

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research

جامعة عبد الحميد بن باديس – مستغانم

University Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculty of Sciences and Technology

قسم الهندسة المدنية والمعمارية

Civil engineering & architecture département



N° d'ordre : M/GCA/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et ouvrages d'art

Thème

Etude du deuxième boulevard périphérique de Mostaganem

« du pk16+920 au pk20+500 »

Présenté par :

- OUIS EL HACHEMI MOHAMED EL AMINE
- KOUIDER DAOUADJI NOUREDDINE

Soutenu le .. / .. / 2020 devant le jury composé de :

Président : Mr MEBROUKI ABDELKADER

Examineur: Mr ZAOUI MOHAMED

Encadrant : Mr SOLTANE BENALLOU KADDOUR

Année Universitaire : 2019 / 2020

Dédicaces

Je dédie ce travail

*A ceux qui sont dans mon cœur, qui ont veillés
pour notre*

Confort et sacrifié beaucoup pour notre réussite,

Ma chère mère (que dieu me la garde)

A celui qui m'a toujours appris comment réfléchir

Avant d'agir, à

*Celui qui m'a soutenu tout au long de ma vie
scolaire, à celui qui*

N'a jamais épargné un effort pour mon bien,

Mon cher père (Que dieu me le garde)

A mes chers frères, mes chères sœurs, toute ma

famille ouis, mes chères amis(abderahim,

midou ,Abdelmadjid, noureddine)

A tous les membres de la promotion

Licence de l'université ABDELHAMID IBN BADISS

de MOSTAGANEM.

Et à tous ceux qui me connaissent

Remerciements

Remerciements

*Je remercie **Dieu tout Puissant** de m'avoir permis de mener à terme ce projet qui est pour nous le point de départ d'une merveilleuse aventure, celle de la recherche, source de remise en cause permanent et de perfectionnement perpétuelle. Qu'il me soit permis de rendre un vibrant hommage à notre encadreur, Monsieur **sultane** pour avoir bien voulu superviser ce modeste travail et donné de son temps et de son intelligence à la réussite de ce projet qui pour moi représente un modèle de réussite et une source de motivation permanente, pour sa disponibilité, et son sens aigu de l'humanisme pédagogique.*

Je profite de cette tribune pour remercier les personnes qui de passage, ont pu m'apporter leur contribution, que ce soit au niveau des idées qu'à celui des conceptions. Qu'elles trouvent ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

Enfin je remercie les membres du jury qui ont bien voulu accepter, et ce nonobstant, leur lourdes et exaltantes responsabilités pour procéder à l'évaluation de ce modeste

Résumé

Notre projet de fin d'étude rentre dans le domaine des infrastructures de transport, et en particulier les routes.

Ce-projet présente une étude détaillée sur un tronçon de route de 3.4 Km pour l'évitement de la wilaya de Mostaganem sur RN 23 .

Cette étude se compose de trois parties :

- ✚ La première partie : Présentation du projet et étude de trafic.
- ✚ La deuxième partie : Géométrie de la route (Tracé en plan, Profil en long, Profil en travers).
- ✚ La dernière partie : dimensionnement de la route et L'impact sur l'environnement.

Our end of study project is in the field of transport infrastructure, and in particular roads.

This project presents a detailed study on a 3.4 km section of road for the avoidance of the wilaya of Mostaganem on RN 23.

This study consists of three parts:

- ✚ The first part: Presentation of the project and traffic study.
- ✚ The second part: Geometry of the road (Plot in plan, Profile in length, Profile in cross).
- ✚ The last part: road design and the impact on the environment.

Mots clés : Route, Matériaux, Remblais, Déblais, Béton bitumineux, compacité.

يقع مشروع نهاية دراستنا في مجال البنية التحتية للنقل ، ولا سيما الطرق.

يقدم هذا المشروع دراسة تفصيلية على مقطع بطول 3.4 كم من الطريق لتجنب ولاية مستغانم على طريق رن 23.

تتكون هذه الدراسة من ثلاثة أجزاء:

✚ الجزء الأول: عرض المشروع والدراسة المرورية.

✚ الجزء الثاني: هندسة الطريق (قطعة الأرض في التخطيط ، الملف الشخصي في الطول ، الملف الشخصي في

الصليب).

✚ الجزء الأخير: تصميم الطرق وتأثيره على البيئة.

الكلمات المفتاحية: الطريق، المواد، الحفر و الردم، الإسفلت، الدك.

SOMMAIRE

Introduction générale	01
-----------------------	----

CHAPITRE I Présentation générale

Présentation de la wilaya de Mostaganem	03
-Réseau routier	04
Présentation du projet	05
Présentation de site	06
Objectifs de l'étude	07
Données de base	08
-Levé topographique	09
-Trafic	10

CHAPITRE II Etude de trafic

Introduction	10
L'analyse des trafics existants	10
-La mesure des trafics	10
*Les comptages	10
**Les comptages manuels	10
**Les comptages automatiques	10
*Les enquetes origine destination	10
**Les enquetes papillons ou distribution de cartes	10
**Relevé des plaques minéralogiques	10
**Interview des conducteurs	10
**Les enqueteurs a domicile-enquete ménage	11
Différents types de trafics	11
-Trafic normale	11
-Trafic induit	11
-Trafic totale	11

Calcul de la capacité	11
-Définition de la capacité	11
Calcul du TMJA horizon	11
Calcul des trafics effectifs	11
Débit de point horaire	11
Détermination du nombre des voies	11
Catégorie de la route	11
Catégorie du notre projet	11
Environnement de travail	11
Application au projet	11

CHAPITRE III Tracé en plan

Définition	11
Règles à respecter dans le tracé en plan	11
Les éléments du tracé en plan	11
-Des droites (Alignements)	11
-Des arcs de cercle	11
-Les courbes de raccordement	11
Étude des variantes	11
-Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route	11
*Gisement	11
*Distance	11
*L'angle au centre.	11
-L'environnement de la route	11
<input type="checkbox"/> Dénivelée cumulée.	11
<input type="checkbox"/> Sinuosité	11
-Vitesse de référence V_r .	11
-Les rayons en plan	11
*Des rayons en plan RH_m , RH_N , RH_d et RH_{nd} .	11

-Choix des rayons.	11
-Détermination des éléments des raccordements circulaires.	11
-Pourcentage alignement droit	11
-Déclivités « profil en long ».	11
-Cubatures approchées	11

CHAPITRE IV Raccordement progressive

Clothoïde	11
Définition	11
Propriétés de la clothoïde	11
Longueur de raccordement	11
-Condition optique	11
-Condition de confort dynamique	11
-Condition de gauchissement	11
Vérification de non chevauchement	11
Notion de devers	11
-devers en alignement	11
-Devers en courbe	11
Détermination des dévers aux rayons en plan	11

CHAPITRE V Profil en long

Définition	11
Règles à respecter dans le tracé du profil en long	11
Les éléments de composition du profil en long	11
Coordination du tracé en plan et du profil en long	11
Déclivité	11
-Déclivité minimale	11
-Déclivité maximale	11
Raccordement en profil en long	11

-Raccordement convexe (angle saillant)	11
-Raccordements concaves (angle rentrant)	11
Application De Projet	11

CHAPITRE VI Etude cinématique

Définition	11
Distance de freinage	11
Temps de perception et de réaction	11
Distance d'arrêt	11
Espacement entre deux véhicules	11
Distance de visibilité de dépassant et de manoeuvre	11
Application De Projet	11

CHAPITRE VII Profil en travel

Profil en travers	11
Profil en travers type	11
Les éléments constituant un profil en travers type	11
-Chaussée	11
-La largeur roulable	11
-La plate-forme	11
-Assiette	11
-L'emprise	11
-Les accotements	11
-Le terre-plein central	11
-Le fossé	11
-Bande d'arrêt d'urgence (b.a.u)	11
-Bande dérasée de gauche (b.d.g):	11
Classification de profil en travers	11
-Le profil en travers type	11

-Le profil en travers courant	11
Application au projet	11

CHAPITRE Dimensionnement du corps de chaussée

Dimensionnement de la chaussée	11
Définition de la chaussée	11
Durée de vie d'une chaussée	11
Les différents types de chaussée	11
-Chaussée souple.	11
-Chaussée semi - rigide.	11
-Chaussée rigide	11
Facteurs à considérer dans le dimensionnement de la chaussée	11
-Trafic	11
-Environnement	11
-Le sol support	11
-Matériaux	11
Les principales méthodes de dimensionnement	22
-Méthode c.b.r (californian – bearing – ratio)	22
Application au projet	22

CHAPITRE Assainissement

Introduction	22
Objectif de l'assainissement	22
Définition des termes hydraulique	22
-Bassin versant	22
-Fossé de pied du talus de déblai	22
-Fossé de crête de déblai	22
-Fossé de pied de talus de remblai	22
-Descentes d'eau	22

-Les gargouilles	22
-Drain	22
-Le regard	22
-Collecteur principal (canalisation):	22
-Chambre de visite (cheminée)	22
-Buses et dalots	22

CHAPITRE Impact sur l'environnement

Introduction	22
Impacts du projet sur l'environnement	
-Les impacts négatifs	22
-Les impacts positifs	22
Mesures d'atténuation	22
-Mesures d'atténuation formulées des impacts négatifs	22
-Les mesures de renforcement des impacts positifs	22

CHAPITRE Cubature

Généralité	11
Définition	11
Les éléments qui permettent cette évolution	11
-Les profils en long	11
-Les profils en travers.	11
-Les distances entre les profils	11
Application de projet	11

CHAPITRE Signalisation Et Eclairage

Introduction	11
L'objet de la signalisation routière	11
Catégories de signalisation	11

Règles à respecter pour la signalisation	11
Types de signalisation	11
-Signalisation verticale	11
*Signalisation de position	11
*Signalisation de direction	11
*Signaux de danger	11
*Signaux comportant une prescription absolue	11
*Signaux à simple indication	11
*Signaux de position des dangers	11
-Signalisation horizontale	11
*Marquage longitudinal	11
*Marquage transversal	11
*Autre marquage	11
Eclairage	
Définition	11
Catégories d'éclairage	11
Paramètre de l'implantation des luminaires	11
Paramètre de l'implantation des luminaires	11
Application au projet	11

Bibliographie

CONCLUSION

Liste des Tableaux

- Tableau 01 : Coefficient D'équivalence
- Tableau 02 : Coefficient Lie A L'environnement
- Tableau 03 : Coefficient De Reduction De Capacite
- Tableau 04 : Les Capacites Theoriques
- Tableau 05 : Détermination De La Nature Des Terrains
- Tableau 06 : Classification De La Sinuosité
- Tableau 07 : Environnement De La Route Existante
- Tableau 08 : Vitesse De Référence
- Tableau 09 : Coefficient De Frottement En Fonction De Vr Et Cat
- Tableau 10 : Les Valeurs Des Dévers Min Et Max En Fonction De Cat Et E
- Tableau 11 : Les Valeurs De F " En Fonction De Cat
- Tableau 12 : Coordonnées définissant l'axe
- Tableau 13 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre
- Tableau 14 : dénivelée cumulée
- Tableau 15 : Rayon en plan
- Tableau 16 : Les éléments des raccordements.
- Tableau 17 : La longueur totale du tronçon LT
- Tableau 18 : Environnement devers
- Tableau 19 : Valeur De Déclivité Maximale
- Tableau 20 : Rayon Convexes (Angle Saillant)
- Tableau 21 : Valeur de tangente et de fleche Selon Les Normes B40
- Tableau 22 : Coefficient De Frottement Longitudinal Selon Les NORMES B40
- Tableau 23 : Valeur De Dvd Et Dmd En Fonction De La Vitesse
- Tableau 24 : Classe de trafic
- Tableau 25 : La Portance De Sol En Fonction De L'indice De CBR
- Tableau 26 : Détermination De Classe Du Sol Classe De Sol (Si) Indice C.B.R
- Tableau 27 : Coefficients D'équivalence Des Matériaux
- Tableau 28 : Epaisseur De Chaque Couche
- Tableau 29 : Cubatures approchées
- Tableau 30 : Modulation De La Ligne Continue
- Tableau 31 : Devis estimatif

Liste des Figures

- Figure 01 : Reseau Routier De Mostaganem
- Figure 02 : Plan De Situation Du Projet 26 Km
- Figure 03 : Début Et Fin De Projet
- Figure 04 : Levé Topographique De Projet
- Figure 05 : Les Eléments De Tracé En Plan
- Figure 06 : Determination De L'angle Au Centre
- Figure 07 : Dénivelée Cumulée
- Figure 08 : Rayon En Plan
- Figure 09 : Rayon En Plan (Inclinaison I)
- Figure 10 : Calcul De Cubature
- Figure 11 : Cubature Approchée "Cas De Remblai"
- Figure 12 : Cubature Approchée "Cas De Déblai"
- Figure 13 : Elément De La Clothoïde
- Figure 14 : La Propriété De Clothoïde
- Figure 15 : Condition De Gauchissement
- Figure 16 : Vérification De Non Chevauchement
- Figure 17 : Élément Géométriques Du Profil En Long
- Figure 18 : Raccordement En Profil En Long
- Figure 19 : Distance D'arret Et De Freinage
- Figure 20 : L'espacement Entre Deux Véhicules
- Figure 21 : Distance De Visibilité De Manoeuvre Et De Dépassement « Dmd »
- Figure 22 : Les Eléments D'une Route
- Figure 23 : Chaussée Souple
- Figure 24 : Schéma Théorique De La Structure Du Corps De Chaussée
- Figure 25 : Les Différentes Catégories De Chaussée
- Figure 26 : Type De Modulation
- Figure 27 : Paramètre De L'implantation

CHAPITRE I
PRESENTATION
GENERALE

Présentation de la wilaya de Mostaganem :

Mostaganem est la 27ème wilaya dans l'administration territoriale Algérienne. Elle se trouve au Nord-Ouest de l'Algérie sur la méditerranée (Afrique du Nord), à 350 Kms à l'Ouest d'Alger (La capitale) et à 80 Kms à l'Est d'Oran (2ème ville d'Algérie).

La wilaya de Mostaganem compte plus de 800 000 habitants (statistiques de 2008) et se compose de 32 communes, réparties sur 10 Daïras (sous-préfectures) la wilaya s'étend sur une superficie de 2269km². Les wilayas limitrophes de Mostaganem : A l'Est la Wilaya de Chlef, au Sud-Est la Wilaya de Relizane, à l'Ouest la Wilaya d'Oran, au Sud-Ouest la Wilaya de Mascara.

Réseau routier :

- Routes nationales (332,43 km)
- Chemin de wilaya (653,83 km)
- Chemin communaux et pistes (1147,98 km)



Figure 01 : Réseau Routier De Mostaganem

PRESENTATION DU PROJET :

Notre projet consiste à faire l'étude d'avant-projet détaillé du deuxième boulevard périphérique de Mostaganem à deux chaussées unidirectionnelles (nommée CW07bis) entre les Sablettes, Mazagran et le carrefour giratoire urgence sur 26KM.



Figure 02 : Plan De Situation Du Projet 26 Km

Présentation de site :

Le projet d'étude d'un deuxième boulevard périphérique de Mostaganem entre **pk16+920** et **pk20+500** laisse route nationale **RN 23** et chemin de wilaya **RN 90A**.

Le début de projet au **pk16+920** au près de route qui relie Mostaganem avec Messra et la fin de projet au la route **RN 90A** qui relie Mostaganem avec Oued el kheir.



Figure 03 : Début Et Fin De Projet

Objectifs de l'étude :

Le but essentiel de notre projet dans le cadre de l'étude d'un deuxième boulevard périphérique de Mostaganem à deux chaussées unidirectionnelles (cw07bis) entre les sablâtes, mazagan et le carrefour giratoire urgence a pour objet :

- ❖ Renforcer le réseau routier local et régional.
- ❖ D'assurer un rôle dans le rééquilibrage du territoire.
- ❖ Favoriser la mobilité douce et réduire la congestion ; les temps de déplacement, et les accidents.
- ❖ D'accroître la sécurité des usagers.
- ❖ Soutenir les objectifs de développement de la région ; et de la wilaya en générale.

