



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
كلية العلوم و التكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
قسم الهندسة المدنية
Département de génie civil



N° d'ordre : M/TPA/2021

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publique

Spécialité : Voiries et Ouvrage D'art (VOA)

Thème

**Etude d'un tronçon d'évitement reliant la CW3 et
traversant la RN 90A sur un linéaire de 5 Km**

Présenté par :

1. MISSOUM MOHAMED NABIL
2. OUMHAMED SOFIANE

Soutenu le 14/07/2021 devant le jury composé de :

Président : Mr. ZELMAT YASSINE

Examinatrice : Mme.GUERZOU TOURKIA

Encadrant : Mr. SOLTANE KADDOUR BENALLOU

Année Universitaire : 2020 / 2021

Remerciements

Toute notre parfaite gratitude et remerciement à Allah le plus puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que nous remercions notre encadreur Mr SOULTAN KADDOUR BENALLOU à sa sollicitude pour le quel la préparation dans un délai relativement restreint du présent ouvrage sera pas possible

Nous saisissons également cette opportunité pour remercier l'ensemble des enseignants ainsi que les bibliothécaires d'université, qui ont contribué à notre formation.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Enfin, nous terminer avec le remerciement de tous les étudiants de

L' UMAB nouveaux et anciens.



DÉDICACES

Tout d'abord je remercie Dieu de m'avoir donné la force d'accomplir ce travail, que je dédie à Mes parents pour leur amour, leur soutien et leur confiance.

Rien n'aurait été possible sans eux,

A mon cher père qui n'a pas cessé de m'encourager et de se sacrifier pour que je puisse franchir tout obstacle durant toutes mes années d'études, que dieu me le garde en très bonne santé.

A ma plus belle étoile qui puisse exister dans l'univers ; ma chère mère, celle à qui je souhaite une longue vie.

A ceux que j'aime et je respecte:

A mes frères : Abedlenour et Sofiane

Et ma chère sœur et ses enfant tous Mélina ,Iyad et Alaa

A toute ma grande famille, qui m'a accompagnée durant ce long parcours, celle qui m'a offerte tout l'amour.

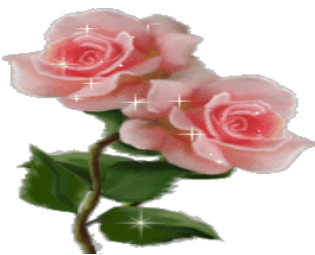
A mon binôme sofiane

A mes amies : abed ,yassine ,dahmen ,walid, reda , ifyace, amine, amire , hilal et sur tout MA cher hasna..... (et la liste ne se termine pas).

A toute la promotion 2021spécialement

A tous ceux que j'ai oubliés qui m'ont apporté d'aide et soutien durant ces années de formation.

Merci à tous.



MISSOUM. MOHAMED NABI





Dédicace

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

*- A mes très chers parents
et que dieu le tout puissant
les gardes en bonne
santé*

A tout mes amis

- A mes soeurs KAHINA ET AMEL

A mon binôme NABIL MISSOUM

- A tout la promotion 2021- A tout la promotion 2021

OUMHAMED SOFIANE





Sommaire

INTRODUCTION GENERALE :	1
-------------------------	---

Chapitre I présentation du projet

1.GENERALITE SUR LA WILAYA	3
1.1Population et activités	3
1.2Infrastructures de base existantes :	4
1.3Limites géographiques :.....	4
2 .PRESENTATION GENERAL	5
2.1.Le pourquoi du projet:	7
2.3.Objectif de projet :	8

Chapitre II Etude du trafic

1.INTRODUCTION :	10
2.ETUDE DE TRAFIC :	10
3.VOCABULAIRE :	11
4.ANALYSE DU TRAFIC :	11
4.1.La statique générale: S’articulant sur.....	11
4.2. Le comptage :.....	12
4.2.1. Les comptages automatiques (continus)	12
4.2.2.Les comptages manuels(périodiques) :	12
4.3. Les enquêtes de circulation:.....	12
4.3.1.enquête sur route:	12
4.3.2. enquête simplifiées:	12
4.3.3.Enquêtes à domicile:	12
4.3.4.Enquêtes papillons où distributions :	13
5.DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS	13
5.1: Trafic normal :	13
5.2: Trafic induit :	13
5.3: Trafic dévié :	13
5.4: Trafic total:	13
6.MODELES DE PRESENTATION DU TRAFIC :	13
6.1.Prolongation de l’évolution passée :	14
6.2.Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :	14
6.3.Modèle gravitaire :	14
6.4.Modèle de facteur de croissance:	14
7.HYPOTHESE DE CALCUL :	15
7.1:Définition de la capacité :	15
7.2- Trafic à un horizon donné:.....	15
7.3- Trafic effectif:.....	15
7.4: Evaluation de la demande(Débit de pointe horaire normal):	16
7. 5: Evaluation de l'offre (Débit horaire admissible):.....	16
7. 6: Détermination du nombre de voies:	17
APPLICATION AU PROJET :	17

Chapitre III Structure de la Chaussée

1.INTRODUCTION	23
2.PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DE LA CHAUSSEE :	23
3. CHAUSSEE	23
3.1: Définition :	23
3.1.1.Au sens géométrique (les efforts dus aux véhicules) :	24
3.1.2. Au sens structurel (résistance des sols de fondation) :	24
3.2: Les différentes types de chaussée :	24
3.3 Chaussée souple	25
3.4Les chaussées à structure mixte	26
3.5 Les chaussées rigides	26
4.CHOIX DU TYPE DE CHAUSSEE :	27
5.Différentes Méthodes de dimensionnement.....	27
5.1 .Methode C.B.R (California – Bearing – Ratio)	28
5.1.1. Epaisseur équivalente.....	28
5.2 . Méthode du catalogue des structures	29
5.2.1.Détermination de la classe du trafic :	29
5.2.2.Détermination de la classe du sol :	30
5.2.3.Amélioration de la portance du sol support	31
6.Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.....	31
7.APPLICATION AU PROJET	33

Chapitre IV Trace en plan

1-DEFINITION :	37
2.CATEGORIE ET VITESSE DE REFERENCE :	37
3- LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :	38
3-1- Les alignements :	38
3-1-1-Les règles des alignements:	39
3-2- Arc de cercle :	39
3-2-1- Stabilité en courbe :	39
3-2-2-APPLICATION AU PROJET	41
3.3. Les Courbes De Raccordement.....	42
3.3.1. Rôle Et Nécessité Des Courbes De Raccordement :	42
3.3.2. <i>Types De Courbe De Raccordement</i> :	42
4. LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT.....	44
4.1. Condition de confort optique	45
4.2. Condition de confort dynamique :	45
4.3 Condition de gauchissement	45
5. COMBINAISON DES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN :	46
6. VITESSE DE REFERENCE :	47
7. NOTION DE DEVERS	47
Environnement de la route	49
Courbes en plan.....	52
$RH_m = 251.96 \text{ m}$	53
Calcul de l'axe	54
<i>Détermination des éléments des Raccordements</i>	55
La longueur totale des alignements droits : LAD	55
La longueur totale des arcs de cercles : LC	56
Devers	62

Chapitre V Profil en long

1. DEFINITION DU PROFIL EN LONG	67
2. TRACE DE LA LIGNE ROUGE :	67
3. ELEMENTS CONSTITUANTS DE LA LIGNE ROUGE :	67
4. COORDINATION DU TRACE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG:	68
5. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :	68
5.1. Raccordement convexe (saillants) :	68
5.1.1. Condition de confort :	68
5.1.2. Condition de visibilité :	69
5.1.3. Raccordement concave (rentrant) :	69
5.1.4. Condition esthétique :	70
Raccordement parabolique.....	71
<i>Distance de freinage</i>	73
<i>Distance d'arrêt en alignement droit (d_1)</i>	74
<i>Distance d'arrêt en courbes (d_2)</i>	75
<i>Distance de visibilité de manœuvre de dépassement</i>	76
<i>Distance de sécurité entre véhicules</i>	76
7. DEVERS :	77
8. TRACE PROPOSE :	77

Chapitre VI PROFIL EN TRAVERS

1. DEFINITION :	79
2. CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :	79
2.1. Le profil en travers type :	79
2.2. Le profil en travers courant.....	80
3. LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS	80

chapitre VII Cubature

1. INTRODUCTION	83
2. DEFINITION :	83
3. TERRASSEMENT	83
4. LE COMPACTAGE	83
5. CUBATURE DE TERRASSEMENT	84
6. METHODE DE CALCUL.....	84
6.1: méthode linéaire.....	84
6. 2: méthode de SARRAUS	84
6.3: méthode de GULDEN	86

Chapitre VIII Assainissement

1. INTRODUCTION	96
2. OBJECTIFS DE L'ASSAINISSEMENT ROUTIER	96
2.1. la sécurité de l'usager:	96
2.2. La protection de la route	96
2.3. La protection des milieux récepteurs:	96
3. ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE	97
3.1 réseaux longitudinaux sur la plate-forme:.....	97
3.2. réseaux longitudinaux en dehors de la plate-forme:	97
3.3. liaisons transversales:.....	98
3.4. les ouvrages de raccordement:	98
3.5. ouvrages de contenance et de dépollution:	98
3.6. les exutoires:	98
4. DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES :	99
4.1. Nécessité du drainage des eaux souterraines :	99
4.2. Protection contre la nappe phréatique :	99
5. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATIONS :	99
5.1. Coefficient de ruissellement :	100
5.2. Détermination de l'intensité :	100
5.2.1. Calcul de la précipitation :	100
5.2.2. Calcul de la fréquence d'averse :	101
5.3. Temps de concentration :	101
5.4. L'intensité horaire :	102
5.5. Calcul de débit de saturation (Q) :	102
6. DEFINITIONS DES TERMES HYDRAULIQUES	103

Chapitre IX Signalisation

1. INTRODUCTION	106
2. OBJECTIFS DE LA SIGNALISATION ROUTIERE	106
3. CATEGORIES DE SIGNALISATION	106
4 - RÈGLES À RESPECTER POUR LA SIGNALISATION	106
5. TYPE DE SIGNALISATION	106
5.1 Signalisation verticale :	107
5.2 Signalisation horizontale :	107
5.2.1 Marquage longitudinal	107
5.2.2 Marquage transversal :	108
5.2.3 Autre marquage :	109
6. CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES :	109
7. APPLICATION AU PROJET	109
7.1. signalisation verticale:	109
7.2. signalisation horizontale:	111

Chapitre X Eclairage Et Sécurité

I .ECLAIRAGE.....	115
I.1 INTRODUCTION	115
I.2- ÉCLAIRAGE D’UN POINT SINGULIER	115
I-3- PARAMÈTRE DE L’IMPLANTATION DES LUMINAIRES.....	115
I.4- APPLICATION AU PROJET.....	116
II .SECURITE.....	117
II-1-INTRODUCTION.....	117
II-2-DISPOSITIFS DE RETENUE	117
II-2-1- Dispositifs de retenue latéraux et frontaux:.....	117
II-2-2- Dispositifs de retenue simples et doubles:	118
II.2.3. Dispositifs de retenue souples et rigides:	118
II-3-Classification des dispositifs de retenue lateraux	118
II-3-1-Les glissières de sécurité:	118
II-3-2-Les barrières de sécurité:.....	119
II-4-CLASSIFICATION DES DISPOSITIFS DE RETENUE FRONTAUX.....	119
II-5-APPLICATION AU PROJET	120
II.5.1 Sur le T.P.C	120
II.5.2 Sur accotement :	120

Chapitre XI Impact sur l’environnement

I.INTRODUCTION	122
2. IMPACT NEGATIF:	122
3. LES IMPACTES POSITIFS IMPACTES SOCIOECONOMIQUE	124
Conclusion générale :.....	125

LISTE DES FIGURES

Introduction générale	
Chapitre I présentation générale	
Figure N°1 Carte géographique de la wilaya de Mostaganem	3
Figure N°2 limitrophe de la wilayade Mostaganem	4
Figure N°3 carte du réseau routier de la wilaya de Mostaganem	5
Figure N°4 situations du projet global sur Google maps	5
Figure N°5 Photo satellitaire de la zone d'étude	6
Figure N°6 Couverture topographique de la zone d'étude	6
Figure N°7 : situations de notre projet sur Google maps	7
Chapitre II Etude du trafic	
Figure N°8 Schéma explicatif d'une Coupe transversale de la chaussée	21
Chapitre III Structure de la Chaussée	
Figure N°9 schéma récapitulatif	25
Figure N°10 Méthode L.C..P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)	32
Figure N°11 Différentes couches du corps de chaussée	35
Chapitre IV Trace en plan	
Figure N°12 Schéma des éléments du tracé en plan	39
Figure N°13 Les différents éléments de la clothoïde	45
Figure N°14 variante 01	49
Figure N°15 calcul d'axe Variante01	55
Figure N°16 Raccordement progressif	58
Figure N°17 Condition de gauchissement	59
Figure N°18 Axe avec raccordement progressives	63
Chapitre V Profil en long	
Figure N°19 visibilité "profil en long	69

Figure N°20 Raccordement parabolique	72
Figure N°21 distance d'arrêt en alignement droit	75
Figure N°22 Distance d'arrêt en courbe	76
Chapitre VI PROFIL EN TRAVERS	
	80
Figure N°24 éléments constatifs du profil en travers normal	81
Cubature chapitre VII	
Figure N°25 profil en long d'un tracé donné	86
Figure N°26 Méthode de Gulden	87
Chapitre VIII Assainissement	
Figure N°27 Réseau d'assainissement routier	99
Figure N°28 fosse trapézoïdale	103
Chapitre IX Signalisation	
Figure N°29 Types de modulation	109
Figure N°30 Les différents types de panneaux	109 110
Chapitre X ECLAIRAGE et sécurité	
Figure N° 31 Paramètres de l'implantation des luminaires	115
Figure N°32 <i>Les glissières de sécurité</i>	118
Figure N°33 Les barrières de sécurité	118
Figure N° 34 <i>Les musoirs métalliques</i>	118
Figure N° 35 <i>Les atténuateurs de choc</i>	119
Chapitre XI Impact sur l'environnement	

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I présentation générale	
Chapitre II Etude du trafic	
Tableau N° 1 valeurs du coefficient d'équivalence "p"	16
Tableau N° 2 valeurs du coeff "K ₁ " en fonction de l'environnement	16
Tableau N° 3 valeurs du coeff "K ₂ " en fonction de l'environnement	17
Tableau N° 4 valeurs de la capacité théorique" C _{th} "	17
Tableau N° 5 Récapitulatif des calculs du trafic	20
Chapitre III Structure de la Chaussée	
Tableau N° 6 Coefficient d'équivalence	29
Tableau N° 7 classe du trafic	30
Tableau N°8 le classement des sols.	30
Tableau N°9 Les résultats des différentes épaisseurs de la couche de forme	31
Tableau N°10 épaisseurs du corps de chaussée	35
Chapitre IV Trace en plan	
Tableau N°11 Les normes (B40)	42
Tableau N°12 rayons du tracé en plan	42
Tableau N°13 Paramètres fondamentaux du tracé en plan	49
Tableau N°14 Sinuosité « variante 01 »	51
Tableau N°15 Classification du terrain et dénivelée cumulée « variante 01 »	51
Tableau N°16 Environnement de la route « variante 01 »	52
Tableau N°17 Vitesse de référence « variante 01 »	52
Tableau N°18 Devers « variante 01 »	53
Tableau N°19 Coefficient transversal ft « variante 01 »	53

Tableau N°20 coefficient F" « variante 01 »	53
Tableau N°21 récapitulatif	53
Tableau N°22 Coordonnées définissant l'axe de la variante 1	55
Tableau N°23 Les valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 1"	56
Tableau N°24 Eléments des raccordements circulaires "variante 1"	56
Tableau N°25 Longueur de la clothoïde	61
Tableau N°26 Eléments de la clothoïde	61-62
Tableau N°27 Devers en fonction de l'environnement	64
Chapitre V Profil en long	
Tableau N°28 Valeur de fl	75
Tableau N°29 Distance de visibilité de manœuvre de dépassement	77
Chapitre VI PROFIL EN TRAVERS	
Chapitre VII Cubature	
Tableau N°30 RECAPITULATIF <i>DES CUBATURES DEBLAI-REMBLAI PAR PROFIL</i>	88-95
Chapitre VIII Assainissement	
Tableau N°31 Coefficient de ruissellement.	101
Tableau N°32 variation de Gauss.	101
Chapitre IX Signalisation	
Tableau N°33 Caractéristiques des lignes discontinues	109
Chapitre X Eclairage Et Sécurité	
Chapitre XI Impact Sur L'environnement	

INTRODUCTION GENERALE :

Le secteur des Travaux Publics est par excellence un secteur porteur de croissance économique, créateur d'emploi et permet en même temps de la redynamisation des autres secteurs économiques. Il constitue de ce fait une base incontournable pour le développement de l'investissement national et étranger.

C'est dans cette optique que les travaux publics continuent à déployer des efforts multiples et nécessaires qui se traduisent à travers l'initiation d'importants projets d'investissement indispensables à la réussite du processus de développement national.

En Algérie les infrastructures routières et autoroutières jouent un rôle majeur dans les déplacements des biens et des personnes. Ce rôle confère une importance particulière à l'infrastructure routière et autoroutière constituée de plus de 111300Km de routes et plus de 5000 ouvrages d'art assurant près de 95% des déplacements terrestres de personnes et de marchandises. ce rôle est appelé à se renforcer à court et moyen terme par la réalisation notamment des projets structurants suivant:

- la réalisation du méga projet de l'autoroute Est/Ouest sur 1700 Km
- la réalisation des 2eme, 3eme, et 4eme rocares sur 700Km
- la réalisation de la rocade autoroutière des hauts plateaux sur 1300Km
- la réalisation de 23 liaisons autoroutières(nord/sud) sur 2800Km

Chapitre I

Présentation du Projet



1.2 Infrastructures de base existantes :

✓ Réseau Routier

Routes Nationales 332.43 km

Chemins de Wilaya 653.83km

Chemins Communaux 1147.98 km

✓ Infrastructure portuaire

La wilaya compte trois ports:

- Port de marchandises de Mostaganem.
- Port de pêche de Sidi Lakhdar.
- Port de pêche et de plaisance de Salamandre.

✓ Réseau ferroviaire

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

✓ AEP et Assainissement (2012)

- Alimentation En Eau Potable :
 - Taux de raccordement au réseau: 86%
- Assainissement :
 - Stations d'épuration opérationnelles:4
 - Taux de raccordement au réseau: 61%

Source: [Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière](#)

1.3 Limites géographiques : La wilaya de Mostaganem est limitée :



Figure N°2: limitrophe de la wilaya de Mostaganem

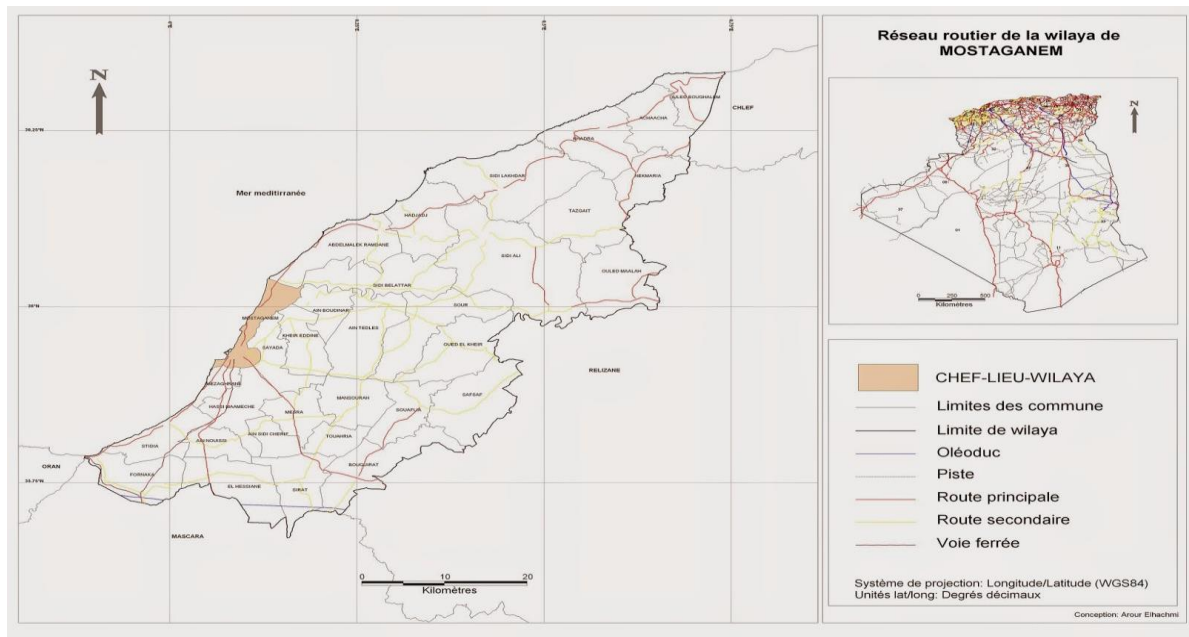


Figure N°3: carte du réseau routier de la wilaya de Mostaganem

2 .PRESENTATION GENERAL

Notre projet constitue une étude d’avant-projet du deuxième boulevard périphérique de Mostaganem à deux chaussées bidirectionnelles (CW07bis) entre les Sablettes, Mazagran et le carrefour giratoire de porte de 26 km.. Ce projet d’Etude apporte un gain en temps et améliore la fluidité du trafic.

Comme étape primaire d’appréciation, L’étude d’avant-projet sommaire fondé sur les paramètres caractérisant le relief support du projet et les contraintes d’occupation du sol et son environnement est une tradition technique dans le choix du tracé le plus répondant.

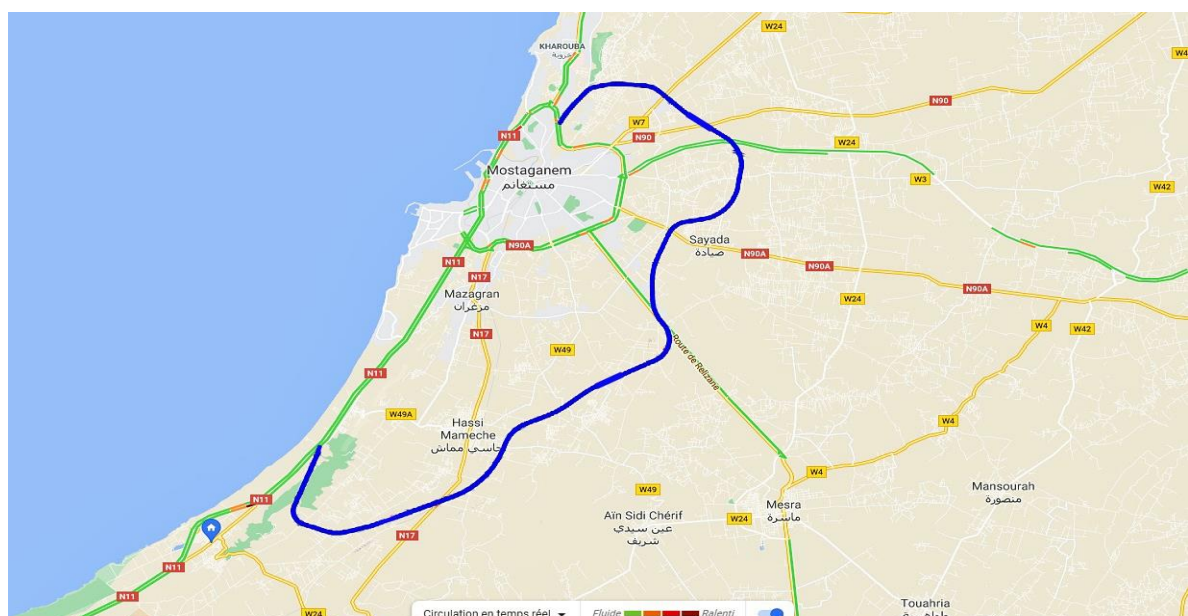


Figure N°4 : situations du projet global sur Google maps

❖ Images satellitaires

L'image satellitaire couvrant la zone d'étude constitue un levé a distance du terrain, ce levé est une technique basée sur le comportement de la lumière avec les objets se trouvant sur terre , tel que l'eau qui apparait en bleue noirci vu son max d'absorption de la lumière et les objets gris et autres dans le spectre du visible qui possède une réflexion , prennent leur forme .l' image donne une information de détection des objets, reste l'information géographique et métrique s'obtient par procédés de déréréférencement .



Figure N° 5: Photo satellitaire de la zone d'étude

❖ Cartes topographiques aux échelles 1 : 25 000

La carte topographique de base est le moyen matricielle portant l'information spatiale –temporelle , sémantique des objets formants l'espace terrestre .

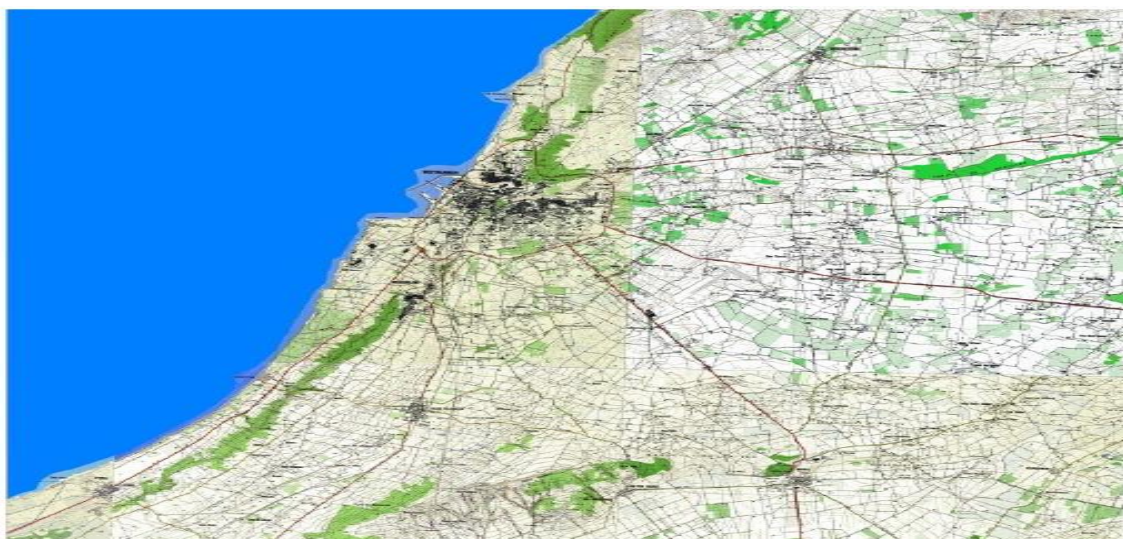


Figure 6 : Couverture topographique de la zone d'étude

2.1. Le pourquoi du projet:

Le projet en question entre dans le cadre de la stratégie proactive d'amélioration de la circulation à Mostaganem et le commandement de la sécurité routière. La réalisation de cette opération revêt un «intérêt capital» au regard du flux d'utilisateurs embrassant quotidiennement les issues avoisinantes. Cette optique est révélée par l'intense trafic apprécié par la DTP qui vu la nécessité d'introduire un plan de développement sectoriel intitulé le présent projet.

