

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed khider –Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil et d'Hydraulique
Référence :/2022



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية و الري
المرجع/2022

Mémoire de Master

Filière : Génie civil et d'Hydraulique

Spécialité : voie et ouvrage d'art

Thème

**Etude du dédoublement de la RN16 de la wilaya
d'El-oued sur 08 Km (Pk 477+000 _ Pk485+000)
avec aménagement d'un carrefour giratoire**

Nom et Prénom de l'étudiant :

- Adaika Mostefa Kamel
- Bachar Abderraouf

Encadreur :

- Dr. BENSMINE AISSA

Promotion : Juin 2022



REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier en premier lieu et avant tout ALLAH le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir notre travail dans les meilleures conditions.

Je cite nommément :

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

*A mon encadreur **Dr: BENSMAINE AISSA**; A pour avoir accepté de prendre en charge et pour leurs appréciations compétentes, leurs précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.*

Enfin, nos remerciements s'adressent à l'ensemble des professeurs et du personnel pédagogique de Mohamed Khider Biskra. Qui nous ont accompagnés tout au long de ces années d'études, à l'ensemble des étudiants de notre promotion, aux membres du jury qui ont accepté de juger notre travail et à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce projet de fin d'étude.

❖ ملخص

دراستنا النهائية لمشروعنا هي في مجال البنية التحتية للمواصلات، على وجه الخصوص الطرق. يقدم هذا المشروع دراسة تفصيلية لازدواجية الطريق الوطني RN16 الذي يربط بين (الوادي - تبسة) بطول 8 كم.

تتكون هذه الدراسة من ثلاثة أجزاء:

- الجزء الأول: عرض المشروع ودراسة المرور.
- الجزء الثاني: هندسة الطريق (محاذاة أفقية، محاذاة رأسية، مقطع عرضي).
- الجزء الأخير: تصميم الطريق.

الكلمات الدالة:

حركة المرور، هندسة الطرق، تخطيط الطريق، السرعة المرجعية، مفترق الطرق، الأرضية، المنحدرات.

❖ Résumé

Notre étude finale pour notre projet se situe dans le domaine des infrastructures de transport, en particulier routes.

Ce projet présente une étude détaillée du dédoublement de la route nationale RN16 reliant (El-oued - Tébessa) d'une longueur de 8 km.

Cette étude se compose de trois parties :

- Première partie : Présentation du projet et étude de trafic.
- Deuxième partie : géométrie de la route (tracé en plan, profil en long, profil en travers).
- La dernière partie : la conception de la route.

Mots clés :

Trafic, géométrie de la route, planification d'itinéraire, vitesse de référence, carrefour, sol, pentes.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : Présentation Du projet

I.1. INTRODUCTION	2
I.2. PRESENTATION DE LA WILAYA D'EL-OUED	2
I.2.1. Situation géographique.....	2
I.3. PRESENTATION DU PROJET	3
I.4. LOCALISATION DU PROJET	4
I.5. OBJECTIFS DE L'ETUDE	5
I.6. LES NORMES GEOMETRIQUE UTILISEES DANS LE PROJET	5
I.7. PRESENTATION DES DONNEES.....	5

CHAPITRE II : ETUDE DE TRAFIC

II.1. INTRODUCTION	7
II.2. ANALYSE DU TRAFIC.....	7
II.3. DIFFERENTS TYPE DE TRAFIC	7
II.4. LA MESURE DES TRAFICS.....	8
II.5. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC.....	8
II.5.1. Prolongation de l'évolution passée	9
II.5.2. Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques	9
II.5.3. Modèle gravitaire	9
II.5.4. Modèle de facteurs de croissance	9
II.6. LES INDICATEURS DU TRAFIC	10
II.7. CALCUL DE LA CAPACITE	10
II.8. CALCUL DE TRAFIC MOYEN JOURNALIER (TJMA) HORIZON	10
II.9. CALCUL DU TRAFIC EFFECTIF	11
II.10. CALCUL DU DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL	11
II.11. CALCUL DU DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE	12
II.12. CALCUL DU NOMBRE DE VOIES	13
II.13. APPLICATION AU PROJET	13

CHAPITRE III : ETUDE GEOTECHNIQUE

III.1. INTRODUCTION	17
III.2. Objectif.....	17
III.3. ESSAIS DE LABORATOIRE	17
III.4. Définitions des Essais D'identification	18
III.4.1. Analyses granulométriques.....	18
III.4.2. Limites d'Atterrer	19
III.4.3. Équivalent du sable.....	20
III.4.4. Essai Proctor	20
III.5. CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS	23
III.6. CONCLUSION	23

CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DU CORPS DE CHAUSSEE

IV.1. INTRODUCTION	25
IV.2. LA CHAUSSEE.....	25
IV.2.1. Définition.....	25
IV.3. METHODE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES	27
IV.3.1. Méthode CBR.....	27
IV.3.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves	28
IV.4. APPLICATION AU PROJET	28
IV.4.1. Méthode CBR.....	28
IV.4.2. Méthode Du Catalogue Des Chaussées Neuves « CTPP ».....	30
IV.4.3. Amélioration de la portance du sol support.....	32
IV.4.4. Choix des différentes couches constituantes de la chaussée	32
IV.5. VERIFICATION EN FATIGUE DES STRUCTURES ET DE LA DEFORMATION DU SOL SUPPORT	33

CHAPITRE V : CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUE PROJET

V.1. GENERALITE	37
V.2. TRACE EN PLAN	37
V.2.1. Introduction.....	37
V.2.2. Conception et approche	37

SOMMAIRE

V.2.3. La vitesse de référence.....	37
V.2.4. Les éléments du tracé en plan.....	38
V.2.5. Combinaison des éléments du tracé en plan.....	38
V.2.6. Notion de devers.....	40
V.2.7. Exemple de calcul du tracé en plan.....	41
V.3. PROFIL EN LONG.....	42
V.3.1. Introduction.....	42
V.3.2. Définition.....	42
V.3.3. Règles à respecter dans le trace du profil en long.....	42
V.3.4. Coordination trace en plan – profil en long.....	43
V.3.5. Les éléments géométriques du profil en long.....	44
V.3.6. Application de projet.....	46
V.4. PROFIL EN TRAVERS.....	47
V.4.1. Introduction.....	47
V.4.2. Définition.....	47
V.4.3. Différente type de profil en travers.....	47
V.4.4. Les éléments du profil en travers.....	48
V.4.5. Application au projet.....	49

CHAPITRE VI: CUBATURE

VI.1. INTRODUCTION.....	52
VI.2. GÉNÉRALITES.....	52
VI.3. LES METHODES DU CALCUL.....	52
VI.3.1. Description de la méthode.....	53
VI.4. EXEMPLE D'APPLICATION.....	54
VI.4.1 Calcul des cubatures de projet.....	55

CHAPITRE VII : ETUDE DU CARREFOUR

VII.1. INTRODUCTION.....	57
VII.2. LES DIFFERENTS TYPES DE CARREFOUR.....	57
VII.2.1. Carrefour à trois branches (en T).....	57
VII.2.2. Carrefour à trois branches (en Y).....	57
VII.2.3. Carrefour à quatre branches (en croix).....	58

SOMMAIRE

VII.2.4. Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire.....	58
VII.3. LES DONNEES ESSENTIELLES DE BASE A L'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR SONT	58
VII.4. LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DU CARREFOUR GIRATOIRE .	59
VII.5. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARREFOURS	59
VII.5.1. Visibilité aux carrefours.....	59
VII.5.2. Triangle de visibilité	60
VII.5.3. Données de base.....	60
VII.5.4. Ilots.....	60
VII.5.5. Couloirs d'entrée et de sortie	61
VII.6. ETUDE DE CARREFOUR GIRATOIRE	61
VII.6.1. Conditions d'implantation	61
VII.7. SIGNALISATION DU CARREFOUR.....	65
VII.8. Application au projet	65
VII.8.1. Conception de carrefour.....	65
VII.9. CONCLUSION.....	66

CHAPITRE VII : SINGNALISATION ET ECLAIRAGE

1 ^{er} PARTIE : SIGNALISATION	68
VIII.1. INTRODUCTION.....	68
VIII.2. L'OBJECTIF DE LA SIGNALISATION.....	68
VIII.3. TYPE DE SIGNALISATION	68
VIII.3.1. Signalisation verticale.....	68
VIII.3.2. Signalisation horizontale	70
VIII.4. LARGEUR DES LIGNES	72
2 ^{eme} PARTIE : ECLAIRAGE.....	73
VIII.1. INTRODUCTION.....	73
VIII.2. CATEGORIES D'ECLAIRAGE	73
VIII.3. PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES	73

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

CONCLUSION GENERALE

SOMMAIRE

REFERENCE BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Situation Géographique d'El-oued.....	2
Figure I.2 : Réseau routier de la wilaya de Biskra (début et fin de projet)	3
Figure I.3 : Site géographique de projet RN 16	4
Figure I.4 : Début et fin de projet RN 16	4
Figure I.5: Carrefour giratoire (intersection RN16/RN48)	5
Figure III.1 : L'essai granulométrique.	18
Figure III.2 : L'essai équivalent sable.....	19
Figure III.3 : L'appareil de cassagnarde.	19
Figure III.4 : L'essai Équivalent du sable	20
Figure III.5 : Essai Proctor.	21
Figure III.6 : L'appareil L'essai CBR.	22
Figure IV.1: Coupe type d'une chaussée souple.....	26
Figure IV.2: Les différentes catégories de chaussée	26
Figure IV.3 : Fiches structures de RP1	30
Figure V.1 : Raccordements concaves (angle rentrant)	46
Figure V.2 : Les éléments de profil en travers	48
Figure V.3 : Profil en travers.....	50
Figure IV.1: Les surfaces remblai déblai.	53
Figure IV.2 : Les sections des profils en travers d'un tracé donné	53
Figure VI.3 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné.....	54
Figure VII.1 : Carrefour en T	57
Figure VII.2 : Carrefour en Y.....	57
Figure VII.3 : Carrefour en croix	58
Figure VII.4 : Carrefour giratoire.....	58
Figure VII.5 : Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire.....	61
Figure VII.6 : La déflexion	62
Figure VII.7 : Schéma type d'une branche (pour $R_g = 20$ m)	64
Figure VII.8 : Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie	64
Figure VII.9 : Terminologie d'un carrefour giratoire	65
Figure VII.10: Carrefour giratoire au PK 4482+485.....	66

LISTE DES FIGURES

Figure VIII.1 : Type de modulation référence signalisation routière (art 144).....	71
Figure VIII.2 : Flèche de rabattement	72
Figure VIII.3 : Flèche de sélection.....	72
Figure VIII.4 : Paramètres de l'implantation des luminaires.	73

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1: Coefficient d'équivalence pour le convertir des véhicules en UVP.....	11
Tableau II.2: Coefficient d'équivalence « P » en fonction de l'environnement. (B40).....	11
Tableau II.3: Coefficient « K1 ». (B40)	12
Tableau II.4: Capacité théorique « Cth ». (B40)	12
Tableau II.5 : Coefficient « K2 ». (B40)	12
Tableau III.1 : Résultat L'essai granulométrique.....	18
Tableau III.2 : Résultat Limites d'Atterrer.....	20
Tableau III.3 : Proctor normal / Proctor modifié.	21
Tableau III.4: Résultat essai Proctor.	22
Tableau III.5: Spécification CBR.....	22
Tableau III.6: Résultat l'essai CBR.	23
Tableau IV.1: Les valeurs des coefficients d'équivalence.....	27
Tableau IV.2: La démarche du catalogue.....	18
Tableau IV.3: Résultat de la méthode CBR	30
Tableau IV.4: Réseaux principaux routiers.....	30
Tableau IV.5: Les classes de trafic.....	31
Tableau IV.6: Classes de portance des sols en fonction de la valeur de CBR.....	31
Tableau IV.7: Valeurs de E en fonction de la classe du sol	31
Tableau IV.8: Sur classement avec couche de forme en matériau non traité.....	32
Tableau IV.9: Les paramètres utilisés pour le calcul par Alize	34
Tableau V.1: Paramètre de tracé en plan.....	41
Tableau V.2: Rampes maximales-Normes B40	44
Tableau V.3: Valeurs des rayons convexes (B40)	46
Tableau V.4: Valeurs des Rayons concaves (B40).	46
Tableau VII.1 : Géométrie de l'anneau.....	65
Tableau VIII.1: Les caractéristiques des lignes discontinues.....	71

INTRODUCTION
GÉNÉRALE

INTRODUCTION GENERALE

Le but de la route est de permettre une circulation en toutes saisons, dans des conditions suffisantes et permanentes aussi confortables et sûres que possible. Elle joue un rôle important dans le secteur des transports et des communications, qui fait partie de son équipement collectif appelé infrastructure.

Le projet de voirie moderne apparaît comme un ensemble d'éléments constructifs récurrents, agencés de manière à répondre aux exigences de confort et de sécurité annoncées.

Cette compilation dépend notamment du trafic et de ses variations, et de l'importance du change qui doit être rassasié et surtout de la longévité de l'espérance de vie.

La conception et la construction de routes font désormais partie de ces domaines dans lesquels l'amélioration du rapport qualité/prix est l'un des critères les plus importants. En fait, c'est une entreprise qui porte la responsabilité de la vie des personnes qui l'utilisent, mais parfois nous trouvons qu'elle coûte cher à construire.

Le problème posé est l'inefficacité de la capacité de charge du réseau routier existant, il est donc nécessaire de définir précisément les solutions nécessaires.

D'où l'importance de notre étude qui est "**Etude du dédoublement de la RN16 de la wilaya d'El-oued sur 08 Km (Pk 477+000 _ Pk485+000) avec aménagement d'un carrefour giratoire**", qui à son tour permet d'augmenter la fluidité et la capacité de les routes, notamment en réduisant les croisements et les conflits (virages à gauche), et en organisant une circulation plus facile et moins de circulation... etc.

Nous avons mis en place les normes B40 pour répondre aux exigences de sécurité et de confort.

CHAPITRE I :
PRÉSENTATION
DU PROJET

I.1. INTRODUCTION

El Oued: la ville aux mille coupoles, capitale du Souf, son architecture s'y distingue de celle des autres villes sahariennes, Au lieu des terrasses, ce sont des coupoles qui couvrent les maisons. Mais ses efforts ne sont pas vains car l'ensoleillement est maximum.

I.2. PRESENTATION DE LA WILAYA D'EL-OUED

I.2.1. Situation géographique

La région de Oued Souf appelée aussi région du Bas-Sahara à cause de la faible altitude est située au Sud-est du pays. Elle forme une wilaya depuis 1984 et couvre une superficie totale de 4 458 680 ha.

Elle est limitée :

- au Nord par la wilaya de Khenchela.
- au Nord-Est par la wilaya de Tébessa.
- au Nord-Ouest par la wilaya de Biskra.
- à l'Ouest par la wilaya de Djelfa.
- au Sud et à l'Ouest par la wilaya d'Ouargla.
- à l'Est par la Tunisie.

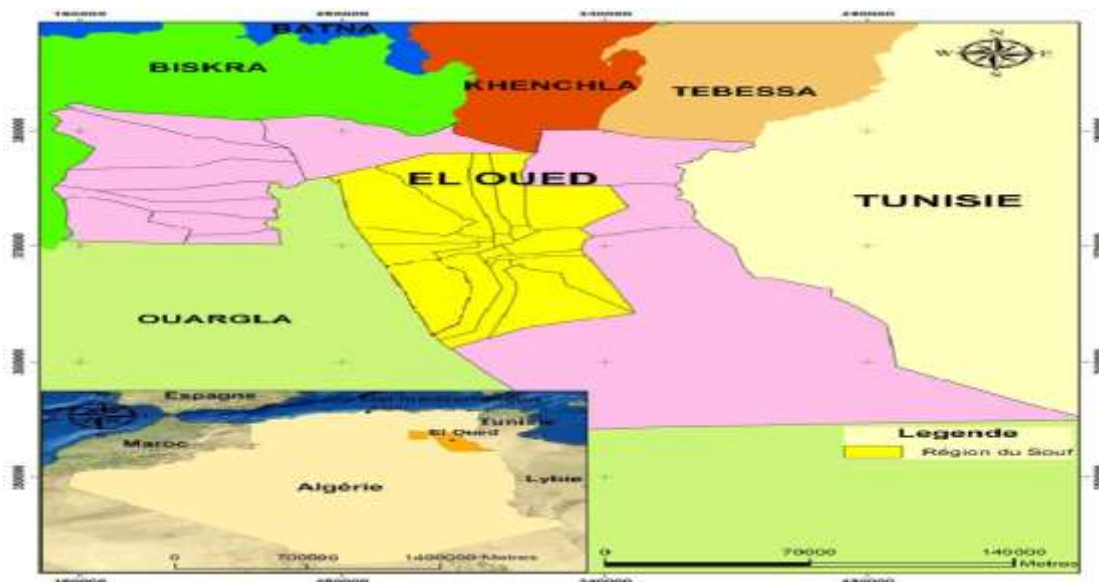


Figure I.1: Situation Géographique d'El-oued.

Cette région tire son originalité de son architecture typique, caractérisée par les coupoles et par ses palmeraies plantées dans les routes.

La vallée de Souf ce n'est pas un bassin versant mais une unité de ressource en eau qui est délimitée :

- Au Sud par la mer de dunes du grand erg oriental.
- A l'Est par une série de chotts.
- A l'Ouest par l'Oued Righ (fleuve de fossile) et par la ligne de palmeraie qui court.
- de Biskra à Touggourt.

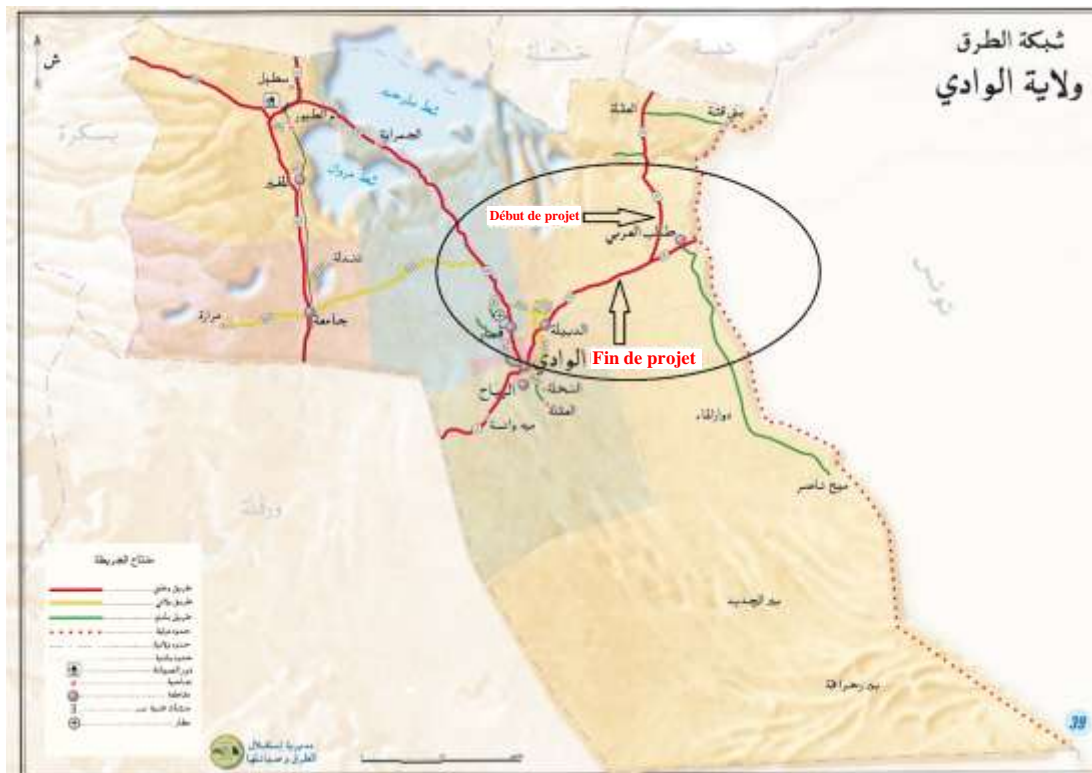


Figure I.2: Réseau routier de la wilaya de El-oued (début et fin de projet)

I.3. PRESENTATION DU PROJET

La route nationale RN16 a un grand intérêt économique et stratégique pour la région et le pays, elle joue un rôle important pour le développement économique, touristique et pastorale de la région et elle représente une de deux uniques accès au chef lieu de la wilaya en venant de du nord du pays.

Le dédoublement de la RN 16 devient une nécessité vu l'importance et l'évolution rapide de trafic. La nouvelle infrastructure facilitera la fluidité de circulation tout en améliorant la qualité de vie de la population locale, ainsi que la sécurité et le confort au volant. Les conducteurs de voitures de tourisme et les conducteurs de véhicules commerciaux constateront aussi une réduction de leurs temps de trajet, qui se traduira par des économies annuelles en centaines de millions de dinars. Ce projet améliorera la circulation routière dans toute la région et contribuera aussi au développement du réseau routier national vers le sud, depuis la Wilaya de Annaba jusqu'à la frontière de la Wilaya de Ouargla.

I.4. LOCALISATION DU PROJET

De la RN 16 reliant le Nord – Est de la wilaya au son Sud - Ouest sur une distance totale de 51.5 kms. La partie confiée à notre étude est située entre le Pk 477+000 et le Pk 485+000 sur 08 km.

L'étude à traiter est un dédoublement qui est implanté dans un relief plat .Ce tronçon situé totalement dans la wilaya d'El-Oued, prend origine à cinq Km avant le carrefour RN 48/RN16 (commune de Taleb Larbi), la jonction avec la route national RN48 par un giratoire à quatre.



Figure I.3: Site géographique de projet RN 16

Début de projet (pk477)



Fin de projet (pk485)



Figure I.4 : Début et fin de projet RN 16



Figure I.5: Carrefour giratoire (intersection RN16/RN48)

I.5. OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif de cette étude est la prise en charge des flux actuels et futurs, de fluidifier la circulation et notamment au niveau des carrefours où des congestions sont signalées. Ceci à travers le dédoublement de la route et l'aménagement des carrefours.

Le plan de travail est structuré comme suit:

- Présentation et Justification du projet.
- Etude de trafic.
- La géométrie de la route (tracer en plan, profil en long, profil en travers).
- Etude géotechnique et dimensionnement de corps de chaussé.
- Etude des carrefours.
- Dispositifs de sécurité et de signalisation.

I.6. LES NORMES GEOMETRIQUE UTILISEES DANS LE PROJET

Les normes qui ont été adoptées sont celles en vigueur en Algérie (**B40 - NORMES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT DES ROUTES**).

On a fait référence aussi aux normes françaises (normes utilisées par le logiciel Autopiste) :

- Aménagement des routes principales – ARP – Août 1994 - SETRA
- Aménagement des carrefours interurbains – Décembre 1998 – SETRA

I.7. PRESENTATION DES DONNEES

- TJMA(2019) = **13260 v/j.**
- La mise en service de la route **2023**
- Catégorie des routes : **CI. (B40)**
- Environnement : **E1. (Tab II.3)**
- La vitesse de base sur le tracé **VB= 80 (Km/h)**
- Taux d'accroissement du trafic **$\tau = 4.%$**
- Pourcentage de poids lourds **Z = 34%**
- La durée de vie de la route **10 ans**

CHAPITRE II:
ETUDE DE TRAFIC

II.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, pour partie « stratégie, planification » sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers.

Cette étude permettra de déterminer la virulence du trafic et son agressivité, et aussi le type d'aménagement à réaliser. Le trafic journalier moyen annuel (TJMA) est nécessaire pour déterminer les différentes caractéristiques d'un tronçon routier (nombre de voies, type d'échanges et aussi dimensionnement de la chaussée). L'étude de trafic s'attachera à la connaissance :

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

II.2. ANALYSE DU TRAFIC

Afin de déterminer en un point et en un instant donné le volume et la nature du trafic, il est nécessaire de procéder à un comptage qui nécessite une logistique et une organisation appropriée.

Pour obtenir le trafic, on peut recourir à divers procédés qui sont :

- La statique générale.
- Le comptage sur route (manuel et automatique).
- Une enquête de circulation.

II.3. DIFFERENTS TYPE DE TRAFIC

On distingue quatre types de trafic :

➤ **Trafic normal :**

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

➤ **Trafic induit :**

C'est un trafic qui résulte de nouveau déplacement des personnes vers d'autres déviations.

➤ **Trafic dévié :**

C'est un trafic qui résulte :

- Des nouveaux déplacements des personnes qui s'effectuent et qui en raison de la mauvaise qualité de l'ancien aménagement routier ne s'effectuaient pas antérieurement ou s'effectuaient vers d'autres destinations
- Une augmentation de production et de vente grâce à l'abaissement des coûts de production et de vente due à une facilité apportée par le nouvel aménagement routier.

➤ **Trafic total :**

C'est la somme du trafic induit et du trafic dévié.

II.4. LA MESURE DES TRAFICS

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

- comptages manuels
- Comptages automatiques

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

- les enquêtes de type cordon. Elles permettent de distinguer les trafics de transit des trafics locaux, et les origines et destinations de chaque flux.
- Les enquêtes qualitatives. Elles permettent de connaître l'appréciation de l'utilisateur par rapport au réseau, les raisons de son déplacement
- les relevés de plaques minéralogiques.

