

Université Mohamed khider - Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Civil et d'Hydraulique
Référence :...../ 2018

جامعة محمد خيضر- بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية و الري
المرجع:...../ 2018



Mémoire de Master

Spécialité : TRAVAUX PUBLICS

Option : VOIES ET OUVRAGES D'ART

Thème :

**Etude d'une liaison Lioua-Oumach
sur un tronçon de 10 km**

Etudiant:

CHICHA Houssam Saad

Encadreur:

• Dr. KHELIFA Tarek

Promotion: Juin 2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Je remercie, en premier lieu, mon Dieu le plus puissant qui m'a donné force et courage pour effectuer ce présent travail.

je remercie ma mère, mon père et ma famille, pour leurs soutiens, conseils et leurs sacrifices, Vous trouverez ici le témoignage de mon attachement, ma reconnaissance, ma gratitude et mon respect.

Je voudrais présenter mes remerciements à mon encadreur Dr. KHELIFA Tarek. Je voudrais également lui témoigner mon gratitude pour sa patience et son soutien qui m'a été précieux afin de mener mon travail à bon port., Sans oublier de remercier Dr. REMADNA Mohamed Sadok, pour sa générosité et sa disponibilité.

je tiens également à remercier tous mes enseignants pour la qualité de l'enseignement qu'ils ont bien voulu me prodiguer durant mes études afin de me donner une formation de qualité.

Enfin, je tiens aussi à exprimer l'honneur qui m'est fait par les membres de jury en acceptant d'évaluer mon travail.

Finalement, merci à toute personne qui m'a aidé pour la réalisation de ce travail.

Du fond du cœur, merci.

Abstract

Our work is to make a study of a linked road between the two communes LIOUA and OUMACHE On 10 km, The project develops on all the linear in an agricultural zone, The objective of this work is to make a technical and economic study which allow the displacement of the habitants in all safety in comfortable conditions thus for Improved the agricultural activities of the region, the economic specificities of the area allows us to judge that this project will bring to the region considerable possibilities of development.

For the study of this project, we will discuss in the first chapter the overall presentation of the project, where we will focus the objective of this project. The second chapter will include the study and analysis of the traffic and its different types. The third chapter is about surface dressing. In the following three chapters we will define the characteristics of the three geometric elements of the roads. Then we will do a study of earthwork and earth movement. The last chapter contains the quantitative estimate of the project to be carried out.

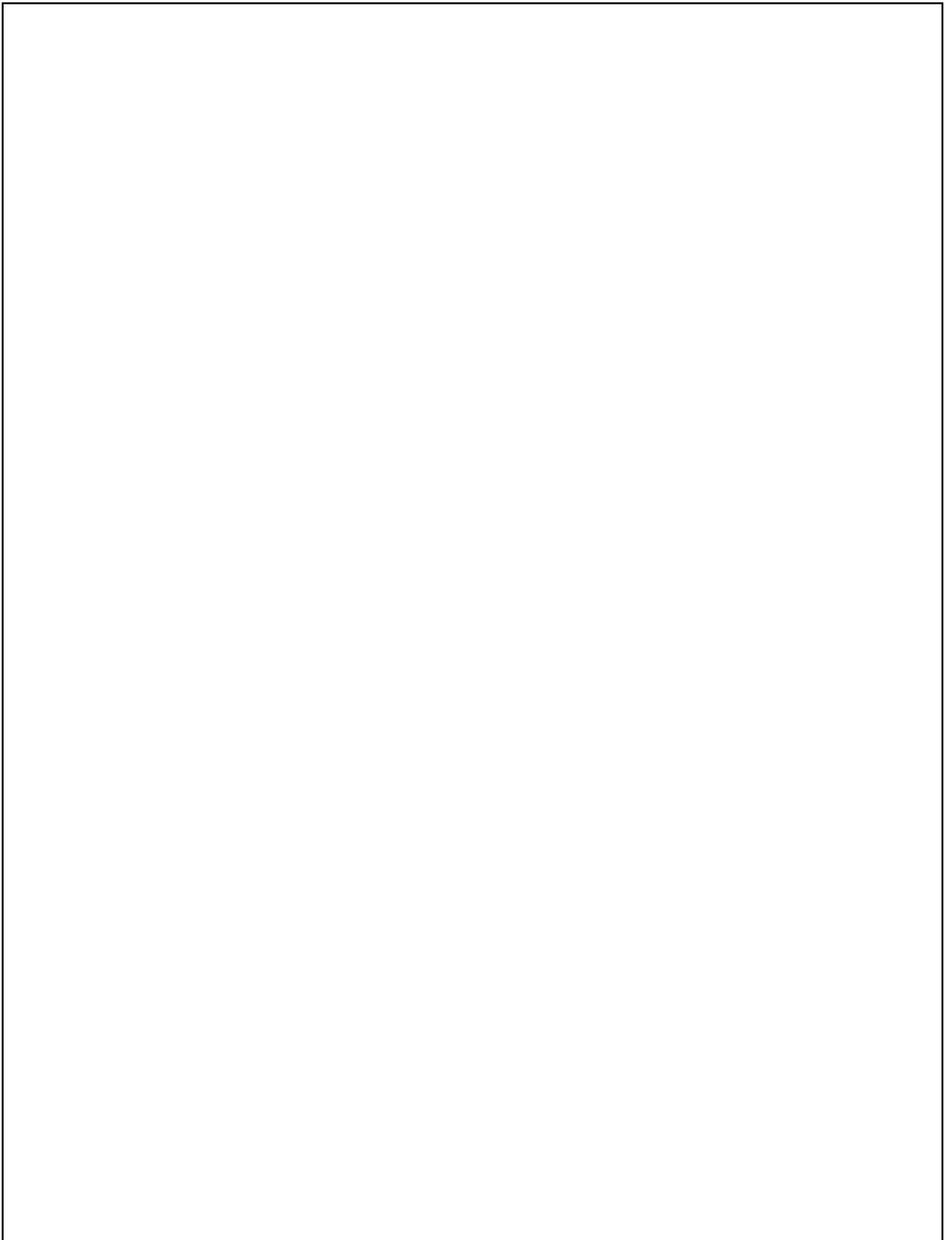
Keywords : Linked road, Trafic, Pavement, Surface dressing, Alignement, profil, Crosssection, Earthwork

Résumé

Notre travail consiste à faire une étude d'une liaison routier entre les deux communes LIOUA et OUMACHE Sur 10 km, Le projet se développe sur tout le linéaire dans une zone agricole, L'objectif de ce travail est de faire une étude technique et économique qui permette le déplacement des habitant en tous sécurité dans des condition confortable ainsi pour Amélioré les activités agricultural de la région, les spécificités économiques de la zone desservie nous permet de juger que ce projet va apporter à la région des possibilités de développement considérables.

Pour l'étude de ce projet, nous aborderons dans le premier chapitre la présentation globale du projet, où nous attacherons l'objectif de ce projet. Le deuxième chapitre comprendra l'étude et l'analyse du trafic et ses différents types existants. Dans le troisième chapitre nous parlerons des enduits superficiels. Dans les trois chapitres suivants nous définirons les caractéristiques des trois éléments géométriques de la route, Ensuite, nous allons faire une étude de terrassement et du mouvement de terre. Le dernier chapitre comportera le devis quantitatif, estimatif du projet à réaliser.

Mots clé : Liaison routier, Trafic, Corps chaussé, Enduit superficiel, Trace en plan, Profil en long, Profil en travers, Cubature



Sommaire

Introduction Général 1

Chapitre I : Présentation de projet 2

I.1 Généralités sur la wilaya de Biskra :2

I.1.1 Situation géographique de la wilaya :2

I.2 Localisation de projet :4

I.3 Description du tracé7

I.4 Les objectifs principaux de ce projet8

Chapitre II : Etude de trafic..... 9

II.1 Etude de trafic9

II.1.1 Introduction :9

II.1.2 Facteurs affectant la conception :9

II.1.3 Comptages9

II.2 Capacité d'une route10

II.2.1 La 1er étape : Evaluation de la demande10

II.2.2 La 2ème étape : Evaluation de l'offre11

II.2.3 La 3ème étape : Détermination du nombre de voies12

II.3 Application au projet13

II.4 Conclusion17

Chapitre III : Dimensionnement de chaussée..... 18

III.1 Introduction18

III.2 La chaussée18

III.2.1 Définition18

III.3 Les principales méthodes de dimensionnement19

III.3.1 Méthode C.B.R (California – Bearing – Ratio)19

III.3.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves20

III.4 Choix de la méthode de dimensionnement22

III.5 Application au projet :22

III.6 Les résultats des deux méthodes30

III.7 Conclusion :	31
Chapitre IV : Les enduits superficiels.....	32
IV.1 Généralité sur les enrobés :	32
IV.2 Les enrobés bitumineux	32
IV.2.1 Produits chauds.....	32
IV.2.2 Produits froids.....	32
IV.3 Les enduits superficiels :	33
IV.3.1 Les structures d'enduits superficiels.....	33
IV.4 Choix de la structure de l'enduit	37
IV.5 Exécution des travaux d'enduit superficiel	38
IV.5.1 L'épandage du liant :	38
IV.5.2 Le gravillonnage	39
IV.5.3 Le compactage	40
IV.6 Conclusion	41
Chapitre V : Tracé en plan.....	42
V.1 Introduction	42
V.2 La vitesse de projet :	42
V.3 Les éléments du tracé en plan :	43
V.3.1 Les alignements droits:	43
V.3.2 Arcs de cercle:	43
V.3.3 La courbe de raccordement :	46
V.4 Types de courbes de raccordement :	46
V.5 Paramètres fondamentaux	47
V.6 Exemple de calcul d'axe manuellement.....	47
V.7 Les résultats de calculs de l'axe en plan.....	51
Chapitre VI : Profil en long.....	53
VI.1 Introduction	53
VI.2 Eléments géométriques du profil en long :	53
VI.3 Déclivité.....	53
VI.4 Raccordements verticaux.....	53
VI.4.1 Raccordements convexes.....	55

VI.4.2 Raccordements concaves :	56
VI.5 CARACTÉRISTIQUES DES RAYONS EN LONG :	57
VI.6 APPLICATION AU PROJET:	57
VI.6.1 Exemple Du Calcul Du Profil En Long :	57
VI.7 Les résultats des calculs de profil en long.....	60
Chapitre VII : Profil en travers.....	62
VII.1 Introduction	62
VII.2 LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS.....	62
VII.3 Détermination des profils en travers :	63
VII.4 Différent type de profils en travers :	63
VII.5 Profil en travers type du projet.....	64
Chapitre VIII : Cubature	65
VIII.1 Introduction:	65
VIII.2 Définition :	65
VIII.3 Méthode de calcul des cubatures :	65
VIII.3.1 Méthode des volumes élémentaires.	66
VIII.3.2 La méthode des profils.....	66
VIII.4 Le choix entre les deux méthodes	67
VIII.5 Exemple de calculs :	68
VIII.6 Les résultats de calculs :	70
Devis Estimative-Quantitatif :.....	76
Conclusion générale	77
BIBLIOGRAPHIE	78

Listes des Tableaux :

TABLEAU II-1: COEFFICIENT D'EQUIVALENCE « P » - NORME B30 (1978)	10
TABLEAU II-2: COEFFICIENT LIE A L'ENVIRONNEMENT - NORME B30 (1978).....	11
TABLEAU II-3: COEFFICIENT DE REDUCTION DE CAPACITE - NORME B30 (1978)	12
TABLEAU II-4: CAPACITE DES ROUTES EN UVP / H - NORMES B30 (1978).....	12
TABLEAU III-1: LES COEFFICIENTS D'EQUIVALENCE DES MATERIAUX UTILISE	20
TABLEAU III-2: AMELIORATION DE LA SOL PORTANCE	21
TABLEAU III-3: CLASSIFICATION DES RESEAUX.....	24
TABLEAU III-4: CLASSIFICATION DES TRAFIC TPLI.....	25
TABLEAU III-5: CLASSIFICATION DE LA PORTANCE DE SOL-SUPPORT	25
TABLEAU III-6 : LES STRUCTURES PROPOSE POUR RP2, ZONE CLIMATIQUE III, DUREE DE VIE 15 ANS.....	26
D'APRES TABLEAU III-7 LA STRUCTURES OBTENU EST:.....	26
TABLEAU III-8: MODELISATION DE LA CHAUSSEE.	28
TABLEAU III-9: RESULTATS DE SIMULATION.	30
TABLEAU III-10: LES RESULTATS DES DEUX METHODES.....	30
TABLEAU IV-1: DOSAGE MOYEN (DONNES A TITRE INDICATIF)	33
TABLEAU IV-2: LES DOSAGES MOYENS HABITUELLEMENT RETENU SONT PRECISES CI-APRES.....	34
TABLEAU IV-3: DOSAGE MOYENS (DONNES A TITRE INDICATIF)	36
TABLEAU IV-4: LES FORMULATIONS MOYENNES.....	36
TABLEAU IV-5 : CLASSIFICATION DU TRAFIC (PL/JOURS/SENS).....	37
TABLEAU IV-6: CHOIX DES STRUCTURES POUR LA RASE COMPAGNE.	37
TABLEAU V-1: LES CARACTERISTIQUES DU TRACE EN PLAN	47
TABLEAU V-2: LES COORDONNEES DES POINTS A,B ET C.	48
TABLEAU V-3: LES RESULTAT DU CALCULES DE L'AXE EN PLAN PARTIE A	51
TABLEAU V-4 : LES RESULTAT DU CALCULES DE L'AXE EN PLAN PARTIE B.....	52
TABLEAU VI-1: VALEUR DE LA DECLIVITE MAXIMALE (B40).....	54
TABLEAU VI-2: CARACTERISTIQUE DES RAYONS VERTICAUX.....	57
TABLEAU VI-3: LES COORDONNEES DES POINTS A, S, D	58
TABLEAU VI-4: LES RESULTATS DE CALCULS DE PROFIL EN LONG PARTIE A.....	60
TABLEAU VI-5: LES RESULTATS DE CALCULS DE PROFIL EN LONG PARTIE B	61
TABLEAU VII-1 : LES DIMENSIONS DU PROFIL EN TRAVERS.....	64
TABLEAU VIII-1: CUBATURE REMBLAI-DEBLAI PARTIE A.....	70
TABLEAU VIII-2 : MATERIAUX DE CHAUSSEE - PROJET PARTI A	72
TABLEAU VIII-3 : VOLUME DE DECAPAGE - PROJET PARTI A.....	72
TABLEAU VIII-4: CUBATURE REMBLAI-DEBLAI PARTIE B	73
TABLEAU VIII-5 : MATERIAUX DE CHAUSSEE - PROJET PARTI B	75
TABLEAU VIII-6 : VOLUME DE DECAPAGE - PROJET PARTIE B	75
TABLEAU VIII-7: LES SOMMES DES CUBATURES	75
TABLEAU XI -1 : DEVIS ESTIMATIVE-QUANTITATIVE DU PROJET	76