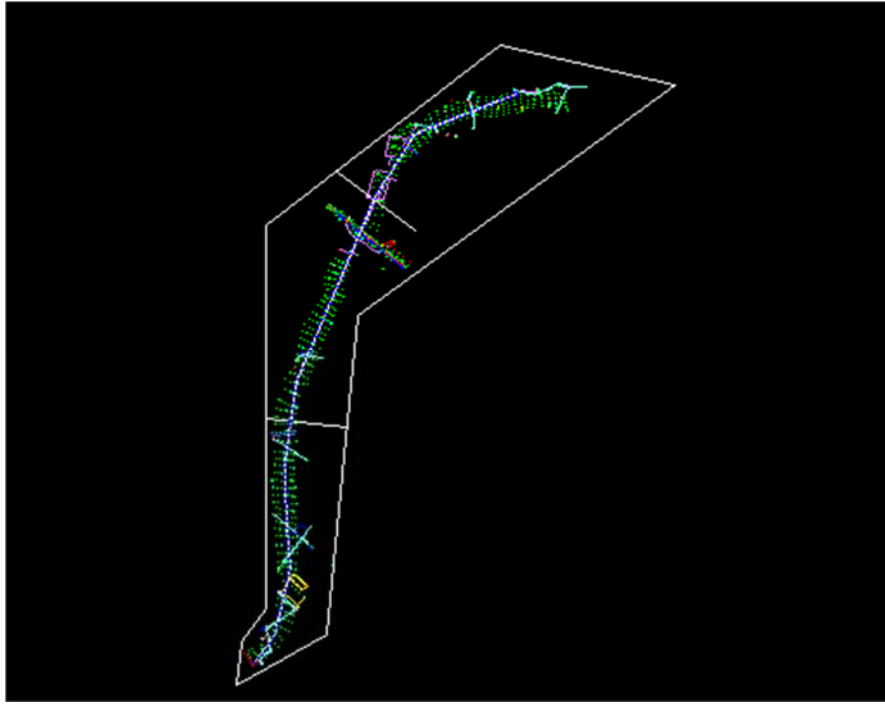


Figure 04 : Levé Topographique De Projet

Données de Base

Levé topographique :

Toute étude est conçue sur un fond topographique définissant l'état du relief. Pour notre étude on dispose d'un levé topographique numérique établi à l'échelle 1/1000 comportant le détail planimétrique et altimétrique du terrain naturel.

Trafic :

- TMJA = 20000 V/J (2020)
- Pourcentage de poids lourds : 30%
- Taux d'accroissement = 4%
- Durée d'étude et d'exécution : 1 ans
- Durée de travaux : 2 ans
- Durée de vie : 20 ans
- Indice de CBR : $I = 4.5$

CHAPITRE II

ETUDE DE TRAFIC

ETUDE DE TRAFIC :

INTRODUCTION :

L'étude de trafic est un élément essentiel qui doit être préalable à tout projet de réalisation ou d'aménagement d'infrastructures de transport, elle permet de déterminer le type d'aménagement qui convient et, au-delà les caractéristiques à lui donner depuis le nombre de voie jusqu'à l'épaisseur des différentes couches de matériaux qui constituent la chaussée . Cette conception repose, sur une partie stratégie, planification sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour:

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

L'ANALYSE DES TRAFICS EXISTANTS :

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

La mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

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

1) Les comptages :

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

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

a- Les comptages manuels

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

b- Les comptages automatiques

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

Les comptages permanents: sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes: réseau autoroutier, réseau routier national et le chemin de Wilaya les plus circulés.

Le comptage temporaire: s'effectuent une fois par an durant un mois pendant la période où le trafic est intense sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant.

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

2) Les enquêtes origine destination :

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

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

Il existe plusieurs types d'enquêtes:

a- Les enquêtes papillons ou distributions de cartes

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

Les avantages de la méthode: sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

Les inconvénients de la méthode: c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

b- Relevé des plaques minéralogiques

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

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

Les inconvénients sont:

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

c- Interview des conducteurs

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

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

d- Les enquêteurs à domicile - enquête ménage

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'un interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération .

DIFFÉRENTS TYPES DE TRAFICS :

Trafic normale :

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

Trafic dévie :

C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre différent moyen d'atteindre la même destination.

Trafic induit :

C'est le trafic qui résulte de:

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations.

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

Trafic totale :

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

CALCUL DE LA CAPACITE :

Définition de la capacité :

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

Calcul du TJMA horizon :

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est : $TJMAh = TJMAo (1 + \tau)^n$

Avec:

- ✓ **TJMAh** : le trafic à l'année horizon.
- ✓ **TJMAo** : le trafic à l'année de référence.
- ✓ **n** : nombre d'année.
- ✓ **τ**: taux d'accroissement

Calcul des trafics effectifs:

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

Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les PL en (U.V.P). Le trafic effectif donné par la relation :

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

T_{eff} : trafic effectif à l'horizon en (UVP/J)

Z : pourcentage de poids lourds (%).

P: coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.

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

Tableau 01 : coefficient d'équivalence

Débit de point horaire normal :

Le débit de point horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule : $Q = (1/n) T_{eff}$

(1/n) : Coefficient de pointe prise égale à **0,12**.

Q : est exprimé en UVP/h.

Débit horaire admissible :

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

$$Q_{adm} = K1.K2. C_{th}$$

K1 : coefficient lié à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

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

Avec :

❖ Valeurs de K1 :

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

Tableau 02 : coefficient lié à l'environnement

❖ Valeurs de K2 :

environnement	Catégorie de la route				
	1	2	3	4	5
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 03 : coefficient de réduction de capacité

❖ Valeurs de Cth :

Capacité théorique du profil en travers en régime stable

Nombre des voies de la route	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussées séparées	1500 à 1800 uvp/h

Tableau 04 : les capacités théoriques

Détermination du nombre des voies :

➤ Cas D'une Chaussée Bidirectionnelle :

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

➤ Cas D'une Chaussée Unidirectionnelle :

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

$$n = S \times Q / Q_{adm}$$

Avec :

S : coefficient de dissymétrie en général égale à $2/3$

Q_{adm} : débit admissible par voie.

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 desservies par la route.

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

- Catégorie 1 : Liaison entre les grands centres économiques et les centres industriels lourds considérés deux à deux, et liaisons assurant le rabattement des centres d'industries de transformation vers le réseau de base ci-dessus.
- Catégorie 2 : Liaison des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaison 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

Catégorie de notre projet :

Le boulevard périphérique reliant les grands centres économiques de la wilaya de Mostaganem et transformation vers le réseau donc catégorie (C1).

Environnement de travail :

L'outil informatique est jugé indispensable pour ce genre d'étude, c'est l'occasion pour nous d'essayer de d'utiliser les logiciels comme AUTOCAD et COVADIS afin d'être à jour une fois recruté dans le monde professionnel.

Application au Projet :

Selon les résultats des comptages et de prévisions, effectués par le service spécialisé de la **DTP** nous avons :

- $TMJA_{2020} = 20000 \text{ v/j}$
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4 \%$
- La vitesse de base sur le tracé $V_r = 100 \text{ km/h}$
- Le pourcentage moyen de poids lourds $Z = 30\%$
- Environnement E1 – Catégorie C1
- La durée de vie estimée de 20ans
- Coefficient d'équivalence pour le poids lourd : $p=2$.

Trafic à l'année horizon (2040) pour une durée de vie de 20 Ans :

$$TMJA_{2040} = 20000(1+0.04)^{20} = 43823 \text{ v/j}$$

$$TMJA_{2040} = 43823 \text{ v/j}$$

Calcul du trafic effectif :

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

$$T_{eff2020} = [(1 - 0,30) + 2 \times 0,3] \times 20000 = 26000 \text{ uvp/j}$$

Débit de pointe horaire normal :

$$Q_{2020} = 0,12 \times T_{eff2020}$$

$$Q_{2020} = 0,12 \times 26000 = 3120 \text{ uvp/h}$$

Calcul du débit horaire admissible :

$$C_{th} = \frac{Q}{2} = \frac{3120}{2} = 1560 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{adm} = 0.75 \times 1 \times 1560$$

$$Q_{adm} = 1170 \text{ uvp/h}$$

Le nombre des voies :

$$N = \frac{2}{3} \left(\frac{3120}{1170} \right) = 1.77$$

Donc : N = 2 voies par sens

CHAPITRE III

TRACE EN

PLAN

I. TRACÉ EN PLAN

DEFINITION :

Le tracé en plan d'une route est constitué d'une succession de courbes et d'alignements droits séparés ou pas par des raccordements progressifs. Il vise à assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort tout en s'intégrant au mieux dans la topographie du site.

RÈGLES À RESPECTER DANS LE TRACÉ EN PLAN:

Les normes exigées et utilisées dans notre projet sont résumées dans le B40, il faut respecter ces normes dans la conception ou dans la réalisation. Dans ce qui suit, on va citer certaines exigences qu'elles nous semblent pertinentes.

- ✓ L'adaptation du tracé au terrain naturel afin d'éviter les grands mouvements de terre (les terrassements importants).
- ✓ Se raccorder au réseau routier existant.
- ✓ Eviter de passer sur des terrains agricoles et zones forestières.
- ✓ Chercher le meilleur tracé possible en évitant au maximum les propriétés privées.
- ✓ Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire, éviter les ouvrages en biais.
- ✓ Eviter les sites qui sont sujets à des problèmes géologiques (présence de failles ou des matériaux présentant des caractéristiques très médiocres)

LES ÉLÉMENTS DU TRACÉ EN PLAN :

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits d'une part et les courbes entre elles d'autre part, se fait à l'aide de la Clothoïde qui assure un raccordement progressif par nécessiter de sécurité et de confort des usagers de la route.

Un tracé en plan moderne est constitué de cinq éléments:

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

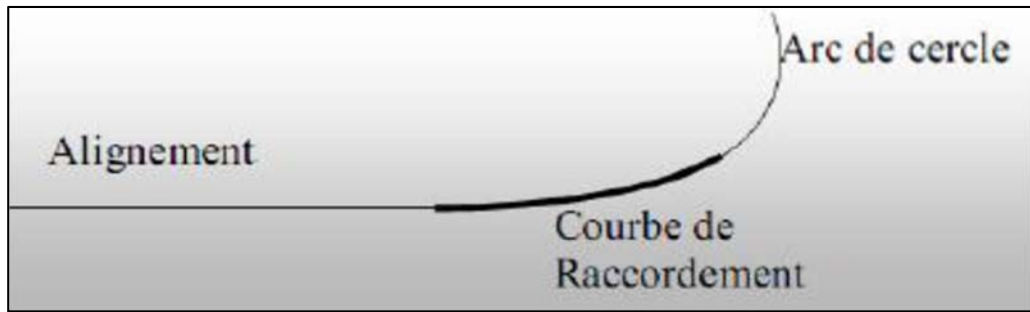


Figure 05 : Les Eléments De Tracé En Plan

Alignement :

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

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

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

Arc de cercle :

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

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

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

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

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.

ETUDE DES VARIANTES

Les variantes sont en première approximation composée d'alignements droits raccordés par des arcs cercles. Notre présente étude portera sur les différentes étapes suivantes :

- Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route
 - Gisement
 - Distance
 - L'angle au centre.
- L'environnement de la route
 - Dénivelée cumulée.
 - Sinuosité
- Vitesse de référence V_r .
- Les rayons en plan
 - des rayons en plan R_{Hm} , R_{HN} , R_{Hd} et R_{Hnd} .
- Choix des rayons.
- Détermination des éléments des raccordements circulaires.
- Pourcentage alignement droit
- Déclivités « profil en long ».
- Cubatures approchées

Détermination des coordonnées définissant l'axe de la route

Dans cette partie on relève à partir du tracé en plan, les coordonnées planimétriques définissant l'axe la route.

Une fois les coordonnées relevées, on calcule :

- ✓ les gisements de toutes les directions définissant les alignements droits
- ✓ les distances entre les sommets
- ✓ les angles aux centres

Gisement

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

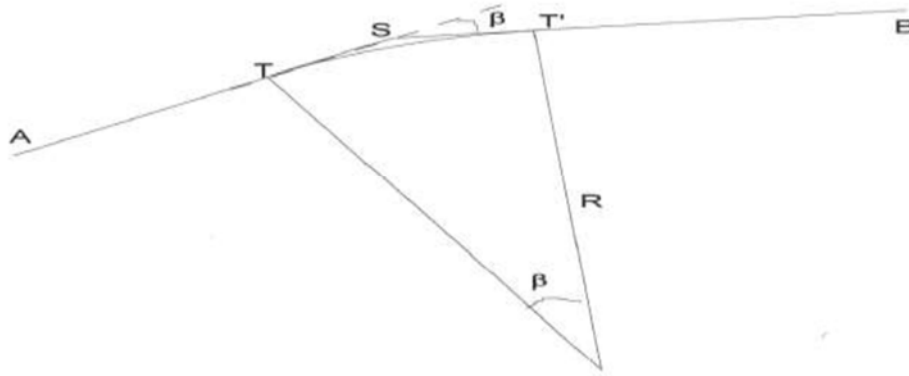


Figure 06 : Determination De L'angle Au Centre

Exemple : Calcul du Gisement de la direction S₁S₂

$$GS2/Si = \arctg |\Delta x1|/|\Delta y1|$$

Distance :

La distance S₁S₂ est donnée par la relation : $S1S2 = \sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta y_1^2}$

L'angle au centre :

D'après le cas de figure, l'angle au centre β est donné par: β= GSB – Gas.

Environnement de la route :

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

- ✓ La dénivelée cumulée moyenne
- ✓ La sinuosité

Dénivelée cumulée moyenne :

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

$$Dc = \frac{\sum_{Pi>0} Pi li + \sum_{Pi<0} Pi li}{L}$$

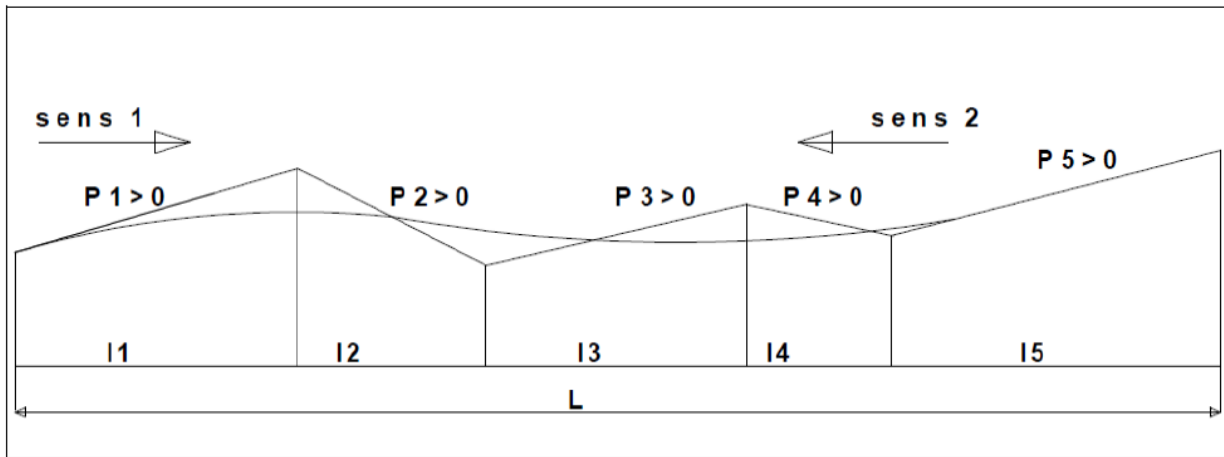


Figure 07 : Dénivelée Cumulée

N° de code	1	2a	2b	3
Classification	plat	Plat mais	vallonné	Montagneux
Dénivelée cumulée	DC < 1,5 %	DC < 1,5 %	1,5 % < DC < 4%	DC > 4%

Tableau 05 : Détermination de la nature des terrains

la sinuosité moyenne $\sigma = L_s / L$:

sinuosité a d'un itinéraire est égale au rapport de la longueur sinueuse L_s sur la longueur totale de l'itinéraire

La longueur sinueuse L_s est la longueur des courbes de rayon en plan inférieur ou égale à 200m

Avec : $L_s = \sum L_R \leq 200$, $\sigma = \frac{L_s}{L_T}$

L_s : la longueur sinueuse.

L_R : longueur de rayon ≤ 200 m.

L_T : longueurs totales.

1° de code	1	2	3
Classification	Sinuosité faible	Sinuosité moyenne	Forte sinuosité
Sinuosité moyenne	$\sigma \leq 0,1$	$0,1 < \sigma \leq 0,3$	$\sigma > 0,3$

Tableau 06 : Classification de la sinuosité

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

Sinuosité Relief	Faible (T<0.1)	Moyenne 0.1<T<0.3	Forte T>0.3
Plat (h/L<1.5%)	E1	E2	/
Vallonné (1.5%< h/L<4%)	E2	E2	E3
Montagneux (h/L>4%)	/	E3	E3

Tableau 07 : environnement de la route existante

Nous avons un **terrain Plat** et une **Sinuosité faible** cela correspond à un Environnement **E1**.