À l'issue de ces comptages, le trafic est modélisé. Le réseau routier constitue alors un graphe mathématique composé d'arcs (tronçons de voirie) et de sommets (les carrefours et les échangeurs).

Après avoir identifié les itinéraires possibles, la phase la plus délicate est de déterminer l'itinéraire principal pour chaque échange entre zones. On estime pour ce faire, que l'utilisateur fait son choix de façon à minimiser le coût du trajet.

Chaque tronçon est évalué en terme de temps de parcours, qu'il s'agisse des zones internes au périmètre d'étude, ou entre les points d'entrée et de sortie de ce périmètre pour les trafics de transit.

II.5. MODELES DE PRESENTATION DE TRAFIC

La première étape de ce type d'étude est le recensement de l'existant. Ce recensement permettra de hiérarchiser le réseau routier par rapport aux fonctions qu'il assure, et de mettre

en évidence les difficultés dans l'écoulement du trafic et de ses conséquences sur l'activité humaine.

Les diverses méthodes utilisées pour estimer le trafic dans le futur sont:

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

II.5.1. Prolongation de l'évolution passée

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

Le trafic T_n à l'année n sera : $T_n = T_0 (1+\tau)^n$

Où :

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

τ : est le taux de croissance.

II.5.2. Corrélation entre le trafic et les paramètres économiques

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

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

II.5.3. Modèle gravitaire

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

II.5.4. Modèle de facteurs de croissance

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

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

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

II.6. LES INDICATEURS DU TRAFIC

- Trafic moyen journalier annuel (T.M.J.A.) : égal au trafic total de l'année divisé par le Nombre de jour; on l'exprime en (véhicule/jour)
- Les trafics aux heures de pointe, avec les heures de pointe du matin (HPM), et les Heures de pointe du soir (HPS).
- Le trafic journalier de fin de semaine.
- Le trafic journalier moyen d'été : important pour les régions estivales.
- Le trafic effectif: c'est le trafic traduit en unités de véhicules particuliers exprimée en (uvp/j).

II.7. CALCUL DE LA CAPACITE

On définit la capacité de la route par le nombre maximale des véhicules pouvant raisonnablement passer sur une section donnée d'une voie dans une direction (ou deux directions) avec des caractéristiques géométriques et de circulation pendant une période de temps bien déterminée.

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

La capacité dépend:

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

II.8. CALCUL DE TRAFIC MOYEN JOURNALIER (TJMA) HORIZON

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon et du fait de la croissance annuelle du trafic est : $TJMA_n = MTJMA_0 (1+\tau)^n$

Tel que:

- $TJMA_n$: trafic journalier moyen à l'année **n**.
- $TJMA_0$: trafic journalier moyen à l'année **0**.
- τ : taux d'accroissement annuel.
- **n** : nombre d'année à partir de l'année d'origine.

II.9. CALCUL DU TRAFIC EFFECTIF

C'est le trafic par unité de véhicule, il est déterminé en fonction du type de route et de l'environnement.

Tel que : $T_{eff} = [(1-Z) + PZ] TJMA_n$

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

Tableau II.1: Coefficient d'équivalence « P » en fonction de l'environnement. (B40)

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
Route à bonne caractéristique	2-3	4-6	8-12
Route étroite, ou à visibilité réduite	3-6	6-12	16-24

La Valeur de P = 3 selon (Tableau II.1)

II.10. CALCUL DU DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL

Le débit de point horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon, d'autre terme est le nombre de véhicules susceptibles d'emprunter la route à l'année d'horizon.

Il est donné par : $Q = \frac{1}{n} T_{eff}$

Avec :

$\frac{1}{n}$: Coefficient de pointe prise égale 0.12

Donc : $Q = 0.12 T_{eff}$

- **Q** : est exprimé en uvp/h.

II.11. CALCUL DU DEBIT HORAIRE ADMISSIBLE

C'est le débit admissible que peut supporter une route : $Q_{adm} = K_1 K_2 C_{th}$

Tel que :

- **K₁** : coefficient qui dépend de l'environnement. (Tab II.2)
- **C_{th}**: capacité effective par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable. (Tab II.3)
- **K₂**: coefficient tient compte de l'environnement et de la catégorie de la route. (Tab II.4)

Avec :

Tableau II.2 : Coefficient « K1 ». (B40)

Environnement	E1	E2	E3
K1	0.75	0.85	0.9 à 0.95

D'après le Tableau (II.2) et pour un environnement E1, on a $K1 = 0.75$.

Tableau II.3: Capacité théorique « Cth ». (B40)

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

La Valeur de $C_{th} = 1800$ uvp/h selon (**Tableau II.3**)

Tableau II.4 : Coefficient « K2 ». (B40)

Catégorie de la route					
Environnement	C1	C2	C3	C4	C5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

La Valeur de $K2 = 1.00$ environnement E1, catégorie C1 selon (**Tableau II.4**).

II.12.CALCUL DU NOMBRE DE VOIES

- **Chaussée bidirectionnelle :**

On compare Q à Q_{adm} pour les divers types de routes et on prend le profil permettant d'avoir : $Q \leq Q_{adm}$

- **Chaussée unidirectionnelle :**

Le nombre de voies par chaussée est le nombre le plus proche du « N » avec : $N = \frac{S.Q}{Q_{adm}}$

Tel que : **S** : coefficient de dissymétrie, en général égal à $\frac{2}{3}$.

Q_{adm} : débit admissible par voie.

II.13. APPLICATION AU PROJET

- **Les données de trafic :**

Selon les résultats des comptages du trafic routier effectués en 2019 par les services techniques de la DTP de la wilaya d'El Oued nous avons :

- TJMA(2019) = **13260 v/j.**
- Taux d'accroissement du trafic $\tau = 4 \%$.
- La mise en service de la route **2023**
- Pourcentage de poids lourds $Z = 34\%$.
- Catégorie de la route : **C1. (B40)**
- La durée de vie de la route **10 ans.**
- Environnement : **E1. (Tab II.2)**
- La vitesse de base $V_B = 80$ (Km/h).

➤ **Projection future de trafic :** $TJMA_{2023} = TJMA_{2019} (1 + \tau)^4$

$$TJMA_{2023} = 13260 (1 + 0.04)^4$$

$$TJMA_{2023} = 15513 \text{ v/j}$$

➤ **Trafic à l'année horizon (2033) pour une durée de vie de 10 Ans :**

$$TJMA_{2033} = 15513 (1 + 0.04)^{10}$$

$$TJMA_{2033} = 22963 \text{ v/j.}$$

➤ **Calcul du trafic effectif :** $T_{\text{eff}2023} = [(1 - Z) + PZ] TJMA_{2023}$

P=3 (route de bonnes caractéristiques, et un Environnement E1)

$$T_{\text{eff}2023} = [(1 - 0.34) + 3 \times 0.34] 13260.$$

$$T_{\text{eff}2023} = [(1 - 0.34) + 3 \times 0.34] 22963.$$

$$T_{\text{eff}2023} = 22276 \text{ uvp/j.}$$

$$T_{\text{eff}2033} = 38578 \text{ uvp/j.}$$

➤ **Débit de pointe horaire normale :** $Q = \left(\frac{1}{n}\right) \times T_{\text{eff}}$

$\frac{1}{n}$ = Coefficient de pointe prise égale **0.12**

Donc :

$$Q_{2023} = 0.12 \times T_{\text{eff}2023}$$

$$Q_{2023} = 0.12 \times 22276 \qquad Q_{2023} = 2673 \text{ uvp/h.}$$

$$Q_{2033} = 0.12 \times T_{\text{eff}2033}$$

$$Q_{2033} = 0.12 \times 38578 \qquad Q_{2033} = 4629 \text{ uvp/h.}$$

➤ **Débit horaire admissible :**

Il est déterminé par l'application de la formule suivante : $Q_{adm} = K_1 \times K_2 \times C_{th}$

Q_{adm} : Débit admissible par voie.

À partir des tableaux : $K_1=0.75$ (environnement E1) ; $K_2=1$ (environnement E1, catégorie C1).

D'après le B40 on adopte pour l'évitement un profil à **2 chaussées séparées**.

On prend: $C_{th}=1800$ (uvp/h).

$$Q_{adm} = (0.75 \times 1) \times 1800$$

$$Q_{adm} = 1350 \text{ uvp/h.}$$

➤ **Le nombre des voies : $N = S \times (Q/Q_{adm})$**

Nous avons une chaussée unidirectionnelle ; $S =$ coefficient dissymétrique $= \frac{2}{3}$

$$N = (2/3) \times (4629 / 1350) = 2.28 \quad N \approx 2 \text{ voie / sens}$$

Donc la route nationale est de : **2x2 voies**

➤ **Calcul de l'année de saturation :**

$$Q_{2023} = (0.12) \times T_{eff_{2023}}$$

A.N:

$$Q_{2023} = 0.12 \times 22276 = 2673 \text{ uvp/h.} \quad Q_{2023} = 2673 \text{ uvp/h}$$

$$Q_{saturation} = 6 \times Q_{adm.}$$

A.N :

$$Q_{saturation} = 6 \times 1350 = 8100 \text{ uvp/h.} \quad Q_{saturation} = 8100 \text{ uvp/h}$$

D'autre part :

$$Q_{saturation} = Q_{2023} (1 + \tau)^n$$

$$\text{On a: } n = \frac{\ln \left(\frac{Q_{saturation}}{Q_{2023}} \right)}{\ln (1 + \tau)}$$

A.N :

$$n = \frac{\ln (8100/2673)}{\ln (1 + 0.04)} \quad n = 28.26 \approx 28 \text{ ans.}$$

D'où notre route sera saturée **28 ans** après la mise en service donc l'année de saturation est : **2023+28 = 2051**

➤ Les résultats de calcul résumés dans le tableau ci-dessous :

TJMA ₂₀₁₉	TJMA ₂₀₂₃	TJMA ₂₀₃₃	T _{eff 2033}	Q ₂₀₃₃	Q _{adm}	N° des Voies Par sens	Année de saturation
13260	15513	22963	38578	4629	1350	2	2051

CHAPITRE III :
ETUDE GÉOTECHNIQUE

III.1. INTRODUCTION

L'étude géotechnique consiste à donner les précautions nécessaires concernant le sol ou sera implanté notre aménagement. Pour cela, une campagne de sondage doit être faite pour définir les caractéristiques du sol support, de dimensionner la chaussée et, éventuellement, les fondations des ouvrages d'art prévus.

L'ingénieur concepteur doit définir un programme de reconnaissance géotechnique après avoir tracé l'axe. Cette étude lui permettra d'avoir des descriptions lithologique, hydrogéologique, hydraulique de la région. Une interprétation physico- mécanique lui permettra d'appréhender le comportement géotechnique du sol support.

Elle étudie les problèmes d'équilibre et de formation des masses de terre de différentes natures soumises à l'effet des efforts extérieurs et intérieurs. Cette étude doit d'abord permettre de localiser les différentes couches et donner les renseignements de chaque couche et les caractéristiques mécaniques et physiques de ce sol.

III.2. Objectif

Les objectifs d'une étude géotechnique se résument en :

- Optimisation du mouvement des terres, dimensionnement du corps de chaussée, choix des matériaux, etc.
- Au stade de l'exécution, de réaliser les travaux avec le minimum d'aléas possibles :
Choix des moyens et des matériels adaptés à la nature des soles rencontrés, méthode d'exécution.

III.3. ESSAIS DE LABORATOIRE

Lors de la campagne d'exécution des sondages, des échantillons du sol support ont été prélevés. Les essais réalisés sur ces matériaux sont les suivants :

- L'analyse granulométrique
- Les limites d'Atterberg
- L'équivalent de sable
- L'essai Proctor modifié
- L'essai CBR imbibé à 4 jours
 - ❖ Le calcul de l'épaisseur des chaussées souples nécessitera des prélèvements destinés des essais CBR en laboratoire.

- ❖ Les essais seront faits à différentes teneurs en eau énergies de compactage, afin d'apprécier la stabilité du sol aux accidents lors des terrassements, ces essais seront précédés d'essai PROCTOR.

La classification des sols rencontrés sera utile et nécessitera la détermination des limites d'Atterberg.

III.4. Définitions des Essais D'identification

III.4.1. Analyses granulométriques

C'est un essai qui a pour objet de déterminer la répartition des grains suivant leur dimension ou grosseur.

Les résultats de l'analyse granulométrique sont donnés sous la forme d'une courbe dite courbe granulométrique, cette analyse se fait en générale par un tamisage. Suivant la dimension des particules, les dénominations suivantes ont été adoptées :

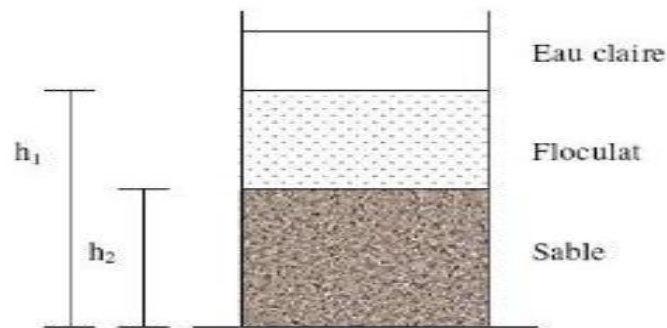


Figure III.1 : L'essai granulométrique.

L'analyse granulométrique est réalisée par tamisage pour les particules de dimension supérieure à $80\mu\text{m}$ et par sédimentométrie pour les « fines » de dimension inférieure à $80\mu\text{m}$.

Tableau III.1 : résultat L'essai granulométrique.

Localisation (PK)	Granulométrie (%) passants	
	< 0.08 mm	< 2 mm
478+000	03	100
480+000	04	100
482+500	02	100
485+000	03	100

III.4.2. Limites d'Atterberg

Les limites d'Atterberg caractérisent le comportement des sols fins en présence d'eau en pratique on détermine à l'aide de l'appareil de Casa grande.

Les propriétés du sol sont caractérisées par deux seuils de teneur en eau :

❖ **La limite de plasticité W_p**

Caractérisant le passage du sol de l'état solide à l'état plastique,

❖ **La limite de liquidité W_L**

Lest caractérisant le passage du sol de l'état plastique à l'état liquide,

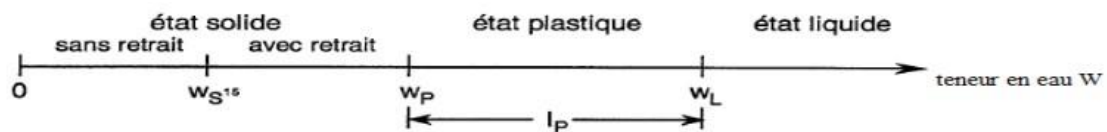


Figure III.2 : L'essai équivalent sable.

On définit alors l'indice de plasticité IP :

$$IP = W_L - W_P$$

Cet indice est d'autant plus élevé que le matériau est plus « plastique », au Sens commun du terme comme du point de vue de son comportement au cours du terrassement.

La classification décrite ci-après distingue les seuils suivants :

$IP < 12$: Faiblement argileux

$12 \leq IP < 25$: Moyennement argileux

$25 \leq IP < 40$: argileux

$IP \geq 40$: Très argileux



Figure III.3 : L'appareil de casa grande.

Tableau III.2 : résultat Limites d'Atterrer

<i>Localisation (PK)</i>	<i>ES (%)</i>	<i>IP</i>	<i>Wnat</i>
478+000	57	NM	/
480+000	51	NM	/
482+500	52	NM	/
485+000	49	NM	/

III.4.3. Équivalent du sable

Il est utilisé pour des sols contenant peu d'éléments fins et faiblement plastiques. Il s'effectue sur la fraction inférieure à 2 ou 5mm. On place un volume donné de l'échantillon dans une éprouvette graduée dans laquelle on verse un mélange d'eau et de solution floculant destinée à mettre en suspension et à faire gonfler les particules argileuses.

Après agitation normalisée, on laisse reposer, puis on mesure la hauteur h_2 du sable et la hauteur h_1 du sommet du floculant. On calcule ensuite :

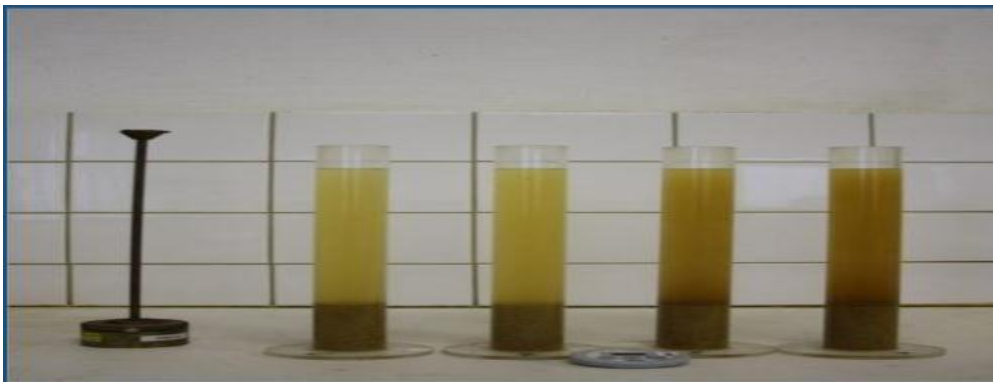


Figure III.4 : L'essai Équivalent du sable

Équivalente sable On calcule ensuite : $ES = 100 \times \frac{h_2}{h_1}$

III.4.4. Essai Proctor

D'obtenir s 'effectue à l'aide d'un damage normalisé connu sous le nom de l'essai Proctor L'essai PROCTOR est un essai routier, il consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau, il a donc pour but de déterminer une teneur en eau optimale Les remblais posent à l'ingénieur routier un certain nombre de problèmes, d'où on peut citer :

- La stabilité des talus
- La résistance des talus à l'érosion .Le tassement.
- Et le compactage.

Le « compactage » est le procédé le plus économique toujours utilisé dans la construction des remblais pour améliorer la densité sèche du sol (gd).

Le « compactage » est une réduction pratiquement instantanée du volume du sol dû à la réduction des vides d'air. Il ne y'a aucune expulsion d'eau ce qui différencie le compactage de la consolidation.

L'étude du compactage afin une densité sèche maximale lors d'un compactage d'un sol, cette teneur en eau ainsi obtenue est appelée « optimum PROCTOR ».

L'essai Proctor s'effectue généralement pour deux compactages d'intensités différentes :

- ❖ L'essai **Proctor normal** rend assez bien compte des énergies de compactage pratiquées pour les remblais.
- ❖ L'essai **Proctor modifié**, le compactage est beaucoup plus poussé et correspond aux énergies mises en œuvre pour les couches de forme et les couches de chaussée.

Tableau III.3 : Proctor normal / Proctor modifié.

	Proctor normal	Proctor modifié
Poids de la dame (kg)	2.495	4.54
Hauteur de la chute (cm)	30.5	45.7
Nombre de couches	3	5
Nombre coups de dame/couche	55	55



Figure III.5 : Essai Proctor.

Tableau III.4: résultat essai Proctor.

Localisation (PK)	Essai Proctor	
	Wopt	Dmax
478+000	8.0	1.62
480+000	8.0	1.59
482+500	7.0	1.61
485+000	8.0	1.62

III.4.5. Essai C.B.R

Cet essai a pour but d'évaluer la portance du sol en estimant sa résistance au poinçonnement, afin de pouvoir dimensionner la chaussée et orienter les travaux de terrassements. L'essai consiste à soumettre des échantillons d'un même sol au poinçonnement, les échantillons sont compactés dans des moules à la teneur en eau optimum (PROCTOR modifié) avec trois (3) énergies de compactage 25 c/c ; 55 c/c ; 10 c/c et imbibé pendant quatre (4) jours. Il ne concerne que les sols cohérents. .

Tableau III.5: Spécification CBR.

I_{CBR}	Portance du sol
< 3	Mauvaise
3 à 8	Médiocre
8 à 30	Bonne
>30	Très bonne

**Figure III.6 :** L'appareil L'essai CBR.

Tableau III.6: Résultat l'essai CBR.

Localisation (PK)	Essai CBR	
	Indice CBR	Classe du sol
478+000	8	S3
480+000	9	S3
482+500	10	S3
485+000	10	S3

III.5. CONDITION D'UTILISATION DES SOLS EN REMBLAIS

Es remblais doivent être constitués de matériaux provenant de déblais ou d'emprunts éventuels.

Les matériaux de remblais seront exempts de :

- Pierre de dimension > 80mm.
- Matériaux plastique IP > 20% ou organique.
- Matériaux gélifs.
- On évite les sols à forte teneur en argile.

Les remblais seront réglés et soigneusement compactés sur la surface pour laquelle seront exécutés. Les matériaux des remblais seront établis par couche de 32 cm d'épaisseur en moyenne avant le compactage. Une couche ne devra pas être mise en place et compactée avant que la couche précédente

III.6. CONCLUSION

L'étude de sol devant recevoir le projet a montré que les faciès forment l'assise de la route ne présentent pas caractères spéciaux nécessitant des précautions spéciales. Dans l'ensemble la portance est bonne, la sensibilité à l'eau n'est pas assez importante, et les travaux de terrassement n'exigent pas de moyens extra ordinaires.

CHAPITRE IV :
DIMENSIONNEMENT
DU CORPS DE
CHAUSSÉE

IV.1. INTRODUCTION

Le dimensionnement des structures constitue une étape importante de l'étude d'un projet routier car la qualité de ce projet ne se limite pas à l'obtention d'un bon tracé en plan et d'un bon profil en long, en effet, une fois réalisé, la chaussée devra résister aux agressions des agents extérieurs et à la surcharge d'exploitation : action des essieux des véhicules lourds, effets des gradients thermiques pluie, neige, verglas, Etc. Pour cela il faudra non seulement assurer à la route de bonnes caractéristiques géométriques mais aussi de bonnes caractéristiques mécaniques lui permettant de résister à toutes ces charges pendant sa durée de vie. La qualité de la construction de chaussées joue à ce titre un rôle primordial, celle-ci passe d'abord par une bonne reconnaissance du sol support et un choix judicieux des matériaux à utiliser, il est ensuite indispensable que la mise en œuvre de ces matériaux soit réalisée conformément aux exigences arrêtées. Les différentes méthodes de dimensionnements seront exposées.

IV.2. LA CHAUSSEE

IV.2.1. Définition

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

a. Couche de surface :

Elle est composée de la couche de roulement et de 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

b. Couche de base :

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

c. Couche de fondation:

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

d. 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.

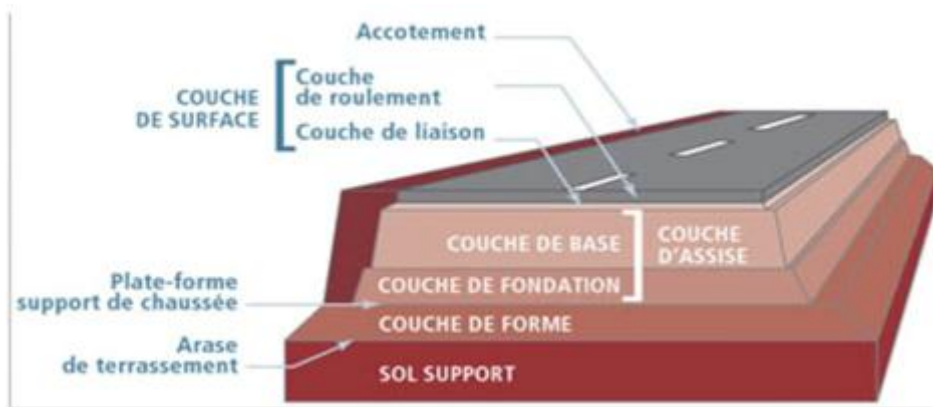


Figure IV.1: Coupe type d'une chaussée souple

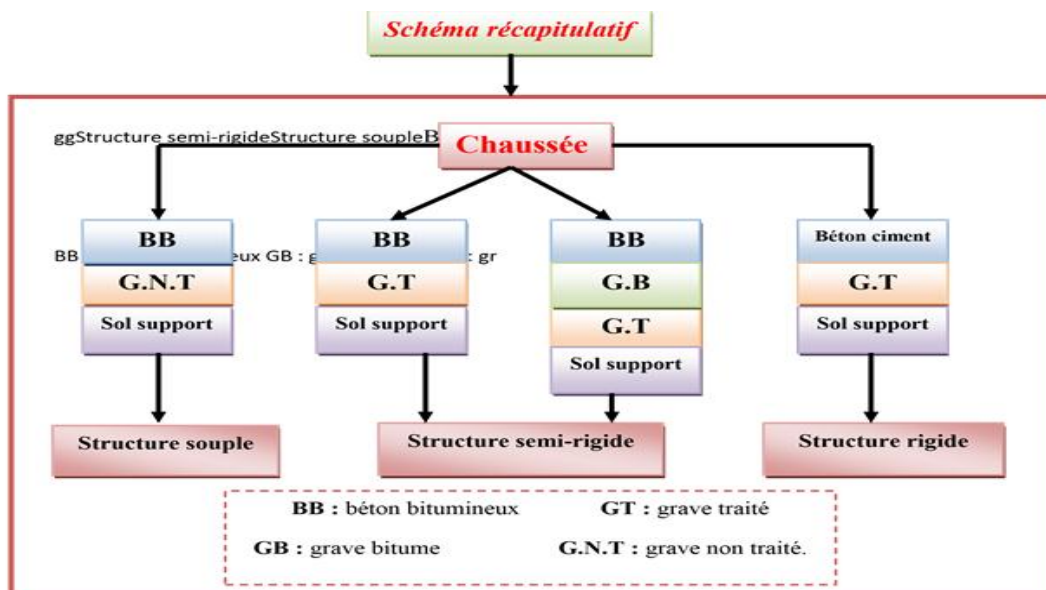


Figure IV.2: Les différentes catégories de chaussée

IV.3. METHODES DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES

- Méthode CBR
- Méthode de catalogue de dimensionnement des chaussées neuves (CTTP)

IV.3.1. Méthode CBR

C'est une méthode (semi-empirique) qui s'est basé sur essai de poinçonnement sur un échantillon de sol support en compactant des éprouvettes à (90-100%) de l'optimum Proctor modifier sur une épaisseur d'eau moins de 15 cm .

