



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



N° d'ordre : M/GC/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Travaux Publics

Spécialité : V.O.A

Thème

**ETUDE DE CONTOURNEMENT
DE LA VILLE DE SIDI M'HAMED BEN ALI
SUR UNE DISTANDE DE 3 Km 855**

Présenté par :

- Melle KHERIS Daouia

Soutenu le 03 / 07 / 2022 devant le jury composé de :

Président : M. MEBROUKI Abelkader Université de Mostaganem

Examineur: M. ROUAM SERIK Mohamed Université de Mostaganem

Encadrant : M. TALIA Ahmed Université de Mostaganem

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

Année Universitaire : 2021 / 2022

REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu avant tout, puis ma famille et surtout mes parents.

Comme je tiens à remercier très chaleureusement mon encadreur : M. Talia Ahmed pour son aide et ses conseils tout au long de ce travail ainsi que les membres de jury d'avoir évalué ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Enfin, je remercie Mouna et Nesserine et toutes mes amies

Qui ont participé avec nous de près ou de loin pour la concrétisation de ce mémoire.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail Ames chers parents pour le soutien,
Leur patience, leur encouragement durant mon parcours jusqu'à
ma réussite

Ainsi qu'à ma sœur Mouna et mes frères A tous mes amis, et à
l'ensemble des étudiants de la promotion Master LMD / VOA
de l'année 2021/2022.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : coordonnées des sommets de notre axe	20
Tableau 2 : Eléments des raccordements circulaires	21
Tableau 3 : Dénivelée cumulée.....	21
Tableau 4 : Dévers min et max pour les rayons horizontaux.....	25
Tableau 5 : coefficients ft en fonction de la catégorie	25
Tableau 6 : coefficients F'' en fonction de la catégorie	26
Tableau 7 : Rayon en plan normés.....	26
Tableau 8 : Rayon en plan choisis	26
Tableau 9 : Devers associé a chaque rayon choisi.....	26
Tableau 10 : Eléments des raccordements circulaires	27
Tableau 11 : Longueur totale du tronçon.....	27
Tableau 12: Longueur de la clothoide.....	27
Tableaux 13 : valeurs des éléments des clothoïdes.....	28
Tableaux 14 : variation du dévers (clothoïde)	28
Tableaux 15 : Coefficient d'équivalence pour le poids lourds P.....	32
Tableaux 16 : valeur de K_1	33
Tableaux 17 : valeur de K_2	33
Tableau 18: valeur de la capacité théorique	33
Tableau 19: Valeur de déclivité maximale	38
Tableau 20 : Rayons convexes	39
Tableau 21 : Rayons concaves	39
Tableau 22 : déclivités et rayons des arcs des paraboles	40
Tableau 23 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40	42
Tableau 24 : Distances de freinage, d'arrêt	45
Tableau 25 : valeurs de d_{vdm} , d_{vdn} et d_{md}	45
Tableau 26 : les coefficients d'équivalence	52
Tableau 27 : Epaisseur du corps de chaussée	53
Tableau 28 : calcul des cubatures	54
Tableau 29: Eléments d'implantation	74
Tableau 30 : devis quantitatif estimatif.....	78

LISTE DES FIGURES

Fig 01: Situation de Sidi M'Hamed Benali	3
Figure 02 : situation géographique de Sidi M'Hamed Benali	4
Figure 03 : Carte topographique – source Global Mapper	4
Figure 04 : Point de départ du contournement S.M.Benali	5
Figure 05 : Point d'arrivée du contournement S.M.Benali.....	5
Figure 06: logiciel Autocad	7
Figure 07: Image générale de logiciel covadis	8
Figure 08 : les éléments de tracé en plan.....	13
Figure 09: Raccordement progressif.....	14
Figure 10: la propriété de la Clothoïde	15
Figure11: Condition de non gauchissement	16
Figure 12 : vérification de non chevauchement.....	16
Figure 13 : profil en long	36
Figure 14 :Distance d'arrêt et de freinage	43
Figure 15 :L'espacement entre deux véhicules	44
Figure 16 : Profil en travers.....	46
Figure 17 Les éléments d'une route	47
Figure 18 : Corps de chaussée	53
Figure 19 : forme de fossé utilisé	61
Figure 20: signalisation verticale.....	67
Figure 21: signalisation horizontale (détails des flèches de direction).....	69
Figure 22: détail des lignes longitudinales et transversales	69
Figure 23: implantation par « coordonnées polaires »	72
Figure 24: implantation par abscisses et ordonnées sur la tangente	73
Figure 25 : Méthode d'implantation.....	73

RESUME

Le contournement du tissu urbain de la ville de Sidi M'Hamed Benali commence à l'intersection de la RN90 avec la RN19A à l'entrée Ouest de la ville et contourne la ville du côté Sud et longe la RN90 au niveau de l'intersection avec le chemin menant vers Douar Chaib Draa.

Le projet de contournement de la RN90 au niveau de Sidi M'Hamed Benali a pour objective de régler les problèmes d'étranglement de circulation constatés au niveau de chef lieux.

Il va aussi servir à fluidifier le trafic routier de la section d'étude pour les usagers de la RN 90 et RN19A allant vers les Wilayas de Mostaganem, Chlef et Relizane.

Le tronçon de ce contournement qui fait objet de notre étude est d'environ quatre kilomètre. Pour mener à bien notre travail, une première partie purement théorique a été jugée nécessaire avant de faire suite en deuxième partie à la conception numérique de ce tronçon de route.

ABSTRACT

The bypass of the city of Sidi M'Hamed Benali begins at the intersection of the RN90 with the RN19A at the western entrance to the city and bypasses the city on the south side and runs along the RN90 at the intersection with the road leading to Douar Chaib Draa.

The objective of the RN90 bypass project at Sidi M'Hamed Benali is to resolve the traffic bottlenecks observed at the level of chief towns.

It will also serve to streamline road traffic in the study section for users of the RN 90 and RN19A going to the Wilayas of Mostaganem, Chlef and Relizane.

The section of this bypass that is the subject of our study is about four kilometers. To carry out our work, a first purely theoretical part was deemed necessary before following up in the second part with the digital design of this section of road.

ملخص

يبدأ الالتفافية لمدينة سيدي محمد بنعلي عند تقاطع الطريق السريع RN90 مع الطريق السريع RN19A عند المدخل الغربي للمدينة ويتجاوز المدينة على الجانب الجنوبي ويمتد على طول RN90 عند التقاطع مع الطريق المؤدي إلى الدوار شعيب درعة. الهدف من مشروع تجاوز RN90 في سيدي محمد بن علي هو حل الاختناقات المرورية التي لوحظت على مستوى المدن الرئيسية. كما أنها ستعمل على تبسيط حركة المرور على الطرق في قسم الدراسة لمستخدمي RN 90 و RN19A المتجهين إلى ولايات مستغانم والشلف وغليزان. قسم هذا التجاوز موضوع دراستنا حوالي أربعة كيلومترات. لتنفيذ عملنا ، تم اعتبار الجزء الأول النظري البحث ضروريًا قبل المتابعة في الجزء الثاني بالتصميم الرقمي لهذا القسم من الطريق.

S O M M A I R E

REMERCIEMENTS

DEDICACES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

RESUME

ABSTRACT

ملخص

INTRODUCTION	1
PRESENTATION DU PROJET.....	3
INFORMATION GENERALES SUR LE PROJET	3
Situation géographique.....	3
Localisation du projet.....	3
Topographie	4
Climatologie	5
DESCRIPTION DU TRACÉ PROJETE.....	5
DONNEES DE BASE.....	5
ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL	6
TERMINOLOGIE ET GEOMETRIE DE LA ROUTE.....	10
INTRODUCTION	10
L'EXIGENCE DE SECURITE	10
TERMINOLOGIE ROUTIERE	11
LE TRACE EN PLAN	11
NOTION DE DEVERS :	17
ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE	18
VITESSE DE REFERENCE	18

COURBES EN PLAN	18
LE CHOIX DES RAYONS	20
APPLICATION AU PROJET.....	20
ETUDE DU TRAFIC.....	30
PROFIL EN LONG	36
CINEMATIQUE	42
PROFIL EN TRAVERS	46
DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE	49
CUBATURE	54
ASSAINISSEMENT.....	58
SIGNALISATION ET ECLAIRAGE.....	62
IMPLANTATION	72
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.....	78
CONCLUSION GENERALE.....	79
BIBLIOGRAPHIE	80

INTRODUCTION

La wilaya de Relizane a connu une forte croissance socio-économique d'où une demande croissante et rapide dans les déplacements ce qui induit un flux arrivant de toutes les directions du pays.

Tout cela intervient largement dans l'augmentation rapide du parc automobile qui reste partiellement exploitable à cause du manque des infrastructures routières, ce qui engendre par voie de conséquence beaucoup de problèmes liés à la circulation dont on citera :

1. les embouteillages et phénomène d'encombrement matin et soir surtout le durant de pointe.
2. l'inconfort pour les usagers.
3. les accidents.
4. les nuisances liées à l'environnement : bruit, pollution....etc.

Dans ce but des nouvelles techniques de réalisation peuvent faciliter la circulation et amortir l'augmentation instance du trafic.

La direction politique de notre pays a inscrit plusieurs projets dans le domaine des infrastructures de transport. Notamment l'infrastructure routière portant sur l'aménagement des carrefours et dédoublement des routes existante et des contournements.

Le contournement du tissu urbain de la ville de la ville de Sidi M'Hamed Benali commence à l'intersection de la RN90 avec la RN19A à l'entrée Ouest de la ville et contourne la ville du côté Sud et longe la RN90 au niveau de l'intersection avec le chemin menant vers Douar Chaib Draa.

Le projet de contournement de la RN90 au niveau de Sidi M'Hamed Benali à pour objective de régler les problèmes d'étranglement de circulation constatés au niveau de chef lieux.

Il va aussi servir à fluidifier le trafic routier de la section d'étude pour les usagers de la RN 90 et RN19A allant vers les Wilayas de Mostaganem, Chlef et Relizane.

Le tronçon de ce contournement qui fait objet de notre étude est d'environ quatre kilomètre. Pour mener à bien notre travail, une première partie purement théorique a été jugée nécessaire avant de faire suite en deuxième partie à la conception numérique de ce tronçon de route en respectant l'ordre suivant :

- Le tracé en plan
- Le trafic
- Le profil en long
- Le profil en travers
- Dimensionnement du corps de chaussée
- Les cubatures
- Signalisation et éclairage public
- Assainissement
- Devis quantitatif estimatif

PRESENTATION DU PROJET

1. INFORMATION GENERALES SUR LE PROJET

1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le contournement de Sidi M'Hamed Benali est situé dans le territoire de la Daïra de Sidi M'Hamed Benali qui fait partie du découpage administratif de la Wilaya de Relizane. La Daïra de Sidi M'Hamed Benali est distant de 75km de la Wilaya de Relizane.



Fig 01: Situation de Sidi M'Hamed Benali

Communes limitrophes de la commune de Sidi M'Hamed Benali :

- Au Nord par la commune de Taougriete et Dahra (W.Chlef).
- De l'Ouest par la commune de Mediouna.
- De l'Est par la commune d'Ain Mrane (W.Chlef)
- Au Sud par la commune de Mazouna.

1.2. LOCALISATION DU PROJET

1.2.1. Contournement de la ville de Sidi M'Hamed Benali

Le contournement de la ville de Sidi M'Hamed Benali commence à l'intersection de la RN90 avec la RN19A à l'entrée Ouest de la ville et contourne la ville du côté Sud et longe la RN90 au niveau de l'intersection avec le chemin menant vers Douar Chaïb Draa.

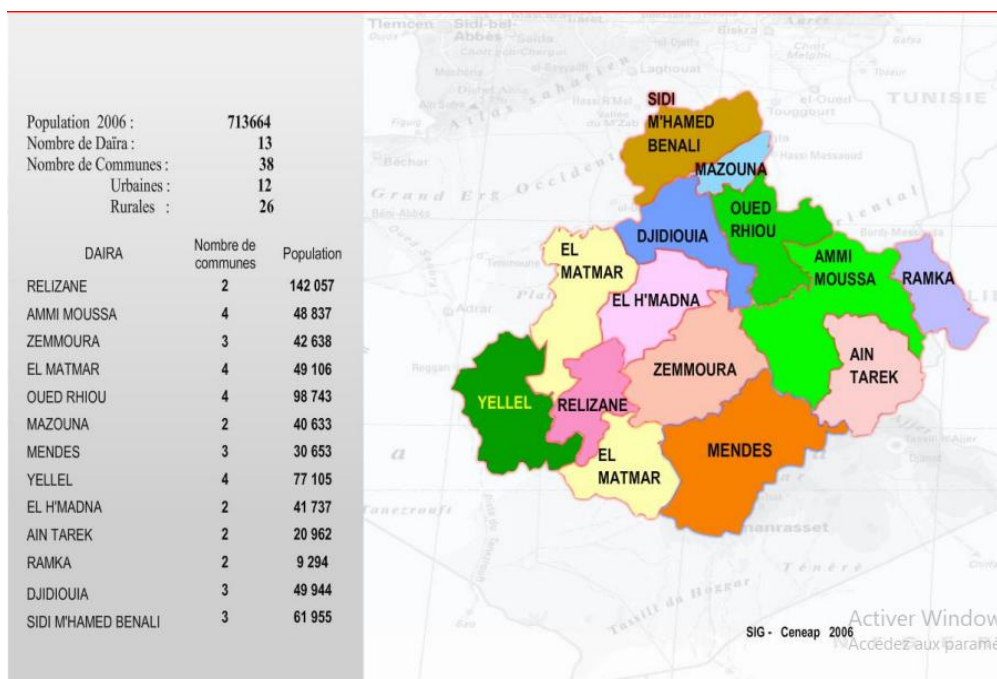


Figure 02 : situation géographique de Sidi M'Hamed Benali

1.3. TOPOGRAPHIE

La topographie du relief est vallonné, accidenté par en droit, comme indique les courbes de niveau générées sur la carte ci-dessous, les pentes dépassent les 10% par endroit.

Altitude minimale 425.605 m

Altitude maximale 509.674 m

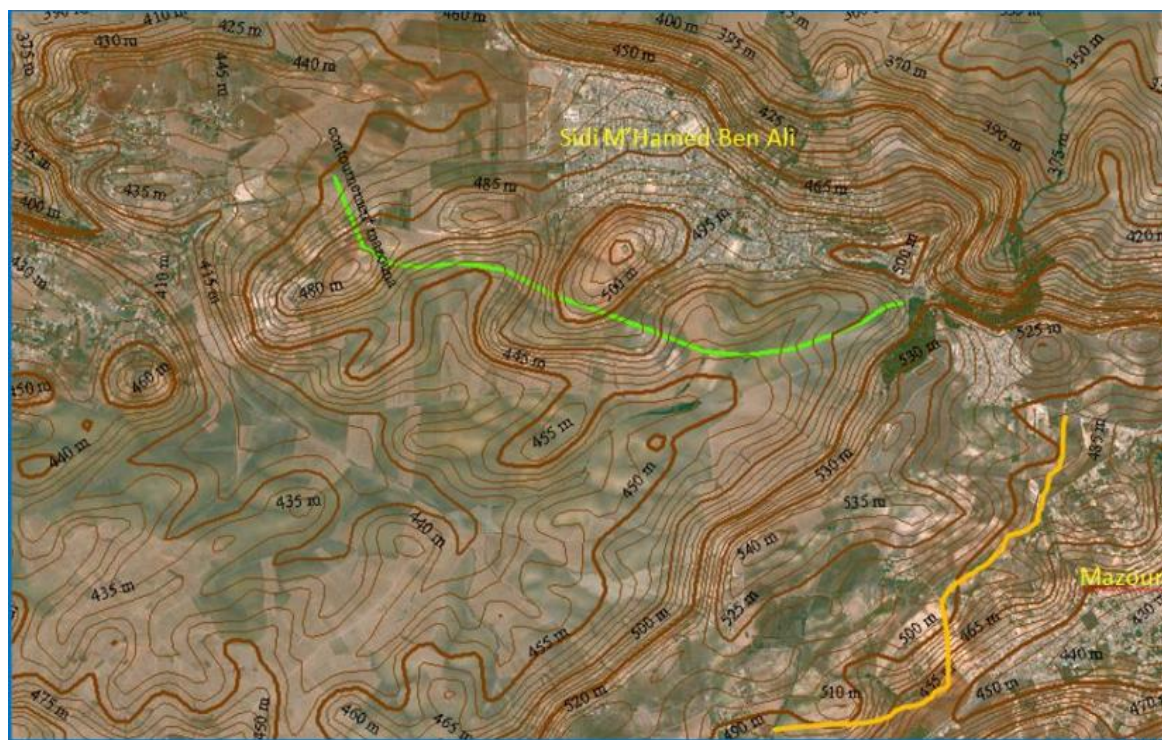


Figure 03 : Carte topographique – source Global Mapper

1.4. CLIMATOLOGIE

Relizane et ses communes ont un climat continental, froid et pluvieux en hiver, chaud en été. Pluviométrie : la moyenne Annuelle est de l'ordre de 211 mm (la pluviométrie variait entre 400 et 800 mm durant les dernières décennies).

2. DESCRIPTION DU TRACÉ PROJETÉ

2.1. POINTS DEPART ET ARRIVEE DU CONTOURNEMENT DE SIDI M'HAMED BENALI

Le Contournement de Sidi M'Hamed Benali s'agit d'un tronçon permettant de contourner une section de la RN90 qui passe en pleine ville dont des étranglements de circulations sont constatés, son point de départ commence de l'intersection de la RN90 et la RN 19A et longe la RN90 comme point d'arrivée à l'intersection avec le chemin menant vers Douar Chaib Draa.



Figure 04 : Point de départ du contournement S.M.Benali



Figure 05 : Point d'arrivée du contournement S.M.Benali

2.2. DONNEES DE BASE

2.2.1. LEVE 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 les détails planimétriques et altimétriques du terrain naturel.