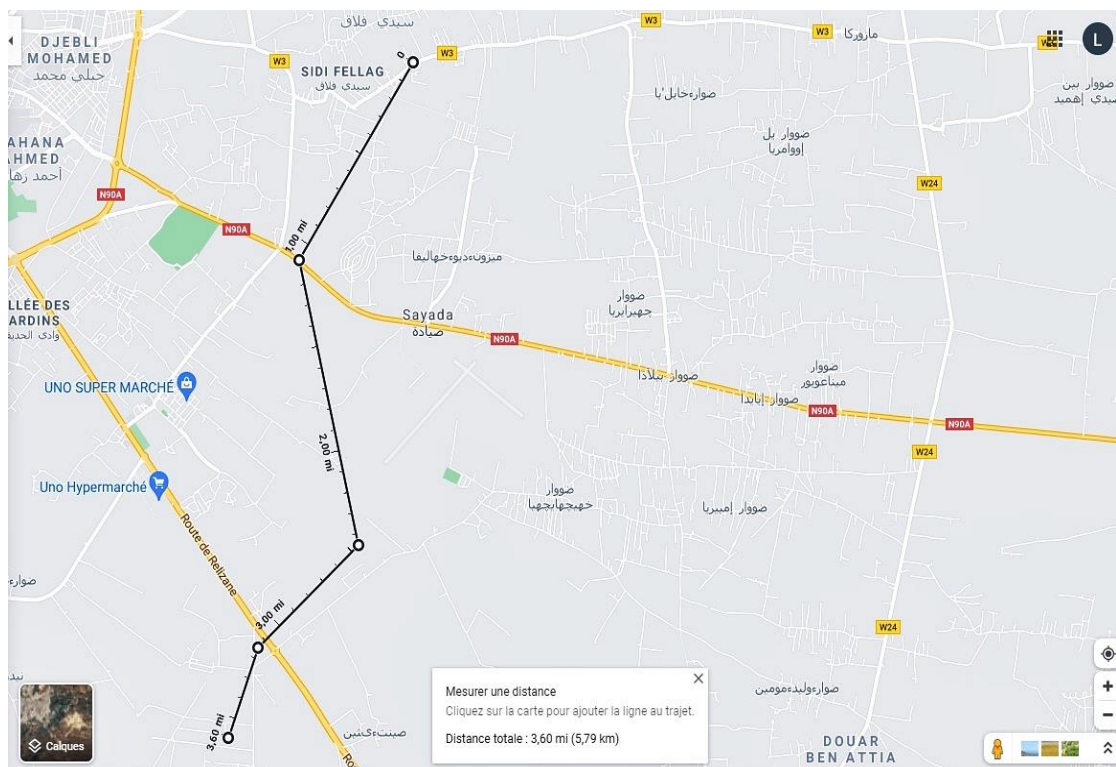


Figure N°7 : situations de notre projet sur Google maps

Debut $\varphi = 35.9298$, $\lambda = 0.14439$

Fin $\varphi = 35.8839$, $\lambda = 0.12762$

2.2. Situation du notre projet :

Le projet étudie reliant la CW3 près du village de Sidi Fellag à la Route nationale n° 23, traversant la rn 90A au point distant 1,7 km de N 90A, Soit une portée de 5 km

2.3.Objectif de projet :

- Prise en charge du flux engendré
- Création d'un nouveau lien routier
- Renforcement du réseau local et enrichissement du réseaux national
- Avoir une mobilité souple de géodésique permettant la congestion, et temps du déplacement avec assurance d'une sécurité ,
- Concevoir un aménagement du tissu urbain routier donnant au paysage une image portant une texture fluide reflétant la technicité de sa faisabilité
- Support du développement socio-économique torrentiel du notre ville
- Homogénéité de la dynamique structurale du territoire.
- Accroissement de la sécurité routière des usagers.

Dans un esprit et une vue globale généralisée, que la direction du travaux publiques a projeté l'inscription du projet dans le cadre des programme type PND,

Chapitre II

Etude du trafic



1.INTRODUCTION :

L'étude de trafic est un élément fondamental dans toute étude de trace routier, constitue un élément de calcul préalable donnant un aperçu et une vue technique spéciale de la chaussée et de son corps .. Elle permet de déterminer la convenance du projet à son exécution effective sur terrain ..

Les infrastructures du transport, et en particulier les routes, doivent répondre aux exigences économiques et sociales du pays car les vecteurs économiques ont une dimension organisationnelle importante. d'où la nécessité de créer un réseau répondant. Cette satisfaction ne peut venir que par :

- la hiérarchisation du réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure.
- La mise en évidence des difficultés dans lesquelles en découlent des flux et débits.

Du fait de ce raisonnement, l'étude de trafic est une donnée nécessaire pour l'établissement des infrastructures de transport, supportant toutes les effets et impacts engendrant l'opération de création ..

2.ETUDE DE TRAFIC :

L'étude de trafic constitue un moyen important de la saisie des flux de déplacement relatifs au pays ou à une région, elle représente une partie appréciable dans des études de transport, etc.

constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

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

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

Et de ce dernier on peut citer des choix possibles :

- Nécessité ou non d'une déviation d'agglomération.
- choix du tracé par rapport aux zones bâties.
- Position des échangeurs.
- Géométrie des carrefours.
- Dimensionnement des chaussées en fonction des trafics poids lourds cumulés.

3.VOCABULAIRE :

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

Trafic de transit : origine et destination en dehors de la zone étudiée (important pour décider de la nécessité d'une déviation).

Trafic d'échange : Son origine est l'intérieur de la zone étudiée , sa destination l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement (important pour définir les points d'échange).

Trafic local : trafic engendré par les déplacements à l'intérieur des la zone d'étude . .

Trafic moyen journalier annuel (T.J.M.A) : Le trafic moyen observé en une journée obtenu par la division du relevé de l'année par 365 jours .

Unité de véhicule particulier (U.V.P) : exprimé par jour ou par heure, on tenant compte de l'impact de certains véhicules, en particulier les véhicules de poids lourds en leur affectant un coefficient multiplicateur de deux.

Les trafics aux heures de pointe ;acquis par une mesure qui s'effectuera pendant les heures de pointe matinale (HPM), et les heures de pointe du soir (HPS).

4.ANALYSE DU TRAFIC :

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriée. Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont classées en trois catégories:

- ❖ La statique générale.
- ❖ Le comptage.
- ❖ Une enquête de circulation.

4.1.La statique générale: S'articulant sur

- l'immatriculation des véhicules :en Algérie le système actuel d'immatriculation et la délivrance de la carte grise ou grâce à l'impôt annuel (vignette).
- la statique d'importation des véhicules.

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

4.2.1. Les comptages automatiques (continus) : sont exécutés au moyen l'implantation des appareils automatiques comme le capteur pneumatique, détecteur radar ou magnétique.

On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires, en ce qui concerne les comptages permanents, sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés. Les comptages temporaires s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

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

4.3. Les enquêtes de circulation: pour résoudre la plupart des problèmes d'aménagement où d'exploitation routière il est insuffisant de connaître la circulation en un point donné sur une route existante ; il est souvent nécessaire de connaître les différents courants de circulation leurs formation leur aboutissement en d'autres termes de connaître l'origine et la destination des différents véhicules. pour obtenir ces renseignements , on peut recourir au divers procédés:

4.3.1. enquête sur route: on installe sur la route des stations d'enquête où l'on arrête et interroge un certain pourcentage de conducteurs.

4.3.2. enquête simplifiées : on peut pour voir une idée approximative de l'importance de certain courants de circulation , se contenter de repérer, pendant un certain temps les numéros d'immatriculation et l'heure de passage des véhicules aux entrées et sortie du cordon.

4.3.3. Enquêtes à domicile: ces enquêtes sont organiser comme un sondage d'opinion on demande aux intéressés de faire connaître les destinations les plus fréquentes de leurs déplacement et les itinéraires qu'il souhaitent pouvoir emprunter.

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

Une fois les trafics connus, on étudiera pour chaque tronçon les conséquences de l'augmentation de trafic sur les débits et sur les durées de parcours.

Sont évaluées ensuite les conséquences de solution d'aménagement, qu'il s'agisse de nouvelles infrastructures ou de développement de zones urbaines ou d'activités.

La difficulté réside dans la projection des trafics à l'échelle de 5, 10 15 ans ou plus. En effet, l'augmentation prévue est basée sur le modèle de développement actuel: prédominance des transports individuels pour les agglomérations de taille moyenne en milieu rural, prédominance du transport des marchandises par poids lourds.

5. DIFFERENTS TYPES DE TRAFICS

5.1: Trafic normal : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte le trafic du nouveau projet.

5.2: Trafic induit : C'est le trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres destinations.

5.3: Trafic dévié : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée suite à l'amélioration du niveau de service.

5.4: Trafic total: C'est la somme du trafic induit et du trafic dévié.

6. MODELES DE PRESENTATION DU TRAFIC :

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaine. Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont :

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

6.1.Prolongation de l'évolution passée :

La méthode consiste à extrapoler globalement au cours des années à venir, en se référant aux trafics observés dans le passé, technique mathématique statistique ayant pour but la maîtrise des phénomènes dans le futur à partir de leurs comportements passés. Il s'agit de modéliser l'accroissement du trafic par une fonction type exponentielle.

Le trafic « T_n » à l'année « n » sera :

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

Soit : T_0 : le trafic à l'origine pour l'année 0.

T_n : le trafic à l'année horizon

τ : est le taux de croissance annuel du trafic.

6.2.Corrélation entre le trafic et des paramètres économiques :

La corrélation est traduite par le rapport linéaire statistique entre les paramètres socio économiques et le trafic qui en découle il s'agit bien de faire sortir un tableau de contingence entre la mesure des paramètres économiques et le trafic observés :

- Produit nationale brute (PNB)
- Produits des carburants, d'autre part,

Cette méthode nécessite l'utilisation d'un modèle de simulation, ce qui sort du cadre de notre étude.

6.3.Modèle gravitaire :

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

6.4.Modèle de facteur de croissance:

Ce type de modèle nous permet de projeter une matrice origine de destination.

La méthode la plus utilisée est celle de FRATAR qui prend en considération les facteurs suivants :

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

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

7.HYPOTHESE DE CALCUL :

7.1:Définition de la capacité :

La capacité et le nombre maximal de véhicules qui peuvent raisonnablement passer sur une direction de la route « ou deux directions » avec des caractéristiques géométriques de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire.

Le calcul de la capacité dépend :

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

7.2- Trafic à un horizon donné:

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

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

Avec:

TJMA_h: trafic journalier moyen à l'année n.

TJMA₀: trafic journalier moyen à l'année 0(référence).

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

n:nombre d'année à partir de l'année d'origine.

7.3- Trafic effectif:

C'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers (U.V.P) en fonction du Type de route et de l'environnement :

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

Le trafic effectif est donné par la relation : $T_{\text{eff}} = [(1 - Z) + PZ] \cdot T_n$

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.

Le tableau ci dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence "p" pour les poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

<i>Environnement</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>
<i>Route à bonne caractéristique</i>	2 - 3	4 - 6	8 - 12
<i>Route étroite, ou à visibilité réduite</i>	3 - 6	6 - 12	16 - 24

Tableau N°1: valeurs du coefficient d'équivalence "p"

7.4: Evaluation de la demande (Débit de pointe horaire normal):

Le débit de pointe horaire normal est obtenu par le fraction du trafic effectif à l'horizon par le nombre des heures de la journée, il est exprimé en unité de véhicule particulier (**uvp**) il est donné par la formule :

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

Avec:

Q: débit de pointe horaire.

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

T_{eff} : trafic effectif

7. 5: Evaluation de l'offre (Débit horaire admissible):

Le débit horaire maximal que peut supporter une route il est déterminé par l'application de la formule suivant:

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

Avec:

K₁: coefficient qui dépend de l'environnement.

K₂: coefficient qui tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route.

C_{th}: la capacité théorique .

Environnement	E1	E2	E3
K ₁	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau N°2: valeurs du coeff "K₁" en fonction de l'environnement

Environnement	Catégorie de la route				
	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

Tableau N°3: valeurs du coeff "K₂" en fonction de l'environnement

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3.5m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3.5m	2400 à 3200 uvp/
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau N°4 : valeurs de la capacité théorique " C_{th} "

7. 6: Détermination du nombre de voies:

- **Chaussée bidirectionnelle:** on compare Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil qui nous permet d'avoir : $Q_{adm} \leq Q$
- **Chaussée unidirectionnelle:** Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du "N" avec:

$$N = \frac{S \cdot Q}{Q_{adm}}$$

Avec:

S: coefficient de dissymétrie, en général égal à 2/3.

Q_{adm}: débit admissible par voie.

APPLICATION AU PROJET :

Le tronçon de route qui nous a été attribué par la Direction des Travaux Publics de la wilaya de Mostaganem reliant la CW3 à la Route nationale n° 23, traversant la RN 90A

1) Environnement de la route

Vu la nature du terrain « moyen vallonné » et conformément au **B40**, la classe de l'environnement de notre route est **E2**.

2) Catégorie 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 desservie 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

Dans notre projet c'est la catégorie C2

3) Données du trafic

Le trafic que draine la CW3 à la Route nationale n° 23 ,est estimé à partir du comptage du trafic de 2015 avec un taux d'accroissement Annuel de 6% et un $TJMA_0 = 4000$ uvp/j.

4) Affectation du trafic

L'affectation du trafic est effectuée sur la base de la campagne de comptages de 2015 réalisé par un bureau d'étude spécialisé.

Le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est donné par la formule suivante :

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

Avec :

- Le trafic à l'année 2015. $TJMA_{2015} = 4000$ v/j (VALEURENVIRONNANTE)

- Le taux d'accroissement annuel de trafic note $\tau = 6\%$
- La vitesse de base sur le tracé $VB=80 \text{ Km /h}$
- Le pourcentage de poids lourds $Z =20\%$
- L'année de mise en service sera en **2025**
- La durée de vie estimée est de **20 ans**
- Catégorie **C2**
- L'environnement **E2**

- **Projection future de trafic :**

L'année de mise en service prévue est 2025

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

Avec :

$TJMA_h$: trafic à l'horizon (année de mise en service 2025)

$TJMA_0$: trafic à l'année zéro (origine 2015)

Calcul de TJMA horizon:

$$TJMA_{2025}=4000 (1 + 0,06)^{10} = 7163 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2025}=7163 \text{ v/j.}$$

Trafic à l'année (2045) pour une durée de vie de 20 ans

$$TJMA_{2045} = 7163 (1 + 0,06)^{20} = 22972 \text{ v/j.}$$

$$TJMA_{2045} = 22972 \text{ v/j.}$$

- **Calcul du trafic effectif :**

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

Avec:

- ✓ **P**: coefficient d'équivalence. Pris pour convertir le poids lourds.
- ✓ **Z =20%** (le pourcentage de poids lourds)
- ✓ **P = 4** (coefficient d'équivalence pris pour le poids lourds pour une route de 2 voies "Catégorie C2, et un environnement E2).

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0,20) + (4 \times 0,20)] 22972 = 36755$$

$$T_{\text{eff}} = 36755 \text{ uvp/j}$$

- **Débit de pointe horaire normale :**

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

Avec:

- ✓ $1/n$: coefficient de pointe horaire pris est égal à 0.12.

$$Q = 0.12 \times 36755 = 4411$$

$$Q = 4411 \text{ uvp/ j}$$

Ce débit prévisible doit être inférieur au débit maximal que notre route peut offrir,

c'est le débit admissible.

$$Q \leq Q_{adm}$$

Tel que :

$$Q \leq K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th}$$

Et :

$$C_{th} \geq Q / (K_1 \times K_2)$$

Catégorie C2, Environnement E2

$$\left\{ \begin{array}{l} K_1 = 0.85 \\ K_2 = 0.99 \end{array} \right. \longrightarrow C_{th} \geq Q / K_1 \cdot K_2$$

$$\geq 4411 / (0.85 \times 0.99)$$

$$C_{th} \geq 5242 \text{ uvp/h}$$

- Le débit que supporte une section donnée.

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

Avec:

K₁: coefficient correcteur pris égal à **0.85** pour C2

K₂: coefficient correcteur pris égal à **0.99** pour environnement (E2) et catégorie(C2)

C_{th}: capacité théorique

$C_{th} = 1800 \text{ uvp/h}$ (d'après le document de B40)

$$Q_{adm} = 0,85 \times 0,99 \times 1800 = 1515$$

$$Q_{adm} = 1515 \text{ uvp/h}$$

- Le nombre des voies :

$$N_{VOIES} = (S \times Q) / (Q_{adm})$$

$$N_{VOIES} = (2/3 \times 4411) / 1515 = 1,94$$

$$N_{VOIES} = 2 \text{ voie /sens}$$

TMJA ₂₀₁₅ (v/j)	TJMA ₂₀₂₅ (v/j)	TJMA ₂₀₄₅ (v/j)	T _{eff} (uvp/j)	Q (uvp/j)	N
4000	7163	22972	36755	4411	2

Tableau N°5 : Récapitulatif des calculs du trafic

Compte tenu des résultats obtenus et conformément aux recommandations du B40, nous proposons la coupe transversale suivante pour notre chaussée :

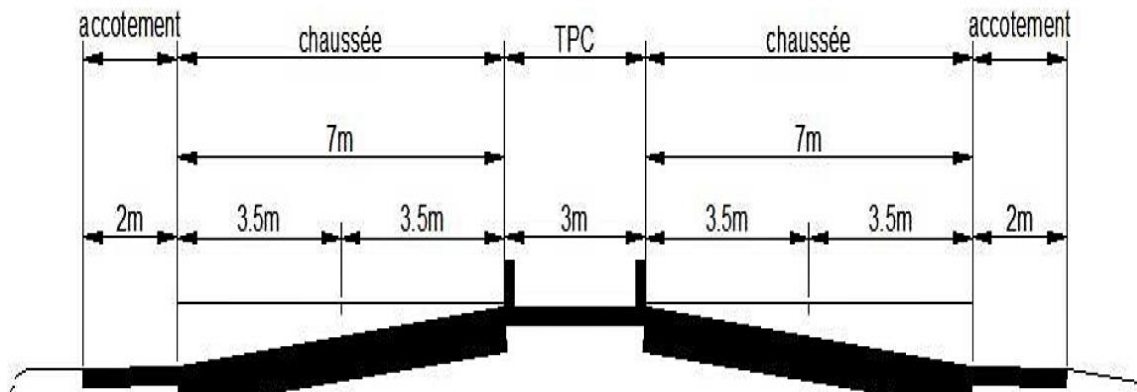


Figure N°8: Schéma explicatif d'une Coupe transversale de la chaussée

- **Calcul de l'année de saturation de 2voie :**

$$T_{\text{eff}}(2025) = [(1 - z) + p \times z] \times \text{TJMA}_{2025}$$

$$T_{\text{eff}}(2025) = [(1 - 0,2) + 4 \times 0,2] \times 7163$$

$$T_{\text{eff}}(2025) = 11461 \text{ uvp/j}$$

$$Q_{2025} = 0,12 \times 11461 = 1375 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{\text{saturation}} = 4 \times Q_{2025} = 4 \times 1375 = 5501$$

$$Q_{\text{saturation}} = 5501 \text{ uvp/h}$$

Avec : $1/n$: coefficient de pointe horaire pris est égal à 0.12

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

$$D'où : N = \frac{\ln\left(\frac{Q_{\text{saturation}}}{Q_{2025}}\right)}{\ln(1 + \tau)} \implies N = \frac{\ln\left(\frac{5501}{1375}\right)}{\ln(1 + 0,06)} = 24$$

Donc :

La saturation surviendra **24 ans** après l'année de mise en service soit en 2049

CONCLUSION :

le profil en travers retenu est de chaussée bidirectionnelle de une voie de 3.5 m est des accotements de 2 m

Chapitre III

Structure de la Chaussée



1.INTRODUCTION

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

La chaussée doit permettre la circulation des véhicules dans les conditions de confort et de sécurité voulue. et elle doit résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation.

Le calcul et la justification des épaisseurs des différentes couches de la structure de chaussée retenue, sont fixés par les paramètres fondamentaux suivant :

- ❖ Le climat et l'environnement de la route.
- ❖ Le trafic et surtout son intensité en poids lourds .
- ❖ La nature du sol support.
- ❖ Les matériaux choisis.
- ❖ La durée de vie de la chaussée.

2.PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DE LA CHAUSSEE :

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

- ❖ De la charge des véhicules.
- ❖ Des chocs.
- ❖ Des intempéries.
- ❖ Des efforts tangentiels dus à l'accélération, au freinage et au dérapage

3. CHAUSSEE

3.1: Définition :

La chaussée est le corps constitutionnel de la route destiné à supporter les actions mécaniques agressives que exercent les véhicules et les transmettre au sol sans produire des déformations aléatoires à la chaussée ou au sol .

Pour concevoir une bonne route il fallait tenir en compte dans la formation de l'étude deux facteurs un structurel et autre géométrique.

- **Au sens géométrique :** la surface aménagée de la route sur laquelle circule les véhicules.

- **Au sens structurel** : l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

3.1.1. Au sens géométrique (les efforts dus aux véhicules) :

Des études complexes ont montré qu'un véhicule transmet 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 amortissements).
- 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 atmosphérique 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.

3.1.2. Au sens structurel (résistance 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

3.2: Les différentes types de chaussée :

Il existe trois types de chaussée:

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

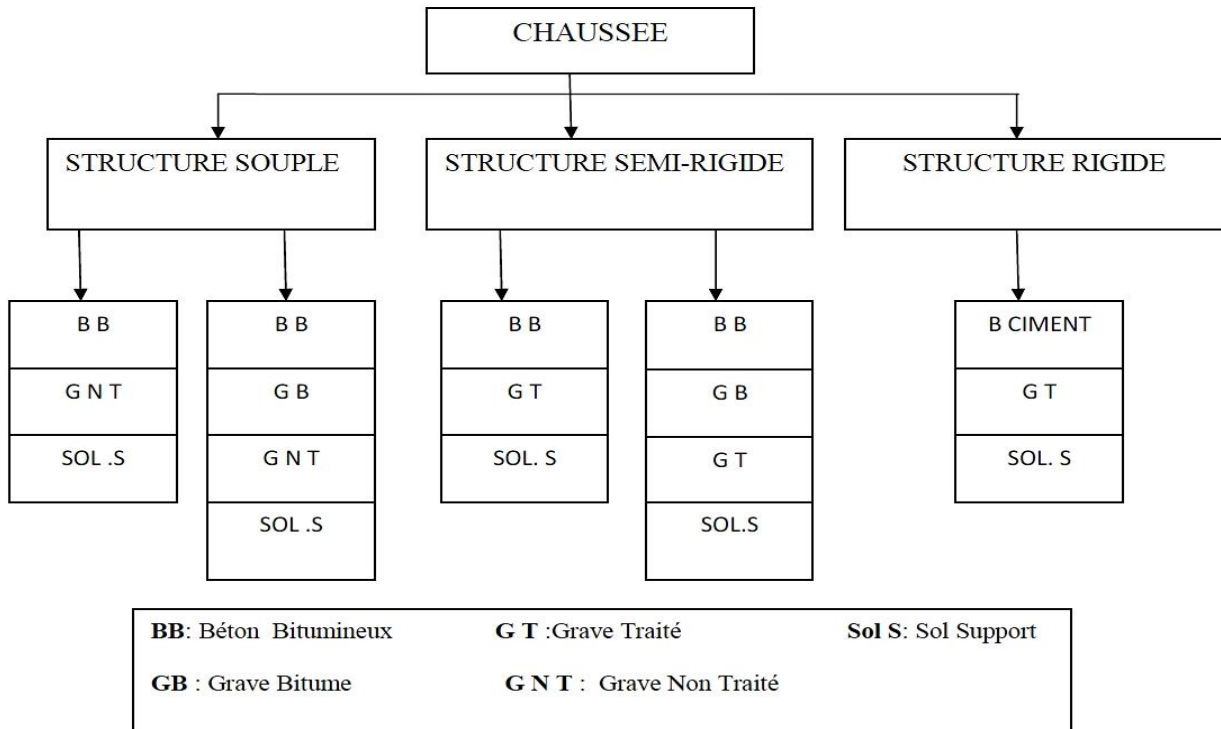


Figure N°9: schéma récapitulatif

3.3 Chaussée souple

La chaussée souple est constituée de deux éléments constructifs :

- Les sols et les matériaux pierreux à granulométrie étalée ou serrée.
- Les liants hydrocarbonés qui donnent de la cohésion en établissant des liaisons souples

entre les grains de matériaux pierreux.

La chaussée souple se compose généralement de trois couches différentes :

La couche de surface

elle est en contact direct avec les pneumatiques des véhicules et les charges extérieures. Elle a pour rôle essentiel d'encaisser les efforts de cisaillement provoqué par la circulation et s'opposer à la pénétration de l'eau. Elle est en générale composée de:

✚ **couche de roulement**: qui est la couche supérieure de la structure de chaussée sur laquelle s'exercent directement les agressions conjuguées du trafic et du climat son rôle est:

- ✓ assurer la sécurité: la couche doit posséder des propriétés antidérapantes c.-à-d. une bonne rugosité.

- ✓ le confort: qui consiste à ne pas ressentir des vibrations excessives n'est des secousses brutales; il est conditionné par la suspension des véhicules et l'uni de la chaussée.
- ✓ imperméabiliser la surface de chaussées faire obstacle à la pénétration d'eau.

✚ **couche de liaison:** entre les couches d'assise et la couche de roulement, son rôle est d'assurer une transition, avec les couches inférieures les plus rigides.

Les couches d'assise

Son généralement constituées d'une couche de fondation surmontée d'une couche de base; leurs rôles sont:

- ✓ Apporter à la chaussée la résistance mécanique, pour résister aux charges verticales induites par le trafic.
- ✓ répartir les pressions sur la plate-forme support afin de maintenir les déformations à ce niveau dans les limites admissibles.

la couche de forme

elle est complètement en matériaux non traités son rôle est :

à court terme:

- ✓ traficabilité: assurer aux engins de chantier une circulation libre .
- ✓ nivellement: garantir la régularité de l'épaisseur des couches .
- ✓ déformabilité: pour permettre le compactage correct des couches de chaussée.

à long terme:

- ✓ le maintien dans le temps d'une portance minimale de la plate forme.
- ✓ contribution au drainage de la chaussée.

3.4 Les chaussées à structure mixte

Elles comportent une couche de surface bitumineuse reposant sur une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques disposés en une couche (base) ou deux couches (base et fondation).

3.5 Les chaussées rigides

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

En règle générale, une chaussée en béton comporte, à partir du sol, les couches suivantes :

- une couche de forme.
- une couche de fondation.
- une couche de roulement en béton de ciment.

Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches mises en oeuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée, constituée du sol terrassé, dit sol support, le plus souvent surmonté d'une couche de forme.

4.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 :

- Elles sont économiques.
- Elles 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

5.Différentes Méthodes de dimensionnement

Pour la détermination de l'épaisseur de chaussée, il faut commencer par l'étude du sol. Les formules utilisées par les bureaux d'études sont empiriques et/ou rationnelles, est

basées sur :

- La détermination de l'indice portant du sol.
- Appréciation du trafic composite.
- Utilisation d'abaque ou formule pour déterminer l'épaisseur de chaussée.
- Qualités mécaniques du sol de fondation.

On distingue deux méthodes :

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

5.1 .Methode C.B.R (California – Bearing – Ratio)

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

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

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{p}}{I_{CBR} + 5}$$

En tenant compte de l'influence du trafic, l'épaisseur est donnée par la formule suivante:

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

Avec:

e : épaisseur équivalente.

N : désigne le nombre moyen du camion de plus de 1500Kg à vide.

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

I: Indic portant C.B.R.

Log: Logarithme décimal

5.1.1. Epaisseur équivalente

La notion de l'épaisseur équivalente est introduite pour tenir compte des qualités mécaniques des différentes couches ; l'épaisseur équivalente d'une couche est égale à son épaisseur réelle multipliée par un coefficient numérique « a » appelé coefficient d'équivalence. L'épaisseur équivalente de la chaussée est la combinaison linéaire des épaisseurs des couches réelles.

$$e = \sum a_i e_i$$

Avec:

$a_1 \times e_1$: couche de roulement.

