \text{ m}$

Pts	$i\delta$ (gr)	$X = R \cdot \sin i\delta$ (m)	$Y = R(1-\cos i\delta)$ (m)
-----	----------------	--------------------------------	-----------------------------

$$\begin{aligned}\gamma &= 37,9430 \text{ gr} \\ \gamma/2 &= 18,9715 \text{ gr} \\ n &= 8 \text{ pts} \\ \delta &= 2,3714 \text{ gr}\end{aligned}$$

T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	2,3714 gr	16,759 m	0,312 m
2	4,7429 gr	33,494 m	1,248 m
3	7,1143 gr	50,184 m	2,807 m
4	9,4858 gr	66,803 m	4,986 m
5	11,8572 gr	83,330 m	7,783 m
6	14,2286 gr	99,741 m	11,193 m
7	16,6001 gr	116,014 m	15,212 m
M	18,9715 gr	132,126 m	19,834 m

Virage N° 6

Données :

$$\begin{aligned}R &= 480 \text{ m} \\ \gamma &= 9,7617 \text{ gr} \\ \gamma/2 &= 4,8809 \text{ gr} \\ n &= 8 \text{ pts} \\ \delta &= 0,6101 \text{ gr}\end{aligned}$$

Pts	i δ (gr)	X = R . sin i δ (m)	Y= R(1-cos i δ) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,6101 gr	4,600 m	0,022 m
2	1,2202 gr	9,200 m	0,088 m
3	1,8303 gr	13,798 m	0,198 m
4	2,4404 gr	18,396 m	0,353 m
5	3,0505 gr	22,992 m	0,551 m
6	3,6606 gr	27,585 m	0,793 m
7	4,2707 gr	32,177 m	1,080 m
M	4,8809 gr	36,765 m	1,410 m

Virage N° 7

Données :

$$\begin{aligned}R &= 450 \text{ m} \\ \gamma &= 5,0658 \text{ gr} \\ \gamma/2 &= 2,5329 \text{ gr} \\ n &= 4 \text{ pts} \\ \delta &= 0,6332 \text{ gr}\end{aligned}$$

Pts	i δ (gr)	X = R . sin i δ (m)	Y= R(1-cos i δ) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,6332 gr	4,476 m	0,022 m
2	1,2665 gr	8,951 m	0,089 m
3	1,8997 gr	13,426 m	0,200 m
M	2,5329 gr	17,899 m	0,356 m

Virage N° 8

Données :

$$\begin{aligned}R &= 600 \text{ m} \\ \gamma &= 4,6881 \text{ gr} \\ \gamma/2 &= 2,3440 \text{ gr} \\ n &= 4 \text{ pts} \\ \delta &= 0,5860 \text{ gr}\end{aligned}$$

Pts	i δ (gr)	X = R . sin i δ (m)	Y= R(1-cos i δ) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,5860 gr	5,523 m	0,025 m
2	1,1720 gr	11,045 m	0,102 m
3	1,7580 gr	16,567 m	0,229 m
M	2,3440 gr	22,087 m	0,407 m

Virage N° 9

Données :

$$\begin{aligned}R &= 600 \text{ m} \\ \gamma &= 5,3757 \text{ gr} \\ \gamma/2 &= 2,6879 \text{ gr} \\ n &= 5 \text{ pts} \\ \delta &= 0,5376 \text{ gr}\end{aligned}$$

Pts	i δ (gr)	X = R . sin i δ (m)	Y= R(1-cos i δ) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,5376 gr	1,435 m	0,006 m
2	1,0751 gr	2,871 m	0,024 m
3	1,6127 gr	4,306 m	0,055 m
4	2,1503 gr	5,741 m	0,097 m
M	2,6879 gr	25,325 m	0,535 m

Virage N° 10

Données :

$$R = 450 \text{ m}$$

$$\gamma = 7,1625 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 3,5813 \text{ gr}$$

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

$$\delta = 1,1938 \text{ gr}$$

Pts	iδ (gr)	X = R . sin iδ (m)	Y= R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,1938 gr	8,438 m	0,079 m
2	2,3875 gr	16,872 m	0,316 m
M	3,5813 gr	25,301 m	0,712 m

Virage N° 11

Données :

$$R = 390 \text{ m}$$

$$\gamma = 5,1051 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 2,5526 \text{ gr}$$

$$n = 4 \text{ pts}$$

$$\delta = 0,6381 \text{ gr}$$

Pts	iδ (gr)	X = R . sin iδ (m)	Y= R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,6381 gr	6,014 m	0,030 m
2	1,2763 gr	12,028 m	0,121 m
3	1,9144 gr	18,040 m	0,271 m
M	2,5526 gr	24,051 m	0,482 m