2.2.2. Catégorie de la route

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

Les routes Algérienne sont classées en cinq (5) 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 réseau de base ci-dessus.
- **Catégorie 2** : Liaisons des pôles d'industries de transformations entre eux, et liaisons de raccordement des pôles d'industries légères diversifiées avec le réseau précédent.
- **Catégorie 3** : Liaison des chefs-lieux de daïra et des chefs-lieux de wilaya, non desservies par le réseau précédent, avec le réseau de catégorie 1 et 2.
- **Catégorie 4** : Liaison entre tous les centres de vie qui ne sont pas reliés au réseau de catégorie 1 – 2 et 3 avec le chef-lieu de daïra, dont ils dépendent, et avec le réseau précédent.
- **Catégorie 5** : Routes et pistes non comprises dans les catégories précédentes.

La catégorie de notre route : catégorie est 3.

2.2.3. LE TRAFIC

- TMJA = 4500 V/J
- Pourcentage de poids lourds : 12 %
- Taux d'accroissement = 4%
- Durée d'étude et d'exécution : 4 ans
- Durée de vie : 20 ans

2.2.4. INDICE CBR

- $I = 4$

3. ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

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

3.1. PRESENTATION DES LOGICIELS UTILISES

3.1.1. AUTOCAD

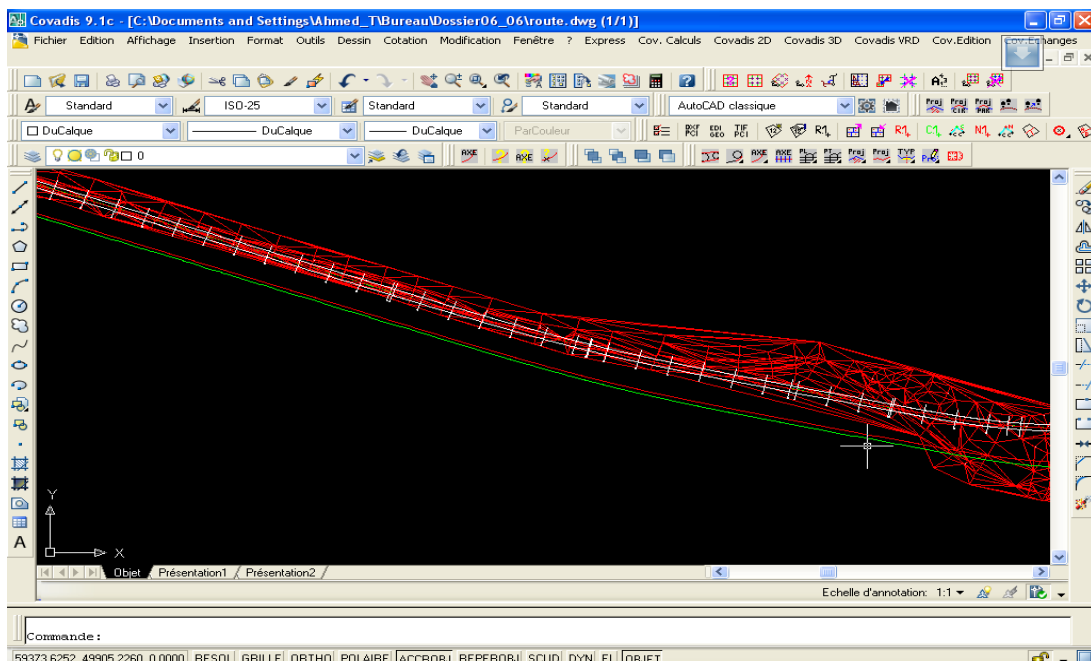


Figure 06: logiciel Autocad

Autocad est un logiciel de dessin et conception assistés par ordinateur. Le logiciel est édité par la société Autodesk.

Bien qu'il ait été développé à l'origine pour les ingénieurs en mécanique, il est aujourd'hui utilisé par de nombreux corps de métiers, Il est actuellement le logiciel de DAO le plus répandu dans le monde. C'est un logiciel de dessin technique pluridisciplinaire :

- Industrie
- Cartographie et Topographie
- Électronique
- Architecture et Urbanisme
- Mécanique

3.1.2. COVADIS :

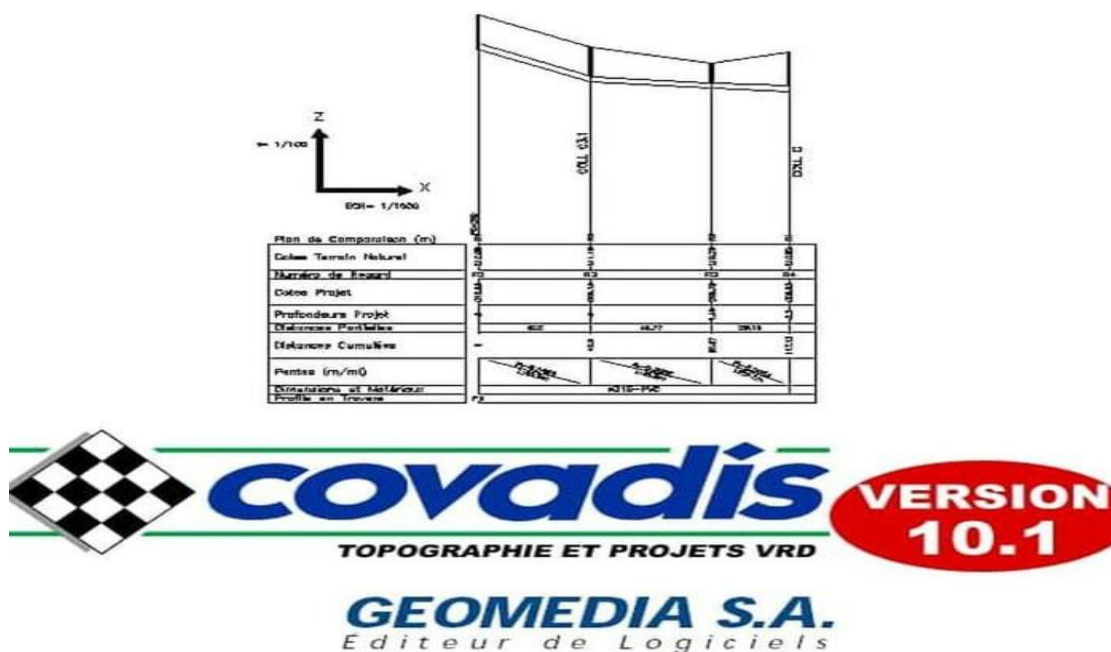


Figure 07:image générale de logiciel covadis

COVADIS est un logiciel complet, simple et interactif de topographie et de conception VRD, Il garantit une approche globale ainsi qu'une maîtrise totale de tous projets d'aménagements.

En exploitant sa technologie objet, son interactivité, ses profils associatifs, ses plateformes dynamiques et ses métrés automatiques, le temps consacré à nos études est réduit considérablement.

Toute modification d'un projet a posteriori régénère automatiquement le calcul et les métrés. De l'avant-projet aux plans d'exécution, COVADIS nous permet d'optimiser, grâce à son interactivité, toutes les étapes de l'étude et de la conception.

COVADIS est donc l'applcatif d'AutoCAD dédié aux géomètres, aux bureaux d'études VRD, aux entreprises de BTP et aux collectivités locales et territoriales, Il regroupe, en un seul logiciel, l'ensemble des fonctionnalités « métiers » suivantes :

- Topographie
- Dessin assisté
- Projets de lotissements
- Modèle Numérique de terrain
- Conception 3D

- Terrassement multi plates-formes
- Projets linéaires (voirie, route)
- Réseaux d'assainissement
- Réseaux divers
- Giratoires et épures de giration
- Métrés et bordereaux
- Rendu 3D

TERMINOLOGIE ET GEOMETRIE DE LA ROUTE

1. INTRODUCTION :

Définir les caractéristiques d'une route, c'est concevoir les trois éléments géométriques simples qui la composent:

1. le tracé en plan, projection de la route sur un plan horizontal.
2. le profil en long, développement de l'intersection de la surface de la route avec le cylindre à génératrice verticale passant par l'axe de celui-ci.
3. le profil en travers, coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe.

Les normes fixent les règles relatives à la construction de ces trois éléments, Les exigences qui ont prévalu à l'élaboration des normes sont de deux ordres: sécurité des usagers et capacité des infrastructures à écouler le trafic qu'elles supportent.

2. L'EXIGENCE DE SECURITE :

Le déplacement d'un véhicule sur une route est, aujourd'hui, l'interaction de trois composantes:

- l'homme, qui à partir de la perception qu'il a des informations qui lui proviennent de son environnement, analyse et décide.
- l'automobile, structure mécanique, en liaison avec la chaussée par des pneumatiques, met directement en œuvre les décisions prises par le chauffeur, jusqu'il y a une dizaine d'années, l'automobile ne disposait pas d'intelligence permettant d'assister le chauffeur, cette situation a évolué aujourd'hui.
- l'environnement qui fournit une très grande quantité d'informations au chauffeur. et qui interagit avec l'automobile.

L'accident est alors conçu comme un dysfonctionnement rare de la relation entre ces trois types de composants, L'interaction entre l'homme et le véhicule concerne essentiellement le domaine de l'ergonomie, Les interactions entre l'homme et l'environnement et entre le véhicule et l'environnement concernent, pour ce qui nous intéresse, la conception de routes.

L'étude des contraintes dynamiques qui s'appliquent sur un véhicule, et du mode de fonctionnement du couple véhicule infrastructure permet de fixer les limites des principales caractéristiques du réseau routier.

De plus, pour que l'automobiliste puisse adapter son comportement, il est indispensable qu'il dispose à temps des informations nécessaires: cette contrainte est la visibilité.

3. TERMINOLOGIE ROUTIERE :

Un certain nombre de termes technique très précis doivent constituer le vocabulaire relatif aux travaux publics, Ils doivent être utilisés à bon escient, et il convient donc de les définir exactement.

Une **route** est une voie terrestre aménagée pour permettre la circulation de véhicules à roues, Elle est définie géométriquement par son tracé en plan, son profil en long et de son profil en travers type.

La surface de la route est définie au moyen d'une coupe perpendiculaire à la ligne médiane, Cette coupe est appelée profil en travers que l'on fait glisser le long d'une ligne directrice qui est appelée Axe de la route.

L'axe de la route est défini par sa projection horizontale appelée tracé en plan,

Le tracé en plan met en évidence les rayons des virages en plan « RH » est les longueurs d'alignements droits « AD ».

La donnée fondamentale d'usage de la route est la vitesse de référence « Vr ».

Cette vitesse est celle qui peut être pratiquée en tout point de la section considérée par les véhicules rapides dans la plupart des conditions d'adhérence, Donc elle définit les caractéristiques minimales d'aménagement de la section.

Les caractéristique géométrique des routes sont en général présenté en trois projections par :

- Le tracé en plan.
- Le profil en long.
- Le profil en travers.

3.1. LE TRACE EN PLAN :

Lors de l'élaboration de tout projet routier l'ingénieur doit commencer par la recherche du couloir de la route dans le site concerné.

Le tracé en plan est une succession de droites reliées par des liaisons. Il représente la projection de l'axe routier sur un plan horizontal qui peut être une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau.

Les caractéristiques des éléments constituant le tracé en plan doivent assurer les conditions de confort et de stabilité et qui sont données directement dans les codes routiers en fonction de la vitesse de base et le frottement de la surface assuré par la couche de roulement.

Il est constitué de :

- lignes droites de longueur limitée en fonction de la vitesse de référence.
- Courbes de raccordement à rayon de courbure variable.
- arcs de cercle à rayon de courbures constants.

3.1.1. REGLES A RESPECTER DANS LE TRACE EN PLAN :

- Respecter les normes du **B40** si possible.
- Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- Eviter de passer sur les terrains agricoles si possibles.
- Eviter de passer sur des terrains agricoles et des zones forestières.
- Eviter le franchissement des oueds afin d'éviter le maximum d'ouvrage d'art et cela pour des raisons économiques, si le franchissement est obligatoire essayer d'éviter les ouvrages biais.
- Adapter au maximum le terrain naturel afin d'éviter les terrassements importants.

3.1.2. LES ELEMENTS DU TRACE 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 ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

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

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

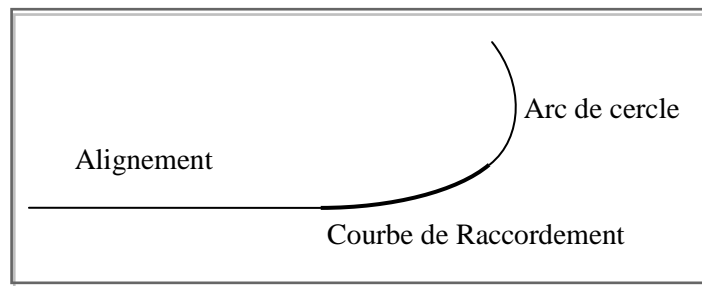


Figure 08 : les éléments de tracé en plan

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

3.1.3. LES ALIGNEMENTS DROITS :

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

Pour des raisons de sécurité, et en particulier éviter la monotonie source d'accidents et l'éblouissement par les phares la nuit, il est recommandé d'alterner alignement droits et courbes circulaires : 60% d'alignement droit, et on limite à 40% les courbes.

3.1.4. LES ARCS DE CERCLE :

Ils peuvent correspondre d'emblée à une certaine portion du tracé. Ils servent également éventuellement en association avec des arcs de clothoïde à relier deux alignements droits.

Trois éléments interviennent pour limiter la courbure :

- La stabilité, sous la sollicitation centrifuge des véhicules circulant à grande vitesse.
- La visibilité dans les tranchées en courbe.
- L'inscription de véhicules longs dans les courbes de faible rayon.

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

3.1.5. LES COURBES DE RACCORDEMENT :

Les courbes 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 de 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.

4. LE RACCORDEMENT PROGRESSIF

4.1. INTRODUCTION :

Le raccordement de deux alignements 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 temps de variation de la sollicitation transversale des véhicules.

4.2. DEFINITION DE LA CLOTHOÏDE :

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

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

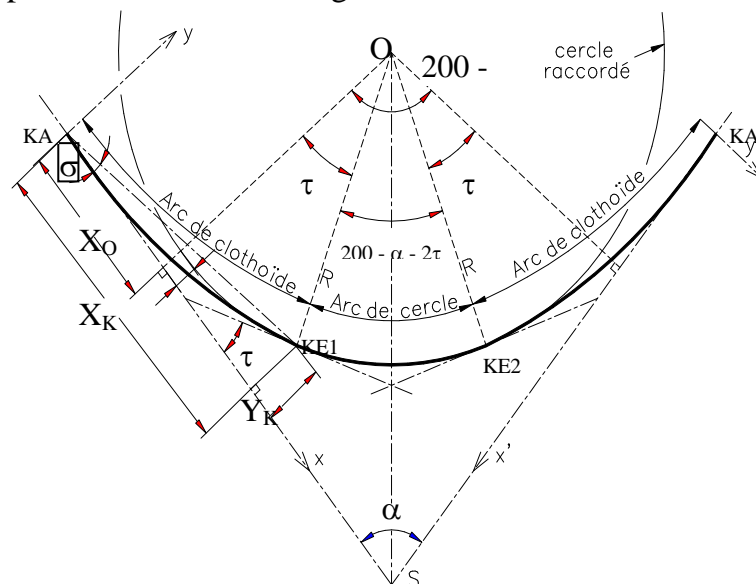


Figure 09: Raccordement progressif

4.3. PROPRIETES DE LA CLOTHOÏDE :

Le rayon de courbure d'une clothoïde varie progressivement d'une valeur infinie en 0, point de tangence avec l'alignement Ox, à une valeur finie, en un point donné P de la courbe.

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

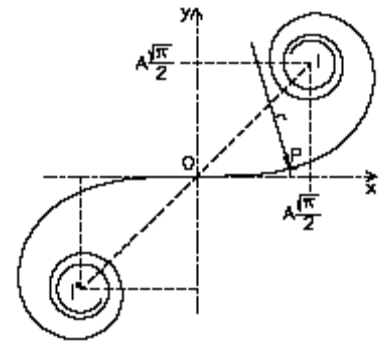


Figure 10: la propriété de la Clothoïde

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

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

4.4. LONGUEUR DE CES RACCORDEMENTS :

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

4.4.1. LA CONDITION DE CONFORT DYNAMIQUE :

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

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

V_r : vitesse de référence en (Km/h)

R: rayon en (m)

Δd : variation de dévers

4.4.2. LA CONDITION OPTIQUE :

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

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

4.4.3. CONDITION DE NON GAUCHISSEMENT :

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

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

L : longueur de raccordement,

l : largeur de la chaussée,

Δd : variation de dévers,

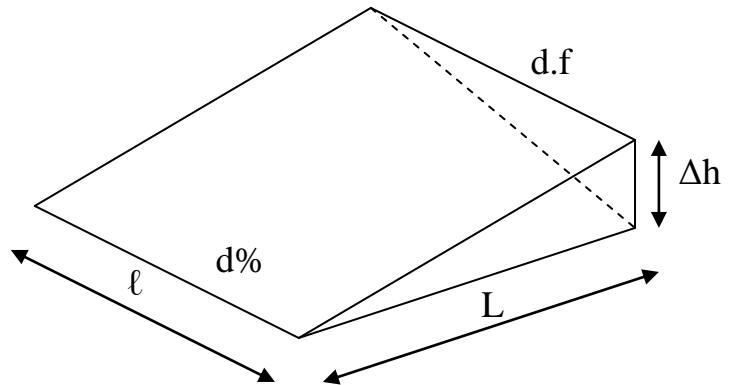


Figure11: Condition de non gauchissement

1.1.1. VERIFICATION DE NON CHEVAUCHEMENT :

1^{er} cas :

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

2^{ème} cas :

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

3^{ème} cas :

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

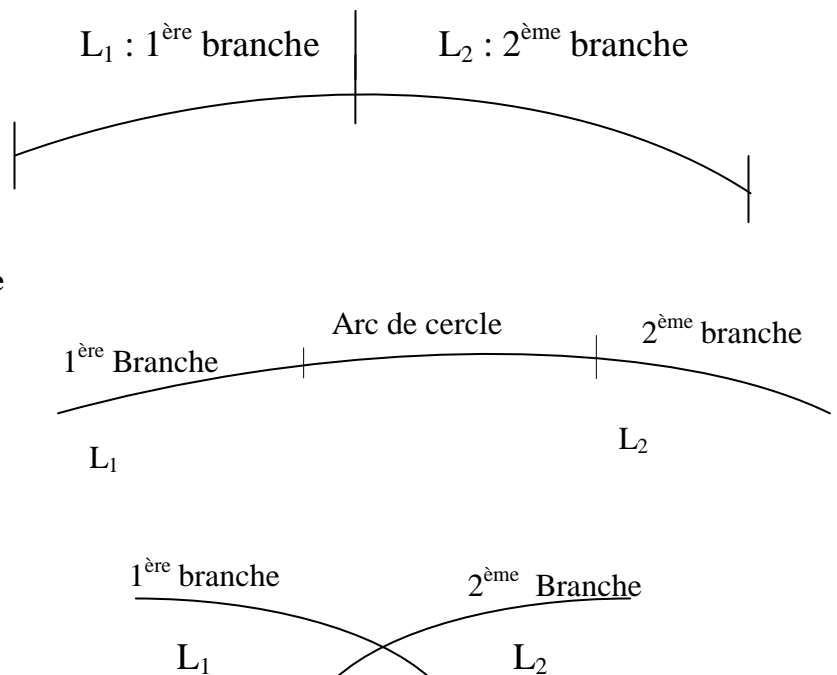


Figure 12 : vérification de non chevauchement

2. NOTION DE DEVERS :

Le devers c'est 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,.