L'épaisseur est donnée par la formule suivant :

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

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

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

\log_{10} : Logarithme décimal.

I_{CBR} : Indice portant C.B.R.

L'épaisseur équivalente :

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante : $E_q = \sum e_{réelle} \times a_i$

- $e_1 \times a_1$: couche de roulement.
- $e_2 \times a_2$: couche de base.
- $e_3 \times a_3$: couche de fondation.

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

Tableau IV.1: Les valeurs des coefficients d'équivalence

MATERIAUX UTILISE	COEFFICIENT D'EQUIVALENCE
Béton bitumineux ou enrobé dense	2.00
Grave bitume	1.5 à 1.70
Grave ciment – grave laitier	1.50
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse – T.V.O	0.75
Sable	0.50
Grave bitume	1.50 à 1.70
Tuf	0.7 à 0.8

IV.3.2. Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

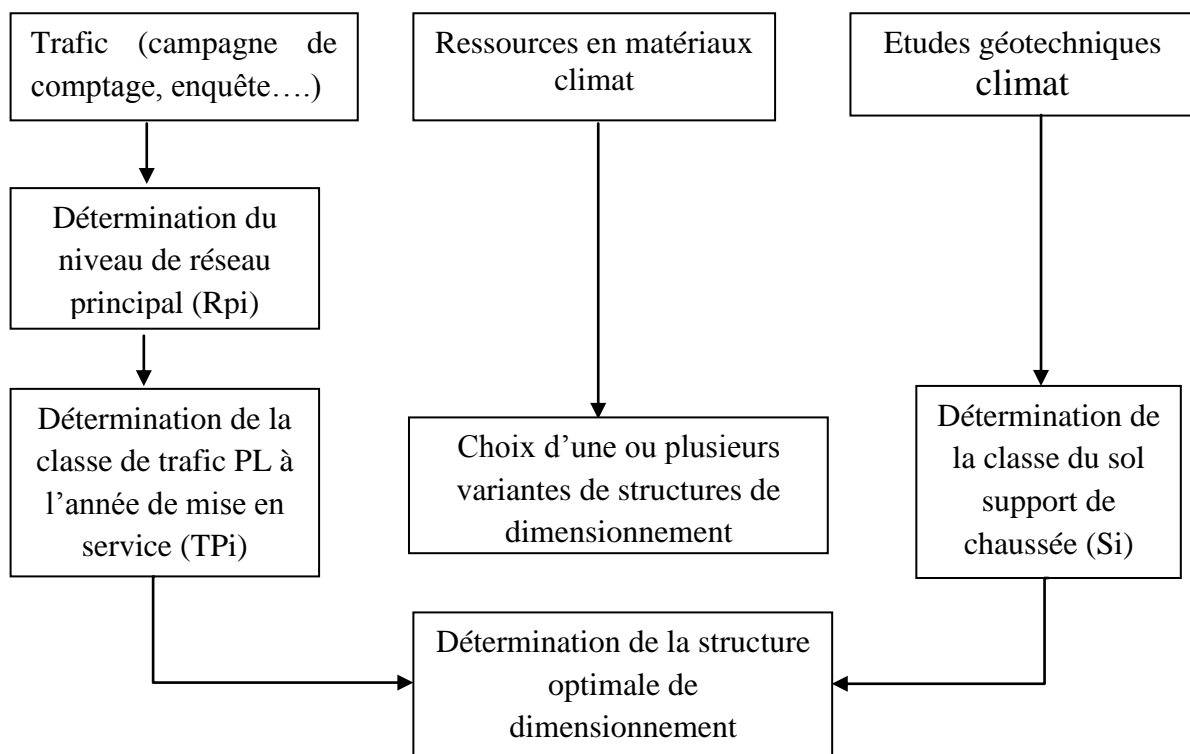
L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées (trafic, matériaux, sol support et environnement..).

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

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

- Approche théorique.
- Approche empirique.

Tableau IV.2: La démarche du catalogue



IV.4 APPLICATION AU PROJET

IV.4.1. Méthode CBR

- Trafic de la mise en service : $TJMA_{2023} = 15513 \text{ v/j}$
- Le trafic à l'année horizon c'est à dire à la 10^{ème} année d'exploitation

Avec : $n=10$ et $\tau=4\%$

$$TJMA_{2033} = 15513 (1 + 0.04)^{10}$$

$$TJMA_{2033} = 22963 \text{ v/j.}$$

- Le pourcentage de poids lourds étant 34% , ce qui donne un trafic (N) de poids lourds (PL) de :

$$N_{PL} = TMJA \times Z \times 0.5 \times 0.90$$

$$N_{PL} = 22963 \times 0.5 \times 0,34 \times 0.90$$

$$N_{2033} = 3514 \text{ PL/J/sens}$$

- P: Charge par roue **P = 6.5 t** (essieu 13 t).
- indice **CBR = 10**

Donc L'épaisseur est :

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

$$e = \frac{100 + (\sqrt{6,5}) \times (75 + 50 \cdot \log \frac{3514}{10})}{10 + 5} = 41.04$$

$e \approx 42 \text{ cm}$

Cette épaisseur peut être convertie en plusieurs couches selon la disponibilité des matériaux et leurs caractéristiques en tenant compte des coefficients d'équivalence.

Pour calcul des épaisseurs, on fixe deux dans les marges suivantes et on déduit la dernière.

Remarque :

Pour le calcul de l'épaisseur réelle de la chaussée on fixe « e 1 » et «e2 » et on calcule « e 3 ».

Généralement les épaisseurs adoptées sont : BB = 6 à 8 cm GB= 10 à 20 cm GC =15 à 30 cm

TVO= 30cm et plus

$$e = 6 \times 2 + 11 \times 1,5 + e_3 \times 0,7 = 42 \text{ cm}$$

$$e_3 = \frac{42 - e_1 \times a_1 - e_2 \times a_2}{a_3} = \frac{42 - 2 \times 6 - 1,5 \times 11}{0,7} \approx 20$$

$$e_3 = 20$$

$$6\text{BB} + 11\text{GB} + 20\text{SG}$$

- Couche de roulement : BB = 6 cm
- Couche de base : GB =11 cm
- Couche de fondation : SG = 20 cm.



Tableau IV.3: Résultat de la méthode CBR

Couches	Épaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ai)	Épaisseur équivalente (cm)
BB	06	02	12
GB	11	1,5	16
SG	20	0.7	14
TOTAL	37	/	42

IV.4.2. Méthode Du Catalogue Des Chaussées Neuves « CTTTP »

➤ Données de l'étude :

- Année de comptage : 2019.
- Zone climatique IV (fascicule : 2)
- TJMA₂₀₁₉=13260 v/j
- Taux d'accroissement : $\tau = 4 \%$
- Mise en service : 2023
- Pourcentage de poids lourds : Z = 34 %
- TJMA₂₀₂₃=15513 v/j
- C.B.R=10
- Durée de vie : 10 ans

➤ Détermination du type de réseaux principaux :

D'après le catalogue on a la classification des réseaux principaux suivante :

Tableau IV.4: Réseaux principaux routiers.

RP1	>1500
RP2	<1500

TJMA= 13260 > 1500 v/j La route principale présentant intérêt économique et stratégique. Donc on est dans le réseau principal de niveau 1 (RP1)

➤ Choix des structures types par niveau de réseau principal :

D'après le catalogue de dimensionnement notre choix se fixe sur une structure de type :

GB/SG1.

Types de Matériaux	Fiche structure n°	Type structure	Zones climatiques (*)
1 - MTB (Matériaux traités au bitume)	1	GB/GB	I , II
	2	GB/GNT	I , II
	3	GB/GNT	III
	4	GB/SG1	IV
	5	GB/TUF1	III
2 - MTLH (matériaux traités liants hydrauliques)	6	GL/GL	I , II
	7	BCg/GC	I , II

Figure IV. 3: Fiches structures de RP1

1. Détermination de la classe de trafic TPL_i :

Chaussée unidirectionnelles à 1× 2voies :90% du trafic PL sur la voie lente de droite :

$$TPL = (15513 \times 0.34 \times 0.5 \times 0.9) = 2374 \text{ PL/J/sens}$$

Tableau IV.5: Les classes de trafic.

	TPL ₀	TPL ₁	TPL ₂	TPL ₃	TPL ₄	TPL ₅	TPL ₆	TPL ₇
PL/J/sens pour RP₁	-	-	-	150 à 300	300 à 600	600 à 1500	1500 à 3000	3000 à 6000

D’après le classement donné par le catalogue des structures, notre trafic est classé en **TPL6 (tableau IV.5)**.

2. Détermination de la portance de sol-support de chaussée :

Présentation des classes de portance des sols :

Le tableau suivant regroupe les classes de portance des sols par ordre de S4 à S0. Cette classification sera également utilisée pour les sols-supports de chaussée.

Tableau IV.6: Classes de portance des sols en fonction de la valeur de CBR

Portance (Si)	CBR
S4	< 5
S3	5 - 10
S2	10 - 25
S1	25 - 40
S0	> 40

D’après l’étude géotechnique, le sol support à un CBR = 10 (sol de faible capacité portance), donc le sol support est de type S3 (**tableau IV.6**).

- Classes de portance de sols supports pour le dimensionnement :

Pour dimensionnement des structures, on distingue 4 classes de sols support à savoir: S3, S2, S1, S0. Les valeurs de modules indiqués sur le tableau ci-dessous, ont été calculées à partir de la relation empirique suivante : **E(MPa) = 5.CBR**

D’où: $E(\text{MPa}) = 10 \times 5 = 50 \text{ (MPa)}$

Tableau IV.7: Valeurs de E en fonction de la classe du sol

Classe de sol-support	S3	S2	S1	S0
Module (MPa)	25 - 50	50 - 125	125 - 200	> 200

D’après le classement de portance de sols supports pour le dimensionnement, notre valeur d'E= **50 (MPa)** en fonction est de type **S3 (tableau IV.7)**.

IV.4.3. Amélioration de la portance du sol support

La couche de forme a pour but d’améliorer la portance du sol support, le (CTTP) a fait des recherches sur la variation du CBR selon les différentes épaisseurs de CF, le mode de sa mise en place (nombre de couches) et la nature du matériau utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF. Les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau IV.8: Sur classement avec couche de forme en matériau non traité

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

D'après le rapport géotechnique, notre sol bon portance. On doit prévoir une couche de forme en matériau non traité de 40cm (en deux couches de 20et 20cm), pour améliorer la portance de sol support.

IV.4.4. Choix des différentes couches constituantes de la chaussée

❖ **Proposition de la structure**

Dans le cadre de notre projet, nous avons proposé la structure suivante :

- Couche de roulement en béton bitumineux : **BB**.
- Couche de base en grave bitume : **GB**.
- Couche de fondation en sable : **SG**
- Couche de forme : **SG**

Choix de dimensionnement :

Nous sommes dans le réseau principal (RP1), la zone climatique IV, durée de vie de 10 ans, taux d’accroissement (4%), portance de sol (S2) et une classe de trafic (TPL6).

- Couche de roulement : **BB = 8 cm.**
- Couche de base : **GB =16 cm.**
- Couche de fondation : **SG = 30 cm.**
- Couche de forme : **SG = 40 cm.**



IV.5. VERIFICATION EN FATIGUE DES STRUCTURES ET DE LA DEFORMATION DU SOL SUPPORT

Il faudra vérifier que ε_t et ε_z calculées à l'aide d'Alize III, sont inférieures aux valeurs admissibles calculées, c'est-à-dire respectivement $\varepsilon_{t,adm}$ et $\varepsilon_{z,adm}$.

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6 (10^\circ C, 25Hz) \times (TCE_i / 10^6)^b \times \sqrt{\frac{E(10^\circ C)}{E(\theta_{eq})}} \times 10^{-tb\delta} \times Kc$$

$$\varepsilon_{z,adm} = 22 \times 10^{-3} \times (TCE_i)^{-0.235}$$

Calcul du trafic cumulé équivalent (TCEi) :

$$TCE_i = TC_i \times A$$

$$TC_i = TPLi \times 365 \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$TCE_i = 2374 \times 365 \frac{(1+0.04)^{10} - 1}{0.04} \times 0.6$$

Alors : $TCE_i = 6.2 \times 10^6$ PL/J/sens.

Calcul de la déformation admissible sur le sol support $\varepsilon_{z,ad}$:

$$\varepsilon_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} \times (TCE_i)^{-0.235}$$

$$\varepsilon_{z,ad} = 22 \times 10^{-3} \times (6.2 \times 10^6)^{-0.235} = 5.574560508 \times 10^{-4}$$

$$\varepsilon_{z,adm} = 557.45 \times 10^{-6}$$

Calcul de la déformation admissible de traction ' $\varepsilon_{t,ad}$ ' à la base de GB :

- $TPLi = 2374$ PL/J/sens
- $\tau = 4\%$
- Duré de vie = 10 ans
- Coefficient d'agressivité A :
 - ✓ GB = 0.6
 - ✓ Sol = 0.6
- $b = -0.146$
- $kc = 1.3$
- $sh = 3$
- $SN = 0.45$
- $\varepsilon_6 = 100 \cdot 10^{-6}$
- $r = 5$
- $t = -1.645$
- $c = 0.02$
- $E(\theta = 10^\circ) = 12500$ Mpa

$$\varepsilon_{t,ad} = \varepsilon_6 (10^\circ C, 25Hz) \times Kne \times K\theta \times Kr \times Kc$$

$$\delta = \sqrt{(SN)^2 + \left(\frac{c}{b} Sh\right)^2}$$

$$\delta = \sqrt{(0.45)^2 + \left(-\frac{0.02}{0.146} \times 3\right)^2} \delta = 0.609$$

$$Kr = 10^{-tb\delta}$$

$$K_r = 10^{-(-1.645)(-0.146)(0.609)} = 0.714$$

$$Kr = 0.714$$

$$K_{ne} = \left(\frac{TCE_i}{10^6}\right)^b$$

$$K_{ne} = \left(\frac{6,2 \times 10^6}{10^6}\right)^{-0,146} \quad K_{ne} = 0,766$$

$$K_{\theta} = \frac{E(10^{\circ}C)}{E(eeq)}$$

$$K_{\theta} = \sqrt{\frac{12500}{3500}} \quad K_{\theta} = 1,889$$

$$\epsilon_{t,adm} = 100 \times 10^{-6} \times 0,766 \times 1,889 \times 0,714 \times 1,3$$

$$\text{Alors : } \epsilon_{t,adm} = 134,30 \times 10^{-6}$$

Calcul les déformations (ϵ_t, ϵ_z) sous l'essieu de 13t par Alizée

Tableau IV.9: Les paramètres utilisés pour le calcul par Alize

	Epaisseurs (cm)	Modules E(MPa)	Coefficient de poisson
Couche de roulement	08 BB	2500	0.35
Couche de base	16 GB	3500	0.35
Couche de fondation	05 SG	700	0.25
Couche de fondation	25 SG	400	0.25
Couche de forme	15 SG	200	0.25
Couche de forme	25 SG	100	0.25
Sol support	Infinie	50	0.35

épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,080	2500,0	0,350	0,000	40,2	0,262	40,3	0,660
	collé		0,080	4,9	0,198	126,8	0,549
0,160	3500,0	0,350	0,240	4,9	0,259	87,7	0,549
	collé		0,240	-100,6	-0,424	106,1	0,105
0,050	700,0	0,250	0,290	-100,6	-0,051	179,1	0,105
	collé		0,290	-110,2	-0,067	150,0	0,077
0,250	400,0	0,250	0,540	-110,2	-0,028	219,0	0,077
	collé		0,540	-102,3	-0,044	120,3	0,027
0,150	200,0	0,250	0,690	-102,3	-0,017	177,5	0,027
	collé		0,690	-104,1	-0,021	137,9	0,017
0,250	100,0	0,250	0,940	-93,2	-0,009	209,9	0,017
	collé		0,940	-93,2	-0,009	146,2	0,010
infini	50,0	0,350	0,940	-93,2	-0,002	225,8	0,010

variante 1: Durée= 00:00sec

Grandeurs affichées: tableau 1, tableau 2, tableau 3, tableau 4, tableau 5, tableau 6, tableau 7, tableau 8

Déflexion = 46,7 mm/100 entre-jumelage

Rdc = 544,8 m

Imprimer, Enregistrer, Voir Chargt., Fermer

	Déformations calculée	Déformations admissibles
ϵ_z Sol support	225.8×10^{-6}	557.45×10^{-6}
ϵ_t à la base de GB	100.6×10^{-6}	134.30×10^{-6}

ϵ_z calculée < ϵ_z admissible **Condition vérifiée**

ϵ_t calculée < ϵ_t admissible **Condition vérifiée**

DONC ; La structure (8BB + 16GB + 30SG+40SG) est vérifiée.

CHAPITRE V :
CARACTÉRISTIQUES
GÉOMÉTRIQUE
PROJET

V.1. GENERALITE

L'étude géométrique du tracé de la route a pour but d'obtenir un tracé confortable pour le déplacement des véhicules. Il est donc indispensable de rechercher la meilleure forme géométrique à donner au tracé. Lors de l'élaboration de tout projet routier il est nécessaire de commencer par la recherche de l'emplacement de la route dans la nature et son adaptation la plus rationnelle à la configuration du terrain. La surface de roulement d'une route est une conception de l'espace, définie géométriquement par trois groupes d'éléments qui sont :

- Tracé de son axe en situation ou en plan.
- Tracé cet axe en élévation ou profil en long.
- Profil en travers.

V.2. TRACE EN PLAN

V.2.1. Introduction

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 trace en plan est défini comme étant une vue en plan d'une route qui résulte théoriquement de la projection de cette dernière sur un plan horizontal, il est généralement composé de lignes droites raccordées par des courbes circulaire ou progressives.

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.

V.2.2. Conception et approche

L'approche d'étude de dédoublement est différente des études en site vierge est différente également des études de renforcement et réhabilitation pour cela l'approche suivant a été adoptée :

- Élargir autant que possible d'un coté
- Mais les sections bordées d'habitation nous avons préconisé de :
- utiliser au maximum la plate forme existante en se collant sur l'existant.
- élargir des deux côtes si c'est mesures est avérées insuffisant.
- Tout en appliquant les normes du B40.

V.2.3. La vitesse de référence

La vitesse de référence (**V_r**) est une vitesse prise pour établir un projet de route,

elle est le critère principal pour la détermination des valeurs extrêmes des caractéristiques géométriques et autres intervenants dans l'élaboration du tracé d'une route.

Pour le confort et la sécurité des usagers, la vitesse de référence ne devrait pas varier sensiblement entre les sections différentes, un changement de celle-ci ne doit être admis qu'en coïncidence avec une discontinuité perceptible à l'utilisateur (traversée d'une ville, modification du relief, etc.....).

a) - Choix de la vitesse de référence: Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- Type de route.
- Importance et genre de trafic.
- Topographie.
- Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

La vitesse de référence choisie dans notre projet est de $V_r = 80 \text{ Km/h}$.

V.2.4. Les éléments du tracé en plan

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes se fait à l'aide de **clothoïdes** qui assurent une variation de devers par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route .

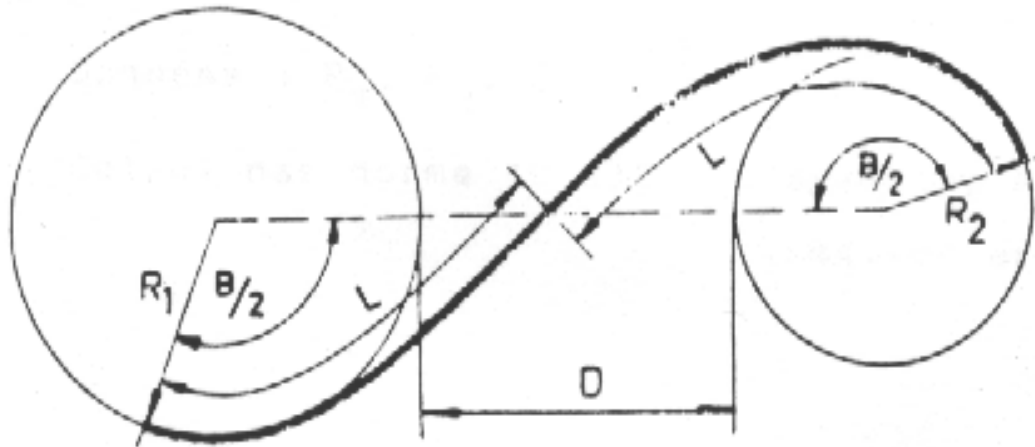
Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

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

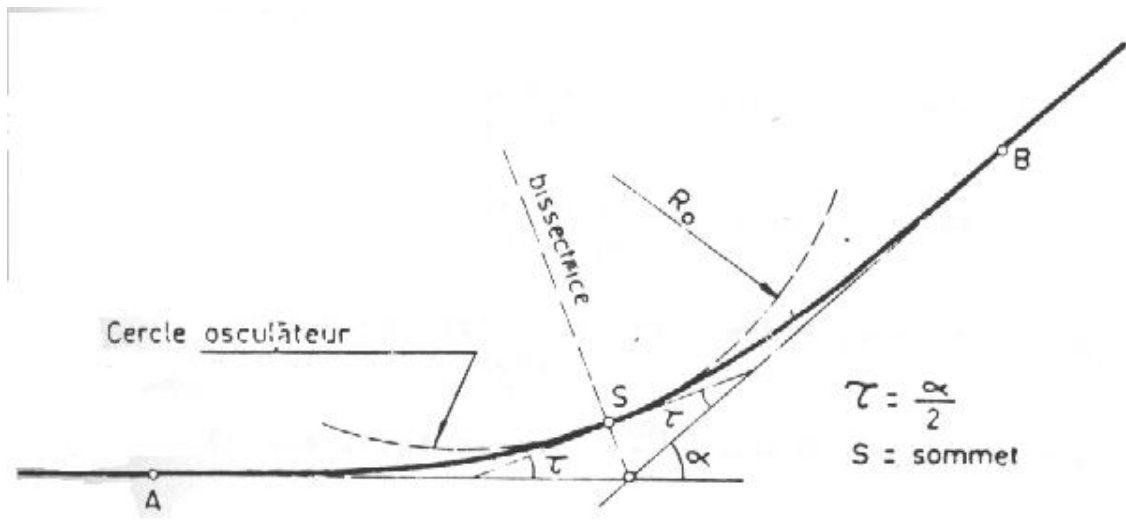
V.2.5. Combinaison des éléments du tracé en plan

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

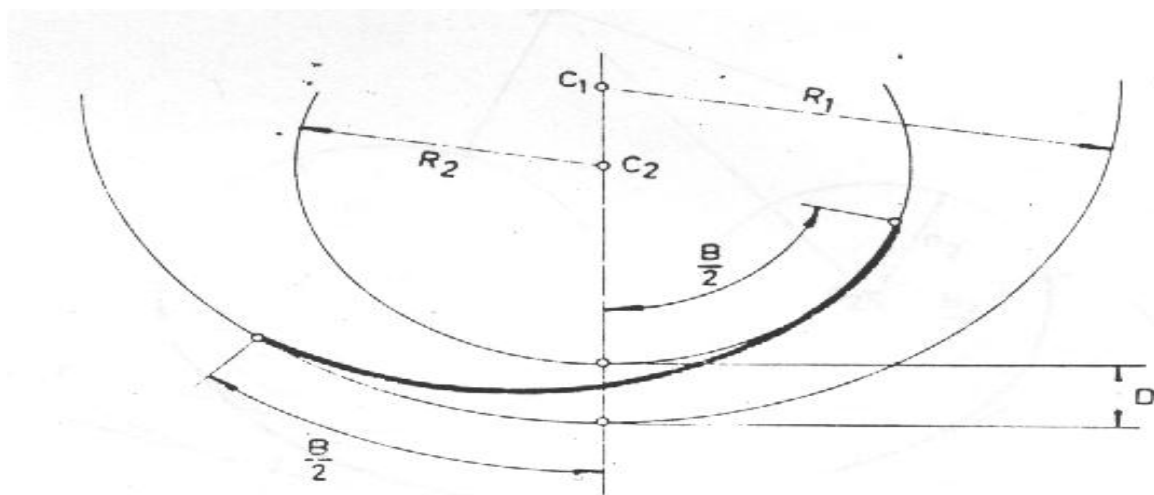
a- Courbe en S :



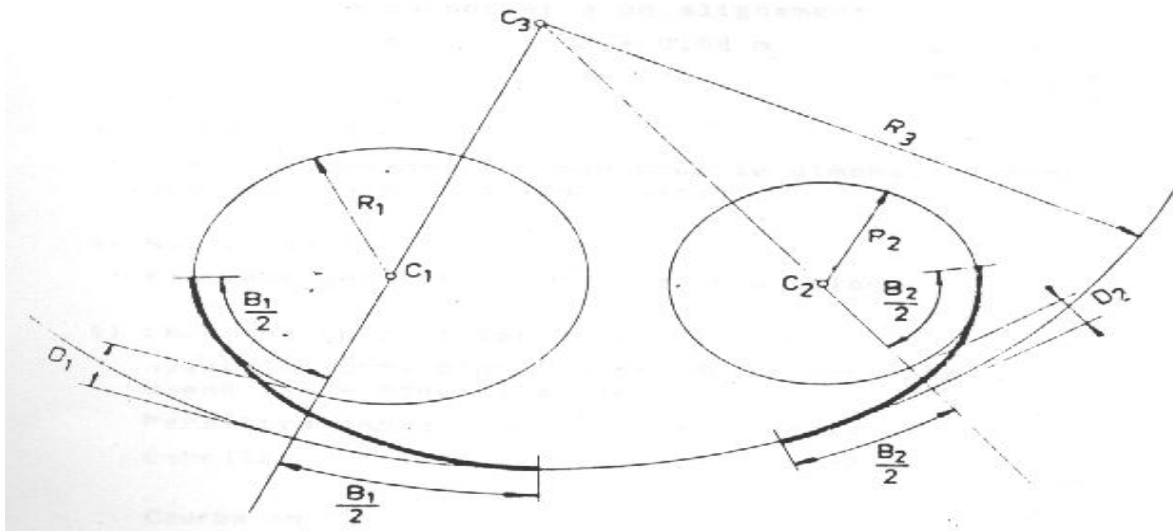
b- Courbe à sommet. (Déconseillé)



c- Courbe en Ove. (Déconseillé) :



d- Courbe en C. (Déconseillé)



V.2.6. Notion de devers

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

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

a. Devers en alignement droit :

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

b. Devers en courbe :

En courbe permet de :

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

-Pour $RH_m < R < RH_n$, le dévers est donné par la

$$\text{formule: } \frac{d(R) - d(RH_n)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_n}} = \frac{d(RH_m) - d(RH_n)}{\frac{1}{RH_m} - \frac{1}{RH_n}}$$

- Pour $RH_n < R < RH_d$:

$$\frac{d(R) - d(RH_d)}{\frac{1}{R} - \frac{1}{RH_d}} = \frac{d(RH_n) - d(RH_d)}{\frac{1}{RH_n} - \frac{1}{RH_d}}$$

- Pour $RH_n < R < RH_{nd}$: le dévers d est vers l'intérieur du virage et égale à 2,5%.
- Pour le cas de l'élément clothoïde où le rayon est variable le long de raccordement, le dévers suit cette variation, en passant de 2,5% pour $R \geq RH_{nd}$ progressivement, jusqu'à d_R qui représente le dévers correspondant au rayon R de l'élément raccordé.