Virage N° 12

Données :

$$R = 450 \text{ m}$$

$$\gamma = 17,0259 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 8,5130 \text{ gr}$$

$$n = 5 \text{ pts}$$

$$\delta = 1,7026 \text{ gr}$$

Pts	iδ (gr)	X = R . sin iδ (m)	Y= R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	1,1938 gr	3,188 m	0,030 m
2	2,3875 gr	6,374 m	0,120 m
3	3,5813 gr	9,558 m	0,269 m
4	4,7750 gr	12,739 m	0,478 m
M	7,1625 gr	50,522 m	2,845 m

Virage N° 13

Données :

$$R = 120 \text{ m}$$

$$\gamma = 25,2525 \text{ gr}$$

$$\gamma/2 = 12,6263 \text{ gr}$$

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

$$\delta = 4,2088 \text{ gr}$$

Pts	iδ (gr)	X = R . sin iδ (m)	Y= R(1-cos iδ) (m)
T	0,0000 gr	0,000 m	0,000 m
1	0,6332 gr	4,476 m	0,022 m
2	1,2665 gr	8,951 m	0,089 m
M	12,6263 gr	88,666 m	8,822 m

CHAPITRE IX

PROFIL EN LONG

SIGNALISATION

1. INTRODUCTION

Le rôle joué par la signalisation routière dans la sécurité et l'exploitation des infrastructures n'est plus à démontrer. Elle constitue aujourd'hui encore, et pour longtemps, le principal média d'information, entre d'une part, le gestionnaire de voirie et l'autorité de police, et d'autre part, les usagers de la route.

Visibilité, lisibilité, uniformité, homogénéité, simplicité, continuité des directions signalées, cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constituent les grands principes de la signalisation. Ils sont intangibles pour que l'utilisateur puisse toujours la comprendre, s'y fier et la respecter.

Ces principes ont été déclinés dans la réglementation de la signalisation routière qui trouve ses fondements dans la convention internationale

Ce corpus juridique s'applique à l'ensemble des voies ouvertes à la circulation publique et tous les maîtres d'ouvrages et gestionnaires routiers doivent s'y conformer. La mise en place d'une signalisation non conforme à la réglementation est interdite.

Cette réglementation évolue régulièrement, afin de répondre aux besoins des usagers de la route et à ceux des gestionnaires.

Qu'il s'agisse d'une route neuve ou de l'aménagement d'une route existante, la conception du projet doit tenir compte, lors des études et le plus en amont possible, des dispositions qui seront prises pour l'exploitation de la route (la signalisation, les dispositifs de retenue, les équipements, etc.) afin que la géométrie de l'aménagement soit compatible avec les exigences et les performances des équipements

La signalisation routière enquire une importance de plus en plus grande au fur et à mesure que le trafic de la circulation augmente ou se développe et aussi dans le cas de tronçons où la vitesse des véhicules est importante.

2. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.
- De faciliter cette circulation.
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

3. REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION

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

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

- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

4. CATEGORIES DE SIGNALISATION :

On distingue:

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

5. TYPES DE SIGNALISATION :

5.1. LA SIGNALISATION ROUTIERE 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

5.2. LIGNES COURANTES

5.2.1. LIGNES DE RIVE

Sur UNE route, ce sont les lignes qui séparent le bord droit de la chaussée de l'accotement. Les lignes font 3 m de longueur et sont espacées d'un intervalle de 3,50 m ; on peut les franchir pour stationner sur l'accotement.

Sur une route à sens unique, la ligne de rive de gauche est remplacée par une ligne continue.

Sur UNE autoroute, la ligne de rive délimite la bande d'arrêt d'urgence; les traits font alors 38 m de longueur et sont espacés d'un intervalle de 14 m.

À gauche, le long du terre-plein central, on trouve une ligne continue.

5.2.2. 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 des travaux à l'arrêt, ou un véhicule en panne, ou en cas d'obstacles sur la chaussée (pierres par exemple).

5.2.3. 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.

5.2.4. LIGNES DE DISSUASION ET D'AVERTISSEMENT

Les traits sont courts et rapprochés : ils mesurent 3 m et sont espacés de 1,33 m. On rencontre ce type de ligne dans trois cas de figure :

5.2.4.1. Ligne de dissuasion

Sur les routes étroites et/ou sinueuses, elle interdit les dépassements courants, et autorise le dépassement des véhicules lents (roulant à moins de 30 km/h) : cyclomoteurs, cyclistes, tracteurs, véhicules de voirie ou de travaux.