Listes des Figures :

FIGURE I-1 : CARTE DE SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA DE BISKRA.	2
FIGURE I-2: LE RESEAU ROUTIER DE LA WILAYA DE BISKRA.	3
FIGURE III-1: LA STRUCTURE DE LA CHAUSSEE	18
FIGURE III-2: MODE DE FONCTIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE CHAUSSEE ADOPTE.....	27
FIGURE III-3: MODALISATION DE LA STRUCTURE DE BASE	29
FIGURE III-4:DEFINITION DE LA CHARGE DE REFERENCE.	29
FIGURE III-5: RESULTAT ECRAN-ALIZ	30
FIGURE IV-1 : LES ETAPES DE REALISATION D'ESMS	33
FIGURE IV-2 : LES ETAPES DE REALISATION D'ESMDG	34
FIGURE IV-3: LES ETAPES DE REALISATION D'ESMPG	35
FIGURE IV-4 : LES ETAPES DE REALISATION D'ESBIC	35
FIGURE IV-5 : LES ETAPES DE REALISATION D'ESBI	36
FIGURE IV-6 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU RECOUPEMENT DES JETS. LORSQU'UN JET EST BOUCHE, UNE BANDE DE L'ORDRE DE 10 CM DE LARGE NE REÇOIT QUE LES 2/3 DU DOSAGE PREVU.	39
FIGURE IV-7: SCHEMA DE PRINCIPE D'UN GRAVILLONNEURS PORTE.	39
FIGURE IV-8: SCHEMA DE PRINCIPE D'UN AUTO-GRAVILLONNEUR	40
FIGURE V-1: FORCE AGISSANT SUR UN VEHICULE DANS UN VIRAGE.	44
FIGURE V-2 : LES POINTS DES SOMMETS DANS LE PLAN ENTRE P1 ET P32.....	47
FIGURE V-3 : LA VARIATION DU DEVERS POUR LE PREMIER VIRAGE DU PROJET DEPUIS PK 0+000 M	50
FIGURE VI-1: ELEMENTS GEOMETRIQUES DU PROFIL EN LONG	53
FIGURE VI-2: VISIBILITE EN RACCORDEMENT CONVEXE	56
FIGURE VI-3: VISIBILITE EN RACCORDEMENT CONCAVE.....	56
FIGURE VI-4: UN PARTIE DU PREMIER RACCORDEMENT VERTICAL DU PROJET SITUE ENTRE P1 ET P44....	57
FIGURE VII-1: LES ELEMENTS D'UN PROFIL EN TRAVERS	62
FIGURE VIII-1: PROFIL EN TRAVERS D'UNE ROUTE MONTRE LES SURFACES DE DEBLAI ET REMBLAI	65
FIGURE VIII-2: EXEMPLE DE METHODES VOLUMES ELEMENTAIRES.....	66
FIGURE VIII-3 : LES PARAMETRES POUR CALCULER LA CUBATURE DEBLAIS ET REMBLAIS.	66
FIGURE VIII-4 : ENTRE PROFILS.....	67
FIGURE VIII-5: DISTANCES AUX PROFILS SUIVANT ET PRECEDENT	68
FIGURE VIII-6: LE PROFILE EN TRAVERS POUR P1	68
FIGURE VIII-7 : DISTANCE AU PROFILE SUIVANT ET PRECEDENT	68
FIGURE VIII-8 : LE PROFILE EN TRAVERS POUR P.2	68
FIGURE VIII-9: LES DIMENSIONS DE CORPS DE CHAUSSEE	69

Listes des Photos :

PHOTO I-1 : LOCALISATION DE PROJET	5
PHOTO I-2 : DEBUT DU LIAISON	5
PHOTO I-3 : FIN DU LIAISON.....	5
PHOTO I-4: LOCALISATION DE TRONÇON A ETUDIER	6
PHOTO I-5 : DEBUT DE TRONÇON	6
PHOTO I-6 : FIN DE TRONÇON.....	7
PHOTO I-7 : FIN DE PROJET A L'INTERSECTION LIAISON LIOUA-OUACHE ET LIAISON OURELLAL	7
PHOTOS I-8 : LA NATURE DES TERRAINS TRAVERSES	8
PHOTOS I-9 : GROUPE D'HABITATION.....	8
PHOTOS I-10 : OASIS	9
PHOTOS I-11 : LES SERRES AGRICOLES	9
PHOTO IV-1 : REPANDEUSE A LIANT	42
PHOTO IV-2 : LE COMPACTAGE D'ENDUIT SUPERFICIEL	44

Introduction Général

Les infrastructures de transport, et en particulier les routes, doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie locale.

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant, soit par défaut, soit par saturation. Il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes.

D'où l'importance de notre étude, qui consiste élaborer le raccordement du Chemin de Wilaya CW61 vers la Route Nationale RN°03 tout en déviant les villes de Lioua, Mekhadma, Ourellal, Mili et Oumache. Il consiste à faire une étude d'une liaison entre les deux communes LIOUA et OUMACHE Sur 25 Km, Dans notre projet nous allons étudier une partie de ce projet de 10 Km qui commence après environ 1800 m à partir de l'intersection CW61, et qui se termine à l'intersection Lioua-Oumache et la liaison Ourellal.

Chapitre I : Présentation de projet

I.1 Généralités sur la wilaya de Biskra.

I.2 Localisation de projet.

I.3 Description du tracé.

I.4 Les objectifs principaux de ce projet.

Chapitre 1 : Présentation de projet

I.1 Généralités sur la wilaya de Biskra :

I.1.1 Situation géographique de la wilaya :

La ville de Biskra se situe au sud-est de l'Algérie, elle occupe une superficie de 21.67km², son altitude est de 128 mètre au niveau de la mer. Elle est caractérisée par un climat un peu froid en hiver, chaud et sec en été La wilaya est limitée par :

- **Le nord** : wilaya de Batna et M'sila.
- **Le sud** : wilaya de Ouargla et el-oued.
- **L'est** : wilaya de Khenchela.
- **L'ouest** : wilaya de Djelfa.

La ville de Biskra contient 33 communes, elles sont présentées par ordre alphabétique et avec codes postaux.

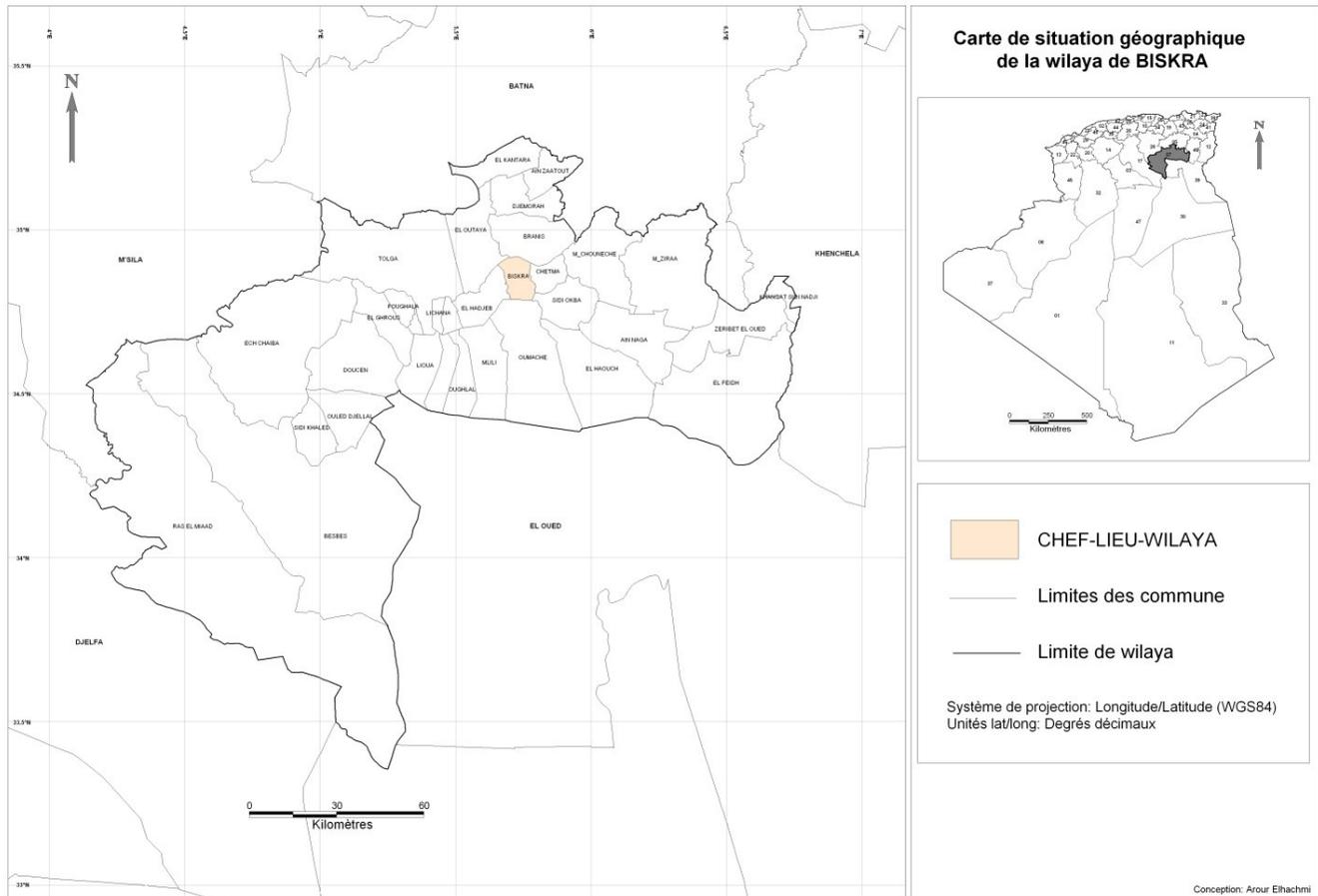


Figure I-1 : Carte de situation géographique de la wilaya de Biskra.

Chapitre 1 : Présentation de projet

❖ Le réseau routières de la wilaya:

- RN : 647 Km
- CW: 689.6 Km
- CC : 1.119.82 Km

Nombre d'ouvrage d'art sur RN (95)

Nombre d'ouvrage d'art sur CW (46)

Nombre d'ouvrage d'art sur CC (49)

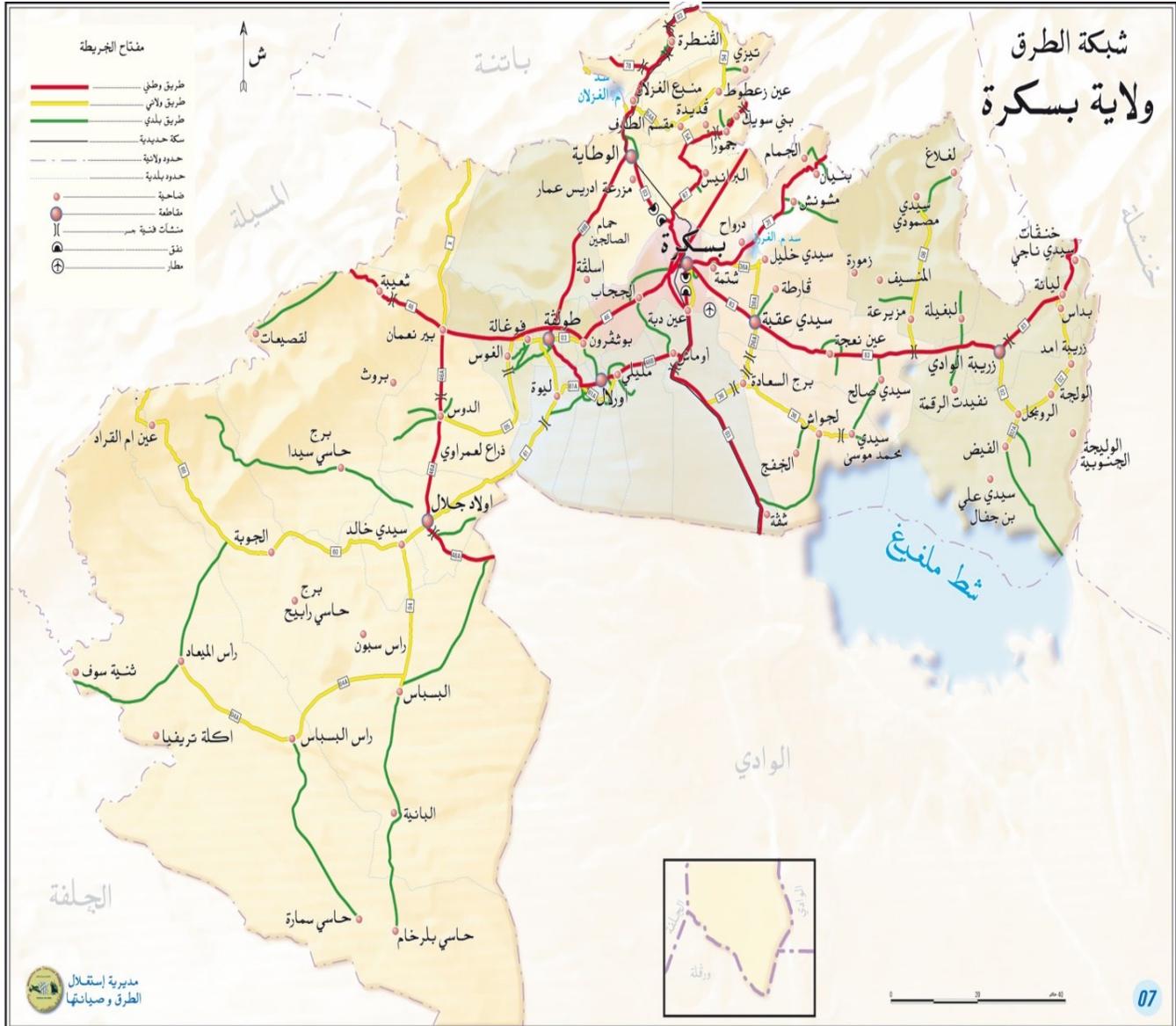


Figure I-2: Le réseau routier de la wilaya de Biskra.