V.2.7.Exemple de calcul du tracé en plan

On essaye de choisir le plus grand rayon possible en évitant de descendre en dessous du rayon minimum préconisé. Pour notre projet d'évitement situé dans un environnement (E1), et classé en catégorie 1 (C1) avec une vitesse de base de **80 km/h**. Le **B40** préconise les rayons donnés dans le tableau suivant:

D'après la B40 nous avons déterminé :

Tableau V.1: paramètre de tracé en plan.

Paramètre	symbole	Valeurs données par la norme (m)	Valeurs calculées manuels
La vitesse de base (km/h)	V_B	80	-
Longueur minimale (m)	L_{min}	110	111.11
Longueur maximale (m)	L_{max}	1325	1333.33
Dévers minimal (%)	d_{min}	2.5	-
Dévers maximum (%)	d_{max}	7	-
Temps de perception réaction (s)	t_1	2	-
Coefficient de frottement longitudinal	f_l	0.39	-
Coefficient de frottement transversal	f_t	0.13	-
Distance de freinage (m)	d_0	65	68
Distance d'arrêt (m)	d_1	109	115
Rayon horizontale minimal (m)	RH_m	250	252
Rayon minimale normal (m)	RH_n	450	437
Rayon au dévers minimal (m)	RH_d	1000	1008
Rayon minimal non déversé (m)	RH_{nd}	1400	1440

Remarque :

Le listing du profil en long est donné par logiciel PISTE5.0 (covadis10.1), les résultats sont joints en **annexe 1**

V.3. PROFIL EN LONG

V. 3.1. Introduction

Lors de l'étude d'un projet routier, le projeteur a besoin d'une vue en coupe du terrain naturel suivant l'axe du projet qu'il étudie : ce graphique est le profil en long du terrain naturel.

V. 3.2. Définition

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci.

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 du tracé et une bonne perception des points singuliers.

Pour chaque point du profil en long on doit déterminer :

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

V.3.3. Règles à respecter dans le trace du profil en long

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur:

- Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- Recherche un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais.
- Eviter une hauteur excessive en remblai.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- 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.
- Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.

- Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.
Respecter les règles du B40 (déclivités Max et Min).

V.3.4. Coordination trace en plan – profil en long

Le respect de bonnes conditions de visibilité et la garantie d'une bonne lisibilité de l'itinéraire par l'utilisateur imposent de veiller à une bonne coordination des éléments du tracé en plan et du profil en long. C'est la combinaison des deux éléments qui conditionnent l'image offerte réellement à l'utilisateur et de ce fait est le paramètre déterminant vis-à-vis de son comportement.

Outre les objectifs d'intégration dans le site, cette coordination vise également en termes de sécurité à assurer pour l'utilisateur :

- la perception des points singuliers de l'itinéraire.
- la prévision anticipée des évolutions du tracé
- l'appréciation de l'adaptation au terrain sans être abusé par des trompe -l'œil ou gêné par des brisures ou des discontinuités.

Les pertes de tracé, si elles ne sont pas gênantes pour l'utilisateur, peuvent parfois engendrer une perception erronée du tracé routier de jour comme de nuit. En conséquence, il est nécessaire d'assurer la visibilité d'une longueur de route compatible avec la distance d'accommodation moyenne pour la vitesse pratiquée (distance conducteur – point sur lequel il fixe son attention). En cas d'impossibilité, on évitera la réapparition de la route à une distance inférieure à cette longueur.

Cette longueur est fonction de la vitesse et est de l'ordre de 180 m à 40Km/h et 500 m à 90Km/h. Pour cette approche, il est nécessaire d'utiliser des perspectives qui permettent une synthèse entre les deux éléments en deux dimensions. Les outils informatiques actuels incluent généralement cette fonctionnalité.

L'expérience acquise dans ce domaine permet d'édicter quelques règles simples à respecter :

- essayer de faire coïncider les courbes de tracé en plan avec les courbes de profil en long en essayant de respecter une proportion entre le rayon en plan et le rayon en profil en long (par exemple $R_{vertical} > 6 R_{horizontal}$)
- éviter qu'un début de courbe faible (< 300m) se situe en point haut de profil en long car cela entraîne une dégradation de la perception du virage.
- éviter de positionner des carrefours ou accès en point haut, courbes ou zone de visibilité réduite (éventuellement côté externe des courbes non déversées après vérification des conditions de visibilité).

V.3.5. Les éléments géométriques du profil en long

- lignes droites (déclivités)
- Les arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

1. Déclivités :

La construction du profil en long doit tenir compte de plusieurs contraintes. La pente doit être limitée pour des raisons de sécurité (freinage en descente !) et de confort (puissance des véhicules en rampe).

Autrement dit la déclivité est la tangente de l'angle que fait le profil en long avec l'horizon .Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées.

a. Déclivité minimum :

Les tronçons de route absolument horizontaux, pour la raison d'écoulement des eaux pluviales car la pente transversale seule ne suffit pas, donc il est conseillé d'éviter les pentes inférieures à 0,5%, de préférence inférieures à 1%.

b. Déclivité maximum

Elle dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée qui concerne tous les véhicules, et aussi de la réduction de la vitesse qu'il provoque qui concerne le poids lourd .et selon (B40) elle doit être inférieure à une valeur maximale associée a la vitesse de base.

Tableau V.2: Rampes maximales-Normes B40

Environnement P max	Facile	Moyen	Difficile
Cat 1-2	4%	5%	6%
Cat 3	5%	6%	7%
Cat3-4	6%	7%	8%

D'après le tableau ci-dessus pour Cat 1 et E1, la déclivité maximale et de : $I_{\max} = 4\%$

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

- Effort de traction est considérable.
- Consommation excessive de carburante Faible vitesse.
- Gène des véhicules.

2. 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 raccordements paraboliques dont la conception est subordonnée à la prise en considération de la visibilité et du confort.

On distingue donc deux types de raccordement :

a. Raccordement convexe (angle saillant) :

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

Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

Condition de confort

Lorsque le profil en long comporte une forte courbure de raccordement, les véhicules sont soumis à une accélération verticale insupportable, qu'elle est limitée à $(0.3m/s^2$ soit $g/40$), le rayon de raccordement à retenir sera donc égal à :

$$R_{vmin} \geq 0,3 V^2 \quad (\text{cat. 1-2}).$$

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

Tel que :

R_{vmin} : c'est le rayon vertical (m).

V : vitesse de référence (km /h).

N.B : La première condition est valable pour les points bas angle rentrant aussi bien que l'angle saillant.

Condition de visibilité :

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

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

Le rayon de raccordement est donné par la formule suivante :

$$R_v \geq \frac{d^2}{2(h_a + h_g + 2 \times \sqrt{h_a h_g})}$$

d : distance de visibilité nécessaire (m)

h_a : hauteur de l'œil (m) h_g : hauteur de l'obstacle (m)

Notre projet a les rayons suivants (voir dans le tableau ci après) :

Tableau V.3: valeurs des rayons convexes (B40)

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	RVm	2500
Min normale	RVn	6000

b. raccordements concaves (angle rentrant):

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

$$R_v' = \frac{d_1^2}{(1.5 + 0.035d_1)}$$

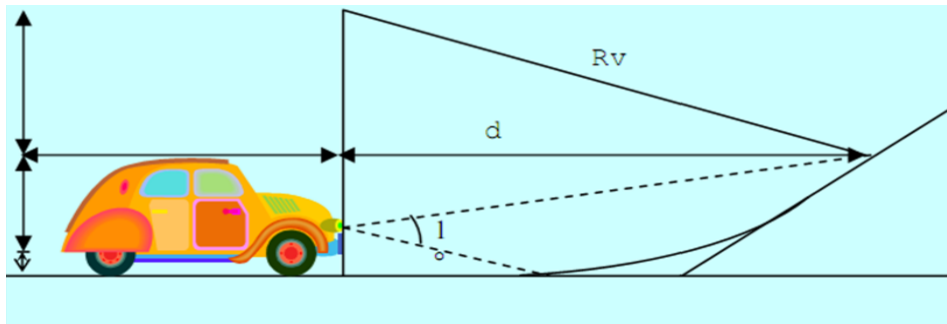


Figure V.1: Raccordements concaves (angle rentrant)

A notre projet les valeurs des rayons suivantes :

Tableau V.4: Valeurs des Rayons concaves (B40).

RAYON	SYMBOLE	VALEUR (m)
Min absolue	R'Vm	2400
Min normale	R'VN	3000

V.3.6. Application de projet

Le listing du profil en long est donné par logiciel PISTE 5 (covadis10.1), les résultats sont joints en **annexe 2**.

V.4. PROFIL EN TRAVERS**V.4.1. Introduction**

D'une façon générale le profil en travers d'une route est déterminé après des études préalables prenant en compte des données de trafic, des objectifs de niveau de service et des éléments économique et politiques.

V.4.2. Définition

Le profil en travers est une coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe de la route projetée. La largeur de la chaussée est fonction de l'importance du trafic.

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

V.4.3. Différente type de profil en travers

On distingue deux types de profils :

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

a. Le profil en travers courant :

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

b. Le profil en travers type :

C'est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

Il contient tous les éléments constructifs de la future route, dans toutes les situations (en remblais, déblais).ou mixte.

V.4.4. Les éléments du profil en travers

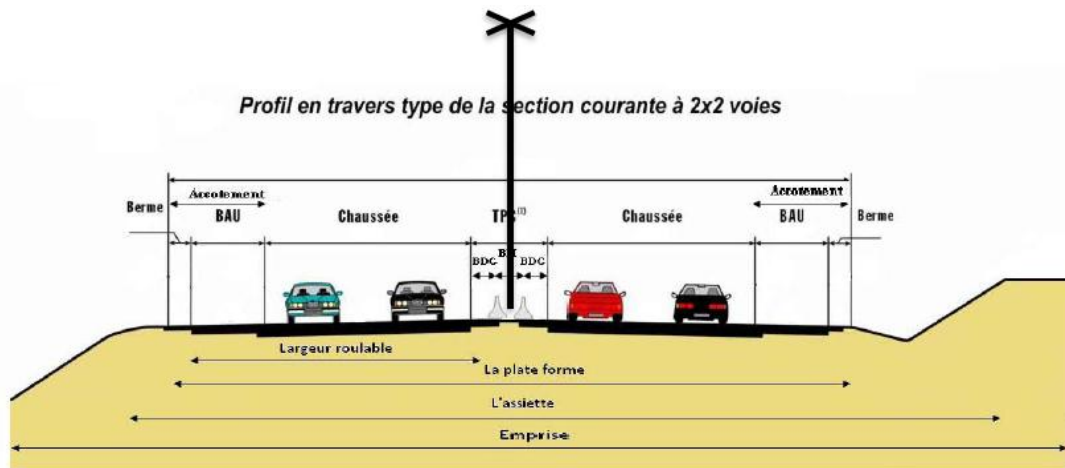


Figure V.2: Les éléments de profil en travers

- **Emprise** : c'est la surface du terrain naturel affecté à la route ; limitée par le domaine public.
- **Assiette** : c'est la surface de la route délimité par les terrassements.
- **Plate-forme** : elle se situe entre les fossés ou crêtes de talus de remblais comprenant la chaussée et les accotements, éventuellement le terre-plein central et bande d'arrêt.
- **Chaussée** : c'est la partie de la route affecté à la circulation des véhicules.
- **Terre- plein central (T.P.C)** : Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.
- **bande dérasée de gauche (B.D.G)** : Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est dégagée de tous obstacles, revêtus et se raccorde à
 - la chaussée.
- **bande médiane** : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation, etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.
- **Accotement** : Comprend une bande d'arrêt d'urgence (B.A.U) bordée à l'extérieure d'une berme.
- **Bande d'arrêt d'urgence** : Elle facilite l'arrêt d'urgence hors chaussée d'un véhicule, elle est constituée à partir du bord géométrique de la chaussée et elle est revêtue.
- **la berme** : Elle participe aux dégagements visuels et supporte des équipements (barrières de sécurité, signalisations...). Sa largeur qui dépend tout de l'espace nécessaire au fonctionnement du type de barrière de sécurité à mettre en place.

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

V.4.5. Application au projet

Le profil en travers de notre projet est défini comme suite :

- Deux chaussées de 7m, au sens géométrique du terme, est limitée par les bords interne et externe de marquage horizontale (ne comprend pas la sur largeur de structure de chaussée portant le marquage de rive et le marquage interne appartient au TPC).
- Un terre-plein central (TPC) variable selon les contraintes de 0.5m à 4m, muni d'une barrière de sécurité en béton armé ; son rôle principal est la sécurité c'est à dire la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bords de guidage (BDG) et une bande médiane.
- La bande de guidage (BDG) elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, elle est dégagée de tous obstacles revêtue et se raccorde à la chaussée.
- La Bande médiane Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements.
- Un accotement de 2m

Après l'étude de trafic, le profil en travers type retenu pour la RN 16 d'une chaussée de dédoublement.

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

- deux chaussées à double voies : $2 \times (3.5 \times 2) = 2 \times 7.00\text{m}$
- Accotement : 2m x 2m
- terre-plein central (TPC) : 4m
- Plate-forme : 22m

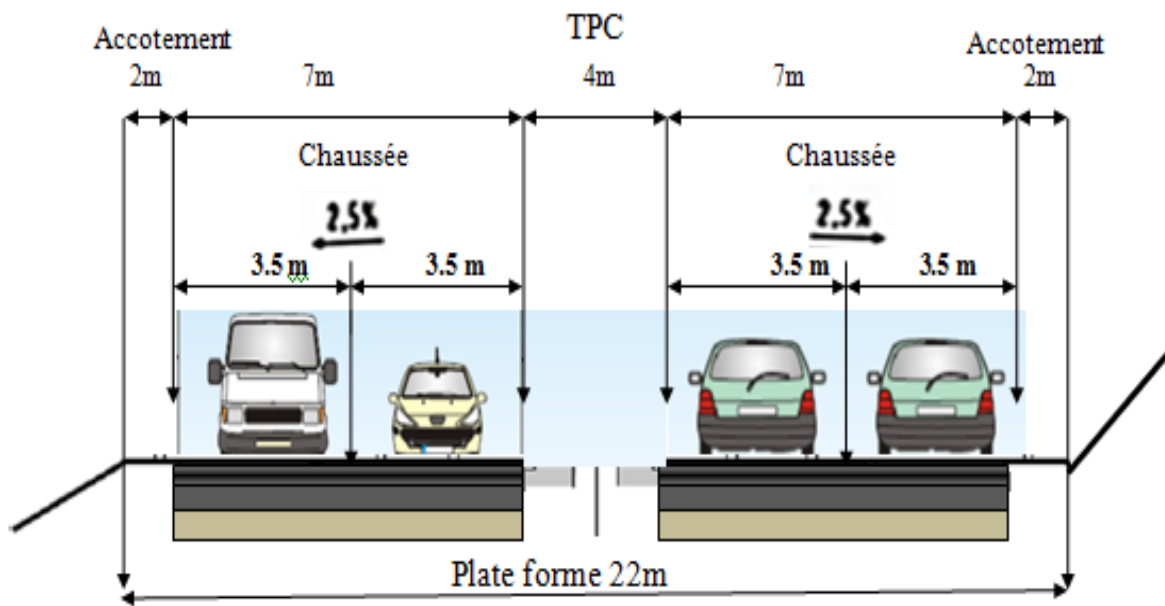


Figure V.3: Profil en travers.

Remarque : Le listing du profil en travers est donné par logiciel PISTE (covadis10.1), les résultats sont joints en **annexe 3**

CHAPITRE VI :
CUBATURE

VI.1. INTRODUCTION

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

Ces actions sont nécessaires et fréquemment constatées sur les profils en longs et les profils en travers. La modification de la forme du terrain naturel comporte deux actions, la première s'agit d'ajouter des terres (remblai) et la deuxième s'agit d'enlever des terres (déblai). Le calcul des volumes des déblais et des remblais s'appelle « les cubatures des terrassements ».

VI.2. GÉNÉRALITES

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

Les éléments qui permettent cette évolution sont :

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

VI.3. LES METHODES DU CALCUL

Il existe plusieurs méthodes de calcul des volumes remblai-déblai, parmi lesquelles nous citerons :

- La méthode de la moyenne des aires (méthode par excès).
- La méthode de l'aire moyenne : (méthode par défaut).
- La méthode de la longueur applicable.
- La méthode approchée.
- La méthode de gulden
- La méthode de sarrus

Le travail consiste à calculer les surfaces **SD** et **SR** pour chaque profil en travers, ensuite on les soustrait pour trouver la section de notre projet

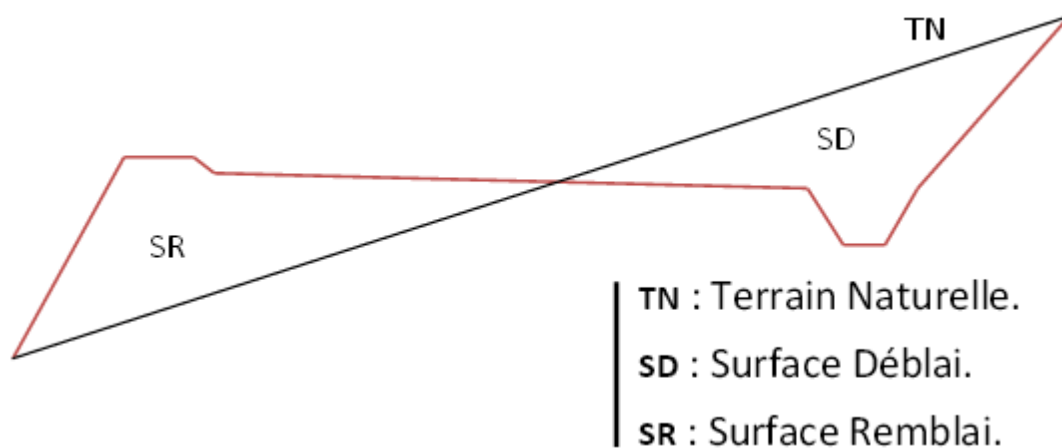


Figure IV.1: Les surfaces remblai déblai.

VI.3.1. Description de la méthode

Le principe de la méthode de la moyenne des aires est de calculer le volume compris entre deux profils successifs par la formule suivante :

$$V = \frac{Hm}{6} \times (S1 + S2 + 4Sm)$$

Hm : hauteur moyenne entre deux profils.

Sm: surface limitée à mi- distances des profils.

S1 : surface de profil en travers P1.

S2 : surface de profil en travers P2.

Les figures ci-dessous représentent les données du calcul d'un tracé donné :

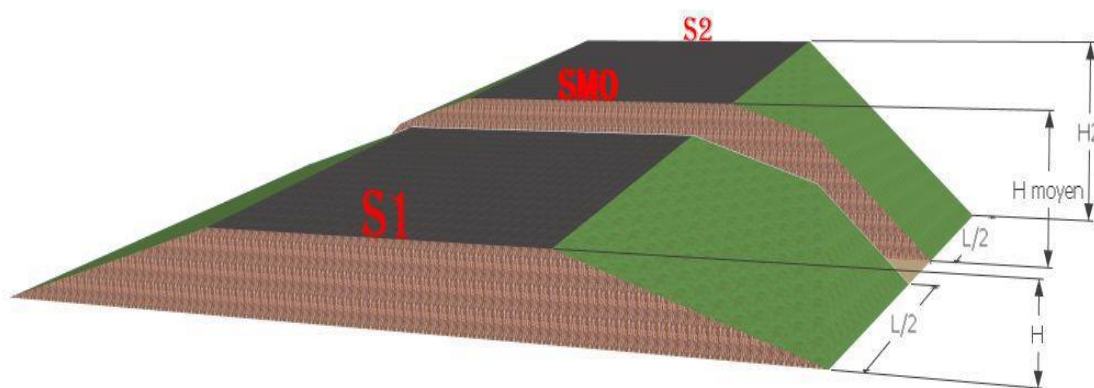


Figure IV.2 : Les sections des profils en travers d'un tracé donné

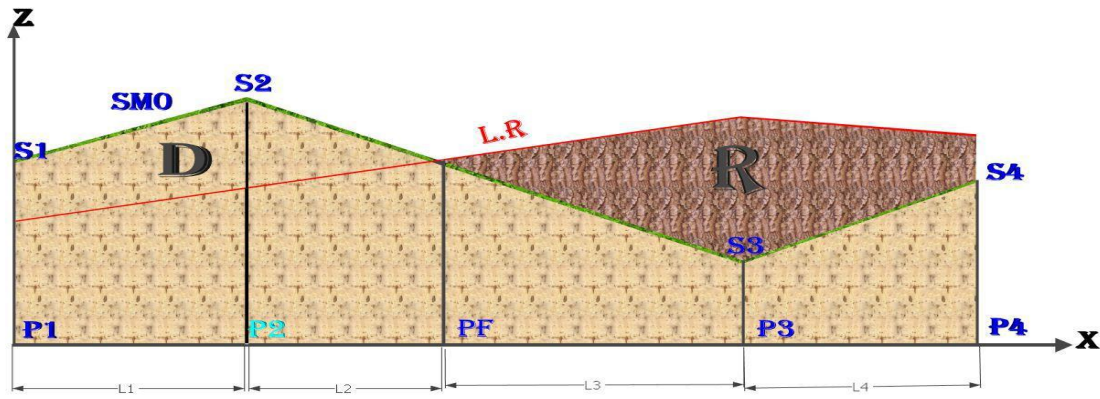


Figure VI.3 : Les positions des sections dans un profil en long d'un tracé donné

VI.4. EXEMPLE D'APPLICATION

Le volume compris entre deux profils en travers P_i et P_{i+1} de section S_i , S_{i+1} égale à:

$$V_i = \frac{L_i}{6} \times (S_i + S_{i+1} + 4S_M)$$

Pour un calcul plus simple, on considère que : $S_M = \frac{S_i + S_{i+1}}{2}$

Donc :

- Entre P1 et P2 : $V_1 = \frac{L_1}{2} \times (S_1 + S_2)$

- Entre P2 et PF : $V_2 = \frac{L_2}{2} \times (S_2 + 0)$

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

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

Le volume total : $V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$

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

VI.4.1 Calcul des cubatures de projet

Le calcul s'effectue à l'aide du logiciel PISTE

Remarque : Pour notre projet, le calcul des cubatures a été effectué à l'aide de logiciel **PISTE**, et les résultats complets de calcul sont joints en **ANNEXE4**

Volumes Cumulés (m³)	
Déblai	Remblai
58036	2409

CHAPITRE VII
ETUDE DU
CARREFOUR

VII.1. INTRODUCTION

Un carrefour est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau. Le bon fonctionnement d'un réseau de voirie, dépend essentiellement de la performance des carrefours, car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables.