Sur autoroute, à l'approche d'une sortie, elle dissuade les véhicules roulant à gauche de se rabattre au dernier moment à droite pour sortir, coupant ainsi dangereusement la route aux véhicules roulant à droite.

5.2.4.2. Ligne d'avertissement

Elle prévient le conducteur de l'approche d'une ligne continue. Il ne faut plus entamer de dépassement à son niveau. Trois flèches de rabattement y sont intercalées. Lorsque la flèche pointe dans la direction opposée à celle du véhicule, la ligne d'avertissement concerne seulement les véhicules en sens inverse.

5.2.5. MARQUAGE DE VOIES PARTICULIERES :

5.2.5.1. Voies de stockage

Ce sont des voies permettant d'effectuer un changement de direction. Il faut les prendre dès le début afin de ralentir suffisamment pour pouvoir tourner. Une fois engagé sur une voie de stockage, il est interdit de la quitter, même si on a fait une erreur : en effet, on a ralenti en prenant cette voie, donc les véhicules allant tout droit vont beaucoup plus vite que nous. Les voies de stockage sont signalées par des flèches de sélection, et sont délimitées par une ligne discontinue très large.

5.2.5.2. 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 entrant de s'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. Les voies de décélération se terminent souvent par un virage serré.

La vitesse de la route dans laquelle le conducteur circule (110 km/h ou 130 km/h) étant nettement supérieure à celle nécessaire pour prendre le virage (50 km/h voire moins), 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 panneau avec une flèche 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, piétons, tracteurs,

5.2.5.3. Voies d'entrecroisement seul

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.

5.2.5.4. Voies pour véhicules lents:

On les rencontre généralement dans les côtes. Elles sont réservées et obligatoires pour tous les véhicules roulant à moins de 60 km/h, afin qu'ils ne gênent pas la circulation normale. La ligne discontinue séparant cette voie particulière des autres est constituée de traits très larges. Au début de la voie, on trouve un panneau d'obligation où est écrit "Véhicules lents" complété par un panneau où est dessinée une flèche pointant en bas à droite.

5.2.5.5. MARQUAGES RELATIFS AUX PRIORITES

Une signalisation horizontale complète, aux intersections, les panneaux de priorité :

- Si la priorité est à droite, il n'y a pas de marquage au sol
- Si le conducteur rencontre un stop, une large ligne continue est peinte au sol. Il faut s'arrêter au niveau de cette ligne (pas au niveau du panneau). Parfois "STOP" est précédemment écrit sur la chaussée.
- Si le conducteur rencontre A un cédez-le-passage, une large ligne discontinue est peinte, au niveau de laquelle il faut s'arrêter si un véhicule arrive à droite ou à gauche.
- Parfois une ligne discontinue est peinte dans les carrefours à feux, indiquant où les véhicules doivent s'arrêter quand le feu est au rouge.

5.3. SIGNALISATION ROUTIERE 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.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

5.3.1. SIGNAUX DE DANGER :

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

5.3.2. SIGNAUX COMPORTANT UNE PRESCRIPTION ABSOLUE :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

L'interdiction. L'obligation.

La fin de prescription.

5.3.3. SIGNAUX A SIMPLE INDICATION :

Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminées en pointe de flèche : Signaux d'indication. Signaux de direction. Signaux de localisation. Signaux divers.

5.3.4. SIGNAUX DE POSITION DES DANGERS :

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

5.3.5. CATEGORIES DE PANNEAUX :

- Panneaux de danger ; (type A) triangle équilatéral, pointe en haut.
- Signaux de réglementation, se subdivisent en :
- Signaux de priorités (type B)
- Signaux d'intersection ou de restriction (type C) signaux d'obligation (type D)
- Signaux d'indication.