$a_2 \times e_2$: couche de base.

$a_3 \times e_3$: couche de fondation.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence. Et variée en fonction de qualité de matériaux et le tableau suivant indique les différentes valeurs pour chaque matériau :

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

Tableau N°6: Coefficient d'équivalence

Remarque: pour calculer l'épaisseur réelle de la chaussée, on fixe e_1, e_2 et e_3 telle que:

e_1 : couche de roulement(5 - 8cm).

e_2 : couche de base(10-12cm).

e_3 : couche de fondation(15-35cm).

5.2 . Méthode du catalogue des structures

Le catalogue des structures est établi par la direction SETRA (Service d'Etude Technique des Routes et Autoroutes). Elle consiste à déterminer la classe du trafic des poids lourds à la 20ème année et la classification du sol support. Une grille combinant les deux données oriente le projecteur sur le type de chaussée qui lui correspond

5.2.1.Détermination de la classe du trafic :

Le trafic caractérisé par le nombre de poids lourds de charge utile supérieur à 50 KN par jour sur la voie la plus chargée.

<i>Classe de trafic</i>	<i>Trafic poids lourds cumule sur 20 ans</i>
<i>T1</i>	$T < 7.3 \cdot 10^5$
<i>T2</i>	$7.3 \cdot 10^5 < T < 2 \cdot 10^6$
<i>T3</i>	$2 \cdot 10^6 < T < 7.3 \cdot 10^6$
<i>T4</i>	$7.3 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^7$
<i>T5</i>	$T > 4 \cdot 10^7$

Tableau N°7: classe du trafic

On commence par la détermination du trafic de poids lourds cumulé sur 20 ans , puis classer dans l'une des classes définies précédemment.

Le trafic cumulé est donné par la formule :

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

T_{PL} :trafic poids lourds a l'année de mise en service.

τ : Taux d'accroissement annuel.

n: durée de vie (n=20 ans)

5.2.2.Détermination de la classe du sol :

Le sol doit être classée selon la valeur de l'indice CBR ; les différentes classes de sol sont données dans le tableaux suivant:

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

Tableau N°30: le classement des sols.

5.2.3. Amélioration de la portance du sol support

La couche de forme à pour but d'améliorer la portance du sol support, le CTTTP à fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de la couche de forme, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la couche de forme.

les résultats de ces recherches sont résumés dans ce tableau:

Portance de sol	Matériau de CF	Epaisseur de CF	Portance visée
<S4	Non traité	50 cm (2 couches)	S3
S4	Non traité	35 cm	S3
S4	Non traité	60 cm (2 couches)	S2
S3	Non traité	40 cm (2 couches)	S2
S3	Non traité	70 cm (2 couches)	S1

Tableau N°9: Les résultats des différentes épaisseurs de la couche de forme.

6. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

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

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

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

- ✚ Approche théorique.
- ✚ Approche empirique.

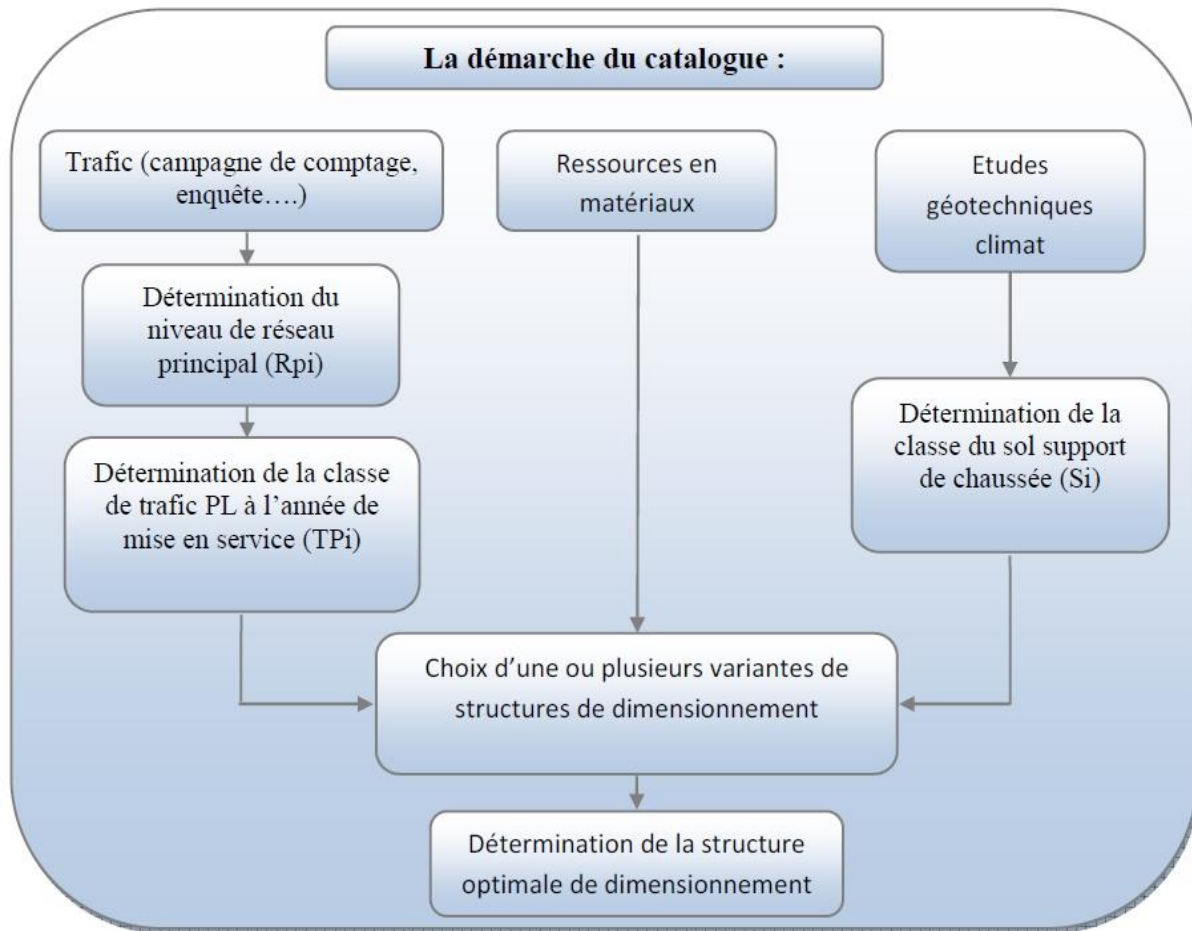


Figure N°10 : Méthode L.C..P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)

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

$$T_{eq} = \frac{TJMA \times a[(a+\tau)^n - 1] \cdot 0.75 P^{356}}{(1+\tau) - 1}$$

Telle que :

Teq: trafic équivalent par essieu de 13t.

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

a: coefficient qui dépend du nombre de voies.

τ : taux d'accroissement annuel.

n: durée de vie de la route.

P: pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente e (en fonction de Teq, ICBR) à partir de l'abaque L.C.P.C. L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base.

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 2^{ème} 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 circules sur la chaussée.

Notre tronçon comportera un profil en travers type proposé par notre enseignant, qui contient les éléments suivants :

7.APPLICATION AU PROJET

Pour le dimensionnement du corps de chaussée on va utiliser trois méthodes qui sont: La méthode dite **CBR** et la méthode du catalogue des chaussées neuves « **CTTP** » .

Données :

- $TMJA_{2025} = 7163 \text{ VPL/J}$
- % poids lourd : 20 %
- Taux d'accroissement $\tau = 6 \%$
- Durée de vie : 20 ans
- Indice « CBR » : $I_{\text{CBR}} = 4$
- Poids max de la roue : 6.5 t
- $T_o = TMJA \times \%PL$

Répartition de trafic :

Calcul du trafic du VPL a l'année de mise en service :

$$TPL_{2025} = TMJA \times PL\%$$

$$TPL_{2025} = 7163 \times 0.20 = \mathbf{1433VPL/J}$$

Calcul du trafic du VPL a l'année horizon

$$TPL_{2045} = TPL_{2025} (1 + \tau)^{20}$$

$$TPL_{2045} = 1433(1 + 0.06)^{20} = 4596 \text{ VPL/J}$$

Calcul d'épaisseur:

$$e \text{ (m)} = \frac{100 + \sqrt{6,5} \left(75 + 50 \log \frac{4596}{10} \right)}{4 + 5}$$

$$e = 70 \text{ cm}$$

Epaisseur équivalente :

$$e_{\text{équivalente}} = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

Chaque matériau est donné par son coefficient d'équivalence :

a- Couche de revêtement : En béton Bitumineux.

$$e_1 = 8 \text{ cm} \text{ soit un coefficient équivalent : } a_1 = 2 \quad \rightarrow \quad e_1 \times a_1 = 16 \text{ cm}$$

b- Couche de base en grave bitume

$$e_2 = 11 \text{ cm} \text{ soit un coefficient équivalent : } a_2 = 1.7 \quad \rightarrow \quad e_2 \times a_2 = 18.7 \text{ cm}$$

b- Couche de base en grave concasé

$$e_3 = 18 \text{ cm} \text{ soit un coefficient équivalent : } a_3 = 1 \quad \rightarrow \quad e_3 \times a_3 = 18 \text{ cm}$$

c- Couche de fondation en Tuf

On a le coefficient équivalent $a_4 = 0.60$

$$e_{\text{éq}} = a_1 e_1 + a_2 e_2 + a_3 e_3 + a_4 e_4 = 70 \text{ cm}$$

$$a_4 e_4 = e_{\text{éq}} - a_1 e_1 - a_2 e_2 - a_3 e_3 = 70 - 16 - 18.7 - 18 = 17.3 \text{ cm}$$

$$e_4 = 17.3 / 0.60$$

$$e_4 = 28.8 \text{ cm} \approx 29 \text{ cm}$$

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
couche de roulement	BB	8	16
couche de base	GB	11	18,7
couche de fondation	GNT	18	18
couche d'assise (support)	TUF	29	17,3
	somme	66	70

Tableau N°10 : épaisseurs du corps de chaussée



Figure N°11 : Différentes couches du corps de chaussée

Chapitre IV

Trace en plan



1-DEFINITION :

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection de tous les points de cette route sur un plan horizontal de l'axe de la route, il est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes ; il est caractérisé par la *vitesse de référence* 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 Clothilde qui assure un raccordement progressif par nécessiter de sécurité et de confort des usagers de la route.

Règles à respecter dans le tracé en plan :

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

- L'adaptation de tracé en plan au terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.
- Le raccordement de nouveau tracé au réseau routier existant.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter au maximum les propriétés privées.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'arts et cela pour des raisons économiques.
- Limiter le pourcentage de longueur des alignements entre 40% et 60% de la longueur total de tracé.
- Eviter les sites qui sont portés a des problèmes géologiques.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Eviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques.
- En présence des lignes électriques aérienne prévoir une hauteur minimale de 10m.
- Appliquer les normes du B40 et d'ICTAAL si c'est possible

2.CATEGORIE ET VITESSE DE REFERENCE :

Le tronçon de la route

Le choix de la catégorie de la route est influencé par plusieurs facteurs dont les plus importants sont :

- Le relief,
- Le sol,
- Le trafic,
- Le niveau de service que l'on veut offrir à l'utilisateur.

La CW 7 est conçue la catégorie Cat 02 pour une vitesse de référence varie entre 90 et 100 klm/h .

3- LES ELEMENTS DU TRACE EN PLAN :

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

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

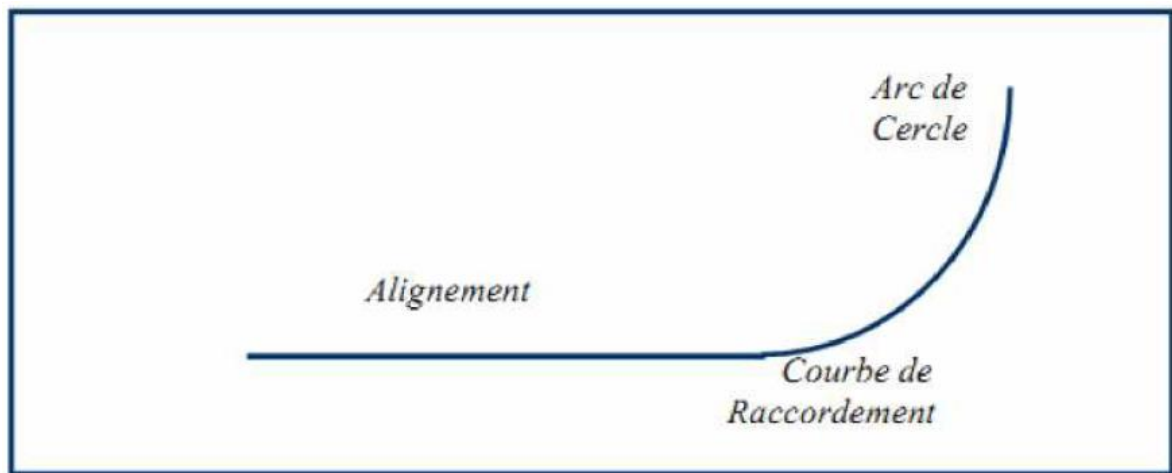


Figure N°12 : Schéma des éléments du tracé en plan.

3-1- Les alignements :

Les alignements droits sont, en premier, définis par la disposition générale du tracé et serviront généralement de bases à la détermination des autres éléments (cercles, lithoïdes).

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint.

❖ Les Avantages :

- ✓ L'alignement droit c'est le plus court chemin.
- ✓ Bonne conditions de visibilité.
- ✓ Construction facile.
- ✓ Absence de la force centrifuge.
- ✓ Facilités de dépassement.

❖ □ Les inconvénients :

- ✓ Eblouissement causé par les phares.
- ✓ Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents .
- ✓ Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- ✓ Mauvaise adaptation de la route au paysage.

Ce qui nous amène à dire que la longueur des alignements dépend de :

- ✓ De la vitesse de base V_B , plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- ✓ Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- ✓ Du rayon de courbure de ces sinuosités.

3-1-1- Les règles des alignements:

Une longueur minimale d'alignement L_{\min} devra séparer deux courbes Circulaires de même sens, cette longueur sera prise égale à la distance Parcourue pendant 5 secondes à la vitesses maximale permise par la Plus grand rayon des deux arcs de cercles.

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

$$L_{\min} = t \cdot v \text{ Avec: } t = 5 \text{ seconde}$$

$v =$ Vitesse du véhicule (m/s)

$$L_{\min} = 5V = \frac{5}{3.6} V_B \text{ Avec } V_B = 80 \text{ Km/h vitesse de base.}$$

$$L_{\min} = 5 V \text{ Avec: } V \text{ en (m/s)}$$

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

$$L_{\max} = 60 V \text{ Avec: } V \text{ en (m/s)}$$

3-2- Arc de cercle :

Trois éléments interviennent pour limiter la courbe :

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

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

3-2-1- Stabilité en courbe :

Le véhicule subit en courbe une instabilité à l'effet de la force centrifuge, afin de réduire cet effet on incline la chaussée transversalement vers l'intérieur, pour éviter le glissement des véhicules, en fait de fortes inclinaisons d'où on a recours à augmenter le rayon.

D'où la nécessité de fixer les valeurs de l'inclinaison (dévers) ce qui implique un rayon minimal.

a- Rayon horizontal minimal absolu :

C'est le rayon qui assure la stabilité des véhicules à la vitesse de référence lorsqu'il est associé au dévers maximal, il est défini pour un dévers maximal de 7%.

$$Rh_{\min} = \frac{VB^2}{127(ft+dmax)}$$

ft : Coefficient de frottement transversal.

Ainsi pour chaque VB on définit une série de couple (R, d).


b-Rayon minimal normal :

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant la vitesse de référence V_r de 20km/h de rouler en sécurité.

$$RhN = \frac{(VB+20)^2}{127(ft+dmax)}$$

c) Rayon au dévers minimal :

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

Dévers associé $d_{\min} = 2.5\%$  Catégorie 1-2

Dévers associé $d_{\min} = 3\%$  Catégorie 3-4-5

$$Rh_d = \frac{VB^2}{127 \times 2 \times d_{\min}}$$

d- Rayon minimal non déversé :

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

$$Rhnd = \frac{VB^2}{127 \times 0.035} \quad \text{--->} \quad \text{Catégorie 1-2}$$

$$Rhnd = \frac{VB^2}{127(f'' - 0,03)} \quad \text{--->} \quad \text{Catégorie 3-4-5}$$

Avec :

$f'' = 0.06$  **Catégorie 1-2**

$f'' = 0.07$  **Catégorie 3**

$f'' = 0.075$  **Catégorie 4-5**

Rayon (catégorie)	Symbole	Environnement E1		
Vitesse de référence	Rv	100	80	40
Rayon mini absolu	Rhm (7%)	450	250	50
Rayon min normal	Rhn (5%)	650	450	125
Rayon dévers minimal	Rhd (2,5)	1600	1000	250
Rayon no déversé	Rhnd (2,5)	2200	1400	350

Tableau N°11: Les normes (B40)

3-2-2-APPLICATION AU PROJET

Notre projet est classé dans la catégorie 2 (C2), situé dans un environnement 2 (E2) avec une vitesse de base de **80 km/h**.

donc à partir du règlement B40 on peut avoir le tableau suivant:

paramètres	symboles	Valeurs(m)
Vitesse de base (km/h)	VB	80
Rayon horizontal minimal (m)	RHm (7%)	250(7%)
Rayon horizontal normal (m)	RHN (5%)	450(5%)
Rayon horizontal déversé (m)	RHd (2.5%)	1000(2.5%)
Rayon horizontal non déversé (m)	RHnd (-2.5%)	1400(-2.5%)

Tableau N°12: rayons du tracé en plan

e)- Sur largeur:

Un long véhicule à deux (2) essieux, circulant dans un virage, balaye en plan une bande de chaussée plus large que celle qui correspond à la largeur de son propre gabarit.

Pour éviter qu'une partie de sa carrosserie n'empiète sur la voie adjacente, on donne à la voie parcourue par ce véhicule une sur largeur par rapport à sa largeur normale en

alignement.

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

L : longueur du véhicule (valeur moyenne $L = 10 \text{ m}$)

R : rayon de l'axe de la route.

3.3. Les Courbes De Raccordement :

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

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

3.3.1. Rôle Et Nécessité Des Courbes De Raccordement :

L'emploi des courbes de raccordement se justifie par les quatre conditions suivantes :

- ❖ Stabilité transversale du véhicule.
- ❖ Confort des passagers du véhicule.
- ❖ Transition de la forme de la chaussée.
- ❖ Tracé élégant, souple, fluide, optiquement et esthétiquement satisfaisant.

3.3.2. Types De Courbe De Raccordement :

Parmi les courbes mathématiques connues qui satisfont à la condition désirée d'une variation continue de la courbure, nous avons retenu les trois courbes suivantes :

- ❖ Parabole cubique
- ❖ Lemniscate
- ❖ Clothoïde

a) Parabole cubique :

Cette courbe est d'un emploi très limité vu le maximum de sa courbure vite atteint (utilisée dans les tracés de chemin de fer).

b) Lemniscate :

Cette courbe utilisée pour certains problèmes de tracés de routes « trèfle d'autoroute » sa courbure est proportionnelle à la longueur de rayon vecteur mesuré à

partir du point d'inflexion.

c) Clothoïde :

c)1 définition:

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul.

La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

c)2 Choix de la Clothoïde :

La Clothoïde est la seule courbe qui sera appliquée dans notre étude pour les avantages suivants :

- ✓ La courbure de la Clothoïde est linéaire par rapport à la longueur d'arc.
- ✓ La Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale.
- ✓ La variation constante de la courbure de la Clothoïde correspond pour le conducteur à une rotation constante de son volant.
- ✓ La Clothoïde satisfait également les exigences esthétiques et de confort optique, si elle est bien choisie.

c)3 Expression mathématique de la clothoïde :

Courbure **K** linéairement proportionnelle à la longueur curviligne **L**

$$\mathbf{K} = \mathbf{C} \cdot \mathbf{L}$$

Pour l'homogénéité de la formule, on pose : $\frac{1}{C} = A^2$

Alors:

$$K = \frac{1}{R} \quad \Longrightarrow \quad L \cdot R = \frac{1}{C} \quad \Longrightarrow \quad \frac{1}{R} = C \cdot L$$

On à :

L'équation fondamentale: $L \cdot R = A^2$

Avec :

R : Rayon du cercle.

L : longueur de la branche de clothoïde.

A : Paramètre de la clothoïde.

c)4 Les éléments de la Clothoïde:

Sur la figure ci-dessous, nous présentons les différents éléments de la clothoïde.

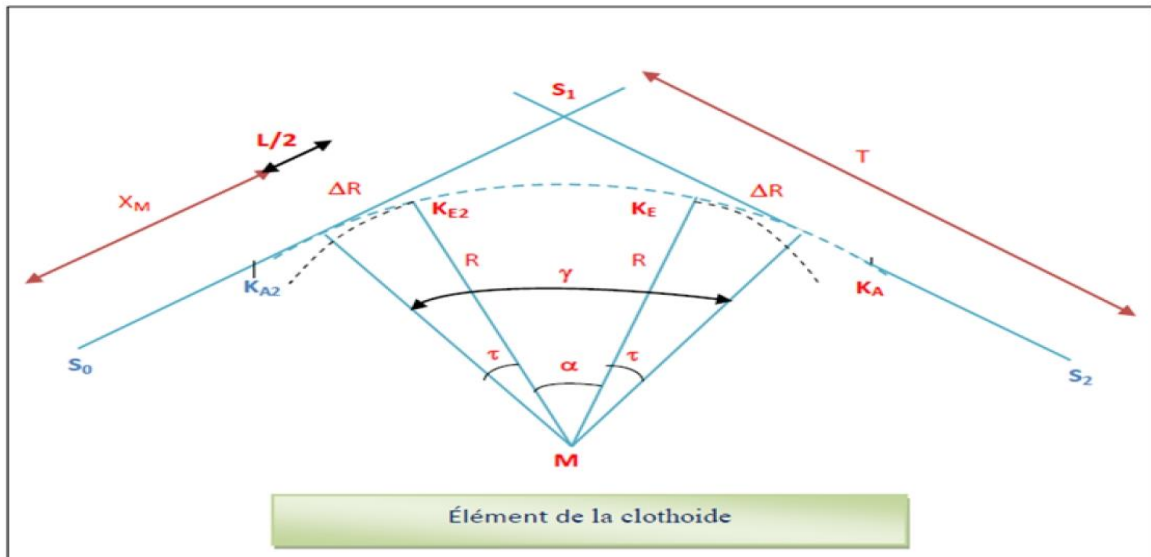


Figure N°13 : Les différents éléments de la clothoïde

γ : Angle entre alignement

SL : La corde à la clothoïde

T : Grande tangente

σ : L'angle polaire

ΔR : Ripage

L : longueur de clothoïde

XM : Abscisse du centre de cercle

KA : début de clothoïde

R: Rayon de virage

KE : Fin de clothoïde

τ : Angle de tangente

L'expression de la clothoïde est : $A^2 = L.R$

Tel que :

- A: paramètre de clothoïde.
- L: longueur de clothoïde.
- R: rayon.

Le choix du paramètre A de la clothoïde doit respecter les trois conditions, qui nous permettent de fixer la longueur minimal de raccordement

4. LES CONDITIONS DE RACCORDEMENT

La longueur de raccordement progressif doit être suffisante pour assurer les conditions suivantes:

4.1. Condition de confort optique :

Elle permet d'assurer à l'utilisateur une vue satisfaisante de la route et de ses obstacles éventuels et pour cela la rotation de la tangente doit être supérieure à 3° pour être perceptible à l'œil.

$$\tau \geq 3^\circ \quad \text{soit} \quad \tau \geq 1/18 \text{ rads}$$

$$\tau = L/2R > 1/18 \text{ rads} \rightarrow L > R/9 \quad \text{soit} \quad A > R/3$$

$$R/3 \leq A \leq R$$

Règle générale (B40) :

- ❖ $R \leq 1500m, \Delta R = 1m$ (éventuellement 0.5m)

$$Lr1 = \sqrt{24R \Delta R}$$

- ❖ $1500 < \Delta R \leq 5000m$

$$Lr1 = \frac{R}{9}$$

- ❖ $R > 5000m, \Delta R = 2.5m$

$$Lr1 = 7.75 \sqrt{R}$$

4.2. Condition de confort dynamique :

cette condition consiste à éviter la variation trop brutale de l'accélération transversale, est imposé à une variation limitée.

D'où:

$$Lr2 = \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127 \times R} - \Delta d \right)$$

V_r : vitesse de référence (km/h).

R : rayon en (m).

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

4.3 Condition de gauchissement :

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

$$Lr3 \geq \frac{(I \cdot \Delta d \cdot V_r)}{50}$$

L_r : longueur de raccordement.

I : distance axe de rotation –bord de chaussée.

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

V_r : vitesse de référence (km/h).

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

Cette variation est limitée à **2%**.

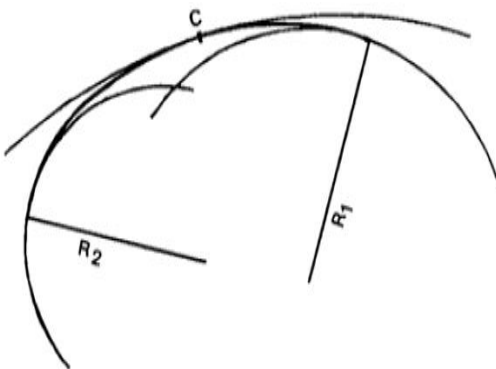
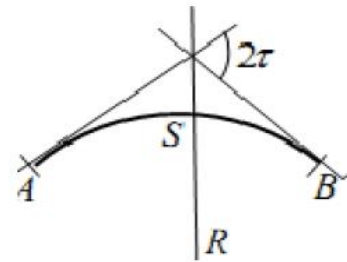
$$L \geq \frac{(5 \cdot \Delta d \cdot V_r)}{36}$$

5. COMBINAISON DES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN :

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

a) Courbe à sommet :

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

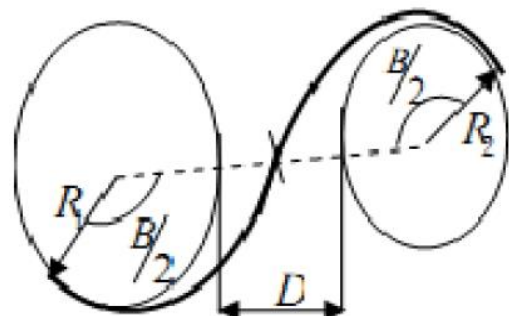


b) Courbe en C :

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

Courbe en S :

Une courbe constituée de deux arcs de clothoïde, de concavité opposée tangente en leur points de courbure nulle et raccordant deux arcs de cercle.



6. VITESSE DE REFERENCE :

La vitesse de référence (V_r) est une vitesse prise pour établir un projet de route, elle permet de définir les caractéristiques géométriques fondamentales intervenants dans l'élaboration du

tracé, son choix dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Conditions économiques.

7. NOTION DE DEVERS

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

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

a) Devers en alignement :

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

b) Devers en courbe :

En courbe 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.

c) Rayon de courbure

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

d) Calcul des devers :

Dans les alignements droits et dans les courbes de **$R \geq R_{Hnd}$** le devers est égal à **2.5%** et pour les courbes de rayon **$R < R_{Hnd}$** un calcul de devers peut être fait par l'interpolation en « $1/R$ »

e) Raccordement de devers :

En alignement droit les devers sont de type unique et ont des valeurs constantes (**2.5%**), en courbe ils ont des valeurs supérieures (**de 3 à 7%**).