2.1. DEVERS EN ALIGNEMENT :

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

2.2. 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 :

Devers (%) \ Environnement	Facile	Moyen	Difficile
Devers Minimal			
Cat 1-2	2.5 %	2,5%	2,5%
Cat 3-4-5	3%	3%	3%
Devers Maximal			
Cat 1-2	7 %	7%	7%
Cat 3-4	8%	8%	7%
Cat 5	9%	9%	9%

Tableau 32 : Devers en fonction de la catégorie

3. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE :

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

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

3.1. DENIVELEE CUMULEE MOYENNE :

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

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

3.2. SINUOSITE :

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

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

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

4. VITESSE DE REFERENCE :

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

- La catégorie
- L'environnement

5. COURBES EN PLAN :

5.1. LE RAYON MINIMAL ABSOLU (RHM) :

Le rayon minimal absolu (RHm) c'est le plus petit rayon en plan admissible pour une courbe présentant un dévers maximal et parcourue par la vitesse de référence.

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

5.2. LE RAYON MINIMAL NORMAL (RHN) :

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

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

5.3. LE RAYON AU DEVERS MINIMAL (RHd) :

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

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

5.4. LE RAYON NON DEVERSE (RHnd) :

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

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

5.5. REGLES POUR L'UTILISATION DES RAYONS EN PLAN :

il n'y a aucun rayon inférieur à RHm, on utilise autant de valeurs de rayon \geq à RHn que possible.

Dévers Associés aux rayons en plan

➤ les rayons compris entre **RHm** et **RHd** sont déversés avec un dévers interpolé linéairement en $1/R$ arrondi à $0,5\%$ près entre d_{max} et $d(\mathbf{RHm})$.

➤ Si $RHm < R < RHn$ on a:
$$\frac{d(R) - d(RHn)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHn}} = \frac{d(RHm) - d(RHn)}{\frac{1}{RHm} - \frac{1}{RHn}}$$

➤ Si $RHn < R < RHd$ on a:
$$\frac{d(R) - d(RHd)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RHd}} = \frac{d(RHn) - d(RHd)}{\frac{1}{RHn} - \frac{1}{RHd}}$$

- Si le rayon choisi $R \geq RH_{nd}$ le dévers associé est celui de alignement droit.
- Si les rayons compris entre RH_d et RH_{nd} sont celui l'alignement droit dévers minimal d_{min} .

6. LE CHOIX DES RAYONS :

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

1. APPLICATION AU PROJET

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

1.1. CATEGORIE DE LA ROUTE

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

Les routes Algérienne sont classées en cinq (5) catégorie fonctionnelles

La catégorie de notre route est : Catégorie 3

1.2. DEFINITION DE L'AXE

Tableau 1 : coordonnées des sommets de notre axe

Pts	X	Y
A	303743,8057	4002072,1936
S1	303878,7427	4001860,2910
S2	304247,5944	4001679,3742
S3	304524,7103	4000993,5208
S4	305538,7650	4000981,5457
S5	305950,9854	4001471,8213
S6	306418,6419	4001457,7902
B	306848,4044	4001558,1856

1.3. CALCUL DES ELEMENTS DE CHAQUE RACCORDEMENT CIRCULAIRE

Tableau 2 : Eléments des raccordements circulaires

Direction	ΔX (m)	ΔY (m)	Gisements (gr)	Angle au centre (gr)		Distances (m)
A-S1	134,9370 m	-211,9026 m	163,9017 gr			251,2180 m
S1-S2	368,8517 m	-180,9168 m	129,0304 gr	β_1	34,8713 gr	410,8310 m
S2-S3	277,1159 m	-685,8534 m	175,5545 gr	β_2	46,5241 gr	739,7220 m
S2-S4	1014,0547 m	-11,9751 m	100,7518 gr	β_3	74,8027 gr	1014,1250 m
S4-S5	412,2204 m	490,2756 m	44,5077 gr	β_4	56,2441 gr	640,5430 m
S5-S6	467,6565 m	-14,0311 m	101,9095 gr	β_5	57,4018 gr	467,8670 m
S6-B	429,7625 m	100,3954 m	85,3901 gr	β_6	16,5194 gr	441,3330 m
					Σ	3965,6390 m

1.4. ENVIRONNEMENT DE LA ROUTE

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

- La dénivelée cumulée moyenne
- La sinuosité

1.4.1. DENIVELEE CUMULEE MOYENNE

Calcul de la dénivelée cumulée

Tableau 3 : Dénivelée cumulée

N°	Distance (m)		Altitude (m)	Dni (m)
	Cumulée	Partielle		
A	0,00	0,00	455,08	
1	30,00	30,00	455,24	0,15
2	60,00	30,00	455,21	-0,02
3	90,00	30,00	456,65	1,43
4	120,00	30,00	459,26	2,61
5	150,00	30,00	462,15	2,89
6	180,00	30,00	466,92	4,77
7	210,00	30,00	469,11	2,19
8	240,00	30,00	472,60	3,49
9	251,22	11,22	473,90	1,30
10	270,00	18,78	477,33	3,43
11	300,00	30,00	478,76	1,44
12	330,00	30,00	481,04	2,27
13	360,00	30,00	483,04	2,00
14	390,00	30,00	482,87	-0,17
15	420,00	30,00	482,16	-0,71

16	450,00	30,00	482,40	0,24
17	480,00	30,00	481,14	-1,25
18	510,00	30,00	477,37	-3,78
19	540,00	30,00	474,27	-3,10
20	570,00	30,00	472,53	-1,75
21	600,00	30,00	470,06	-2,47
22	630,00	30,00	467,64	-2,42
23	660,00	30,00	464,41	-3,23
24	662,05	2,05	463,95	-0,46
25	690,00	27,95	458,27	-5,67
26	720,00	30,00	453,90	-4,37
27	750,00	30,00	451,71	-2,19
28	780,00	30,00	450,34	-1,37
29	810,00	30,00	447,78	-2,56
30	840,00	30,00	444,35	-3,42
31	870,00	30,00	441,89	-2,46
32	900,00	30,00	439,71	-2,18
33	930,00	30,00	437,75	-1,96
34	960,00	30,00	435,74	-2,01
35	990,00	30,00	434,33	-1,41
36	1020,00	30,00	433,25	-1,08
37	1050,00	30,00	433,44	0,19
38	1080,00	30,00	433,48	0,04
39	1110,00	30,00	433,74	0,26
40	1140,00	30,00	434,57	0,83
41	1170,00	30,00	435,79	1,22
42	1200,00	30,00	437,04	1,25
43	1230,00	30,00	436,48	-0,55
44	1260,00	30,00	435,32	-1,16
45	1290,00	30,00	434,65	-0,67
46	1320,00	30,00	434,56	-0,09
47	1350,00	30,00	433,96	-0,60
48	1380,00	30,00	432,02	-1,94
49	1401,77	21,77	430,78	-1,24
50	1410,00	8,23	431,10	0,31
51	1440,00	30,00	431,99	0,90
52	1470,00	30,00	433,76	1,76
53	1500,00	30,00	435,36	1,60
54	1530,00	30,00	435,43	0,07
55	1560,00	30,00	434,49	-0,94
56	1590,00	30,00	434,57	0,08
57	1620,00	30,00	434,99	0,42
58	1650,00	30,00	435,57	0,58
59	1680,00	30,00	436,86	1,29

60	1710,00	30,00	437,41	0,55
61	1740,00	30,00	437,31	-0,10
62	1770,00	30,00	437,47	0,16
63	1800,00	30,00	438,27	0,79
64	1830,00	30,00	439,35	1,08
65	1860,00	30,00	440,25	0,90
66	1890,00	30,00	441,11	0,85
67	1920,00	30,00	441,89	0,78
68	1950,00	30,00	442,80	0,91
69	1980,00	30,00	444,11	1,31
70	2010,00	30,00	445,80	1,69
71	2040,00	30,00	447,16	1,36
72	2070,00	30,00	448,23	1,07
73	2100,00	30,00	450,08	1,85
74	2130,00	30,00	451,61	1,54
75	2160,00	30,00	453,63	2,02
76	2190,00	30,00	454,85	1,21
77	2220,00	30,00	454,09	-0,76
78	2250,00	30,00	454,18	0,09
79	2280,00	30,00	454,83	0,65
80	2310,00	30,00	452,55	-2,28
81	2340,00	30,00	452,08	-0,46
82	2370,00	30,00	452,98	0,90
83	2400,00	30,00	456,01	3,03
84	2415,90	15,90	454,64	-1,37
85	2430,00	14,10	457,85	3,22
86	2460,00	30,00	459,51	1,66
87	2490,00	30,00	461,42	1,91
88	2520,00	30,00	462,84	1,42
89	2550,00	30,00	463,03	0,19
90	2580,00	30,00	464,24	1,21
91	2610,00	30,00	465,14	0,90
92	2640,00	30,00	464,48	-0,66
93	2670,00	30,00	462,52	-1,95
94	2700,00	30,00	460,44	-2,08
95	2730,00	30,00	458,91	-1,53
96	2760,00	30,00	457,63	-1,29
97	2790,00	30,00	457,96	0,34
98	2820,00	30,00	457,97	0,00
99	2850,00	30,00	457,46	-0,50
100	2880,00	30,00	457,22	-0,24
101	2910,00	30,00	457,32	0,10
102	2940,00	30,00	457,69	0,37
103	2970,00	30,00	458,51	0,83

104	3000,00	30,00	459,62	1,10
105	3030,00	30,00	461,46	1,85
106	3056,44	26,44	463,12	1,66
107	3060,00	3,56	463,33	0,21
108	3090,00	30,00	464,75	1,42
109	3120,00	30,00	465,91	1,16
110	3150,00	30,00	466,25	0,33
111	3180,00	30,00	466,90	0,66
112	3210,00	30,00	467,88	0,98
113	3240,00	30,00	468,81	0,93
114	3270,00	30,00	470,61	1,79
115	3300,00	30,00	473,39	2,78
116	3330,00	30,00	477,01	3,62
117	3360,00	30,00	477,96	0,95
118	3390,00	30,00	474,07	-3,89
119	3420,00	30,00	469,94	-4,13
120	3450,00	30,00	466,27	-3,67
121	3480,00	30,00	465,42	-0,85
122	3510,00	30,00	466,24	0,81
123	3524,31	14,31	466,66	0,42
124	3540,00	15,69	466,43	-0,22
125	3570,00	30,00	465,00	-1,43
126	3600,00	30,00	463,42	-1,58
127	3630,00	30,00	462,57	-0,85
128	3660,00	30,00	463,19	0,63
129	3690,00	30,00	463,41	0,22
130	3720,00	30,00	464,45	1,04
131	3750,00	30,00	466,09	1,63
132	3780,00	30,00	467,72	1,63
133	3810,00	30,00	469,27	1,56
134	3840,00	30,00	470,52	1,24
135	3870,00	30,00	472,45	1,93
136	3900,00	30,00	474,52	2,07
137	3930,00	30,00	476,53	2,01
138	3960,00	30,00	478,38	1,85
B	3965,64	5,64	478,75	0,37
			Σ	197,882
			Dcumulée =	4,99%

Dcumulée = 4.99 %

Notre terrain est montagneux

1.4.2.CALCUL DE LA SINUOSITE

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

Donc la sinuosité est faible

L'environnement de notre tronçon

Terrain montagneux + Sinuosité faible alors l'environnement de notre tronçon est E3

1.5. VITESSE DE REFERENCE

. La vitesse est donc fonction de :

- La catégorie
- L'environnement

Vitesse de référence Vr

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

1.6. CALCUL DES RAYONS EN PLAN NORMEES

Tableau 4 : Dévers min et max pour les rayons horizontaux

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

Dévers	C2
dmin	-3%
dmax	8%

1.7. DEVERS

1.7.1. DETERMINATION DU COEFFICIENT TRANSVERSAL FT

Tableau 5 : coefficients ft en fonction de la catégorie

Vr	40	60	80	100	120	140
CAT 1-2	0,22	0,16	0,13	0,11	0,10	0,09

Vr = 100 km/h	CAT 2
ft = 0.16	

1.7.2.DETERMINATION DU COEFFICIENT TRANSVERSAL F''

Tableau 6 : coefficients F'' en fonction de la catégorie

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

Catégorie	2
F''	0.07

$$RHm = \frac{V_r^2 (Km/h)}{127(d + ft)} \quad RHN = \frac{(V_r + 20)^2}{127(ft + d)} \quad RHd = \frac{V_r^2}{127(2 \cdot d_{min})} \quad RHnd = \frac{V_r^2}{127(F'' - d_{min})}$$

1.8. RAYON EN PLAN NORMES

Tableau 7 : Rayon en plan normés

Rayon en plan normés		
	Calculés	Normés
RHm =	109,02 m	125 m
RHN =	209,97 m	250 m
RHd =	472,44 m	550 m
RHnd =	708,66 m	800 m

1.9. RAYONS EN PLAN CHOISIS

Tableau 8 : Rayon en plan choisis

Rayons (m)	R1	R2	R3	R4	R5	R6
	360	400	250	400	400	600

1.10. CALCUL DES DEVERS ASSOCIES AUX RAYONS HORIZONTALS CHOISIS

Tableau 9 : Devers associé a chaque rayon choisi

R1 =	360 m	R2 =	400 m	R3 =	250 m
d(R) =	4,32%	d(R) =	3,94%	d(R) =	6,00%

R4 =	400 m	R5 =	400 m	R6 =	600 m
d(R) =	3,94%	d(R) =	3,94%	d(R) =	3,00%

1.11. CALCULS DE ELEMENTS DE CHAQUE RACCORDEMENT CIRCULAIRE

Tableau 10 : Eléments des raccordements circulaires

Rayon (m)	angle au centre β (gr)	Longueur de la tangente SiTi (m)	Développée (m)	Bissectrice (m)	Flèche (m)
34,8713 gr	360	101,14 m	197,19 m	13,94 m	13,42 m
46,5241 gr	400	153,03 m	292,32 m	28,27 m	26,41 m
74,8027 gr	250	166,48 m	293,75 m	50,36 m	41,92 m
56,2441 gr	400	189,16 m	353,39 m	42,47 m	38,40 m
57,4018 gr	400	193,63 m	360,67 m	44,40 m	39,97 m
16,5194 gr	600	78,29 m	155,69 m	5,09 m	5,04 m
	Σ	881,73 m	1653,01 m		
		Lt =	3855,189		
		Ls =	0,00		

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

Tableau 11 : Longueur totale du tronçon

	L ad = 2202,18 m	Lc= 1653,01 m
Longueur Totale	Pourcentage en alignement droit	Pourcentage en Courbe
3855,19 m	57%	43%

1.13. RACCORDEMENT PROGRESSIF

1.13.1. DETERMINATIONS DES LONGUEURS DES CLOTHOIDES

Tableau 12: Longueur de la clothoïde

N° Virages	Conditions				Lmax (m)	L choisie (m)	$\beta_i/2$ (gr)	Observations
	Gauchissement	Confort dynamique	Optique	Non Chevauchement				
1	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	τ (gr)				
1	51,24	80,85	65,73	7,1620	80,85	81	17,436	Non chevauchement
2	48,56	70,82	69,28	5,6500	70,82	71	23,262	Non chevauchement
3	63,00	124,98	54,77	15,9155	124,98	125	37,401	Non chevauchement
4	48,56	70,82	69,28	5,6500	70,82	71	28,122	Non chevauchement
5	48,56	70,82	69,28	5,6500	70,82	71	28,701	Non chevauchement
6	42,00	39,57	84,85	4,5094	84,85	85	8,260	Non chevauchement