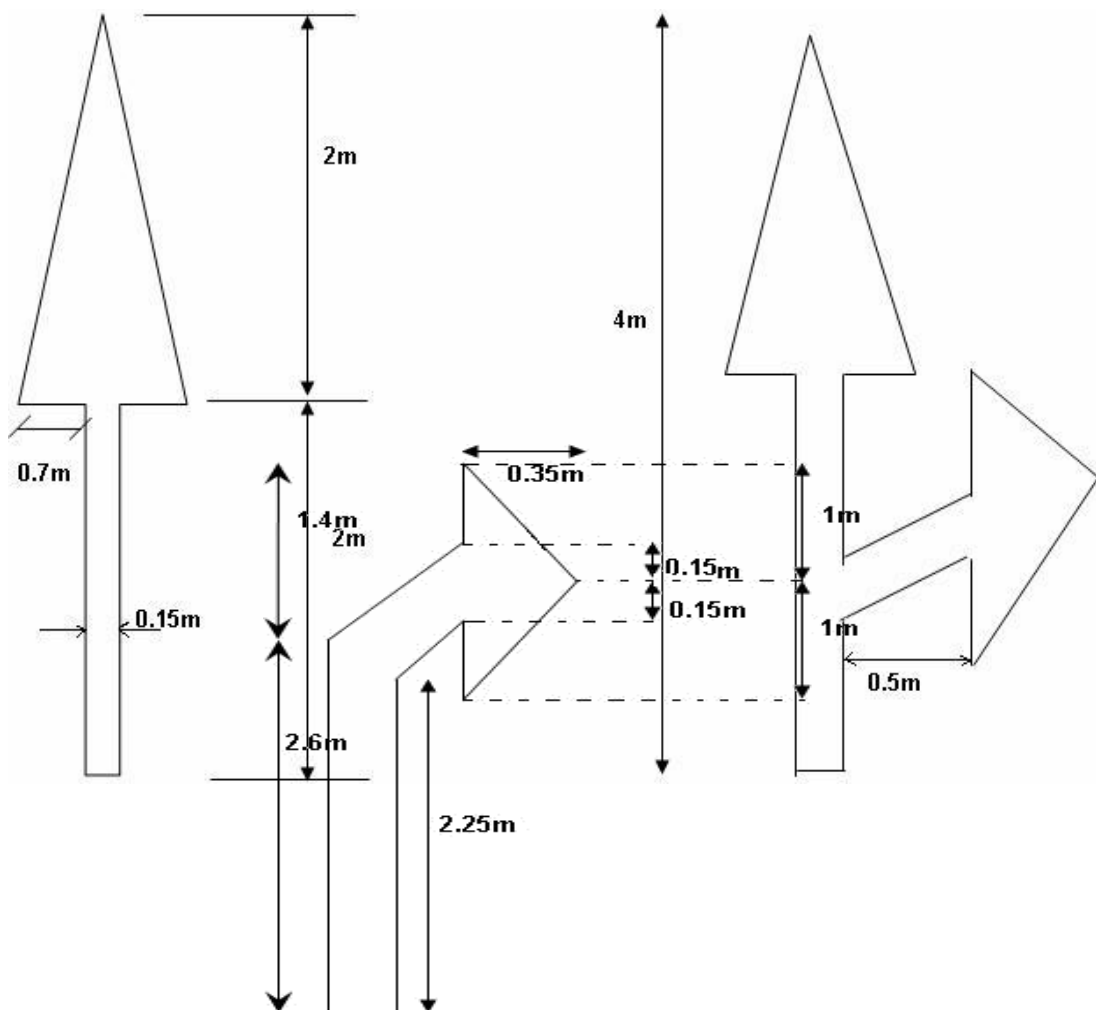


Figure 22 : La signalisation routière horizontale.