Vitesse de référence :

La vitesse de référence est la vitesse de circulation des véhicules rapides peuvent circuler normalement en dehors des pointes. Elle est déterminée en fonction de l'importance des liaisons assurées par la section de route et par les conditions géographiques. la vitesse est donc de :

- La catégorie
- L'environnement

Environnement Catégorie	E1	E2	E3
Catégorie 1	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Catégorie 2	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Catégorie 3	120-100-80	100-80-60	80-60-40
Catégorie 4	100-80-60	80-60-40	60-40
Catégorie 6	80-60-40	60-40	40

Tableau 08 : Vitesse de référence

Vitesse $V_r = 100 \text{ km/h}$

Rayon en plan :

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

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

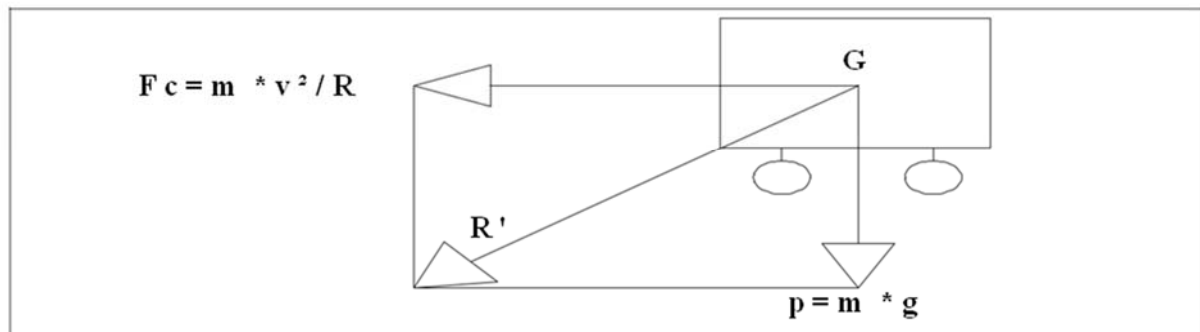


Figure 08 : Rayon En Plan

Avec :

F_c : force centrifuge.

R' : rayon de courbure (la résultante).

P : poids du véhicule.

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

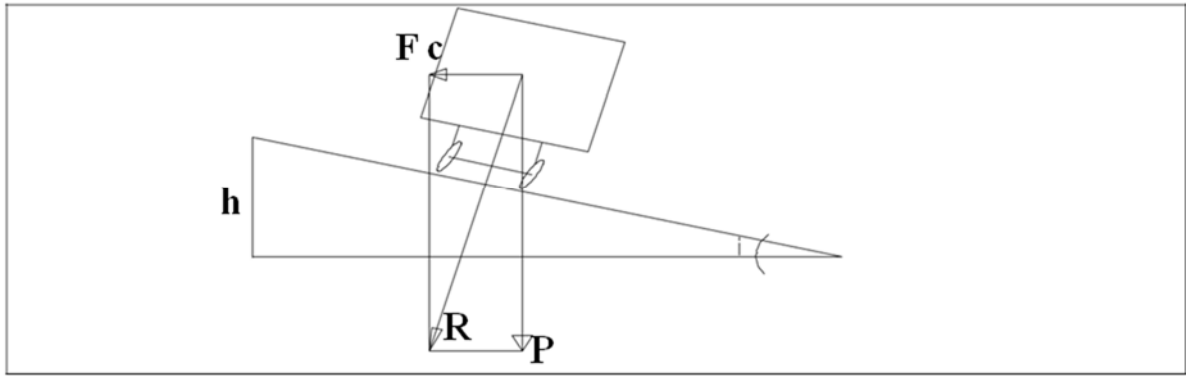


Figure 9 : Rayon En Plan (Inclinaison I)

Ce taux de relèvement (inclinaison i) est appelé devers. La route ainsi inclinée transversalement est dite déversée ou en devers.

En fonction de la vitesse de référence, le rayon minimal à admettre est :

$$R \geq \frac{V_r^2}{g(ft + d_{max})}$$

Avec :

V_r : vitesse de référence (m/s).

g : gravitation (m/s^2).

ft : coefficient de frottement transversal.

d_{max} : devers.

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

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

V_r : vitesse de référence (m/s).

ft : coefficient de frottement transversal.

d_{max} : devers.

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

Catégorie	Vitesse en Km/h					
	Coeff de frottement	40	60	80	100	120
1-2	Transversal ft	0.20	0.16	0,13	0.11	0.1
3-4-5	Transversal ft	0.22	0.18	0,15	0.125	0.11

Tableau 09 : coefficient de frottement en fonction de Vr et Cat

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

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

Tableau 10 : Les valeurs des dévers min et max en fonction de Cat et E

Donc pour notre projet on a :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Catégorie 1} \\ \text{Environnement (E1), } f_t = 0.11 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} V_r = 100 \text{ Km/h} \\ d_{\max} = 7\% \text{ et } d_{\min} = 2.5\% \end{array} \right. \end{array} \right.$$

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

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

Tableau 11 : Les valeurs de f'' en fonction de Cat

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

Rayon minimal absolu RHm

C'est le rayon minimum pour lequel la stabilité du véhicule est assurée, il ne faut jamais descendre au-dessous de cette valeur, et il est défini comme étant le rayon de devers maximal.

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

Rayon minimal normale (RHN) :

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

Avec :

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

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

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

Rayon Au Dévers Minimal (RHd) :

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

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

Rayon Non Déversé (RHnd) :

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

$$RHnd = \frac{V_r^2}{127 (f'' - d_{min})}$$

Le choix des rayons :

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

Détermination des éléments des raccords :

Formules de calculs des éléments de raccordement :

- **La tangente :** $ST = ST' = R \cdot \tan \frac{\beta}{2}$
- **Bissectrice :** $Biss = R \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right)$
- **La développée :** $D = \frac{\pi \cdot R \cdot \beta \text{ GRAD}}{200}$
- **La flèche :** $F = R \left(1 - \cos \frac{\beta}{2} \right)$

Pourcentage alignement droit :

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

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

Déclivité-Profil en long :

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par l'axe de tracé.

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements paraboliques par leur rayon.

Les types de rayons :

- Les rayons en angle rentrants (concaves).
- Les rayons en angle saillant (convexes).

Calcul des cubatures approchées :

➤ Méthode de calcul approximative :

$$V = \left(\frac{S_1 + S_2}{2}\right) d_1 + \left(\frac{S_2 + S_3}{2}\right) d_2 + \dots + \left(\frac{S_{n-1} + S_n}{2}\right) d_n$$

Par conséquent : $d_1/2, d_1 + d_2/2, d_2 + d_3 / 2 \dots$ etc. constitue les distances

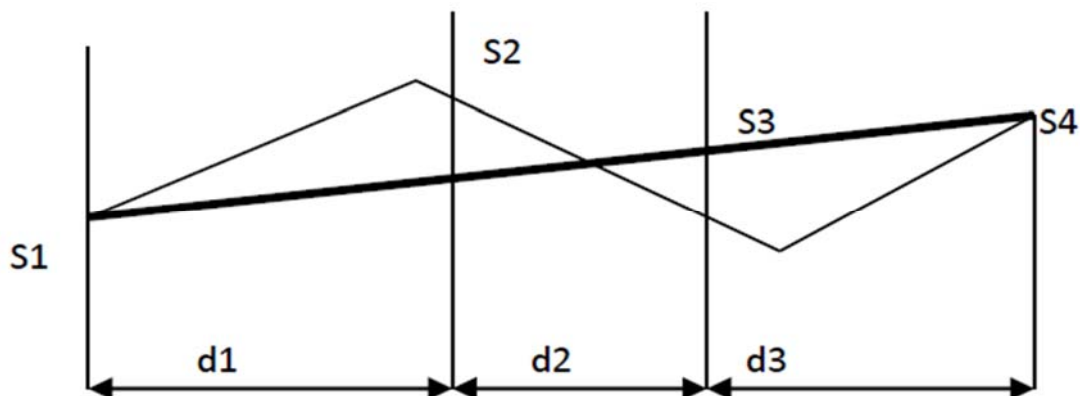


Figure 10 : Calcul De Cubature

➤ **Méthode de calcul des surfaces :**

En remblai :

- ✓ A : largeur de la chaussée+ les 2 accotements
- ✓ $Tg \alpha = P = 2/3 = h/c \rightarrow c = 3h / 2$

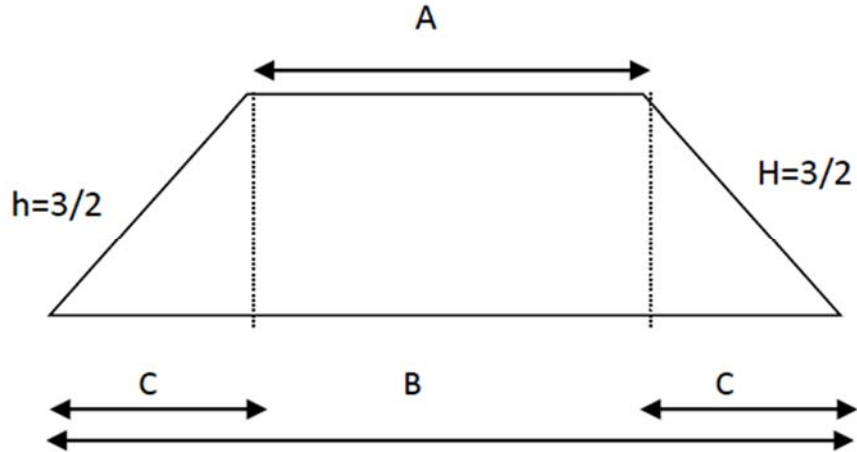


Figure 11 : Cubature Approchée "Cas De Remblai"

- ✓ h : différence de niveau entre la côte de projet et la côte terrain naturel
- ✓ $B = A + 2c = A + 3h$

d'où :

$$S = (A + B)h/2$$

$$SR = Ah + 3 h^2/2$$

En Déblai :

- ✓ h : difference entre C.T.N et C.P.
- ✓ A : largeur de la chaussée + 2 accotements

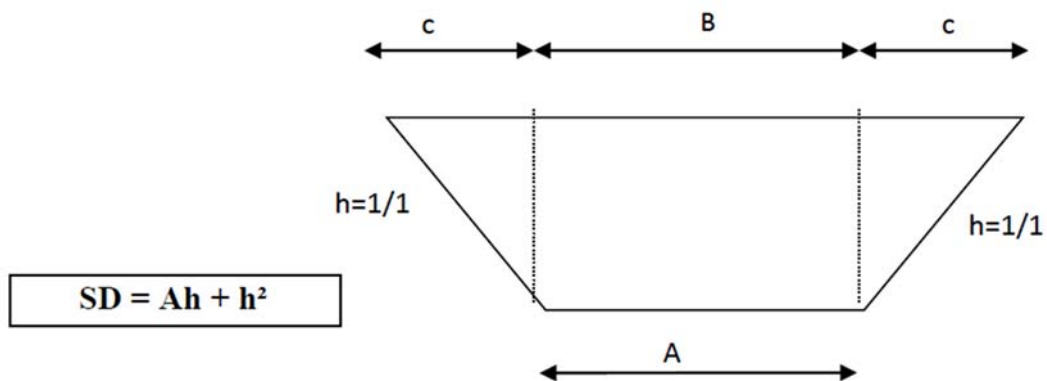


Figure 12 : Cubature Approchée "Cas De Déblai"

Application au projet

Le tracé en plan de la variante est constitué d'alignement droit et de courbes. L'étude consiste à déterminer les angles aux sommets et les longueurs des tangentes, on procède à la mesure à partir de notre plan topographique dans le but de déterminer les rayons en plan.

• Coordonnées des sommets

	X	Y
A	240878,56	3976242,66
S1	241121,68	3976569,95
S2	241034,85	3977463,69
S3	241663,51	3978858,6
B	242220,84	3979112,54

Tableau 12 : Coordonnées définissant l'axe

Les résultats des calculs de l'autre raccordement sont récapitulés dans le tableau suivant :

	delta X	delta Y	Gisement	Distances	Angle (β)
A-S1	243,12	327,29	36,605	407,7	/
S1-S2	-86,83	893,74	5,549	897,948	31,056
S2-S3	628,66	1394,91	24,26	1530,02	18,711
S3-B	557,33	253,94	65,504	612,455	41,244

Tableau 13 : Valeurs des gisements, distances et des angles au centre

• Environnement de la route :

➤ Sinuosité :

Dans notre tracé on évitera de choisir des rayons inférieurs ou égal à 200 m $\Rightarrow \sigma = 0$

Donc sinuosité : **faible**

Environnement :

Nous avons un terrain Plat et une Sinuosité faible cela correspond à un Environnement **E1**

La catégorie de route de notre projet :

D'après la norme B40 on a la catégorie : **CAT 1**

➤ Dénivelée cumulée moyenne :

Cette dénivelée cumulée moyenne nous permet de connaître la nature du terrain le tableau ciaprès

nous donne la dénivelé moyen cumulé de chaque profil :

Tableau 14: dénivelée cumulée

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Point d'axe			DH
			X	Y	Z	
P1	0,000	12,500	240878,563	3976242,663	194,300	0,000
P2	25,000	20,777	240893,471	3976262,731	193,940	-0,360
P3	41,554	12,500	240903,342	3976276,020	193,702	-0,238
P4	50,000	16,723	240908,349	3976282,822	193,580	-0,122
P5	75,000	25,000	240922,810	3976303,214	193,220	-0,360
P6	100,000	25,000	240936,730	3976323,980	192,860	-0,360
P7	125,000	25,000	240950,098	3976345,104	192,500	-0,360
P8	150,000	25,000	240962,906	3976366,573	192,140	-0,360
P9	175,000	25,000	240975,145	3976388,372	191,780	-0,360
P10	200,000	25,000	240986,806	3976410,485	191,420	-0,360
P11	225,000	25,000	240997,881	3976432,897	191,060	-0,360
P12	250,000	25,000	241008,363	3976455,593	190,700	-0,360
P13	275,000	25,000	241018,243	3976478,557	190,340	-0,360
P14	300,000	25,000	241027,516	3976501,773	189,980	-0,360
P15	325,000	25,000	241036,175	3976525,224	189,620	-0,360
P16	350,000	25,000	241044,214	3976548,896	189,260	-0,360
P17	375,000	25,000	241051,627	3976572,771	188,900	-0,360
P18	400,000	25,000	241058,410	3976596,832	188,540	-0,360
P19	425,000	25,000	241064,557	3976621,064	188,180	-0,360
P20	450,000	25,000	241070,064	3976645,449	187,820	-0,360
P21	475,000	25,000	241074,928	3976669,971	187,460	-0,360
P22	500,000	25,000	241079,144	3976694,612	187,100	-0,360
P23	525,000	25,000	241082,711	3976719,355	186,740	-0,360
P24	550,000	25,000	241085,626	3976744,184	186,380	-0,360
P25	575,000	25,000	241087,886	3976769,081	186,020	-0,360
P26	600,000	25,000	241089,490	3976794,029	185,660	-0,360
P27	625,000	25,000	241090,438	3976819,010	185,300	-0,360

P28	650,000	25,000	241090,728	3976844,008	184,940	-0,360
P29	675,000	25,000	241090,360	3976869,004	184,580	-0,360
P30	700,000	25,000	241089,334	3976893,983	184,220	-0,360
P31	725,000	20,262	241087,651	3976918,925	183,860	-0,360
P32	740,523	12,500	241086,276	3976934,387	183,636	-0,224
P33	750,000	17,238	241085,360	3976943,820	183,500	-0,136
P34	775,000	25,000	241082,942	3976968,702	183,140	-0,360
P35	800,000	25,000	241080,525	3976993,585	182,780	-0,360
P36	825,000	25,000	241078,107	3977018,468	182,420	-0,360
P37	850,000	25,000	241075,690	3977043,351	182,060	-0,360
P38	875,000	25,000	241073,272	3977068,234	181,700	-0,360
P39	900,000	25,000	241070,854	3977093,117	181,340	-0,360
P40	925,000	25,000	241068,437	3977117,999	180,980	-0,360
P41	950,000	13,955	241066,019	3977142,882	180,620	-0,360
P42	952,911	12,500	241065,738	3977145,779	180,578	-0,042
P43	975,000	23,545	241063,804	3977167,783	180,260	-0,318
P44	1000,000	25,000	241062,105	3977192,725	179,900	-0,360
P45	1025,000	25,000	241060,925	3977217,697	179,540	-0,360
P46	1050,000	25,000	241060,266	3977242,688	179,180	-0,360
P47	1075,000	25,000	241060,128	3977267,687	178,820	-0,360
P48	1100,000	25,000	241060,510	3977292,684	178,460	-0,360
P49	1125,000	25,000	241061,414	3977317,667	178,100	-0,360
P50	1150,000	25,000	241062,837	3977342,626	177,740	-0,360
P51	1175,000	25,000	241064,780	3977367,550	177,380	-0,360
P52	1200,000	25,000	241067,242	3977392,428	177,020	-0,360
P53	1225,000	25,000	241070,222	3977417,249	176,660	-0,360
P54	1250,000	25,000	241073,718	3977442,003	176,300	-0,360
P55	1275,000	25,000	241077,728	3977466,679	175,940	-0,360
P56	1300,000	25,000	241082,253	3977491,265	175,580	-0,360
P57	1325,000	25,000	241087,288	3977515,753	175,220	-0,360