1.13.2. CALCULS DES ELEMENTS DES CLOTHOIDES

Tableaux 13 : valeurs des éléments des clothoïdes

Paramètres de la clothoïde		Virage 1	Virage 2	Virage 3	Virage 4	Virage 5	Virage 6
R	Rayon (m)	360 m	400 m	250 m	400 m	400 m	600 m
L	Longueur de la clothoïde (m)	81	71	125	71	71	85
A	Paramètre de la clothoïde (m)	170,76	168,52	176,78	168,52	168,52	225,83
α	Angle au sommet (gr)	165,129	153,476	125,197	143,756	142,598	183,481
β	Angle au centre (gr)	34,871	46,524	74,803	56,244	57,402	16,519
τ	Angle des tangentes (gr)	7,162	5,650	15,915	5,650	5,650	4,509
γ	Angle au centre Partie circulaire (gr)	20,547	35,224	42,973	44,944	46,102	7,501
XKE	Abscisse de l'extrémité de la cloth. (m)	81,00	2,00	125,00	71,00	71,00	85,00
YKE	Ordonnée de l'extrémité de la cloth. (m)	3,04	2,10	10,42	2,10	2,10	2,01
σ	Angle Polaire (gr)	2,3862	51,5587	5,2929	1,8828	1,8828	1,5029
Lcercle	Long, de la partie circulaire (m)	116,19	221,32	168,75	282,39	289,67	70,70
SL	Longueur de la corde KA-KE (m)	81,06	2,90	125,43	71,03	71,03	85,02
Xo	Abscisse du centre (m)	40,59	-33,45	63,15	35,55	35,55	42,54
Yo	Ordonnées du centre (m)	360,76	400,53	252,65	400,53	400,53	600,50
KA-O	Distance KA-centre (m)	363,04	401,92	260,42	402,10	402,10	602,00
DR	Ripage (m)	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00
DT	Développée totale (m)	278,19	363,32	418,75	424,39	431,67	240,70
T = SKA	Distance S-KA (m)	142,01	119,96	231,63	225,19	229,67	120,96
TK	Tangente courte (m)	27,06	23,70	42,11	23,70	23,70	28,36
TL	Tangente Longue (m)	77,94	-0,11	114,25	68,89	68,89	82,99
biss	Bissectrice (m)	14,98	29,34	53,97	43,58	45,51	6,09

1.13.3. VARIATIONS DU DEVERS LE LONG D'UNE CLOTHOÏDE

Tableaux 14 : variation du dévers (clothoïde)

virage 1	
$\Delta d =$	7,32%
L =	81 m
dmin =	0,03
x =	66,40 m

virage 2	
$\Delta d =$	6,94%
L =	71 m
dmin =	0,03
x =	61,41 m

N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	3,00%	-3,00%
P1	10	2,10%	-3,00%
P2	20	1,19%	-3,00%
P3	30	0,29%	-3,00%
P4	40	-0,61%	-3,00%
P5	50	-1,52%	-3,00%
P6	60	-2,42%	-3,00%
P7	70	-1,52%	-1,52%
P8	80	-2,42%	-2,42%
KE	81	-4,32%	-4,32%

N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	3,00%	-3,00%
P1	10	2,02%	-3,00%
P2	20	1,05%	-3,00%
P3	30	0,07%	-3,00%
P4	40	-0,91%	-3,00%
P5	50	-1,89%	-3,00%
P6	60	-2,86%	-3,00%
P7	70	-3,84%	-3,84%
KE	71	-3,94%	-3,94%

virage 3	
$\Delta d =$	9,00%
L =	125 m
dmin =	0,03
x =	83,33 m

virages 4 et 5	
$\Delta d =$	6,94%
L =	71 m
dmin =	0,03
x =	61,41 m

N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	3,00%	-3,00%
P1	10	2,28%	-3,00%
P2	20	1,56%	-3,00%
P3	30	0,84%	-3,00%
P4	40	0,12%	-3,00%
P5	50	-0,60%	-3,00%
P6	60	-1,32%	-3,00%
P7	70	-2,04%	-3,00%
P8	80	-2,76%	-3,00%
P9	90	-3,48%	-3,48%
P10	100	-2,76%	-2,76%
P11	110	-3,48%	-3,48%
P12	120	-2,76%	-2,76%
KE	125	-6,00%	-6,00%

N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	3,00%	-3,00%
P1	10	2,02%	-3,00%
P2	20	1,05%	-3,00%
P3	30	0,07%	-3,00%
P4	40	-0,91%	-3,00%
P5	50	-1,89%	-3,00%
P6	60	-2,86%	-3,00%
P7	70	-3,84%	-3,84%
KE	71	-3,94%	-3,94%

virage 6	
$\Delta d =$	6,00%
L =	85
dmin =	0,03
x =	85,00 m

N° Profil	xi	dext	dint
KA	0	3,00%	-3,00%
P1	10	2,29%	-3,00%
P2	20	1,59%	-3,00%
P3	30	0,88%	-3,00%
P4	40	0,18%	-3,00%
P5	50	-0,53%	-3,00%
P6	60	-1,24%	-3,00%
P7	70	-1,94%	-3,00%
P8	80	-2,65%	-3,00%
KE	85	-3,00%	-3,00%

ETUDE DU TRAFIC

1. INTRODUCTION

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

Cette conception repose 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.

2. ANALYSE DU TRAFIC :

Cette analyse est réalisée par différents procédés complémentaires à savoir :

- Les comptages manuels
- Les comptages automatiques.

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

2.1. LES ENQUETES DE TYPE CORDON :

Elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux,

2.2. LES ENQUETES QUANTITATIVES :

Elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau ; les raisons de son déplacement...etc

3. DIFFERENTS TYPES DE TRAFIC

3.1. TRAFIC NORMAL

C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre compte du nouveau projet à une année donnée,

3.2. TRAFIC DEVIE (DERIVE) :

C'est le trafic dévié sur d'autre itinéraire suite au faible niveau de service offert par la route avant aménagement.

3.3. TRAFIC INDUIT :

C'est le nouveau trafic attiré suite à l'aménagement du niveau de service de la route.

3.4. TRAFIC TOTAL :

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

4. PROLONGATION DE L'EVOLUTION PASSEE :

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

Le trafic T_n à l'année horizon sera :

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

- T_0 : le trafic à l'arrivée pour l'origine.
- τ : le taux d'accroissance.
- n : durée de vie.

5. CALCUL DE LA CAPACITE

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminer, la capacité s'exprime sous forme d'un débit horaire,

6. PROJECTION FUTURE DU TRAFIC :

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

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

Avec :

$TJMA_h$: le trafic à l'année horizon.

$TJMA_0$: le trafic à l'année de référence.

n : nombre d'année.

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

7. LA PROCEDURE DE DETERMINATION DE NOMBRE DE VOIES :

Le choix de voie résulte de la comparaison entre l'offre et la demande c'est-à-dire, le débit admissible et le trafic prévisible à l'année d'exploitation.

Pour cela est donc nécessaire d'évaluer le débit horaire à l'heure de pointe pour la vingtième année d'exploitation.

7.1. CALCUL DE TJMA A HORIZON

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

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

T_0, τ, n : sont définies précédemment,

7.2. CALCUL DE TRAFIC EFFECTIF :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (U,V,P), en fonction de :

- type de route et de l'environnement :

Pour cela on utilise des coefficients à d'équivalence pour convertir les (PL) en (UVP), (Unité de Véhicule Particulier),

Le trafic effectif est donné la relation suivante :

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

Avec :

T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (UVP),

Z : pourcentage de poids lourd,

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourds il dépend

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

Tableaux 15 : Coefficient d'équivalence pour le poids lourds P

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

7.3. DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL :

Le débit de pointe horaire normal est une fraction du trafic effectif à l'horizon il est exprimé en unité de véhicule particulier (uvp) et donné par la formule suivante:

Avec :

Q : débit de pointe horaire,

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{\text{eff}} \text{ est exprimé en UVP/h.}$$

$\frac{1}{n}$: Coefficient de pointe prise égale 0,12.

7.4. DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE :

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

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

avec :

K_1 : Coefficient lié à l'environnement

K_2 : Coefficient de réduction de capacité.

C_{th} : Capacité effectif par voie qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

Valeur de K_1 :

Tableaux 16 : valeur de K_1

Environnement	E1	E2	E3
K_1	0,75	0,85	0,90 à 0,95

Valeur de K_2 :

Tableaux 17 : valeur de K_2

Environnement	Cat 1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5
E_1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E_2	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
E_3	0,91	0,95	0,97	0,96	0,96

Valeur de C_{th} : Capacité théorique du profil en travers en régime stable.

Tableau 18: valeur de la capacité théorique

Route à 2 voies de 3,5m	1500 à 2000
Route à 3 voies de 3,5	2400 à 3200
Route à chaussée séparée	1500 à 1800

7.5. CALCUL DU NOMBRE DES VOIES

• Cas d'une chaussée bidirectionnelle :

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

$$Q = Q_{adm}$$

• Cas d'une chaussée unidirectionnelle :

Dans ce cas il y a lieu de tenir compte d'un coefficient de dissymétrie $S2/3$.

D'un sens le plus chargé par rapport à l'autre.

Le nombre de voie est calculé par les relations suivantes :

✓ Chaussée bidirectionnelle : $n = Q/d$

✓ Chaussée unidirectionnelle : $n = S.Q/d \Rightarrow n = \frac{2}{3} \times \frac{Q}{d}$

Avec : Q_{adm} : débit admissible par voie,

S : coefficient de dissymétrie en général.

Les données de trafic

- TJMA= 4500/j
- Le taux d'accroissement annuel du trafic noté $\tau = 4 \%$
- Le pourcentage de poids lourds $\%PL = 12\%$
- La durée de vie estimée de 20 ans

Trafic à l'année de mise

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^4 = 4500 (1 + 0.04)^4 = 5264 \text{ V / J}$$

Le trafic de l'année horizon à la 20ème année « durée de vie »:

$$T_n = T_1 (1 + \tau)^n = 5264 (1 + 0.04)^{20} = 11535 \text{ VPL/J}$$

$$T_{20} = 11535 \text{ UVP/J}$$

$$T_{eff} = [(1 - Z) + P.Z] \times T_{20}$$

Les valeurs de P « coefficient d'équivalence » sont données par le tableau des normes B40.

Pour notre cas : $P = 3$ (Environnement 1)

$$T_{\text{eff}} = [(1 - 0.12) + 8 \times 0.12] \times 11535$$

$$T_{\text{eff}} = 21224 \text{ UVP/j}$$

$$Q_{\text{Horizon}} = 0.12 T_{\text{eff}}$$

$$Q = 0.12 \times 21224 = 2547$$

$$Q = 4151 \text{ UVP/h}$$

Débit admissible « d »

$$d = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{\text{th}}$$

Les valeurs de K_1 sont données par le tableau B40, elles sont en fonction du niveau de service (environnement, catégorie).

K_1 : coefficient dépendant de l'environnement

K_2 : coefficient de réduction

Les valeurs de K_1 sont les suivants :

Catégorie 1 et Environnement 1 $\Rightarrow K_1 = 0.90, K_2 = 0.97$

Pour la chaussée bidirectionnelle : $C_{\text{th}} = Q_{\text{Horizon}}$

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

$$d = 0.90 \times 0.97 \times 2000 = 1746$$

$$d = 1746$$

Nombre de voie

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{Q}{d}$$

$$N = \frac{2}{3} \times \frac{2447}{1746} = 0.97 \approx 1 \text{ voies/sens}$$

PROFIL EN LONG

1. DEFINITION

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

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

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

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

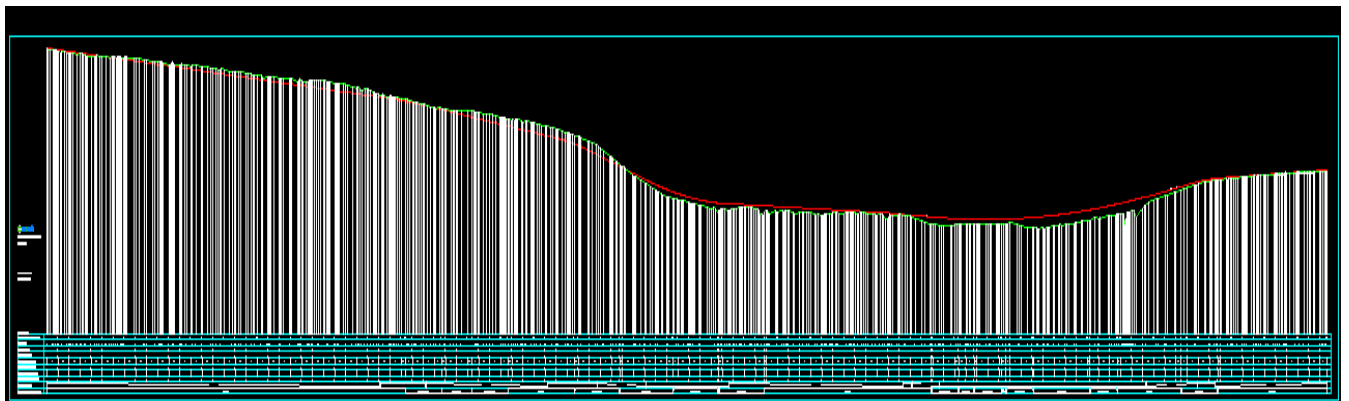


Figure 13 : profil en long

1.1. LIGNE PROJET

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

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblais et de déblais ;
- Ne pas dépasser une pente maximale préconisée par les normes.
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage

- D'adapter le terrain pour minimiser les travaux de terrassement qui peuvent être coûteux
- De rechercher un équilibre entre le volume des déblais et le volume des remblais
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblais
- Au changement de déclivité (butte ou creux) on raccordera les alignements droits par des courbes paraboliques.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long ;
- Opter pour une déclivité minimale de 0.5% de préférence qui permettra d'éviter la stagnation des eaux pluviales.

1.1.1. Eléments constituant la ligne rouge :

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

a- Les alignements :

Les alignements sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

b-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.

b.1-Déclivité minimale

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

b.2-Déclivité maximale

Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tout les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd

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

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

Tableau 19: Valeur de déclivité maximale

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

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

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

2. RACCORDEMENT EN PROFIL EN LONG

2.1. RACCORDEMENTS VERTICAUX :

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

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

2.2. .RACCORDEMENT CONVEXE (ANGLE SAILLANT) :

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

2.2.1. Condition de confort

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

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

D_1 : la distance d'arrêt

h_0 : hauteur de l'œil

h_1 : hauteur de l'obstacle

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

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

$a = 0.24$ pour les catégories 1 et 2

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

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

Les rayons minimaux normaux sont obtenues par application de même relations pour la vitesse $V = V_r + 20 = 80$ km/h

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

Tableau 20 : Rayons convexes

Rayon	Symbole	Valeur (m)
Min absolue	R_{Vm}	1300
Min normale	R_{Vn}	3500

2.3. RACCORDEMENT CONCAVE (ANGLE RENTRANT)

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

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

Tableau 21 : Rayons concaves

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	R'_{Vm}	1100
Min normale	R'_{VN}	1600

3. APPLICATION AU PROJET

La vitesse de base qu'on a retenue dans notre projet est 80Km/h, donc la déclivité maximale est de 6%.

Tableau 22 : déclivités et rayons des arc des paraboles

COVADIS Version 10
(C) Géomédia S.A. 1993-2007

COVADIS - LISTING DU PROFIL EN LONG DU PROJET Description

Nom du dessin : G:\Kheris\Projet_Bin04_Final01SUITE_24_05_22
 Nom du listing : G:\Kheris\Projet_Bin04_Final01SUITE_24_05_22_Raccord_Prog_1_PROJET.rtf
 Date du listing : 04/06/2022 à 19:32:34
 Profil en long : 1
 Courbe projet : Proj 1

Caractéristiques	Long. 2D (m)	Long. 3D (m)	S = Abscisse	Z projet (m)	(X,Y) en plan	Z TN (m)
			0.000	455.132	303743.806, 4002072.194	455.082
Rampe = 3.000 %	103.456	103.503				
			103.456	458.236	303799.375, 4001984.928	457.577
Arc de parabole	770.000	770.167				
Rayon = -11000.0000						
S haut = 433.456						
Z haut = 463.186						
			873.456	454.386	304334.136, 4001465.188	440.234
Pente = -4.000 %	174.560	174.700				
			1048.017	447.403	304399.530, 4001303.339	433.463
Arc de parabole	530.733	530.843				
Rayon = 10000.0000						
S bas = 1448.017						
Z bas = 439.403						
			1578.749	440.258	304763.695, 4000990.699	435.460
Rampe = 1.307 %	286.488	286.513				
			1865.238	444.003	305050.164, 4000987.316	442.075
Arc de parabole	167.504	167.571				
Rayon = 6000.0000						
			2032.742	448.531	305217.656, 4000985.338	449.811
Rampe = 4.099 %	203.220	203.391				
			2235.962	456.861	305420.554, 4000989.839	454.345
Arc de parabole	357.237	357.314				
Rayon = -6500.0000						
S haut = 2501.962						
Z haut = 462.322						
			2593.198	461.688	305709.137, 4001184.178	461.718
Pente = -1.397 %	158.870	158.886				
			2752.069	459.469	305811.386, 4001305.771	457.646
Arc de parabole	265.633	265.731				
Rayon = 4000.0000						
S bas = 2808.069						
Z bas = 459.078						
			3017.702	464.578	306027.920, 4001451.675	464.893
Rampe = 5.244 %	11.161	11.176				
			3028.862	465.163	306038.730, 4001454.450	465.057
Arc de parabole	338.597	338.715				
Rayon = -4000.0000						
S haut = 3238.862						

Z haut = 470.663						
			3367.459	468.588	306376.358, 4001460.641	465.661
Pente = -3.221 %	5.415	5.417				
			3372.874	468.414	306381.769, 4001460.829	465.846
Arc de parabole	329.810	329.916				
Rayon = 4000.0000						
S bas = 3501.874						
Z bas = 466.339						
			3702.684	471.388	306704.835, 4001524.647	469.638
Rampe = 5.024 %	147.435	147.621				
			3850.119	478.795	306848.404, 4001558.186	478.745
Longueur totale	3850.119					

CINEMATIQUE

1.1. DISTANCE DE FREINAGE

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

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

$$d_0 = \frac{4}{100} \times \frac{V_r^2}{g(f_{rl} \pm e)}$$

Avec :

V_r : vitesse de référence en Km/h.

e : déclivité.