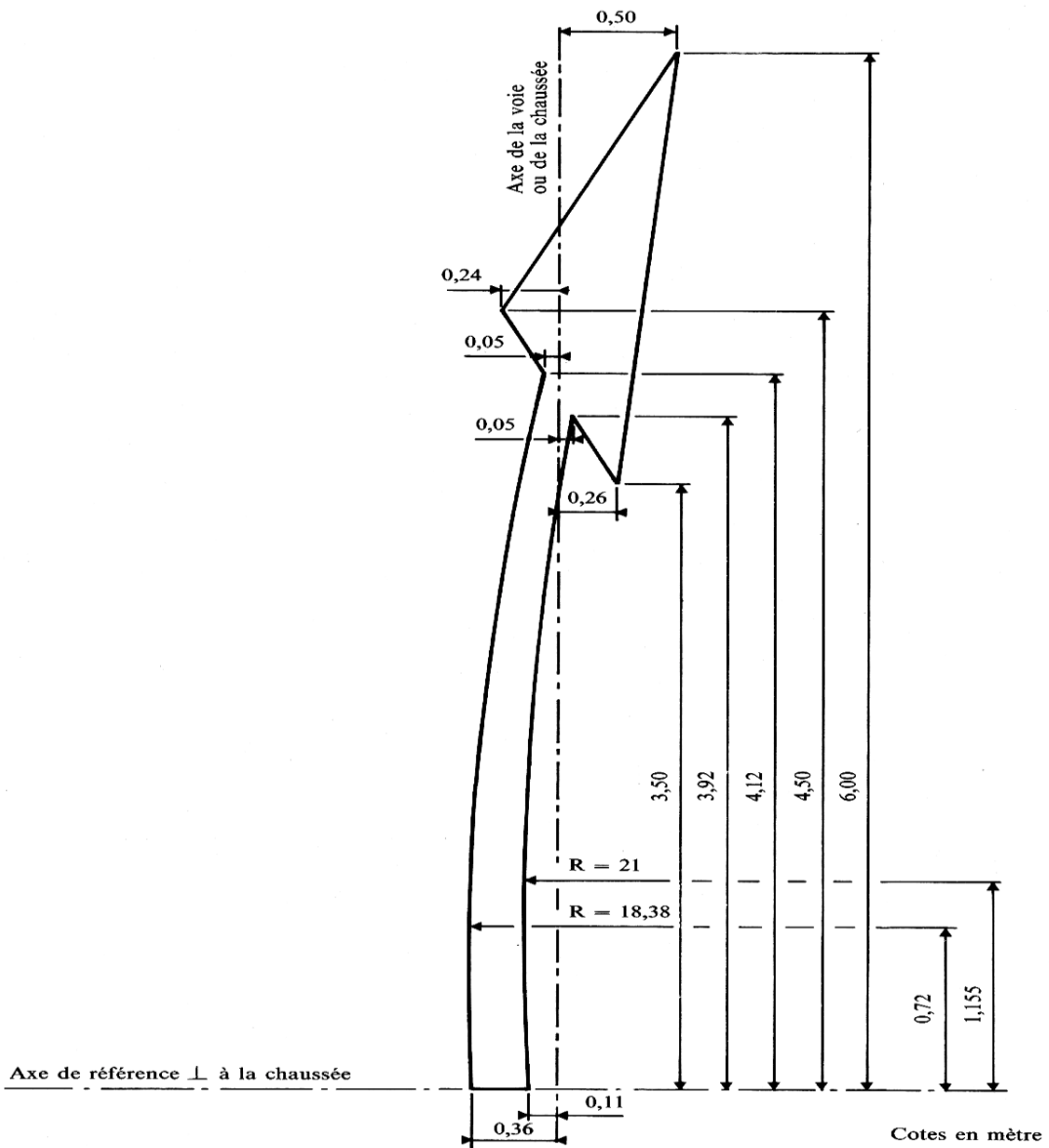


Figure 23 : Détail flèche de rabattement

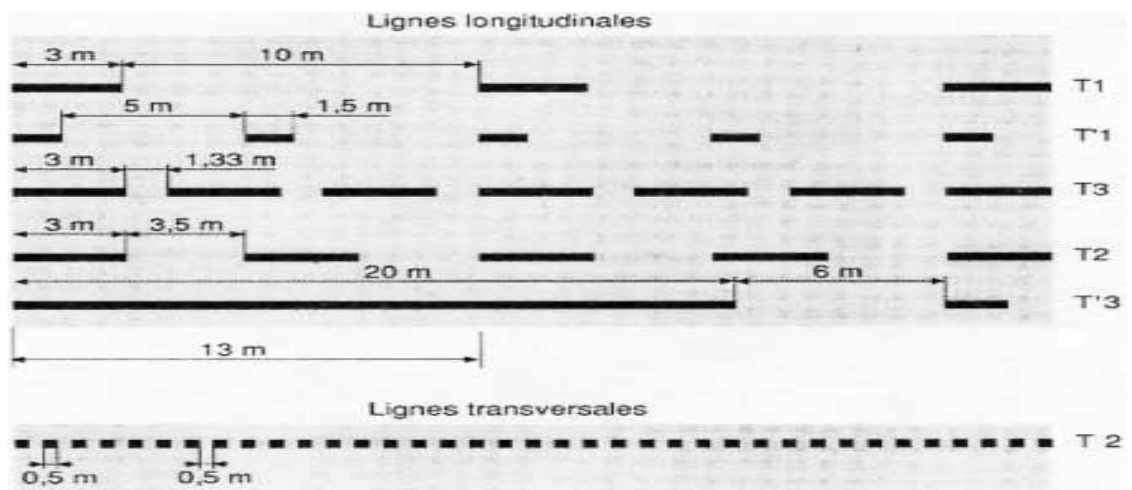


Figure 24 : détail des lignes longitudinales et transversales-

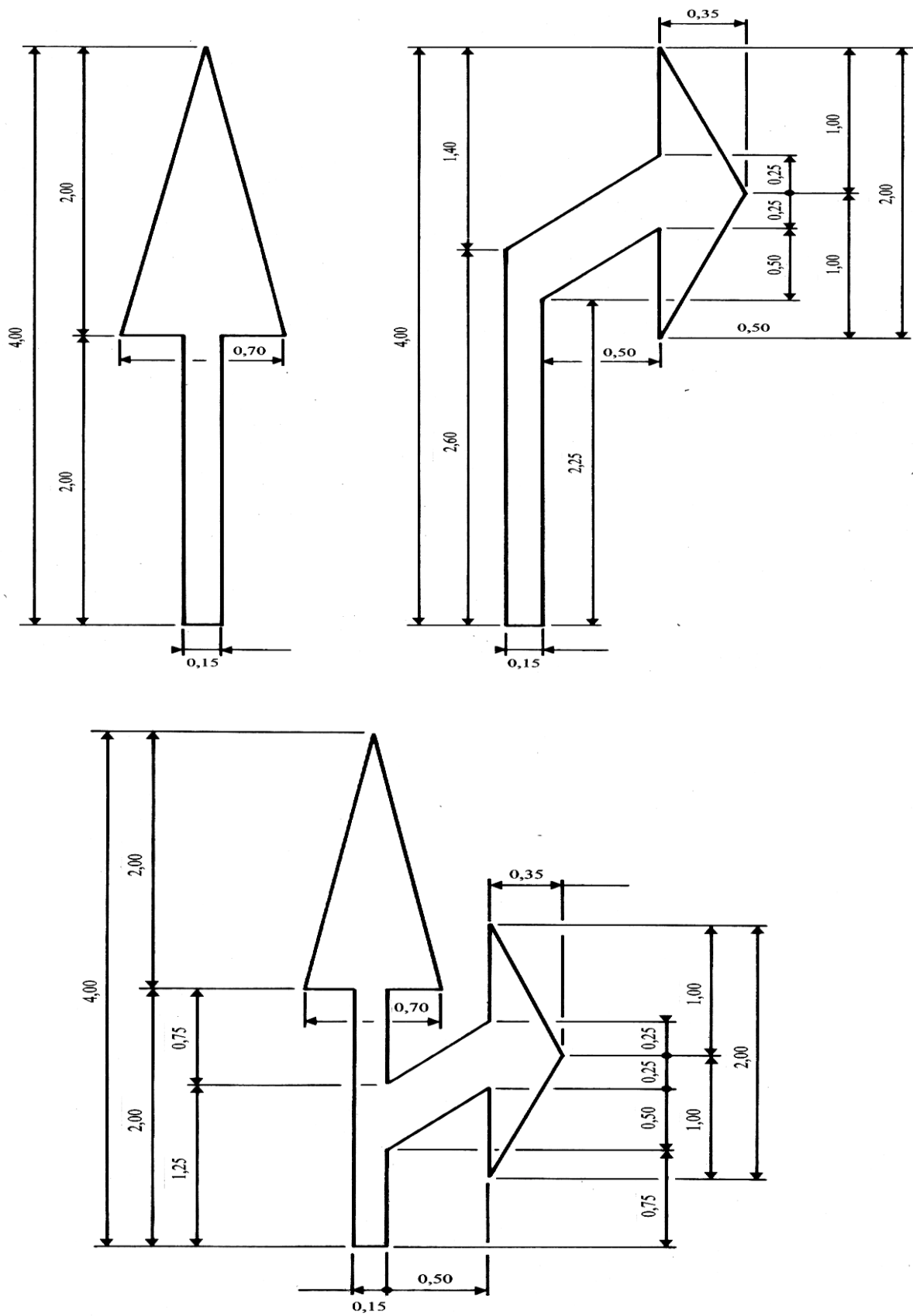