P58	1350,000	25,000	241092,832	3977540,130	174,860	-0,360
P59	1375,000	25,000	241098,883	3977564,386	174,500	-0,360
P60	1400,000	25,000	241105,438	3977588,511	174,139	-0,360
P61	1425,000	25,000	241112,494	3977612,494	173,779	-0,360
P62	1450,000	25,000	241120,048	3977636,325	173,419	-0,360
P63	1475,000	25,000	241128,097	3977659,993	173,061	-0,359
P64	1500,000	25,000	241136,637	3977683,489	172,721	-0,340
P65	1525,000	25,000	241145,665	3977706,801	172,406	-0,315
P66	1550,000	25,000	241155,177	3977729,921	172,116	-0,290
P67	1575,000	13,621	241165,168	3977752,837	171,851	-0,265
P68	1577,242	12,500	241166,087	3977754,881	171,829	-0,023
P69	1600,000	23,879	241175,438	3977775,630	171,612	-0,217
P70	1625,000	25,000	241185,710	3977798,422	171,397	-0,215
P71	1650,000	25,000	241195,982	3977821,214	171,195	-0,202
P72	1675,000	25,000	241206,254	3977844,007	170,994	-0,202
P73	1700,000	25,000	241216,526	3977866,799	170,792	-0,202
P74	1725,000	25,000	241226,798	3977889,591	170,591	-0,202
P75	1750,000	25,000	241237,070	3977912,383	170,389	-0,202
P76	1775,000	25,000	241247,342	3977935,176	170,187	-0,202
P77	1800,000	25,000	241257,614	3977957,968	169,986	-0,202
P78	1825,000	25,000	241267,886	3977980,760	169,784	-0,202
P79	1850,000	25,000	241278,158	3978003,552	169,583	-0,202
P80	1875,000	25,000	241288,430	3978026,344	169,381	-0,202
P81	1900,000	25,000	241298,702	3978049,137	169,180	-0,202
P82	1925,000	25,000	241308,975	3978071,929	168,978	-0,202
P83	1950,000	25,000	241319,247	3978094,721	168,776	-0,202
P84	1975,000	25,000	241329,519	3978117,513	168,575	-0,202
P85	2000,000	25,000	241339,791	3978140,306	168,373	-0,202
P86	2025,000	25,000	241350,063	3978163,098	168,172	-0,202
P87	2050,000	25,000	241360,335	3978185,890	167,970	-0,202

P88	2075,000	25,000	241370,607	3978208,682	167,769	-0,202
P89	2100,000	25,000	241380,879	3978231,474	167,567	-0,202
P90	2125,000	25,000	241391,151	3978254,267	167,365	-0,202
P91	2150,000	25,000	241401,423	3978277,059	167,164	-0,202
P92	2175,000	25,000	241411,695	3978299,851	166,962	-0,202
P93	2200,000	25,000	241421,967	3978322,643	166,761	-0,202
P94	2225,000	25,000	241432,239	3978345,436	166,559	-0,202
P95	2250,000	25,000	241442,511	3978368,228	166,358	-0,202
P96	2275,000	25,000	241452,783	3978391,020	166,156	-0,202
P97	2300,000	25,000	241463,055	3978413,812	165,955	-0,202
P98	2325,000	25,000	241473,327	3978436,604	165,753	-0,202
P99	2350,000	24,463	241483,599	3978459,397	165,551	-0,202
P100	2373,926	12,500	241493,430	3978481,210	165,359	-0,193
P101	2375,000	13,037	241493,872	3978482,189	165,350	-0,009
P102	2400,000	25,000	241504,424	3978504,852	165,148	-0,202
P103	2425,000	25,000	241515,488	3978527,269	164,947	-0,202
P104	2450,000	25,000	241527,060	3978549,430	164,745	-0,202
P105	2475,000	25,000	241539,131	3978571,321	164,544	-0,202
P106	2500,000	25,000	241551,698	3978592,933	164,342	-0,202
P107	2525,000	25,000	241564,752	3978614,254	164,140	-0,202
P108	2550,000	25,000	241578,287	3978635,272	163,949	-0,192
P109	2575,000	25,000	241592,296	3978655,977	163,797	-0,152
P110	2600,000	25,000	241606,772	3978676,359	163,686	-0,110
P111	2625,000	25,000	241621,708	3978696,406	163,617	-0,069
P112	2650,000	25,000	241637,095	3978716,109	163,590	-0,027
P113	2675,000	25,000	241652,927	3978735,457	163,605	0,015
P114	2700,000	25,000	241669,193	3978754,441	163,661	0,056
P115	2725,000	25,000	241685,887	3978773,049	163,759	0,098
P116	2750,000	25,000	241703,000	3978791,274	163,898	0,140
P117	2775,000	25,000	241720,522	3978809,105	164,079	0,181

P118	2800,000	25,000	241738,445	3978826,533	164,302	0,223
P119	2825,000	25,000	241756,760	3978843,549	164,567	0,265
P120	2850,000	25,000	241775,456	3978860,145	164,873	0,306
P121	2875,000	25,000	241794,525	3978876,311	165,221	0,348
P122	2900,000	25,000	241813,956	3978892,040	165,610	0,390
P123	2925,000	25,000	241833,740	3978907,324	166,041	0,431
P124	2950,000	25,000	241853,866	3978922,154	166,514	0,473
P125	2975,000	25,000	241874,323	3978936,522	167,029	0,515
P126	3000,000	25,000	241895,102	3978950,422	167,585	0,556
P127	3025,000	25,000	241916,192	3978963,846	168,181	0,597
P128	3050,000	25,000	241937,581	3978976,788	168,790	0,608
P129	3075,000	25,000	241959,258	3978989,240	169,398	0,608
P130	3100,000	25,000	241981,213	3979001,196	170,007	0,608
P131	3125,000	25,000	242003,434	3979012,651	170,615	0,608
P132	3150,000	20,378	242025,910	3979023,597	171,224	0,608
P133	3165,756	12,500	242040,200	3979030,232	171,607	0,383
P134	3175,000	17,122	242048,612	3979034,065	171,832	0,225
P135	3200,000	25,000	242071,362	3979044,431	172,440	0,608
P136	3225,000	25,000	242094,112	3979054,796	173,049	0,608
P137	3250,000	25,000	242116,862	3979065,162	173,657	0,608
P138	3275,000	25,000	242139,612	3979075,527	174,266	0,608
P139	3300,000	25,000	242162,361	3979085,893	174,874	0,608
P140	3325,000	25,000	242185,111	3979096,259	175,483	0,608
P141	3350,000	19,629	242207,861	3979106,624	176,091	0,608
P142	3364,258	7,129	242220,836	3979112,536	176,438	0,347
longueur T		3364,258			somme DH	-17,862

$$\Sigma\Delta H = - 17.862 \text{ m} \quad \Sigma\text{Dist} = \text{LT} = 3364.258 \text{ m}$$

$$\text{Dc} = \left| \frac{- 17.862}{3364.258} \right| = 0.53\% < 1.5\%$$

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

Terrain est: **Plat**

- **Environnement de la route :**

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

Dans notre cas nous avons : plat, Sinuosité

Donc la variante est **d'environnement : E1**

- **Vitesse de référence :**

La vitesse de référence choisie dans notre projet D'après le tableau est

$$V_r = 100 \text{ Km/h}$$

	Calculé	B 40	Devers
RHm	437.445	450	7%
RHn	629.921	650	7%
RHd	1574.80	1600	2.5%
RHnd	2249.72	2200	2.5%

Tableau 15 : Rayon en plan

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 RHN.

$$R_1 = 950 \text{ m}$$

$$R_2 = 1200 \text{ m}$$

$$R_3 = 1100 \text{ m}$$

Détermination des éléments des Raccordements :

Les résultats dans le tableau suivant :

Angle au centre β (gr)	R(m)	ST(m)	Dev(m)	Biss(m)	Flesh(m)
31.056	950	231.447	453.678	28.367	27.527
18.711	1200	177.627	352.694	13.075	12.934
41.244	1100	369.331	712.645	60.347	57.208

Tableau 16 : Les éléments des raccordements.

La longueur totale des alignements droits : LAD

$$LAD = AT_1 + T_1T_2 + T_2T_3 + T_3B$$

La longueur totale des arcs de cercles : LC

$$LC = Dev_1 + Dev_2$$

La longueur totale du tronçon : LT

$$LT = LAD + LC$$

Longueur Alignement droit (m)		Longueur partie Courbes (m)	
AT1	171.2		
T'1T2	483.448	Dev (R1)	453.678
T'2T3	982.52	Dev (R2)	352.694
T'3B	242.955	Dev (R3)	712.645
Σ	1880.123	Σ	1519.017
Lt = 3399.14			

Tableau 17 : La longueur totale du tronçon LT

Pourcentage Alignement Droit :

%alig-Droit = 55.3 %..... condition vérifiée.

Pourcentage Courbe :

% courbe = 44.6 %..... condition vérifiée.

CHAPITRE IV
RACCORDEMENT
PROGRESSIVE

Raccordement progressif (la Clothoïde) :

Définition :

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

La courbure de la Clothoïde est linéaire par rapport à la longueur de l'arc.

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

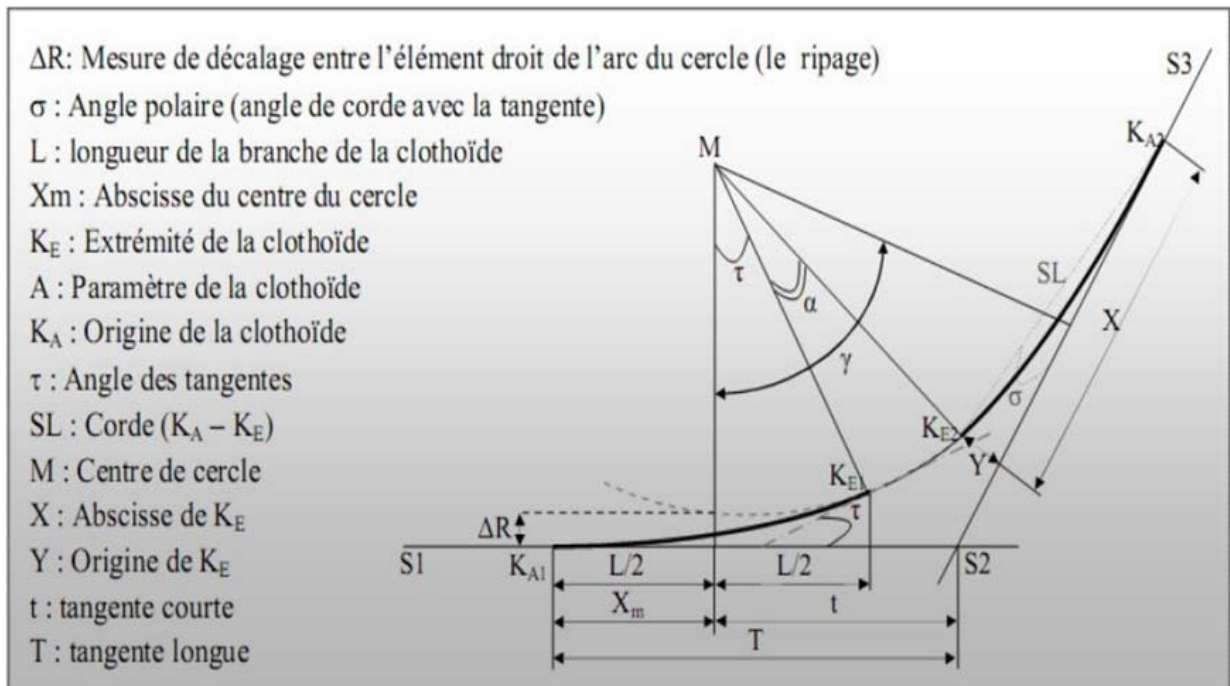


Figure 13 : Élément De La Clothoïde

Propriétés de la clothoïde

Le rayon de courbure d'une Clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en O, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie r , en un point donné P de la courbe

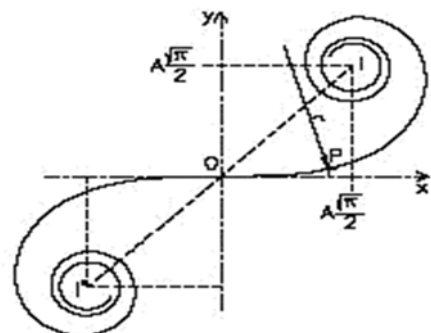


Figure 14 : La Propriété De Clothoïde

Un véhicule qui parcourt cette courbe voit donc le rayon de braquage de ses roues diminuer progressivement en passant par toutes les valeurs comprises entre l'infini et r .

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

Le calcul des caractéristiques de ces raccords à courbure progressive 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 raccords :

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

1) Condition optique :

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

On admet en général que : pour être perceptible un raccordement doit correspondre à un changement de direction en plan supérieur ou égale à 3, comme le raccordement progressif est une clothoïde cette condition peut s'écrire : $R > A \geq R/3$

D'après les règles générales de B (40) :

- Pour $R \leq 1500\text{m}$ $\Delta R = 1\text{m}$ $L_1 \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R}$
- Si $1500 < R \leq 5000 \text{ m}$ $L \geq R/9$
- Si $R > 5000 \text{ m}$ $L \geq 7.75 \sqrt{R}$

2) 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.

$$L_2 \geq \frac{V_r^2}{18} \left(\frac{V_r^2}{127R} - \Delta d \right)$$

Avec :

V_r : vitesse de référence en (km/h).

R : rayon en (m).

Δd : variation de dévers.

3) Condition de gauchissement :

Cette condition a pour objet d'assurer à la voie un aspect satisfaisant en particulier dans les zones de variation des dévers. Elle s'explique dans le rapport à son axe.

$$L_3 \geq l . \Delta d . V_r$$

Avec :

L : longueur de raccordement.

l : largeur de la chaussée.

Δd : variation de dévers.

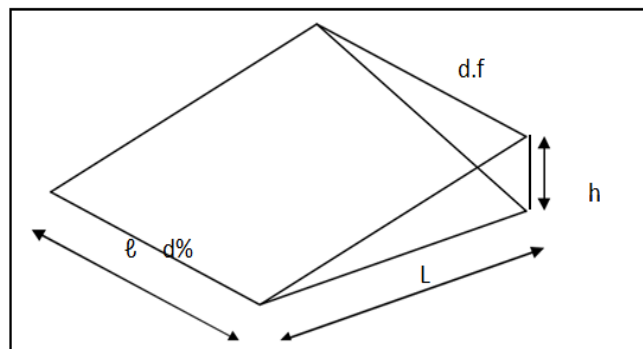


Figure 15 : Condition De Gauchissement

Vérification de non chevauchement :




<i>Les cas</i>	<i>le schéma</i>	<i>Clothoïde</i>
$\tau = \frac{\beta}{2}$	<p>L₁ : 1^{ère} branche L₂ : 2^{ème} branche</p> 	Clothoïde sans arc de cercle
$\tau \ll \frac{\beta}{2}$	<p>1^{ère} Branche Arc de cercle 2^{ème} branche</p>  <p>L1 L2</p>	Clothoïde avec arc de cercle
$\tau > \frac{\beta}{2}$	<p>1^{ère} branche 2^{ème} Branche</p>  <p>L1 L2</p>	Clothoïde impossible

Figure 16 : Vérification De Non Chevauchement

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.

❖ **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%**

❖ **Devers en courbe :**

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.

Les valeurs préconisées pour les normes algériennes sont les suivantes :

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

Tableau 18 : Environnement devers

Détermination des dévers aux rayons en plan

• **1^{er} cas :**

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

• **2^{ème} cas :**

Le rayon choisi : $R_{Hd} \leq R \leq R_{HNd} \rightarrow$ Le dévers associé est le dévers minimal de l'alignement droit.

• **3^{ème} cas :**

Le rayon choisi : $R_{HN} \leq R \leq R_{Hd} \rightarrow$ le dévers associé « d » est calculé par interpolation entre le dévers associé à R_{HN} et celui associé à R_{Hd} .

$$\frac{d(R) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{Hd}}} = \frac{d(R_{HN}) - d(R_{Hd})}{\frac{1}{R_{HN}} - \frac{1}{R_{Hd}}}$$

•4ème cas :

Le rayon choisi : $RHm < R < RHN$ → la route est déversée à l'intérieur du virage et «d» est calculé par interpolation linéaire en $1/R$.

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

CHAPITRE V

PROFIL

EN LONG

Définition :

Le profil en long est une coupe longitudinale du terrain suivant un plan vertical passant par l'axe de la route. Il se compose de segments de droite de déclivité en rampe et en pente et des raccordements circulaires, ou parabolique.

Ces pentes et rampes peuvent être raccordées entre elles soit par des angles saillants ou par des angles rentrants. La courbe de raccordement les plus courants utilisés est le parabolique qui facilite l'implantation des points du projet.