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

Tableau 23 : Coefficient de frottement longitudinal selon les normes de B40

V_r (Km/h)		40	60	80	100	120	140
f_{rl}	Catégorie 1-2	0.45	0.42	<u>0.39</u>	0.36	0.33	0.30
	Catégorie 3-4-5	0.49	0.46	0.43	0.40	0.36	/

Pour notre projet on a $f_{rl} = 0.46$

1.2. TEMPS DE REACTION

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

1.3. DISTANCE D'ARRET

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

$$d = d_1 + d_0$$

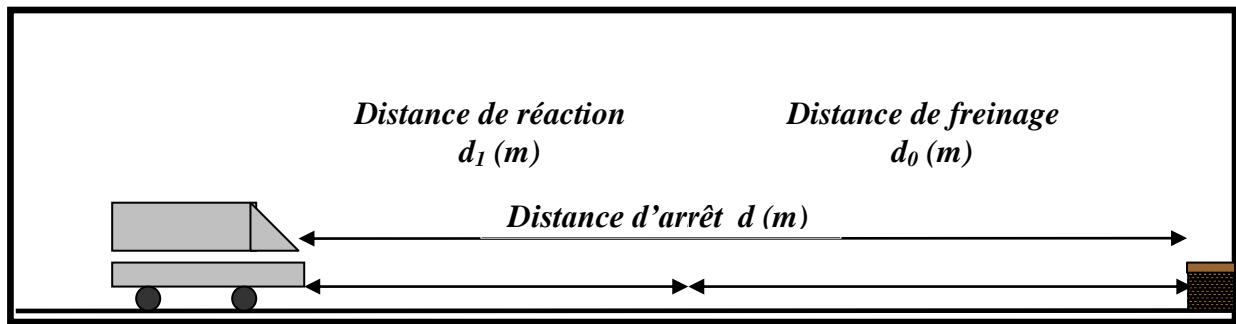


Figure 14 :Distance d'arrêt et de freinage

En alignement droit

Pour $V_r > 60 \text{ Km/h}$ et quand $t = 1.8 \text{ s}$: $d = d_0 + 0.50 \times V_r$

Pour $V_r \leq 60 \text{ Km/h}$ et quand $t = 2 \text{ s}$: $d = d_0 + 0.56 \times V_r$

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.

1.4. DISTANCE DE PERCEPTION

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

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

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

1.5. DISTANCE DE SECURITE ENTRE DEUX VEHICULES

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

La distance de freinage ne change pas et reste d_0 , mais par contre la distance parcourue pendant le temps de perception et de réaction de second véhicule augmente d'une

durée $(t + t')$, avec t' temps de perception et de réaction de second véhicule aux feux arrières de stop de premier véhicule.

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

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

l : longueur moyenne d'un véhicule

En général, on prend $t' = 0.75$ s

En pratique, on prend $t = 3$ s

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

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

Sachant que $V = \frac{v \text{ (km/h)}}{3.6}$ et $t' = 0.75$ s $\Rightarrow Es = \frac{V}{5} + 1$

Avec :

V : la vitesse en km/h

L : la longueur de véhicule on prend généralement 5m

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

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

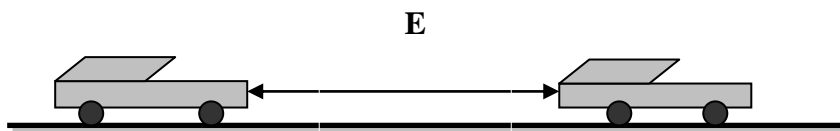


Figure 15 : L'espacement entre deux véhicules

1.6. MANŒUVRE DE DEPASSEMENT :

dvdm : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement moyenne

dvdN : Distance de visibilité et de manœuvre de dépassement normale

dmd : Distance de visibilité de manœuvre de dépassement

Tableau ; valeurs de $dvdm$, $dvdn$ et dmd en fonction de la vitesse.

2. APPLICATION AU PROJET

Tableau 24 : Distances de freinage, d'arrêt

N°	Déclivités		Distance de freinage (m)	Distance d'arrêt (m)	Distance d'arrêt en courbe (m)
1	Rampe	3,00%	29,96	63,56	70,45
2	Pente	-4,00%	34,95	68,55	73,69
3	Rampe	1,31%	31,03	64,63	68,79
4	Rampe	4,10%	29,30	62,90	66,63
5	Pente	-1,40%	32,91	66,51	71,14
6	Rampe	5,24%	28,65	62,25	65,81
7	Pente	-3,22%	34,31	67,91	72,89
8	Rampe	5,02%	28,77	62,37	65,96

Tableau 25 : valeurs de d_{vdm} , d_{vdN} et d_{md}

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

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

Application : $V_r = 80 \text{ Km/h}$

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

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

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

PROFIL EN TRAVERS

1. DEFINITIONS

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....).

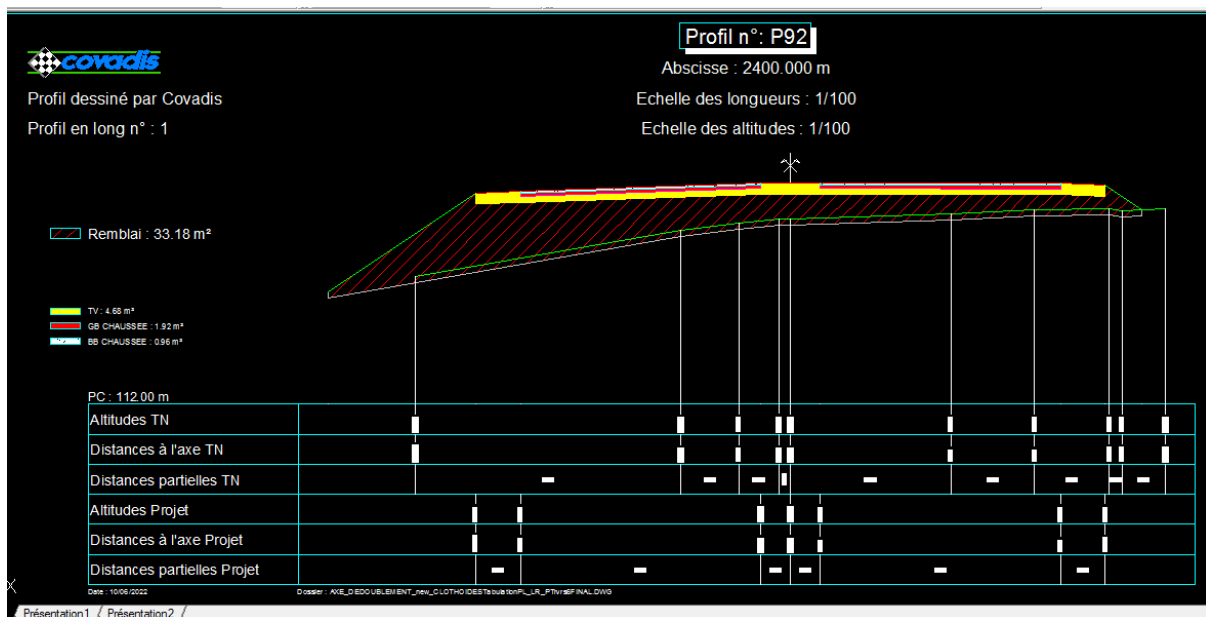


Figure 16 : Profil en travers

2. PROFIL EN TRAVERS TYPE

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

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

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

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

- Un profil déversé en remblai
- Un profil déversé en déblai
- Un profil mixte déversé

3. LES ELEMENTS CONSTITUANT UN PROFIL EN TRAVERS TYPE

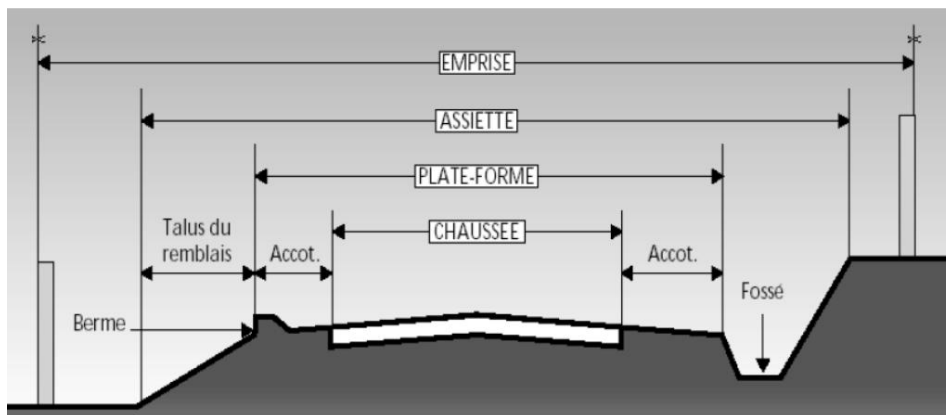


Figure 17 Les éléments d'une route

La largeur roulable

Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Surlargeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.

La plate forme

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

Assiette

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

L'emprise

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

Les accotements

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

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

Le fossé

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

4. PROFIL EN TRAVERS TYPE DE NOTRE PROJET

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

- Une chaussée de deux voies de 3,50m chacune : $(2 \times 3,50) = 7,00$ m
- Un accotement de 1,50m pour de part et d'autre : $(2 \times 1,50) = 3,00$ m

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

1. INTRODUCTION

La qualité d'un projet routier ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long. En effet une fois réalisée, la route devra résister aux agressions des agents extérieurs et aux surcharges d'exploitation : action des essieux des véhicules et notamment les poids lourds.

Et aussi des gradients thermiques, pluie, neige, verglas etc.....

Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes les charges pendant toute sa durée de vie.

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

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

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

2. PRINCIPE DE LA CONSTITUTION DES CHAUSSEES

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

De la charge des véhicules

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

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

Des intempéries

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

Des efforts tangentiels

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

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

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

3. LA CHAUSSEE

3.1. DEFINITION

Au sens géométrique : c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

Au sens structurel : c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges :

3.1.1. Couche de surface

Elle est composée de la couche de roulement et la couche de liaison et elle est en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure. Son rôle est :

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer la sécurité (adhérence) et le confort (bruit et uni.)
- Assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

3.1.2. Couche de base

Elle reprend les efforts verticaux et répartit les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes.

3.1.3. Couche de fondation

Elle a le même rôle que celui de la couche de base.

3.1.4. Couche de forme

Elle est généralement prévue pour répondre à certains objectifs en fonction de la nature du sol support :

- Sur un sol rocheux : elle joue le rôle de nivellement afin d'aplanir la surface.
- Sur un sol peu portant (argileux à teneur en eau élevée) : Elle assure une portance suffisante à court terme permettant aux engins de chantier de circuler librement.

Actuellement, on tient de plus en plus compte du rôle de portance à long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l'optimisation des structures de chaussées.

4. METHODE C.B.R (CALIFORNIA – BEARING – RATIO)

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

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

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

Avec: e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

$a_1 \times e_1$: couche de roulement

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

Où:

c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

4.1. COEFFICIENT D'EQUIVALENCE

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

Tableau 26 : les coefficients d'équivalence

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

5. APPLICATION AU PROJET

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

APPLICATION AU PROJET

Données :

- TMJA = 4500 VPL/J
- % poids lourd : 12 %
- Taux d'accroissement $\tau = 4\%$
- Durée de vie : 20 ans
- Indice « CBR » : $I_{CBR} = 4$
- Poids max de la roue : 6.5 t
- $T_0 = TMJA \times \%PL$

Trafic à l'année de mie en service T_1 :

$$T_0 = TMJA \times PL\% = 4500 \times 0.12 = 540 \text{ VPL/J}$$

$$T_1 = T_0 (1 + \tau)^4 = 540 (1 + 0.04)^4 = 632 \text{ VPL/J}$$

Le trafic de l'année horizon à la 10ème année « durée de vie »:

$$T_n = T_1 (1 + \tau)^n = 632 (1 + 0.04)^{20} = 1384/J$$

$$T_{20} = 1384 \text{ UVP/J}$$

$$e \text{ (m)} = \frac{100 + \sqrt{6.5} \left(75 + 50 \cdot \log \frac{1384}{10} \right)}{4 + 5}$$

Tableau 27 : Epaisseur du corps de chaussée

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	6	2	12
GB	12	1.5	18
GC	20	1	20
TUF	25	0.60	15
TOTAL	63		65

Notre structure comporte : **6BB + 12GC + 16 GC**



6 cm BB (Béton Bitumineux)

12 cm GB (Graves Concassées)

20 cm GC

Figure 18 : Corps de chaussée

CUBATURE

1. DEFINITION

Les cubatures de terrassement est la détermination des volumes de remblais et déblais nécessaire à la réalisation du projet, cela nécessite la connaissance :

- Des profils en long.
- Des profils en travers.
- Des distances entre ces profils.

2. METHODE DE CALCUL

La méthode que nous allons utiliser est celle utilisée par le logiciel Covadis 10.1. c'est la méthode linéaire

Tableau 28 : calcul des cubatures

RECAPITULATIF DES CUBATURES DEBLAI-REMBLAI PAR PROFIL - Raccord_Prog

Nom du dessin	C:\Users\Hmida\Desktop\Projet_Bin04_Final01_24_05_22.dwg
Date du listing	24/05/2022 à 15:48:19
Profil en long	1
Courbe projet	Proj 1
Méthode :	Linéaire
Volume cumulé déblais (m ³)	259595,35
Volume cumulé remblais (m ³)	257997,91
Excès de déblais (m ³)	1597,44

Profil n°	Abs-cisse	Long. d'appl.	Déblais					Remblais				
			Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)	Surf. G (m ²)	Surf. D (m ²)	Surf. Tot (m ²)	Volume (m ³)	Cumul Vol. (m ³)
P1	0,00	15,00	5,29	3,44	8,73	130,94	130,94	0,02	0,02	0,04	0,58	0,58
P2	30,00	30,00	1,12	0,00	1,12	33,65	164,59	0,82	3,04	3,86	115,95	116,53
P3	60,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164,59	5,89	12,11	17,99	539,76	656,29
P4	90,00	24,69	1,13	0,00	1,13	27,88	192,47	2,01	7,95	9,96	245,83	902,12
P5	109,39	15,00	6,66	0,25	6,91	103,70	296,17	0,02	0,48	0,51	7,61	909,74
P6	120,00	20,31	15,63	5,69	21,32	432,91	729,08	0,02	0,02	0,04	0,83	910,57
P7	150,00	30,00	38,56	25,63	64,19	1925,69	2654,78	0,02	0,02	0,04	1,25	911,82
P8	180,00	20,19	95,54	77,89	173,43	3501,77	6156,55	0,02	0,02	0,04	0,84	912,66
P9	190,38	15,00	109,63	86,96	196,59	2948,81	9105,36	0,02	0,02	0,04	0,62	913,28
P10	210,00	24,81	138,86	106,49	245,34	6086,60	15191,96	0,02	0,02	0,04	1,05	914,33
P11	240,00	30,00	192,38	164,04	356,43	10692,77	25884,72	0,02	0,02	0,04	1,31	915,64
P12	270,00	30,00	271,21	267,96	539,17	16175,02	42059,75	0,02	0,02	0,04	1,21	916,85
P13	300,00	18,29	286,47	295,09	581,56	10636,30	52696,05	0,02	0,02	0,04	0,77	917,62
P14	306,58	15,00	294,70	304,93	599,63	8994,49	61690,54	0,02	0,02	0,04	0,63	918,25

P15	330,00	26,71	328,38	354,48	682,86	18239,70	79930,24	0,02	0,02	0,04	1,06	919,31
P16	360,00	28,79	354,27	402,78	757,04	21793,58	101723,82	0,02	0,02	0,04	1,11	920,42
P17	387,58	15,00	335,82	404,22	740,04	11100,66	112824,48	0,02	0,02	0,04	0,60	921,02
P18	390,00	16,21	334,07	402,33	736,40	11938,66	124763,15	0,02	0,02	0,04	0,65	921,67
P19	420,00	30,00	314,80	390,54	705,34	21160,35	145923,49	0,02	0,02	0,04	1,11	922,78
P20	450,00	23,93	318,50	369,57	688,07	16462,78	162386,28	0,02	0,02	0,03	0,83	923,62
P21	467,85	15,00	309,73	323,24	632,97	9494,59	171880,87	0,02	0,02	0,04	0,53	924,15
P22	480,00	21,07	300,24	275,75	575,99	12138,31	184019,17	0,02	0,02	0,04	0,75	924,89
P23	510,00	29,42	254,99	182,00	437,00	12858,58	196877,75	0,02	0,02	0,04	1,10	926,00
P24	538,85	15,00	194,80	132,53	327,33	4909,93	201787,68	0,02	0,02	0,04	0,60	926,60
P25	540,00	15,58	193,02	131,31	324,33	5051,51	206839,19	0,02	0,02	0,04	0,63	927,23
P26	570,00	30,00	141,97	95,58	237,55	7126,40	213965,59	0,02	0,02	0,04	1,20	928,43
P27	600,00	30,00	80,63	57,51	138,14	4144,28	218109,87	0,02	0,02	0,04	1,21	929,64
P28	630,00	30,00	40,79	22,62	63,41	1902,17	220012,04	0,02	0,02	0,04	1,18	930,82
P29	660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	11,95	22,22	34,17	1025,13	1955,96
P30	690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	54,29	79,49	133,78	4013,35	5969,30
P31	720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	79,05	108,33	187,38	5621,39	11590,70
P32	750,00	20,09	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	79,29	106,01	185,30	3721,97	15312,66
P33	760,17	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	83,61	112,50	196,11	2941,63	18254,30
P34	780,00	24,91	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	95,56	131,30	226,86	5651,97	23906,26
P35	810,00	25,58	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	136,44	184,02	320,46	8198,84	32105,11
P36	831,17	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	165,77	222,52	388,28	5824,26	37929,37
P37	840,00	19,42	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	176,85	235,71	412,56	8009,90	45939,27
P38	870,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	205,50	253,83	459,33	13779,91	59719,18
P39	900,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	242,52	267,28	509,80	15294,00	75013,18
P40	930,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	274,93	278,02	552,96	16588,67	91601,85
P41	960,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	279,30	286,38	565,67	16970,21	108572,07
P42	990,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	280,84	285,84	566,68	17000,50	125572,56
P43	1020,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	234,18	258,13	492,31	14769,36	140341,92
P44	1050,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	195,82	234,58	430,41	12912,23	153254,15
P45	1080,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	163,05	206,99	370,04	11101,25	164355,40
P46	1110,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	122,89	168,55	291,43	8742,92	173098,32
P47	1140,00	20,79	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	83,76	129,99	213,74	4443,85	177542,17
P48	1151,58	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	71,32	113,52	184,84	2772,61	180314,78
P49	1170,00	24,21	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	51,00	87,47	138,47	3352,28	183667,06
P50	1200,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	36,46	70,26	106,72	3201,56	186868,62
P51	1230,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	41,01	68,68	109,69	3290,65	190159,27
P52	1260,00	23,29	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	40,37	63,25	103,62	2413,63	192572,90
P53	1276,59	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	35,57	61,93	97,50	1462,52	194035,42
P54	1290,00	21,71	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	30,48	52,69	83,17	1805,48	195840,90
P55	1320,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	18,69	37,11	55,81	1674,28	197515,17
P56	1350,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	20,86	38,39	59,25	1777,45	199292,62
P57	1380,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	24,62	43,59	68,21	2046,40	201339,03
P58	1410,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	22,17	41,03	63,20	1895,94	203234,96
P59	1440,00	17,67	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	13,96	26,94	40,89	722,42	203957,38
P60	1445,33	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	12,53	26,06	38,59	578,89	204536,27
P61	1470,00	27,33	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	15,62	35,72	51,34	1403,32	205939,59