L'analyse des carrefours sera basée sur les données recueillies lors des enquêtes directionnelles, qui doivent fournir les éléments permettant de faire le diagnostic de leur fonctionnement.

VII.2. LES DIFFERENTS TYPES DE CARREFOUR

Les principaux types de carrefour que présentent les zones urbaines sont :

VII.2.1. Carrefour à trois branches (en T)

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches secondaires, Le courant rectiligne domine, mais les autres courants peuvent être aussi d'importance semblable.

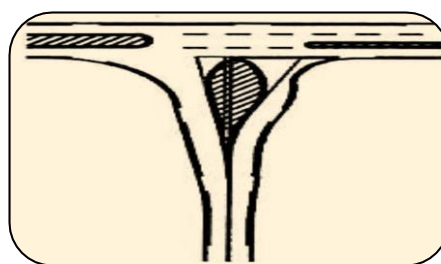


Figure VII.1 : Carrefour en T

VII.2.2. Carrefour à trois branches (en Y)

C'est un carrefour plan ordinaire à trois branches, comportant une branche secondaire uniquement et dont l'incidence avec l'axe principale est oblique (s'éloignant de la normale de plus 20°).

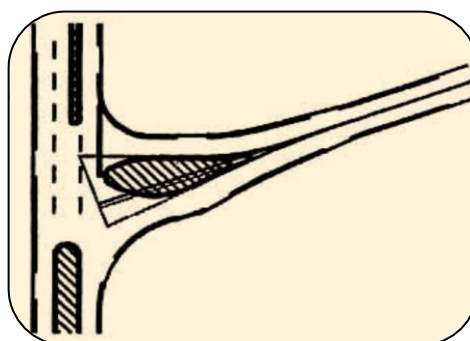


Figure VII.2 : Carrefour en Y

VII.2.3. Carrefour à quatre branches (en croix)

C'est un carrefour plan à quatre branches deux à deux alignées (ou quasi).

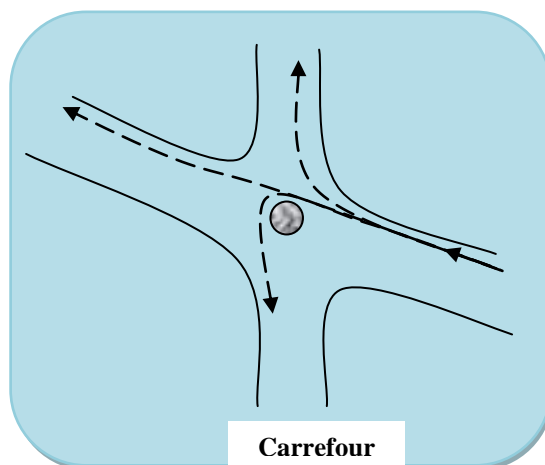


Figure VII.3 : Carrefour en croix

VII.2.4. Carrefour type giratoire ou carrefour giratoire

C'est un carrefour plan comportant un îlot central (normalement circulaire) Matériellement infranchissable, ceinturé par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur laquelle débouchent différentes routes et annoncé par une signalisation spécifique.

Les carrefours giratoires sont utiles aux intersections de deux ou plusieurs routes également chargées, lorsque le nombre des véhicules virant à gauche est important.

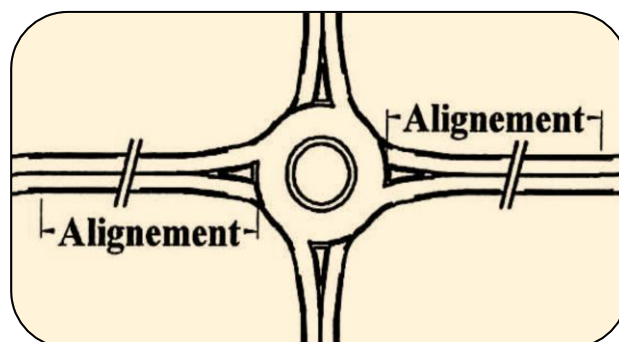


Figure VII.4 : Carrefour giratoire

VII.3. LES DONNEES ESSENTIELLES DE BASE A L'AMENAGEMENT D'UN CARREFOUR SONT

- Les conditions topographiques et la visibilité (plan, profil en long).
- Les conditions d'approche pratiquées par les véhicules sur les différentes voies.
- L'intensité de la circulation sur les différents courants.
- La composition du trafic, c'est-à-dire la proportion des véhicules lourds, encombrants en lents, sur les divers courants de circulation.

VII.4. LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DU CARREFOUR GIRATOIRE

1. Avantages

Les avantages de carrefour giratoire:

- L'adaptation au trafic est automatique, par la priorité donnée aux véhicules déjà insérés.
- La vitesse est limitée par l'infrastructure, et la sécurité routière est donc améliorée.
- Il n'y a pas besoin de feux, donc pas besoin d'électrifier le carrefour, ce qui est intéressant en zone très rurale.
- Une forme qui identifie un lieu et qui caractérise de l'espace.
- Diminution des nuisances.
- Faciliter d'insertion d'un grand nombre des branches.
- Economie de régulation et d'exploitation

2. Inconvénients

- Consommation d'emprise importante.
- Entretien de l'îlot central.
- Transport public non prioritaire.
- Absence de prise en charge correcte des piétons.
- Absence de régulation du trafic (non-respect du régime de priorité).

VII.5. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARREFOURS

VII.5.1. Visibilité aux carrefours

Pour qu'un objet ou un sujet (aménagement, équipement, panneau, marquage, véhicule, piéton) soient visibles, il faut que la lumière émanant de cet objet ou de ce sujet atteigne l'œil. La longueur de la « ligne fictive » qui relie l'objet à l'œil est appelée distance de visibilité. Les facteurs qui concourent à une bonne visibilité sont :

- l'absence de masque entre l'objet ou le sujet à percevoir et l'œil de l'observateur
- la luminance, qui est la quantité de lumière que les objets renvoient. Elle doit être bonne et se maintenir dans le temps.
- un contraste visuel suffisant pour que les objets se détachent du fond et soient visibles.
- la taille des objets observés.

La distance de visibilité nécessaire aux tâches de conduite du conducteur dépend principalement de la vitesse pratiquée, du temps de réaction du conducteur et de la distance nécessaire aux éventuelles manœuvres utiles (maintien ou réduction de la vitesse, freinage, arrêt, modification de trajectoire, etc).

Dans l'aménagement d'un carrefour il faut lui assurer les meilleures conditions de visibilité possibles. A cet effet, on se rapproche aux vitesses d'approche à vide V_0 .

En cas de visibilité insuffisante, il faut prévoir :

- Une signalisation appropriée dont le but est soit d'imposer une réduction de vitesse soit de changer les régimes de priorité.
- Renforcer par des dispositions géométriques convenables (inflexion des tracés en plan, îlot séparateur ou débouché des voies non prioritaires.

VII.5.2.Triangle de visibilité

Un triangle de visibilité peut être associé à un conflit entre deux courants. Il a pour sommets :

- Le point de conflit.
- Les points limites à partir desquels les conducteurs doivent apercevoir un véhicule adverse.

VII.5.3.Données de base

- La nature de trafic qui emprunte les itinéraires.
- La vitesse d'approche à vide (V_0) qui dépend des caractéristiques réelles de l'itinéraire au point considéré et peut être plus élevée que la vitesse de base.
- Les conditions topographiques.

VII.5.4.Îlots

Les îlots sont aménagés sur les bras du carrefour pour séparer les directions de la circulation, et aussi de limiter les voies de circulation.

1. Îlot séparateur :

Les éléments principaux de dimensionnement sont :

- Décalage entre la tête de l'îlot séparateur et la limite de la chaussée : 1m.
- Décalage d'îlot séparateur à gauche de l'axe de la route secondaire : 1m.
- Rayon en tête d'îlot séparateur : 0.5 m à 1m.
- Longueur de l'îlot : 15 m à 30 m.

2. Ilot directionnel :

Les îlots directionnels sont nécessaires pour délimiter les couloirs d'entrées et de sortie. Leur nez est en saillie et ils doivent être arrondis avec des rayons de 0.5 à 1 m.

VII.5.5. Couloirs d'entrée et de sortie

Largeur de couloirs : **Entrée 4m. Sortie 5m.**

- Pour les routes de 2x2 voies 8 m (entrée), 9 m (sortie).

VII.6. ETUDE DE CARREFOUR GIRATOIRE

Le carrefour giratoire est le carrefour plan qui offre le meilleur niveau de sécurité. Toutefois, cette performance peut être dégradée si certaines précautions ne sont pas prises tant au niveau de la conception générale (le choix de la dimension et de la position du giratoire, le soin apporté aux conditions de lisibilité et de visibilité, le tracé des différentes branches, le dessin des différents éléments qui constituent l'aménagement, etc.), que de la réalisation de détail (l'aménagement de l'îlot

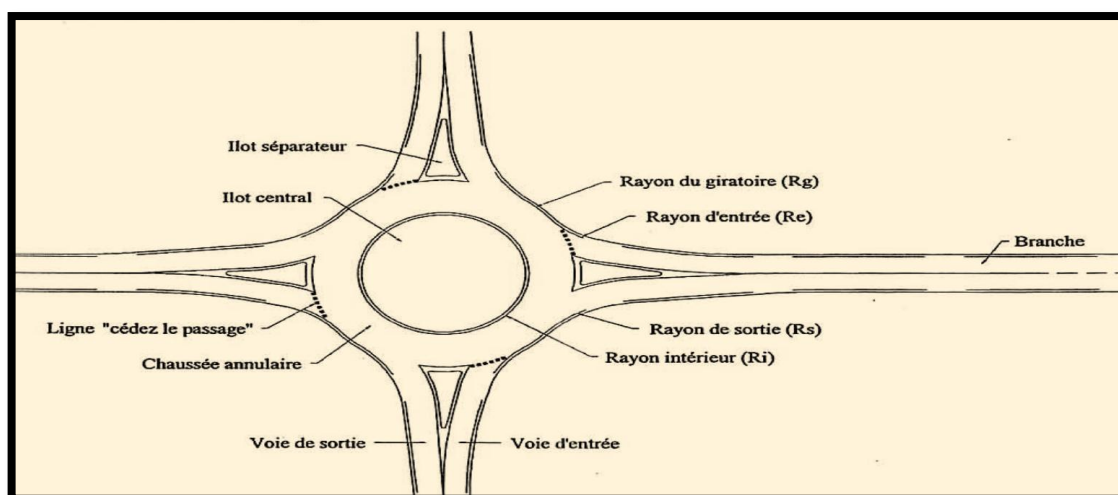


Figure VII.5 : Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire.

VII.6.1. Conditions d'implantation

a. Perception et lisibilité :

Le panneau de signalisation directionnelle, est un élément de la plus grande importance dans le processus d'identification du carrefour, il doit être parfaitement visible, placé à au moins 250 mètre de l'entrée du giratoire sur les routes bidirectionnelles, et à au moins 350 mètre sur les routes à 2x2 voies.

Les éléments de giratoire (îlot d'entrée de la branche considérée, et îlot central) être visibles à cent cinquante mètres suivant les conditions classiques prises en compte pour le

calcul de visibilité sur obstacle (œil placé à un mètre de hauteur et à 2 mètres du bord droit de la chaussée, obstacle de 35cm de hauteur).

Certains points de la géométrie du giratoire ne favorisent pas la visibilité, tels que :

- Une position du carrefour en sortie de courbe.
- Des branches non parfaitement centrées sur l'axe de l'îlot central.
- Un divers de la chaussée annulaire orienté vers l'intérieurs du giratoire.
- Un îlot central de forme non circulaire.
- Une largeur d'anneau irrégulière.
- Des approches traitées en courbes et contre courbe.
- La présence de voies directes de tourne à droite.
- L'absence d'éclairage du giratoire lorsque le carrefour se situe à proximité d'une zone éclairée ou en continuité d'une voie éclairée.

b. Visibilité :

Les conducteurs qui abordent un carrefour giratoire doivent apercevoir les véhicules prioritaires suffisamment tôt pour leur céder le passage et éventuellement s'arrêter

c. Déflexion :

La déflexion des trajectoires à travers un carrefour giratoire (trajectoire intéressant deux branches opposées ou adjacentes du giratoire) est un facteur important pour la sécurité de l'aménagement.

La déflexion d'une trajectoire est le rayon de l'arc de cercle qui passe à 1,50 m de la bordure de l'îlot central et à 2,00 m des bordures des voies d'entrée et de sortie. Ce rayon doit être inférieur à 100 m.

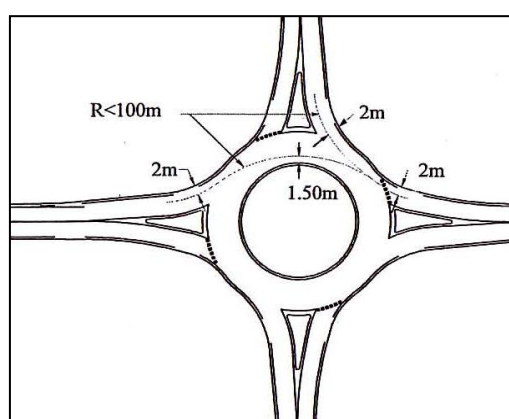


Figure VII.6: La déflexion

d. Pentes :

Sur une route présentant une **déclivité inférieure à 3%**, l'implantation d'un giratoire ne pose généralement pas de problème.

Entre 3% et 6%, certaines dispositions peuvent s'avérer défavorables à la sécurité, en particulier en diminuant la stabilité des poids lourds (dévers trop marqué, vitesse d'entrée élevée, etc.).

Pour les pentes supérieures à 6%, on considère généralement que ce type d'aménagement peut poser des problèmes importants. Cependant, dans les mêmes conditions, un autre type de carrefour plan ne fonctionne souvent pas mieux et présente un moindre niveau de sécurité. On ne peut donc exclure a priori d'utiliser le giratoire sur des pentes à 6% ou plus, en aménagement de routes existantes. Pour une infrastructure neuve, renoncer dans ce cas au giratoire ne doit pas conduire à admettre un autre type de carrefour, mais à supprimer ou déplacer le carrefour, ou à modifier le profil en long.

e. Ilot central :

L'ilot central est circulaire. Plusieurs études de sécurité ont montré un taux d'accédants anormalement élevé sur les giratoires de formes non circulaires.

L'ilot central comporte toujours une partie dite **infranchissable** d'un rayon minimum de 3.5m, et pour les giratoires dont le rayon (R_g) est inférieur ou égal à quinze mètres, une bande **franchissable** de 1.5m à 2m de largeur.

f. Entrées :

Les entrées sont normalement à une seule voie, sauf lorsque la capacité calculée pour la mise service rend nécessaire la création d'entrées à deux voies. Si l'étude de la capacité conduit à la nécessité de créer plus de deux voies sur une entrée, on peut remettre en cause le choix du giratoire pour résoudre le problème que posent les échanges entre les voies concernées.

- Pour les entrées à une voie : $le = 4m$ entre marquages (minimum 2,2 mètres pour les entrées très secondaires)
- Pour les entrées à deux voies : $le = 7m$ entre marquages (6mètre si le trafic de véhicules de poids-lourd est faible)

Sur les routes à 2 x 2 voies, il est toujours recommandé de réduire le profil à une voie en amont du giratoire (par un rabattement de la voie rapide sur la voie lente). Toutefois, si les trafics le justifient, la seconde voie peut être rétablie à une distance de 40 m environ de l'anneau, Si le niveau de trafic entrant sur le giratoire risque de dépasser la capacité d'une voie

en section courante, on vérifie alors que la capacité du carrefour lui-même est suffisante ; dans le cas contraire, le choix même du type d'aménagement est à remettre en cause.

h. Les sorties :

Les sorties sont toujours aménagées à une seule voie, sauf l'un ou l'autre des deux cas suivants :

- Le trafic sortant (QJ est supérieur à 1 200 uvp/h
- Le trafic sortant (QJ est supérieur à 900 uvp/h, et à 3 fois le trafic tournant (Qt) La largeur des sorties est de 4,00 à 5,00m pour 1 voie; elle est ramenée rapidement à la largeur de la demi-chaussée en section courante (3,5m le plus souvent).

La largeur des sorties à deux voies est normalement de sept mètres.

Le rayon de sorties (Rs) doit être supérieur au rayon intérieur du giratoire (Ri), avec un minimum de 15 m de 30m. des situations particulières peuvent justifier un dépassement de ces limites.

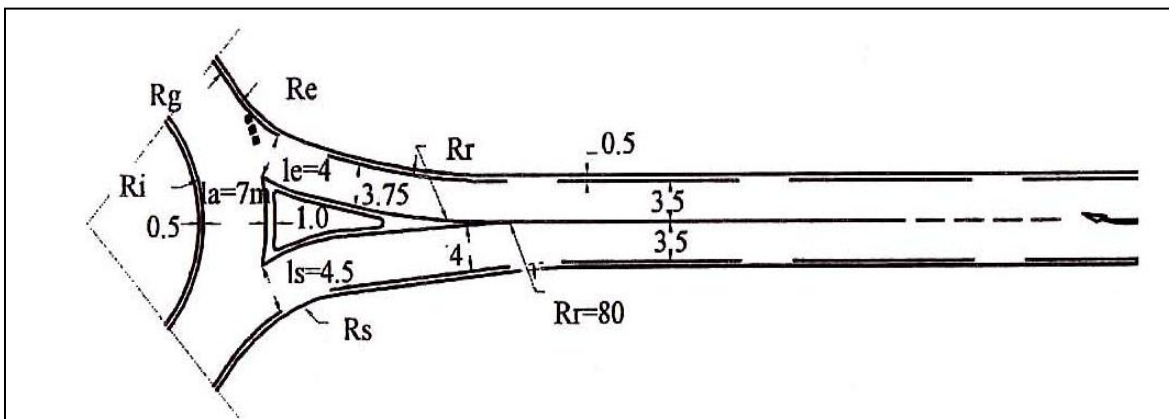


Figure VII.7: Schéma type d'une branche (pour Rg = 20 m)

La figure ci-dessous récapitule les différents paramètres de constructions données aux paragraphes précédents, avec les valeurs moyennes pour 3 rayons de giratoire (Rg) «standards»

Rg	Rayon du giratoire	Paramétrage	Rg=15m	Rg=20m	Rg=25m
la	Largeur de l'anneau	$6m \leq la \leq 9m$	7,00	7,00	7,00
sla	Sur largeur roulable	1,50 si $Rg \leq 15m$	1,50		
Ri	Rayon intérieur	$Rg - la - sla$	6,50	13,00	18,00
Re	Rayon d'entrée	$10m \leq Re \leq 15m$ et $\leq Rg$	15	15	15
le	Largeur de la voie entrante	$le = 4m$	4	4	4
Rs	Rayon de sortie	$15m \leq Rs \leq 30m$ et $> Ri$	20	20	20
ls	Largeur de la voie sortante	$4m \leq ls \leq 5m$	4,00	4,50	5,00
Rr	Rayon de raccordement	$Rr = 4 Rg$	60	80	100

Figure VII.8: Récapitulatif des différents paramètres de construction des voies d'entrée et de sortie

VII.7. SIGNALISATION DU CARREFOUR

La signalisation du carrefour est composée de quatre éléments complémentaires :

- La signalisation de priorité : On trouve le panneau de route prioritaire Sur la route principale. La signalisation de direction. Le marquage au sol et les plots.
- Les panneaux de prescription : On trouve les panneaux de priorité de passage, Céder passage et Stop sur la route secondaire.



Figure VII.9: Terminologie d'un carrefour giratoire

VII.8. Application au projet

VII.8.1. Conception de carrefour

Pour notre projet de l'étude du dédoublement de la RN16, on fait l'étude d'un carrefour giratoire (selon la forme d'intersection et pour obtient de meilleures conditions de visibilité).

- carrefour plan situe au pk 482+485 m :

C'est un carrefour giratoire en quatre branches qui se trouve au niveau du rencontre au PK 482+485. Il est aménagé avec un îlot central ovale et des îlots séparateurs

Tableau VII.1 : Géométrie de l'anneau

Géométrie de l'anneau	
Coordonnées du centre	X =120722.6606m
	Y =130266.2225m
Rayon extérieur	40.000m
Rayon intérieur	32.000 m
Largeur d'anneau	08.000 m
Distance marquage extérieur	0.500 m
Distance marquage intérieur	0.500 m

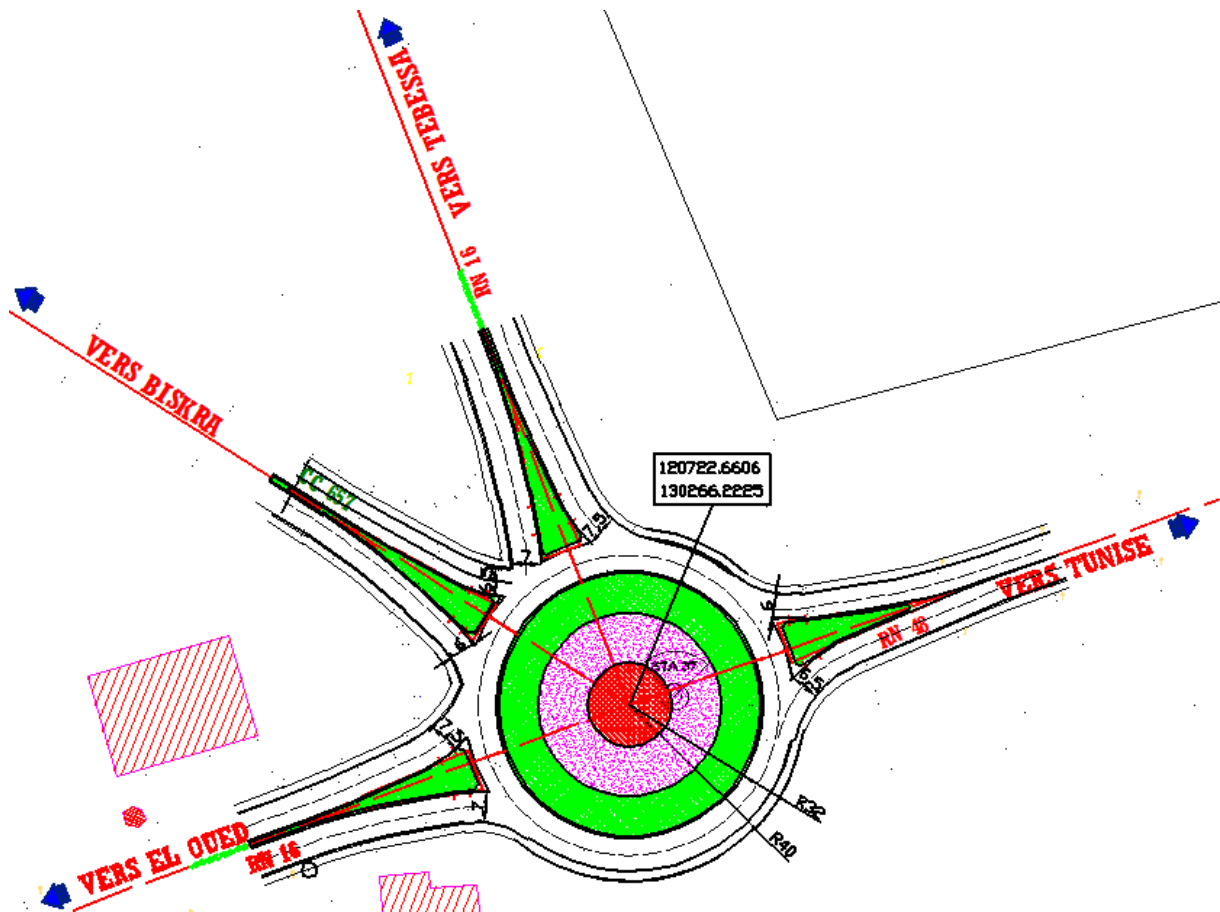


Figure VII.10: Carrefour giratoire au PK 4482+485.

VII.9. CONCLUSION

L'objectif de l'aménagement du carrefour dans un projet permet de garantir la sécurité et la commodité qui spécifie l'endroit de l'intersection reliant :

- EL-oued avec Biskra.
- EL-oued avec Tébessa.
- EL-oued avec Tunisie.

D'une autre part l'aménagement a un but d'esthétique dans ce dédoublement pour obtenir une circulation uniforme.

CHAPITRE VIII:
SIGNALISATION
ET ECLAIRAGE

1^{er} PARTIE : SIGNALISATION

VIII.1. INTRODUCTION

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intéressés.

La signalisation routière comprend la signalisation verticale et la signalisation horizontale.

VIII.2. L'OBJECTIF DE LA SIGNALISATION

La signalisation routière a pour objet de:

- Assurer la sécurité de l'utilisateur de la route
- De faciliter et de rendre plus sûr la circulation routière.
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions du code de la route.
- Donner des informations relatives à l'usage de la route
- Signaler un danger

VIII.3. TYPE DE SIGNALISATION

On distingue deux types de signalisation:

- Signalisation verticale.
- Signalisation horizontale.