Règles à respectée dans le tracé du profil en long :

La ligne rouge : c'est la ligne du projet qui doit tenir compte des critères suivants :

- Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par les règlements en vigueur.
- Les sections où la visibilité de dépassement est assurée doivent alterner fréquemment avec celles où ne peut pas l'être.
- Eviter les hauteurs excessives des remblais.
- Eviter les angles rentrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Pour assurer un bon écoulement des eaux, on placera les zones des dévers nul dans une pente du profil en long.
- Rechercher un équilibre entre le volume des remblais et le volume des déblais.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Il faut éviter de placer un point bas du profil en long dans une zone de déblai et en sens inverse, il est contre indiqué de prévoir un remblai dans un point haut.
- Comme pour les tracés en plan, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à certaines règles, notamment :
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison de cercle et d'arcs à courbe progressive de très grand rayon.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.

LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN LONG :

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

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

Les types de rayons :

- Les rayons en angle rentrants (concaves).
- Les rayons en angle saillant (convexes).

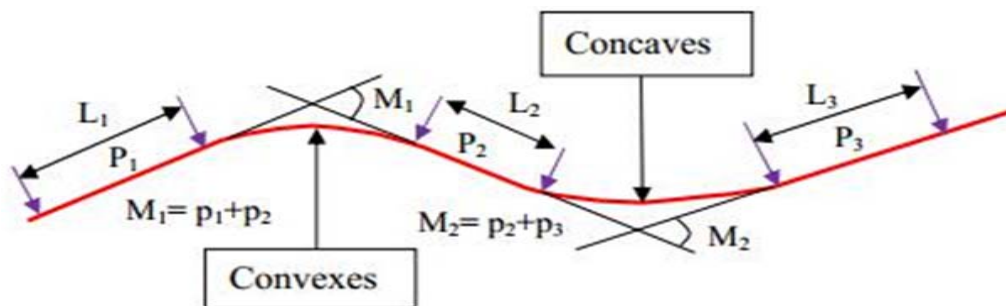


Figure 17 : Élément Géométriques Du Profil En Long

Coordination du tracé en plan et du profil en long :

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

- D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.)

Pour éviter les défauts résultant d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre :

- D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
- D'amorcer la courbe en plan avant un point haut. Lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.

- De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

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.

Le raccordement entre une pente et une rampe se fait par un arc de cercle dont la nature est fixée par la différence m des deux déclivités

- Raccordement pente- rampe ($m < 0$) : arc concave.
- Raccordement rampe- pente ($m > 0$) : arc convexe.

Déclivité minimale :

La pente d'une route ne doit pas être au-dessous de 0.5 % et de préférence 1 %, dans les zones ou le terrain est plat, afin d'assurer un écoulement aussi rapide des eaux de pluie le long de la route au bord de la chaussée

Déclivité maximale :

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

- La réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).
- L'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).
- Condition d'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tous les véhicules.
- Vitesse minimale du poids lourd.

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

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

Tableau 12 : Valeur de déclivité maximale

Remarque :

L'augmentation excessive des rampes provoque ce qui suit :

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

Application au projet :

La vitesse de base qu'on retenue dans notre projet est 100 km/h, donc la déclivité maximale et de 5%.

Raccordement en profil en long :

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

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

On distingue donc deux types de raccordement :

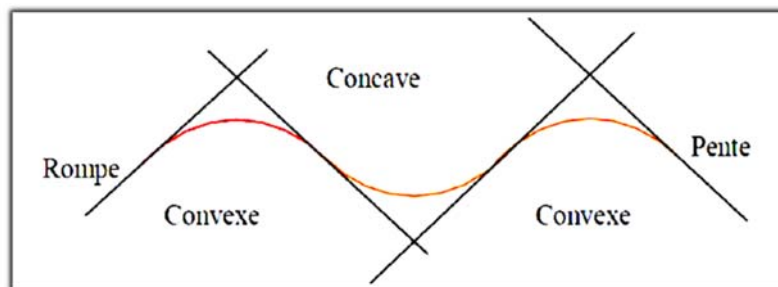


Figure 18 : Raccordement En Profil En Long

Raccordement convexe (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'oeil humain. Les conceptions doivent

satisfaire aux conditions suivantes :

➤ Condition de confort :

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable. Elle consiste à limiter l'accélération

verticale est représenté par la formule suivante :

$$\frac{V_R^2}{Rv} \leq \frac{g}{40}$$

D'où : $Rv \geq 0,30 V^2$ (catégorie 1-2).

$Rv \geq 0,23 V^2$ (catégorie 3-4-5).

Avec:

g: (accélération de la pesanteur) = 10 m /s².

Rv : c'est le rayon vertical (m).

Vr : vitesse de référence (km /h).

➤ **Condition de visibilité :**

Une considération essentielle pour la détermination du profil en long est l'obtention d'une visibilité satisfaisante.

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

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

Avec :

D₁ : la distance d'arrêt

h₀ : hauteur de l'oeil

h₁ : hauteur de l'obstacle

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

$$Rvm = a \cdot d^2$$

a = 0.24 pour les catégories 1 et 2.

a = 0.22 pour les catégories 3, 4 et 5.

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

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

	Vr (km/h)					
	Rayons	40	60	80	100	120
CAT 1-2	Rv' m	300	1000	2500	6000	12000
	Rv' n	1000	2500	6000	12000	18000

Tableau 20 : Rayon Convexes (angle saillant)

Raccordements concaves (angle rentrant) :

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

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

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

$$\diamond \frac{g}{40} \text{ pour la CAT 1-2 .}$$

a. Rayon minimal absolu :

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

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

$$Rvm(v_r) = 0.3V_r^2 = 0.3 \times 100^2 = 3000m$$

Rayon minimal normal :

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

$$RVN' = RVM'(vr + 20).$$

$$Rvn = Rvm(Vr+20)$$

$$Rvn = 0.3 \times 1202 = 4320m$$

❖ $\frac{g}{30}$ pour la CAT 3-4-5 .

Application De Projet :

$$V_r = 100km/h \Rightarrow I_{max} = 5$$

Element sommet	P1 P2	Sens des pentes	Les rayons	T	L	F
S1	-1.440 - 0.806	Meme sens	25000	79.25	158.5	0.125
S2	-0.806 2.434	Sens contraire	15000	122.1	244.2	0.496

Tableau 21 : Valeur de tangente et de fleche Selon Les Normes B40

$$T_1 = \frac{25000}{200} |-1.44 + 0.806| = 79.25$$

$$T_2 = \frac{15000}{200} |-0.806 + 2.434| = 122.1$$

$$L = 2 \times T$$

$$F = \frac{T^2}{2R}$$

$$F_1 = \frac{79.25^2}{2(25000)} = 0.125$$

$$F_2 = \frac{122.1^2}{2(15000)} = 0.496$$

CHAPITRE VI

ETUDE

CINEMATIQUE

PARAMETRES CINEMATIQUE

Définition :

Les paramètres cinématique prennent en compte le mouvement des véhicules sur la route en fonction de la vitesse de référence, donc ils sont d'une importance primordiale pour la détermination des différentes distances nécessaires à la projection du tracé du projet .

Distance de freinage :

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

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

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

Avec :

VR : vitesse de référence en Km/h.

e : déclivité.

f_{rl} : coefficient de frottement longitudinal qui dépend de la vitesse VR.

	V (km/h)	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	f_l	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.30
	d_0	14	34	65	111	175	269
CAT 3-4-5	f_l	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/
	d_0	13	31	59	100	160	/

Tableau 22 : Coefficient De Frottement Longitudinal Selon Les Normes B40

Pour notre projet : Cat 1

$$V_r = 100 \text{ Km/h} \quad \Rightarrow \quad f_l = 0.36$$

- **En alignement droit :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g \times fl}$$

- **En rampe :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g \times (fl + e)}$$

- **En pente :**

$$d_0 = 0.04 \times \frac{V_r^2}{g \times (fl - e)}$$

Temps de perception et de réaction :

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

Sa durée conditionnée par des caractéristiques de conducteur et le véhicule. Il intervient pour :

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

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

Dans une attention concentrée

t = 2s pour un obstacle imprévisible

t = 0.6s pour un obstacle prévisible

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

t = 2s pour des vitesses < 100Km/h

t = 1.8s pour des vitesses ≥ 100Km/h

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

$$d_1 = v \times t \quad \text{Avec : } \quad \mathbf{V : m/s} \quad , \quad \mathbf{t : s}$$

Distance d'arrêt :

La distance d'arrêt d'un véhicule est la distance conventionnelle théorique nécessaire à un véhicule pour s'arrêter compte tenu de sa vitesse. Cette distance est le cumul de la distance de freinage.

$$\text{distance d'arrêt (d) : } \mathbf{d = d_1 + d_0}$$

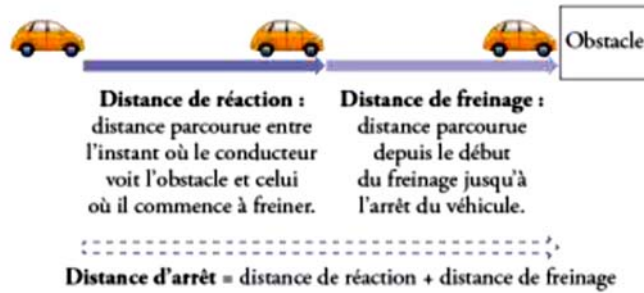


FIGURE 19 : Distance D'arret Et De Freinage

- En alignement droit :

Pour $V_r \leq 60$ Km/h et quand $t = 2$ s $d = d_0 + 0.55 V_r$

Pour $V_r > 60$ Km/h et quand $t = 1.8$ s $d = d_0 + 0.50 V_r$

Application : $V_r = 100$ Km/h $t = 1.8$ s $d = d_0 + 0.5 V_r$

En palier : $d = 111,11 + (0.5 * 100) = 161,11$ m

En courbe :

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

Pour $V_r \leq 60$ Km/h et quand $t = 2$ s $d = 1.25 \times d + 0.55 \times V_r$

Pour $V_r > 60$ Km/h et quand $t = 1.8$ s $d = 1.25 \times d + 0.50 \times V_r$

Application : $V_r = 100$ Km/h $t = 1,8$ s $d = 1.25 \times d + 0.50 \times V_r$

En palier : $d = (1.25 \times 111,11) + (0.5 \times 100) = 188,89$ m

Espacement entre deux véhicules :

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

La distance de freinage ne change pas et reste d_0 , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de second véhicule un feu arrière de stop de premier véhicule.

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

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

L : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend $t' = 0.75$ s

En pratique, on prend $t = 3$ s

Distance de sécurité sera donc : $d_2 = d_1 + V \times (t + t') + L$ (t en s et v en m/s)

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

Sachons que $V = \frac{v(\text{km/h})}{3.6}$ et $t' = 0.75$ s $\Rightarrow E_s = V \times 3 + L$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

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

$$E_s = 1,2 \times v \quad \text{ou} \quad E_s = \frac{v}{3}$$

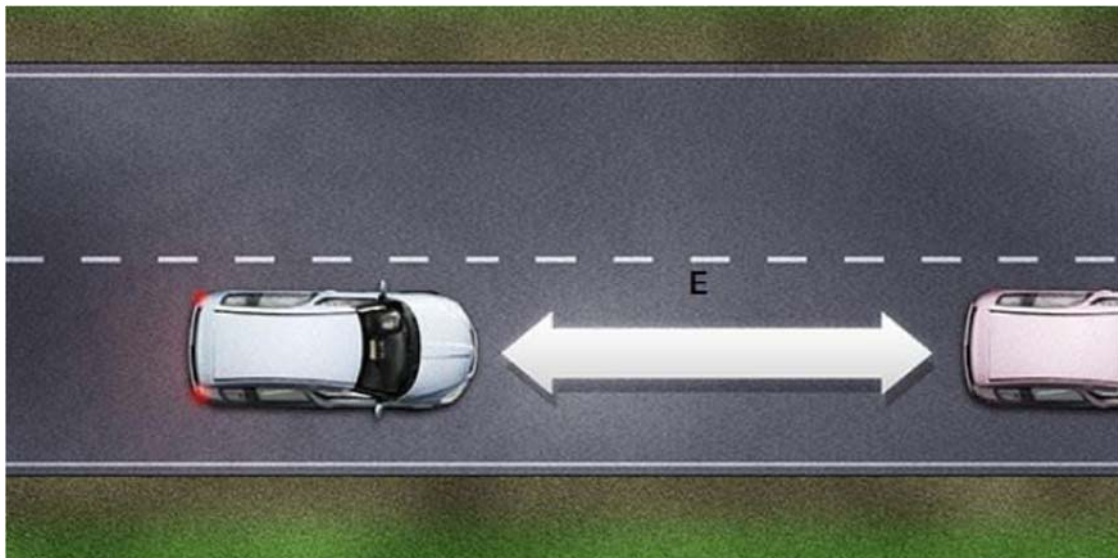


Figure 20 : L'espace Entre Deux Véhicules

Distance de visibilité de dépassant et de manoeuvre :

Cette dernière représente la distance nécessaire telle que si un véhicule rapide apparait en sens inverse du véhicule effectuant le dépassement à l'instant où celui-ci amorce sa manoeuvre il ne croise le véhicule inverse qu'après l'exécution de la manoeuvre.

Le tableau suivant résume selon les normes B40 les distances de visibilité de la manoeuvre et de dépassement et d'arrêt :

dvdm : Distance de visibilité et de manoeuvre de dépassement moyenne

dvdn : Distance de visibilité et de manoeuvre de dépassement normale

dmd : Distance de visibilité de manoeuvre et de dépassement.

Vr (km/h)	40	60	80	100	120	140
dvdm	4v	4v	4v	4,2v	4,6v	5v
	160	240	320	420	550	700
dvdn	6v	6v	6v	6,2v	6,6v	7v
	240	360	480	620	790	980
dmd	70	120	200	300	425	/

Tableau 23 : Valeur de dvd et dmd en fonction de la vitesse

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

Application : Vr = 100 Km/h

dvdm = 420 m

dvdn = 620 m

dmd = 300 m

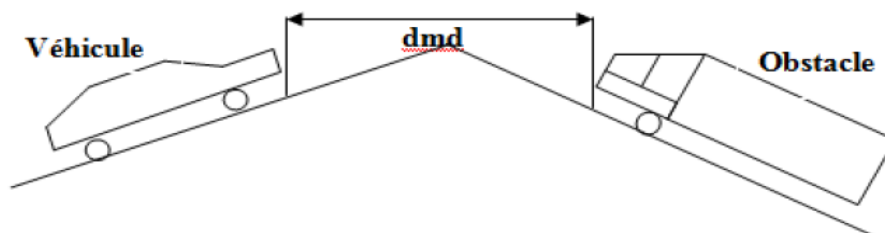


Figure 21 : Distance De Visibilité De Manoeuvre Et De Dépassement « Dmd »

Application De Projet :

On a catégorie 1, vitesse de référence = 100 Km/ h

Du tableau .1, on tire f : f = 0,36

1. distance de freinage

En palier avec : $e = 0$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{100^2}{10 \times 0.36} = 111.11 \text{ m}$$

En rampe avec : $e = 0.052$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{100^2}{10 \times (0.36 + 0.052)} = 97.087 \text{ m}$$

En Pente avec : $e = -0.052$

$$d_0 = 0.04 \times \frac{100^2}{10 \times (0.36 - 0.052)} = 129.87 \text{ m}$$

2-Distance d'arrêt :

$V = 100 \text{ Km/h}$ donc : $t = 1.8 \text{ s}$.

2.1 En alignement droit :

E = 0 :

$$d_1(\text{m}) = d_0 + 0,50 * V = 111.11 + 50$$

$$d_1(\text{m}) = 161.11 \text{ m}$$

E = 0.052 :

$$d_1(\text{m}) = d_0 + 0,50 * V = 97.087 + 50$$

$$d_1(\text{m}) = 147.087 \text{ m}$$

E = - 0.052 :

$$d_1(\text{m}) = d_0 + 0,50 * V = 129.87 + 50$$

$$d_1(\text{m}) = 179.87 \text{ m}$$

2.2 En alignement en courbe :

t = 1.8s

$$d_2(\text{m}) = 1.25 d_0 + 0.5V \Rightarrow d_2(\text{m}) = 1.25 d_0 + 50$$

E = 0 :

$$d_2(\text{m}) = 188.89 \text{ m}$$

E = 0.052 :

$$d_2(\text{m}) = 171.358 \text{ m}$$

E = - 0.052 :

$$d_2(\text{m}) = 212.337 \text{ m}$$

Distance de visibilité de dépassement et de manoeuvre :

Sachant que : $V = 100 \text{ Km/h}$

3.1 Pour un dépassement court ou en force :

D'après le tableau 2 :

$$t = 1.8 \text{ s} : D_{vd f} (m) = 4.2 * 100 = 420 \text{ m}$$

3.2 Pour un dépassement normal :

$$t = 1.8 \text{ s} : d_{vd n} = 6.2 * 100 = 620 \text{ m}$$

3.3 Distance de manoeuvre :

On peut obtenir cette distance du tableau 2 : $D_{md} (m) = 300 \text{ m}$.