P62	1500,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	28,67	57,54	86,21	2586,28	208525,87
P63	1530,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	34,32	60,48	94,80	2843,86	211369,73
P64	1560,00	20,17	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	33,76	56,04	89,80	1810,99	213180,71
P65	1570,34	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	32,23	54,36	86,59	1298,86	214479,58
P66	1590,00	24,83	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	33,17	48,17	81,34	2019,78	216499,36
P67	1620,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	24,30	36,94	61,24	1837,11	218336,47
P68	1650,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	23,22	34,43	57,65	1729,64	220066,12
P69	1680,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	27,86	40,33	68,20	2045,97	222112,08
P70	1710,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	30,16	43,79	73,95	2218,54	224330,62
P71	1740,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	23,59	38,57	62,15	1864,64	226195,26
P72	1770,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	18,36	31,04	49,40	1482,11	227677,37
P73	1800,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	13,85	24,93	38,78	1163,48	228840,85
P74	1830,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	11,04	18,02	29,07	872,00	229712,85
P75	1860,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	8,85	13,26	22,11	663,45	230376,30
P76	1890,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220012,04	5,08	8,79	13,88	416,32	230792,62
P77	1920,00	30,00	1,53	0,00	1,53	45,97	220058,01	0,60	2,40	3,00	89,87	230882,49
P78	1950,00	30,00	9,21	4,87	14,09	422,60	220480,61	0,02	0,02	0,04	1,20	230883,69
P79	1980,00	30,00	13,59	8,37	21,96	658,86	221139,48	0,02	0,02	0,04	1,21	230884,90
P80	2010,00	30,00	13,67	9,58	23,26	697,74	221837,22	0,02	0,02	0,04	1,19	230886,08
P81	2040,00	30,00	20,44	15,17	35,62	1068,48	222905,69	0,02	0,02	0,04	1,21	230887,29
P82	2070,00	30,00	24,15	19,08	43,23	1296,84	224202,53	0,02	0,02	0,04	1,22	230888,51
P83	2100,00	29,49	33,27	26,63	59,90	1766,34	225968,87	0,02	0,02	0,04	1,19	230889,70
P84	2128,97	15,00	32,21	24,89	57,10	856,57	226825,45	0,02	0,02	0,04	0,61	230890,31
P85	2130,00	15,51	31,75	24,33	56,08	870,03	227695,48	0,02	0,02	0,04	0,63	230890,95
P86	2160,00	30,00	9,47	3,10	12,57	376,97	228072,45	0,02	0,02	0,04	1,21	230892,16
P87	2190,00	19,98	5,03	0,00	5,03	100,44	228172,89	0,03	3,89	3,92	78,26	230970,42
P88	2199,97	15,00	9,57	0,58	10,15	152,19	228325,08	0,02	1,48	1,50	22,46	230992,88
P89	2220,00	25,02	2,20	0,00	2,20	54,91	228379,99	0,78	8,81	9,59	239,93	231232,81
P90	2250,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	228379,99	20,66	41,26	61,93	1857,75	233090,56
P91	2280,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	228379,99	24,74	46,58	71,32	2139,60	235230,16
P92	2310,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	228379,99	15,07	29,48	44,55	1336,51	236566,67
P93	2340,00	30,00	2,43	0,00	2,43	72,95	228452,94	0,82	6,83	7,65	229,35	236796,02
P94	2370,00	30,00	26,36	11,46	37,82	1134,65	229587,59	0,02	0,02	0,04	1,20	236797,23
P95	2400,00	30,00	33,30	16,10	49,39	1481,83	231069,43	0,02	0,02	0,04	1,22	236798,45
P96	2430,00	30,00	33,05	17,33	50,38	1511,38	232580,81	0,02	0,02	0,04	1,22	236799,66
P97	2460,00	26,18	25,90	10,35	36,25	949,11	233529,92	0,02	0,02	0,04	1,05	236800,71
P98	2482,36	15,00	27,01	13,86	40,87	613,07	234142,99	0,02	0,02	0,04	0,61	236801,32
P99	2490,00	18,82	30,52	17,36	47,88	900,96	235043,95	0,02	0,02	0,04	0,77	236802,09
P100	2520,00	30,00	37,01	30,45	67,45	2023,64	237067,59	0,02	0,02	0,04	1,22	236803,31
P101	2550,00	16,68	31,76	26,93	58,68	978,87	238046,46	0,02	0,02	0,04	0,68	236803,98
P102	2553,36	15,00	30,51	25,69	56,20	842,97	238889,42	0,02	0,02	0,04	0,61	236804,59
P103	2580,00	28,32	15,37	10,99	26,36	746,47	239635,89	0,02	0,02	0,04	1,14	236805,73
P104	2610,00	30,00	0,76	0,00	0,76	22,94	239658,83	1,13	3,06	4,19	125,61	236931,35
P105	2640,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	9,65	13,50	23,14	694,33	237625,67
P106	2670,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	16,06	26,83	42,89	1286,60	238912,27
P107	2700,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	12,22	14,95	27,17	814,99	239727,26
P108	2730,00	19,81	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	7,62	10,57	18,19	360,36	240087,62

P109	2739,63	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	7,59	10,55	18,14	272,15	240359,77
P110	2760,00	25,19	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	8,20	11,24	19,43	489,48	240849,25
P111	2790,00	25,31	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	8,73	11,06	19,79	500,83	241350,08
P112	2810,62	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	11,19	10,93	22,12	331,81	241681,89
P113	2820,00	19,69	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	10,78	10,45	21,23	418,04	242099,93
P114	2850,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	10,17	8,80	18,97	568,97	242668,90
P115	2880,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	239658,83	6,82	5,47	12,30	368,94	243037,84
P116	2910,00	30,00	0,00	0,39	0,39	11,83	239670,65	2,70	1,14	3,84	115,18	243153,02
P117	2940,00	30,00	4,71	5,88	10,59	317,63	239988,29	0,02	0,02	0,04	1,21	243154,23
P118	2970,00	30,00	11,31	11,83	23,14	694,26	240682,54	0,02	0,02	0,04	1,22	243155,44
P119	3000,00	30,00	13,30	11,32	24,62	738,63	241421,17	0,02	0,02	0,04	1,21	243156,65
P120	3030,00	30,00	4,64	2,41	7,05	211,61	241632,78	0,02	0,02	0,04	1,23	243157,88
P121	3060,00	30,00	1,50	0,39	1,88	56,43	241689,21	0,35	0,49	0,83	24,99	243182,86
P122	3090,00	20,15	2,06	0,27	2,33	46,99	241736,20	0,02	0,42	0,45	8,98	243191,84
P123	3100,29	15,00	2,98	0,34	3,32	49,81	241786,01	0,02	0,34	0,36	5,39	243197,24
P124	3120,00	24,85	4,65	1,38	6,04	150,03	241936,04	0,02	0,02	0,04	1,06	243198,29
P125	3150,00	25,65	8,53	12,63	21,16	542,71	242478,75	0,02	0,02	0,04	1,05	243199,34
P126	3171,29	15,00	22,92	23,41	46,33	695,00	243173,74	0,02	0,02	0,04	0,61	243199,95
P127	3180,00	19,35	31,08	31,26	62,34	1206,64	244380,38	0,02	0,02	0,04	0,78	243200,73
P128	3210,00	30,00	88,17	67,76	155,93	4677,94	249058,33	0,02	0,02	0,04	1,24	243201,97
P129	3240,00	30,00	109,56	90,63	200,19	6005,61	255063,93	0,02	0,02	0,04	1,19	243203,16
P130	3270,00	24,47	60,24	44,42	104,65	2560,74	257624,68	0,02	0,02	0,04	0,99	243204,15
P131	3288,94	15,00	30,00	15,88	45,89	688,28	258312,96	0,02	0,02	0,04	0,61	243204,76
P132	3300,00	20,53	14,83	4,00	18,84	386,78	258699,74	0,02	0,02	0,04	0,83	243205,60
P133	3330,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258699,74	14,93	26,45	41,37	1241,22	244446,82
P134	3360,00	21,97	0,00	0,00	0,00	0,00	258699,74	20,33	34,99	55,32	1215,29	245662,10
P135	3373,94	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258699,74	11,15	23,39	34,54	518,03	246180,14
P136	3390,00	23,03	0,56	0,00	0,56	12,96	258712,70	3,46	11,77	15,23	350,78	246530,92
P137	3420,00	27,31	8,06	0,53	8,59	234,61	258947,31	0,02	0,56	0,58	15,90	246546,82
P138	3444,63	15,00	1,87	0,00	1,87	28,06	258975,37	1,18	7,89	9,07	136,09	246682,90
P139	3450,00	17,69	1,02	0,00	1,02	18,03	258993,40	2,23	9,79	12,02	212,55	246895,45
P140	3480,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258993,40	13,27	23,16	36,43	1092,91	247988,37
P141	3510,00	24,81	0,00	0,00	0,00	0,00	258993,40	23,02	34,73	57,75	1433,04	249421,41
P142	3529,63	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258993,40	22,04	29,77	51,81	777,17	250198,58
P143	3540,00	20,19	0,00	0,00	0,00	0,00	258993,40	20,71	27,18	47,89	966,72	251165,30
P144	3570,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258993,40	23,71	29,93	53,64	1609,23	252774,53
P145	3600,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258993,40	18,13	25,83	43,95	1318,57	254093,10
P146	3630,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258993,40	11,74	21,89	33,62	1008,73	255101,82
P147	3660,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258993,40	7,18	16,93	24,11	723,36	255825,18
P148	3690,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258993,40	5,08	13,43	18,51	555,31	256380,49
P149	3720,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	258993,40	6,43	15,90	22,33	669,87	257050,36
P150	3750,00	30,00	0,87	0,00	0,87	26,05	259019,45	3,84	13,55	17,40	521,90	257572,26
P151	3780,00	30,00	3,53	0,00	3,53	105,94	259125,39	1,01	8,20	9,21	276,41	257848,66
P152	3810,00	30,00	6,63	0,00	6,63	198,89	259324,29	0,06	4,02	4,08	122,32	257970,98
P153	3840,00	20,06	10,31	0,23	10,54	211,43	259535,72	0,02	1,16	1,19	23,83	257994,81
P154	3850,12	5,06	11,15	0,64	11,79	59,63	259595,35	0,02	0,59	0,61	3,10	257997,91

ASSAINISSEMENT

1. INTRODUCTION :

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

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

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

Pour les chaussées :

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

Pour les talus :

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

Les études hydrauliques inventorieront l'existence de cours d'eau et d'une manière générale des écoulements d'eau en surface. Elles détermineront ensuite l'incidence du projet sur ces écoulements et les équipements à prendre en compte pour maintenir ces écoulements.

2. OBJECTIF DE L'ASSAINISSEMENT

L'assainissement des routes doit remplir les objectifs suivants :

- Assurer l'évacuation rapide des eaux tombant et s'écoulant directement sur le revêtement de la chaussée (danger d'aquaplaning).

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

3. ASSAINISSEMENT DE LA CHAUSSEE

La détermination du débouché a donné aux ouvrages tels que dalots, ponceaux, ponts, etc., dépend du débit de crue qui est calculé d'après les mêmes considérations. Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et buses à section circulaire.

Quand la hauteur du remblai est insuffisante, il est préférable de construire un dalot dont la dalle est en béton armé.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories :

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot)

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus dans le but d'assainir la chaussée et l'emprise de la route dans les meilleures conditions possibles et avec le moindre coût.

Fossé de pied du talus de déblai

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

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

Fossé de crête de déblai

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

Réseau de crête de talus de remblai

Il a pour rôle d'éviter l'érosion du talus lorsque la chaussée est déversée vers l'extérieur .le risque d'érosion augmente avec la hauteur et la pente des talus, il dépend également de la pluviosité locale, de la cohésion du sol et de la présence ou de l'état de végétation.

En principe, on prévoit un tel réseau des que la hauteur du talus dépasse 2m dans les régions ou les pluies ont une forte intensité, ou 4m dans les autre cas

Fossé de pied de talus de remblai

Ce type de réseau peut avoir les deux fonctions suivantes :

1. Canaliser les eaux issues de la plate-forme jusqu'à exutoire lorsque les débits sont trop importants pour être évacués librement sans dommages ou préjudices pour les riverains
2. Collecter et canaliser vers un ouvrage de traversée les eaux de ruisselant sur le terrain naturel vers le remblai.

Dans les deux cas, et pour les consécration d'entretien, le fossé est réalisé à une distance minimale de 1m du pied de talus.

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

Descentes d'eau

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

Bassin versant

C'est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, ou la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eau pluviale, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

Buses et dalots

En général, il est nécessaire de faire passer l'eau sous les routes ou moyen de buses ou dalot.

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

Conclusion

L'assainissement routier est une étape très importante dans un projet. L'eau reste le numéro un des routes. Cette partie nécessite toute une étude qui peut durer plus de 6 mois (c'est à un projet de PFE) allant de la collecte des données aux partages et regroupements des bassins versants, aux calculs des débits et dimensionnement des canalisations que ces dernières doivent évacuer.

On s'est limité au fossé.

❖ **Application au projet :**

Pour l'évacuation des eaux pluviales on a proposé :

- Fossé en béton.
- Fossé en crête.
- Les buses.

❖ **Fossé :**

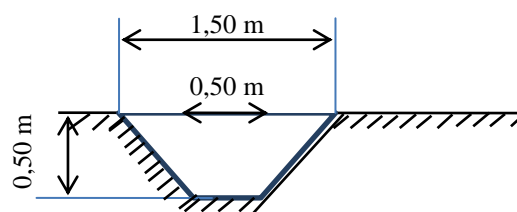


Figure 19 : forme de fossé utilisé

SIGNALISATION ET ECLAIRAGE

1. SIGNALISATION

1.1. INTRODUCTION

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

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

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

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

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

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

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

1.2. L'OBJET DE LA SIGNALISATION ROUTIERE

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière.

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

1.3. REGLES A RESPECTER POUR LA SIGNALISATION

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

- Cohérence entre la géométrie de la route et la signalisation (homogénéité).
- Cohérence avec les règles de circulation.
- Cohérence entre la signalisation verticale et horizontale.
- Simplicité qui s'obtient en évitant une surabondance de signaux qui fatiguent l'attention de l'utilisateur.

1.4. CATEGORIES DE SIGNALISATION

La signalisation routière se divise en deux catégories de signalisation verticale et horizontale.

1.4.1. Signalisation verticale lumineuse et non lumineuse

- La signalisation par panneaux.
- La signalisation par balisage.
- La signalisation par bornage.
- La signalisation par feux.

Elle se fait à l'aide de panneaux, qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur, et leur forme.

a-Signaux de danger

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

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

b-Signaux comportant une prescription absolue

Panneaux de forme circulaire, on trouve :

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

- les panneaux de danger, de forme triangulaire, imposent aux usagers une vigilance spéciale et un ralentissement adapté aux dangers signalés : virage à droite ou à gauche, cassis, chaussées rétrécies, passage pour piétons, etc.
- les panneaux d'intersection et de priorité, de forme triangulaire, carrée (placés sur pointe) et octogonale
- les panneaux de prescription, circulaires, se subdivisent en panneaux d'interdiction (circulation interdite, sens interdit, interdiction de tourner à droite ou à gauche, etc.), panneaux de fin d'interdiction, panneaux d'obligation (obligation de contourner un giratoire, direction obligatoire, chemin obligatoire pour piétons), panneaux de fin d'obligation ;
- les panneaux d'indication, rectangulaires éventuellement complétés par les pointes de flèche. C'est dans cette catégorie que se range la signalisation de direction sur laquelle nous reviendrons.
- Dans la conception et l'implantation de ces panneaux, on doit prendre en compte les conditions de leur perception par l'utilisateur qui se déplace à vitesse élevée et qui est sollicité par les exigences de la conduite. On doit, pour cela, respecter les principes suivants :
- l'inflation des signaux nuit à leur efficacité, il ne faut donc les placer que s'ils sont vraiment utiles
- il ne faut pas demander à l'automobiliste un effort de lecture ou de mémoire excessif. On doit donc réduire et simplifier les indications le plus possible et, le cas échéant, répartir les signaux sur plusieurs supports échelonnés
- on a pu montrer que l'observateur moyen ne peut d'un seul coup percevoir et comprendre plus de deux symboles ;
- en signalisation de direction, le nombre de mentions signalées ne doit pas dépasser six, dont pas plus de quatre de la même couleur.