« La signalisation prévue dans ce projet est basée sur les normes françaises retenues par l'Arrêté et l'Instruction interministériels sur la signalisation routière » ainsi que sur les pratiques algériennes

VIII.3.1. Signalisation verticale

La signalisation verticale est désignée par des panneaux, elle sert à transmettre des renseignements sur le trajet empruntés par usagers grâce à son emplacement, sa forme, sa couleur ou son type.

Elles peuvent être classées dans quatre classes:

a. Signaux de danger:

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

b. Signaux de position des dangers:

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

c. Signaux comportant une prescription absolue:

Panneaux de forme circulaire, on trouve:

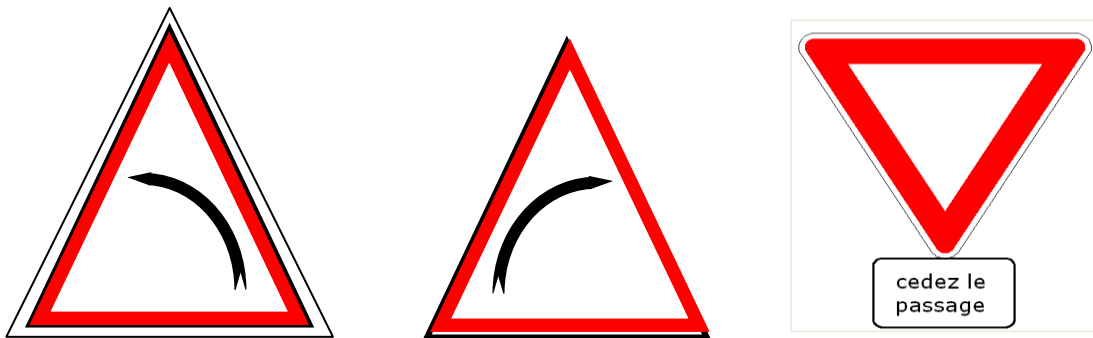
- L'interdiction.
- L'obligation.
- La fin de prescription

d. Signaux à simple indication:

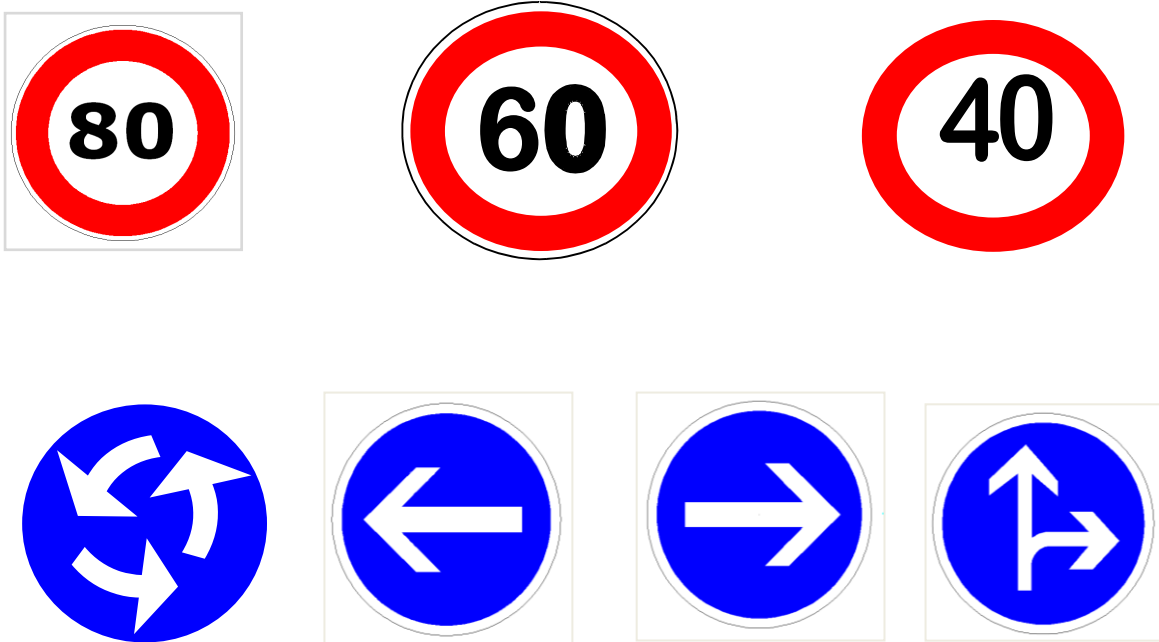
Panneaux en général de forme rectangulaire, des fois terminés en pointe de flèche:

- Signaux d'indication.
- Signaux de direction.
- Signaux de localisation.
- Signaux divers.
- ❖ Exemple signalisation verticale dans projet:

Type a:



Type c:



Type d :



VIII.3.2. Signalisation horizontale

Elle concerne uniquement les marques sur chaussées qui sont employées pour régler la circulation, avertir ou guider les usagers.

Le blanc est la couleur utilisée pour les marquages sur chaussées, et pour certains marquages spéciaux.

La signalisation horizontale se divise en trois types:

a. Marque longitudinal:

➤ Lignes continues:

Ces lignes sont utilisées pour indiquer les sections de route où le dépassement est interdit, notamment parce que la visibilité est insuffisante

➤ lignes discontinues:

Ce sont des lignes utilisées pour le marquage, elles se différencient par leur module, c'est à dire le rapport de la longueur des traits à celle de leurs intervalles. On distingue:

- Les lignes axiales ou lignes de délimitation de voies pour lesquelles la longueur des traits est égale au tiers de leurs intervalles.
- Les lignes de rive, les lignes de délimitation des voies d'accélération, de décélération ou d'entre croisement pour les quelles la longueur des traits est sensiblement égale à celle de leur sinter valles.
- Les lignes d'avertissement de lignes continues, les lignes délimitant les bandes d'arrêt d'urgence, par les quelles la longueur des traits est sensiblement triple de celle de leurs intervalles.

➤ Modulation de la ligne discontinue:

Elles sont basées sur une longueur parodique de 13 m. leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

Le tableau ci-après donne les caractéristiques de tous les types de lignes discontinues

Tableau VIII.1: Les caractéristiques des lignes discontinues

Type de marquage	Type de modulation	Longueur De trait (m)	Intervalle Entre 2 traits successifs	Rapport Plein/vid e	couleur
Axial longitudinal	T1	3	10	1/3	Blanc
	T'1	1,5	5	1/3	Blanc
	T3	3	1,33	3	Blanc
Rive transversal	T2	3	3,5	1	Blanc
	T'3	20	6	3	Blanc
	T4	39	13	3	Blanc
transversal	T'2	0,5	0,5	1	Blanc

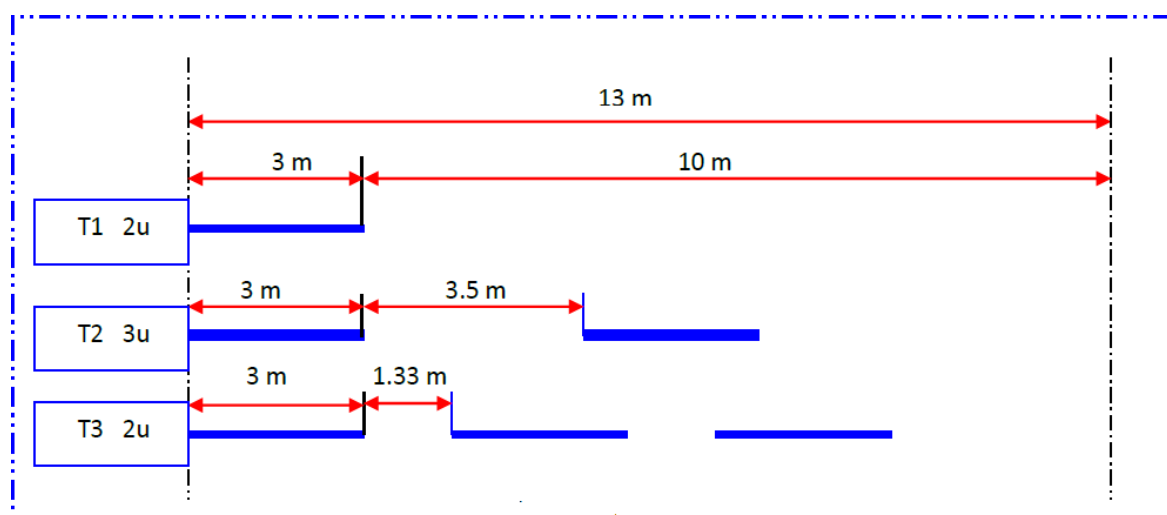


Figure VIII.1 : Type de modulation référence signalisation routière (art 144)

➤ Lignes mixtes:

Ce sont des lignes continues doublées par des lignes discontinues du type T1 dans le cas général.

b. Marquages transversales:

➤ Lignes transversales continue:

Éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient marquer un temps d'arrêt.

➤ Lignes transversales discontinue:

Éventuellement tracées à la limite où les conducteurs devraient céder le passage aux intersections.

c. Autres signalisation:

- Les flèches de rabattement:

Une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.

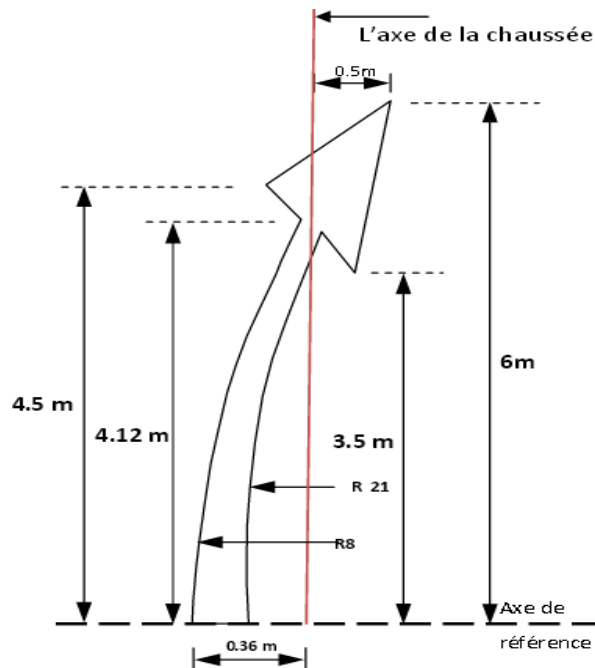


Figure VIII.2 : Flèche de rabattement

- Les flèches de sélection:

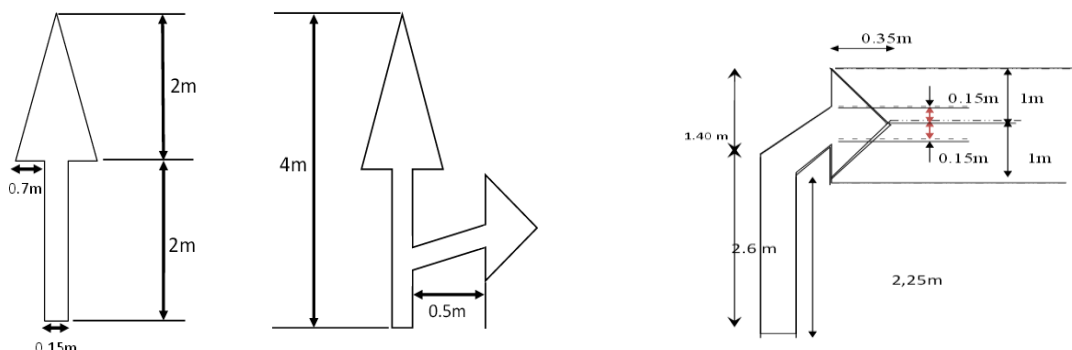


Figure VIII.3 : Flèche de sélection

Flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers, notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée.

VIII.4. LARGEUR DES LIGNES

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "u" différente selon le type de route:

u = 7,5 cm sur les autoroutes, les routes à chaussées séparées

u = 6 cm sur les routes et les vois urbaines

u = 5 cm sur toutes les autres routes

2^{eme} PARTIE : ECLAIRAGE

VIII.1. INTRODUCTION

Dans un trafic en augmentation constante, L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes jouent un rôle indéniable en matière de sécurité. Leurs buts est de permettre aux usagers de la voie de circuler la nuit avec une sécurité et confort aussi élevé que possible.

VIII.2.CATEGORIES D'ECLAIRAGE

On distingue quatre catégories d'éclairages publics

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

VIII.3. PARAMETRES DE L'IMPLANTATION DES LUMINAIRES

- L'espacement (e) entre luminaires : qui varie en fonction du type de voie varie de 30 à 50 m
- 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 varie de 1.5 à 2 m
- L'inclinaison, ou non, du foyer lumineux, et son surplomb (s) par rapport au bord de la chaussée varie 20 à 30 cm

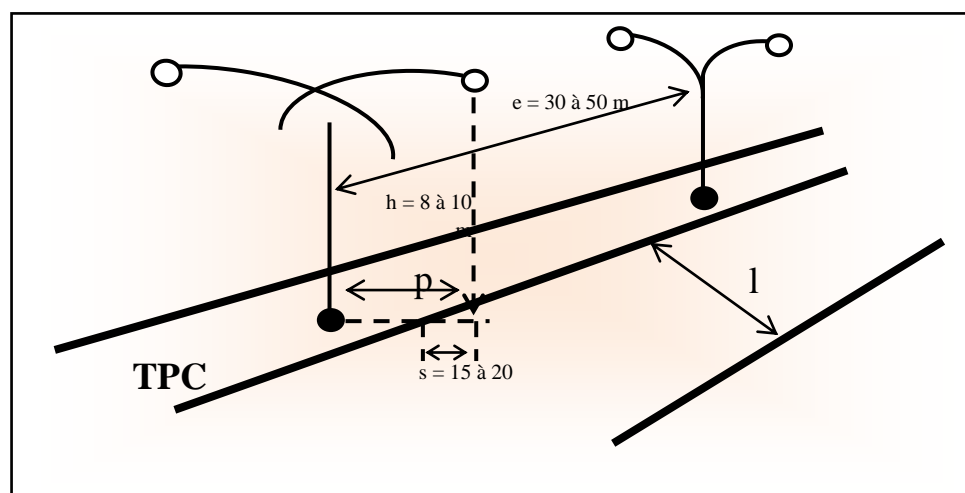


Figure VIII.4: Paramètres de l'implantation des luminaires.

**DEVIS QUANTITATIF
ET ESTIMATIF**

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant HT (DA)
SECTION 01 : terrassements					
1.01	Décapage de la terre végétale ($e_{p_{max}} = 20$ cm) ; y/c mise à la décharge des terres et préparation du fond de forme	M ³	19108	350.00	6, 687,800.00
1.02	Déblai Dans un terrain meuble mis en dépôt	M ³	58036	400.00	23,214,400.00
1.03	Remblais d'emprunt	M ³	2409	700.00	1,686,300.00
1.04	Rechargement des accotements en (Matériaux choisis)	M ³	3900	800.00	3,120,000.00
1.05	Rechargement de TPC en terre végétale en(SG)	M ³	3522	600.00	2,113,200.00
S/ Total SECTION 01					36,821,700.00
SECTION 02 : chaussée					
2.01	couche de fondation SG (e = 30 cm)	M ³	26949	900.00	24,254,100.00
2.02	couche de forme SG (e = 40 cm)	M ³	35931	900.00	32,337,900.00
2.03	Couche d'imprégnation au cut back 0/1	M ²	64000	150.00	9,600,000.00
2.04	Couche d'accrochage à l'émulsion cationique	M ²	64000	200.00	12,800,000.00
2.05	Couche de base en GB (e =16 cm)	T	13638	6500.00	88,647,000.00
2.06	Couche de roulement BB (e =8 cm)	T	4694	8000.00	37,552,000.00
S/ Total SECTION 02					205,191,000.00
SECTION 03 : signalisation et éclairage					
3.01	signalisation	forfait	1	8,000,000.00	10,000,000.00
TOTAL HT					252,012,700.00
TVA 19%					47,882,413.00
TOTAL TTC = 299,895,113.00 DA					

CONCLUSION
GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Ce projet de fin d'étude est considéré pour nous comme une première expérience de projet réel à réaliser.

Au cours de ce travail, nous avons apprécié l'importance des cours théoriques que nous avons étudiés lors de notre cursus université.

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter tous les contraintes et les normes existantes qu'on ne peut pas les négliger et on prend en considération, le confort, la sécurité des usagers ainsi bien que l'économie et environnement.

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

L'objectif de notre travail, est l'étude de dédoublement d'un tronçon de la route nationale RN16 du PK 477 au PK 485 soit linéaire de 08 KM avec aménagement d'un carrefour giratoire, situé entre wilaya d'El-oued et Tébessa.

Le sol support présente un CBR = 10.

Et en fonction de la situation de la route et du relief du site, le tronçon étudié est classé dans la catégorie C1 et l'environnement E1.

L'étude à aboutit à un aménagement du profil en travers en 2x2 voies de 7 m de large. Et à un corps de chaussée constitué de :

- Une couche de forme en SG = 40 cm
- Une couche de fondation en GNT = 30 cm.
- Une couche de base en GB = 16 cm.
- Une couche de roulement en BB = 8 cm.

De plus, une opportunité pour nous d'approfondir nos connaissances et de mieux maîtriser l'outil informatique, en l'occurrence nous avons utilisé les logiciels suivants :

AUTOCAD, COVADIS et PISTE.

Dans tous les cas, nous sommes plongés dans le milieu professionnel dans lequel il nous sera demandé de construire notre pays et de contribuer à son développement.

REFERENCE

BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCE BIBLIOGRAPHIE

1. REGLEMENT:

- B40 : B40 (normes technique d'aménagements des routes) / octobre 1977.
- ARP : Aménagement de routes principales.
- Aménagement des carrefours interurbainsles routes principales
« Carrefours Plans Décembre 1998 ». SETRA

2. DOCUMENTS:

- Catalogue de dimensionnement du corps des chaussées neuves (C.T.T.P)
- Les Cours de Routes de **Pr.** Remadena Mohamed Sadek
- Rapport géotechnique de **RN 16**
- Anciennes thèses**E.N.S.T.P.** (mémoires de fin d'étude)

3. OUTILS INFORMATIQUES:

- AUTOPISTE
- PISTE
- AUTOCAD
- ALIZE III

4. AUTRES:

- Site internet (www.google.com / www.fr.wikipedia.org / www.routes.wikia.com) :
Généralités sur la Wilaya de El-oued .Google Earth.

ANNEXE

ANNEXE

ANNEXE 01

Axe en plan de RN16

ELEM	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			477000.000	121710.056	135386.687
DROI	ANG = 260.294g	1328.529			
			478328.529	120934.134	134308.293
CLOT	A = 284.605				
	Rf= 900.000	90.000			
			478418.529	120882.800	134234.380
ARC	XC= 121638.707				
	YC= 133745.908				
	R = 900.000	13.584			
			478432.113	120875.514	134222.916
CLOT	Rd= 900.000				
	A = 284.605	90.000			
			478522.113	120830.388	134145.058
DROI	ANG = 267.621g	477.824			
			478999.937	120597.705	133727.715
CLOT	A = 219.844				
	Rf= 460.000	105.068			
			479105.006	120550.097	133634.120
ARC	XC= 120974.780				
	YC= 133457.361				
	R = 460.000	163.246			
			479268.251	120515.140	133475.537
CLOT	Rd= 460.000				
	A = 219.844	105.068			
			479373.319	120518.984	133370.600
DROI	ANG = 304.754g	169.988			
			479543.307	120531.667	133201.086
CLOT	A = 172.737				
	Rf= -700.000	42.626			
			479585.933	120534.416	133158.551
ARC	XC= 119835.100				
	YC= 133127.598				

ANNEXE

	R = -700.000	6.126			
			479592.059	120534.660	133152.429
CLOT	Rd= -700.000				
	A = 172.737	42.626			
			479634.685	120535.307	133109.810
DROI	ANG = 300.321g	1261.535			
			480896.221	120541.658	131848.291
ARC	XC= 110541.785				
	YC= 131797.946				
	R = -10000.000	73.549			
			480969.770	120541.758	131774.742
DROI	ANG = 299.852g	1033.095			
			482002.864	120539.361	130741.650
CLOT	A = 143.733				
	Rf= 250.000	82.637			
			482085.501	120543.713	130659.229
ARC	XC= 120790.401				
	YC= 130699.787				
	R = 250.000	10.736			
			482096.237	120545.682	130648.675
CLOT	Rd= 250.000				
	A = 143.733	82.637			
			482178.874	120571.338	130570.228
DROI	ANG = 323.629g	251.802			
			482430.675	120662.668	130335.573
CLOT	A = 45.633				
	Rf= -52.500	39.664			
			482470.339	120672.244	130297.341
ARC	XC= 120619.745				
	YC= 130297.687				
	R = -52.500	43.711			
			482514.051	120654.819	130258.622
CLOT	Rd= -52.500				
	A = 45.633	39.664			
			482553.715	120619.853	130240.435
DROI	ANG = 222.528g	1318.809			
			483872.524	119382.756	129783.437
ARC	XC= 118169.924				
	YC= 133066.581				

ANNEXE

	R = -3500.000	351.947			
			484224.470	119047.045	129678.269
DROI	ANG = 216.126g	429.702			
			484654.173	118631.054	129570.583
ARC	XC= 117378.025				
	YC= 134411.029				
	R = -5000.000	121.562			
			484775.735	118513.013	129541.553
DROI	ANG = 214.578g	224.266			
			485000.000	118294.601	129490.645
LONGUEUR DE	L'AXE 8000.000				

ANNEXE

Annexe 02

Axe en long de RN16

ELEM	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			477000.000	193.022
DROI	PENTE= 0.000 %	141.556		
			477141.556	193.022
PARA	S=477141.5563 Z= 193.0220			
	R = 10000.00	24.145		
			477165.702	193.051
DROI	PENTE= 0.241 %	97.935		
			477263.637	193.288
PARA	S=477311.9271 Z= 193.3459			
	R = -20000.00	71.475		
			477335.111	193.333
DROI	PENTE= -0.116 %	14.171		
			477349.282	193.316
PARA	S=477384.0588 Z= 193.2959			
	R = 30000.00	113.573		
			477462.855	193.399
DROI	PENTE= 0.263 %	27.865		
			477490.720	193.473
PARA	S=477595.7822 Z= 193.6105			
	R = -40000.00	140.391		
			477631.111	193.595
DROI	PENTE= -0.088 %	144.569		
			477775.680	193.467
PARA	S=477782.7457 Z= 193.4641			
	R = 8000.00	30.977		
			477806.657	193.500
DROI	PENTE= 0.299 %	34.779		
			477841.435	193.604
PARA	S=477886.2681 Z= 193.6708			
	R = -15000.00	51.495		
			477892.930	193.669
DROI	PENTE= -0.044 %	136.310		
			478029.240	193.609

ANNEXE

PARA	S=478040.3438 Z= 193.6063			
	R = 25000.00	97.438		
			478126.678	193.755
DROI	PENTE= 0.345 %	30.534		
			478157.212	193.861
PARA	S=478184.8388 Z= 193.9085			
	R = -8000.00	36.298		
			478193.510	193.904
DROI	PENTE= -0.108 %	58.727		
			478252.238	193.840
PARA	S=478260.9095 Z= 193.8355			
	R = 8000.00	35.399		
			478287.637	193.880
DROI	PENTE= 0.334 %	104.293		
			478391.929	194.229
PARA	S=478458.7475 Z= 194.3402			
	R = -20000.00	122.273		
			478514.202	194.263
DROI	PENTE= -0.277 %	100.192		
			478614.394	193.986
PARA	S=478642.1214 Z= 193.9471			
	R = 10000.00	41.418		
			478655.812	193.956
DROI	PENTE= 0.137 %	720.113		
			479375.925	194.942
PARA	S=479371.8178 Z= 194.9395			
	R = 3000.00	90.665		
			479466.590	196.436
DROI	PENTE= 3.159 %	38.668		
			479505.259	197.658
PARA	S=479600.0309 Z= 199.1550			
	R = -3000.00	102.691		
			479607.949	199.144
DROI	PENTE= -0.264 %	147.679		
			479755.628	198.755
PARA	S=479742.4310 Z= 198.7722			
	R = -5000.00	61.189		
			479816.818	198.219
DROI	PENTE= -1.488 %	2.524		

ANNEXE

			479819.341	198.181
PARA	S=479886.2889 Z= 197.6833			
	R = 4500.00	104.656		
			479923.997	197.841
DROI	PENTE= 0.838 %	114.084		
			480038.082	198.797
PARA	S=480079.9796 Z= 198.9728			
	R = -5000.00	76.668		
			480114.749	198.852
DROI	PENTE= -0.695 %	93.457		
			480208.207	198.202
PARA	S=480277.7464 Z= 197.9602			
	R = 10000.00	147.190		
			480355.397	198.262
DROI	PENTE= 0.777 %	17.874		
			480373.271	198.400
PARA	S=480412.0959 Z= 198.5512			
	R = -5000.00	56.622		
			480429.893	198.520
DROI	PENTE= -0.356 %	10.074		
			480439.967	198.484
PARA	S=480546.7487 Z= 198.2937			
	R = 30000.00	166.747		
			480606.713	198.354
DROI	PENTE= 0.200 %	424.576		
			481031.290	199.202
PARA	S=481021.2954 Z= 199.1923			
	R = 5000.00	30.937		
			481062.227	199.360
DROI	PENTE= 0.819 %	65.051		
			481127.278	199.892
PARA	S=481168.2095 Z= 200.0599			
	R = -5000.00	106.637		
			481233.915	199.628
DROI	PENTE= -1.314 %	45.297		
			481279.213	199.033
PARA	S=481344.9183 Z= 198.6012			
	R = 5000.00	80.634		
			481359.847	198.623