4-Espacement entre 2 véhicules :

$$E = 8 + 0.2 \times v + 0.003 \times v^2$$

$$E = 8 + 0.2 \times 100 + 0.003 \times 100^2$$

$$E = 58 \text{ m}$$

CHAPITRE VII

PROFILE EN

TRAVEL

PROFIL EN TRAVERS :

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

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

Profil en travers type :

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

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

❖ On a pris 6 profils en travers avec l'épaisseur du corps de chaussé :

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

Les éléments constituant un profil en travers type :

❖ Chaussée :

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

❖ La largeur roulable :

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

Sur largeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

❖ **La plate-forme :**

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

❖ **Assiette :**

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

❖ **L'emprise :**

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

❖ **Les accotements :**

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

❖ **Le terre-plein central :**

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

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

❖ **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.

❖ **Bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) :**

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

❖ Bande dérasée de gauche (B.D.G):

Les bandes dérasées sont situées de part et d'autre de la chaussée et s'y raccordent sans dénivèlement. Elles sont dégagées de tout obstacle et destinée en particulier à éviter à l'usager un effet de paroi très gênant à haute vitesse.

Elles sont constituées à partir de bord géométrique de la chaussée par une sur largeur de 0.50m ou de 1.00m suivant que cette structure est en béton de ciment ou en béton bitumineux.

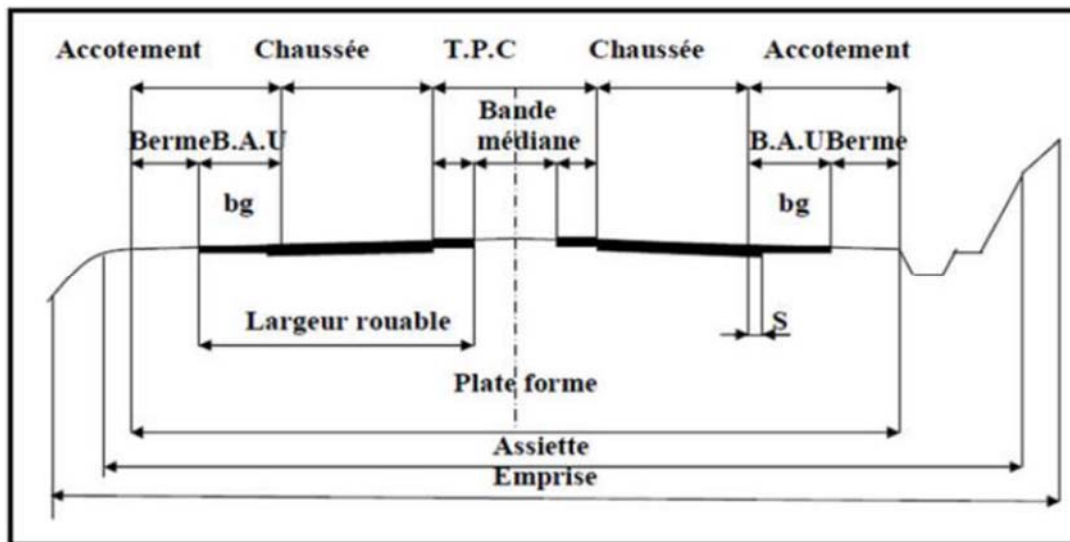


Figure 22 : Les Eléments D'une Route

Classification de profil en travers :

Ils existent deux types de profil :

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

a. Le profil en travers type :

Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant-métré des terrassements. Aussi il contient tous les éléments constructifs de route, dans toutes les situations(en remblai, en déblai).

b. Le profil en travers courant :

C'est la coupe perpendiculaire à l'axe de la route constitués ce qu'on appelle profil en travers.

Il se rapporte aux points bien particuliers telle que :

- Altitude de forme de terrain.
- Altitude de l'axe du devers.
- Points de changement de pentes
- Points au sont prévus les ouvrages de protection.
- Largeur des talus.

Application au Projet :

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu sera composé d'une chaussée unidirectionnelle.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- Chaussée : $7 \times 2 = 14$ m
- Accotement : $2 \times 2 = 4$ m

CHAPITRE VIII
DIMENSIONNEMENT
DU CORPS
DE CHAUSSEE

DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE :

Une étude routière ne se limite pas en un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisée, elle devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation :

action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas,... Etc. Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonne caractéristique géométrique mais aussi de bonne caractéristique mécanique lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie.

DEFINITION DE LA CHAUSSE :

- ✚ Au sens Géométrique : la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- ✚ Au sens Structurel : l'ensemble des couches des matériaux superposées qui permettent la reprise des charges.

DURE DE VIE D'UNE CHAUSSEE :

La durée de vie d'une chaussée varie selon qu'il s'agisse d'une autoroute ou voie expresse et d'une route nationale ou d'un chemin de wilaya.

- Les autoroutes et voies express ont une durée de vie initiale de 30ans.
- Les Routes nationales ou chemins de wilaya sont dimensionnés pour une durée de vie de 15 à 20 ans.

Cette distinction a été adoptée pour limiter les interventions d'entretien structurel sur les routes à fort trafic, réduire la gêne de l'utilisateur et limiter les contraintes liées à l'exploitation de la route.

LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEE :

Il existe trois type de chaussées :

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

Chaussée souple :

Elle est constituée par la superposition d'un certain nombre de couche.

Dans une chaussée souple, on distingue, en partant du haut vers le bas, les couches suivantes :

- ❖ La couche de surface (couche de liaison + couche de roulement).
- ❖ Couche d'assise (couche de base + couche de fondation).



Figure 23 : Chaussée Souple

La couche de surface :

C'est la couche supérieure de la chaussée, qui subit directement les efforts des véhicules et les facteurs naturels, d'où ses deux rôles principaux :

- ❖ d'une part, elle doit absorber les efforts horizontaux tangentiels (cisaillement) importants et de transmettre les charges verticales.
- ❖ d'autre part, elle doit offrir à l'utilisateur une surface de roulement compatible avec les exigences de l'automobiliste moderne.

Outre, cette couche assure la qualité superficielle de la chaussée et protège les couches inférieures, donc elle doit être toujours en bon état.

Cette couche de surface peut être multiple, dans le cas où la circulation est intense elle comporte :

La couche de roulement :

- En matière de sécurité, elle doit avoir une bonne rugosité (adhérence) indispensable pour assurer

aux véhicules des possibilités de freinage convenable et une bonne stabilité transversale.

- En matière de confort, elle doit présenter un bon uni afin que l'utilisateur ne ressente pas dans son

véhicule de secousses brutales ou de vibrations excessives.

- En matière de pérennité, elle doit assurer une bonne imperméabilité.

La couche de liaison :

La couche de liaison a pour rôle essentiel, d'assurer une transition (liaison) entre la couche de base et celle de roulement.

Le corps de chaussée :

Sous la couche de surface, vient le corps de chaussée, dont le rôle essentiel est de résister aux charges et de répartir les pressions qui résultent de telle sorte que le terrain ne soit plus sollicité qu'avec les contraintes compatibles avec sa portance. Il comporte de haut en bas :

1) La couche de base :

Constituée de matériaux résistants (Pierres concassées, graviers bitumineux), son rôle est de transmettre les charges à la couche de fondation provenant de la circulation. (Résister aux charges verticales de La circulation).

2) La couche de fondation :

Son rôle est d'assurer la transmission convenable des charges verticales (contraintes), apportées par la couche de base sur le terrassement. Elle doit aussi assurer un bon drainage.

La sous couche :

Lorsque le corps de chaussée doit être préservé contre certaines actions (le sol naturel est de mauvaise qualité), on interpose entre celui-ci et le terrain une couche supplémentaire appelée sous couche. La sous couche est, éventuellement, prévue pour :

- Soit assurer le drainage de la fondation : la sous couche est dite alors drainante.
- Soit empêcher les remontées d'argile dans la chaussée : la sous couche est dite alors «anticontaminante ».
- Soit, s'opposer aux remontées d'eau par capillarité : la sous couche est dite alors anti capillaire.
- Soit lutter contre les effets de gel : la sous couche est dite alors anti -gel.
- Une sous couche peut avoir plusieurs de ces rôles.

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

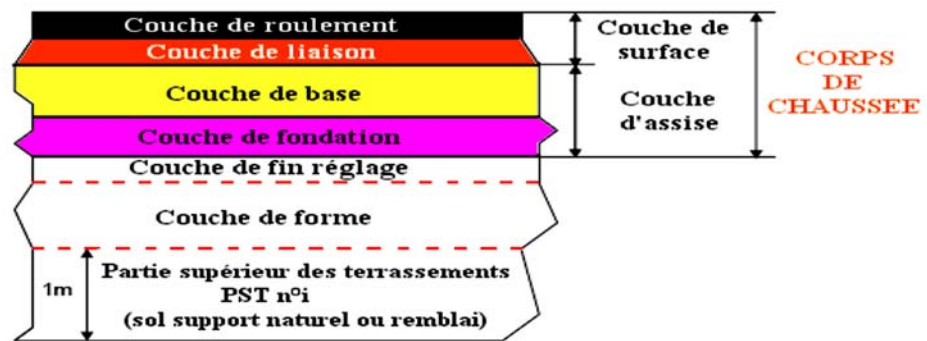


Figure 24 : Schéma Théorique De La Structure Du Corps De Chaussée

Chaussée semi-rigide :

On distingue :

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

La couche de roulement est en enrobé hydrocarboné et repose quelque fois par l'intermédiaire d'une couche de liaison également en enrobé strictement minimale doit être de 15 cm. Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

- Les chaussées comportant une couche de base ou une couche de fondation en sable gypseux.

Chaussée rigide :

Comportant des dalles en béton (correspondant à la couche de surface de chaussée souple) qui fléchissant élastiquement sous les charges transmettent les efforts à distance et les répartissent

ainsi sur une couche de fondation qui peut être un grave stabilisé mécaniquement, une grave traitée aux liants hydrocarbonés ou aux liants hydrauliques. Ce type de chaussée est pratiquement inexistant en Algérie.

Structures de chaussée :

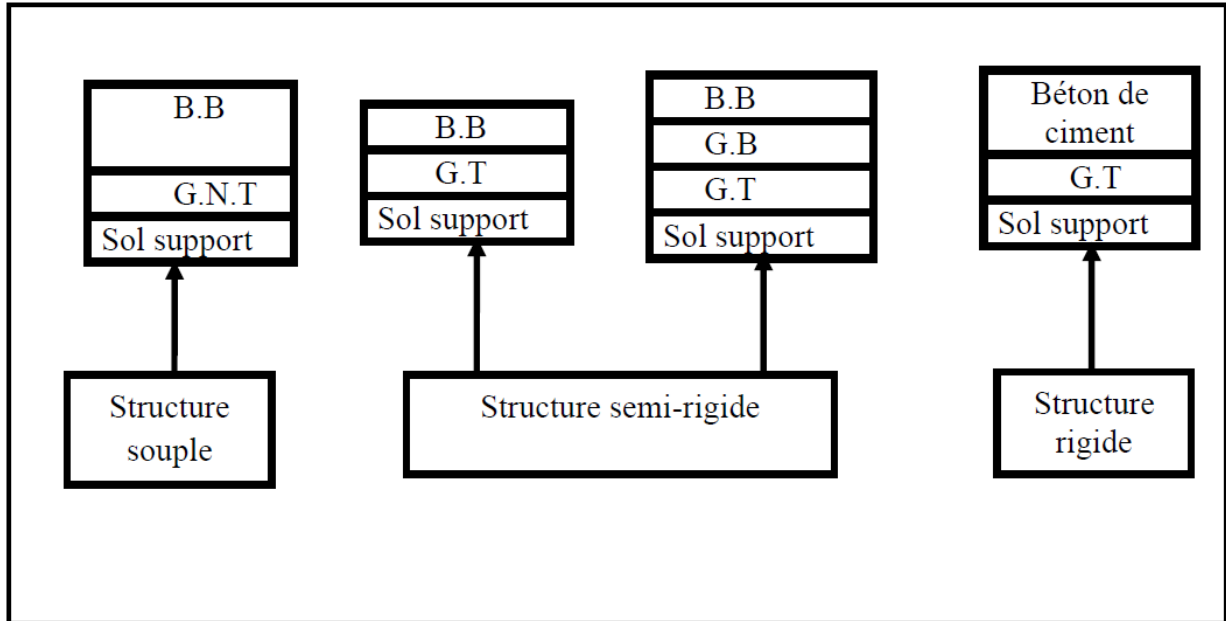


Figure 25 : Les Différentes Catégories De Chaussée

Avec :

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

Facteurs à considérer dans le dimensionnement de la chaussée :

Le dimensionnement basé sur la connaissance d'un certains paramètres fondamentaux qui sont:

- Le trafic: c'est le facteur le plus important dans le dimensionnement des chaussées.
- Il peut être estimé à partir des débits de circulation, des charges axiales et du taux d'accroissement.
- Les conditions climatiques : la précipitation, les variations de températures, la teneur en humidité et les cycles de gel-dégel.
- Le sol support : la nature du sol, propriétés mécaniques, physiques et chimiques.
- Les matériaux des différentes couches: propriétés, coûts unitaires.
- Programme de construction et d'entretien prévus.
- Les contraintes : budget, indice de viabilité minimum admissible, la période d'analyse.

Trafic :

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

Il est apparu nécessaire de caractériser le trafic à partir de deux paramètres :
De trafic poids lourds « T » à la mise en service, résultat d'une étude de trafic et de comptages sur les voies existantes.

Trafic cumulé sur la période considérée qui est donnée par :

$$N = T.A.C$$

Avec :

N : trafic cumulé.

A : facteur d'agressivité globale du trafic.

C : facteur de cumul :

$$C = [(1 + \tau)^p - 1] \tau.$$

Avec :

τ : Taux de croissance du trafic.

p : nombre d'années de service (durée de vie) de la chaussée

Classe de trafik	T5	T4	T ₃ -	T ₃ +	Au dela
CAM	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8 si e<20cm
					1.0 si e>20cm

Tableau 24 :Classe de trafik

Environnement :

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

Le Sol Support :

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

Les plates-formes sont définies à partir :

- De la nature et de l'état du sol.
- De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

Les sols support sont, en général, classés selon leur portance, elle même fonction de l'indice CBR.

Portance	1	2	3	4
CBR	<3	3 a 6	6 a 10	10 a 20

Tableau 25 : La portance de sol en fonction de l'indice de CBR

Détermination de la classe du sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice CBR mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante.

Après immersion de quatre jours, le classement sera fait en respectant les seuils suivants :

Classe de sol (Si)	Indice C.B.R
S0	>40
S1	25-40
S2	10-25
S3	05-10
S4	<05

Tableau 26 : détermination de classe du sol Classe de sol (Si) Indice C.B.R

Matériaux :

Un ensemble de normes codifie les différentes familles de matériaux de chaussée, définissant pour chacune d'elles des classes selon la qualité des constituants et certaines propriétés physiques et mécaniques des mélanges. La méthode de dimensionnement s'applique aux familles de matériaux ainsi définies.

Les principales méthodes de dimensionnement :

On distingue deux familles des méthodes :

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

Les méthodes du dimensionnement de corps de chaussée les plus utilisées sont :

- La méthode de C.B.R (California -Bearing - Ratio).
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves.
- Méthode du catalogue des structures.
- La méthode L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées).

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

Méthode C.B.R (Californian – Bearing – Ratio):

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

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

$$Eeq = \frac{100 + 5\sqrt{p} (75 + 50 \log_{10} \frac{N}{10})}{ICBR + 5}$$

e: épaisseur.

ICBR : indice CBR (sol support).

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante :

$$Eeq = a_1 \times e_1 + a_2 \times e_2 + a_3 \times e_3 + a_4 \times e_4$$

a₁e₁ : couche de roulement

a₂e₂ : couche de base

a₃e₃ : couche de fondation

Où: **a₁, a₂, a₃** : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

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

Le tableau 27 : coefficients d'équivalence des matériaux

Application au Projet :

Données de l'étude :

TJMA2020 = 20000 v/j

Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4 \%$

Le pourcentage moyen de poids lourds **Z = 30%**

La durée de vie estimée de **20 ans**

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

Méthode CBR :

On a : **ICBR = 4.5** ce sol appartient à la classe **(S4)**

$$T_{2020} = TMJA \times PL\% = 20000 \times 0.30 \Rightarrow T_1 = T_{2020} = 6000 \text{ vpl/j}$$

$$T_{20} = T_1 (1 + \tau)^{20} = 13147 \text{ UVP/J}$$

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5} (75 + 50 \log \frac{13147}{10})}{4.5 + 5} = 72,5$$

$$e_{eq} = 73 \text{ cm}$$

Avec :

$$E_{eq} = a_1.e_1 + a_2.e_2 + a_3.e_3$$

e1 : épaisseur réelle de la couche de roulement.

e2 : épaisseur réelle de la couche de base.

e_3 : épaisseur réelle de la couche de fondation.

a_1, a_2, a_3 : coefficients d'équivalence respectivement des matériaux des couches e_1, e_2, e_3 .