Sur autoroutes et routes à chaussées séparées, la signalisation de jalonnement est placée sur des poteaux ou des portiques surmontant chacune des chaussées pour être visibles de loin par des véhicules circulant à vitesse élevée

1.4.2. Signalisation de direction

Elle vise à rationaliser le choix des mentions à porter sur les panneaux en évitant à la fois un excès et une insuffisance du nombre de lieux signalés et, dans tous les cas de

fréquentes discontinuités, des messages le long des itinéraires. Elle vise également à assurer une meilleure homogénéité par grandes liaisons, ce qui est une condition indispensable pour le confort et la sécurité des grands déplacements.

Catégories de panneaux

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

1.5. DISPOSITIONS GENERALES

Les panneaux de signalisation sont à implanter de façon à introduire un recul minimal de 0,70m entre le bord du panneau et la bande dérasée de droite ou, pour les panneaux implantés sur les îlots en saillie, le bord de la voie la plus proche

Tous les éléments de signalisation (panneaux de priorité, de prescription, ou signalisation directionnelle, balise J5, etc.), à l'approche et dans le carrefour, sur le bord de la route ou sur les îlots séparateurs, doivent être implantés de façon à ne pas compromettre les conditions de visibilité. Afin que la signalisation de la route principale soit en dehors des triangles de visibilité, il convient de l'implanter à une distance de 200 m environ dans la situation de CEDEZ LE PASSAGE, et de 50 m au moins dans la situation d'arrêt (STOP)

1.6. SIGNALISATION HORIZONTALE NON LUMINEUSE OU REFLECHISSANTE

- Le Marquage routier.
- La signalisation routière sur chaussées.

Le marquage des chaussées doit indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation.

Il a pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de circulation ou à certaines catégories d'usagers, ainsi que, dans certains cas, la conduite que doivent observer les usagers.

Le marquage des chaussées n'est pas obligatoire, sauf sur routes express et autoroutes ainsi que dans certains cas spécifiques (ligne complétant les panneaux Stop...).

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité u différente suivant le type de route. On adopte pour valeur de u : 7,5 cm pour les routes à chaussées séparées, 6 cm pour les routes importantes, 5 cm pour les autres types de route.

Les marquages horizontaux se divisent en trois types :

1.7. MARQUAGES LONGITUDINAUX

- Lignes discontinues de type T1, T2 ou T3.
- Lignes mixtes : lignes continues doublées par ligne discontinue du type T1 dans le cas général :
 - Continues infranchissables,
 - Discontinues axiales ou de délimitation des voies (T1 et T'1),
 - Discontinues d'annonce d'une ligne continue ou de délimitation des voies en agglomération (T3)
 - Discontinues de marquage de rive (T2),
 - Mixtes (ligne discontinue du type T1 ou T3, accolée à une ligne continue) qui ne peuvent être franchies qu'à partir d'un seul côté
 - continues ou discontinues de délimitation de voies réservées à certaines catégories de véhicules (T3) ou de délimitation de bande d'arrêt d'urgence (T'3)

1.8. MARQUAGES TRANSVERSAUX

Ligne STOP : c'est une ligne qui oblige les usagers de marquer un arrêt et elle est continue

Ligne «cédez le passage » (T1, 5U).

Ligne «effet des signaux » (T2, 3U).

1.9. AUTRES MARQUAGES

- Flèche de rabattement.
- Flèche de direction

Obligatoire : la mise en place de l'équipement est rendue obligatoire par un texte réglementaire

Recommandé : aucun texte réglementaire n'impose la mise en place de cet équipement mais le groupe d'experts l'estime indispensable

Possible : équipement qui n'est pas systématique et qui peut être mis en place selon les besoins du maître d'ouvrage ou du gestionnaire

Déconseillé : le groupe d'experts ne préconise pas la mise en place de cet équipement

2. APPLICATION AU PROJET

En respectant les critères annoncés précédemment ainsi que la réglementation routière algérienne, on mentionne sur le plan de signalisation la codification des panneaux (le contenu des panneaux se trouve à l'annexe) et les différents types de panneaux de signalisation utilisés pour notre étude sont :

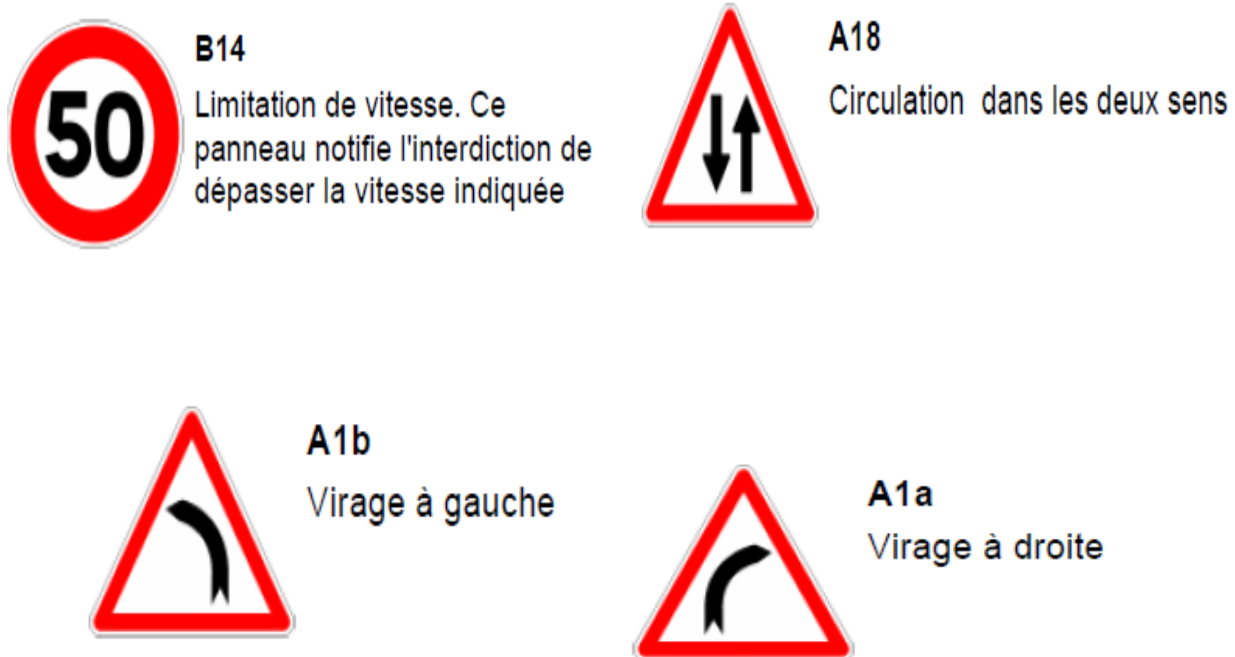
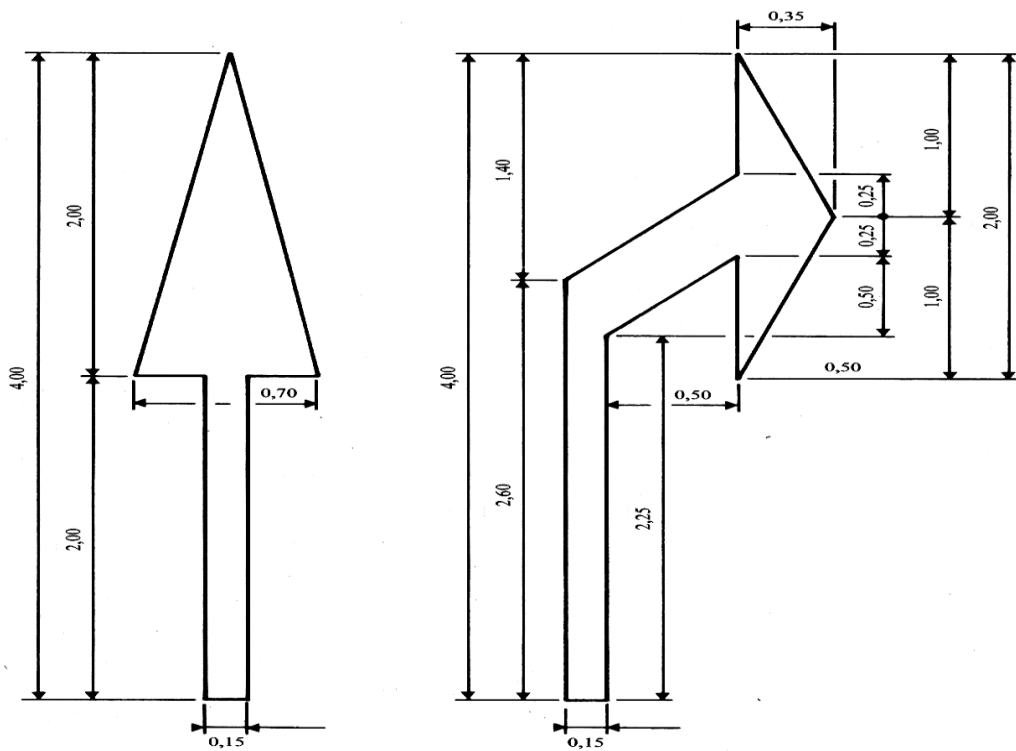
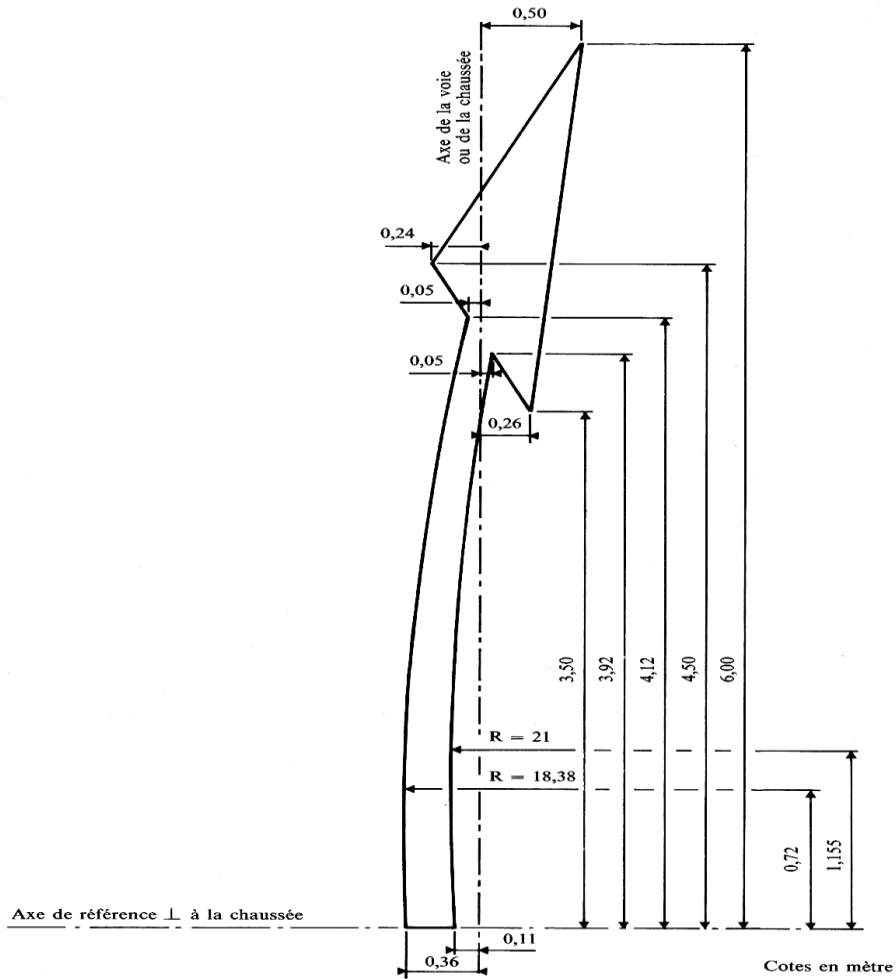


Figure 20: signalisation verticale



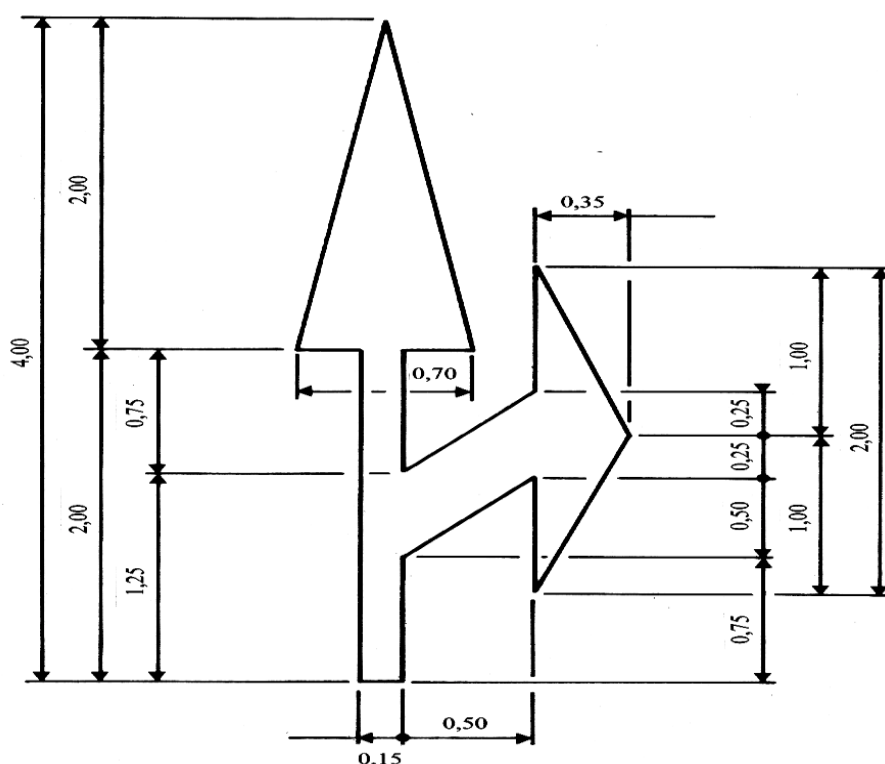


Figure 21: signalisation horizontale (détails des flèches de direction)

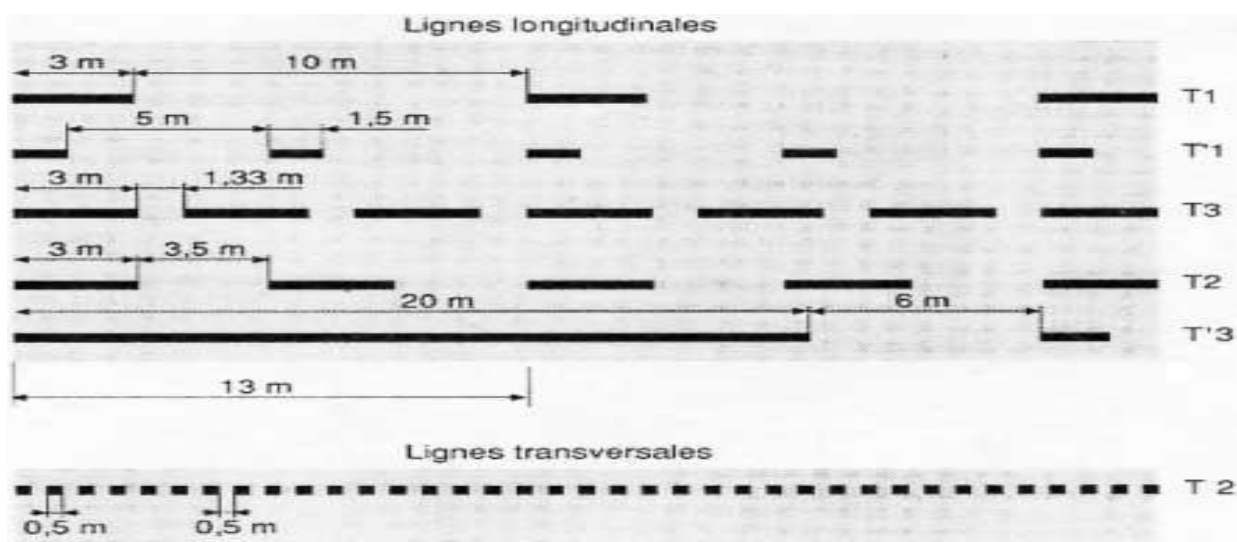


Figure 22: détail des lignes longitudinales et transversales

Les couleurs utilisées pour les panneaux sont strictement codifiées.

Ils peuvent être réfléchissants. La réfléchissement standard n'étant efficace que jusqu'à 4 m, il faut, au-delà de cette hauteur, utiliser des réfléchissements « haute densité ».

Les panneaux de jalonnement sur portiques peuvent également être éclairés de l'intérieur.

Précisons enfin que, comme le prescrit la loi, le droit de placer en vue du public, par tous les moyens appropriés, des indications ou signaux concernant à un titre quelconque la circulation

N'appartient qu'aux administrations (nationales, départementales ou communales) chargées des services de la voirie, leur pouvoir s'exerçant dans le strict respect du Code de la route.

La hauteur réglementaire de la partie basse des panneaux au-dessus du sol est de 1 m en rase campagne. En agglomération, les panneaux peuvent être placés jusqu'à 2,30 m de hauteur pour tenir compte, en particulier, des véhicules qui peuvent les masquer

ECLAIRAGE

1. INTRODUCTION

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

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

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

2. CATEGORIES D'ECLAIRAGE

On distingue quatre catégories d'éclairages publics :

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

2.1. ECLAIRAGE DANS UN GIRATOIRE

Dans tous les cas, il faut éviter les mâts d'éclairage implantés sur l'îlot central des carrefours giratoires (comme tout autre obstacle ou disposition agressifs). Cependant, si pour

des raisons particulières un éclairage ne peut être implanté sur l'extérieur de la chaussée annulaire, on peut à la rigueur envisager un mât central, ²⁸ à condition toutefois que le rayon de l'îlot central (R,) soit au moins de 10 m. Cette disposition est d'autre part déconseillée pour des valeurs de R, supérieures à 20 m (mât trop haut, puissance lumineuse installée devenant excessive).