Chapitre 1 : Présentation de projet

I.2 Localisation de projet :

Le projet étant situé à la commune de Lioua situé dans la wilaya de Biskra. Il consiste à faire une étude d'une liaison entre les deux communes LIOUA et OUMACHE sur 25 Km.



Photo I-1 : Localisation de projet

La liaison débute à l'intersection avec le CW61 au PK 15+540 et se termine à la jonction avec la RN03, au sud d'oued DJEDDI.



Photo I-2: Début du liaison



Photo I-3: Fin du liaison

Nous allons étudier une tronçon de ce projet qui commence après environ 1800 m à partir de l'intersection cw61, le dernier représente une partie de la route revêtue existante, et qui se termine à l'intersection Lioua-Oumache et la liaison Ourellal après 10 Km, traversant des pistes et des terrains agricoles.

Chapitre 1 : Présentation de projet



Photo I-4: Localisation de tronçon à étudier



Photo I-5: Début de tronçon



Photo I-6: fin de tronçon



Photo I-7: Fin de projet à l'intersection liaison Lioua-Oumache et liaison Ourellal

I.3 Description du tracé

La région d'étude est caractérisée par un relief très plat où les terrains sont à caractère agricole, le projet se développe donc sur tout le linéaire dans une zone agricole, il s'éloigne vers l'Est pour rester parallèle à Oued DJEDDI en traversant plusieurs pistes agricoles.



Photos I-8: La nature des terrains traversés

❖ Les contraintes :

La liaison se trouve dans une zone d'exploitation agricole et pastorale, mise à part les groupes d'habitations qui longent le tracé, et quelques contraintes (Oasis et Serres).

Groupe d'habitation :



Photos I-9: Groupe d'habitation

Oasis



Photos I-10 : Oasis

Les serres agricoles



Photos I-11 : Les serres agricoles

I.4 Les objectifs principaux de ce projet

- ❖ Assuré l'écoulement du trafic de transit du Chemin de Wilaya vers la Route Nationale RN03 tout en évitant les villes de Lioua, Mekhadma, Ourellal, Mili et Oumache.
- ❖ Relancer les activités économiques dans une région agricole.
- ❖ Créer une desserte pour les citoyens habitants au sud de l'Oued Djeddi.
- ❖ L'amélioration du cadre de vie des citoyens de ces régions.
- ❖ L'amélioration des conditions de circulation et notamment la fluidité en période de pointe.
- ❖ La diminution du temps de parcours pour le trafic de transit.

Chapitre II : Etude de trafic

II.1 Etude de trafic

II.2 Capacité d'une route

II.3 Application au projet

II.4 Conclusion

II.1 Etude de trafic

II.1.1 Introduction :

L'efficacité fonctionnelle d'une route est mesurée en fonction de sa capacité à assister et accommoder la circulation des véhicules avec sécurité et efficacité. Pour déterminer son niveau d'efficacité certains paramètres associés doivent être mesurés et analysés. L'analyse de ces paramètres influencera directement sur l'échelle et la conception de la route proposée, ainsi que le type et la quantité de matériaux utilisés.

II.1.2 Facteurs affectant la conception :

- ❖ Le volume de circulation
- ❖ Les types de véhicules
- ❖ La sécurité
- ❖ Le climat
- ❖ L'esthétique

II.1.3 Comptages

II.1.3.1 Les catégories des comptages :

Le volume de la circulation sur un axe routier concerné est obtenu par une étude de trafic, à l'heure actuelle on obtient les renseignements dont on dispose à ce sujet par les comptages. On peut classer les comptages par trois catégories :

- ❖ **Les comptages autoroutiers :**

(Cumul des échanges de gare à gare) qui **indiquent** des véhicules réels.

- ❖ **Les comptages automatiques routiers :**

Qui sont de deux types :

- Ceux qui sont donnés par des postes équipés **de tubes pneumatiques**, fournissant des chiffres correspondant à des paires d'essieux (unité de comptage automatique : U.C.A).
- Ceux qui sont donnés par des postes équipés **de boucles magnétiques**, fournissant des chiffres correspondant à des véhicules réels (tous **véhicules** confondus).

- ❖ **Les comptages manuels :**

La majeure partie des comptages dont les résultats sont utilisés sur le plan national provient des compteurs automatiques routiers, les écarts observés entre les chiffres fournis par les boucles magnétiques et ceux fournis par les tubes pneumatiques sont en moyenne de 10% et varient selon l'importance du trafic PL et sa composition.

II.1.3.1 Les problèmes posés par l'utilisation des comptages:

Lorsqu'on réalise une étude de trafic le premier problème qui nous face c'est d'utiliser correctement les résultats des comptages, pour cela il faut recueillir tous les éléments utiles à

Chapitre 2 : Etude de trafic

l'étude de trafic sur plusieurs années pour obtenir des résultats rigoureux de l'évolution de la circulation. Les problèmes les plus souvent sont les suivants :

- Anomalies dans l'évolution des comptages sur un axe pour une ou plusieurs périodes.
- Incohérence dans les trafics observés sur diverses sections d'un axe.
- Manque total d'informations sur une partie du réseau.

II.2 Capacité d'une route

Le nombre de voies à prévoir est en relation avec la capacité de la route et de la demande en trafic, la procédure de calculs à suivre est :

II.2.1 La 1er étape : Evaluation de la demande

Le trafic comporte des variations horaires, journalières et saisonnières importants. Il est en général mesuré par deux indicateurs :

- Le trafic journalier moyen annuel **TJMA**.
- Le débit horaire du point normal **Q**.

Il nécessite de connaître l'année horizon et le trafic effectif en unité de véhicules particuliers (uvp).

✓ **Trafic effectif:**

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

$$T_{\text{eff}} = ((1-Z) + PZ) \times TMJA_{\text{horizon}}$$

Tel que :

- **Z** : le pourcentage de poids lourds.
- **P** : coefficient d'équivalence pour le poids lourds, il dépend de la nature de la route.
- **TMJA_{horizon}** : trafic journalier moyen à l'année horizon.

La présence des véhicules **poids lourds** réduit le débit des routes ainsi l'encombrement des poids lourds est évalué comme **P véhicules particulière**, **P** variant et sa valeur est associée à la nature topographique du terrain et le nombre des voies d'une route.

Le tableau ci-dessous nous permet de déterminer le coefficient d'équivalence « **P** » pour poids lourds en fonction de l'environnement et les caractéristiques de notre route.

Tableau II-1: Coefficient d'équivalence « P » - Norme B30 (1978)

Routes	Environnement		
	Plaine	Vallonnée	Montagneuse
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voie et plus	2	4	8

Chapitre 2 : Etude de trafic

✓ Trafic à un horizon:

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

$$TJMA_{\text{horizon}} = (1 + \tau)^n \times TMJA_{\text{service}}$$

- **TMJA_{service}** : trafic journalier moyen à l'année de mise en service.
- **τ** : taux d'accroissement annuel.
- **n** : nombre d'année à partir de l'année de mise en service.

✓ Le débit horaire normal Q:

Débit de pointe horaire normale s'exprime en unité de véhicules particuliers après la transformation de l'encombrement de différents types de véhicule dont on utilise généralement la formule suivante :

$$Q = 1/n \times UVP$$

Tel que :

- **Q** : débit de pointe horaire normale (en u.v.p).
- **1/n** : coefficient de pointe.

Le coefficient **1/n** permettant de calculer le débit de pointe horaire normale sera pris égal dans le cas général à **0,12**.

II.2.2 La 2ème étape : Evaluation de l'offre

On détermine le débit horaire admissible :

$$D_{adm} = K1 \times k2 \times C_{th}$$

Tel que :

- **C** : capacité effective du profil en travers en régime stable par UVP/h.
- **K1** : coefficient dépendant de l'environnement.
- **K2** : coefficient réducteur de capacité traduisant la déférence entre caractéristiques réelles et idéales de circulation.

Tableau II-2 : Coefficient lié à l'environnement - Norme B30 (1978)

Environnement	E ₁	E ₂	E ₃
K ₁	0.75	0.85	1.90 - 0.95

Chapitre 2 : Etude de trafic

Tableau III-3: Coefficient de réduction de capacité - Norme B30 (1978)

Environnement	Catégorie de la route				
	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

II.2.3 La 3ème étape : Détermination du nombre de voies

❖ S'il s'agit de chaussée bidirectionnelle :

on compare Q et D_{adm} et on adopte le profil auquel correspond la valeur D_{adm} la plus proche de Q .

$$Q \leq D_{adm}$$

Ou bien :

$$C_{th} \geq \frac{Q}{K_1 \times k_2}$$

D'après le **tableau 4** si dessous, nous choisissons la valeur de C_{th} appropriée.

❖ S'il s'agit de chaussée unidirectionnelle :

Le nombre de voies pour chacune des chaussée est le nombre entiers le plus proche de :

$$N = S \times \frac{Q}{D_0}$$

Tel que :

- S : étant un coefficient traduisant la **dissymétrie** dans la répartition du trafic dans les deux sens, en générale égale à $2/3$.
- D_0 : débit admissible par voie = $K_1 \times K_2 \times C_0$ avec

Tableau VI-4: Capacité des routes en uvp / h - Normes B30 (1978).

	Capacité théorique
Route à 2 voies de 3,5 m	1500 à 2000 uvp/h
Route à 3 voies de 3,5 m	2400 à 3200 uvp/h
Route à chaussée séparée	1500 à 1800 uvp/h

II.3 Application au projet

Pour assurer la fluidité de la circulation des véhicules dans le projet actuel il faut connaître l'évolution de débit dans l'année horizon, qui permet de déterminer le nombre des voies et la largeur de chaussée pour un écoulement dans des conditions acceptable.

Données de base :

- Année de comptage **2018**
- Année de mise en service **2021**
- Duré de vie **n= 15ans**
- Année horizon **2036**
- Taux de croissance : $\tau = 4\%$
- Pourcentage en poids lourds : **Z = 34%**
- Trafic journalier TJMA (2018) **2165 v/j**
- Catégorie de la route **C2**
- Environnement **E1**

Evaluation offre-demande :

- Trafic de l'année mise en service (2021) :

$$\begin{aligned} \text{TJMA (2021)} &= (1+t)^3 \times \text{TMJA (2018)} \\ &= (1+0.04)^3 \times 2165 \end{aligned}$$

$$\text{TJMA (2021)} = 2435 \text{ V/J}$$

- Trafic à l'année horizon (2036) :

$$\begin{aligned} \text{TJMA (2036)} &= (1+t)^{15} \times \text{TMJA (2021)} \\ &= (1+0.04)^{15} \times 2165 \end{aligned}$$

$$\text{TJMA (2036)} = 4386 \text{ V/J}$$

Calcul du trafic effectif :

- Trafic effectif à l'année horizon :

$$\begin{aligned} T_{\text{eff}} &= ((1-Z) + PZ) \times \text{TMJA (2036)} \\ &= ((1-0.34) + 3 \times 0.34) \times 4386 \end{aligned}$$

$$T_{\text{eff 2036}} = 7368 \text{ UVP/J}$$

Débit de pointe horaire normal :

- $Q = 1/n \times T_{\text{eff}}$
Avec $(1/n) = 0.12$
- Année horizon :
 $Q = 0.12 \times T_{\text{eff } 2036}$
 $= 0.12 \times 7368$

$$Q_{2036} = 884 \text{ uvp/h}$$

Débit admissible :

Le débit que supporte une section donnée :

- $D_{\text{adm}} = K1 \times k2 \times C_{\text{th}}$
 $K1 = 0.75$ pour (E1)
 $K2 = 1$ pour (E1, C2)

Le débit Q prévisible doit être inférieur au débit maximal que la route peut supporter (D_{adm}).

$$Q_{2036} \leq D_{\text{adm}}$$

$$Q_{2036} \leq K1 \times k2 \times C_{\text{th}}$$

$$C_{\text{th}} \geq \frac{Q_{2036}}{K1 \times k2} = 1179 \text{ UVP/h}$$

Pour un chaussée de 2 voies : $C_{\text{th}} = 1800 \text{ UVP/h}$

$$C_{\text{th}} \geq 1179 \text{ UVP/h}$$

Donc le nombre de voie est :

$$N = 2 \text{ voies}$$

Trafic proposé

Souvent le rapport, le trafic est estimé de **2165 v/j** dans l'année **2018** dans laquelle la route est classée dans le **réseau principales 1**, il semble que ce trafic est très élevé, parce que la route existante CW61 n'est pas supprimée et qui reste toujours en service, donc par manque de l'information exacte de trafic, je propose la moitié du trafic estimé et qu'il sera **1083 v/j** et majoré le pourcentage de poids lourd à **49%** et les résultats seront comme suit :

Evaluation offre-demande :

- Trafic de l'année mise en service (2021) :

$$TJMA (2021) = (1+0.04)^3 \times 1083$$

$$TJMA (2021) = 1218 \text{ V/J}$$

- Trafic à l'année horizon (2036) :

$$TJMA (2036) = (1+0.04)^{15} \times 1218$$

$$TJMA (2036) = 2194 \text{ V/J}$$

Calcul du trafic effectif :

- Trafic effectif à l'année horizon :

$$T_{\text{eff}} = ((1-0.49) + 3 \times 0.49) \times 2194$$

$$T_{\text{eff } 2036} = 2215 \text{ UVP/J}$$

Débit de pointe horaire normal :

- Année horizon :

$$Q = 0.12 \times 2215$$

$$Q_{2036} = 266 \text{ uvp/h}$$

Débit admissible :

Le débit Q prévisible doit être inférieur au débit maximal que la route peut supporter (D_{adm}).

$$C_{th} \geq \frac{Q_{2036}}{K_1 \times k_2} = 354 \text{ UVP/h}$$

Pour un chaussée de 2 voies : $C_{th} = 1800 \text{ UVP/h}$

$$C_{th} \geq 354 \text{ UVP/h}$$

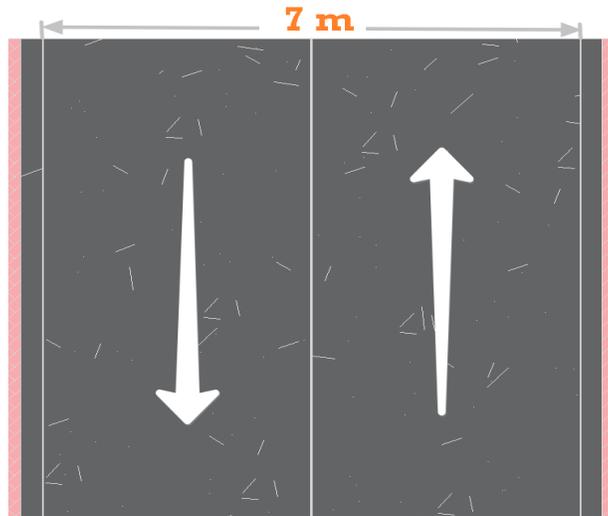
Donc le nombre de voie est :

$$N = 2 \text{ voies}$$

II.4 Conclusion

Nous constatons que la valeur ressortie du calcul de nombre de voies du profil en travers nous donne une valeur de **2 voies** pour les deux cas calculé par le trafic obtenu et par le trafic proposé.