Le raccordement des alignements droits aux courbes se fait par des **Clothoïdes**:

- ✚ Dans le cas où les devers sont de même sens le raccordement sera progressif à partir du début de la **Clothoïde** jusqu'au début de l'arc de cercle.
- ✚ Dans le cas où les devers sont opposés, le problème se pose pour passer du devers d'alignement en général à une distance D_{min} .

$$D_{min} = \frac{5}{36} \times V_r \Delta d \text{ Appelée longueur de gauchissement}$$

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

<i>Paramètres</i>	Symboles	<i>Valeurs</i>
<i>Vitesse (km/h)</i>	V	80
<i>Longueur minimale (m)</i>	L_{min}	112
<i>Longueur maximale (m)</i>	L_{max}	1333
<i>Devers minimal (%)</i>	d_{min}	2.5%
<i>Devers maximal (%)</i>	d_{max}	7%
Temps de perception réaction (s)	t_1	2
<i>Frottement longitudinal</i>	f_l	0.39
<i>Frottement transversal</i>	f_t	0.13
<i>Distance de freinage (m)</i>	d_0	65
Distance d'arrêt (m)	d_1	109
<i>Distance de visibilité de dépassement minimale (m)</i>	d_m	325
<i>Distance de visibilité de dépassement normale (m)</i>	d_N	500
<i>Distance de visibilité de manoeuvre de dépassement (m)</i>	dMD	200
RHm (m) (d'associe %)	RHm	250 (7%)
RHN (m) (d'associe %)	RHN	450 (5%)
RHd (m) (d'associe %)	RHd	1000 (2.5%)
RHnd (m) (d'associe %)	RHnd	1400 (-2.5%)

Tableau N°13: Paramètres fondamentaux du tracé en plan

ETUDE DU TRACE

Notre tronçon est constitué d'alignements droits formant de 3 virages

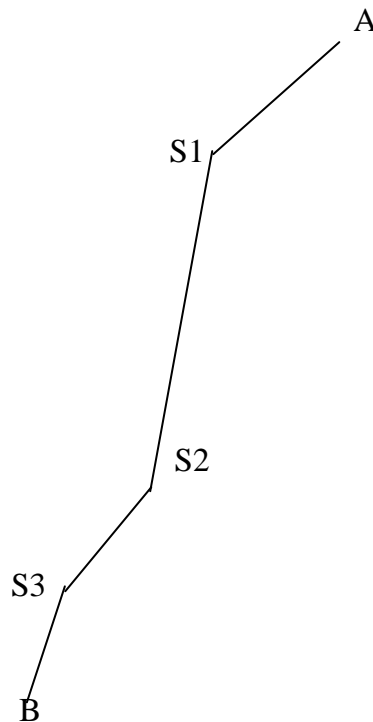


Figure15: variante 01

Environnement de la route

Sinuosité :

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

$L_s = 0$ m (on ne prendra pas des rayons inférieurs à 200m)

$L_T = 5204.4528$ m

$$\sigma = \frac{0}{5204.4528} = 0$$

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

N°	Classification	Sinuosité
1	Sinuosité faible	$\sigma \leq 0,10$
2	Sinuosité moyenne	$0,10 \leq \sigma \leq 0,30$
3	Sinuosité forte	$\sigma > 0,30$

Tableau N°14: Sinuosité « variante 01 »

Sinuosité : faible

Dénivelée cumulée moyenne :

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

Tableau : dénivelée cumulée

Dénivelée cumulée

$$\sum Dh = 179.601 \text{ m}$$

$$LT = 5204.4528 \text{ m}$$

$$Dc = 3.5 \%$$

Les valeurs seuils déterminées par l'analyse de plusieurs itinéraires en Algérie, permettent de caractériser trois types 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	$Dc > 4\%$

Tableau N°15: Classification du terrain et dénivelée cumulée « variante 01 »

Terrain est: vallonné

Les trois types d'environnement résultent du croisement des deux paramètres précédents

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

Tableau N°16: Environnement de la route « variante 01 »

Dans notre cas nous avons :

Terrain Plat, Sinuosité Faible

Environnement : E2

Vitesse de référence

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

Tableau N°17: Vitesse de référence « variante 01 »

Vitesse Vr = 80 km/h

Courbes en planDévers

	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
<i>dmin</i>	-2,50%	-2,50%	-3%	-3%	-4%
<i>dmax</i>	7%	7%	8%	8%	9%

Tableau N°18: Devers « variante 01 »Détermination du coefficient transversal *ft*

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

Tableau N°19: Coefficient transversal *ft* « variante 01 »Détermination du coefficient *F''* en fonction de la catégorie

Catégorie	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
<i>F''</i>	0,06	0,06	0,07	0,075	0,075

Tableau N°20: coefficient *F''* « variante 01 »

Tableau récapitulatif

<i>dmax</i> =	7,00%
<i>dmin</i> =	2,5%
<i>ft</i> =	0,13
<i>d(R1)</i>	0,026
<i>d(R2)</i>	0,035
<i>F''</i> =	0,06

Le rayon minimal absolu RHm

$$RHm = \frac{Vr^2 \text{ (Km/h)}}{127(d + ft)}$$

$$RHm = 251.96 \text{ m}$$

Le rayon minimal normal RHN

$$RHN = \frac{(Vr + 20)^2}{127(ft + d)}$$

$$RHN = 437.45 \text{ m}$$

Le rayon au devers minimal RHd

$$RHd = \frac{Vr^2}{127(2 \cdot dmin)}$$

$$RHd = 1007.87 \text{ m}$$

Le rayon non déversé RHnd

$$RHnd = \frac{Vr^2}{127(F'' - dmin)}$$

$$RHnd = 1439.82 \text{ m}$$

Le choix des rayons

Pour une route de catégorie donnée, Il n'y a *aucun rayon inférieur* au rayon minimum absolu RHm. On utilisera, autant que possible des valeurs de rayons supérieures ou égales au rayon minimum normal RHN.

$$R_1 = 700 \text{ m}$$

$$R_2 = 800 \text{ m}$$

$$R_3 = 1000 \text{ m}$$

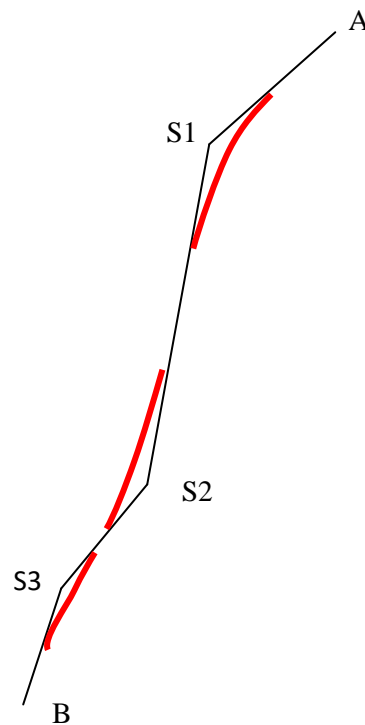
Calcul de l'axe

Figure N°15: calculi d'axe Variante01

Les coordonnées des sommets

<u>Pts</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>
A	238228.9925m	3973211.5778m
S ₁	237097.3646 m	3972730.4059 m
S ₂	236286.0065m	3970680.8551 m
S ₃	235182.6946 m	3970019.0240 m
B	234930.8705 m	3969605.8388 m

Tableau N°22: Coordonnées définissant l'axe de la variante 1

Les calculs de gisements et des angles au centre sont récapitulés dans le tableau suivant :

Directions	<u>Valeurs de</u> <u>ΔX et ΔY</u>		<u>Valeurs des</u> <u>Gisements</u>		<u>Distances</u>	<u>L'angle</u> <u>au centre</u>
	$\Delta X =$					
AS ₁	$\Delta X =$	-11316.628m	GAS ₁	274.4052gr	1229.67 m	$\beta_1 = 50.4083$ gr
	$\Delta Y =$	-481.172m				
S ₁ S ₂	$\Delta X =$	-811.358m	GS ₁ S ₂	223.9969gr	2204.30 m	$\beta_2 = 41.6055$ gr
	$\Delta Y =$	-2049.55 m				
S ₂ S ₃	$\Delta X =$	-1103.312m	GS ₂ S ₃	265.6024gr	1286.59 m	$\beta_3 = 30.7568$ gr
	$\Delta Y =$	-661.831m				
S ₃ B	$\Delta X =$	-251.824 m	GS ₃ S ₄	234.8456gr	483.87 m	
	$\Delta Y =$	-413.186 m				

Tableau N°23: Les valeurs des gisements, distances et des angles au centre "variante 1"

Détermination des éléments des Raccordements

Tableau des résultats

Rayons	β (gr)	Tangente	Développée	Bissectrice	flèche
R₁ = 700 m	50.40	292.52 m	553.89m	58.66m	54.12 m
R₂ = 800 m	41.60	271.09 m	522.49 m	44.68 m	42.32 m
R₃=1000 m	30.75	246.31 m	482.77m	29.88 m	29.02 m

Tableau N°24: Eléments des raccordements circulaires "variante 1"

La longueur totale des alignements droits : LAD

$$LAD = AT_1 + T_1T_2 + T_2T_3 + T_3B = 937.15 + 1640.69 + 769.19 + 237.56$$

$$LAD = 3584.25 \text{ m}$$

La longueur totale des arcs de cercles : LC

$$LC = D1 + D2 + D3 + D4 + D5 = 362.9 + 122.46 + 280.09 + 184.95 + 576.35$$

$$LC = 1559.15 \text{ m}$$

La longueur totale du tronçon : LT

$$LT = LAD + LC = 3584.25 + 1559.15 = 5143.4 \text{ m}$$

$$LT = 5143.4 \text{ m}$$

Pourcentage en alignement droit

$$\text{Alignement Droit} = 69.68\%$$

Pourcentage en Courbe

$$\text{courbe} = 30.32\%$$

Déclivités - Profil en long

Déclivités

$$\text{Pente : } P_1 = -3.116\%$$

$$\text{Rampe : } P_2 = 1.200\%$$

$$\text{Pente : } P_1 = -1.636\%$$

$$\text{Rampe : } p_3 = 0.702\%$$

Raccordement progressive

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

En effet, dans un virage à rayon de courbure constant, tout véhicule est soumis à une action centrifuge d'intensité inversement proportionnelle au rayon R.

Quand on passe de l'alignement droit à l'arc de cercle, la valeur du rayon R passe brutalement d'une valeur infinie (droite) à une valeur finie (cercle), ce qui demande en théorie au conducteur une manœuvre brutale et instantanée d'adaptation de sa trajectoire sur une distance nulle ; sa seule marge de manœuvre est due à la largeur de la chaussée.

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

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

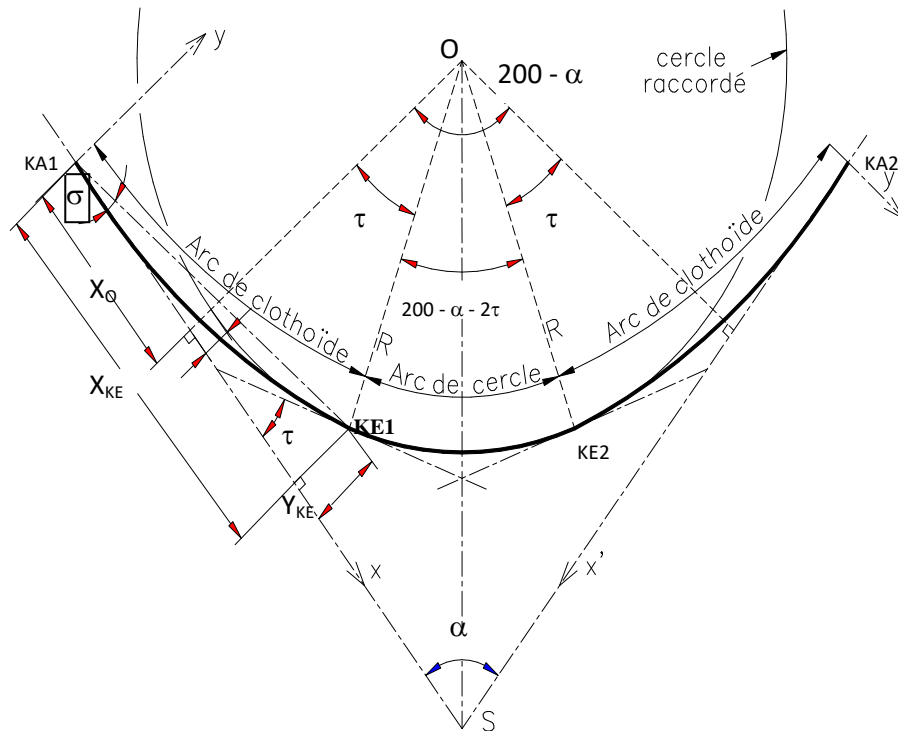


Figure N°16: Raccordement progressif

L'équation caractéristique est donnée par : $A^2 = r \cdot xL$

Le calcul des caractéristiques de ces raccordements à courbure progressive permet de respecter les conditions de stabilité du véhicule, et de confort dynamique des usagers.

Ces conditions tendent à limiter la variation de sollicitation transversale des véhicules. Dans la pratique, ceci revient à fixer une limite à la variation d'accélération tolérée par seconde.

Longueur de ces raccordements

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

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.

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

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.

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

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 du bord de la chaussée déversée par rapport à celle de son axe.

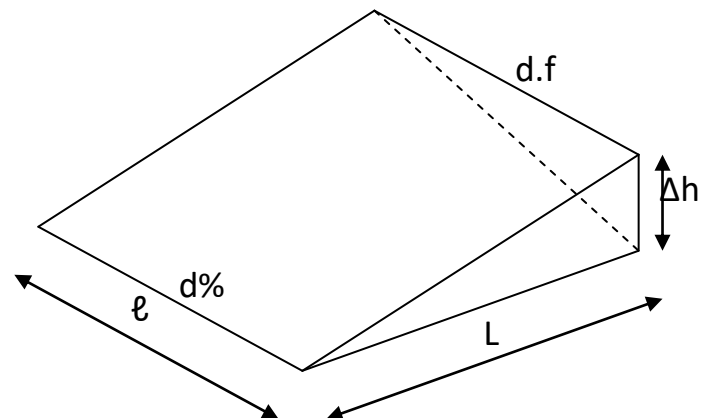


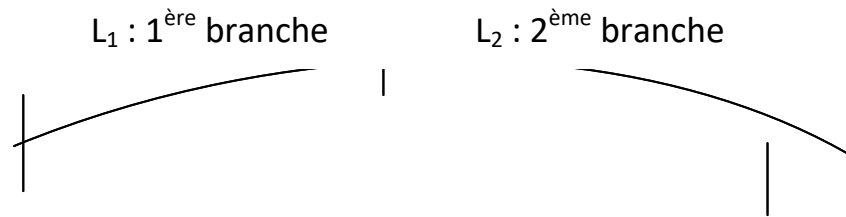
Figure N°17: Condition de gauchissement

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

Vérification de non chevauchement

1^{er} cas :

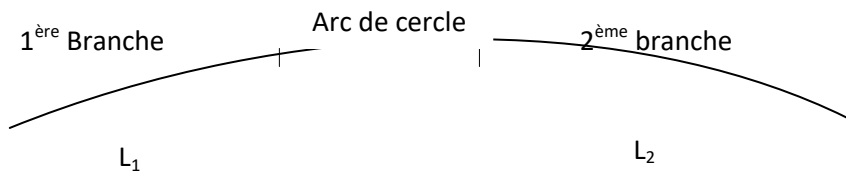
$$\tau = \frac{\beta}{2} \Rightarrow \text{Clothoïde sans arc de cercle}$$



2^{ème} cas :

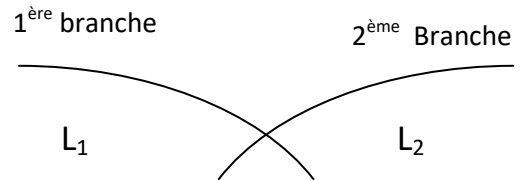
$$\tau < \frac{\beta}{2} \Rightarrow \text{Clothoïde avec arc de cercle}$$

de cercle



3^{ème} cas :

$$\tau > \frac{\beta}{2} \Rightarrow \text{Clothoïde impossible}$$



Application à notre projet

$$R_1 = 700 \text{ m} \tau_1 = 0.092 \text{ gr} \beta_1 / 2 = 25.2 \text{ gr}$$

$$R_2 = 800 \text{ m} \quad \tau_2 = 0.086 \text{ gr} \beta_2 / 2 = 20.8 \text{ gr}$$

$$\Delta d = 5.66\% + 3\% = 8.66\%$$

Condition	1er Virage	2ème Virage
confort dynamique	$L1 \geq 129.61 \text{ m}$	$L1 \geq 138.56 \text{ m}$
Optique	$L2 \geq 42 \text{ m}$	$L2 \geq 42 \text{ m}$
gauchissement	$L3 \geq 52.26 \text{ m}$	$L3 \geq 49.06 \text{ m}$
Chevauchement	$\tau < \beta/2 \Rightarrow$ Pas de chevauchement	$\tau < \beta/2 \Rightarrow$ Pas de chevauchement
L max =	129.61 m	138.56 m

Tableau N°25: Longueur de la clothoïde

Tableau des paramètres des deux clothoïdes

Eléments de la clothoïde		1 ^{er} Virage	2 ^{ème} Virage
R	Rayon	700 m	800 m
L	Longueur de la clothoïde	129.61 m	138.56 m
A : $A = \sqrt{R \cdot L}$	Paramètre de la clothoïde (m)	301.2 m	332.93 m
α	Angle des alignements droits	50.40 gr	41.60 gr
$\beta : \beta = 200 - \alpha$	Angle au centre (Raccordement circulaire)	149.6 gr	158.4 gr
$\tau : \tau = \frac{L}{2R}$	Angle des tangentes	0.092 gr	0.086 gr
$\sigma = \arctg \frac{Y_{KE}}{X_{KE}}$	Angle Polaire	1.33 gr	1.63 gr
$\gamma : \gamma = 200 - \alpha - 2\tau$	Angle au centre Partie circulaire	149.41 gr	158.22 gr

D cercle : $D = \frac{\pi R \theta}{200}$	Longueur de la partie circulaire	553.89m	522.49 m
XKE : $X_{KE} = L - \frac{L^3}{40R^4}$	Abscisse de l'extrémité de la clothoïde	129.60 m	138.55m
YKE : $Y_{KE} = \frac{L^2}{6R}$	Ordonnée de l'extrémité de la clothoïde.	3.99 m	3.99 m
SL : $SL = \sqrt{X_{KE}^2 + Y_{KE}^2}$	Longueur de la corde KA-KE	129.66 m	138.60 m
Xo : $X_O = X_{KE} - R \sin \tau$	Abscisse du centre	128.47 m	137.34 m
Yo : $Y_O = Y_{KE} + R \cos \tau$	Ordonnées du centre	703.98 m	803.98 m
KA-O	Distance KAO	404 m	404 m
$\Delta R :$ $\Delta R = \frac{L^2}{24R}$	Ripage	1 m	1 m
DT : $DT = 2L + D_{cercle}$	Développée totale	813.11 m	799.61 m
T : $T = X_O + (R + \Delta R) \cot(\alpha/2)$	Distance S-KA	421.41 m	401.78 m
TL	Tangente longue	93,97 m	93,97 m
TK : $TK = \frac{Y_{KE}}{\sin \tau}$	Tangente courte	2760.99 m	2953.62 m
Biss	Bissectrice	58.66m	44.68 m

Tableau N°26: Eléments de la clothoïde

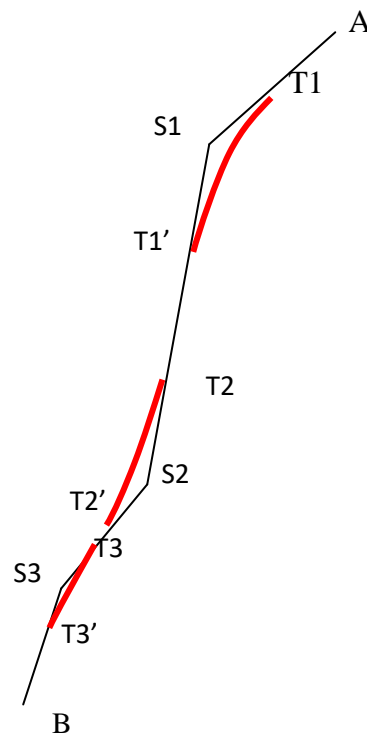


Figure N°18: Axe avec raccordement progressives

Devers

Devers en alignement

En alignement 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 **seront** adoptées en Algérie

Devers minimal : $d_{min} = 3 \%$

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

Devers vers l'intérieur des courbes

En courbe, le devers permet de :

assurer un bon écoulement des eaux superficielles

compenser une fraction de la force centrifuge et assurer la stabilité dynamique des véhicules
améliorer le guidage optique.

Le dévers minimal nécessaire à l'écoulement des eaux en courbes est identique à celui préconisé en alignement droit.

Le dévers maximal admissible dans les courbes est essentiellement limité par les conditions de stabilité des véhicules lents ou l'arrêt, dans des conditions météorologiques exceptionnelles.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

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

Tableau N°27 : Dévers en fonction de l'environnement

Détermination des dévers aux rayons en plan

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} .

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

4ème cas :

Si $RHm < R < RHN$, la route est déversée à l'intérieur du virage et « d » est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

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

Calcul des dévers associés aux rayons de la variante choisie

$$R1 = 700 \text{ m} \quad R2 = 800 \text{ m}$$

$RHN \leq R1 \leq RHd \quad \Rightarrow \quad$ Interpolation entre dévers RHN et celui de RHd

$RHN \leq R2 \leq RHd \quad \Rightarrow \quad$ Interpolation entre dévers RHN et celui de RHd

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

$$R1 = 700 \text{ m}$$

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

$$RHd = 1000 \text{ m}$$

$$d(RHN) = 5 \%$$

$$d(RHd) = 2.5\%$$

$$d(R) = \left[\frac{d(RHN) - d(RHd)}{\frac{1}{RHN} - \frac{1}{RHd}} \right] \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd} \right) + d(RHd)$$

$$d(R1) = 3.37 \%$$

$$R2 = 800 \text{ m}$$

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

$$RHd = 1000 \text{ m}$$

$$d(RHN) = 5 \%$$

$$d(RHd) = 2.5 \%$$

$$\mathbf{R2=800 \text{ m}}$$

$$\mathbf{d(R2)=3.01 \%$$

Chapitre V

Profil en long



1. DEFINITION DU PROFIL EN LONG

C'est une coupe longitudinale du terrain naturel suivant un plan vertical passant par l'axe du tracé de la route.

Il consiste à représenter graphiquement tous les points caractéristiques par leurs distances et altitudes respectivement mesurées et interpolées à partir du plan topographique.

2. TRACE DE LA LIGNE ROUGE :

C'est la ligne du projet qui doit tenir compte des critères suivants:

- ✓ Passages aux points obligés.
- ✓ Equilibre entre remblais et déblais
- ✓ Respecter les normes techniques relatives aux rayons de raccordement
- ✓ Assurer un bon écoulement des eaux usées et pluviales.

3. ELEMENTS CONSTITUANTS DE LA LIGNE ROUGE :

Les alignements :

Sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

Définition de la déclivité :

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.

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'évacuent longitudinalement à l'aide des canalisations ayant des déclivités suffisantes leur minimum vaut 0.5%et de préférence 1%.

Déclivité maximale :

La déclivité maximale est tolérée surtout dans les courtes distances (inferieur à 1500 m) pour les raisons suivant :

- ✓ - Réduction de la vitesse et augmentation des dépenses de circulation.
- ✓ Important effort de freinage des poids lourds ce qui conduit a usé les pneumatiques.

Pour les rampes :

La déclivité peut être majorée de deux points pour les chaussées descendantes à sens unique sans dépasser 8% pour les déclivités du profil en long, il est plus imposé en règle générale de valeur minimale.

4. COORDINATION DU TRACÉ EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG :

La coordination du tracé en plan et du profil en long doit faire l'objet d'une étude d'ensemble, afin d'assurer une bonne insertion dans le site, respecter les règles de visibilité et autant que possible, un certain confort visuel ; ces objectifs incite à :

- Associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important.
- Faire coïncider les courbes horizontales et verticales, puis respecter la condition : Vertical > 6 Horizontal pour éviter un défaut d'inflexion.
- Supprimer les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraîne pas de coût sensible, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaître la chaussée à une distance de 50m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour prévenir les perceptions trompeuses.

5. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG :

Le changement de déclivité constituent des points particulier dans le profil en, ce changement est assurer par l'introduction de raccordement circulaire qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité.

Il y a deux types de raccordements :

5.1. Raccordement convexe (saillants) :

La conception des raccordements convexes doit satisfaire les conditions suivantes :

5.1.1. Condition de confort :

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

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

D'où :

$R_{v_{\min}} \geq 0,30 V^2$ (cat 1-2).

$R_{v_{\min}} \geq 0,23 V^2$ (cat 3-4-5).

Tel que :

R_v : c'est le rayon vertical (m) et V : vitesse de référence (km/h).

$$\frac{v^2}{R} \leq \frac{g}{20} \Rightarrow R \geq \frac{20}{g} v^2 \quad \text{pour } g = 9.81 \text{ m/s}^2 \text{ on a :}$$

$$R \geq 0.15 v^2 \quad v : \text{km/h} \quad \text{et } R \text{ en m}$$

5.1.2. Condition de visibilité :

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

Il faut que deux véhicules circulant en sens opposés puissent s'apercevoir à une distance double de la distance d'arrêt au minimum.

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante:

$$Rv \geq \frac{d^2}{2(h_0 + h_1 + 2 \times \sqrt{h_0 h_1})} \approx 0.27 d^2$$

d: distance d'arrêt (m)

h_0 : hauteur de l'oeil (m)

h_1 : hauteur de l'obstacle (m)

- dans le cas d'une route unidirectionnelle « bretelles » :

$h_0 = 1.1$ m, $h_1 = 0.15$ m

On trouve : $Rv = ad_1^2 a = 0.24$

Pour Cat 1-2 $Rv = 0.24 d_1^2$

h_1 : hauteur de l'œil du conducteur AA'

h_2 : hauteur de l'obstacle BB'

A' : l'œil du conducteur

D : distance entre le conducteur et l'obstacle B'

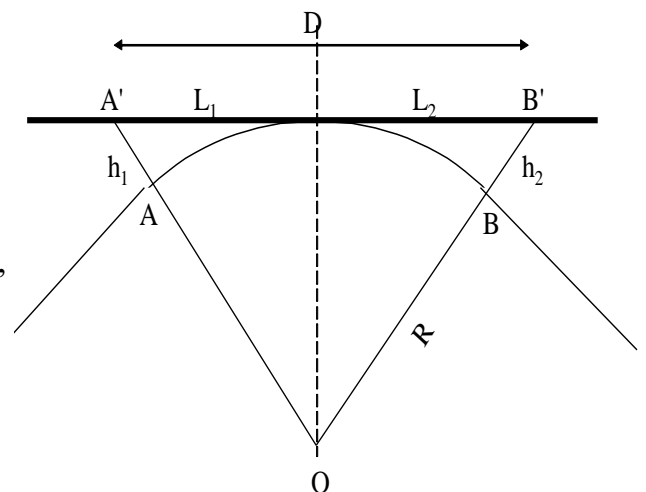


Figure N°19: visibilité "profil en long"

5.1.3. Raccordement concave (rentrant) :

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

$$R'v = \frac{d_1^2}{(1,5 + 0,035d_1)}$$

Avec :

Rv : rayon minimum du cercle de raccordement.

d1: distance d'arrêt.