ANNEXE

DROI	PENTE= 0.299 %	362.742		
			481722.589	199.707
PARA	S=481737.5175 Z= 199.7288			
	R = -5000.00	23.890		
			481746.479	199.721
DROI	PENTE= -0.139 %	85.904		
			481832.382	199.601
PARA	S=481826.8202 Z= 199.6051			
	R = -4000.00	47.847		
			481880.229	199.249
DROI	PENTE= -1.335 %	45.294		
			481925.523	198.644
PARA	S=481957.5686 Z= 198.4299			
	R = 2400.00	90.647		
			482016.171	199.145
DROI	PENTE= 2.442 %	0.246		
			482016.416	199.151
PARA	S=482077.4603 Z= 199.8966			
	R = -2500.00	97.738		
			482114.154	199.627
DROI	PENTE= -1.468 %	5.752		
			482119.907	199.543
PARA	S=482178.6173 Z= 199.1120			
	R = 4000.00	108.449		
			482228.355	199.421
DROI	PENTE= 1.243 %	84.441		
			482312.797	200.471
PARA	S=482374.9692 Z= 200.8578			
	R = -5000.00	55.750		
			482368.547	200.854
DROI	PENTE= 0.128 %	82.177		
			482450.724	200.959
PARA	S=482460.9999 Z= 200.9658			
	R = -8000.00	28.971		
			482479.695	200.944
DROI	PENTE= -0.234 %	120.276		
			482599.971	200.663
PARA	S=482553.2334 Z= 200.7175			
	R = -20000.00	34.147		

ANNEXE

			482634.117	200.554
DROI	PENTE= -0.404 %	12.393		
			482646.511	200.504
PARA	S=482727.3945 Z= 200.3403			
	R = 20000.00	55.787		
			482702.298	200.356
DROI	PENTE= -0.125 %	362.609		
			483064.906	199.901
PARA	S=483127.6480 Z= 199.8616			
	R = 50000.00	49.424		
			483114.330	199.863
DROI	PENTE= -0.027 %	70.589		
			483184.919	199.845
PARA	S=483171.6010 Z= 199.8464			
	R = -50000.00	67.869		
			483252.788	199.780
DROI	PENTE= -0.162 %	663.865		
			483916.653	198.702
PARA	S=483921.5237 Z= 198.6986			
	R = 3000.00	15.439		
			483932.092	198.717
DROI	PENTE= 0.352 %	123.644		
			484055.736	199.153
PARA	S=484045.1676 Z= 199.1341			
	R = 3000.00	33.700		
			484089.435	199.461
DROI	PENTE= 1.476 %	12.844		
			484102.280	199.650
PARA	S=484139.1694 Z= 199.9225			
	R = -2500.00	66.930		
			484169.209	199.742
DROI	PENTE= -1.202 %	48.635		
			484217.844	199.158
PARA	S=484247.8844 Z= 198.9771			
	R = 2500.00	44.188		
			484262.033	199.017
DROI	PENTE= 0.566 %	21.917		
			484283.950	199.141
PARA	S=484298.0983 Z= 199.1812			

ANNEXE

	R = -2500.00	66.140		
			484350.090	198.641
DROI	PENTE= -2.080 %	31.400		
			484381.490	197.988
PARA	S=484433.4815 Z= 197.4469			
	R = 2500.00	52.031		
			484433.521	197.447
DROI	PENTE= 0.002 %	225.343		
			484658.864	197.451
PARA	S=484658.7859 Z= 197.4504			
	R = 5000.00	111.009		
			484769.873	198.685
DROI	PENTE= 2.222 %	87.780		
			484857.653	200.635
PARA	S=484924.3052 Z= 201.3751			
	R = -3000.00	92.159		
			484949.812	201.267
DROI	PENTE= -0.850 %	50.188		
			485000.000	200.840
LONGUEUR DE	L'AXE 8000.000			

ANNEXE

Annexe 03

AXE TRAVERS

N°	ABSCISSE	COTE	COTE	X	Y	ANGLE	DEV	DEV
PROFIL	CURVILIGN	TN	PROJET	PROFIL	PROFIL	PROFIL	GAU	DRO
1	477000.000	192.824	193.022	121710.055	135386.687	160.294g	2.50	-2.50
2	477025.000	192.773	193.022	121695.454	135366.394	160.294g	2.50	-2.50
3	477050.000	192.798	193.022	121680.853	135346.101	160.294g	2.50	-2.50
4	477075.000	192.782	193.022	121666.252	135325.808	160.294g	2.50	-2.50
5	477100.000	192.785	193.022	121651.651	135305.515	160.294g	2.50	-2.50
6	477125.000	192.863	193.022	121637.050	135285.222	160.294g	2.50	-2.50
7	477150.000	192.956	193.026	121622.449	135264.929	160.294g	2.50	-2.50
8	477175.000	193.016	193.074	121607.847	135244.636	160.294g	2.50	-2.50
9	477200.000	193.090	193.134	121593.246	135224.343	160.294g	2.50	-2.50
10	477225.000	193.107	193.194	121578.645	135204.050	160.294g	2.50	-2.50
11	477250.000	193.167	193.255	121564.044	135183.757	160.294g	2.50	-2.50
12	477275.000	193.237	193.312	121549.443	135163.464	160.294g	2.50	-2.50
13	477300.000	193.254	193.342	121534.842	135143.171	160.294g	2.50	-2.50
14	477325.000	193.249	193.342	121520.241	135122.878	160.294g	2.50	-2.50
15	477350.000	193.285	193.315	121505.639	135102.585	160.294g	2.50	-2.50
16	477375.000	193.322	193.297	121491.038	135082.292	160.294g	2.50	-2.50
17	477400.000	193.246	193.300	121476.437	135061.999	160.294g	2.50	-2.50
18	477425.000	193.168	193.324	121461.836	135041.706	160.294g	2.50	-2.50
19	477450.000	193.193	193.368	121447.235	135021.413	160.294g	2.50	-2.50
20	477475.000	193.247	193.431	121432.634	135001.120	160.294g	2.50	-2.50
21	477500.000	193.335	193.496	121418.033	134980.827	160.294g	2.50	-2.50
22	477525.000	193.428	193.548	121403.431	134960.534	160.294g	2.50	-2.50
23	477550.000	193.546	193.584	121388.830	134940.241	160.294g	2.50	-2.50
24	477575.000	193.583	193.605	121374.229	134919.948	160.294g	2.50	-2.50
25	477600.000	193.493	193.610	121359.628	134899.655	160.294g	2.50	-2.50
26	477625.000	193.419	193.600	121345.027	134879.362	160.294g	2.50	-2.50
27	477650.000	193.357	193.578	121330.426	134859.069	160.294g	2.50	-2.50
28	477675.000	193.330	193.556	121315.825	134838.776	160.294g	2.50	-2.50
29	477700.000	193.343	193.534	121301.223	134818.483	160.294g	2.50	-2.50
30	477725.000	193.304	193.512	121286.622	134798.190	160.294g	2.50	-2.50
31	477750.000	193.267	193.490	121272.021	134777.897	160.294g	2.50	-2.50
32	477775.000	193.274	193.468	121257.420	134757.604	160.294g	2.50	-2.50
33	477800.000	193.284	193.483	121242.819	134737.311	160.294g	2.50	-2.50
34	477825.000	193.318	193.555	121228.218	134717.018	160.294g	2.50	-2.50

ANNEXE

35	477850.000	193.362	193.627	121213.617	134696.725	160.294g	2.50	-2.50
36	477875.000	193.466	193.667	121199.015	134676.432	160.294g	2.50	-2.50
37	477900.000	193.694	193.666	121184.414	134656.139	160.294g	2.50	-2.50
38	477925.000	193.620	193.655	121169.813	134635.846	160.294g	2.50	-2.50
39	477950.000	193.542	193.644	121155.212	134615.552	160.294g	2.50	-2.50
40	477975.000	193.519	193.633	121140.611	134595.259	160.294g	2.50	-2.50
41	478000.000	193.519	193.622	121126.010	134574.966	160.294g	2.50	-2.50
42	478025.000	193.538	193.611	121111.409	134554.673	160.294g	2.50	-2.50
43	478050.000	193.523	193.608	121096.807	134534.380	160.294g	2.50	-2.50
44	478075.000	193.430	193.630	121082.206	134514.087	160.294g	2.50	-2.50
45	478100.000	193.394	193.678	121067.605	134493.794	160.294g	2.50	-2.50
46	478125.000	193.590	193.750	121053.004	134473.501	160.294g	2.50	-2.50
47	478150.000	193.759	193.836	121038.403	134453.208	160.294g	2.50	-2.50
48	478175.000	193.918	193.902	121023.802	134432.915	160.294g	2.50	-2.50
49	478200.000	193.735	193.897	121009.201	134412.622	160.294g	2.50	-2.50
50	478225.000	193.826	193.870	120994.599	134392.329	160.294g	2.50	-2.50
51	478250.000	193.800	193.843	120979.998	134372.036	160.294g	2.50	-2.50
52	478275.000	193.835	193.848	120965.397	134351.743	160.294g	2.50	-2.50
53	478300.000	193.866	193.921	120950.796	134331.450	160.294g	2.50	-2.50
54	478325.000	193.896	194.005	120936.195	134311.157	160.294g	2.50	-2.50
55	478350.000	193.948	194.089	120921.610	134290.852	160.475g	2.50	-1.25
56	478375.000	194.101	194.172	120907.161	134270.451	161.142g	2.50	0.20
57	478400.000	193.804	194.254	120893.005	134249.845	162.301g	2.50	1.65
58	478425.000	194.219	194.312	120879.308	134228.933	163.935g	2.73	2.73
59	478450.000	194.259	194.338	120866.175	134207.661	165.577g	2.50	1.69
60	478475.000	194.306	194.334	120853.518	134186.102	166.749g	2.50	0.24
61	478500.000	194.229	194.298	120841.176	134164.361	167.429g	2.50	-1.21
62	478525.000	194.120	194.233	120828.982	134142.536	167.621g	2.50	-2.50
63	478550.000	194.061	194.164	120816.808	134120.701	167.621g	2.50	-2.50
64	478575.000	193.986	194.095	120804.634	134098.865	167.621g	2.50	-2.50
65	478600.000	193.920	194.025	120792.460	134077.030	167.621g	2.50	-2.50
66	478625.000	193.889	193.962	120780.286	134055.194	167.621g	2.50	-2.50
67	478650.000	193.897	193.950	120768.112	134033.359	167.621g	2.50	-2.50
68	478675.000	193.923	193.983	120755.938	134011.523	167.621g	2.50	-2.50
69	478700.000	193.964	194.017	120743.763	133989.687	167.621g	2.50	-2.50
70	478725.000	193.970	194.051	120731.589	133967.852	167.621g	2.50	-2.50
71	478750.000	193.973	194.085	120719.415	133946.016	167.621g	2.50	-2.50
72	478775.000	194.043	194.120	120707.241	133924.181	167.621g	2.50	-2.50
73	478800.000	194.157	194.154	120695.067	133902.345	167.621g	2.50	-2.50

ANNEXE

74	478825.000	194.109	194.188	120682.893	133880.510	167.621g	2.50	-2.50
75	478850.000	194.105	194.222	120670.719	133858.674	167.621g	2.50	-2.50
76	478875.000	194.174	194.257	120658.545	133836.839	167.621g	2.50	-2.50
77	478900.000	194.220	194.291	120646.371	133815.003	167.621g	2.50	-2.50
78	478925.000	194.257	194.325	120634.196	133793.167	167.621g	2.50	-2.50
79	478950.000	194.282	194.359	120622.022	133771.332	167.621g	2.50	-2.50
80	478975.000	194.322	194.393	120609.848	133749.496	167.621g	2.50	-2.50
81	479000.000	194.376	194.428	120597.674	133727.661	167.621g	2.50	-2.50
82	479025.000	194.594	194.462	120585.547	133705.799	168.035g	2.50	-0.73
83	479050.000	194.716	194.496	120573.705	133683.782	169.271g	2.50	1.03
84	479075.000	194.529	194.530	120562.438	133661.466	171.332g	2.79	2.79
85	479100.000	194.507	194.565	120552.045	133638.731	174.215g	4.55	4.55
86	479125.000	194.554	194.599	120542.818	133615.500	177.658g	4.90	4.90
87	479150.000	194.612	194.633	120534.865	133591.802	181.118g	4.90	4.90
88	479175.000	194.558	194.667	120528.212	133567.707	184.578g	4.90	4.90
89	479200.000	194.551	194.702	120522.877	133543.285	188.038g	4.90	4.90
90	479225.000	194.543	194.736	120518.877	133518.611	191.498g	4.90	4.90
91	479250.000	194.672	194.770	120516.222	133493.755	194.958g	4.90	4.90
92	479275.000	194.734	194.804	120514.921	133468.792	198.388g	4.42	4.42
93	479300.000	194.842	194.838	120514.870	133443.794	201.214g	2.66	2.66
94	479325.000	194.793	194.873	120515.767	133418.811	203.217g	2.50	0.90
95	479350.000	194.854	194.907	120517.288	133393.858	204.396g	2.50	-0.86
96	479375.000	194.892	194.941	120519.109	133368.924	204.754g	2.50	-2.50
97	479400.000	194.927	195.072	120520.975	133343.994	204.754g	2.50	-2.50
98	479425.000	195.480	195.411	120522.840	133319.064	204.754g	2.50	-2.50
99	479450.000	195.634	195.958	120524.705	133294.133	204.754g	2.50	-2.50
100	479475.000	195.722	196.702	120526.570	133269.203	204.754g	2.50	-2.50
101	479500.000	196.646	197.492	120528.436	133244.273	204.754g	2.50	-2.50
102	479525.000	198.124	198.217	120530.301	133219.343	204.754g	2.50	-2.50
103	479550.000	198.690	198.738	120532.164	133194.412	204.707g	1.58	-2.50
104	479575.000	199.216	199.051	120533.854	133169.469	203.683g	-1.87	-2.50
105	479600.000	198.739	199.155	120534.899	133144.493	201.604g	-2.28	-2.50
106	479625.000	198.757	199.100	120535.253	133119.495	200.421g	1.16	-2.50
107	479650.000	198.816	199.034	120535.384	133094.496	200.321g	2.50	-2.50
108	479675.000	198.602	198.968	120535.510	133069.496	200.321g	2.50	-2.50
109	479700.000	198.495	198.902	120535.636	133044.496	200.321g	2.50	-2.50
110	479725.000	198.565	198.836	120535.761	133019.497	200.321g	2.50	-2.50
111	479750.000	198.613	198.770	120535.887	132994.497	200.321g	2.50	-2.50
112	479775.000	198.596	198.666	120536.013	132969.497	200.321g	2.50	-2.50

ANNEXE

113	479800.000	198.396	198.441	120536.139	132944.498	200.321g	2.50	-2.50
114	479825.000	198.055	198.101	120536.265	132919.498	200.321g	2.50	-2.50
115	479850.000	197.721	197.830	120536.391	132894.498	200.321g	2.50	-2.50
116	479875.000	197.665	197.697	120536.517	132869.499	200.321g	2.50	-2.50
117	479900.000	197.723	197.704	120536.642	132844.499	200.321g	2.50	-2.50
118	479925.000	197.779	197.850	120536.768	132819.499	200.321g	2.50	-2.50
119	479950.000	197.942	198.059	120536.894	132794.500	200.321g	2.50	-2.50
120	479975.000	197.819	198.269	120537.020	132769.500	200.321g	2.50	-2.50
121	480000.000	198.397	198.478	120537.146	132744.500	200.321g	2.50	-2.50
122	480025.000	198.535	198.688	120537.272	132719.501	200.321g	2.50	-2.50
123	480050.000	198.732	198.883	120537.398	132694.501	200.321g	2.50	-2.50
124	480075.000	198.926	198.970	120537.523	132669.501	200.321g	2.50	-2.50
125	480100.000	198.823	198.933	120537.649	132644.501	200.321g	2.50	-2.50
126	480125.000	198.697	198.781	120537.775	132619.502	200.321g	2.50	-2.50
127	480150.000	198.515	198.607	120537.901	132594.502	200.321g	2.50	-2.50
128	480175.000	198.323	198.433	120538.027	132569.502	200.321g	2.50	-2.50
129	480200.000	198.119	198.259	120538.153	132544.503	200.321g	2.50	-2.50
130	480225.000	197.967	198.099	120538.279	132519.503	200.321g	2.50	-2.50
131	480250.000	197.971	197.999	120538.405	132494.503	200.321g	2.50	-2.50
132	480275.000	197.915	197.961	120538.530	132469.504	200.321g	2.50	-2.50
133	480300.000	197.907	197.985	120538.656	132444.504	200.321g	2.50	-2.50
134	480325.000	197.644	198.072	120538.782	132419.504	200.321g	2.50	-2.50
135	480350.000	197.990	198.221	120538.908	132394.505	200.321g	2.50	-2.50
136	480375.000	198.270	198.414	120539.034	132369.505	200.321g	2.50	-2.50
137	480400.000	198.372	198.537	120539.160	132344.505	200.321g	2.50	-2.50
138	480425.000	198.421	198.535	120539.286	132319.506	200.321g	2.50	-2.50
139	480450.000	198.217	198.450	120539.411	132294.506	200.321g	2.50	-2.50
140	480475.000	198.214	198.380	120539.537	132269.506	200.321g	2.50	-2.50
141	480500.000	198.255	198.330	120539.663	132244.507	200.321g	2.50	-2.50
142	480525.000	198.079	198.302	120539.789	132219.507	200.321g	2.50	-2.50
143	480550.000	197.916	198.294	120539.915	132194.507	200.321g	2.50	-2.50
144	480575.000	198.170	198.307	120540.041	132169.507	200.321g	2.50	-2.50
145	480600.000	198.150	198.341	120540.167	132144.508	200.321g	2.50	-2.50
146	480625.000	198.159	198.390	120540.292	132119.508	200.321g	2.50	-2.50
147	480650.000	198.227	198.440	120540.418	132094.508	200.321g	2.50	-2.50
148	480675.000	198.324	198.490	120540.544	132069.509	200.321g	2.50	-2.50
149	480700.000	198.423	198.540	120540.670	132044.509	200.321g	2.50	-2.50
150	480725.000	198.344	198.590	120540.796	132019.509	200.321g	2.50	-2.50
151	480750.000	198.524	198.640	120540.922	131994.510	200.321g	2.50	-2.50

ANNEXE

152	480775.000	198.610	198.690	120541.048	131969.510	200.321g	2.50	-2.50
153	480800.000	198.659	198.740	120541.174	131944.510	200.321g	2.50	-2.50
154	480825.000	198.654	198.790	120541.299	131919.511	200.321g	2.50	-2.50
155	480850.000	198.707	198.840	120541.425	131894.511	200.321g	2.50	-2.50
156	480875.000	198.741	198.890	120541.551	131869.511	200.321g	2.50	-2.50
157	480900.000	198.699	198.940	120541.676	131844.512	200.296g	2.50	-2.50
158	480925.000	198.546	198.990	120541.761	131819.512	200.137g	2.50	-2.50
159	480950.000	198.653	199.040	120541.784	131794.512	199.978g	2.50	-2.50
160	480975.000	198.450	199.090	120541.746	131769.512	199.852g	2.50	-2.50
161	481000.000	198.795	199.140	120541.688	131744.512	199.852g	2.50	-2.50
162	481025.000	199.018	199.190	120541.630	131719.512	199.852g	2.50	-2.50
163	481050.000	199.242	199.275	120541.572	131694.512	199.852g	2.50	-2.50
164	481075.000	199.441	199.464	120541.514	131669.512	199.852g	2.50	-2.50
165	481100.000	199.644	199.669	120541.456	131644.512	199.852g	2.50	-2.50
166	481125.000	199.835	199.874	120541.398	131619.512	199.852g	2.50	-2.50
167	481150.000	199.824	200.027	120541.340	131594.512	199.852g	2.50	-2.50
168	481175.000	199.865	200.055	120541.282	131569.512	199.852g	2.50	-2.50
169	481200.000	199.914	199.959	120541.224	131544.512	199.852g	2.50	-2.50
170	481225.000	199.617	199.737	120541.166	131519.512	199.852g	2.50	-2.50
171	481250.000	199.270	199.417	120541.108	131494.513	199.852g	2.50	-2.50
172	481275.000	198.923	199.088	120541.049	131469.513	199.852g	2.50	-2.50
173	481300.000	198.779	198.803	120540.991	131444.513	199.852g	2.50	-2.50
174	481325.000	198.598	198.641	120540.933	131419.513	199.852g	2.50	-2.50
175	481350.000	198.479	198.604	120540.875	131394.513	199.852g	2.50	-2.50
176	481375.000	198.593	198.669	120540.817	131369.513	199.852g	2.50	-2.50
177	481400.000	198.699	198.743	120540.759	131344.513	199.852g	2.50	-2.50
178	481425.000	198.824	198.818	120540.701	131319.513	199.852g	2.50	-2.50
179	481450.000	199.089	198.893	120540.643	131294.513	199.852g	2.50	-2.50
180	481475.000	199.358	198.967	120540.585	131269.513	199.852g	2.50	-2.50
181	481500.000	199.567	199.042	120540.527	131244.513	199.852g	2.50	-2.50
182	481525.000	199.377	199.117	120540.469	131219.513	199.852g	2.50	-2.50
183	481550.000	199.171	199.191	120540.411	131194.513	199.852g	2.50	-2.50
184	481575.000	199.032	199.266	120540.353	131169.513	199.852g	2.50	-2.50
185	481600.000	199.162	199.340	120540.295	131144.513	199.852g	2.50	-2.50
186	481625.000	199.280	199.415	120540.237	131119.514	199.852g	2.50	-2.50
187	481650.000	199.398	199.490	120540.179	131094.514	199.852g	2.50	-2.50
188	481675.000	199.505	199.564	120540.121	131069.514	199.852g	2.50	-2.50
189	481700.000	199.613	199.639	120540.063	131044.514	199.852g	2.50	-2.50
190	481725.000	199.576	199.713	120540.005	131019.514	199.852g	2.50	-2.50

ANNEXE

191	481750.000	199.532	199.716	120539.947	130994.514	199.852g	2.50	-2.50
192	481775.000	199.487	199.681	120539.889	130969.514	199.852g	2.50	-2.50
193	481800.000	199.451	199.646	120539.831	130944.514	199.852g	2.50	-2.50
194	481825.000	199.424	199.611	120539.773	130919.514	199.852g	2.50	-2.50
195	481850.000	199.399	199.538	120539.715	130894.514	199.852g	2.50	-2.50
196	481875.000	199.182	199.315	120539.657	130869.514	199.852g	2.50	-2.50
197	481900.000	198.826	198.985	120539.599	130844.514	199.852g	2.50	-2.50
198	481925.000	198.494	198.651	120539.541	130819.514	199.852g	2.50	-2.50
199	481950.000	198.237	198.442	120539.483	130794.514	199.852g	2.50	-2.50
200	481975.000	197.959	198.493	120539.425	130769.514	199.852g	2.50	-2.50
201	482000.000	198.566	198.805	120539.367	130744.515	199.852g	2.50	-2.50
202	482025.000	199.254	199.346	120539.397	130719.515	200.607g	2.50	0.04
203	482050.000	199.813	199.746	120540.096	130694.526	203.275g	2.92	2.92
204	482075.000	199.999	199.895	120542.218	130669.622	207.870g	5.79	5.79
205	482100.000	199.806	199.795	120546.478	130644.998	214.044g	6.57	6.57
206	482125.000	199.430	199.471	120552.983	130620.866	219.158g	3.69	3.69
207	482150.000	199.137	199.214	120561.047	130597.205	222.345g	2.50	0.82
208	482175.000	199.137	199.114	120569.934	130573.838	223.606g	2.50	-2.05
209	482200.000	199.150	199.169	120579.001	130550.541	223.629g	2.50	-2.50
210	482225.000	199.290	199.381	120588.069	130527.243	223.629g	2.50	-2.50
211	482250.000	199.614	199.690	120597.136	130503.945	223.629g	2.50	-2.50
212	482275.000	199.938	200.001	120606.204	130480.648	223.629g	2.50	-2.50
213	482300.000	200.248	200.312	120615.272	130457.350	223.629g	2.50	-2.50
214	482325.000	200.558	200.608	120624.339	130434.053	223.629g	2.50	-2.50
215	482350.000	200.780	200.795	120633.407	130410.755	223.629g	2.50	-2.50
216	482375.000	200.832	200.862	120642.475	130387.457	223.629g	2.50	-2.50
217	482400.000	200.884	200.894	120651.542	130364.160	223.629g	2.50	-2.50
218	482425.000	200.935	200.926	120660.610	130340.862	223.629g	2.50	-2.50
219	482450.000	201.011	200.958	120669.134	130317.370	217.921g	-0.84	-2.50
220	482475.000	201.001	200.954	120672.007	130292.688	193.929g	-4.35	-4.35
221	482485.310	200.821	200.931	120670.027	130282.587	181.428g	-4.35	-4.35
222	482500.000	200.985	200.896	120663.901	130269.288	163.614g	-4.35	-4.35
223	482525.000	200.942	200.838	120646.028	130252.119	135.131g	-2.46	-2.50
224	482550.000	200.838	200.780	120623.336	130241.726	122.739g	1.86	-2.50
225	482575.000	200.635	200.721	120599.886	130233.059	122.528g	2.50	-2.50
226	482600.000	200.568	200.663	120576.435	130224.396	122.528g	2.50	-2.50
227	482625.000	200.799	200.589	120552.984	130215.733	122.528g	2.50	-2.50
228	482650.000	200.869	200.490	120529.533	130207.070	122.528g	2.50	-2.50
229	482675.000	200.795	200.409	120506.082	130198.407	122.528g	2.50	-2.50