On propose une largeur chaussée de **7 m** et **1.5 m** pour les accotements.



Chapitre III : Dimensionnement de chaussée

III.1 Introduction

III.2 La chaussée

III.3 Les principales méthodes de dimensionnement

III.4 Choix de la méthode de dimensionnement

III.5 Application au projet

III.6 Les résultats des deux méthodes

III.7 Conclusion

III.1 Introduction

Le dimensionnement d'une structure de chaussée routière consiste à déterminer la nature et l'épaisseur des couches qui la constituent afin qu'elle puisse résister aux diverses agressions auxquelles elle sera soumise tout au long de sa vie.

La structure d'une chaussée routière doit résister à diverses sollicitations, notamment celles dues au trafic et elle doit assurer la diffusion des efforts induits par ce même trafic dans le sol de fondation. L'application d'une charge roulante induit ainsi une déformation en flexion des couches de la structure. Cette flexion entraîne des sollicitations en compression au droit de la charge et des sollicitations en traction à la base des couches d'enrobés.

Il existe différentes méthodes pour bien appréhender cette déformation. Elles donnent lieu ensuite à différents modèles de dimensionnement.

III.2 La chaussée

III.2.1 Définition

Les chaussées se présentent comme des structures multicouches mise en œuvre sur un ensemble appelé plate-forme support de chaussée constituée du sol terrassé surmonté généralement d'une couche de forme.

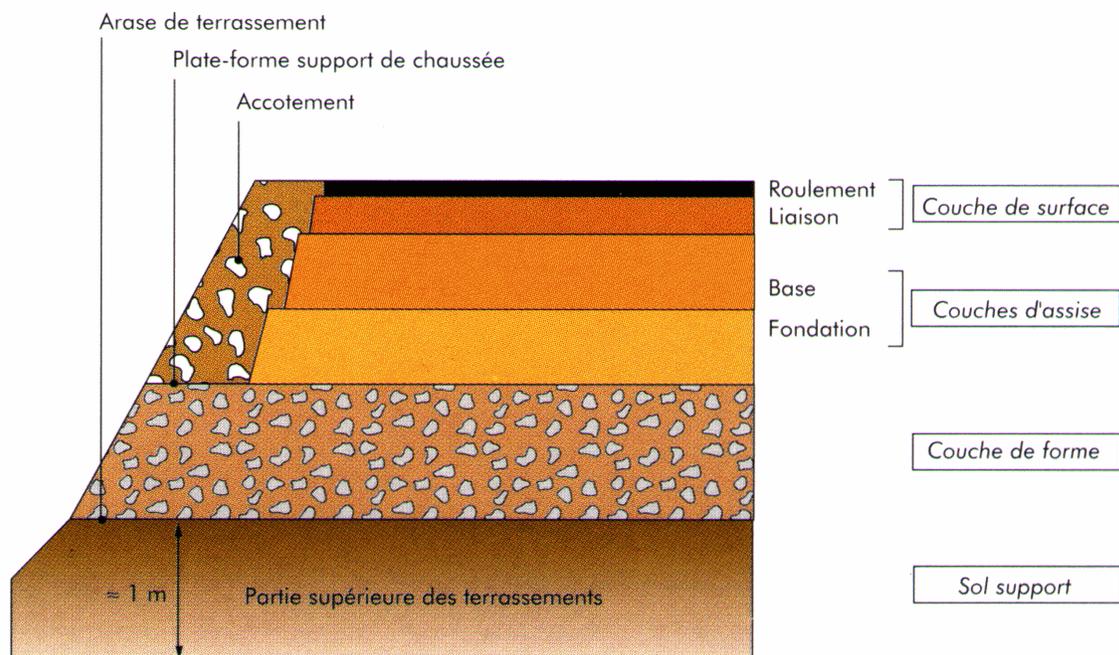


Figure III-1: La structure de la chaussée

Chapitre 3 : Dimensionnement de chaussée

❖ Les différentes structures des chaussées

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, on distingue généralement les trois différents types de structure suivante :

- **Les chaussées souples :**

C'est une structures de chaussées dans le quelle l'ensemble des couches liées qui la constituent, sont traité au liant hydrocarbonée.

- **Les chaussées semi-rigides :**

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

- **Les chaussées rigides :**

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

III.3 Les principales méthodes de dimensionnement

On distingue deux types de méthode :

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

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

III.3.1 Méthode C.B.R (California - Bearing - Ratio)

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

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

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

Avec:

e: épaisseur équivalente

I: indice CBR (sol support)

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

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

Log: logarithme décimal

Chapitre 3 : Dimensionnement de chaussée

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

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

$a_1 \times e_1$: couche de roulement

$a_2 \times e_2$: couche de base

$a_3 \times e_3$: couche de fondation

Où: c_1, c_2, c_3 : coefficients d'équivalence.

e_1, e_2, e_3 : épaisseurs réelles des couches.

❖ Coefficient d'équivalence

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

Tableau III-1: Les coefficients d'équivalence des matériaux utilisés

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

III.3.2 Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves

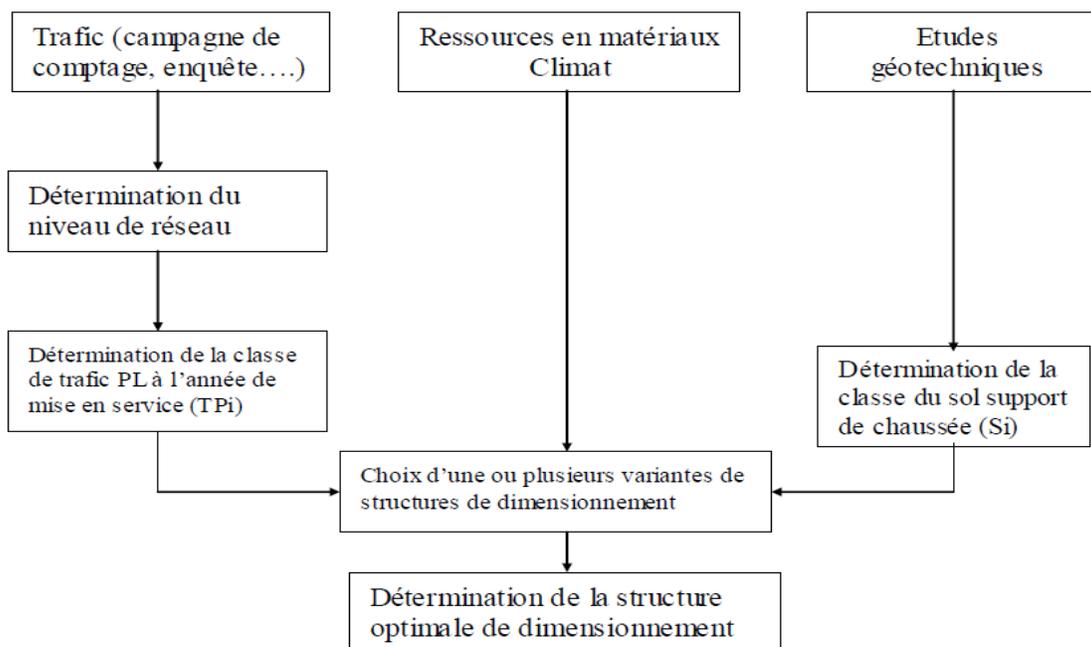
L'utilisation de catalogue de dimensionnement fait appel aux mêmes paramètres utilisés dans les autres méthodes de dimensionnement de chaussées : Trafic, matériaux, sol support et environnement.

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 rationnelles qui se base sur deux approches :

- ✓ Approche théorique.
- ✓ Approche empirique

❖ La démarche du catalogue



❖ Amélioration de la portance à long terme 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 épaisseur de CF, le mode de sa mise en place (nombre de couches et la nature du matériel utilisé (les plus répandus en Algérie) pour la réalisation de la CF. les résultats de ces recherches sont résumés dans le tableau suivant:

Tableau III-2: Amélioration de la sol portance

Classe de portance de sol terrassé (Si)	Matériaux de couche de forme	Epaisseur de Matériaux de couche de forme	Classe de portance de sol-support visée (Sj)
< S4	Matériaux non traité	25 cm (en 2 couches)	S3
S4	//	35 cm	S3
S4	//	60 cm (en 2 couches) *	S2
S3	//	40 cm (en 2 couches)	S2
S3	//	70 cm (en 2 couches) *	S1

Remarque :

(*) En pratique **les matériaux non traité** lorsqu'elles sont de grand épaisseurs on les divise en sous couches d'une manière la couche minimal est de **15 cm** et la couches maximale **25 cm** d'après le catalogue de dimensionnement des chaussées neuves. Fascicule 3.

III.4 Choix de la méthode de dimensionnement

Peu importe la méthode choisie, c'est la maîtrise qui nous intéresse le plus, c'est pour cela on a choisis les deux méthodes qui sont :

- Méthode **CBR**.
- Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves du CTTTP. car c'est les méthodes les plus répondues en Algérie.

III.5 Application au projet :

- Donnée
 - Année de comptage **2018**
 - Année de mise en service **2021**
 - Duré de vie **n= 15ans**
 - Année horizon **2036**
 - Taux de croissance : $\tau = 4\%$
 - Pourcentage en poids lourds : **Z = 49%**
 - Trafic journalier TMJA (2018) **1083 v/j**
 - Trafic journalier TMJA (2021) **1218 v/j**
 - la répartition transversal du trafic pour un chaussée bidirectionnelle à 2 voies :
 - rép = 50 %
 - **Indice CBR : CBR=35**

❖ méthode CBR:

Dans cette partie, il convient juste de préciser les épaisseurs des couches de chaussée selon des procédés de calcul.

Nombre du poid lourds 2021 :

$$\text{NP12021} = \text{TMJA 2021} \times \text{rép} \times Z$$

$$\text{NP12021} = 1083 \times 50\% \times 49\%$$

$$\text{NP12021} = 298 \text{ PL /J/voie}$$

Nombre du poid lourds 2036 :

$$\text{NP12036} = 298 (1 + 0.04)^{15}$$

$$\text{NP12036} = 538 \text{ PL /J/voie}$$

Détermination l'épaisseur total du corps de chaussé :

$$e = \frac{100 + \sqrt{6.5 \left(75 + 50 \log \frac{538}{10} \right)}}{35 + 5}$$

$$e = 12.8 \text{ cm}$$

Chapitre 3 : Dimensionnement de chaussée

Pour proposer le dimensionnement de la structure de notre chaussée, il nous faut résoudre l'équation suivante :

$$e_{eq} \geq e$$

✓ proposition d'une structure de chaussée

- ❖ **Enduit superficiel.**
- ❖ **Grave non traité.**

- **(GNT) : $e_1 \times a_1 = 15 \times 1 = 15 \text{ cm}$.**

$$e_{eq} > 12.8 \text{ cm}$$

La structure proposé sera donc:

Enduit superficiel
(GNT) = 15 cm

❖ **La méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves :**

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

Tableau III-3: Classification des réseaux

Réseau principale	Trafic (véhicule / jour)
RP1	>1500
RP2	<1500

$$TJMA_{2021} = 1218 \text{ v/j}$$

$$1218 < 1500$$

» Le réseau principal est : **RP2**

Chapitre 3 : Dimensionnement de chaussée

1. classe du trafic:

Les classe des trafic (TPLi) adoptées dans les fiches structures de dimensionnement sont données, pour chaque niveau de réseau principal, en nombre PL par jour et par sens à l'année de mise en service :

- TMJA2021 = 1218 v/j

- $\tau = 4\%$

- Z = 49%

- TPLi= 298 PL/j/sens

Classe TPLi :

Tableau III-4: Classification des trafic TPLi

TPLi	3	4	5	6	7
PL/j/sens	150 - 300	300 - 600	600 - 1500	1500 - 3000	3000 - 6000
La classe TPL3					

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

Présentation de la classe de portance des sols :

le tableau suivante 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 III-5: classification de la portance de sol-support

CBR	< 5	5 - 10	10 - 25	25 - 40
Portance de sol				S1

CBR =35

>> Le sol support est de la **classe S1**

3. Choix des différentes couches constituant de la chaussée :

❖ Choix de dimensionnement

nous sommes dans le réseau principale (RP2), la zone climatique III , durée de vie de 15 ans, taux d'accroissement moyen (4%) , la portance de sol (S1) après le renforcement et une classe de trafic (TPL3).

Avec toutes ces données, le catalogue Algérien (Fascicule N°3) propose la structure suivante :

Tableau III-6: Les structures proposé pour RP2, zone climatique III, durée de vie 15 ans.