5.1.4. Condition esthétique :

Une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à procurer à l'utilisateur une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale et ($b > 50$) pour des dévers $d < 10\%$

$$V_{\min} = 100 \times (50 / \square d\%)$$

Avec :

d: Changement de dévers (%)

Rvmin: rayon vertical minimum (m)

$$(R + h_1)^2 = L_1^2 + R^2 \Rightarrow R^2 + h_1^2 + 2R.h_1 = L_1^2 + R^2 \quad (1)$$

$$(R + h_2)^2 = L_2^2 + R^2 \Rightarrow R^2 + h_2^2 + 2R.h_2 = L_2^2 + R^2 \quad (2)$$

$$\Rightarrow L_1^2 = h_1^2 + 2R.h_1 \quad \text{et} \quad L_2^2 = h_2^2 + 2R.h_2$$

h_1^2 et h_2^2 sont très petit par rapport à $2R.h_1$ et $2R.h_2$

donc :

$$L_1^2 = 2Rh_1 \quad \Rightarrow L_1 = \sqrt{2Rh_1}$$

$$L_2^2 = 2Rh_2 \quad \Rightarrow L_2 = \sqrt{2Rh_2}$$

$$L_1 + L_2 = D = \sqrt{2Rh_1} + \sqrt{2Rh_2} \Rightarrow D = \sqrt{2R} (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

$$R_{\min} = \frac{D^2}{2(h_1 + h_2 + 2\sqrt{h_1.h_2})}$$

Pour les chaussées bidirectionnelles :

Risque de collision entre deux véhicules : $h_1 = 1.00$ m, $h_2 = 1.20$ m
avec $d = D/2$: distance d'arrêt en attention concentrée

$R = 0.436 d^2$	et	$d = 0.01 V^2 + 0.2V$
-----------------	----	-----------------------

Pour les chaussées unidirectionnelles :

Risque de collision avec un obstacle : $h_1 = 1.00\text{m}$, $h_2 = 0.15\text{ m}$
avec $d = D$: distance d'arrêt en attention diffuse :

$R = 0.222 d^2$	et	$d = 0.01 V^2 + 0.4V$
-----------------	----	-----------------------

Raccordement parabolique

En pratique l'arc de cercle est assimilé à un branche de parabole ayant pour équation :

$$Y = \frac{X^2}{R}$$

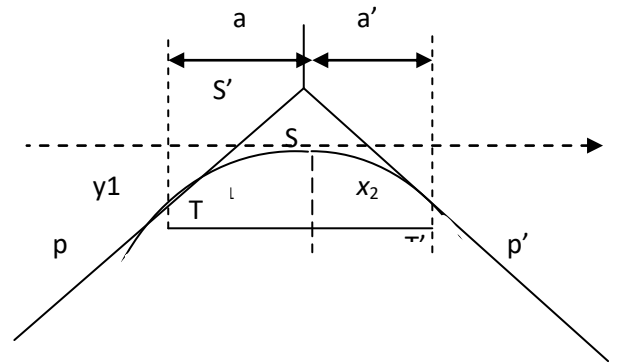


Figure 21: Raccordement parabolique

L'équation de la tangente en un point quelconque d'abscisse X s'écrit sous la forme :

$$Y' = \frac{X}{R}$$

Au point de tangence T et T' , Y représente la pente ou la rampe. Les coordonnées du sommet de la parabole s'obtient :

$$\begin{cases} x_1 = pR \\ y_1 = \frac{p^2R}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} x_2 = p'R \\ y_2 = \frac{p'^2R}{2} \end{cases}$$

Les positions de T et T' sont données par rapport à l'intersection des pentes.

Dans le cas ou les déclivités sont de sens contraire

$$a = a' = \frac{R}{2}(p + p')$$

Dans le cas ou les déclivités sont de même sens

$$a = a' = \frac{R}{2}(p - p')$$

La flèche est donnée par :

$$F' = \frac{R}{2} \left(\frac{p \pm p'}{2} \right)^2$$

Ou p et p' sont en valeur absolue

Partie Calculs :

Rayon de courbure pour 2 déclivités formant un angle saillant.

Cas d'une chaussée bidirectionnelle

On prendra « Norme B40 »

$$\mathbf{Rv = 6000 m}$$

Les déclivités :

$$\text{Pente : } -3.116 \%$$

$$\text{Rampe : } 1.200 \%$$

Paramètre de la parabole

Calcul des tangentes

$$a = \frac{6000|-3.116+1.2|}{2} = 5748\text{m}$$

Calcul de la flèche :

$$f = \frac{a^2}{2R_v} = \frac{4617}{2 \times 6000} = 2753.29 \text{ m}$$

Paramètre cinématique

Ce sont des paramètres relatifs à la considération du mouvement des véhicules.

Les paramètres sont :

Distance de freinage

La distance de freinage est la longueur parcourue par le véhicule pendant l'action du freinage pour annuler sa vitesse.

$$d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell \pm i)}$$

Avec :

V_r : vitesse de référence $V_r = 100 \text{ Km/h}$

g : accélération de la pesanteur $= 9.81 \text{ m/s}^2$

$f\ell$: coefficient de frottement

i : rampe ou pente.

$$\text{Palier} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g \cdot f\ell}$$

$$\text{Pente} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell - i)}$$

$$\text{Rampe} \Rightarrow d_o = 0.04 \frac{V_r^2(\text{km/h})}{g(f\ell + i)}$$

Le tableau suivant donne la valeur de ($f\ell$) retenues pour l'Algérie d'après B40.

Vr (Km/h)	40	60	80	100	120	140
CAT						
CAT 1-2	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
CAT 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.036	/

Tableau N°28 : Valeur de fl

Catégorie 2 Vr = 80 km/h \Rightarrow fl = 0.39

Application numérique :

Variante projet

Pour P1 = -3.116 %

En Pente

$$d_o = 0.04 \frac{80^2}{9.81(0.39 - 0.03116)}$$

$$d_o = 72.72 \text{ m}$$

En Rampe

P2 = 1.200 %

$$d_o = 0.04 \frac{80^2}{9.81(0.39 + 0.012)}$$

$$d_o = 64.91 \text{ m}$$

Distance d'arrêt en alignement droit (d_1)

C'est la distance minimum parcourue par un véhicule entre le moment où l'obstacle devient visible et celui où le véhicule s'arrête.

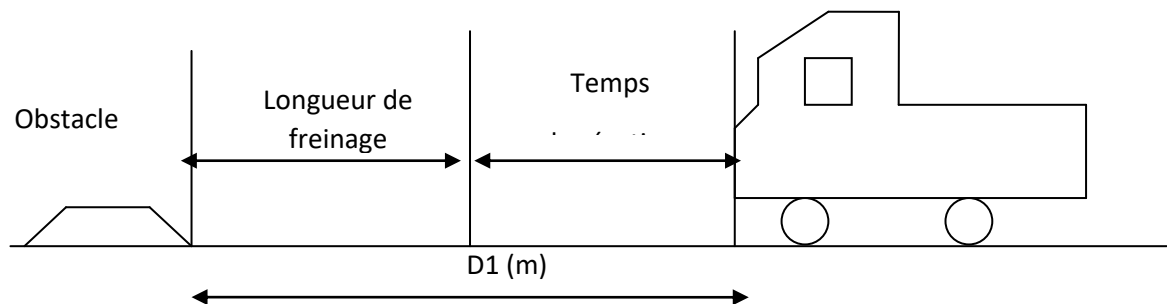


Figure N°21: distance d'arrêt en alignement droit

$$V_r > 60 \text{ (km/h)} \quad \rightarrow \quad t = 1.8 \text{ s} \quad \rightarrow \quad d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)}$$

$$V_r \leq 60 \text{ (km/h)} \quad \rightarrow \quad t = 2 \text{ s} \quad \rightarrow \quad d_1 = d_0 + 0.56 V_r \text{ (km/h)}$$

$$\text{Pour } V_r = 80 \text{ km/h} \quad \rightarrow \quad t = 1.8 \text{ s}$$

$$d_1 = d_0 + 0.50 V_r \text{ (km/h)}$$

$$\text{Pour } d_0 = 72.72 \text{ m}$$

$$d_1 = 0.50 (80) + 72.72 = \mathbf{112.72 \text{ m}}$$

$$\text{Pour } d_0 = 64.91 \text{ m}$$

$$d_1 = 0.50 (80) + 64.91 = \mathbf{104.91 \text{ m}}$$

Distance d'arrêt en courbes (d₂)

$$V_r > 60 \text{ (km/h)} \quad \rightarrow \quad t = 1.8 \text{ s} \quad \rightarrow \quad d_1 = 1.25 \times d_0 + 0.50 V_r$$

$$V_r \leq 60 \text{ (km/h)} \quad \rightarrow \quad t = 2 \text{ s} \quad \rightarrow \quad d_1 = 1.25 \times d_0 + 0.56 V_r$$

$$d_2 = 0.50 V_r + 1.25 d_0$$

$$\text{Pour } d_0 = 72.72 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.50 (80) + 1.25 \times 72.72 = \mathbf{130.9 \text{ m}}$$

$$\text{Pour } d_0 = 64.91 \text{ m}$$

$$d_2 = 0.50 (80) + 1.25 \times 64.91 = \mathbf{121.13 \text{ m}}$$

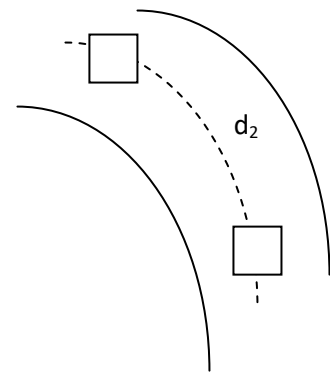


Figure N°22 :Distance d'arrêt en courbe

Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

C'est la distance de visibilité permettant en sécurité au véhicule dépassant d'abandonner en freinant ou de poursuivre en accélérant une manœuvre de dépassement amorcée dans l'hypothèse où le véhicule adverse freine.

Valeurs retenues (voir tableau ci-après)

Toutes catégories	Vr (km/h)	40	60	80	100	120
	Distance de visibilité et de dépassement					
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimale d_m (m) ▪ Normale d_N (m) 	150 250	250 350	325 500	425 625	550 800
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement d_{md}	70	120	200	300	425	

Tableau N°29 : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

Distance de sécurité entre véhicules

C'est la distance de sécurité, nécessaire entre deux véhicules qui se suivent pour éviter toute collision. Il suffit que l'intervalle soit supérieur à la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction.

$$E = a + bv + c \cdot v^2$$

$$D = E = 8 + 0.2Vr + 0.003 \cdot Vr^2$$

$$\text{Donc : } E = 8 + 0.2 \times 80 + 0.003 \times 80^2 = \mathbf{43.2 \text{ m}}$$

7. DEVERS :

La détermination de la valeur maximale de dévers appliquée pour un projet, dépend de la catégorie de l'autoroute et des rayons en plan.

Plusieurs autres facteurs ont de l'influence sur le dévers maximale :

- Les conditions climatiques de la zone d'étude (présence éventuelle de neige sur le tracé).
- Les conditions topographiques (terrain plat ou montagneux).
- Route urbain ou rurale.

8. TRACE PROPOSE :

Pour la définition du tracé en plan et la modification du profil en long on a utilisé le logiciel de tracé **Covadis**, qui a été adapté selon les critères expose dans les recommandations technique.

Covadis dispose de toutes les fonctions nécessaires pour le projet interactif de toute oeuvre linéaire définition de l'axe en plan et du profil en long sur quelque modèle numérique du terrain, le traitement général et spécifique de toutes les singularités des profils en travers, le calcul des volumétries de touteses terres décalées, la génération automatique et assistée de tous les plans de projet.

Chapitre VI

PROFIL EN TRAVERS



1. DEFINITION :

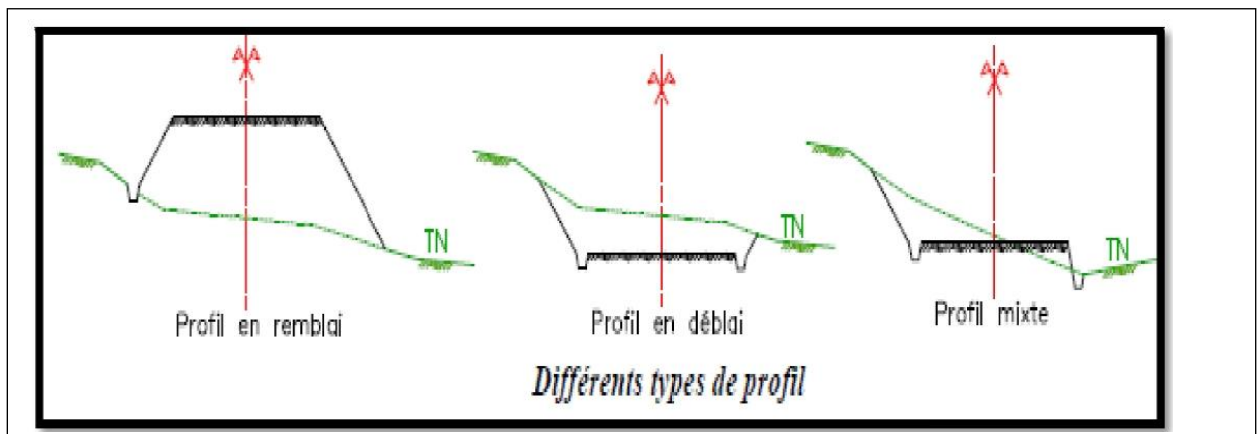
Les profils en travers (sections transversales perpendiculaires à l'axe du projet) permettent de calculer les paramètres suivants :

- la position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements.
- l'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel.
- les cubatures (volumes de déblais et de remblais).

Le profil en travers est représenté en vue de face pour une personne qui se déplacerait sur l'axe du projet de l'origine à l'extrémité du projet.

Il existe trois types de profils en travers (les profils en remblai, en déblai ou bien les profils mixtes).

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



2. CLASSIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS :

Ils existent deux types de profil :

- Profil en travers type.
- Profil en travers courant.

2.1. Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou d'aménagement de routes existantes. Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (remblais, déblais).

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la côte du projet permet le calcul de l'avant mètre des terrassements.

2.2. Le profil en travers courant :

Le profil en travers courant est une pièce de base dessinée dans les projets à une distances régulières (10, 15, 20,25m...et selon le tracé).qui servent à calculer les cubatures.

3. LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROFIL EN TRAVERS :

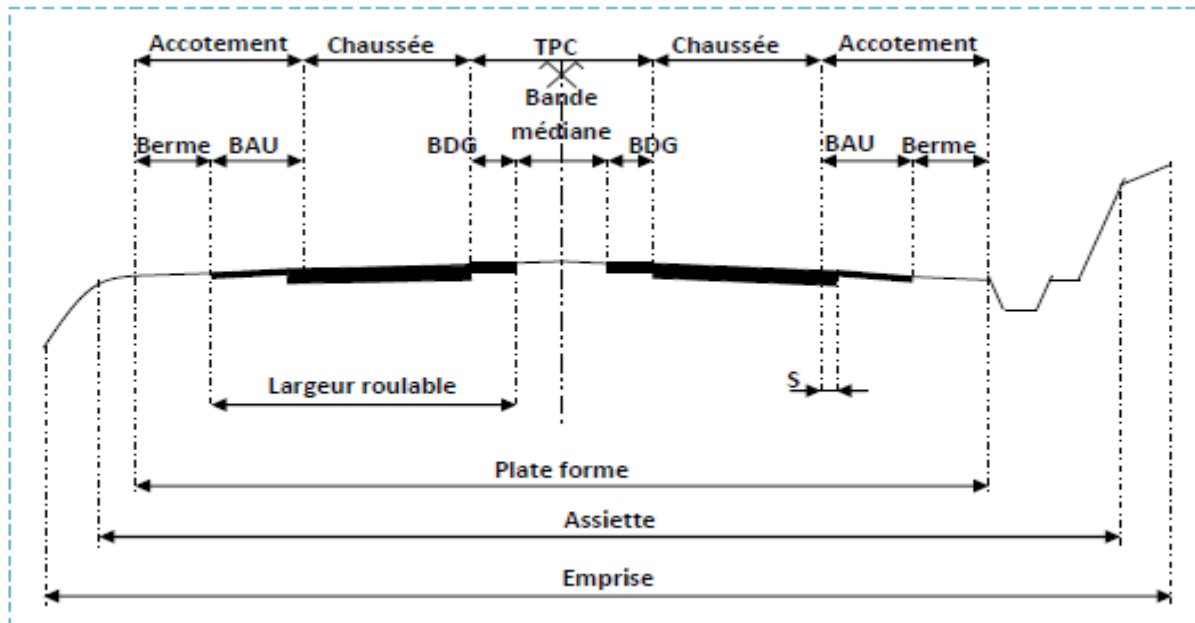


Figure N°24 : élément constatifs du profil en travers normal

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

- **Assiette** : C'est la surface de la route délimité par les terrassements.

- **Plate forme** : Partie de l'infrastructure composée de la ou des chaussées des accotements et éventuellement du terre-plein central. Elle ne comprend pas les arrondis de raccordement aux fossés et aux talus..

- **Chaussée** : C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. Elle est constituée d'une ou plusieurs voies de circulation..

- **Terre- plein central (T.P.C)** : Il assure la séparation matérielles des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

❖ **bande dérasée de gauche (B.D.G)** : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est dégagée de tous obstacles, revêtus et se raccorde à la chaussée.

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

- **Accotement** : Comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) bordée à l'extérieure d'une berme.

❖ **Bande d'arrêt d'urgence** : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.

❖ **la berme** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations..). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

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

La largeur de la chaussée :

La largeur de la chaussée dépend surtout de l'importance de la circulation à écouler. La largeur du gabarit des véhicules étant de 2.50 m, cette même largeur constitue un minimum pour la largeur d'une voie. Sur les routes à circulation intense et rapide, une largeur de voie de 2.50m est insuffisante, il faut au moins 3 m et mieux encore 3.50 m pour que les véhicules de tous gabarits qui puissent se croiser et se dépasser en toute sécurité.

La largeur de voie peut être réduite à 3m(exceptionnellement 2.50 m) sur les routes peu fréquentées.

k) Pente transversale :

La pente transversale permet de favoriser l'évacuation des eaux de surface de la chaussée, en alignement droit le profil en travers de la chaussée est caractérisé par une pente transversale varie de 2% à 5% vers l'extérieur.

En courbe, la pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de $1/R$, cette variation de la pente transversale s'appelle : « le dévers »

Les dévers doivent rester constants tout au long de la partie circulaire des virages car $1/R$ est constant.

Point de rotation des dévers :

Le choix du point de rotation des dévers dépend essentiellement de la disposition des lieux.

Lorsque le T.P.C est revêtu, le point de rotation des dévers se situe habituellement sur l'axe de la plateforme, sinon le point de rotation des dévers de chaque chaussée se situe sur le bord de la chaussée.

Le profil en travers type du notre projet :

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

- ✓ Deux chaussées de deux voies de 3.5m chacune: $(2 \times 3.5) \times 2 = 14.00\text{m}$
- ✓ Accotements de 2.00m pour chaque coté: $2.00 \times 2 = 4.00 \text{ m}$

Chapitre X

Cubatures



1.INTRODUCTION

La réalisation d'un ouvrage de génie civil nécessite toujours une modification du terrain naturel sur lequel l'ouvrage va être implanté. Pour les voies de circulations ceci est très visible sur les profils en longs et les profils en travers.

Cette modification s'effectue soit par apport de terre sur le sol du terrain naturel, qui lui servira de support(remblai). Soit par excavation des terres existantes au dessus du niveau de la ligne rouge (déblai). Pour réaliser ces voies il reste à déterminer le volume de terre qui se trouve entre le tracé du projet et celui du terrain naturel.

2.DEFINITION :

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

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

3.TERRASSEMENT

d'une façon générale, tout mouvement des terres(remblai ou déblai) constitue un terrassement.

creuser une fouille, une rigole ou plus généralement modifier le relief du sol dont le but de construire des ouvrages, d'aménager les routes ou pour réaliser des canalisations diverses (galeries , regards...).

on distingue dans les terrassements trois phases essentielles :l'extraction le transport et la mise en remblai ou en dépôt.

Le déblai: il consiste à extraire les terres avec des engins mécaniques selon la profondeur donnée par le topographe. le déblai peut être utilisé comme remblais ,s'il est consistant et s'il répond aux normes technique.

Le remblai: les matériaux de terrassement mis en œuvre par compactage et destinée à surélever le profil d'un terrain ou à combler une fouille. le remblai consiste à rapporter des terres afin de relever le niveau.

4.LE COMPACTAGE

Le compactage se définit comme un procédé permettant d'augmenter la densité et la capacité de charge d'un matériau grâce à l'application de forces extérieures statiques ou dynamiques.

Dans les domaines de la construction, la capacité de charge et la stabilité d'un empierrement, d'un sol ou d'un revêtement bitumineux, leur imperméabilité et leur aptitude à supporter les charges dépendent de la qualité du compactage auquel le matériau est soumis.

A titre d'exemple, une augmentation de 1% de la densité équivaut à une augmentation d'au moins 10 à 15% de la capacité de charge.

Si un compactage est mal exécuté ou impropre, des affaissements ou autres défauts sont à craindre, avec pour conséquence des travaux de rénovation et/ou d'entretien très importants.

Compacter un sol, un remblai, une plate-forme, une couche de forme, un corps de chaussée, un enrobé, c'est réduire le volume des vides entre les grains.

Le compactage est, d'une manière générale, l'ensemble des mesures prises afin de densifier le sol pour améliorer ses propriétés mécaniques.

5.CUBATURE DE TERRASSEMENT

cubature de terrassement: est une opération qui consiste à déterminer les volumes des terres (déblais remblais) dans un projet . autrement dit , c'est une opération qui consiste à déterminer la quantités des terres à évacuer en cas de déblais et à apporter en cas de remblais dans un projet routier.

6.METHODE DE CALCUL

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi les quelles on cite:

- ✓ La méthode linéaire.
- ✓ La méthode SARRAUS (méthode des moyennes des aires).
- ✓ La méthode GULDEN.

6.1: méthode linéaire

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

6. 2: méthode de SARRAUS

En utilisant la formule qui calcul le volume compris entre deux profils successifs.

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

Avec:

h: Hauteur entre deux profils.

S_1, S_2, S : Surface des profils.

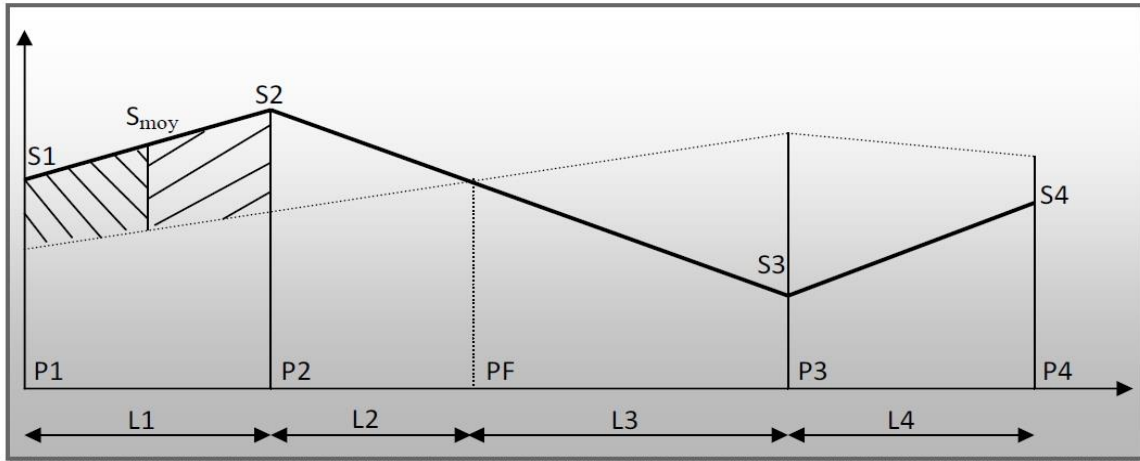


Figure N°25 :profil en long d'un tracé donné.

Avec:

PF: profil fictif, surface nulle($s=0$).

S_i : surface de profil en travers P_i .

L_i : distance entre ces deux profils.