ANNEXE

230	482700.000	200.191	200.359	120482.631	130189.743	122.528g	2.50	-2.50
231	482725.000	200.405	200.327	120459.180	130181.080	122.528g	2.50	-2.50
232	482750.000	200.185	200.296	120435.729	130172.417	122.528g	2.50	-2.50
233	482775.000	200.191	200.265	120412.278	130163.754	122.528g	2.50	-2.50
234	482800.000	200.204	200.233	120388.827	130155.091	122.528g	2.50	-2.50
235	482825.000	200.281	200.202	120365.376	130146.428	122.528g	2.50	-2.50
236	482850.000	199.869	200.171	120341.925	130137.765	122.528g	2.50	-2.50
237	482875.000	199.573	200.139	120318.474	130129.102	122.528g	2.50	-2.50
238	482900.000	199.968	200.108	120295.023	130120.439	122.528g	2.50	-2.50
239	482925.000	199.705	200.077	120271.572	130111.776	122.528g	2.50	-2.50
240	482950.000	199.840	200.045	120248.121	130103.113	122.528g	2.50	-2.50
241	482975.000	199.868	200.014	120224.670	130094.449	122.528g	2.50	-2.50
242	483000.000	199.785	199.982	120201.219	130085.786	122.528g	2.50	-2.50
243	483025.000	199.973	199.951	120177.768	130077.123	122.528g	2.50	-2.50
244	483050.000	199.869	199.920	120154.317	130068.460	122.528g	2.50	-2.50
245	483075.000	199.732	199.889	120130.866	130059.797	122.528g	2.50	-2.50
246	483100.000	199.651	199.869	120107.415	130051.134	122.528g	2.50	-2.50
247	483125.000	199.331	199.861	120083.964	130042.471	122.528g	2.50	-2.50
248	483150.000	199.274	199.854	120060.513	130033.808	122.528g	2.50	-2.50
249	483175.000	199.758	199.847	120037.062	130025.145	122.528g	2.50	-2.50
250	483200.000	199.214	199.838	120013.611	130016.482	122.528g	2.50	-2.50
251	483225.000	199.292	199.818	119990.160	130007.819	122.528g	2.50	-2.50
252	483250.000	199.052	199.785	119966.709	129999.156	122.528g	2.50	-2.50
253	483275.000	199.535	199.744	119943.258	129990.492	122.528g	2.50	-2.50
254	483300.000	199.527	199.704	119919.806	129981.829	122.528g	2.50	-2.50
255	483325.000	199.399	199.663	119896.355	129973.166	122.528g	2.50	-2.50
256	483350.000	199.296	199.623	119872.904	129964.503	122.528g	2.50	-2.50
257	483375.000	199.156	199.582	119849.453	129955.840	122.528g	2.50	-2.50
258	483400.000	199.328	199.541	119826.002	129947.177	122.528g	2.50	-2.50
259	483425.000	199.280	199.501	119802.551	129938.514	122.528g	2.50	-2.50
260	483450.000	199.310	199.460	119779.100	129929.851	122.528g	2.50	-2.50
261	483475.000	199.237	199.420	119755.649	129921.188	122.528g	2.50	-2.50
262	483500.000	199.294	199.379	119732.198	129912.525	122.528g	2.50	-2.50
263	483525.000	199.454	199.339	119708.747	129903.862	122.528g	2.50	-2.50
264	483550.000	199.326	199.298	119685.296	129895.199	122.528g	2.50	-2.50
265	483575.000	199.157	199.257	119661.845	129886.535	122.528g	2.50	-2.50
266	483600.000	198.988	199.217	119638.394	129877.872	122.528g	2.50	-2.50
267	483625.000	199.005	199.176	119614.943	129869.209	122.528g	2.50	-2.50
268	483650.000	198.932	199.135	119591.492	129860.546	122.528g	2.50	-2.50

ANNEXE

269	483675.000	198.936	199.095	119568.041	129851.883	122.528g	2.50	-2.50
270	483700.000	198.973	199.054	119544.590	129843.220	122.528g	2.50	-2.50
271	483725.000	199.013	199.014	119521.139	129834.557	122.528g	2.50	-2.50
272	483750.000	199.055	198.973	119497.688	129825.894	122.528g	2.50	-2.50
273	483775.000	199.088	198.932	119474.237	129817.231	122.528g	2.50	-2.50
274	483800.000	199.021	198.892	119450.786	129808.568	122.528g	2.50	-2.50
275	483825.000	198.955	198.851	119427.335	129799.905	122.528g	2.50	-2.50
276	483850.000	198.889	198.811	119403.884	129791.241	122.528g	2.50	-2.50
277	483875.000	198.822	198.770	119380.432	129782.579	122.483g	2.50	-2.50
278	483900.000	198.749	198.730	119356.945	129774.017	122.028g	2.50	-2.50
279	483925.000	198.835	198.701	119333.396	129765.622	121.573g	2.50	-2.50
280	483950.000	199.081	198.780	119309.788	129757.396	121.118g	2.50	-2.50
281	483975.000	199.010	198.868	119286.123	129749.338	120.664g	2.50	-2.50
282	484000.000	198.990	198.956	119262.400	129741.450	120.209g	2.50	-2.50
283	484025.000	199.727	199.044	119238.621	129733.732	119.754g	2.50	-2.50
284	484050.000	199.660	199.133	119214.788	129726.183	119.299g	2.50	-2.50
285	484075.000	199.411	199.283	119190.901	129718.805	118.845g	2.50	-2.50
286	484100.000	199.591	199.617	119166.963	129711.598	118.390g	2.50	-2.50
287	484125.000	199.932	199.882	119142.974	129704.562	117.935g	2.50	-2.50
288	484150.000	199.782	199.899	119118.935	129697.697	117.481g	2.50	-2.50
289	484175.000	199.287	199.672	119094.847	129691.005	117.026g	2.50	-2.50
290	484200.000	198.793	199.372	119070.712	129684.484	116.571g	2.50	-2.50
291	484225.000	198.647	199.082	119046.532	129678.136	116.126g	2.50	-2.50
292	484250.000	198.849	198.978	119022.330	129671.871	116.126g	2.50	-2.50
293	484275.000	198.984	199.090	118998.127	129665.606	116.126g	2.50	-2.50
294	484300.000	199.101	199.180	118973.925	129659.341	116.126g	2.50	-2.50
295	484325.000	198.998	199.036	118949.723	129653.076	116.126g	2.50	-2.50
296	484350.000	198.481	198.642	118925.521	129646.811	116.126g	2.50	-2.50
297	484375.000	197.885	198.122	118901.318	129640.545	116.126g	2.50	-2.50
298	484400.000	197.373	197.671	118877.116	129634.280	116.126g	2.50	-2.50
299	484425.000	197.359	197.461	118852.914	129628.015	116.126g	2.50	-2.50
300	484450.000	197.360	197.447	118828.712	129621.750	116.126g	2.50	-2.50
301	484475.000	197.241	197.448	118804.509	129615.485	116.126g	2.50	-2.50
302	484500.000	197.269	197.448	118780.307	129609.220	116.126g	2.50	-2.50
303	484525.000	197.359	197.448	118756.105	129602.955	116.126g	2.50	-2.50
304	484550.000	197.494	197.449	118731.903	129596.689	116.126g	2.50	-2.50
305	484575.000	197.253	197.449	118707.701	129590.424	116.126g	2.50	-2.50
306	484600.000	197.311	197.449	118683.498	129584.159	116.126g	2.50	-2.50
307	484625.000	197.318	197.450	118659.296	129577.894	116.126g	2.50	-2.50

ANNEXE

308	484650.000	197.320	197.450	118635.094	129571.629	116.126g	2.50	-2.50
309	484675.000	197.387	197.477	118610.881	129565.406	115.861g	2.50	-2.50
310	484700.000	197.460	197.620	118586.637	129559.302	115.542g	2.50	-2.50
311	484725.000	197.793	197.889	118562.364	129553.320	115.224g	2.50	-2.50
312	484750.000	198.145	198.283	118538.061	129547.459	114.906g	2.50	-2.50
313	484775.000	201.371	198.798	118513.728	129541.719	114.588g	2.50	-2.50
314	484800.000	202.282	199.354	118489.381	129536.044	114.578g	2.50	-2.50
315	484825.000	202.188	199.909	118465.034	129530.369	114.578g	2.50	-2.50
316	484850.000	200.746	200.465	118440.686	129524.694	114.578g	2.50	-2.50
317	484875.000	201.528	200.970	118416.339	129519.019	114.578g	2.50	-2.50
318	484900.000	201.877	201.277	118391.991	129513.344	114.578g	2.50	-2.50
319	484925.000	201.129	201.375	118367.644	129507.670	114.578g	2.50	-2.50
320	484950.000	200.879	201.265	118343.297	129501.995	114.578g	2.50	-2.50
321	484975.000	200.683	201.053	118318.949	129496.320	114.578g	2.50	-2.50
322	485000.000	200.487	200.840	118294.601	129490.645	114.578g	2.50	-2.50

ANNEXE

ANNEXE 04

Récapitulatif des cubatures des matériaux

Matériau	Volume Cumulé
BB	4694
GB	13638
SG	62880

Cubatures déblai remblai

N°	ABSCISSE	REMBLAI	DEBLAI	DECAPAGE
PROF	CURVILIGN	VOLUME	VOLUME	VOLUME
1	477000.000	8.6	34.7	30.6
2	477025.000	2.4	144.0	56.2
3	477050.000	1.7	148.3	55.9
4	477075.000	1.9	151.0	55.9
5	477100.000	1.8	154.1	55.9
6	477125.000	0.9	175.9	55.5
7	477150.000	0.4	217.9	56.4
8	477175.000	0.2	218.8	56.3
9	477200.000	0.0	207.2	55.6
10	477225.000	0.5	203.7	55.9
11	477250.000	0.6	212.3	56.4
12	477275.000	0.4	215.6	56.3
13	477300.000	0.4	196.8	55.5
14	477325.000	0.5	203.9	55.9
15	477350.000	0.0	221.0	56.0
16	477375.000	0.0	229.7	55.9
17	477400.000	0.2	211.1	55.8
18	477425.000	1.1	183.1	55.8
19	477450.000	1.3	177.7	55.8
20	477475.000	1.6	187.5	56.4
21	477500.000	1.4	193.9	56.5
22	477525.000	0.4	172.3	55.1
23	477550.000	0.0	195.1	54.8
24	477575.000	0.0	202.9	54.9

ANNEXE

25	477600.000	0.1	176.0	54.9
26	477625.000	1.5	158.7	55.8
27	477650.000	1.8	150.0	55.9
28	477675.000	1.7	169.4	56.0
29	477700.000	1.5	183.2	56.2
30	477725.000	1.6	176.8	56.1
31	477750.000	2.3	145.2	56.2
32	477775.000	1.5	155.1	55.8
33	477800.000	1.7	153.0	56.0
34	477825.000	2.7	142.9	56.5
35	477850.000	3.9	132.4	57.1
36	477875.000	2.2	150.2	56.3
37	477900.000	0.0	211.5	55.2
38	477925.000	0.0	200.6	55.0
39	477950.000	0.2	183.1	55.0
40	477975.000	0.3	180.5	55.1
41	478000.000	0.5	194.1	55.5
42	478025.000	0.3	203.8	55.7
43	478050.000	0.5	200.7	55.7
44	478075.000	1.4	168.9	55.7
45	478100.000	2.8	148.3	56.3
46	478125.000	0.9	179.5	55.4
47	478150.000	0.0	185.3	54.8
48	478175.000	0.0	209.4	54.9
49	478200.000	1.0	177.1	55.6
50	478225.000	0.4	164.2	55.2
51	478250.000	0.0	186.1	54.4
52	478275.000	0.0	200.1	54.6
53	478300.000	0.0	188.2	54.6
54	478325.000	0.3	173.2	55.1
55	478350.000	2.6	141.2	56.6
56	478375.000	4.5	136.5	57.4
57	478400.000	22.2	36.6	63.1
58	478425.000	7.1	122.2	58.5
59	478450.000	10.6	89.1	59.2
60	478475.000	0.1	220.5	56.2

ANNEXE

61	478500.000	1.6	158.0	56.0
62	478525.000	1.1	162.2	55.7
63	478550.000	0.0	175.1	54.8
64	478575.000	0.1	174.5	54.9
65	478600.000	0.6	168.4	55.3
66	478625.000	0.4	170.5	55.2
67	478650.000	0.0	188.9	54.7
68	478675.000	0.0	192.8	54.9
69	478700.000	0.0	176.6	54.9
70	478725.000	0.3	194.5	55.6
71	478750.000	0.6	190.6	55.7
72	478775.000	0.0	175.9	54.6
73	478800.000	0.0	194.1	54.1
74	478825.000	0.3	163.5	55.1
75	478850.000	2.3	151.6	56.3
76	478875.000	0.6	168.8	55.3
77	478900.000	1.8	166.7	56.0
78	478925.000	5.4	132.6	57.5
79	478950.000	0.1	151.2	55.1
80	478975.000	0.0	184.5	54.6
81	479000.000	0.0	176.7	54.6
82	479025.000	2.3	183.0	57.0
83	479050.000	2.5	193.6	57.8
84	479075.000	8.8	115.2	58.7
85	479100.000	0.0	157.6	55.0
86	479125.000	11.4	87.7	59.7
87	479150.000	16.9	92.1	60.7
88	479175.000	19.9	74.8	61.4
89	479200.000	17.8	75.3	61.4
90	479225.000	14.2	75.7	61.1
91	479250.000	2.7	128.5	57.2
92	479275.000	13.8	95.9	60.3
93	479300.000	0.0	235.7	56.8
94	479325.000	4.8	117.7	57.5
95	479350.000	0.2	251.3	58.5
96	479375.000	0.2	235.6	57.5

ANNEXE

97	479400.000	1.2	211.0	57.2
98	479425.000	0.1	316.8	60.2
99	479450.000	4.2	165.3	57.7
100	479475.000	256.7	0.0	72.4
101	479500.000	189.1	0.0	70.2
102	479525.000	52.5	59.8	64.2
103	479550.000	37.8	64.3	60.8
104	479575.000	4.1	132.6	57.5
105	479600.000	138.3	9.3	67.7
106	479625.000	37.3	27.8	63.0
107	479650.000	6.8	108.5	58.4
108	479675.000	12.3	66.8	60.3
109	479700.000	10.6	70.3	59.8
110	479725.000	7.5	100.9	58.7
111	479750.000	4.0	127.2	57.2
112	479775.000	2.1	149.4	56.1
113	479800.000	0.9	161.7	55.5
114	479825.000	0.8	164.7	55.4
115	479850.000	3.4	144.8	56.8
116	479875.000	1.8	162.0	55.9
117	479900.000	1.8	162.5	55.9
118	479925.000	12.0	112.8	59.5
119	479950.000	17.4	102.9	61.0
120	479975.000	15.9	44.9	61.4
121	480000.000	10.5	111.0	59.2
122	480025.000	7.7	111.4	58.6
123	480050.000	9.5	104.6	59.1
124	480075.000	6.1	135.7	57.7
125	480100.000	8.5	117.8	58.7
126	480125.000	6.2	127.1	57.8
127	480150.000	7.2	121.7	58.2
128	480175.000	22.7	75.1	61.6
129	480200.000	12.7	67.2	59.8
130	480225.000	3.7	134.0	57.0
131	480250.000	1.0	159.5	55.5
132	480275.000	0.0	176.6	54.9

ANNEXE

133	480300.000	1.4	166.7	55.8
134	480325.000	17.6	44.8	61.9
135	480350.000	7.5	98.7	58.6
136	480375.000	1.6	151.8	56.0
137	480400.000	1.5	148.5	55.9
138	480425.000	1.7	153.4	56.0
139	480450.000	17.7	65.8	61.4
140	480475.000	16.4	75.4	60.9
141	480500.000	20.4	91.5	61.3
142	480525.000	31.7	79.8	63.4
143	480550.000	16.5	63.2	61.8
144	480575.000	4.8	128.0	57.5
145	480600.000	13.1	82.0	60.2
146	480625.000	14.9	76.2	60.8
147	480650.000	2.6	131.8	56.5
148	480675.000	1.6	141.5	55.9
149	480700.000	4.3	136.9	57.3
150	480725.000	5.5	137.5	58.0
151	480750.000	3.3	141.7	56.8
152	480775.000	6.0	123.2	57.7
153	480800.000	7.4	120.8	58.2
154	480825.000	5.6	140.8	57.8
155	480850.000	2.7	147.4	56.6
156	480875.000	2.4	150.1	56.4
157	480900.000	5.9	116.6	58.1
158	480925.000	7.2	88.6	58.3
159	480950.000	5.9	122.3	57.8
160	480975.000	86.5	1.6	64.0
161	481000.000	38.5	31.8	63.9
162	481025.000	18.4	69.6	61.1
163	481050.000	0.0	164.5	54.9
164	481075.000	0.0	202.1	54.9
165	481100.000	0.0	189.0	54.7
166	481125.000	1.6	146.7	55.8
167	481150.000	29.3	58.2	62.7
168	481175.000	24.2	60.3	62.0

ANNEXE

169	481200.000	10.3	111.1	58.9
170	481225.000	11.1	92.4	59.1
171	481250.000	1.5	107.7	55.9
172	481275.000	0.8	146.2	55.3
173	481300.000	0.0	200.6	54.8
174	481325.000	0.7	189.9	55.3
175	481350.000	18.5	86.7	61.2
176	481375.000	9.5	97.9	58.7
177	481400.000	0.8	143.1	55.4
178	481425.000	0.0	228.2	56.0
179	481450.000	0.4	278.7	57.8
180	481475.000	0.4	315.5	59.5
181	481500.000	0.4	330.4	60.8
182	481525.000	0.4	250.9	56.9
183	481550.000	2.3	169.6	56.1
184	481575.000	14.1	81.9	60.6
185	481600.000	9.5	93.7	59.1
186	481625.000	3.8	126.4	57.1
187	481650.000	0.9	162.8	55.5
188	481675.000	1.5	168.1	55.8
189	481700.000	5.5	141.0	57.4
190	481725.000	10.3	103.1	59.3
191	481750.000	6.7	98.4	58.3
192	481775.000	3.0	130.2	56.7
193	481800.000	1.5	159.5	55.8
194	481825.000	1.8	159.7	56.1
195	481850.000	1.5	162.6	55.9
196	481875.000	2.9	138.5	56.6
197	481900.000	4.3	127.1	57.3
198	481925.000	5.0	120.3	57.6
199	481950.000	8.1	116.6	58.9
200	481975.000	54.2	9.8	65.4
201	482000.000	17.3	80.7	61.6
202	482025.000	4.9	132.9	57.7
203	482050.000	4.3	157.1	57.9
204	482075.000	3.2	176.7	58.0

ANNEXE

205	482100.000	4.5	160.1	58.1
206	482125.000	0.5	178.9	56.0
207	482150.000	25.5	73.9	61.9
208	482175.000	7.7	337.2	104.5
209	482200.000	3.9	338.7	103.2
210	482225.000	1.4	348.6	101.4
211	482250.000	0.7	358.2	100.8
212	482275.000	0.1	365.0	100.3
213	482300.000	0.0	369.7	99.7
214	482325.000	0.0	379.7	99.9
215	482350.000	0.0	393.3	99.9
216	482375.000	0.0	392.4	100.3
217	482400.000	0.3	407.3	101.2
218	482425.000	0.0	0.0	0.0
219	482450.000	0.0	0.0	0.0
220	482475.000	0.0	0.0	0.0
221	482485.310	0.5	0.0	0.3
222	482500.000	0.0	0.0	0.3
223	482525.000	0.2	0.0	0.6
224	482550.000	0.2	210.6	52.6
225	482575.000	0.5	185.9	50.8
226	482600.000	1.8	161.5	51.1
227	482625.000	0.0	221.5	50.9
228	482650.000	0.5	290.4	55.9
229	482675.000	0.5	305.8	55.8
230	482700.000	1.5	169.1	51.4
231	482725.000	0.2	278.0	53.8
232	482750.000	0.5	169.2	50.4
233	482775.000	0.2	151.0	50.0
234	482800.000	0.4	155.3	50.1
235	482825.000	0.1	208.0	50.5
236	482850.000	6.3	105.7	53.3
237	482875.000	11.0	86.9	54.5
238	482900.000	4.0	105.4	52.2
239	482925.000	7.8	96.2	53.8
240	482950.000	3.2	129.7	51.9

ANNEXE

241	482975.000	2.6	134.6	51.6
242	483000.000	4.3	121.5	52.4
243	483025.000	4.1	128.9	51.9
244	483050.000	5.7	115.2	52.5
245	483075.000	8.4	102.0	53.8
246	483100.000	11.7	72.5	54.8
247	483125.000	19.6	35.6	57.5
248	483150.000	22.6	23.0	58.3
249	483175.000	9.4	115.7	53.9
250	483200.000	20.4	42.4	57.8
251	483225.000	37.0	14.2	59.5
252	483250.000	113.8	0.0	63.4
253	483275.000	8.5	87.2	53.9
254	483300.000	6.7	88.1	53.1
255	483325.000	10.8	76.0	54.7
256	483350.000	12.8	61.2	55.4
257	483375.000	14.7	52.8	56.2
258	483400.000	5.8	121.1	53.1
259	483425.000	1.6	157.7	50.9
260	483450.000	0.7	156.5	50.4
261	483475.000	1.2	144.4	50.6
262	483500.000	0.4	158.0	50.2
263	483525.000	0.9	185.5	50.9
264	483550.000	1.1	167.7	50.6
265	483575.000	2.5	142.5	51.5
266	483600.000	5.7	111.3	53.0
267	483625.000	6.8	97.5	53.2
268	483650.000	9.8	84.6	54.3
269	483675.000	12.3	92.0	55.0
270	483700.000	8.5	110.7	53.5
271	483725.000	2.6	137.5	51.1
272	483750.000	0.0	176.3	50.0
273	483775.000	0.4	217.1	51.2
274	483800.000	0.2	209.6	50.8
275	483825.000	0.4	202.8	51.7
276	483850.000	0.2	211.4	52.1

ANNEXE

277	483875.000	0.5	500.5	114.8
278	483900.000	0.5	527.2	115.2
279	483925.000	0.5	560.8	115.3
280	483950.000	0.5	537.2	114.5
281	483975.000	0.5	499.0	113.7
282	484000.000	0.5	475.0	113.3
283	484025.000	0.5	861.0	124.3
284	484050.000	0.6	796.0	124.0
285	484075.000	0.6	513.6	116.2
286	484100.000	0.0	393.7	110.0
287	484125.000	10.9	157.5	59.4
288	484150.000	0.7	189.3	55.7
289	484175.000	6.5	115.2	58.2
290	484200.000	14.9	61.7	61.1
291	484225.000	16.0	41.7	61.4
292	484250.000	0.9	196.4	56.3
293	484275.000	0.7	199.3	56.2
294	484300.000	3.7	174.7	57.0
295	484325.000	15.4	92.7	60.1
296	484350.000	14.6	103.6	60.6
297	484375.000	2.5	138.5	56.3
298	484400.000	2.8	576.0	76.7
299	484425.000	0.2	539.5	65.1
300	484450.000	0.4	354.6	59.3
301	484475.000	1.9	122.7	56.0
302	484500.000	0.9	198.1	55.4
303	484525.000	0.2	201.4	55.3
304	484550.000	3.8	172.2	56.9
305	484575.000	1.9	167.4	56.5
306	484600.000	0.9	146.2	55.5
307	484625.000	2.8	105.4	56.5
308	484650.000	1.0	144.9	56.1
309	484675.000	0.6	220.0	59.3
310	484700.000	1.4	291.0	62.2
311	484725.000	0.9	348.8	63.8
312	484750.000	1.1	339.8	64.6

ANNEXE

313	484775.000	0.4	1556.1	99.3
314	484800.000	0.5	1357.3	100.2
315	484825.000	0.5	1054.2	90.5
316	484850.000	0.4	603.1	70.6
317	484875.000	0.4	517.3	68.1
318	484900.000	0.5	432.7	65.9
319	484925.000	2.2	162.7	56.0
320	484950.000	4.2	157.3	57.6
321	484975.000	11.9	90.0	59.5
322	485000.000	21.3	12.6	28.8
		2409	58036	19108