TPLi PL/j/sens	Si	S3	S2	S1	S0
		25 MPa	50 MPa	125 MPa	200 MPa
300 TPL3			ES 20 GNT 35 GNT	ES 20 GNT 15 GNT	ES 25 GNT
150 TPL2		ES 20 GNT 50 GNT	ES 20 GNT 30 GNT	ES 20 GNT 15 GNT	ES 20 GNT
100 TPL1		ES 20 GNT 45 GNT	ES 20 GNT 25 GNT	ES 15 GNT 15 GNT	ES 20 GNT
50 TPL0		ES 15 GNT 40 GNT	ES 15 GNT 25 GNT	ES 20 GNT	ES 15 GNT
0					

Si : Classe de sol support

TPLi : Classe de trafic PL/jour/sens

ES : Enduit superficiel

GNT : Grave non traitée

Epaisseur de mise en œuvre : GNT (min=15, max=25)

Toutes les épaisseurs sont données en cm

Chapitre 3 : Dimensionnement de chaussée

D'après tableau Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-1 la structure obtenue est:

- Enduit superficiel : ES
- Couche de Base: GNT = 20 cm
- Couche de fondation : GNT = 15 cm

❖ Mode de fonctionnement de la structure

Le schéma suivant donne un aperçu sur le mode de fonctionnement de la structure de chaussée adoptée :

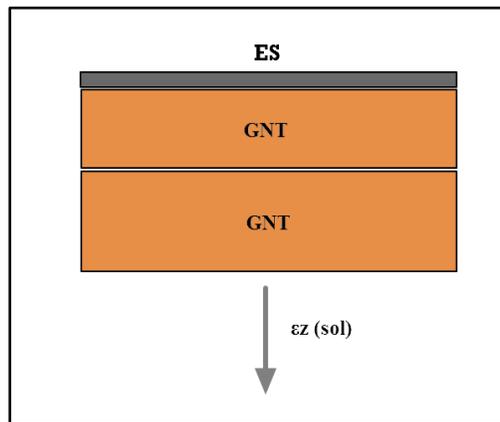


Figure III-2: Mode de fonctionnement de la structure de chaussée adoptée

ϵ_z (sol) étant la déformation verticale sur le sol support, donc il faut juste calculer la déformation admissible de sol support et vérifier le avec les résultats obtenus par Alizé.

❖ $\epsilon_{z,adm}$ pour (sol support) :

La déformation admissible sur le sol support $\epsilon_{z,adm}$ est donnée par une relation empirique déduite à partir d'une étude statistique de comportement des chaussées algériennes.

$$\epsilon_{z, adm} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot (TCEi)^{-0.235}$$

Calcul du trafic cumulé équivalent TCEi :

$$TCEi = TPLi \times 365 \times \frac{(1 + \tau)^n - 1}{\tau} \times A$$

- A : coefficient d'agressivité (A=0.6 / pour le sol support).

$$\bullet \quad TCEi = 298 \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{15} - 1}{0.04} \times 0.6$$

$$TCEi = 1.309 \times 10^6$$

Chapitre 3 : Dimensionnement de chaussée

$$\epsilon_{z, adm} = 22.10^{-3} \cdot (1.309 \times 10^6)^{-0.235}$$

$$\epsilon_{z, adm} = 803.4 \cdot 10^{-6}$$

Calcul automatique : vérification du dimensionnement

Pour vérifier cette structure on a calculé la déformation admissible verticale :

- $\epsilon_{z, adm} = 803.4 \mu\text{def}$

la structure de la chaussée devra satisfaire à la condition (essai de simulation) pour les matériaux utilisée dans la structure de chaussée :

- $\epsilon_{z, cal} < \epsilon_{z, adm}$.

D'ou $\epsilon_{z, cal}$ peuvent être déterminer à partir d'un calcul automatique avec le logiciel Alize LCPC.

La modélisation de la structure de la chaussée :

Performances mécaniques des matériaux :

Conditions aux interfaces : tous les interfaces sont collées.

Caractéristiques de la GNT :

- $E_{base} = 500 \text{ MPa}$
- Valeur de $K = 2.5$
- $Nu = 0.25$

Pour la couche de fondation et la couche de forme :

$$E_{sol} = CBR \times 5$$

Pour la couche de fondation:

- $E_1 = k \times E_{sol}$
 - $E_1 = 2.5 \times 175$
 - $E_1 = 300 \text{ MPa}$

Chapitre 3 : Dimensionnement de chaussée

Tableau III-8: Modélisation de la chaussée.

		Ee (cm)	E (MPa)	Nu	Matériaux
Couche de base	Ebase	20	500	0.25	GNT
Couche de fondation	Efondation	15	350	0.25	GNT
Sol support	Esol	∞	175	0.35	Sol en place

❖ Modélisation de la chaussée sur Alize :

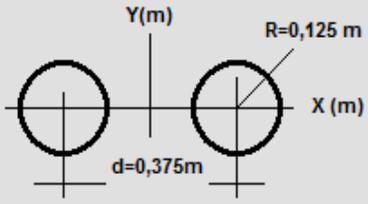
	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,2	500	0,25	autre
collé	0,15	350	0,25	autre
	infini	175	0,35	autre

Figure III-3: Modalisation de la structure de base

❖ **Les Résultats de simulation:**

D'abord avant relancer le calcul automatique il faut définir la charge de référence sous la charge de jumelage standard français.

Charge référence : jumelage standard



Caractéristiques

rayon (m) = 0,1250

pression (MPa) = 0,6620

poids/roue (MN) = 0,03250

d entre-axe (m) = 0,3750

option1 : jumelage standard français

option2 : autre jumelage

option3 : roue isolée

option4 : aucune charge de référence

Points de calcul

points (x=0 et d/2 y=0 z=interfaces)

autres points à définir

OK Annuler

Figure III-4: Définition de la charge de référence.

Chapitre 3 : Dimensionnement de chaussée

Les données et les résultats de calcul automatique s'affichent sur l'écran :

T2_CBR35							
épais. (m)	module (MPa)	coefficient Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (μdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (μdef)	SigmaZ (MPa)
0,200	500,0 collé	0,250	0,000	-281,4	-0,081	750,1	0,657
			0,200	-223,7	-0,061	514,6	0,234
0,150	350,0 collé	0,250	0,200	-223,7	-0,020	681,8	0,234
			0,350	-253,0	-0,071	368,7	0,103
infini	175,0	0,350	0,350	-253,0	-0,003	566,1	0,103

Figure III-5: Résultat écran-Aliz

La déformation de sol support d'après Alizé est :

$$\epsilon_{z,cal}(\text{sol}) = 566 \mu\text{def}$$

Tableau III-9: Résultats de simulation.

	Déformation calculée $\epsilon_{z,cal}$	Déformation admissible $\epsilon_{z,adm}$
ϵ_z sol support	566 μdef	803.4 μdef

la structure proposé est donc vérifiée puisque $\epsilon_{z,cal} < \epsilon_{z,adm}$.

III.6 Les résultats des deux méthodes

Tableau III-10: Les résultats des deux méthodes

METHODES	
CBR	CATALOGUE
I(%) CBR : 35	
ES + 15 GNT	ES + 20 GNT + 15 GNT

III.7 Conclusion :

En effet, la méthode CBR est une méthode empirique ne prend pas en considération le comportement physique et mécanique de la chaussée, Tandis que la méthode du catalogue de dimensionnement de chaussée étant une méthode qui s'appuie sur des lois de comportement à la fatigue relative à la chaussée.

❖ Donc après les calculs et la vérification des déformations par ALIZE-LCPC on prend la structure obtenue par la méthode de catalogue algérien.

La structure de chaussée utilisée

Enduit superficiel
(GNT) = 20 cm
(GNT) = 15 cm

Chapitre IV :Les enduits superficiels

IV.1 Généralité sur les enrobés

IV.2 Les enrobés bitumineux

IV.3 Les enduits superficiels

IV.4 Choix de la structure d'enduit

IV.5 Le mode d'exécution d'enduit superficiel

IV.6 Conclusion

IV.1 Généralité sur les enrobés :

Un enrobé est un mélange de graviers, de sable, de fines et de liant, appliqués en une ou plusieurs couches, pour constituer le revêtement des chaussées ou des trottoirs. La présence de sable, en quantité plus ou moins importante, permettra de favoriser la perméabilité du revêtement. A la différence de l'asphalte, c'est un matériau compacté lors de sa mise en œuvre. Il appartient à la famille des matériaux compactés rugueux, cette rugosité étant fonction de la taille du granulat. Nous ne traiterons ici que des revêtements de surface appelés aussi «couche de roulement».

Le choix du liant déterminera le type d'enrobé. On distingue deux grandes familles :

- **le liant bitumineux**, utilisé pour les revêtements de chaussées et de trottoirs. Il est généralement noir. Une formulation adaptée permet d'obtenir différentes teintes.
- **le nouveau liant végétal**, utilisé principalement pour les usages modes doux. Celui-ci est de couleur miel et n'utilise pas de bitume dans sa composition.

Dans ce chapitre, nous allons parler sur les enrobés bitumineux et plus précisément sur les enduits superficiels

IV.2 Les enrobés bitumineux

Les enrobés bitumineux ce produit par deux méthodes principaux :

IV.2.1 Produits chauds

Le principe de cette technique consiste à utiliser le fait que le bitume se présente sous une forme liquide à des températures de l'ordre de 140 à 160 °C et peut être mélangé avec des agrégats eux-mêmes déshydratés et chauffés à des températures du même ordre. Cette opération dite « enrobage » suppose l'utilisation d'un matériel spécifique de même que pour la mise en œuvre des matériaux enrobés sur chantiers

De plus, le domaine d'emploi des enrobés à chaud couvre toutes les couches qui constituent une chaussée, c'est-à-dire de la couche de fondation jusqu'à la couche de surface.

Bien évidemment les compositions et les caractéristiques des mélanges et des produits utilisés dépendront des types de la couche mais aussi d'autres paramètres tels que le trafic, ou encore la région et le climat.

IV.2.2 Produits froids

Il s'agit d'enrobés fabriqués et appliqués à froid, par adjonction d'émulsion de bitume garantissant la malléabilité du matériau.

Les enrobés froids sont des enrobés de faible granulométrie (0/4 ou 0/6 en principe) avec une forte teneur en liant et en fines, généralement utilisé de manière temporaire pour permettre la circulation de véhicules sur des voies en cours de travaux, ou encore pour reboucher des petites tranchées, trous, et nids-de-poule sur des chaussées déformées. Cet enrobé est très utilisé au printemps en période de dégel, pour réparer les détériorations de la chaussée dus au gel.

Chapitre 4 : Les enduits superficiels

Il existe aussi des enrobés bitumineux à froid qui sont destinés à la réalisation de couches de roulement. Ce sont des enrobés hydrocarbonés à froid ou tous les granulats sont recouverts de liant.

IV.3 Les enduits superficiels :

On appelle enduit superficiel l'épandage d'une ou plusieurs couches de liant hydrocarboné, pour empêcher les infiltrations d'eau dans le corps de chaussée, et coller une ou plusieurs couches de gravillons destinés à donner une bonne rugosité à la surface de roulement.

Les enduits superficiels ont été longtemps réservés aux chaussées supportant des trafics faibles à moyens alors que les bétons bitumineux constituaient les tapis des routes fortement circulées.

De plus, c'est la solution qui s'impose dans le cadre d'aménagement progressif des chaussées, quand on souhaite reporter à quelques années la mise en place d'un tapis de béton bitumineux. On a aussi recours à cette solution lorsque l'on doit attendre la stabilisation d'un corps de chaussée sous le trafic.

IV.3.1 Les structures d'enduits superficiels

On distingue les structures d'enduits superficiels d'usure suivants :

IV.3.1.1 Enduit monocouche à simple gravillonnage (ESMono) :

L'enduit superficiel monocouche à simple gravillonnage consiste en l'épandage d'une couche de liant suivi immédiatement d'un gravillonnage de gravillons calibrés.

Cet enduit nécessite un bon support homogène, cette structure s'utilise surtout pour des chaussées à faible trafic et pour la voirie urbaine et dans les agglomérations, elle ne supporte pas des efforts tangentiels trop importants et ne convient pas pour des supports trop poreux.

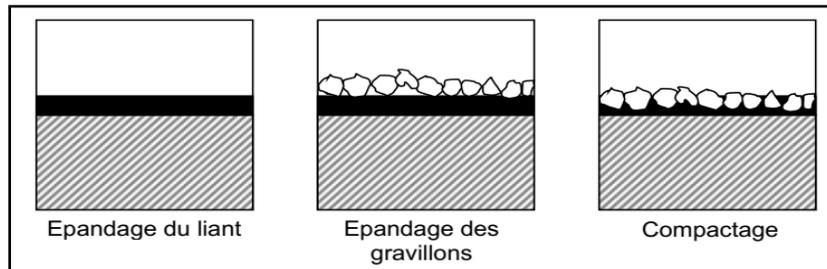


Figure IV-1 : les étapes de réalisation d'ESMS

Tableau IV-1 : Dosage moyen (donnés à titre indicatif)

Liants et granulats	Bitumes fluxés (kg/m ²)	Bitume fluidifié (kg/m)	Emulsion (à 69%) (kg/m ²)	Granulats (litres/m ²)
4/6	1.0	0.950	1.1	6 à 7
6/10	1.2	1.150	1.4	8 à 9
10/14	-	1.300	1.850	12 à 13

IV.3.1.2 Enduit monocouche à double gravillonnage (ESMDG)

L'enduit superficiel monocouche à double gravillonnage consiste en l'épandage d'une couche de liant suivi immédiatement d'un gravillonnage en deux phases : d'abord une couche de gravillons gros, immédiatement suivi d'une couche de gravillons plus fins. La combinaison la plus courante est le 8/12 suivi du 4/8. Le gravillonnage des gros éléments est réalisé de façon à obtenir une mosaïque monocouche non jointive, sans aucun chevauchement de pierres, laissant apparaître le liant entre les gravillons, afin que les petits éléments puissent venir se caler dans les interstices et consolider la mosaïque principale. Cet enduit nécessite un bon support 'dur' et homogène. Cette structure, qui présente une rugosité élevée ainsi qu'une bonne drainabilité superficielle, s'utilise surtout pour des chaussées à trafic intense, lourd et rapide.

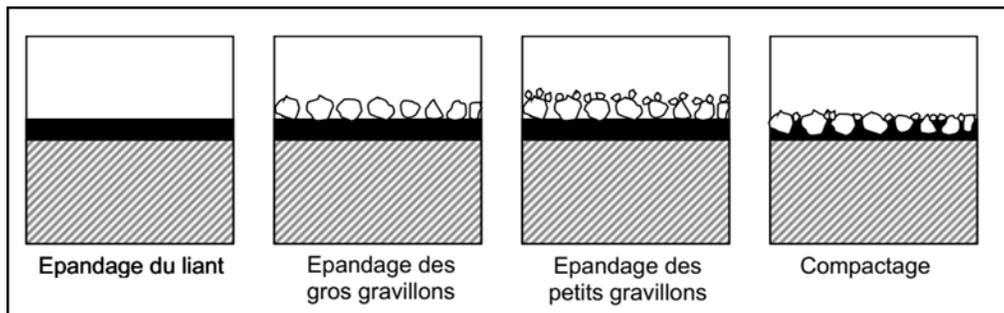


Figure IV-2 : les étapes de réalisation d'ESMDG

Tableau IV-2: Les dosages moyens habituellement retenus sont précisés ci-après

Liants et granulats	Bitumes fluxés (kg/m²)	Emulsion (à 69%) (kg/m²)	Granulats (litres/m²)
10/14 – 4/6	1.350	1.900	10/14 – 8 à 9 4/6 - 4 à 5
6/10 – 2/4	1.100	1.600	6/10 – 6 à 7 2/4 – 3 à 4

IV.3.1.3 Enduit monocouche pré-gravillonné (ESMPG)

Le monocouche pré-gravillonné peut s'envisager pour presque tous les trafics. Il est particulièrement bien adapté aux supports hétérogènes et ressuâtés. Son utilisation sur supports perméables et poreux est déconseillée sans préparation, surtout si l'on recherche une étanchéité de la chaussée.