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

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

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

Pour éviter des calculs très long, on simplifie cette formule en considérant comme très voisines les deux expressions S_{moy} et $\frac{(S_1+S_2)}{2}$

Ceci donne :

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

Donc les volumes seront :

$$\text{Entre } P_1 \text{ et } P_2 V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2)$$

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

Entre PF et P3
$$V_3 = \frac{L_3}{2} \times (0 + S_3)$$

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

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

$$V_1 = \frac{L_1}{2} S_1 + \frac{L_1+L_2}{2} S_2 + \frac{L_2+L_3}{2} \times 0 + \frac{L_3+L_4}{2} S_3 + \frac{L_4}{2} S_4$$

6.3: méthode de GULDEN

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

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

si on utilise la méthode de Gulden, la quantité "longueur d'application "n'a plus de sens, voir la figure

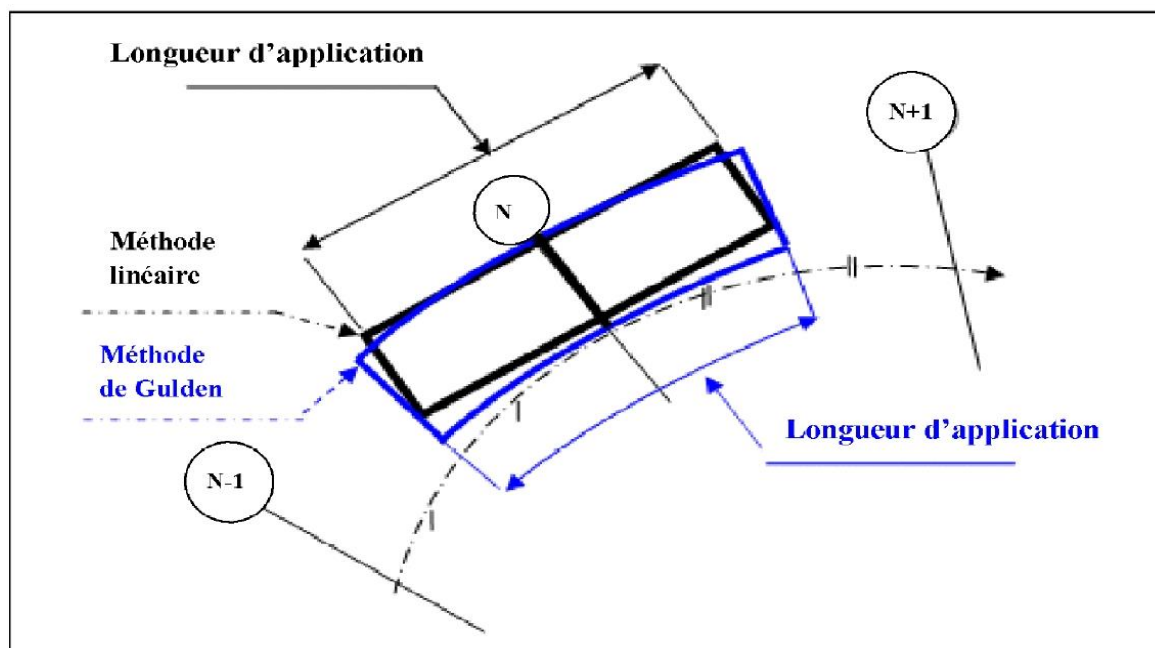


Figure N° 26: Méthode de Gulden

Pour le cas de notre projet on a utilisé le logiciel COVADIS pour le calcul des cubatures.

les principaux résultats à retenir sont:

Volume des déblais: $V_d=54301,96 \text{ m}^3$

Volume des remblais: $V_r=59295,24 \text{ m}^3$

RECAPITULATIF DES CUBATURES DEBLAI-REMLAI PAR PROFIL - Nouveau Projet

Nom du dessin C:\Users\iyori\Desktop\love topo 5 axe 1 et arc du clothoide.et PL.dwg
 Date du listing 24/05/2021 à 00:31:56
 Profil en long 1
 Courbe projet Proj 1
 Méthode Linéaire
 :
 Volume cumulé déblais (m³) 54301,96
 Volume cumulé remblais (m³) 59295,24

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,00	15,00	0,07	0,00	0,07	1,11	1,11	0,37	2,77	3,14	47,15	47,15
P2	30,00	30,00	0,10	0,00	0,10	3,04	4,16	0,51	3,30	3,81	114,38	161,53
P3	60,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	4,84	7,16	12,00	360,02	521,55
P4	90,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	11,91	16,73	28,64	859,05	1380,60
P5	120,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	7,52	10,43	17,95	538,49	1919,09
P6	150,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	4,40	6,21	10,61	318,19	2237,28
P7	180,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	4,99	7,43	12,42	372,50	2609,78
P8	210,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	6,65	8,88	15,54	466,07	3075,85
P9	240,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	7,87	10,83	18,71	561,25	3637,10
P10	270,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	9,11	11,84	20,95	628,61	4265,70
P11	300,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	10,68	12,64	23,32	699,51	4965,21
P12	330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	18,58	19,77	38,34	1150,33	6115,54
P13	360,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	30,22	30,58	60,81	1824,27	7939,81
P14	390,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	33,38	38,98	72,36	2170,87	10110,68
P15	420,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	26,47	30,97	57,45	1723,46	11834,14
P16	450,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	27,49	29,50	56,99	1709,79	13543,94
P17	480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	27,10	29,19	56,29	1688,76	15232,70
P18	510,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	25,29	26,73	52,02	1560,52	16793,22
P19	540,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	23,04	26,55	49,59	1487,74	18280,96
P20	570,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	23,41	28,33	51,74	1552,15	19833,11

P21	600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	20,50	24,36	44,86	1345,75	21178,86
P22	630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	17,60	21,08	38,68	1160,52	22339,38
P23	660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	14,78	17,04	31,82	954,49	23293,87
P24	690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	9,51	12,02	21,52	645,69	23939,56
P25	720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	6,68	7,65	14,34	430,10	24369,67
P26	750,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	7,31	9,29	16,61	498,23	24867,90
P27	780,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	3,89	6,07	9,96	298,66	25166,56
P28	810,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	3,95	5,38	9,33	279,86	25446,42
P29	840,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	4,28	5,55	9,83	294,94	25741,36
P30	870,00	15,95	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	6,58	7,64	14,22	226,85	25968,21
P31	871,89	5,95	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	7,01	8,08	15,10	89,79	26058,00
P32	881,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	9,28	10,47	19,76	197,55	26255,55
P33	891,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	10,10	11,33	21,43	214,27	26469,82
P34	901,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	10,82	12,18	23,00	229,98	26699,80
P35	911,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	11,52	13,01	24,53	245,27	26945,07
P36	921,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,05	14,77	27,81	278,14	27223,22
P37	931,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	14,64	16,58	31,21	312,15	27535,37
P38	941,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	16,20	18,44	34,64	346,39	27881,76
P39	951,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	17,63	20,09	37,72	377,22	28258,98
P40	961,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	18,78	21,26	40,03	400,35	28659,33
P41	971,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	18,75	21,26	40,00	400,02	29059,34
P42	981,89	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	18,60	21,30	39,91	399,07	29458,41
P43	991,89	9,80	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	18,36	21,39	39,75	389,60	29848,01
P44	1001,50	12,30	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	18,18	21,37	39,55	486,48	30334,49
P45	1016,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	18,10	21,44	39,54	593,16	30927,64
P46	1031,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	18,20	22,22	40,42	606,30	31533,94
P47	1046,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	19,82	23,71	43,53	652,89	32186,83
P48	1061,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	20,36	24,37	44,73	670,91	32857,75
P49	1076,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	20,36	24,47	44,83	672,45	33530,20
P50	1091,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	20,57	24,27	44,84	672,54	34202,75
P51	1106,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	20,24	23,23	43,47	652,03	34854,78
P52	1121,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	19,24	22,15	41,39	620,82	35475,59
P53	1136,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	17,22	21,04	38,26	573,95	36049,55
P54	1151,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	12,25	16,00	28,25	423,75	36473,30
P55	1166,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,34	16,45	29,79	446,87	36920,17
P56	1181,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,64	16,86	30,50	457,47	37377,64
P57	1196,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,92	17,23	31,15	467,18	37844,82

P58	1211,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,85	17,40	31,25	468,81	38313,62
P59	1226,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,77	17,54	31,31	469,66	38783,28
P60	1241,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	14,30	17,81	32,12	481,75	39265,03
P61	1256,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	15,08	18,30	33,38	500,72	39765,75
P62	1271,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	15,47	18,06	33,53	502,89	40268,64
P63	1286,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	15,38	17,88	33,26	498,83	40767,48
P64	1301,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	15,34	18,31	33,65	504,74	41272,21
P65	1316,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	14,43	17,94	32,37	485,62	41757,83
P66	1331,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,23	16,51	29,74	446,11	42203,94
P67	1346,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	10,91	13,75	24,66	369,91	42573,85
P68	1361,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	8,55	11,05	19,60	293,94	42867,79
P69	1376,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	7,54	10,03	17,57	263,61	43131,40
P70	1391,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	9,50	12,18	21,68	325,21	43456,60
P71	1406,50	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	11,60	14,29	25,90	388,47	43845,07
P72	1421,50	9,83	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,09	16,73	29,82	293,19	44138,25
P73	1426,16	7,33	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	12,67	16,34	29,02	212,77	44351,03
P74	1436,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,20	16,70	29,90	299,03	44650,05
P75	1446,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,78	16,99	30,78	307,78	44957,83
P76	1456,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	14,73	17,16	31,89	318,86	45276,69
P77	1466,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	15,14	17,02	32,16	321,55	45598,25
P78	1476,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	14,99	16,68	31,67	316,70	45914,94
P79	1486,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	14,74	16,34	31,08	310,77	46225,71
P80	1496,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	14,48	16,24	30,72	307,19	46532,90
P81	1506,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	13,44	15,37	28,81	288,08	46820,97
P82	1516,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	10,96	12,75	23,72	237,15	47058,12
P83	1526,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	8,58	10,01	18,59	185,88	47244,01
P84	1536,16	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	6,02	7,31	13,33	133,32	47377,33
P85	1546,16	9,80	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	2,87	4,45	7,32	71,71	47449,04
P86	1555,77	19,80	0,04	0,00	0,04	0,74	4,90	0,52	1,83	2,35	46,54	47495,58
P87	1585,77	30,00	3,42	2,38	5,80	174,05	178,95	0,03	0,03	0,06	1,81	47497,38
P88	1615,77	30,00	2,79	1,87	4,66	139,71	318,66	0,03	0,03	0,06	1,81	47499,19
P89	1645,77	30,00	4,64	3,53	8,18	245,27	563,93	0,03	0,03	0,06	1,81	47501,00
P90	1675,77	30,00	6,17	4,95	11,12	333,73	897,66	0,03	0,03	0,06	1,80	47502,80
P91	1705,77	30,00	6,63	5,07	11,70	350,97	1248,63	0,03	0,03	0,06	1,80	47504,61
P92	1735,77	30,00	8,64	6,89	15,53	465,96	1714,59	0,03	0,03	0,06	1,80	47506,41
P93	1765,77	30,00	11,84	9,54	21,38	641,47	2356,06	0,03	0,03	0,06	1,79	47508,20
P94	1795,77	30,00	13,92	11,42	25,34	760,17	3116,23	0,03	0,03	0,06	1,81	47510,01

P95	1825,77	30,00	14,93	12,44	27,38	821,25	3937,48	0,03	0,03	0,06	1,80	47511,81
P96	1855,77	30,00	17,87	15,26	33,13	993,79	4931,27	0,03	0,03	0,06	1,80	47513,61
P97	1885,77	30,00	16,81	13,85	30,66	919,82	5851,09	0,03	0,03	0,06	1,79	47515,40
P98	1915,77	30,00	14,04	11,45	25,49	764,73	6615,82	0,03	0,03	0,06	1,80	47517,20
P99	1945,77	30,00	12,68	10,18	22,86	685,81	7301,63	0,03	0,03	0,06	1,80	47519,01
P100	1975,77	30,00	12,67	10,06	22,73	681,95	7983,58	0,03	0,03	0,06	1,80	47520,81
P101	2005,77	30,00	15,36	12,38	27,74	832,15	8815,73	0,03	0,03	0,06	1,81	47522,61
P102	2035,77	30,00	22,74	19,18	41,92	1257,68	10073,41	0,03	0,03	0,06	1,79	47524,41
P103	2065,77	30,00	29,31	24,49	53,80	1614,11	11687,52	0,03	0,03	0,06	1,80	47526,21
P104	2095,77	30,00	30,09	24,94	55,03	1651,02	13338,54	0,03	0,03	0,06	1,81	47528,02
P105	2125,77	30,00	26,92	25,46	52,38	1571,49	14910,03	0,03	0,03	0,06	1,79	47529,80
P106	2155,77	30,00	16,61	11,07	27,68	830,41	15740,44	0,03	0,03	0,06	1,79	47531,59
P107	2185,77	30,00	20,73	18,47	39,20	1175,98	16916,42	0,03	0,03	0,06	1,81	47533,40
P108	2215,77	30,00	22,44	20,35	42,79	1283,75	18200,17	0,03	0,03	0,06	1,81	47535,21
P109	2245,77	30,00	19,41	17,17	36,58	1097,36	19297,54	0,03	0,03	0,06	1,81	47537,01
P110	2275,77	30,00	19,33	16,99	36,32	1089,70	20387,24	0,03	0,03	0,06	1,78	47538,79
P111	2305,77	30,00	19,89	17,03	36,92	1107,68	21494,92	0,03	0,03	0,06	1,82	47540,61
P112	2335,77	30,00	22,15	19,43	41,58	1247,33	22742,25	0,03	0,03	0,06	1,80	47542,41
P113	2365,77	30,00	25,82	21,80	47,62	1428,70	24170,95	0,03	0,03	0,06	1,91	47544,32
P114	2395,77	30,00	19,74	19,88	39,62	1188,54	25359,49	0,03	0,03	0,06	1,82	47546,14
P115	2425,77	30,00	12,76	11,51	24,27	728,10	26087,59	0,03	0,03	0,06	1,80	47547,94
P116	2455,77	30,00	14,41	12,97	27,38	821,42	26909,00	0,03	0,03	0,06	1,80	47549,74
P117	2485,77	30,00	12,90	11,80	24,70	740,95	27649,95	0,03	0,03	0,06	1,81	47551,55
P118	2515,77	30,00	11,92	10,86	22,78	683,44	28333,39	0,03	0,03	0,06	1,79	47553,34
P119	2545,77	30,00	10,64	9,35	20,00	599,98	28933,36	0,03	0,03	0,06	1,77	47555,10
P120	2575,77	30,00	3,40	2,65	6,06	181,75	29115,11	0,03	0,03	0,06	1,79	47556,89
P121	2605,77	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29115,11	1,44	2,70	4,14	124,11	47681,00
P122	2635,77	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29115,11	2,38	3,97	6,35	190,46	47871,46
P123	2665,77	30,00	0,03	0,00	0,03	0,85	29115,96	0,61	2,17	2,78	83,33	47954,79
P124	2695,77	30,00	1,56	0,35	1,91	57,28	29173,23	0,03	0,39	0,43	12,76	47967,55
P125	2725,77	30,00	2,28	0,75	3,03	90,85	29264,08	0,03	0,23	0,27	7,95	47975,50
P126	2755,77	30,00	1,69	0,29	1,98	59,51	29323,59	0,03	0,50	0,54	16,06	47991,56
P127	2785,77	30,00	0,82	0,00	0,82	24,75	29348,34	0,06	1,43	1,49	44,59	48036,16
P128	2815,77	30,00	2,22	0,64	2,86	85,82	29434,15	0,03	0,28	0,31	9,31	48045,46
P129	2845,77	30,00	6,57	4,79	11,36	340,70	29774,85	0,03	0,03	0,06	1,80	48047,27
P130	2875,77	30,00	10,54	8,69	19,23	577,05	30351,90	0,03	0,03	0,06	1,80	48049,07
P131	2905,77	30,00	20,28	17,76	38,04	1141,21	31493,11	0,03	0,03	0,06	1,80	48050,87

P132	2935,77	30,00	24,97	25,41	50,38	1511,38	33004,49	0,03	0,03	0,06	1,80	48052,67
P133	2965,77	30,00	23,89	21,26	45,15	1354,42	34358,91	0,03	0,03	0,06	1,80	48054,47
P134	2995,77	30,00	32,74	30,98	63,72	1911,59	36270,50	0,03	0,03	0,06	1,75	48056,22
P135	3025,77	30,00	17,05	15,62	32,67	979,99	37250,50	0,03	0,03	0,06	1,79	48058,01
P136	3055,77	17,89	10,83	9,50	20,33	363,78	37614,28	0,03	0,03	0,06	1,07	48059,09
P137	3061,55	7,89	10,32	8,78	19,10	150,81	37765,08	0,03	0,03	0,06	0,47	48059,56
P138	3071,55	10,00	10,62	8,98	19,59	195,94	37961,02	0,03	0,03	0,06	0,60	48060,16
P139	3081,55	10,00	10,90	9,06	19,96	199,63	38160,65	0,03	0,03	0,06	0,60	48060,76
P140	3091,55	10,00	11,02	9,06	20,07	200,73	38361,38	0,03	0,03	0,06	0,60	48061,36
P141	3101,55	10,00	11,46	9,38	20,85	208,47	38569,85	0,03	0,03	0,06	0,60	48061,96
P142	3111,55	10,00	11,63	9,72	21,35	213,47	38783,32	0,03	0,03	0,06	0,60	48062,56
P143	3121,55	10,00	11,68	9,79	21,47	214,72	38998,04	0,03	0,03	0,06	0,60	48063,16
P144	3131,55	10,00	11,17	9,24	20,41	204,14	39202,18	0,03	0,03	0,06	0,60	48063,76
P145	3141,55	10,00	8,51	6,65	15,16	151,59	39353,77	0,03	0,03	0,06	0,60	48064,36
P146	3151,55	10,00	5,30	4,03	9,33	93,29	39447,06	0,03	0,03	0,06	0,60	48064,95
P147	3161,55	10,00	2,12	0,96	3,09	30,89	39477,96	0,03	0,09	0,12	1,23	48066,18
P148	3171,55	10,00	0,01	0,00	0,01	0,08	39478,04	1,10	4,21	5,31	53,07	48119,26
P149	3181,55	10,00	0,28	0,00	0,28	2,85	39480,89	0,10	2,30	2,40	24,03	48143,29
P150	3191,55	9,28	0,96	0,01	0,97	9,02	39489,91	0,03	1,26	1,29	11,96	48155,25
P151	3200,11	11,78	1,44	0,13	1,57	18,48	39508,39	0,03	0,79	0,82	9,65	48164,90
P152	3215,11	15,00	2,22	0,58	2,79	41,91	39550,30	0,03	0,33	0,36	5,39	48170,29
P153	3230,11	15,00	2,00	0,17	2,16	32,45	39582,75	0,03	0,73	0,76	11,45	48181,74
P154	3245,11	15,00	1,09	0,00	1,09	16,38	39599,12	0,03	1,69	1,72	25,84	48207,57
P155	3260,11	15,00	0,26	0,00	0,26	3,97	39603,10	0,16	2,74	2,89	43,40	48250,97
P156	3275,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,04	39603,14	0,97	3,83	4,80	71,95	48322,92
P157	3290,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39603,14	2,18	5,21	7,39	110,81	48433,72
P158	3305,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39603,14	4,30	7,92	12,22	183,30	48617,03
P159	3320,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39603,14	2,40	5,26	7,65	114,81	48731,84
P160	3335,11	15,00	0,38	0,00	0,38	5,73	39608,86	0,05	1,81	1,86	27,86	48759,70
P161	3350,11	15,00	2,57	0,79	3,36	50,46	39659,32	0,03	0,26	0,30	4,43	48764,13
P162	3365,11	15,00	2,49	0,71	3,20	47,99	39707,31	0,03	0,27	0,30	4,50	48768,63
P163	3380,11	15,00	1,43	0,12	1,55	23,31	39730,63	0,03	0,72	0,75	11,26	48779,88
P164	3395,11	15,00	0,43	0,00	0,43	6,49	39737,12	0,04	1,72	1,76	26,44	48806,32
P165	3410,11	15,00	0,01	0,00	0,01	0,13	39737,25	0,83	3,10	3,92	58,85	48865,17
P166	3425,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	1,77	4,31	6,08	91,17	48956,34
P167	3440,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	2,63	5,10	7,73	115,99	49072,33
P168	3455,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	3,36	5,87	9,23	138,51	49210,84

P169	3470,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	3,96	6,44	10,40	156,02	49366,85
P170	3485,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	4,71	7,42	12,13	181,91	49548,76
P171	3500,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	6,25	8,65	14,90	223,48	49772,24
P172	3515,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	6,37	8,78	15,15	227,21	49999,44
P173	3530,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	5,62	8,02	13,64	204,67	50204,12
P174	3545,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	5,01	7,68	12,69	190,35	50394,47
P175	3560,11	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	5,49	8,52	14,01	210,21	50604,68
P176	3575,11	12,14	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	7,65	10,86	18,51	224,70	50829,38
P177	3584,38	9,64	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	8,75	12,69	21,45	206,72	51036,10
P178	3594,38	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	7,45	11,08	18,53	185,28	51221,39
P179	3604,38	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	6,22	9,70	15,92	159,20	51380,59
P180	3614,38	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	6,75	9,72	16,47	164,69	51545,28
P181	3624,38	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	7,85	10,65	18,50	184,98	51730,26
P182	3634,38	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	9,12	10,81	19,93	199,33	51929,59
P183	3644,38	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	5,44	7,48	12,92	129,17	52058,75
P184	3654,38	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39737,25	3,19	5,00	8,19	81,90	52140,66
P185	3664,38	10,00	0,02	0,00	0,02	0,19	39737,44	0,73	2,65	3,38	33,81	52174,47
P186	3674,38	10,00	1,61	0,27	1,87	18,73	39756,16	0,03	0,52	0,55	5,52	52179,99
P187	3684,38	10,00	3,39	1,55	4,94	49,42	39805,58	0,03	0,03	0,06	0,59	52180,58
P188	3694,38	10,00	5,24	3,41	8,65	86,48	39892,06	0,03	0,03	0,06	0,60	52181,18
P189	3704,38	10,00	7,17	5,37	12,54	125,38	40017,45	0,03	0,03	0,06	0,60	52181,78
P190	3714,38	9,28	9,10	7,24	16,34	151,60	40169,04	0,03	0,03	0,06	0,56	52182,34
P191	3722,94	19,28	10,81	8,93	19,74	380,53	40549,58	0,03	0,03	0,06	1,16	52183,50
P192	3752,94	30,00	18,85	16,79	35,65	1069,37	41618,94	0,03	0,03	0,06	1,80	52185,30
P193	3782,94	30,00	28,83	26,62	55,45	1663,51	43282,45	0,03	0,03	0,06	1,80	52187,10
P194	3812,94	30,00	34,13	36,21	70,34	2110,26	45392,71	0,03	0,03	0,06	1,78	52188,88
P195	3842,94	30,00	26,45	28,15	54,60	1638,09	47030,80	0,03	0,03	0,06	1,78	52190,66
P196	3872,94	30,00	15,25	16,14	31,39	941,75	47972,55	0,03	0,03	0,06	1,83	52192,49
P197	3902,94	30,00	12,02	10,79	22,81	684,34	48656,89	0,03	0,03	0,06	1,80	52194,30
P198	3932,94	30,00	10,85	9,16	20,00	600,06	49256,94	0,03	0,03	0,06	1,80	52196,10
P199	3962,94	30,00	11,27	9,63	20,90	627,11	49884,05	0,03	0,03	0,06	1,80	52197,89
P200	3992,94	30,00	9,09	7,35	16,44	493,07	50377,12	0,03	0,03	0,06	1,80	52199,70
P201	4022,94	30,00	5,66	4,29	9,94	298,22	50675,34	0,03	0,03	0,06	1,81	52201,51
P202	4052,94	30,00	1,15	0,39	1,54	46,16	50721,50	0,03	0,25	0,29	8,57	52210,08
P203	4082,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,50	2,57	3,93	6,49	194,80	52404,88
P204	4112,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,50	5,01	6,48	11,50	344,89	52749,77
P205	4142,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,50	7,68	8,53	16,21	486,22	53236,00

P206	4172,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,50	7,12	8,25	15,37	461,08	53697,07
P207	4202,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,50	2,94	4,83	7,77	233,17	53930,24
P208	4232,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,04	50721,53	0,86	2,35	3,20	96,14	54026,38
P209	4262,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	2,88	3,63	6,52	195,55	54221,93
P210	4292,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	3,96	4,76	8,72	261,59	54483,52
P211	4322,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	3,86	5,19	9,05	271,39	54754,91
P212	4352,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	4,68	6,17	10,85	325,46	55080,37
P213	4382,94	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	4,65	5,79	10,44	313,34	55393,71
P214	4412,94	19,74	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	4,78	5,93	10,71	211,44	55605,15
P215	4422,42	12,24	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	4,35	5,44	9,79	119,86	55725,01
P216	4437,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	3,64	4,83	8,47	127,09	55852,10
P217	4452,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	3,28	4,82	8,10	121,46	55973,56
P218	4467,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	3,23	4,94	8,17	122,56	56096,12
P219	4482,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	1,38	4,15	5,53	82,92	56179,05
P220	4497,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	1,99	4,46	6,44	96,65	56275,69
P221	4512,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,53	1,10	3,59	4,69	70,39	56346,09
P222	4527,42	15,00	0,01	0,00	0,01	0,15	50721,69	0,85	3,29	4,14	62,07	56408,15
P223	4542,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,69	2,52	4,38	6,90	103,57	56511,72
P224	4557,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,69	2,69	4,70	7,39	110,83	56622,54
P225	4572,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,69	2,75	4,80	7,55	113,31	56735,86
P226	4587,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,69	2,75	4,72	7,47	112,08	56847,94
P227	4602,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,69	2,68	4,57	7,25	108,68	56956,62
P228	4617,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,69	3,01	5,29	8,30	124,46	57081,08
P229	4632,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,69	3,19	5,89	9,08	136,19	57217,27
P230	4647,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,69	3,29	6,17	9,47	142,00	57359,26
P231	4662,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50721,69	1,62	4,21	5,83	87,46	57446,72
P232	4677,42	15,00	0,07	0,00	0,07	1,07	50722,76	0,37	2,13	2,50	37,46	57484,18
P233	4692,42	15,00	0,59	0,00	0,60	8,96	50731,72	0,03	1,10	1,13	17,01	57501,20
P234	4707,42	15,00	0,94	0,05	1,00	14,96	50746,68	0,03	1,11	1,14	17,05	57518,25
P235	4722,42	15,00	1,28	0,05	1,33	19,89	50766,57	0,03	1,19	1,22	18,29	57536,54
P236	4737,42	15,00	0,93	0,00	0,93	13,98	50780,56	0,03	1,52	1,55	23,27	57559,81
P237	4752,42	15,00	0,43	0,00	0,43	6,43	50786,99	0,07	1,84	1,91	28,71	57588,52
P238	4767,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50786,99	1,46	3,55	5,01	75,15	57663,67
P239	4782,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50786,99	3,03	5,25	8,28	124,20	57787,87
P240	4797,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50786,99	5,19	7,69	12,88	193,16	57981,03
P241	4812,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50786,99	7,85	10,57	18,41	276,18	58257,21
P242	4827,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50786,99	10,11	12,01	22,12	331,87	58589,09

P243	4842,42	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50786,99	2,35	2,09	4,44	66,64	58655,73
P244	4857,42	15,00	5,59	5,97	11,56	173,45	50960,44	0,03	0,03	0,06	0,90	58656,63
P245	4872,42	15,00	14,67	15,37	30,04	450,57	51411,01	0,03	0,03	0,06	0,90	58657,53
P246	4887,42	15,00	19,35	20,21	39,56	593,41	52004,41	0,03	0,03	0,06	0,90	58658,43
P247	4902,42	9,06	17,34	17,99	35,33	320,20	52324,62	0,03	0,03	0,06	0,54	58658,97
P248	4905,55	16,56	16,89	17,50	34,40	569,72	52894,34	0,03	0,03	0,06	0,99	58659,96
P249	4935,55	30,00	11,66	4,78	16,44	493,07	53387,41	0,03	0,06	0,09	2,66	58662,62
P250	4965,55	30,00	1,83	0,44	2,26	67,89	53455,30	0,03	0,48	0,51	15,24	58677,86
P251	4995,55	30,00	6,74	5,65	12,38	371,54	53826,83	0,03	0,03	0,06	1,75	58679,60
P252	5025,55	30,00	5,27	6,27	11,53	346,02	54172,86	0,03	0,03	0,06	1,84	58681,45
P253	5055,55	30,00	0,00	0,03	0,03	0,97	54173,83	1,81	0,47	2,28	68,42	58749,86
P254	5085,55	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54173,83	8,59	6,90	15,49	464,71	59214,57
P255	5115,55	28,75	2,23	1,41	3,64	104,59	54278,42	0,03	0,03	0,06	1,70	59216,27
P256	5143,05	13,75	1,71	0,00	1,71	23,53	54301,96	0,06	5,68	5,74	78,97	59295,24

Chapitre VIII

Assainissement



1. INTRODUCTION

L'eau quelque soit son origine dans la nature (pluie, eau infiltrée dans le sol, cours d'eau, canaux d'irrigation, etc.) pose à l'ingénieur routier des problèmes multiples et complexes (inondation ; glissement de terrain, érosion, instabilité des talus, et dégradation de chaussée).

L'assainissement routier comprend l'ensemble des dispositifs à prévoir et à réaliser pour récolter et évacuer rapidement toutes les eaux superficielles et les eaux souterraines,

c'est à dire :

- L'assèchement de la surface de circulation par des pentes transversale et longitudinale, par des fossés, caniveaux, curettes, rigoles, gondoles, etc....
- Les drainages : Ouvrages enterrés récoltant et évacuant les eaux souterraines (tranchées drainantes et canalisations drainantes).
- Les canalisations : ensemble des ouvrages destinés à l'écoulement des eaux superficielles (conduites, chambre, cheminées, sacs, ...).

2. OBJECTIFS DE L'ASSAINISSEMENT ROUTIER

Trois grands principes doivent toujours être présents à l'esprit lors de l'étude d'assainissement d'un projet routier:

2.1. la sécurité de l'usager:

il faut éviter que l'eau stagne sur la chaussée afin d'éviter les problèmes d'aquaplanage, de verglas et de projections d'eau entraînant des pertes de visibilité.

il est nécessaire de réaliser des ouvrages qui ne soient pas des obstacles.

2.2. La protection de la route: pour faire durer la structure de chaussée, il faut: drainer l'eau qui s'infiltré dans le corps de chaussée (danger de ramollissement du terrain sous jacent et effet de gel).

éviter que les écoulements naturels ou le ruissèlement ne détériorent une partie du projet.

2.3. La protection des milieux récepteurs:

la protection de la ressource en eau et des écosystèmes, qui entre dans le cadre du développement durable, constitue aujourd'hui un enjeu majeur et exige la mise en œuvre de mesures appropriées vis-à-vis de la pollution d'origine routière.