On calcule l'épaisseur e_3 :

$$e_1 \times a_1 = 6 \times 2 = 12 \text{ cm}$$

$$e_2 \times a_2 = 12 \times 1.2 = 14 \text{ cm}$$

$$e_4 \times a_4 = 32 \times 0.75 = 24 \text{ cm}$$

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

$$e_3 = \frac{e_{eq} - (e_1 \times a_1 + e_2 \times a_2 + e_4 \times a_4)}{1} = 23 \text{ cm}$$

Les couches	Matériaux utilisés	Epaisseur réelle (cm)	Epaisseur équivalente (cm)
c. de roulement	Béton bitumineux	6	12
c. de base	Grave bitume	12	14
c. de fondation	Grave concassé	23	23
C.de forme	Tuf	32	24
Somme	/	73	73

Tableau 28 : épaisseur de chaque couche

Donc : Notre structure comporte : **6 BB + 12 GB+ 23 GC+ 32 TUF**

CHAPITRE IX

ASSINISSEMENT

Introduction :

L'eau quelle que soit son origine pose de multiples problèmes complexes à la chaussée, et sur la stabilité des ouvrages ce qui met en jeu la sécurité de l'utilisateur (glissement, inondation, diminution des conditions de visibilité,...), elle influe aussi sur la pérennité de la chaussée en diminuant la portance des sols de fondation.

Objectif de l'assainissement :

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

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

Définition des termes hydraulique :

Bassin versant :

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

Fossé de pied du talus de déblai :

Ces fossés sont prévus au pied du talus de déblai afin de drainer la plate-forme et les talus vers les exutoires. Ces fossés sont en terre et de section trapézoïdale ou triangulaire .ils seront bétonnés lorsque la pente du profil en long dépasse les 3%.

Fossé de crête de déblai :

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

Fossé de pied de talus de remblai :

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

Descentes d'eau :

Dans les sections en remblai, lorsque la hauteur dépasse 2,50 m, les eaux de ruissellement de la chaussée sont évacuées par des descentes d'eau. Elles sont espacées généralement tous les 50 m lorsque la pente en profil en long est supérieure à 1%. Lorsque la pente est inférieure à 1 %, leur espacement varie entre 30 m et 40 m.

Les gargouilles :

C'est des petites ouvertures à la base des glissières en béton adhérent, elles évacuent les eaux pluviales sur chaussée vers le fossé

Drain :

Le drainage du corps de chaussée est assuré par une tranchée drainant longeant l'autoroute. Ce drain est constitué par un matériau graveleux comportant en son centre un tuyau circulaire en plastique perforé à sa génératrice supérieure à 150 mm de diamètre. Ce drain est positionné sous le fossé trapézoïdal et à la limite des accotements.

Les eaux collectées par le drain sont rejetées dans des regards de drainage et en dernier lieu dans les points de rejet.

Le regard :

Il est constitué d'un puits vertical, muni d'un tampon en fonte ou en béton armé, dont le rôle est d'assurer pour le réseau des fonctions de raccordement des conduites, de ventilation et d'entretien entre autres et aussi à résister aux charges roulantes et aux poussées des terres.

Collecteur principal (canalisation):

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

Chambre de visite (cheminée) :

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

Buses et dalots :

En générale, il est nécessaire de faire passer l'eau sous les routes au moyen des buses ou dalots.

Ceux-ci doivent être construits en béton ou en maçonnerie et conduisent les eaux dans les bassins d'amortissement

CHAPITRE X
IMPACT SUR
L'ENVIRONNEMENT

INTRODUCTION:

En pratique, la mise en compte de l'environnement dans la réalisation des projets routiers se traduit par l'élaboration de rapport d'étude relatif à l'analyse et l'évaluation des efforts positifs et négatifs sur l'environnement. Il convient d'évaluer l'impact non seulement sur le sol d'Aujourd'hui mais également sur le paysage futur et les possibilités d'affectation ultérieure des terrains au voisinage du projet. L'étude d'impact a pour objet d'analyser les dégradations et les écosystèmes traversés par la route et de déterminer ces impacts afin de prendre les mesures à remédier contre les aspects négatifs sur l'homme, l'environnement, l'agriculture.

Impacts du projet sur l'environnement

Les impacts négatifs :

- Au niveau des impacts négatifs identifiés, on retiendra ce qui suit :
- Les problèmes de santé et de nuisances diverses liés à la pollution de l'air par les poussières et les fumées des engins de terrassement et les véhicules de liaison.
- Les déchets liquides et solides des chantiers entraînant un risque faible de pollution des eaux de surface et des eaux souterraines. Cette intrusion dans le milieu naturel (pollution, contamination ...) a également des conséquences négatives sur les conditions de vie des populations (maladies).
- La destruction des espèces ligneuses situées sur le talus et les accotements des routes, les déviations, les virages à caractère accidentel, qui sont corrigés, et les zones d'emprunt.

Les impacts positifs :

- Au niveau des impacts positifs, l'essentiel se résume :
- A la création d'emploi dans les travaux d'entretien de cette route ;
- Au rapprochement de l'Administration centrale des populations locales ;
- A la facilitation des évacuations sanitaires des villages vers les villes ;
- A la circulation qui sera améliorée ;

Aux activités économiques, échanges commerciaux, activités artisanales, culturelles et touristiques.

Mesures d'atténuation :

Mesures d'atténuation formulées des impacts négatifs et renforcer les impacts positifs

On peut noter un certain nombre d'atténuations citées ci-dessous :

- les clauses environnementales à insérer dans le cahier des charges des entreprises telles que l'arrosage des routes concernées pendant les travaux, la remise en état ou la revalorisation des sites d'emprunt si telle est la disposition retenue, la collecte et l'élimination des déchets solides et liquides des chantiers, le balisage et la mise en place des panneaux de signalisation les mesures de lutte contre l'érosion par des ouvrages de drainage (gabion, perrés maçonnés ou secs, diguettes de moellons).
- les plantations d'arbres d'alignement à la traversée des agglomérations, la mise en place des bosquets villageois pour compenser les arbres abattus sur l'emprise des routes, des zones d'emprunt et des carrières.
- les aménagements des carrières en mares au profit de l'élevage (abreuvement du bétail) ; de cultures de contre saison et de maraichage.
- les mesures réglementaires concernant toute attaque visant à nuire à l'intégrité des forêts classées, des domaines protégées et des bois sacrés.

Les mesures de renforcement des impacts positifs qui porte sur :

- l'embauche de la main d'œuvre locale pendant les travaux.
- le renforcement des capacités des infrastructures communautaires par des clôtures temporaires et permanentes au niveau des écoles et des Centres de santé de promotion sociale
- l'entretien courant de la route, pour soutenir de façon durable toute action positive ci-dessus évoquée.

CHAPITRE XI

CUBATURE

Généralité :

La réalisation d'un ouvrage 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 courants.

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 se trouve entre le tracé du projet et celui du naturel.

Ce calcul s'appelle ((les cubatures des terrassements)).

Définition:

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

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

Remarque :

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai et pour notre projet on a utilisé le logiciel **COVAD**

Application de projet :

Profil n°	Abscisse	Longueur d'application	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)	Surf. G (m²)	Surf. D (m²)	Surf. Tot (m²)	Volume (m³)	Cumul Vol. (m³)
P1	0,000	12,500	0,00	10,88	10,88	136,028	136,028	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P2	25,000	20,777	19,90	19,92	39,83	827,463	963,491	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P3	41,554	12,500	16,06	23,03	39,09	488,659	1452,150	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P4	50,000	16,723	14,65	20,78	35,43	592,457	2044,607	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
P5	75,000	25,000	3,13	8,43	11,56	289,110	2333,717	0,46	0,43	0,90	22,385	22,385
P6	100,000	25,000	1,07	2,91	3,98	99,556	2433,273	0,71	0,68	1,38	34,596	56,981
P7	125,000	25,000	2,90	8,68	11,59	289,694	2722,967	0,26	0,20	0,46	11,496	68,477

P8	150,000	25,000	17,39	28,25	45,64	1141,034	3864,001	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P9	175,000	25,000	31,08	34,41	65,49	1637,221	5501,222	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P10	200,000	25,000	38,25	42,89	81,14	2028,474	7529,696	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P11	225,000	25,000	38,89	42,34	81,23	2030,858	9560,554	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P12	250,000	25,000	30,31	34,38	64,69	1617,249	11177,803	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P13	275,000	25,000	20,62	25,15	45,76	1144,093	12321,896	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P14	300,000	25,000	16,99	22,43	39,42	985,380	13307,276	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P15	325,000	25,000	19,19	25,24	44,43	1110,712	14417,988	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P16	350,000	25,000	24,28	29,02	53,30	1332,564	15750,552	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P17	375,000	25,000	25,84	30,12	55,96	1398,958	17149,510	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P18	400,000	25,000	30,56	37,36	67,92	1697,978	18847,488	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P19	425,000	25,000	39,00	45,19	84,19	2104,691	20952,179	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P20	450,000	25,000	48,10	54,34	102,43	2560,758	23512,937	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P21	475,000	25,000	56,77	63,22	120,00	2999,962	26512,900	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P22	500,000	25,000	66,10	72,02	138,12	3453,104	29966,004	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P23	525,000	25,000	74,78	79,67	154,44	3861,043	33827,047	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P24	550,000	25,000	78,94	84,19	163,13	4078,229	37905,276	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P25	575,000	25,000	86,29	89,11	175,40	4385,035	42290,311	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P26	600,000	25,000	85,28	90,34	175,62	4390,420	46680,730	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P27	625,000	25,000	81,85	88,89	170,75	4268,675	50949,405	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P28	650,000	25,000	83,25	90,57	173,82	4345,402	55294,807	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P29	675,000	25,000	84,35	89,26	173,61	4340,281	59635,088	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P30	700,000	25,000	83,27	88,96	172,22	4305,597	63940,685	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P31	725,000	20,262	80,67	84,39	165,06	3344,430	67285,114	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P32	740,523	12,500	76,79	81,17	157,96	1974,442	69259,557	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P33	750,000	17,238	73,99	78,43	152,42	2627,488	71887,044	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P34	775,000	25,000	66,13	68,06	134,20	3354,945	75241,989	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P35	800,000	25,000	41,42	42,52	83,94	2098,411	77340,399	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P36	825,000	25,000	33,11	43,82	76,94	1923,390	79263,790	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P37	850,000	25,000	32,63	44,15	76,77	1919,373	81183,163	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P38	875,000	25,000	42,12	46,69	88,80	2220,108	83403,272	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P39	900,000	25,000	46,29	48,48	94,76	2369,102	85772,374	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P40	925,000	25,000	44,70	47,20	91,91	2297,679	88070,053	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477

P41	950,000	13,955	35,03	37,77	72,79	1015,871	89085,924	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P42	952,911	12,500	33,90	36,62	70,52	881,493	89967,417	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P43	975,000	23,545	23,57	27,35	50,92	1198,900	91166,317	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P44	1000,000	25,000	12,98	16,81	29,80	744,949	91911,266	0,00	0,00	0,00	0,000	68,477
P45	1025,000	25,000	6,24	9,82	16,06	401,496	92312,761	0,02	0,00	0,02	0,580	69,056
P46	1050,000	25,000	5,55	10,56	16,11	402,686	92715,448	0,06	0,01	0,07	1,669	70,725
P47	1075,000	25,000	1,58	4,70	6,28	156,940	92872,388	0,47	0,44	0,91	22,752	93,477
P48	1100,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	7,04	5,44	12,48	312,006	405,484
P49	1125,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	27,02	25,48	52,50	1312,482	1717,966
P50	1150,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	40,60	37,29	77,89	1947,167	3665,133
P51	1175,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	46,65	43,35	89,99	2249,844	5914,977
P52	1200,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	55,55	48,43	103,98	2599,535	8514,512
P53	1225,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	44,69	39,49	84,18	2104,530	10619,042
P54	1250,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	39,52	34,94	74,46	1861,513	12480,555
P55	1275,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	37,69	32,94	70,63	1765,785	14246,341
P56	1300,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	37,11	32,65	69,76	1743,901	15990,242
P57	1325,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	38,24	33,65	71,89	1797,270	17787,512
P58	1350,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	38,98	33,64	72,62	1815,412	19602,924
P59	1375,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	39,71	33,54	73,26	1831,390	21434,313
P60	1400,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	41,86	33,39	75,25	1881,352	23315,665
P61	1425,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	39,05	31,21	70,27	1756,639	25072,304
P62	1450,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	33,89	28,39	62,28	1557,083	26629,387
P63	1475,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	92872,388	22,17	16,60	38,77	969,272	27598,658
P64	1500,000	25,000	0,00	0,02	0,02	0,609	92872,997	10,92	4,58	15,49	387,364	27986,023
P65	1525,000	25,000	0,00	4,34	4,34	108,596	92981,593	2,02	0,67	2,69	67,234	28053,257
P66	1550,000	25,000	5,07	10,57	15,64	391,001	93372,594	0,05	0,01	0,06	1,603	28054,860
P67	1575,000	13,621	12,11	17,85	29,96	408,125	93780,719	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P68	1577,242	12,500	12,79	18,53	31,32	391,483	94172,202	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P69	1600,000	23,879	22,51	27,63	50,14	1197,245	95369,447	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P70	1625,000	25,000	23,68	29,51	53,19	1329,784	96699,231	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P71	1650,000	25,000	23,04	29,61	52,66	1316,379	98015,610	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P72	1675,000	25,000	21,06	27,89	48,94	1223,574	99239,183	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P73	1700,000	25,000	17,41	22,97	40,38	1009,584	100248,767	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860

P74	1725,000	25,000	18,46	24,88	43,33	1083,278	101332,045	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P75	1750,000	25,000	19,71	25,44	45,15	1128,792	102460,837	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P76	1775,000	25,000	19,87	24,85	44,72	1117,956	103578,793	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P77	1800,000	25,000	21,03	27,23	48,26	1206,449	104785,242	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P78	1825,000	25,000	22,88	28,69	51,57	1289,263	106074,504	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P79	1850,000	25,000	24,31	29,05	53,36	1334,039	107408,544	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P80	1875,000	25,000	21,55	25,97	47,52	1187,970	108596,514	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P81	1900,000	25,000	17,95	22,37	40,32	1007,953	109604,467	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P82	1925,000	25,000	13,64	18,16	31,81	795,136	110399,603	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P83	1950,000	25,000	8,76	15,07	23,83	595,636	110995,240	0,00	0,00	0,00	0,000	28054,860
P84	1975,000	25,000	4,26	10,46	14,72	368,025	111363,264	0,12	0,06	0,18	4,405	28059,266
P85	2000,000	25,000	8,53	15,15	23,68	591,918	111955,182	0,00	0,00	0,00	0,000	28059,266
P86	2025,000	25,000	16,41	19,44	35,85	896,179	112851,361	0,00	0,00	0,00	0,000	28059,266
P87	2050,000	25,000	20,74	23,63	44,37	1109,281	113960,642	0,00	0,00	0,00	0,000	28059,266
P88	2075,000	25,000	23,04	27,88	50,91	1272,862	115233,504	0,00	0,00	0,00	0,000	28059,266
P89	2100,000	25,000	15,49	21,55	37,04	926,067	116159,571	0,00	0,00	0,00	0,000	28059,266
P90	2125,000	25,000	8,20	14,23	22,43	560,829	116720,400	0,00	0,00	0,00	0,000	28059,266
P91	2150,000	25,000	1,37	7,37	8,73	218,333	116938,733	0,42	0,36	0,78	19,420	28078,686
P92	2175,000	25,000	0,00	1,66	1,66	41,421	116980,153	5,23	1,20	6,43	160,691	28239,377
P93	2200,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	9,92	5,23	15,15	378,633	28618,010
P94	2225,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	15,23	11,09	26,33	658,195	29276,205
P95	2250,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	25,10	19,92	45,03	1125,638	30401,843
P96	2275,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	34,98	30,73	65,71	1642,671	32044,514
P97	2300,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	49,35	42,13	91,48	2286,905	34331,419
P98	2325,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	52,30	47,86	100,16	2504,117	36835,537
P99	2350,000	24,463	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	53,26	47,09	100,35	2454,862	39290,398
P100	2373,926	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	49,29	44,60	93,89	1173,602	40464,000
P101	2375,000	13,037	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	49,15	44,47	93,62	1220,499	41684,499
P102	2400,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	47,85	42,87	90,72	2268,005	43952,504
P103	2425,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	45,16	42,47	87,63	2190,748	46143,252
P104	2450,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	41,89	37,96	79,85	1996,329	48139,581
P105	2475,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	39,76	36,71	76,47	1911,830	50051,410
P106	2500,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	36,55	32,76	69,31	1732,687	51784,098