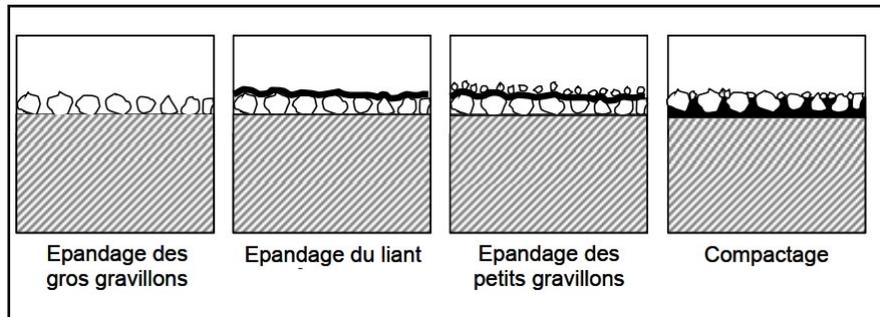


Figure IV-3: les étapes de réalisation d'ESMPG

IV.3.1.4 Enduit bicouche (ESBic)

L'enduit superficiel bicouche correspond à la combinaison de deux enduits simples, réalisés successivement et sans intervalle de temps. Dans l'enduit inférieur, généralement réalisé en 8/12, la mosaïque n'est pas jointive, la deuxième couche étant alors réalisée en 4/8, tout en utilisant le même liant. Afin d'éviter les ressuages de liant dans le cas des liants anhydres, une attention particulière est à apporter aux dosages en liant.

Cet enduit peut être appliqué sur un support hétérogène et est bien adapté aux régions humides et/ou froides ainsi qu'aux travaux en arrière-saison. Cette structure, qui présente une imperméabilisation importante du support, s'utilise surtout pour des chaussées à trafic intense, lourd et rapide.

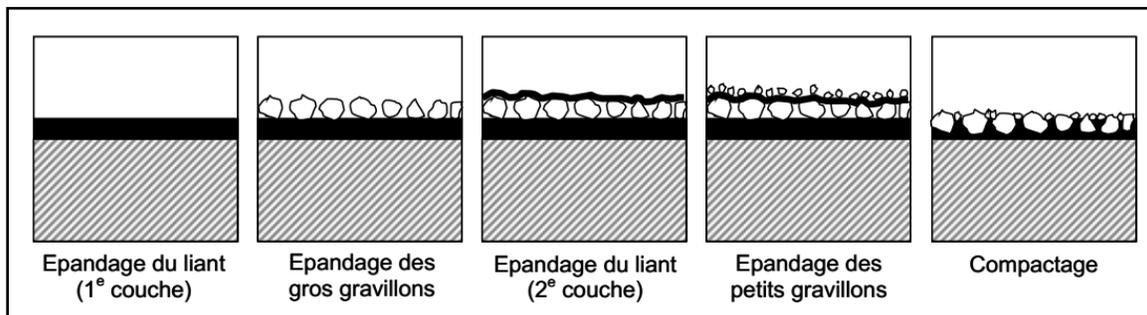


Figure IV- 4 : les étapes de réalisation d'ESBic

Chapitre 4 : Les enduits superficiels

Tableau IV-3: Dosage moyens (donnés à titre indicatif)

Liants et granulats	Bitume fluidifié (kg/m ²)		Bitume fluxé (kg/m ²)		Granulats (litres/m ²)		Emulsion de bitume à 60%		Granulats (litres/m ²)	
	10/14 4/6	6/10 2/4	10/14 4/6	6/10 2/4	10/14 4/6	6/10 2/4	10/14 4/6	6/10 2/4	10/14 4/6	6/10 2/4
1 ^{er} couche	1.100	1.000	1.050	0.950	9 à 11 6 à 8	7 à 9 5 à 6	1.000	0.900	10 à 11 6 à 7	8 à 9 5 à 6
2 ^{ème} couche	1.000	0.800	0.950	0.850			1.300	1.200		
Total	2.100	1.800	2.000	1.800			2.300	2.100		

IV.3.1.5 Enduit bicouche inversé (ESBi)

L'enduit superficiel bicouche inversé représente une variante de la technique de bicouche et prévoit l'application de petits gravillons en première couche et des gros en deuxième couche.

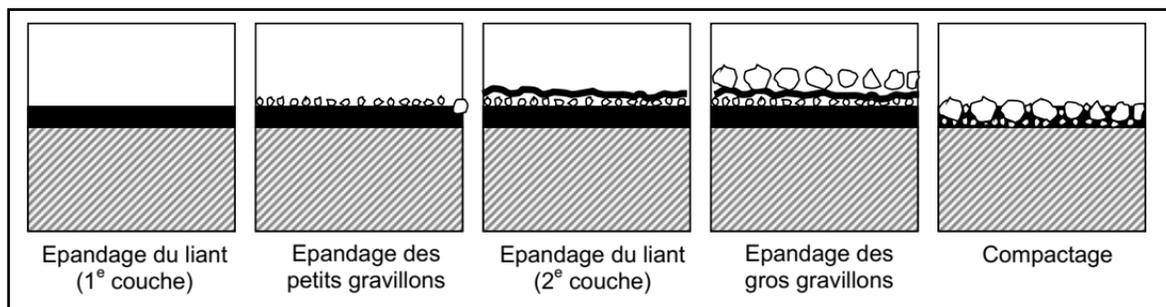


Figure IV-5 : les étapes de réalisation d'ESBi

Tableau IV-4: les formulations moyennes

Granulats (d/D mm)	Granulats 1 ^{er} couche (l/m ²)	Liant résiduel (kg/m ²)	Granulats 2 ^{ème} couche (l/m ²)
6/10 - 2/4	6 à 8	1.300	10/14 - 8 à 9
6/10 - 4/6			5 à 7
10/14 - 4/6	9 à 12	1.500	2/4 - 3 à 4
10/14 - 6/10			

IV.4 Choix de la structure de l'enduit

Le choix de la structure d'enduit est essentiellement en fonction des paramètres du **trafic**, du **support**, de l'**environnement**. Le Tableau IV-5 donne un exemple de choix de structure et dimension des gravillons.

Chapitre 4 : Les enduits superficiels

❖ Classification du trafic :

Tableau IV-5 : Classification du trafic (PL/Jours/Sens)

TRAFIC (PL/J/SENS)					
Faible		Moyen		Fort	
T5 : 0-25	T4 : 25-50	T3 : 50-150	T2 : 150-300	T1 : 300-750	T0 : 750-2000

D'après le Tableau IV-5, le trafic ($TPLi = 298$ PL/J/sens) est classée comme un **Trafic moyen**.

❖ Choisir une structure pour notre projet :

Le projet est localiser dans le rase compagne avec un sol support rugueux (Sable argileux).

Tableau IV-6 : Choix des structures pour la rase compagne.

Localisation	Support	Trafic			
		Fort T0-T1	Moyen T2-T3	Faible 10 à 50 PL/J	Très faible ≤ 10 PL/J (2 sens)
Rase compagne	Lisse sans ressuage	MDG 10/14 – 4/6	Mono 6/10 MDG 6/10-2/4 MDG 10/14-4/6	Mono 6/10	Mono 4/6 Mono 6/10
	Rugueux	Bic 10/14 – 4/6 Mono 6/10	Bic 6/10 – 2/4 Mono 6/10	Bic 6/10 – 2/4 Mono 6/10	Bic 6/10 – 2/4 Mono 4/6 (6/10)
	Très rugueux	Mono 4/6	Mono 4/6	Mono 4/6	Mono 4/6
	Hétérogène perméable	Déconseillé	Bic 10/14 – 4/6	Bic 6/10 – 2/4	Bic 6/10 – 2/4
	Hétérogène ressuant	Déconseillé	MPG 10/14 - 4/6	MPG 6/10 – 2/4	MPG 6/10 – 2/4

Mono : monocouche simple gravillonnage, MDG : monocouche double gravillonnage, MPG : monocouche prégravillonnage, Bic : Bicouche.
Les granularités 2/4 utilisées en deuxième couche de certaines structures peuvent être remplacé par des granularités 4/6.

D'après le Tableau IV-6 et les données précédent nous avons deux choix,

- la structure Bicouche (6/10 – 2/4).
- la structure Monocouche (6/10).

Nous choisissons la structure **Bicouche** comme un solution dans notre projet pour assurer la sécurité, car elle présente une bonne rugosité géométrique par rapport au structure monocouche.

IV.5 Exécution des travaux d'enduit superficiel

IV.5.1 L'épandage du liant :

Une répandeuse de liant est capable d'épandre un dosage donné de liant compris dans une fourchette de 0.7 à 2.5 kg/m².

Elle constituée par :

Chapitre 4 : Les enduits superficiels

- Une citerne calorifugée montée sur un châssis de camion, dont la capacité est comprise entre 5 et 9 m³
- Une rampe de répannage du liant, dont la largeur de base (2.5 m) peut être portée à près de 4 mètre grâce à deux rallonges.
- Un système de dosage et de control du liant des abaques sont fournis par le constructeur donnant le dosage en fonction de la largeur de répannage et de la vitesse d'avancement

L'élément important de la répandeuse est constitué par la rampe celle-ci est constituée par des jets espacés de 100 ou 125 mm dont l'ouverture est commandée pneumatiquement.

On distingue les jets plats utilisés avec les répandeuse moyenne pression de (0.5 à 2 bars) les jets coniques que l'on trouve sur les répandeuse à haute pression (3 à 5bars).

Quel que soit le type de matériel la règle et que chaque point du sol soit « arrosé » par trois jets pour obtenir un dosage régulier et homogène au niveau du sol cela impose que chaque jet débite rigoureusement la même quantité de liant.

On doit s'assurer avant chaque épandage qu'aucun jet n'est bouché et que la rampe est réglée à la bonne hauteur.

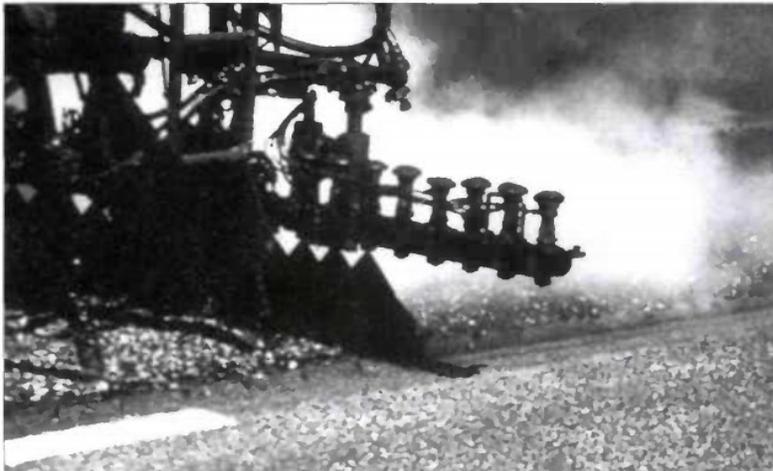


Photo IV-1 : Répandeuse à liant

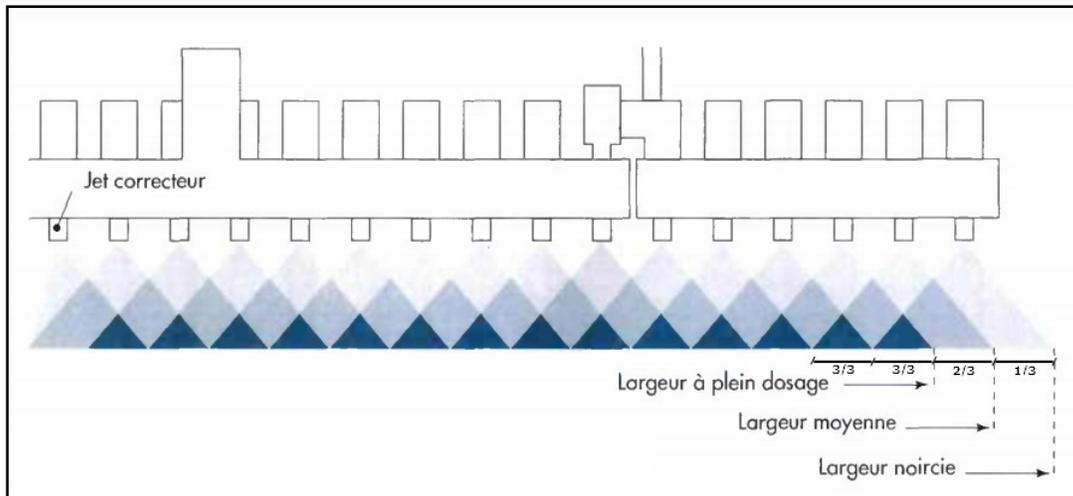


Figure IV-6 : Représentation schématique du recouvrement des jets. Lorsqu'un jet est bouché, une bande de l'ordre de 10 cm de large ne reçoit que les 2/3 du dosage prévu.

IV.5.2 Le gravillonnage

Bien qu'importante la régularité d'épandage des gravillons tolère écarts plus importants que ceux du dosage en liant, tolérance que l'on est bien obligé d'accepter en raison de la rusticité du matériel.

- **Le gravillonnage porté :** c'est un équipement que l'on accroche à l'arrière d'un camion traditionnel et qui comporte une série de trappes indépendantes d'une vingtaine de cm de largeurs pour faire varier la largeur de gravillonnage de 0 à près de 2.8 cm. Les gravillons sont extraits de la benne à l'aide d'un cylindre cannelé et tombent sur le liant d'une hauteur de 20 à 40 cm.