D'autre part, la route peut constituer un obstacle préjudiciable à l'écoulement naturel et nécessaire donc la réalisation d'ouvrages hydrauliques afin de limiter les risques d'inondation et de submersion aux abords de la route et d'éviter de modifier les niveaux d'eaux des écoulements naturels.

3.ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE

L'assainissement d'une voie routière doit régler plusieurs types de problèmes posés par l'eau :

- La création de la route perturbe les écoulements naturels. Il faut donc rétablir les écoulements par des ouvrages suffisamment dimensionnés.
- Ces écoulements servent souvent d'exutoires aux eaux de plate-forme. Leurs débits seront donc augmentés et les risques de pollution accrus. Ces impacts doivent être évalués et corrigés si nécessaire par des moyens appropriés.
- Les eaux recueillies par la plate-forme doivent également être collectées et évacuées. Il faut donc dimensionner correctement l'ensemble du réseau de recueil des eaux de plateforme.

Le réseau d'assainissement routier est composé de:

- réseaux longitudinaux sur la plate-forme.
- réseaux longitudinaux en dehors de la plate-forme.
- liaisons transversales.
- ouvrages de raccordement.
- ouvrages de contenance et de dépollution.
- exutoires.

3.1 réseaux longitudinaux sur la plate-forme: on distingue:

le réseau de terre pleincentral: a pour fonction de collecter et d'évacuer les eaux issues du TPC et de la demi chaussée déversée.

Le réseau de pied de talus de déblai: ce réseau a pour fonction de collecter les eaux issues du ruissèlement du talus de déblai, de la chaussée, de la bande d'arrêt d'urgence et de la berme en générale en réalise une cunette ou un fossé de faible profondeur enherbé ou revêtue.

réseau de crête de talus de remblai: a pour fonction de canaliser l'eau issue du ruissèlement de la chaussée pour éviter son déversement en rive sur le talus de remblai. Il protège le talus routier contre toute altération en générale on prévoit ce type d'ouvrage dès que la hauteur du talus de remblai dépasse 4m ou 2m pour les régions exposées à une intensité pluvieuse importante. en section courant l'ouvrage peut être constitué de caniveaux rectangulaire en béton , de bourrelets ou de bordures

3.2.réseaux longitudinaux en dehors de la plate-forme: on distingue:

réseau de crête de talus de déblai: son rôle est d'éviter l'érosion du talus et les infiltrations susceptibles de compromettre la stabilité du talus .il intercepte les eaux de ruissèlement du bassin versant naturel modifié par le tracé routier; les ouvrages utilisés peuvent être fossés trapézoïdaux , fossés triangulaires ou des 1/2 buses.

réseau de pied de talus de remblai: ce réseau doit collecter toutes les eaux de l'impluvium routier, gravitairement pour les diriger vers l'exutoire, l'ouvrage est généralement un fossé trapézoïdal enherbé ou un fossé revêtu en béton lorsque les risques d'érosion sont à craindre.

3.3. liaisons transversales: comprennent les ouvrages assurant un transfert des écoulements d'un réseau longitudinal vers un autre comme *les descentes d'eau superficielles et les descentes d'eau enterrées.*

3.4. les ouvrages de raccordement: il sert de jonction entre deux éléments de réseaux différents. il s'agit notamment des regards et des différents raccordements des liaisons transversales avec le réseau longitudinal ou de réseaux longitudinaux différents. Ces ouvrages sont préfabriqués ou coulés sur place et il s'agit de:

regards de visite: nécessaire pour l'entretien et le contrôle des collecteurs enterrés.

regards avaloirs: servant à l'engouffrement des eaux.

divers raccordements (bourellets/descentes; descentes/fossés....).

3.5. ouvrages de contenance et de dépollution: leurs fonctions sont l'écrêtement et la dépollution. et on a plusieurs types d'ouvrages comme *fossé enherbé, bassin sec et fossé subhorizontal enherbé.*

3.6. les exutoires: l'exutoire est considéré comme le point de sortie d'un réseau d'assainissement ou d'un bassin versant. et on a plusieurs types :

exutoires naturels: comme les cours d'eau et les canaux...

exutoires artificiels: comme canalisation d'un réseau d'assainissement existant, fossé, bassin d'infiltration....

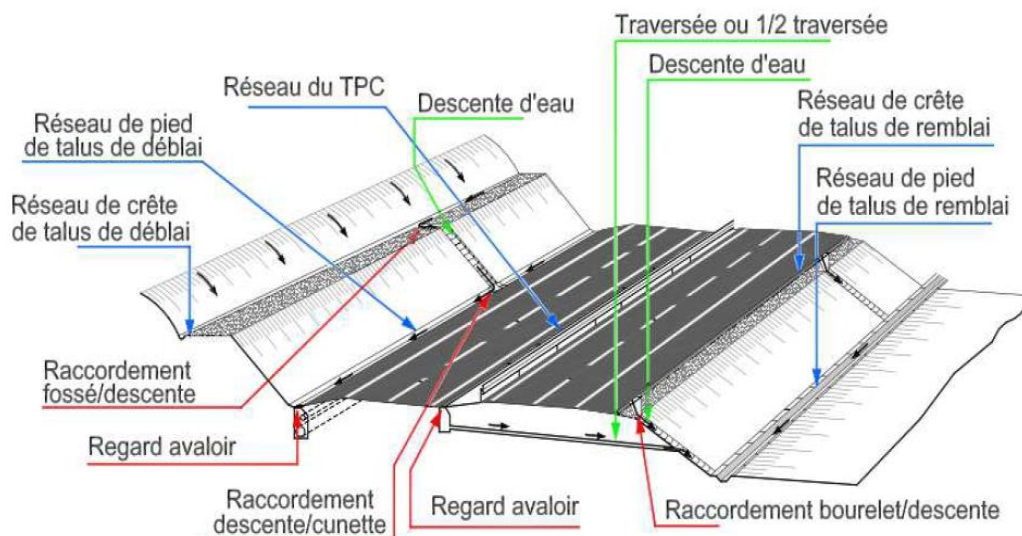


Figure N°27 : Réseau d'assainissement routier

4. DRAINAGE DES EAUX SOUTERRAINES :

4.1. Nécessité du drainage des eaux souterraines :

Les eaux souterraines comprennent d'une part, les eaux de la nappe phréatique et d'autre part, les eaux d'infiltration.

Leurs effets sont nocifs si ces eaux détrempe la plate-forme, ce qui peut entraîner une baisse considérable de la portance du sol.

Il faut donc veiller à éviter :

- La stagnation sur le fond de forme des eaux d'infiltration à travers la chaussée.
- La remontée des eaux de la nappe phréatique ou de sa frange capillaire jusqu'au niveau de la fondation.

4.2. Protection contre la nappe phréatique :

La construction d'une chaussée modifie la teneur en eau du sol sous sol sous-jacent, car le revêtement diminue l'infiltration et l'évaporation.

Si le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface, la teneur en eaux de sol tend vers un état d'équilibre dont dépend la portance finale.

Lorsque cette dernière est faible, on pourra :

- Soit dimensionner la chaussée en conséquence.
- Soit augmenter les caractéristiques de portance du sol en abaissant le niveau de la nappe phréatique ou en mettant la chaussée en remblai.

Le choix de l'une ou l'autre de ces solutions dépend :

- Des possibilités de drainage du sol (coefficient de perméabilité).
- De l'importance des problèmes de gel.
- De leurs coûts respectifs.

Il n'est pas nécessaire, en général, d'assurer le drainage profond d'une grande surface car un bon nivellement et un réseau de drainage superficiel convenablement conçu suffisent à garantir un comportement acceptable des accotements.

5. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'EVACUATIONS :

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

$$Q_a = Q_s$$

Q_a : Débit d'apport en provenance du bassin (m³/s).

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

Le débit d'apport est calculé en appliquons la formule de la méthode rationnelle :

$$Q_a = K \cdot C \cdot I \cdot A$$

K : coefficient qui permet la conversion des unités (les mm/h en l/s).

I : intensité moyenne de la pluie de fréquence déterminée pour une durée égale au temps de concentration (mm/h).

C : coefficient de ruissellement.

A : aire du bassin versant (m²).

5.1. Coefficient de ruissellement :

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau tombe sur elle. Il peut être choisi suivant le tableau ci-après :

Type de chaussée	C	Valeurs prises
Chaussée revêtu en enrobés	0,80 à 0,95	0,95
Accotement (sol légèrement perméable)	0,15 à 0,40	0,40
talus	0,10 à 0,30	0,30
Terrain naturel	0,05 à 0,20	0,20

Tableau N°31 : Coefficient de ruissellement.

5.2. Détermination de l'intensité :

5.2.1. Calcul de la précipitation :

D'après GALTON, le calcul de la pluie journalier maximal annuel de fréquence donnée s'effectue par la formule suivante :

$$PJ(\%) = \frac{PJ}{\sqrt{C_v^2 + 1}} \times e^u \sqrt{\ln(C_v^2 + 1)}$$

Avec :

Pj : Pluie moyenne journalier

C_v : coefficient de variation climatique.

U : variation de Gauss, donnée par le tableau suivant :

Fréquence (%)	50	20	10	2	1
Période de retour (ans)	2	5	10	50	100
Variable de Gauss (U)	0,00	0,84	1,28	2,05	2,372

Tableau N°32 : variation de Gauss.

- Les buses seront dimensionnées pour une période de retour 10 ans.
- Les ponceaux (dalots) seront dimensionnés pour une période de retour 50 ans.
- Les ponts dimensionnés pour une période de retour 100 ans.

5.2.2. Calcul de la fréquence d'averse :

On la détermine par la formule :

$$P_t (\%) = P_J (\%) (t/24)^b$$

P_t : hauteur de pluie de durée t (mm)

P_J : pluie journalière maximale annuelle.

b : l'exposant climatique de la région.

T : temps de concentration (temps nécessaire à l'eau pour s'écouler depuis le point le plus éloigné du bassin versant jusqu' à son exutoire ou le point de calcul).

5.3. Temps de concentration :

La durée t_{cde} l'averse qui produit le débit maximum Q étant prise égale au temps de concentration.

Dépendant des caractéristiques du bassin drainé, le temps de concentration est estimé respectivement d'après Ventura, Passini, Giandothi, comme suit :

1- Lorsque $A < 5 \text{ km}^2$:

$$T_c = 0,127 \times \sqrt{A/P}$$

2- Lorsque $5 \text{ km}^2 \leq A \leq 25 \text{ km}^2$:

$$T_c = 0,108 \frac{\sqrt[8]{A \times L}}{\sqrt{P}}$$

3- Lorsque $25 \text{ km}^2 \leq A \leq 200 \text{ km}^2$:

$$T_c = \frac{\sqrt[4]{A}}{0,8} + \frac{1,5 \times L}{\sqrt{H}}$$

T_c : temps de concentration (heure).

A : superficie du bassin versant.

L : longueur de bassin versant (km).

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

H : la différence entre la côte moyen et la côte minimale (m).

5.4. L'intensité horaire :

$$I = \frac{P(t)}{Tc}$$

I : l'intensité de la pluie (mm/h).

Tc : temps de concentration (heure).

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

5.5. Calcul de débit de saturation (Q) :

Le débit de saturation est calculé par le biais de la formule de Manning- Strickler sur un écoulement en régime uniforme.

La forme transversale de la fosse est trapézoïdale est donnée dans la figure ci-dessous :

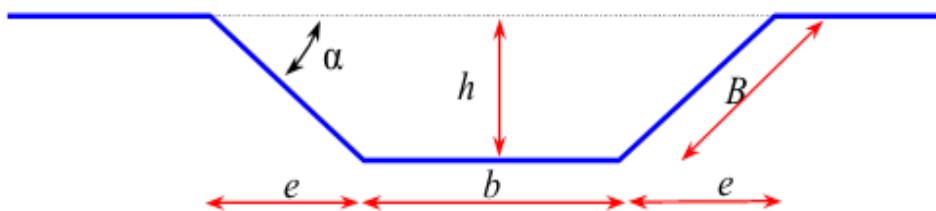


Figure N°28: fosse trapézoïdale

Calcul des dimensions des fossés :

Les dimensions des fossés sont obtenues en écrivant l'égalité du débit d'apport et du débit d'écoulement au point de saturation par la loi suivant :

$$Q_a = Q_s = K.I.C.A = K_{st}.I^{1/2} S_m R_h^{2/3}$$

$$Q_s = V \times S_u$$

$$V = K_{st}^{1/2} \times R^{2/3}$$

K_{st}: coefficient de rugosité.

K_{st}: 30 en terre

K_{st}: 40 en buses métalliques.

K_{st}: 50 maçonneries.

K_{st}: 70 bétons (dalots)

K_{st}: 80 béton (buses préfabriquées).

I: pente longitudinale de l'ouvrage.

Surface mouillée **S_m** = h. (b + n.h)

Périmètre mouillé **P_m** = b + 2 h √(1 + n²)

R_h : rayon hydraulique = section mouillée / périmètre mouillé. (**S_m / P_m**)

P = Pente du talus 1/n

St : section totale de l'ouvrage.

Su : Section utile de l'ouvrage

Hu : hauteur utile.

6.DEFINITIONS DES TERMES HYDRAULIQUES

Notion de "bassin versant":

Le bassin versant en une section d'un cours d'eau est défini comme la surface drainée par ce cours d'eau et ses affluents en amont de la section. Tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface doit donc traverser la section considérée, appelée exutoire, pour poursuivre son trajet vers l'aval. il est caractérisé par son aire qui est délimitée par la ligne de crête(exprimé en Km²) et le périmètre qui est la longueur(exprimée en Km), et les caractéristiques topographiques comme(la pente le relief),Selon la nature des terrains; nous serons amenés à considérer deux définitions:

Bassin versant topographique:

Si le sous-sol est imperméable, le cheminement de l'eau ne sera déterminé que par la topographie. Le bassin versant sera alors limité par des lignes de crêtes et des lignes de plus grande pente.

Bassin versant hydrogéologique:

Dans le cas d'une région au sous-sol perméable, il se peut qu'une partie des eaux tombées à l'intérieur du bassin topographique s'infilte puis sorte souterrainement du bassin (ou qu'à l'inverse des eaux entrent souterrainement dans le bassin).

Assainissement routier : Ensemble des dispositifs constructifs contribuant à assainir la route dans trois domaines à savoir :

- la collecte et l'évacuation des eaux de surface,
- le drainage des eaux internes,
- le rétablissement des écoulements naturels.

Bassin de contenance : Terme générique désignant un ouvrage installé en série ou en parallèle d'un réseau et destiné à stocker temporairement les eaux de ruissellement. Autres termes usités : bassin d'amortissement, de rétention, de stockage ou tampon et bassin écrêteur.

Caniveau : Famille d'ouvrages de collecte et de transport longitudinal des eaux de ruissellement de la route.

Cours d'eau : Aucun critère technique. L'existence d'un cours d'eau n'est reconnue que si les 3 conditions suivantes sont réunies :

- permanence d'un caractère naturel du lit ;
- un certain débit qui dépend des conditions climatiques locales, sans pour autant être un débit permanent ;
- affectation à l'écoulement normal des eaux.

Crue : Phénomène caractérisé par une montée plus ou moins brutale du niveau d'un cours d'eau, lié à une croissance du débit jusqu'à un niveau maximum. Ce phénomène peut se traduire par un débordement du lit mineur. Les crues font partie du régime d'un

cours d'eau. On caractérise aussi les crues par leur période de récurrence ou période de retour. La crue centennale correspond ainsi à une crue de récurrence de 100 ans.

Cunette : Fossé peu profond engazonné ou revêtu et aux formes douces pour améliorer la sécurité des usagers.

regards: c'un puits vertical muni d'une trappe en fonte ou en béton armé son rôle est d'assurer le raccordement des conduites .

Dalot : Ouvrage hydraulique enterré de section rectangulaire préfabriqué ou coulé en place et à forte capacité.

Exutoire : c'est le point le plus en aval du réseau hydrographique par lequel passent toutes les eaux de ruissellement drainées par le bassin.

Fossé: Ouvrage hydraulique rustique, longitudinal et de collecte des eaux de ruissellement creusé dans le terrain au-delà de l'accotement, caractérisé par sa section courante et sa pente.

Hydraulique : Étude de l'écoulement des liquides et en particulier de l'eau.

Hydrogéologie: Discipline scientifique qui s'intéresse à la circulation des eaux souterraines et au comportement des nappes.

Hydrologie : Discipline scientifique qui s'intéresse au cycle de l'eau.

Impluvium : Surface recevant la pluie, synonyme de bassin versant.

Chapitre IX

Signalisation



1. INTRODUCTION

La signalisation routière joue un rôle important dans la mesure où elle permet à la circulation de se développer dans de très bonnes conditions (vitesse, sécurité). Elle doit être uniforme, continue et homogène afin de ne pas fatiguer l'attention de l'utilisateur par une utilisation abusive de signaux.

2. OBJECTIFS DE LA SIGNALISATION ROUTIERE

La signalisation routière a pour rôle de :

- Rendre plus sûr et plus facile la circulation routière.
- Rappeler certaine prescription du code de la route.
- Donner des informations relatives à l'utilisateur de la route.

3. 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.


4 - RÈGLES À 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.
- Eviter la publicité irrégulière.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

5. TYPE DE SIGNALISATION







On distingue deux types de signalisation :

-  Signalisation verticale: qui comprend les panneaux, les balises, les bornes et les feux tricolores.

 Signalisation horizontale: désignée par des marquages au sol.

5.1 Signalisation verticale :

Parmi les panneaux qui désignent la signalisation verticale, on trouve :

- **Signaux de danger:** panneaux de forme triangulaire, ils doivent être placés à 150m en avant de l'obstacle signalé (signalisation avancé).
- **Signaux comportant une prescription absolue:** panneaux de forme circulaire, on trouve ceux qui désignent :
 -  L'interdiction.
 -  L'obligation.
 -  La fin de prescription.
- **Panneaux à simple indication:** en générale panneaux de forme rectangulaire, des fois terminée en point de flèche, on distingue:
 -  signaux d'indication et de localisation.
 -  signaux de direction.
 -  signaux de position de danger
- **signaux divers.**

5.2 Signalisation horizontale :

C'est toutes les traces qu'on marque sur la chaussée, elle se divise en trois types :

5.2.1 Marquage longitudinal: est on a:

Lignes continue :

Les lignes continues sont annoncées à ceux des conducteurs auxquels il est interdit de les franchir par une ligne discontinue éventuellement complétée par des lèches de rabattement.

Lignes discontinue :

Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre peut les franchir, elles se différent par leur module, qui est le rapport de la traits sur celle de leur intervalle.

Lignes axiales ou lignes de délimitation de voie pour les quelles la longueur des trait est environ égale ou tiers de leur intervalles.

Lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération et de décélération ou d'entrecroisement pour les quelles la longueur des traits est sensiblement égale à de leur intervalles.

Ligne d'avertissement de ligne continue, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, dont la largeur des traits est le triple de celle de leurs intervalles.

Modulation des lignes discontinues :

Elles sont basées sur une longueur périodique de données par le tableau suivant :

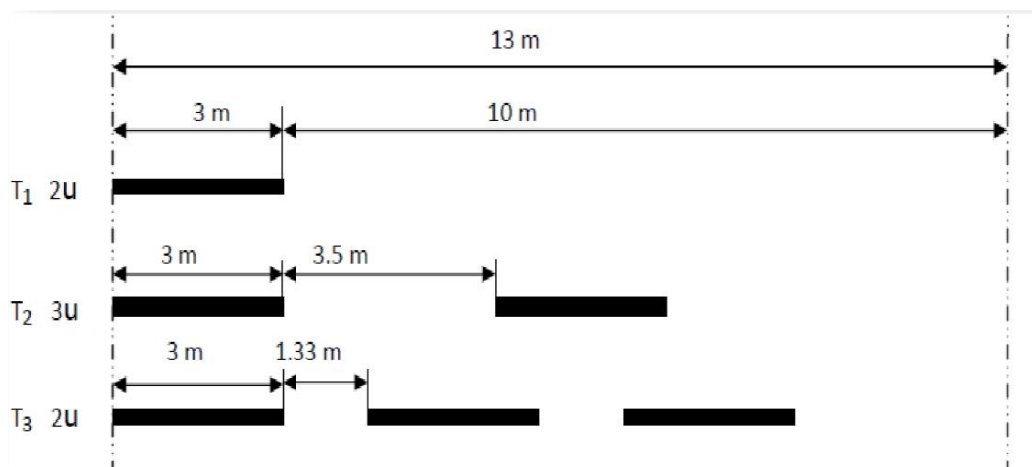


Figure N°29: Types de modulation

Avec:

T1 2U : ligne axiale ou délimitation de voie

T2 3U : ligne de rive.

T3 2U : ligne de délimitation des voies de décélération, d'accélération ou d'entrecroisement.

Type de modulation	Longueur du trait (en mètres)	Intervalle entre deux traits successifs (mètres)	Rapport plein vide
T1	3.00	10.00	1/3
T'1	1.50	5.00	
T2	3.00	3.50	1
T'2	0.50	0.50	
T3	3.00	1.33	3
T'3	20.00	6.00	

Tableau N°33: Caractéristiques des lignes discontinues

5.2.2 Marquage transversal :

Lignes transversales continue :

Eventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.





Lignes transversales discontinue :

Eventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

5.2.3 Autre marquage :

- **Flèche de rabattement** : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.
- **Flèches de sélection** : flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.
- **MARQUAGE PAR HACHURES**: On les retrouve au droit des îlots séparateurs.

6. CARACTERISTIQUES GENERALES DES MARQUES :

- Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussée définitive et l'orange pour les marques provisoires.
- La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « U » différente suivant le type de route, à savoir :
 -  **U = 7.5cm** sur les autoroutes et les routes à chaussées séparées.
 -  **U = 6cm** sur les routes importantes notamment sur les routes à grande circulation
 -  **U = 5cm** pour les autres routes.
 -  **U = 3 cm** pour les lignes tracées sur les pistes cyclables.

7. APPLICATION AU PROJET

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

7.1. signalisation verticale:

- ❖ Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- ❖ Panneaux de signalisation de priorité (type B).
- ❖ Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- ❖ Panneaux de signalisation d'obligation (type D).
- ❖ Panneaux de pré signalisation (type G1).
- ❖ Panneaux de signalisation type (E3 E4).
- ❖ Panneau de signalisation de direction : type E /B.
- ❖ Panneaux donnant les indications utiles pour les conduites de véhicules (Type E14, E15).

❖ Panneaux de signalisation d'identification des routes (Type E).

En ce qui concerne l'unité de largeur des lignes de signalisation horizontale Elle est de

✚ Pour l'autoroute : $U = 7.5$ cm.

✚ Pour les bretelle et les voies d'accès : $U = 5$ cm



A1a

A. Signaux de danger



A1b



B. Signaux relatif à la priorité



Marquer l'arrêt

C. Signaux d'interdiction



B1



B21

D. Signaux d'obligation

Signaux de restriction



VITESSES LIMITEES



VITESSES LIMITEES

signalisation de direction



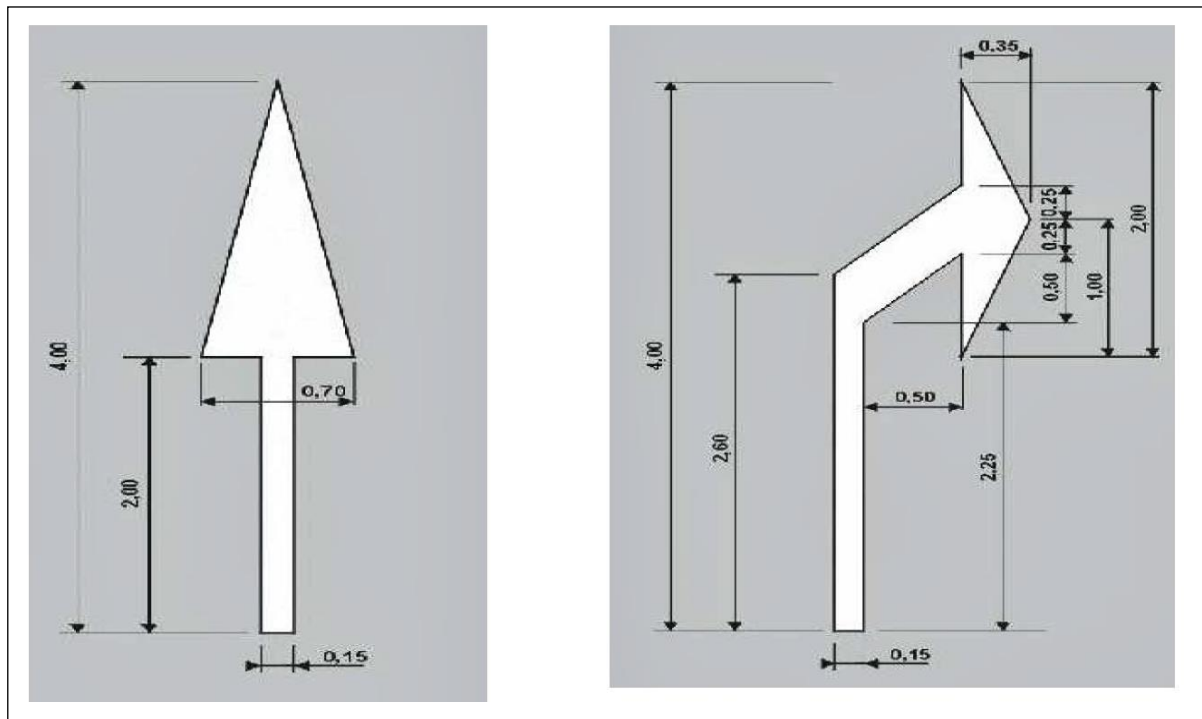
7.2. signalisation horizontale:

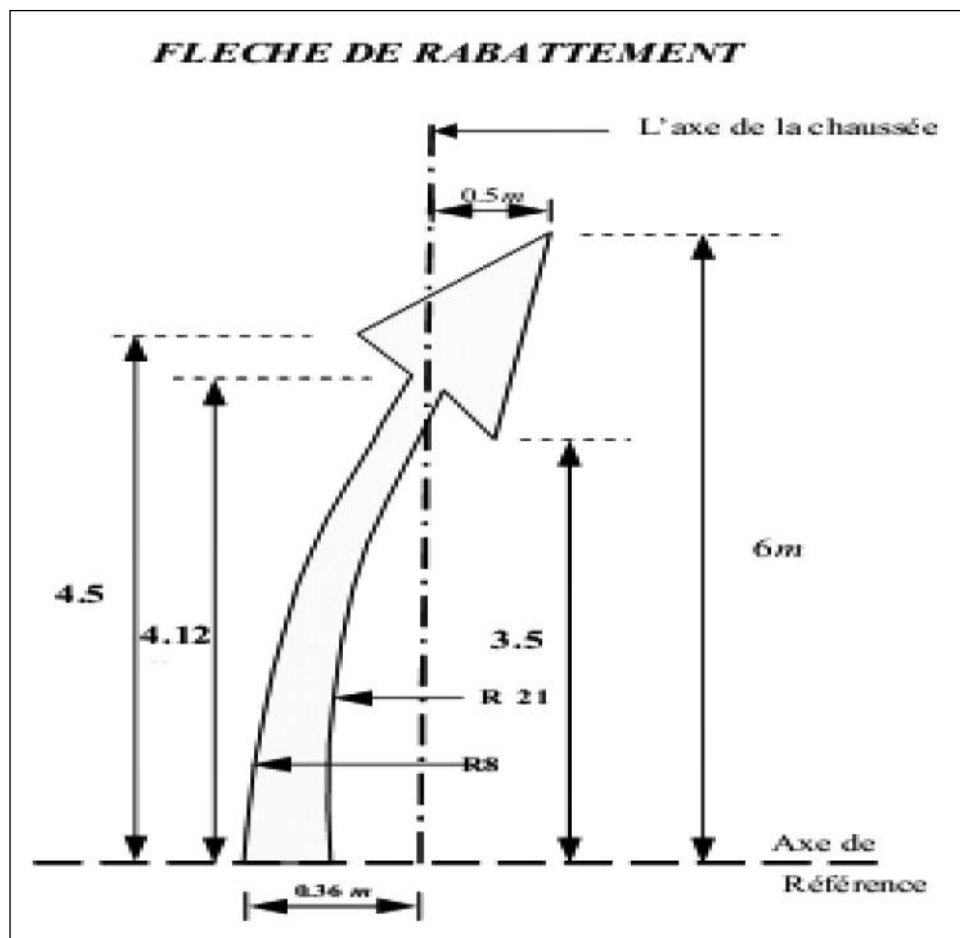
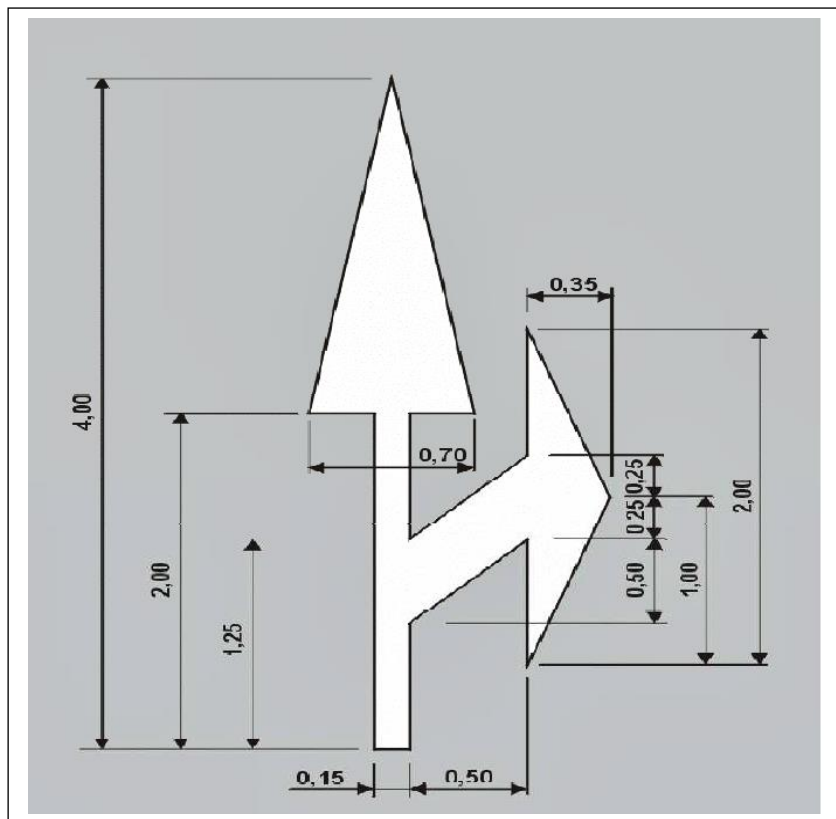
Notre route est une route à chaussée séparée donc la largeur de la ligne est $U=7.5\text{cm}$.