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

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

2.2. CROISEMENT DE DEUX ECLAIRAGES

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

2.3. ECLAIRAGE D'UN CROISEMENT DE ROUTE

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

3. PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES

Eclairage de la voie (le long de la route)

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

IMPLANTATION

1. DEFINITION

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

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

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

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

2. IMPLANTATION DES SOMMETS

Méthode : coordonnées polaires

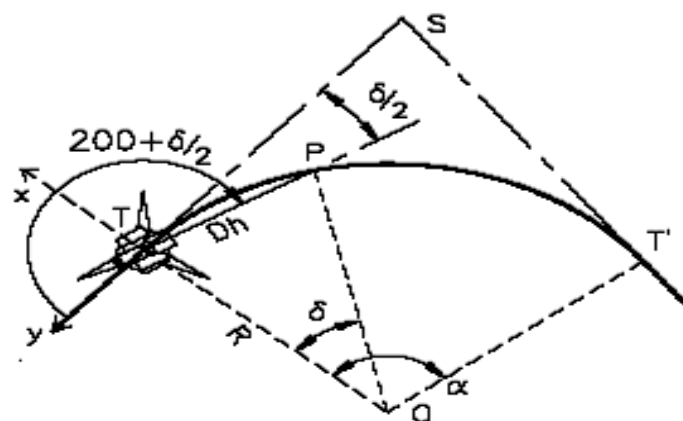


Figure 23: implantation par « coordonnées polaires »

Implantation par abscisse et ordonnées sur la tangente

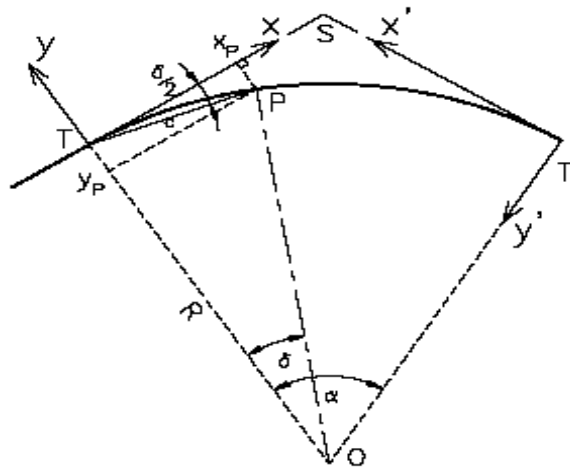


Figure 24: implantation par abscisses et ordonnées sur la tangente

b-Raccordement progressif

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

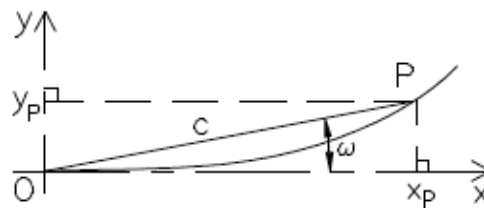


Figure 25 : Méthode d'implantation

Piquetage par coordonnées rectangulaires

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

Piquetage par coordonnées Polaires

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

Pour l'implantation de notre projet on utilise le logiciel Covadis 10.1 qui nous a permis d'avoir un listing définissant notre axe par ces coordonnées (X, Y, Z_{TN} et Z_{PROJET} . Ce qui nous facilitera l'implanter de ces points en utilisant un appareil comme LEICA par exemple.

Les coordonnées sont illustrées dans les tableaux suivants

APPLICATION A NOTRE PROJET

Tableau 29: Eléments d'implantation

Profil n°	Abscisse	Altitude		Point d'axe	
		TN	Projet	X	Y
P1	0,00	455,08	455,13	303743,81	4002072,19
P2	30,00	455,24	456,03	303759,92	4002046,89
P3	60,00	455,21	456,93	303776,03	4002021,58
P4	90,00	456,65	457,83	303792,15	4001996,28
P5	109,39	458,17	458,41	303802,56	4001979,93
P6	120,00	459,26	458,72	303808,27	4001970,98
P7	150,00	462,19	459,53	303824,70	4001945,88
P8	180,00	466,97	460,27	303842,16	4001921,49
P9	190,38	467,95	460,50	303848,57	4001913,32
P10	210,00	469,73	460,92	303861,31	4001898,41
P11	240,00	472,91	461,48	303882,31	4001876,99
P12	270,00	477,92	461,97	303905,02	4001857,40
P13	300,00	478,93	462,38	303929,28	4001839,77
P14	306,58	479,45	462,45	303934,79	4001836,18
P15	330,00	481,56	462,70	303954,89	4001824,16
P16	360,00	483,13	462,94	303981,38	4001810,08
P17	387,58	482,79	463,09	304006,08	4001797,83
P18	390,00	482,73	463,10	304008,26	4001796,76
P19	420,00	482,20	463,18	304035,19	4001783,55
P20	450,00	482,31	463,17	304062,13	4001770,34
P21	467,85	481,53	463,13	304078,16	4001762,48
P22	480,00	480,72	463,09	304089,06	4001757,12
P23	510,00	476,72	462,92	304115,80	4001743,53
P24	538,85	473,67	462,68	304140,92	4001729,36
P25	540,00	473,59	462,67	304141,91	4001728,76
P26	570,00	471,00	462,34	304166,91	4001712,19
P27	600,00	467,40	461,93	304190,60	4001693,80
P28	630,00	464,11	461,43	304212,85	4001673,69
P29	660,00	458,39	460,85	304233,53	4001651,96
P30	690,00	453,80	460,19	304252,52	4001628,74
P31	720,00	451,46	459,45	304269,72	4001604,17
P32	750,00	450,68	458,63	304285,03	4001578,38
P33	760,17	450,16	458,33	304289,77	4001569,38
P34	780,00	448,89	457,73	304298,40	4001551,53

P35	810,00	445,52	456,74	304310,31	4001524,00
P36	831,17	443,26	456,00	304318,29	4001504,40
P37	840,00	442,51	455,67	304321,60	4001496,21
P38	870,00	440,43	454,52	304332,84	4001468,39
P39	900,00	438,31	453,32	304344,08	4001440,58
P40	930,00	436,38	452,12	304355,32	4001412,76
P41	960,00	434,76	450,92	304366,56	4001384,95
P42	990,00	433,62	449,72	304377,80	4001357,13
P43	1020,00	433,42	448,52	304389,03	4001329,32
P44	1050,00	433,47	447,32	304400,27	4001301,50
P45	1080,00	433,62	446,18	304411,51	4001273,68
P46	1110,00	434,14	445,12	304422,75	4001245,87
P47	1140,00	435,36	444,15	304433,99	4001218,05
P48	1151,58	435,86	443,80	304438,33	4001207,32
P49	1170,00	436,70	443,27	304445,26	4001190,25
P50	1200,00	437,01	442,48	304457,02	4001162,66
P51	1230,00	436,07	441,78	304470,06	4001135,64
P52	1260,00	435,56	441,17	304485,09	4001109,69
P53	1276,59	435,73	440,87	304494,48	4001096,02
P54	1290,00	436,03	440,65	304502,71	4001085,43
P55	1320,00	436,76	440,22	304523,10	4001063,45
P56	1350,00	436,22	439,88	304545,97	4001044,06
P57	1380,00	435,63	439,63	304571,00	4001027,55
P58	1410,00	435,73	439,48	304597,82	4001014,16
P59	1440,00	436,53	439,41	304626,05	4001004,07
P60	1445,33	436,68	439,40	304631,19	4001002,64
P61	1470,00	436,21	439,43	304655,28	4000997,36
P62	1500,00	434,79	439,54	304685,02	4000993,48
P63	1530,00	434,65	439,74	304714,96	4000991,62
P64	1560,00	435,03	440,03	304744,95	4000990,93
P65	1570,34	435,24	440,15	304755,28	4000990,80
P66	1590,00	435,65	440,41	304774,95	4000990,57
P67	1620,00	436,91	440,80	304804,94	4000990,21
P68	1650,00	437,44	441,19	304834,94	4000989,86
P69	1680,00	437,28	441,58	304864,94	4000989,50
P70	1710,00	437,51	441,97	304894,94	4000989,15
P71	1740,00	438,33	442,37	304924,93	4000988,79
P72	1770,00	439,42	442,76	304954,93	4000988,44
P73	1800,00	440,33	443,15	304984,93	4000988,09
P74	1830,00	441,18	443,54	305014,93	4000987,73
P75	1860,00	441,94	443,93	305044,93	4000987,38
P76	1890,00	442,88	444,38	305074,92	4000987,02
P77	1920,00	444,23	444,97	305104,92	4000986,67
P78	1950,00	445,89	445,71	305134,92	4000986,31
P79	1980,00	447,23	446,60	305164,92	4000985,96
P80	2010,00	448,35	447,64	305194,92	4000985,61
P81	2040,00	450,17	448,83	305224,91	4000985,25

P82	2070,00	451,75	450,06	305254,91	4000984,90
P83	2100,00	453,76	451,29	305284,91	4000984,54
P84	2128,97	454,86	452,48	305313,88	4000984,20
P85	2130,00	454,85	452,52	305314,91	4000984,19
P86	2160,00	453,96	453,75	305344,91	4000984,01
P87	2190,00	454,51	454,98	305374,89	4000984,81
P88	2199,97	455,41	455,39	305384,84	4000985,46
P89	2220,00	455,30	456,21	305404,77	4000987,50
P90	2250,00	453,74	457,42	305434,35	4000992,41
P91	2280,00	454,41	458,52	305463,49	4000999,53
P92	2310,00	456,50	459,47	305492,01	4001008,81
P93	2340,00	459,38	460,29	305519,76	4001020,20
P94	2370,00	462,45	460,97	305546,57	4001033,63
P95	2400,00	463,52	461,52	305572,31	4001049,04
P96	2430,00	464,01	461,92	305596,81	4001066,33
P97	2460,00	463,57	462,18	305619,95	4001085,41
P98	2482,36	463,92	462,29	305636,24	4001100,74
P99	2490,00	464,27	462,31	305641,60	4001106,17
P100	2520,00	465,11	462,30	305661,86	4001128,29
P101	2550,00	464,59	462,15	305681,34	4001151,11
P102	2553,36	464,44	462,12	305683,50	4001153,69
P103	2580,00	462,73	461,86	305700,64	4001174,08
P104	2610,00	460,62	461,45	305719,95	4001197,04
P105	2640,00	459,02	461,03	305739,26	4001220,00
P106	2670,00	457,75	460,62	305758,56	4001242,96
P107	2700,00	457,90	460,20	305777,87	4001265,92
P108	2730,00	458,00	459,78	305797,17	4001288,89
P109	2739,63	457,87	459,64	305803,37	4001296,26
P110	2760,00	457,50	459,37	305816,52	4001311,82
P111	2790,00	457,20	459,12	305836,36	4001334,32
P112	2810,62	457,15	459,08	305850,63	4001349,20
P113	2820,00	457,22	459,10	305857,35	4001355,74
P114	2850,00	457,54	459,30	305879,86	4001375,56
P115	2880,00	458,40	459,73	305903,80	4001393,64
P116	2910,00	459,64	460,38	305929,01	4001409,87
P117	2940,00	461,40	461,26	305955,38	4001424,17
P118	2970,00	463,16	462,36	305982,74	4001436,46
P119	3000,00	464,57	463,69	306010,95	4001446,66
P120	3030,00	465,10	465,22	306039,84	4001454,72
P121	3060,00	466,16	466,68	306069,25	4001460,59
P122	3090,00	467,48	467,90	306099,02	4001464,24
P123	3100,29	467,92	468,27	306109,29	4001464,97
P124	3120,00	468,71	468,90	306128,98	4001465,69
P125	3150,00	470,20	469,68	306158,98	4001465,52
P126	3171,29	471,97	470,10	306180,26	4001464,94
P127	3180,00	472,84	470,23	306188,96	4001464,68
P128	3210,00	476,28	470,56	306218,95	4001463,78

P129	3240,00	478,29	470,66	306248,94	4001462,88
P130	3270,00	474,88	470,54	306278,92	4001461,98
P131	3288,94	472,22	470,35	306297,85	4001461,41
P132	3300,00	470,70	470,19	306308,91	4001461,09
P133	3330,00	466,75	469,62	306338,90	4001460,41
P134	3360,00	465,35	468,82	306368,90	4001460,46
P135	3373,94	465,88	468,38	306382,83	4001460,87
P136	3390,00	466,51	467,90	306398,87	4001461,74
P137	3420,00	467,14	467,17	306428,74	4001464,52
P138	3444,63	465,74	466,75	306453,13	4001467,91
P139	3450,00	465,44	466,67	306458,43	4001468,78
P140	3480,00	463,73	466,40	306487,90	4001474,38
P141	3510,00	462,58	466,35	306517,20	4001480,84
P142	3529,63	462,90	466,44	306536,32	4001485,28
P143	3540,00	463,20	466,52	306546,42	4001487,64
P144	3570,00	463,28	466,92	306575,63	4001494,46
P145	3600,00	464,23	467,55	306604,84	4001501,29
P146	3630,00	465,81	468,40	306634,06	4001508,11
P147	3660,00	467,44	469,47	306663,27	4001514,94
P148	3690,00	469,07	470,77	306692,48	4001521,76
P149	3720,00	470,30	472,26	306721,70	4001528,59
P150	3750,00	472,14	473,76	306750,91	4001535,41
P151	3780,00	474,25	475,27	306780,12	4001542,23
P152	3810,00	476,24	476,78	306809,34	4001549,06
P153	3840,00	478,09	478,29	306838,55	4001555,88
P154	3850,12	478,75	478,80	306848,40	4001558,19

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Tableau 30 : devis quantitatif estimatif

Devis Quantitatif et Estimatif					
N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Montant
	décapage de la terre végétale	m ²	102999,67	40	4 119 986,80
	abattage et dessouchage des arbres	U	50	2000	100 000,00
SERIE 01 PREPARATION DU TERRAIN					
SERIE 01 TERRASSEMENT					
1,01	Déblais	m ³	259595,35	250	64 898 837,50
1,02	Remblai	m ³	257997,91	950	245 098 014,50
1,03	Déblais mis en Remblai	m ³	77878,61	900	70 090 744,50
1,04	Remblai emprunt	m ³	180119,31	1200	216 143 172,00
1,05	Déblais mis en Remblai	m ³	181716,75	300	54 515 025,00
SERIE 02: CORPS DE CHAUSSEE ET AUTRES					
2,01	TUF	m ²	12126,71	1000	12 126 710,00
2,02	Couche de base en grave concassée	m ³	9158	1500	13 737 000,00
2,03	Couche de GB	t	8981,55	12000	107 778 600,00
2,04	Couche de roulement en béton bitumineux 6cm	t	3402,94	10000	34 029 400,00
SERIE 03, TRAVAUX DE FINITION					
3,01	Panneaux de signalisation verticale	U	45	8000	360 000,00
3,02	Peinture de signalisation horizontale	ml	11565	100	1 156 500,00
3,03	Ouverture de fossé bétonné	ml	2000	2500	5 000 000,00
3,04	Fourniture et pose d'ouvrages busés en béton armé	ml	66	40000	2 640 000,00
PRIX HT					831 793 990.30
TVA 19%					158 040 858.20
PRIX TTC					989 834 848.46

Le présent devis est arrêté à la somme de : Neuf cent quatre vingt neuf million huit cent trente quatre mille huit cent quarante huit Dinar Algérien

CONCLUSION GENERALE

Aujourd'hui la construction d'un système de communication routière participe considérablement au développement socio-économique d'un pays. Les fonctions qu'assure la route sont en effet multiples, tant dans le domaine social qu'économique :

- Au plan social: la route facilite les échanges entre les différentes régions d'un pays, et participe donc aux échanges socio- culturel et administratif ;
- Au plan économique : la route est un moyen de collecte et de diffusion des marchandises par excellence. Elle assure le contact direct entre les populations productrices et consommatrices ;

Le contournement de la ville de Mazaghran qui a fait objet de notre travail, sa vocation consiste à prendre en charge le flux de trafic très important.

Comme tout ouvrage digne de ce nom, il doit être conçu et réalisée de façon à donner à l'utilisateur et au voisin une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté.

En somme, nous pouvons dire que l'importance d'une telle étude réside en ce qu'elle pourrait permettre de :

- construire une belle route du point de vue architectural ;
- étudier et de choisir le meilleur rapport qualité/coût, surtout en ce qui concerne les terrassements (remblais/déblais) ;
- d'assurer plus de sécurité possible aux éventuels usagers de la route (signalisation horizontale et verticale).

Pour notre étude nous avons appliqué rigoureusement toutes les normes, les directives et les recommandations liés au domaine routier. Par ailleurs, le souci primordial ayant guidé notre modeste travail a été la prise en considération du confort et de la sécurité des usagers de la route.

Ce projet a été une opportunité pour concrétiser nos connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre cycle de formation à l'université Abdelhamid Ibn Badis.

Il était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier.

En outre, ce travail de fin d'études nous a permis d'appliquer nos connaissances théoriques requises pendant le cycle de formation et de mieux maîtriser les logiciels tels que « AUTOCAD » et « COVADIS ».

Finalement, grâce à ce projet, on s'immerge dans le milieu professionnel dans lequel nous serons appelés à édifier notre pays et de contribuer à son développement.

BIBLIOGRAPHIE

- MICHEL F, (ENTPE ALEAS), ROUTES Tome 1 ET Tome2
- CEBTP, (1972), Manuel de dimensionnement des chaussées
- Guide technique SETRA-LCPC (Août 1994), Aménagement des routes principales.
- Guide technique SETRA-LCPC, (décembre 1994), Conception et dimensionnement des chaussées
- Les normes B40
- les mémoires de routes Master 2 (VOA)