Le répandage s'effectuant en marche arrière pour permettre au camion de rouler sur les gravillons qu'il vient de répandre. La conduite de ce matériel nécessite des conducteurs particulièrement expérimentés.

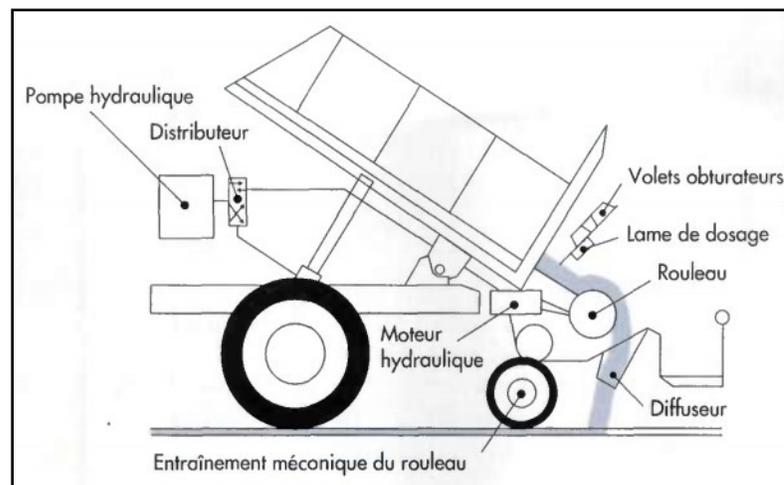


Figure IV-7: schéma de principe d'un gravillonneurs porté.

Chapitre 4 : Les enduits superficiels

- **L'auto-gravillonneur** : il s'agit d'un matériel à grand rendement, constitué par une trémie de réception remplie en continu par un camion remorqué et d'une trémie de distribution aboutissant à un cylindre extracteurs, le tout monté sur un châssis automoteur. La largeur de travail peut varier de 2.5 m 3.7 m, avec un dosage régulier. Bien évidemment, ce type d'appareil est réservé aux grands chantiers.

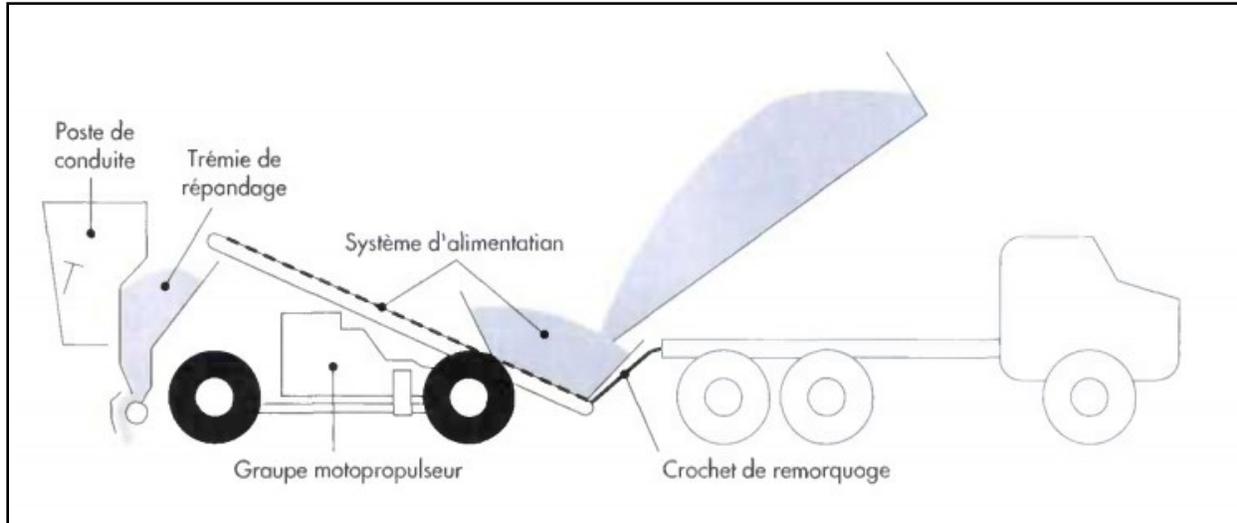


Figure IV-8: Schéma de principe d'un auto-gravillonneur

IV.5.3 Le compactage

On peut difficilement parler de compactage quand la couche à compacter est constituée par l'épaisseur d'un seul gravillon. En fait, il s'agit plutôt d'une mise en place, ou d'un arrangement des gravillons pour bien les faire pénétrer dans la couche de liant.

Le seul engin utilisable est le compacteur à pneus, qui effectue entre 3 et 5 passages à des vitesses plutôt élevées (8 à 12 km/h).

Concrètement, c'est le trafic qui assure la mise en place définitive des gravillons avec ce que l'on appelle la formation de la « mosaïque ». Ce phénomène entraîne une réorganisation de la position des gravillons les uns par rapport aux autres, avec une légère remontée du liant sur les côtés des gravillons pour produire un effet de « sertissage ».



Photo IV-2: Le compactage d'enduit superficiel

IV.6 Conclusion

L'enduit est une couche de roulement bien adaptée aux structures souples et aux chaussées insuffisamment dimensionnées. on voit souvent des structures déformable recevoir une couche de roulement en enrobés à chaud beaucoup trop rigide pour ce type de support, alors que l'enduit aurait été bien mieux adapté.

La réussite d'un enduit superficiel dépend, dans une très large mesure, du savoir-faire de l'entreprise et de l'état du matériel dont elle dispose. Les dosages optimaux ayant été définis grâce à la planche expérimentale, la réalisation d'un enduit bien fait dépend principalement du chauffage du liant à la température convenable et de la régularité de fonctionnement des systèmes d'épandage.

Chapitre V : Tracé en plan

V.1 Introduction

V.2 La vitesse de projet

V.3 Les éléments du tracé en plan

V.4 Types de courbes de raccordement

V.5 Paramètres fondamentaux

V.6 Exemple de calcul d'axe manuellement

V.7 Les résultats de calculs de l'axe en plan

V.1 Introduction

La position ou la disposition de la ligne centrale de la route sur un plan horizontal qui est soit une carte topographique ou un relief schématisé par des courbes de niveau est appelée le tracé en plan, Le tracé en plan est une succession de droites reliées par des courbes de raccordement.

Une nouvelle route devrait être tracé très soigneusement car un mauvais alignement entraînerait un ou plusieurs des inconvénients suivants:

- ❖ Augmentation des coûts de construction.
- ❖ Augmentation des coûts de maintenance.
- ❖ Augmentation du coût d'exploitation du véhicule.
- ❖ Augmentation du taux d'accidents.

Une fois que la route est tracée et construite, il n'est pas facile de modifier le tracé en raison de l'augmentation du coût des terrains contigus et de la construction de structures coûteuses au bord de la route.

Les exigences fondamentales d'une tracée idéal entre deux stations terminales sont les suivantes:

- ❖ Court.
- ❖ Facile.
- ❖ sécurisé.
- ❖ Économique.

V.2 La vitesse de projet :

Lors de l'étude d'un tracé, le vitesse intervient de façon déterminante dans le choix des différents éléments géotechniques qui le composent. C'est le critère de base de tout un projet routier. Ce paramètre a une influence primordiale sur l'économie globale de l'investissement, son taux d'utilisation, la sécurité et le confort des usagers et les nuisances pour les riverains. La normalisation des conditions techniques d'aménagement, s'appuie essentiellement sur la vitesse de référence.

La vitesse de référence c'est la vitesse d'un véhicule isolé permettant de définir les caractéristiques minimales d'aménagement des points particuliers d'une section de route pour lesquels les contraintes géométriques sont les plus astreignantes pour l'usager. Cette vitesse choisie en tenant compte des critères suivants :

- ❖ Caractéristiques topographiques
- ❖ Importance de la route dans le réseau
- ❖ Condition économique
- ❖ Volume et structuration du trafic

V.3 Les éléments du tracé en plan :

En première approximation, le tracé de l'axe des routes est composé de lignes droites raccordées par des cercles. Mais la pratique des grandes vitesses a imposé l'emploi d'un élément supplémentaire pour le tracé.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments :

- ❖ Des alignements droits.
- ❖ Des arcs de cercle.
- ❖ Des courbes de raccordement progressives.

V.3.1 Les alignements droits:

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, ils serviront généralement de bases à la détermination des autres éléments, son emploi dans le tracé est de donner un plus court chemin et une bonne visibilité mais dans les routes modernes son emploi est restreint. Car il présente des inconvénients, notamment :

- La monotonie qui peut engendrer des accidents ou malaise chez le conducteur.
- Éblouissement prolongé des phares dans la nuit.
- Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.

Pour cela il existe une longueur maximale d'alignement **L_{max}** qui sépare deux courbes circulaires de même sens. Cette longueur sera prise égale à la distance parcourue pendant 60 secondes :

$$L_{\max} = 60 \times \frac{VB}{3.6}$$

La longueur minimale **L_{min}** est prise égale à la distance parcourue pendant 5 secondes. Avec une vitesse maximale permise par le plus grand rayon des deux arcs de cercles. Si cette longueur minimale ne peut pas être obtenue, les deux courbes circulaires sont raccordées par une courbe en C ou Ove.

$$L_{\min} = 5 \times \frac{VB}{3.6}$$

Avec L_{min} et L_{max} en (m) et VB en (Km/h).

V.3.2 Arcs de cercle:

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures:

- La stabilité des véhicules
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.
- La visibilité dans les tranchées en courbe.

Dans un virage de rayon R, le véhicule subit l'effet de la force centrifuge qui tend à provoquer une instabilité du système.

Chapitre 5 : Tracé en plan

Afin de réduire l'effet de la force centrifuge, on incline la chaussée transversalement vers l'intérieurs de la courbe d'une pente dite dévers.

Le rayon des arcs de cercle et leurs dévers doivent permettre au minimum à un véhicule roulant à la vitesse de référence V_B de ne pas dérapier.

On doit avoir pour cela, si R est le rayon du virage, d le dévers, f_t le coefficient de frottement transversal, c'est-à-dire l'adhérence transversale maximale mobilisable, et m la masse du véhicule :

$$m \times \frac{V_B^2}{R} \leq m \times g \times (f_t + d)$$

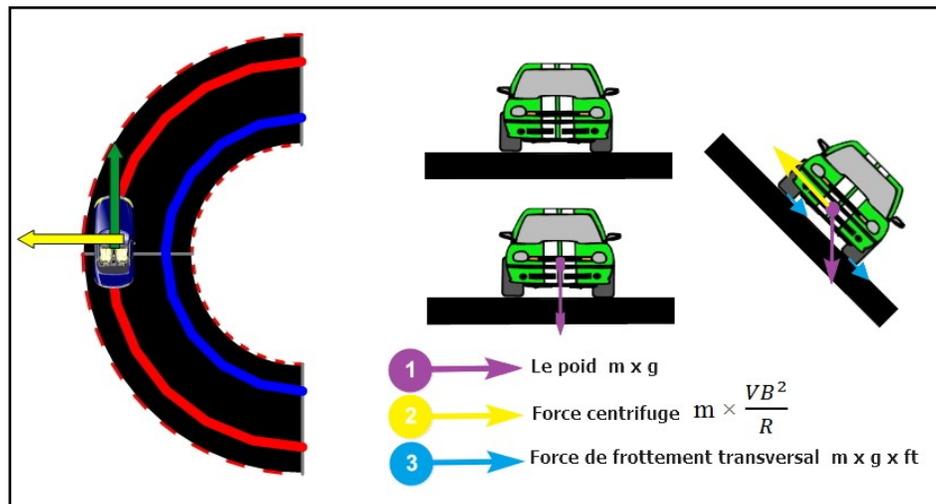


Figure V-1: Force agissant sur un véhicule dans un virage.

Soit :

$$R \geq \frac{V_B^2}{g(f_t + d)}$$

Il existe plusieurs types de rayon

❖ Rayon horizontal minimal absolu

Il n'y a aucun rayon inférieurs au rayon minimum absolu R_{Hm} .

$$R_{Hm} = \frac{V_B^2}{127(f_t + d_{max})}$$

Chapitre 5 : Tracé en plan

❖ Rayon minimal normal :

Le rayon minimal normal doit permettre à des véhicules dépassant VB de 20km/h de rouler en sécurité.

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

❖ Rayon au dévers minimal

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

$$RHd = \frac{VB^2}{127 \times 2 \times dmax}$$

Dévers associé $dmin = 2.5\%$

❖ Rayon minimal non déversé

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

CAT 1-2 :

$$RHnd = \frac{VB^2}{127 \times 0.035}$$

CAT 3-4-5 :

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

Avec :

- $F'' = 0.07$ pour CAT 3.
- $F'' = 0.075$ pour CAT 4-5.

V.3.3 La courbe de raccordement :

C'est un élément géométrique qui raccorde l'alignement à un arc de cercle dont la courbure varie progressivement d'un rayon $R = \infty$ à la fin de l'alignement jusqu'à une valeur R constante au début de l'arc de cercle.

L'emploi des CR se justifie par les quatre conditions suivantes :

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

V.4 Types de courbes de raccordement :

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

❖ Parabole cubique :

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

❖ Lemniscate :

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

❖ Clothoïde :

La Clothoïde est une spirale, dont le rayon de courbure décroît d'une façon continue dès l'origine où il est infini jusqu'au point asymptotique où il est nul. La courbure de la Clothoïde, est linéaire par rapport à la longueur de l'arc. Parcourue à vitesse constante, la Clothoïde maintient constante la variation de l'accélération transversale, ce qui est très avantageux pour le confort des usagers.

V.5 Paramètres fondamentaux

D'après le règlement des normes algériennes B40, pour un environnement E1 et une catégorie C2 avec aussi une vitesse 80 km/h on définit les caractéristiques du tracé en plan comme suit :

Tableau V-1: Les caractéristiques du tracé en plan

Paramètres	Symboles	Valeurs	Unités
Vitesse	V	80	Km/h
Longueur droit minimal	Lmin	111	m
Longueur droit maximal	Lmax	1333	m
Dévers minimal	dmin	2.5	%
Dévers maximal	dmax	5	%
R. mini normal	RHN	450 (5%)	m
R. au dévers mini	RHd	1000 (2.5%)	m

V.6 Exemple de calcul d'axe manuellement

Pour le cas de notre étude on a choisir notre exemple à partir du 1^{er} virage rencontré dans le trace compris entre le profil P.1 et profil P.32 dans l'itinéraire dont les coordonnées des sommets et le rayon qui sont les suivants:



Figure V-2 : Les points des sommets dans le plan entre P1 et P32.