Figure 25 : Détail flèche de direction

entrée et sortie d'une autoroute

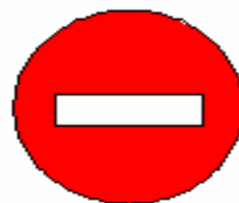
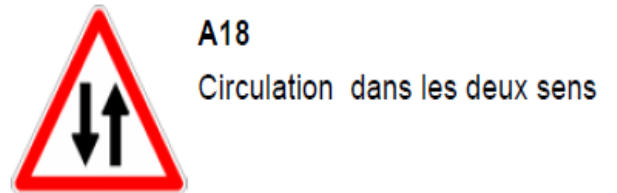
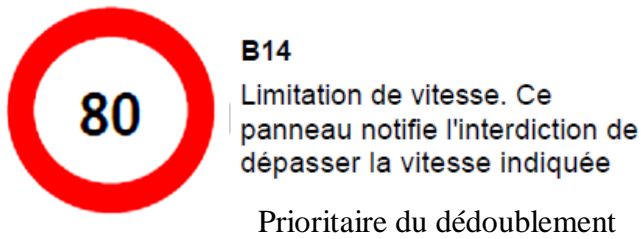
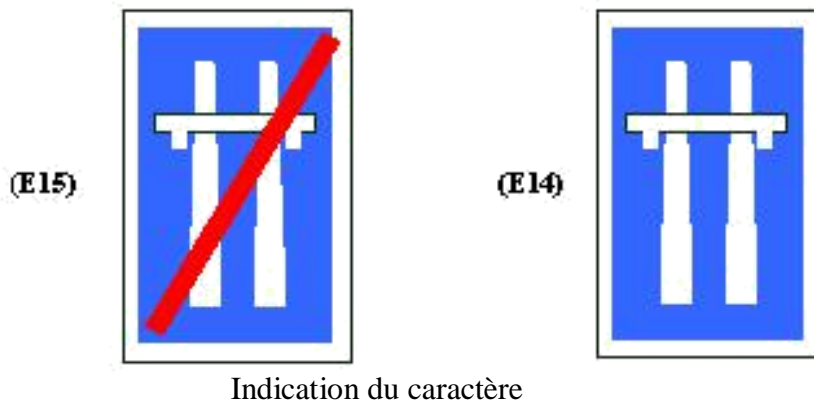