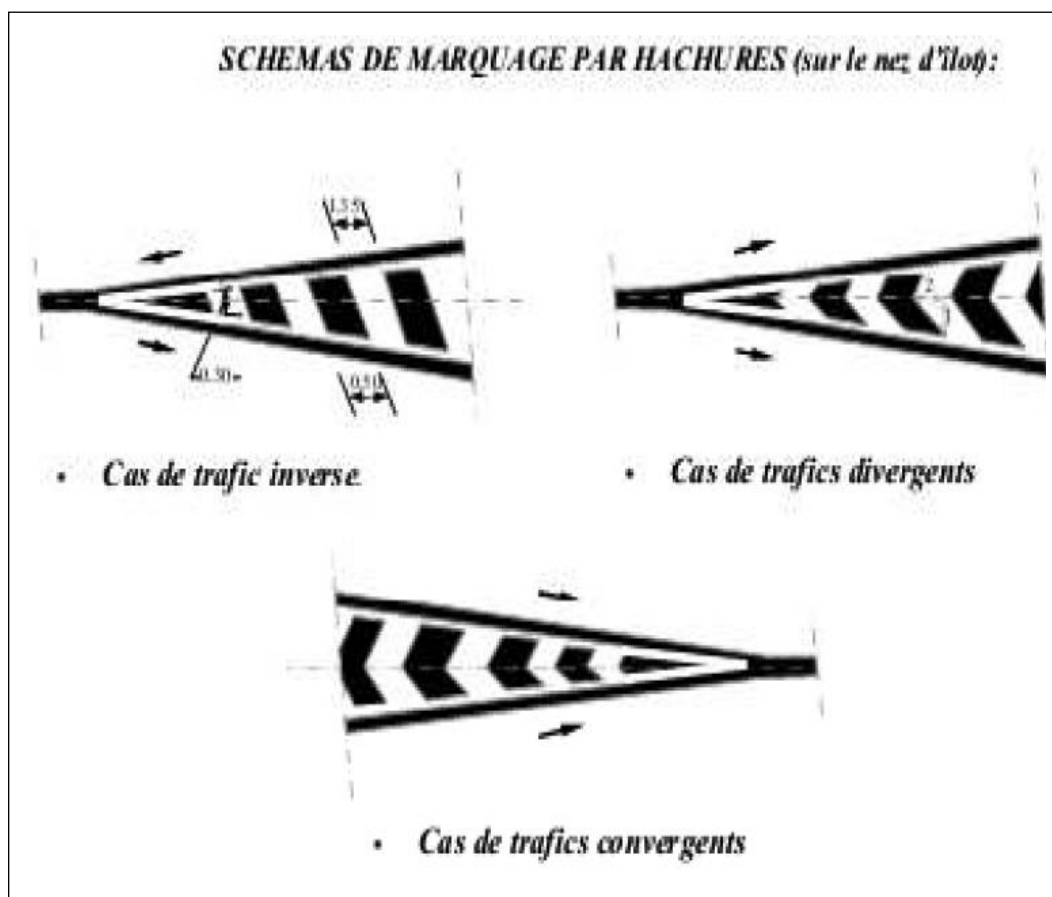
☒ ligne continue:

Ligne axiale ou de délimitation des voies ($2u$) = 15cm.

FLECHES DIRECTIONNELLES





flèche de rabattement et de marquage par hachures.

Chapitre X

Eclairage Et Sécurité



I. ECLAIRAGE

I.1 INTRODUCTION

L'éclairage nocturne des routes joue un rôle capital en matière de sécurité et de confort. Il permet aux usagers de la route de circuler tranquillement tout en évitant l'utilisation excessive des phares qui provoque l'éblouissement.

Les systèmes d'éclairage font partie des équipements électrotechniques installés sur le réseau routier. Il est donc nécessaire, lorsqu'on étudie la conception de ces systèmes, de suivre des procédures rigoureuses afin d'assurer leur fonctionnalité et la sécurité des usagers de la route (automobilistes, piétons et cyclistes).

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route de circuler de nuit avec une sécurité et un confort que possible, c'est -à- dire voir tout ce qu'il pourra exister comme obstacles sans l'aide des projecteurs de la voiture ou de croisement ; ainsi que voir tous les éléments de la route (les bordures de trottoir, les carrefours.....etc.).

Une bonne visibilité des bordures de trottoir, des véhicules et des obstacles et l'absence de zone d'ombre sont essentiels pour les piétons.

Il existe quatre classes d'éclairage public :

Classe A : éclairage général d'une route ou autoroute.

Classe B : éclairage urbain (voirie artérielle et de distribution).

Classe C : éclairage des voies dessertes.

Classe D : éclairage d'un point singulier (carrefour, virage...) situé sur un itinéraire non éclairé.

I.2- ÉCLAIRAGE D'UN POINT SINGULIER

Les caractéristiques de l'éclairage d'un point singulier, situé sur un itinéraire non éclairé doivent être les suivantes :

- ✓ A longue distance 800 à 1000m du point singulier, tache lumineuse éveillant l'attention de l'automobiliste.
- ✓ A distance moyenne 300 à 500m, idée de la configuration d
- ✓ A faible distance, distinguer sans ambiguïté les obstacles.
- ✓ A la sortie de la zone éclairée, pas de phénomène de cécité passagère.

I-3- PARAMÈTRE DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES

- ✓ L'espacement (e) entre luminaires qui varie en fonction

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

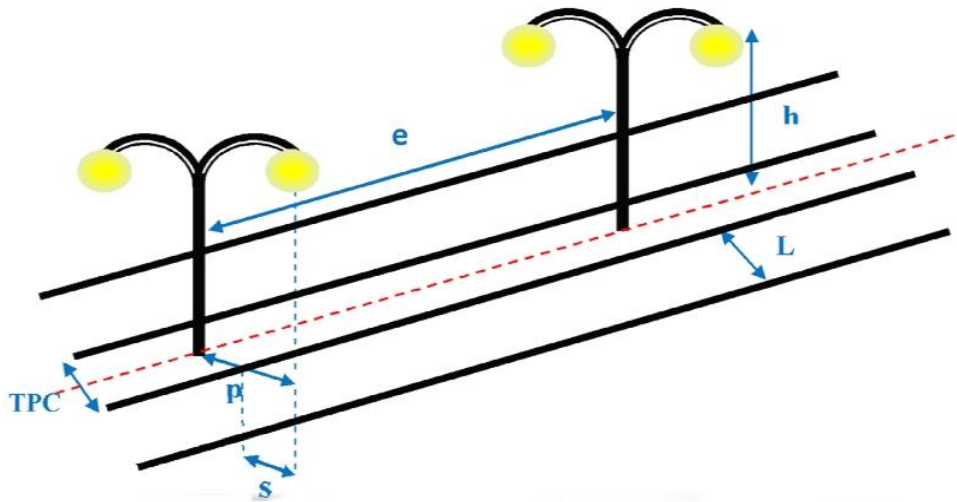


Figure N° 32 Paramètres de l'implantation des luminaires.

1.4- APPLICATION AU PROJET

Éclairage de la voie (le long du tronçon étudié) :

Pour l'éclairage de la voie des lampadaires sont implantés sur les accotement s , éclairant la chaussée .

II .SECURITE

II-1-INTRODUCTION

Lors d'une sortie de chaussée, un véhicule pénètre dans un milieu où il peut rencontrer de nombreux éléments susceptibles d'aggraver les conséquences matérielles ou corporelles de l'accident. Deux familles d'éléments peuvent être distinguées :

Les obstacles

Les obstacles peuvent provoquer des dommages sensibles aux véhicules et à leurs occupants. Il peuvent être regroupés en deux catégories; Les obstacles liés aux infrastructures, Les obstacles liés aux superstructures.

Les zones riveraines

Les zones riveraines sont des zones dans lesquelles l'intrusion d'un véhicule ou de son chargement peut causer des dommages graves pour des tiers

II-2-DISPOSITIFS DE RETENUE

On appelle dispositif de retenue un équipement de sécurité destiné à favoriser le maintien d'un véhicule motorisé sur la partie roulable de la plate-forme routière. De nombreux produits et aménagements sont susceptibles de remplir cette fonction. Toutefois, ne sont considérés comme dispositifs de retenue, et agréés commetels, que les matériels qui, simultanément, possèdent une capacité de retenue supérieure à un seuil donné et assurent le maintien du véhicule sur la chaussée dans des conditions de sécurité acceptables pour les usagers de la route.

Les dispositifs de retenue sont répertoriés dans différentes classes selon les performances observées lors d'essais de qualification effectués en fonction de la masse, de la vitesse et de l'angle d'impact d'un véhicule.

II-2-1- Dispositifs de retenue latéraux et frontaux:

Ils sont appelés :

- **latéraux**, lorsque les angles probables de heurts sont inférieurs à 45°. Ils s'emploient en section courante sur accotement ou sur terre plein central,
- **frontaux**, lorsqu'ils risquent d'être percutés par des véhicules sous un angle compris entre 45° et 90° (origine de file ou divergent).

II-2-2- Dispositifs de retenue simples et doubles:

Ils sont qualifiés de :

- **simples**, lorsqu'ils ne sont efficaces que d'un seul côté (par exemple, glissière simple sur accotement),
- **doubles**, lorsqu'ils peuvent être percutés des deux côtés en ayant un comportement identique lors du choc (par exemple, glissière double sur support unique équipant un terre-plein central).

II.2.3. Dispositifs de retenue souples et rigides:

Selon leur mode de fonctionnement, on distingue :

- des dispositifs de retenue « **souples** » qui se déforment lors du choc d'une voiture et conservent une déformation permanente.
- des dispositifs de retenue « **rigides** » qui ne subissent ni déformation, ni déplacement lors d'un choc de voiture. Aucune énergie n'étant absorbée par le dispositif, dans le cas d'un choc sous un angle d'incidence important, ou vitesse d'impact élevée, les décélérations subies par les occupants de la voiture peuvent être sévères et les risques de rebond sont augmentés.

Les dispositifs de retenue destinés aux poids lourds (barrières de sécurité) sont (sauf exception) des dispositifs rigides pour les voitures.

II-3-Classification des dispositifs de retenue latéraux

Les essais de choc sont réalisés dans des conditions bien définies de masse, de vitesse et d'angle d'impact du véhicule sur le dispositif. Ils sont souvent complétés par d'autres tests adaptés à la spécificité de chaque matériel dont le but est d'apprécier le comportement du dispositif dans des conditions de choc différentes.

Ces essais permettent de déterminer **deux classes** de dispositifs de retenue :

II-3-1-Les glissières de sécurité:

qui retiennent les voitures dans de bonnes conditions de sécurité et qui sont classées en 3 niveaux (niveau 1, 2 et 3) selon les performances constatées lors des essais de choc:

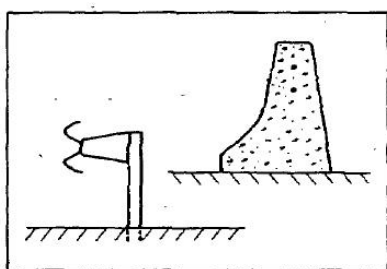


Fig 33:- simples, métalliques et béton .

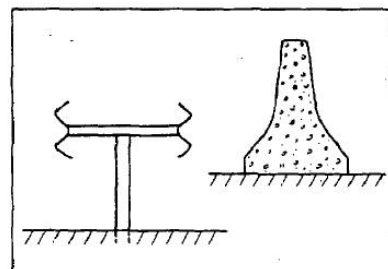


fig.: doubles, métalliques et béton.

II-3-2-Les barrières de sécurité:

elles possèdent une capacité de retenue supérieure à celle des glissières; elles sont capable de retenir des véhicules lourds mais également les véhicules légers, Suivant les performances atteintes aux essais de choc, les barrières de sécurité sont classées en trois catégories(légères, normales et lourdes)

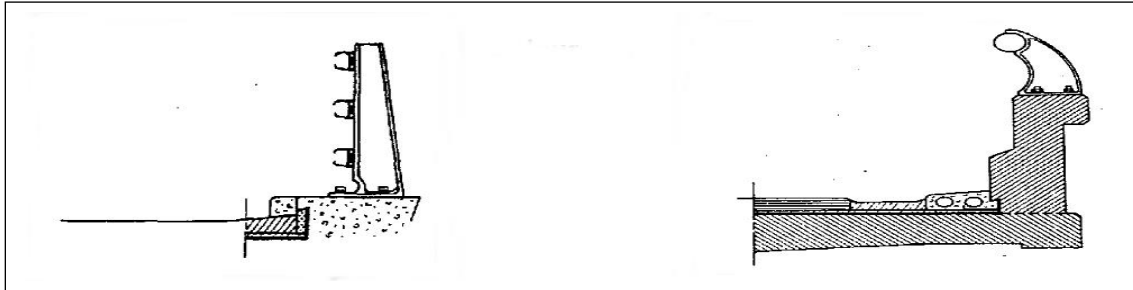


Fig34 Barrière légère en alliage d'aluminium

Fig Barrière normale en béton armé

II-4-CLASSIFICATION DES DISPOSITIFS DE RETENUE FRONTAUX

Deux catégories de matériel sont agréés comme dispositifs de retenue frontaux:

Les musoirs métalliques: en tôle profilée si leur rayon est supérieur ou égal à 2 mètres, en tôle plate munis de renforts latéraux si leur rayon est égal à un mètre.

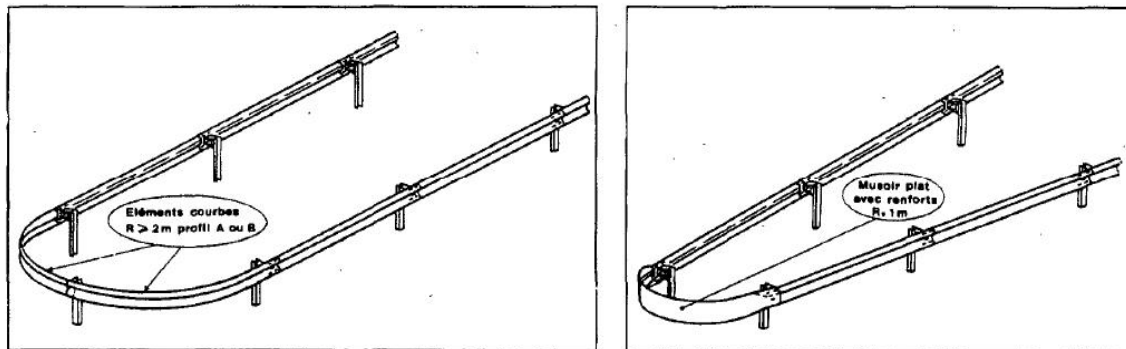


Fig35 : musoir plat de rayon un mètre.

Fig: musoir de profil A ou B, de rayon supérieur ou égal à deux mètres.

Les atténuateurs de choc: à déformation métallique (A.D.M.) ou inertiel à eau (A.I.E.) qui arrêtent une voiture sur une distance inférieure à 10 mètres.

A l'exception des atténuateurs A.I.E., les matériels agréés sont capables de retenir ou de rétablir la trajectoire des voitures qui viennent les heurter latéralement.

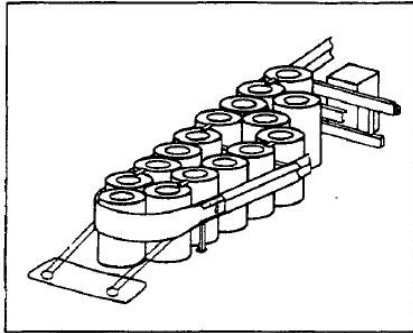


Fig36: atténuateur de choc à déformation métallique.

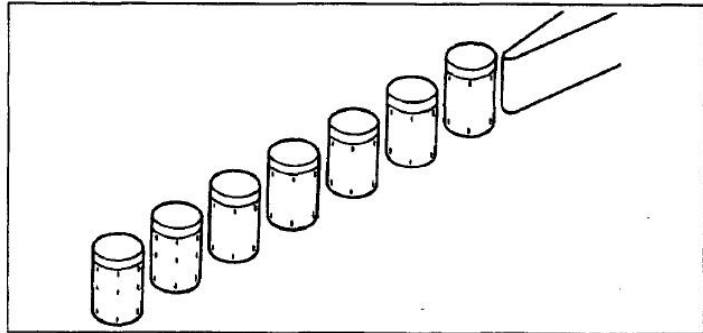


Fig : atténuateur de choc inertiel à eau.

II-5-APPLICATION AU PROJET

II.5.1 Sur le T.P.C :

Le TPC sera constitué de **séparateurs en béton** de type **GBA (glissière en béton adhérent)** tout le long de l'itinéraire .ce sont des dispositifs rigides qui ne peuvent être implantés qu' en présence d'un TPC de 3m et sur un sol stabilisé pour éviter tout risque de rupture par tassement différentiel.

Ils sont capables de retenir les poids lourds de **12**. Pour les voitures légères, le profil, par sa forme particulière, limite le frottement de la carrosserie sur le dispositif.

II.5.2 Sur accotement :

Le même type de glissière sera disposé à droite de chaque voie à la limite de la bande d'arrêt d'urgence pour délimiter la chaussée roulable et protéger les usagers de la route des risques éventuels de sortie.

Chapitre XI

Impact sur l'environnement



1. INTRODUCTION

La réalisation d'une route est une tâche délicate à accomplir et elle est perçue aujourd'hui comme étant une action susceptible de porter atteinte à l'environnement. En effet l'extraction de matériaux, les déboisements, l'utilisation des ressources en eau et l'émission de bruits engendrés par ce type de projets sont des actions qui peuvent altérer la qualité des paysages ainsi que les ressources naturelles.

L'effort technologique vise à maîtriser, contrôler et minimiser les différents impacts dus à ce type d'aménagement, qu'il s'agisse de la protection des eaux, de la protection contre le bruit, ou de la conservation de la faune et de la flore.

2. IMPACT NEGATIF:

Ils sont en général causés par la réalisation de l'ouvrage lui-même, les plus importants sont les suivants :

1) Impact sur le paysage:

L'infrastructure portera une défiguration au paysage naturel malgré les efforts de l'ingénieur à adapter le tracé géométrique à la topographie du site.

2) Impact sur les ressources en eau:

Les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines, entraînant parfois un risque accru d'inondation, d'érosion, de dépôts, ou une modification brutale de la dynamique de la nappe phréatique, et la pollution de cette dernière, par le déversement des sédiments et des matières polluantes (fuites d'hydrocarbures aux postes de distribution de carburant, Les débris résultants de l'usure des plaquettes de freins et des pneus).

3) Impact sur l'air:

La nouvelle infrastructure générera un trafic important ce qui augmentera la pollution de l'air dans les zones traversées.

La pollution résultant du fonctionnement des moteurs à combustion interne, essence ou diesel, est caractérisée par des émissions de polluant gazeux. La circulation routière est la principale source de CO₂.

4) Impact sur la faune et la flore

Les projets routier peuvent générer des impacts importants le milieu naturel et il est nécessaire de d'engager une étude approfondie sur ces effets sur l'écosystème

Le choix du tracé doit prendre en compte les problèmes liés à l'environnement biologique des précautions peuvent être prises à un stade précoce de la planification du projet pour protéger le milieu naturel et faciliter le déplacement de la faune par l'implantation de passages pour faune et encore de franchissement revêtue ou non, ces passages doivent être conçus de telle sorte que leur entretien soit le plus simple possible et leur gestion soit écologique.

5) Impact sur l'agriculture:

Le tracé de dédoublement traverse des terrains agricoles qui seront perdus suite à la réalisation de cette infrastructure.

L'ensemble des impacts sur l'agriculture peuvent se regrouper en trois éléments qui sont:

- L'effet de la substitution du sol à vocation agricole, et la diminution des superficies exploitées.
- L'effet de coupure, entraînant la destruction d'une tranche de la parcelle agricole, et difficultés de travail et de circulation par des allongements de parcours (rupture de cheminements).
- L'effet de modification du régime agricole.

6) Géologie et physiographie:

- Extraction et utilisation des matériaux géologiques.
- Eboulements et glissements de terrain.
- Tassement, gonflement et érosion du terrain.

7) Impacts temporaires:

Les impacts négatifs générés par le projet sont essentiellement persistants durant la phase de chantier.

Ces impacts sont temporaires, et disparaissent après l'achèvement des travaux, les plus importants sont définis comme suit :

- Perturbation de la circulation automobile (embouteillage).
- Dégagement de poussières dans l'atmosphère.
- Déversement de boues (bentonite) dans l'espace urbain.
- „Ï Emission de bruit lors des travaux, Cette nuisance est due à l'usage des engins.
- „Ï Opposition des propriétaires des terrains agricoles face à la destruction de leur bien agricole ce qui engendre un retard dans l'avancement des travaux.

3. LES IMPACTES POSITIFS IMPACTES SOCIOECONOMIQUE

- la fluidité de la circulation (gain de temps).
- Favoriser la découverte et la mise en valeur des régions traversées.
- La réduction des coûts de transport (gain de temps, sécurité, carburant...).
- Désenclavement des régions limitrophes.
- La création des postes d'emplois temporaire (durant la phase de réalisation).
- Une réponse aux besoins de confort, et la sécurité des usagers;
- L'Amélioration des conditions économiques de la population de la zone du projet. En effet, la mobilité des travailleurs sera nettement améliorée et l'activité de la population sera probablement développée.
- Attraction des activités agricoles, pastorales et touristiques.

Conclusion générale :

Le Projet constitue l'étude d'un avant-projet du deuxième boulevard périphérique de Mostaganem à deux chaussées unidirectionnelles (CW07bis) entre les Sablettes, Mazagran et le carrefour giratoire, de portée de 26 km. dont une longue de cinq KLM a fait l'objet du présent mémoire de fin d'étude. Ce projet proposé à être exécuté en horizon par la DTP apporte un gain en temps et améliore la fluidité du trafic. Le projet prend son départ du point de coordonnées géographiques ($\varphi = 35.9298$, $\lambda = 0.14439$) au point de référence géographique ($\varphi = 35.8839$, $\lambda = 0.12762$), sa signature graphique terrestre relie la CW3 près du village de Sidi Fellag à la Route nationale n° 23, traversant la RN 90A au point distant 1,7 km de N 90A, Soit une portée de 5 km. le tapis topographique du projet est vallonné avec une forme de faible sinuosité.

L'étude est faite en phases une phase d'appréciation et de perception des caractéristiques techniques et paramètres du tracé, appelé phase sommaire et une deuxième détaillée où nous avons passé à l'exécution du projet à travers un logiciel de tracé appelé Covadis.

L'étude nous a conduit à relever la catégorie 2 de route à partir de la mesure de deux paramètres fondamentaux, la dénivellation moyenne et la sinuosité.. Une étude d'extrapolation du trafic est envisagée par l'introduction de la valeur du trafic passive du CW environnant et son intégration comme donnée de départ dans la formule exponentielle et du fait que la formation de la largeur de la chaussée dépend du flux, ce calcul nous a permis d'énoncer que la surface du flux est formée de couche noire de 6 m avec deux accotements de deux mètres.

Comme pièces d'exécution de notre projet nous avons préparé un tracé en plan, un profil en long et autre en travers. Le tracé en plan est une pièce maîtresse dans l'implantation du tracé, le profil en long permet la détermination des cubatures avec les points de remblais et déblais prévues par l'étude ainsi il nous permet de sécuriser les usagers du tracé.

Comme dicté par la morphologie du terrain et le maintien durable du tracé, un assainissement est prévu, il s'agit bien de faire un fossé en béton avec des dalots proposés aux points critiques entrants.

La signalisation est la partie avertisseur des usagers de l'ensemble des points de dangers relevés le long du tracé la raison pour laquelle nous avons fait un tour d'horizon théorique et nous avons projeté des plaques de signalisation verticale aux

points d'intersection et points de rencontres du tracé avec d'autres catégories de tracé .

L'éclairage est assuré par l'implantation de lampea hauteur approprié déterminé sous la condition d'avoir un angle solide d'exposition importante sur le tracé , placé sur l'accotement droit.

En dernier cette étude était pour nous une occasion de comprendre les formules et l'aspect théorique reçu pendant le cursus et en même temps nous avons découvrir les relations et l'ensemble des intervenants techniques dans une études de route. Et en même temps, nous avons saisi l'opportunité pour mieux comprendre l'ensemble des techniques de levéa distance, toucher les logiciels relevant de la spécialité tel que COVADIS – AUTOCAD et autres de localisation.