P107	2525,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	32,57	7,81	40,38	1009,381	52793,478
P108	2550,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	28,67	14,91	43,57	1089,342	53882,821
P109	2575,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	24,73	17,62	42,34	1058,561	54941,382
P110	2600,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	20,41	16,35	36,76	918,927	55860,309
P111	2625,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	14,81	10,99	25,81	645,127	56505,436
P112	2650,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	7,42	8,50	15,93	398,175	56903,612
P113	2675,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116980,153	3,30	7,33	10,63	265,766	57169,378
P114	2700,000	25,000	0,16	0,00	0,16	4,067	116984,220	2,84	6,82	9,66	241,492	57410,869
P115	2725,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116984,220	3,95	6,97	10,93	273,174	57684,043
P116	2750,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116984,220	9,26	8,00	17,26	431,501	58115,545
P117	2775,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116984,220	13,24	11,89	25,13	628,218	58743,763
P118	2800,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	116984,220	9,12	8,16	17,27	431,781	59175,543
P119	2825,000	25,000	0,00	0,19	0,19	4,734	116988,954	5,63	2,96	8,59	214,703	59390,246
P120	2850,000	25,000	0,13	4,34	4,47	111,845	117100,799	2,25	0,59	2,84	70,977	59461,223
P121	2875,000	25,000	1,05	12,47	13,53	338,153	117438,953	1,11	0,11	1,22	30,607	59491,830
P122	2900,000	25,000	1,16	15,29	16,45	411,207	117850,159	0,84	0,01	0,85	21,326	59513,157
P123	2925,000	25,000	0,65	14,81	15,46	386,438	118236,597	1,72	0,09	1,81	45,369	59558,525
P124	2950,000	25,000	0,00	9,94	9,94	248,444	118485,042	6,64	0,59	7,23	180,657	59739,183
P125	2975,000	25,000	0,00	0,76	0,76	18,978	118504,020	18,16	4,90	23,07	576,732	60315,915
P126	3000,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	30,54	22,56	53,10	1327,438	61643,353
P127	3025,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	26,06	22,52	48,59	1214,654	62858,007
P128	3050,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	27,87	22,57	50,44	1261,007	64119,014
P129	3075,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	27,71	22,06	49,77	1244,323	65363,337
P130	3100,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	31,15	23,64	54,79	1369,772	66733,109
P131	3125,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	28,85	23,46	52,32	1307,913	68041,022
P132	3150,000	20,378	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	25,85	20,73	46,57	949,060	68990,082
P133	3165,756	12,500	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	26,06	19,26	45,32	566,469	69556,551
P134	3175,000	17,122	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	26,25	19,03	45,28	775,297	70331,848
P135	3200,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	26,31	21,35	47,66	1191,404	71523,252
P136	3225,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	23,21	19,48	42,68	1067,118	72590,370
P137	3250,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	18,40	15,46	33,86	846,441	73436,811
P138	3275,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	19,63	16,32	35,95	898,661	74335,472
P139	3300,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	13,11	12,15	25,26	631,533	74967,005

P140	3325,000	25,000	0,00	0,00	0,00	0,000	118504,020	9,41	9,45	18,85	471,364	75438,369
P141	3350,000	19,629	2,12	0,00	2,12	41,629	118545,648	0,77	1,76	2,52	49,562	75487,931
P142	3364,258	7,129	9,38	6,71	16,09	114,716	118660,365	0,00	0,01	0,01	0,081	75488,012

Tableau 29 : Cubatures approchées

Volume total de remblai : 75488.012 m³

Volume total de déblai : 118660.365 m³

Excès de déblais : 43172.353 m³

CHAPITRE XII
SIGNALISATION
ET ECLAIRAGE

INTRODUCTION :

La signalisation fait partie intégrante du paysage routier. Elle est un outil de communication essentiel pour l'utilisateur de la route. Elle doit, par conséquent être conçue et installée de manière à aider l'utilisateur de la route tout au long de son parcours en lui permettant d'adapter sa conduite aux diverses situations qui se présentent à lui, et ce, en lui évitant hésitations et fausses manoeuvres. Elle doit donc lui permettre d'anticiper toute manoeuvre ou tout changement de direction et lui permettre de s'y préparer. En plus de lui servir de guide en lui indiquant la route à suivre ainsi que les dangers qui la parsèment (courbe en pente prononcée, accotement mou, chaussée glissante, etc.), elle lui rappelle les diverses prescriptions du code de la sécurité routière et des règlements municipaux.

-Le langage de la signalisation routière doit être clair et compréhensible par tous. Il est, par conséquent, en constante évolution et fait l'objet de recherches continues afin d'accroître la sécurité routière et la fluidité de la circulation.

L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIÈRE :

La signalisation routière a pour objet :

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

CATÉGORIES 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.

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.
- ✓ Éviter la publicité irrégulière.
- ✓ Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

Types de signalisation :

Signalisation Verticale :

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent un message visuel grâce à leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme, on distingue :

Signalisation avancée :

Le signal A24 est placé à une distance de 150m de l'intersection.

Le signal B3 accompagné dans tous les cas d'un panneau additionnel (modèle G5) est implanté sur la route prioritaire.

Signalisation de position :

Le signal de type B2 « arrêt obligatoire » est placé sur la route où les usagers doivent marquer l'arrêt.

Signalisation de direction :

L'objet de cette signalisation est de permettre aux usagers de suivre la route ou l'itinéraire qu'ils se sont fixés, ces signaux ont la forme d'un rectangle terminé par une pointe de flèche d'angle au sommet égal à 75°. Elles peuvent être classées dans quatre classes :

a) Signaux de danger :

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

b) Signaux comportant une prescription absolue :

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

c) Signaux à simple indication :

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

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

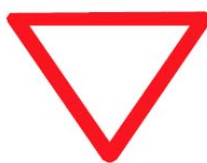
d) Signaux de position des dangers :

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

Exemple signalisations Verticales:



B2- Marquer arrêt



B1- Céder passage



Signalisation Horizontale :

Ces signaux horizontaux sont représentés par des marques sur chaussées, afin d'indiquer clairement les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation. Elle se divise en trois types :

a) Marquage longitudinal :

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 flèches de rabattement.

Lignes discontinue :

Les lignes discontinues sont destinées à guider et à faciliter la libre circulation et on peut les franchir, elles se différencient par leur module, qui est le rapport de la longueur des 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 celle 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 parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

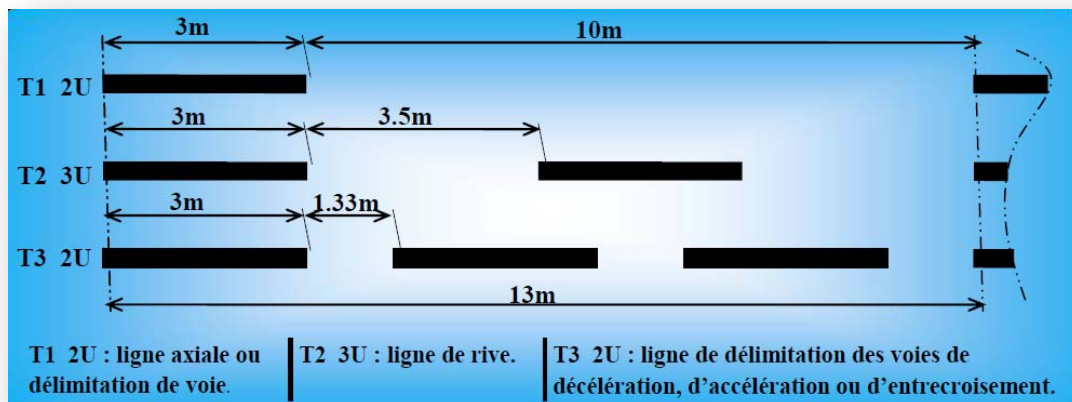


Figure 26 : Type De Modulation

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

Tableau 30 : Modulation de la ligne continue

b) Marquage transversal :

Lignes transversales continues : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient marquer un temps d'arrêt.

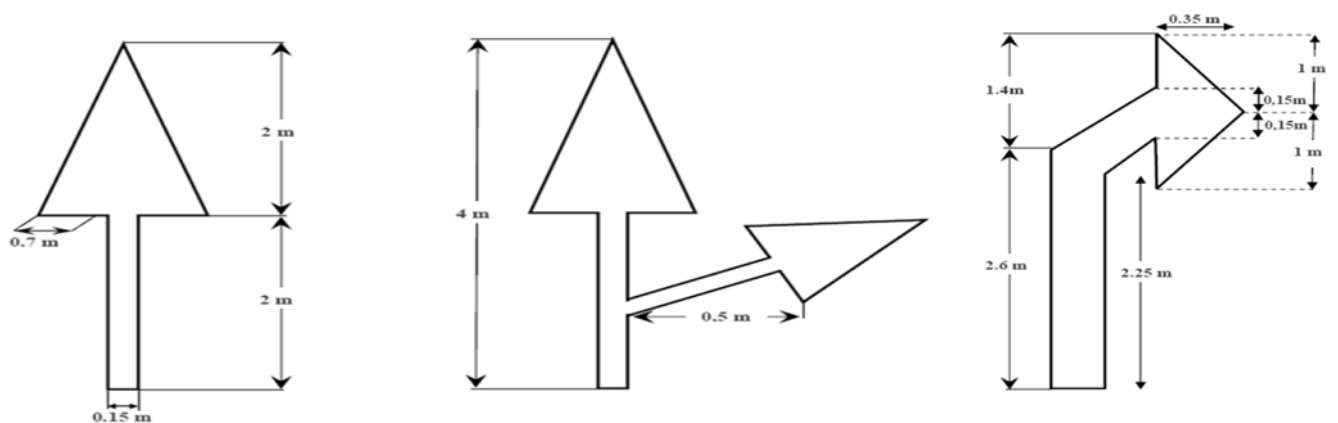
Lignes transversales discontinues : éventuellement tracées à la limite ou les conducteurs devaient céder le passage aux intersections.

c) Autre marquage :

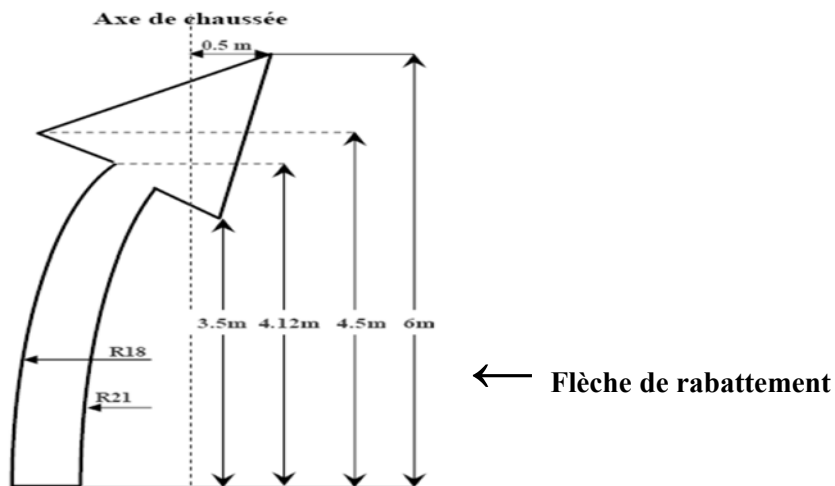
Flèche de rabattement : une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.

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.

Exemple des signalisations horizontales:



Flèche de section



Des différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude :

- Panneaux de signalisation d'avertissement de danger (type A).
- Panneaux de signalisation d'interdiction ou de restriction (type C).
- Panneaux de signalisation type (E3 E4).

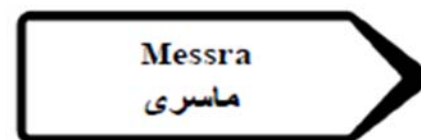
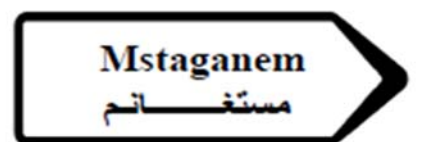
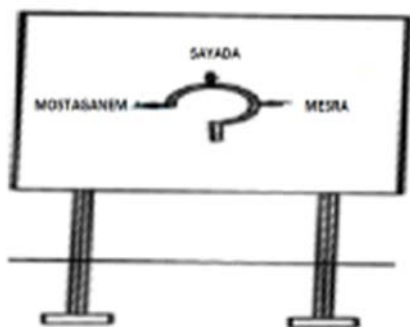
Les signaux de type A :



Les signaux de type C :



Les signaux de type E :



ECLAIRAGE

Définition :

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.).

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

Catégories d'éclairage :

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

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

Catégorie C : éclairage des voies dessertes.

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

Paramètre de l'implantation des luminaires :

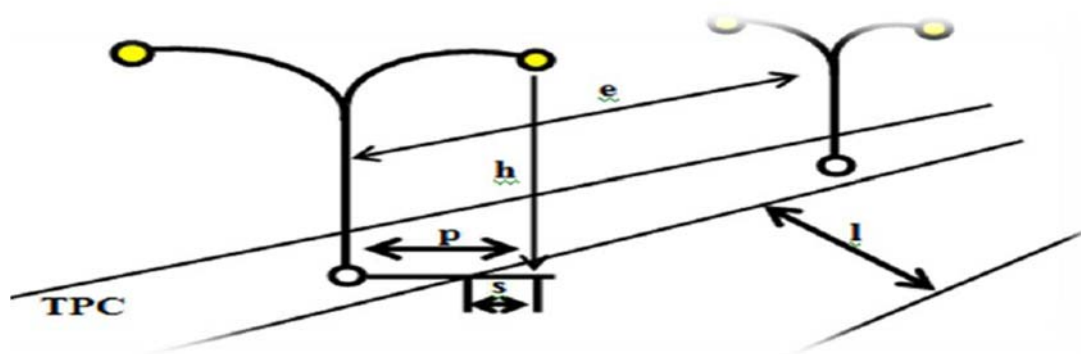


Figure 27 : Paramètre De L'implantation

e : l'espacement entre luminaires qui varie en fonction de type des voies.

h : la hauteur du luminaire : elle est généralement de l'ordre de 8 à 10 m et parfois 12 m pour les grandes largeurs de chaussées.

l : la largeur (l) de la chaussée.

p : la porte à faux (p) du foyer par rapport au support.

s : l'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée.

Application au projet:

La signalisation de notre projet est basée sur le point suivant:

➤ Signalisation horizontale:

- Lignes continues.

- Lignes discontinues.
- **Signalisation vertical:**
 - Peneaux de signalisation.
 - Glissière en bétons.
 - Séparation en bétons.

Conclusion :

La signalisation routière acquiert une grande importance dans un notre projet suivant tous le long de l'itinéraire qui rend la circulation plus faciles sûre aux usagers.

L'éclairage serve à garantir aux usagers de la voie de circuler de nuit avec une sécurité et un confort aussi élevé que possible car la situation de projet.

N°	Désignation	Unité	Quantité	PU (DA)	MONTANT
1	Décapage de la plate-forme y compris décaissement et finition de la plate-forme, arrosage, compactage et toute sujéstions de mise en œuvre.	m ²	85000	100	8500000
2	Déblais	m ³	118660.365	325	38564618.63
3	Remblais	m ³	75488.012	500	37744006
Corps de chaussée					
4	F/mise en œuvre de la couche en béton bitumineux sur une ép : de 06 cm y compris couche d'imprégnation 0/1 et toute sujéstions de mise en œuvre.	m ³	3834.94	9400	36048436
5	F/mise en œuvre de la couche gravé bitumineux sur une ép : de 12 cm	m ³	7669.88	9000	69028920
6	F/mise en œuvre de la couche en grave concassée sur une ép : de 23 cm	m ³	14700.60	9000	132305400
7	Rechargement de la plate-forme en tuf y compris arrosage, compactage et toute sujéstions de mise en œuvre	m ³	20453.01	1350	27611563.5
Séparateurs					
8	Type DBA	ML	6800	6500	44200000
9	Type GBA	ML	3400	6200	21080000
MONTANT EN H T					415082944.1
TVA 19%					78865759.38
MONTANT EN TTC					336217184.7

Tableau 31 : Devis estimatif

Bibliographie

- ✓ B40 (Normes techniques d'aménagement des routes et trafic et capacité des routes).
- ✓ Documentation (DTP de Mostaganem)
- ✓ Cours de routes 1^{eme} année master (Mr. N. BOUHAMOU. Mr S. RAOUM)
- ✓ Signalisation routière
- ✓ Anciennes thèses de fin d'études

SITES INTERNET :

- ✓ www.autoroutes.fr
- ✓ www.setra.fr
- ✓ www.ana.org.dz
- ✓ www.mtp-dz.com
- ✓ www.almohandiss.com
- ✓ www.fr.scribd.com

CONCLUSION

Dans notre étude, nous avons essayé de respecter toutes les normes existantes qu'on ne peut pas négliger et qu'on a pris en considération, le confort, la sécurité des usagers puis l'économie.

Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation.

Cette étude d'APD nous a permis de cerner tous les problèmes techniques qui peuvent se présenter dans un projet routier.

Elle était l'occasion pour nous de tirer profit de l'expérience de personnes du domaine, et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration d'un projet de travaux publics.

Encore une fois, ce modeste travail nous a poussé à mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels :

AUTOCAD et COVADIS, vu leur traitement rapide et la précision de leurs résultats.

En conclusion notre projet de fin d'étude nous a immergé dans le milieu professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.