Figure 26 :

SENS INTERDIT

Signalisation

CHAPITRE X

ECLAIRAGE

ECLAIRAGE

1. INTRODUCTION

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

Pour l'automobiliste, il s'agit de percevoir distinctement en les localisant avec certitude et dans un temps utile, les points singuliers de la route et les obstacles éventuels autant que possible sans l'aide des projecteurs de route ou de croisement.

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

2. CATEGORIES D'ECLAIRAGE

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

2.1. ECLAIRAGE DANS UN GIRATOIRE

Dans tous les cas, il faut éviter les mâts d'éclairage implantés sur l'îlot central des carrefours giratoires (comme tout autre obstacle ou disposition agressifs). Cependant, si pour des raisons particulières un éclairage ne peut être implanté sur l'extérieur de la chaussée annulaire, on peut à la rigueur envisager un mât central, 28 à condition toutefois que le rayon de l'îlot central (R,) soit au moins de 10 m. Cette disposition est d'autre part déconseillée pour des valeurs de R, supérieures à 20 m (mât trop haut, puissance lumineuse installée devenant excessive).

Il faut par ailleurs proscrire l'implantation De candélabres en bordure de l'îlot central ou sur les îlots séparateurs.

La bordure du trottoir doit être parfaitement visible ; on adopte à cet effet des dispositifs réfléchissants ou lumineux. On place en retrait de sa bordure, un foyer (A) dans l'alignement de chacune des voies aboutissantes (appareils défilés).

2.2. CROISEMENT DE DEUX ECLAIRAGES

Il ne faut pas créer un point lumineux au centre du croisement car il se produirait à l'entrée du carrefour une zone très éclairée qui rendait moins visible la zone du carrefour proprement dit.

2.3. ECLAIRAGE D'UN CROISEMENT DE ROUTE

- L'espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie.

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

3. PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES

3.1. ECLAIRAGE DE LA VOIE LE LONG DE LA ROUTE

Pour l'éclairage de la voie (le long de la route au niveau de terre pleine central) des lampadaires sont implantés de part et d'autre de la voie espacée de 20 m l'un par rapport à l'autre.

CHAPITRE XI

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

1. DEFINITION

C'est une pièce technique qui fournit une prévision des dépenses ; il permet au service technique de vérifier la demande et de faire ordonner les paiements en temps utile.

1.1. TABLEAU DE CALCULS

Tableau 36 : Devis quantitatif estimatif.

N°	DESIGNATION	U	QUANTITE	PRIX U.	MONTANT
PREPARATION DU TERRAIN					
	Abattage, arrachage des arbres	U	15	1 500	22 500
TERRASSEMENTS					
1	Décapage de la terre végétale sur une épaisseur de 20 cm		56308,45	100	5 630 845
	Déblais	m ³	1432651,62	350	501 428 065
	Déblais mis en remblai estimé à 15%	m ³	214897,74	700	150 428 420
	Remblais	m ³	1429875,91	800	1 143 900 726
CHAUSSÉES					
2	Couche de forme (TUF)	m ³	72456,06	1400	101 438 488
	Couche de fondation en grave non traité (GNT)	m ³	25746,81	2800	72 091 054
	Couche de base GB	T	37847,80	8000	302 782 427
	Couche de roulement BB	T	16134,67	8500	137 144 655
	Couche d'imprégnation en émulsion cationique 0.8 kg/m ²	m ²	99373,63	150	14 906 044
	Couche d'accrochage 0.3 kg/m ²	m ²	136860,46	100	13 686 046
	Bordure en béton (Type New Jersey)	ml	5225,00	6500	33 962 500
	Trottoirs	m ²	23850,00	4000	95 400 000
3	Peinture de signalisation horizontale continue	ml	9033,966	70	632 378
	Peinture de signalisation horizontale discontinue T2 3u		4170	100	417 000
	Peinture de signalisation horizontale discontinue T'3 3U	ml	6950	70	486 500
	Panneaux de signalisation verticale	U	140	26500	3 710 000
	Ouverture de fossé bétonné	ml	7600	6000	45 600 000
	Fourniture et pose d'ouvrages busés en béton armé	ml			
	Eclairage public	U	90	40000	3 600 000
TOTAL HT					2 627 267 647
TVA 19%					499 180 853
Montant TTC					3 126 448 500

Le présent devis est arrêté à la somme de : trois milliard cent vingt-six millions quatre cent quarante-huit mille cinq cent Dinar Algérien

CONCLUSION GENERALE

Nous venons étudier un projet de fin d'étude de master 2 s'intitulant « Etude d'avant-projet détaillé de l'évitement de la ville de Tipaza ». C'est un tronçon d'un linéaire de 4.5 kilomètre.

Le projet prend naissance au niveau de l'échangeur du pôle universitaire au pk 23+340 de la voie expresse Bou Ismail-Cherchell et se raccorde à la pénétrante Ouest de Tipaza sur un linéaire de 4.5 km.

Le projet a pour objectif principal l'élimination du problème majeur que vit quotidiennement les usagers par rapport au trafic actuel sur la route nationale RN11, il facilitera la circulation dans des meilleures conditions de sécurité et de confort et il permettra de réduire l'ensemble des nuisances sonores et la pollution de l'air.

Le terrain était montagneux, la conception de cet évitement n'était pas une chose facile. Le tracé des alignements droits demandé plus de concentration pour choix des distances entre sommets et des altitudes acceptables.

En plus, pour réaliser la ligne projet (ligne rouge) tout en respectant la déclivité maximale et pour que cette dernière épouse la ligne terrain naturel dans le but d'équilibrer entre Déblai et remblai nous a pris beaucoup de temps et ont été contraint à opter pour des rampes.

C'était un projet très intéressant, notre premier souci dans la conception est l'usager de cet évitement. Notre objectif est de lui assurer un niveau de service en rapport avec le trafic résultant du développement économique de la région ; de décongestionner le trafic urbain ; de réduire le temps de parcours ; d'assurer une régularité dans les déplacements des usagers ; de réduire le nombre d'accidents et lui assurer une bonne fluidité de la circulation en générale et enfin, d'améliorer le cadre de vie des habitants. Et ceci ne se concrétisera que si on respecte toutes les normes.

Et enfin je remercie Messieurs les membres du jury, qui m'ont honoré par leur présence en acceptant de juger notre modeste travail ainsi que pour leur lecture attentive de mon projet de fin d'études, tout en espérant qu'ils m'adresseront lors de cette soutenance les remarques, les suggestions et conseils qui me permettra d'évoluer dans le proche avenir

BIBLIOGRAPHIE

- Les travaux Publics **R. ALLARD et G. KIENERT**
- Métré de travaux Publics **P. PEYRONNET**
- Voies de communications **Nicolas BOS**
- Cour de Routes **Hervé BRUNEL**
- Topographie et topométrie modernes (Tome 1) : Techniques de mesure et de représentation
Serge Milles et Jean Lagofun
- Topographie et topométrie modernes (Tome 2) : Calculs **Serge Milles et Jean Lagofun**
- B40
- Normes techniques d'aménagement des routes
- Etudes générales techniques et économiques des aménagements routiers
 - Niveaux de service et normes
 - Manuel d'utilisation

Mémoires

1. Contribution à l'automatisation d'un projet de route (tracé automatique)
Mémoire d'ingénieur **A. TALIA**
2. la conception du dédoublement d'un tronçon routier reliant AIN TEDELES –SOUR. *Mémoire de master*
Encadré par : **M. A.TALIA**
3. Etude de conception d'un tronçon de route reliant le chemin de wilaya CW35 du giratoire de Dar el Beïda. *Mémoire de master* Encadré par : **M. A.TALIA**
4. Etude de la modernisation d'un tronçon du chemin de wilaya N° 24 « CW24 ».
Mémoire de master Encadré par : **M. A.TALIA**
5. Etude d'APS et d'APD d'un tronçon de la bretelle autoroutière reliant la ville de Mostaganem à l'autoroute Est Ouest.
Mémoire de master Encadré par : **M. A.TALIA**