Chapitre 5 : Tracé en plan

Tableau V-2: Les coordonnées des points A,B et C.

Point	X	Y
POINT A	720780.291	3831872.405
POINT B	721095.777	3831752.790
POINT C	721308.989	3831590.233

Avec : Rayon de sommet **POINT B** égale à **R= 800**

V.6.1.1 Calcule de gisements

Le gisement d'une direction est l'angle fait par cette direction avec le nord géographique dans le sens des aiguilles d'une montre.

$$|\Delta X| = |X' - X|$$

$$|\Delta Y| = |Y' - Y|$$

D'où:

$$G \text{ (grade)} = 200 \pm \arctang \frac{|\Delta X|}{|\Delta Y|} \times \frac{200}{\pi}$$

AB	ΔX	315,486
	ΔY	119,615
BC	ΔX	213,212
	ΔY	162,557

G_B^A	123,07 gr
G_C^B	141,47 gr

V.6.1.2 Caractéristiques de la courbe de raccordement :

❖ Détermination de L :

✓ Condition de confort optique :

$$R/3 \leq A_{\min} \leq R \quad \text{d'où : } 266.67 \leq A_{\min} \leq 800$$

$$L \geq \sqrt{24 \times R \times \Delta R} \quad \text{comme : } R=800\text{m} \leq 1500\text{m} \quad \Delta R=1$$

$$\text{Donc } L \geq \sqrt{24 \times 800 \times 1} = 139 \text{ m} \dots (1)$$

✓ Condition de confort dynamique et de gauchissement :

$$L \geq \frac{5}{36} \times \Delta d \times V_B$$

- $\Delta d = d_{\text{courbe}} - (d_{\text{alignement}})$
- $d_{\text{courbe}} = d_{\text{sup}} + \frac{d_{\text{inf}} - d_{\text{sup}}}{\frac{1}{R_{\text{inf}}} - \frac{1}{R_{\text{sup}}}} \times \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_{\text{sup}}} \right)$
- $d_{\text{courbe}} = 2.5 + \frac{5 - 2.5}{\frac{1}{450} - \frac{1}{1000}} \times \left(\frac{1}{800} - \frac{1}{1000} \right)$

$$d_{\text{courbe}} = 3\%$$

$$\Delta d = 3 - (-2.5) = 5.5\%$$

$$L \geq \frac{5}{36} \times 5.5 \times 80 = 61.64 \text{ m} \dots (2)$$

De 1 et 2 on aura :

$$L \geq 139 \text{ m}$$

❖ Détermination de A :

On a $A_2 = L \cdot R$

$$A = 333 \text{ m}$$

V.6.1.3 Exemple de calculs de la variation du dévers :

on continue avec le même exemple précédent.

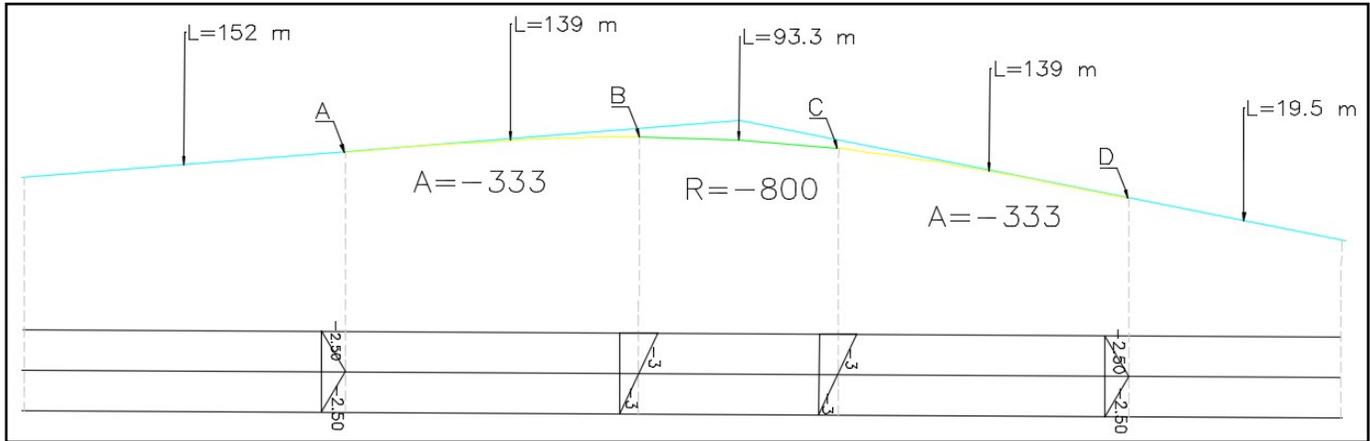


Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-1 : La variation du dévers pour le premier virage du projet depuis pk 0+000 m

Il y a une variation linéaire du dévers entre les points A et B, on va calculer la distance entre le point A et le point où le dévers est nul.

Entre le point A et le point de dévers nul : $\Delta d = 2.5\%$

Entre le point A et le point B : $\Delta d = 5.5\%$

Pour $L = 139$ \longrightarrow $\Delta d = 5.5\%$
Pour $X = ?$ \longrightarrow $\Delta d = 2.5$ } $X = 63.18 \text{ m}$

Remarque :

Lors des calculs de l'axe en plan j'ai rencontré quelques problèmes, spécifiquement dans le calcul de dévers, lorsque j'applique le calcul automatique à la longueur totale du projet sur 10440.885 m, le logiciel Covadis m'indique que n'y a pas assez de place pour faire correctement un calcul automatique des dévers au niveau d'abscisse 6998.49 m, pour cela j'ai été obligé de diviser le projet en deux parties, Partie A de 6095.887 m et Partie B de 4344.968 m et de calculer les dévers manuellement en appliquant les lois du B40 et de saisir les valeurs obtenues dans le logiciel pour chaque élément (droit, clothoïde, rayon).

V.7 Les résultats de calculs de l'axe en plan

Tableau V-3: les résultat du calculs de l'axe en plan partie A

Nom	Paramètres		Clothoïde (L)	d%	Longueur (m)
Droite 1	Gisement	123.0710 g	-	2.5%	152.006
Clothoïde 1	Paramètre (A)	-333.000	139	variable	138.611
Arc 1	Rayon	-800.000 m	-	-3%	93.275
Clothoïde 2	Paramètre (A)	333.000	139	variable	138.611
Droite 2	Gisement	141.5239 g	-	2.5%	19.471
Clothoïde 3	Paramètre (A)	301.000	130	variable	129.430
Arc 2	Rayon	700.000 m	-	3.4%	130.294
Clothoïde 4	Paramètre (A)	-301.000	130	variable	129.430
Droite 3	Gisement	117.9031 g	-	2.5%	1011.677
Clothoïde 5	Paramètre (A)	-333.000	139	variable	138.611
Arc 3	Rayon	-800.000 m	-	-3%	34.372
Clothoïde 6	Paramètre (A)	333.000	139	variable	138.611
Droite 4	Gisement	131.6687 g	-	2.5%	656.916
Clothoïde 7	Paramètre (A)	-268.000	120	variable	119.707
Arc 4	Rayon	-600.000 m	-	-3.85%	201.715
Clothoïde 8	Paramètre (A)	268.000	120	variable	119.707
Droite 5	Gisement	165.7725 g	-	2.5%	26.207
Clothoïde 9	Paramètre (A)	216.000	104	variable	103.680
Arc 5	Rayon	450.000 m	-	5%	258.516
Clothoïde 10	Paramètre (A)	-216.000	104	variable	103.680
Droite 6	Gisement	114.5323 g	-	2.5%	242.259
Clothoïde 11	Paramètre (A)	268.000	120	variable	119.707
Arc 6	Rayon	600.000 m	-	3.85%	123.596
Clothoïde 12	Paramètre (A)	-268.000	120	variable	119.707
Droite 7	Gisement	88.7171 g	-	2.5%	36.880
Clothoïde 13	Paramètre (A)	-268.000	120	variable	119.707
Arc 7	Rayon	-600.000 m	-	-3.85%	373.179
Clothoïde 14	Paramètre (A)	268.000	120	variable	119.707
Droite 8	Gisement	141.0139 g	-	2.5%	675.596
Clothoïde 15	Paramètre (A)	333.000	139	variable	138.611
Arc 8	Rayon	800.000 m	-	3%	43.800
Clothoïde 16	Paramètre (A)	-333.000	139	variable	138.611
Longueur de l'axe en plan partie A : (6095.887 m)					

Chapitre 5 : Tracé en plan

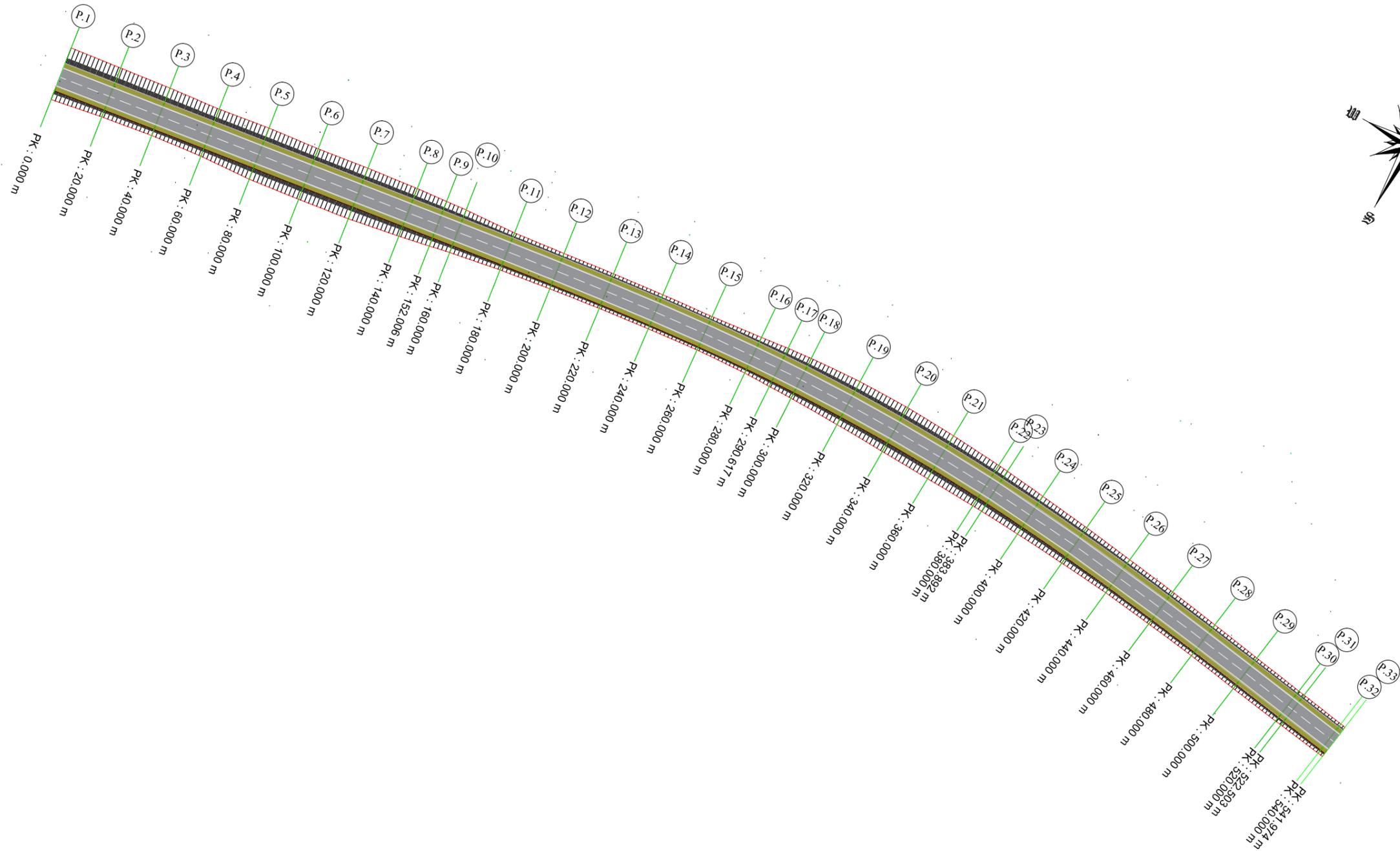
Tableau V-4: les résultat du calcules de l'axe en plan partie B

Nom	Paramètres	Clothoïde (L)	d%	Longueur (m)	
Droite 9	Gisement	126.4981 g	-	2.5%	354.375
Clothoïde 17	Paramètre (A)	333.000	139	variable	138.611
Arc 9	Rayon	800.000 m	-	3%	9.917
Clothoïde 18	Paramètre (A)	-333.000	139	variable	138.611
Droite 10	Gisement	114.6786 g	-	2.5%	275.546
Clothoïde 19	Paramètre (A)	-234.000	110	variable	109.512
Arc 10	Rayon	-500.000 m	-	-4.55%	236.849
Clothoïde 20	Paramètre (A)	234.000	110	variable	109.512
Droite 11	Gisement	158.7787 g	-	2.5%	120.284
Clothoïde 21	Paramètre (A)	-268.000	120	variable	119.707
Arc 11	Rayon	-600.000 m	-	-3.85%	170.078
Clothoïde 22	Paramètre (A)	268.000	120	variable	119.707
Droite 12	Gisement	189.5258 g	-	2.5%	103.227
Clothoïde 23	Paramètre (A)	268.000	120	variable	119.707
Arc 12	Rayon	600.000 m	-	3.85%	168.775
Clothoïde 24	Paramètre (A)	-268.000	120	variable	119.707
Droite 13	Gisement	158.9169 g	-	2.5%	136.644
Clothoïde 25	Paramètre (A)	301.000	130	variable	129.430
Arc 13	Rayon	700.000 m	-	3.4%	148.303
Clothoïde 26	Paramètre (A)	-301.000	130	variable	129.430
Droite 14	Gisement	133.6583 g	-	2.5%	224.201
Clothoïde 27	Paramètre (A)	333.000	139	variable	138.611
Arc 14	Rayon	800.000 m	-	3%	87.347
Clothoïde 28	Paramètre (A)	-333.000	139	variable	138.611
Droite 15	Gisement	115.6771 g	-	2.5%	798.265
Longueur de l'axe en plan partie B : (4344.968 m)					

Longueur total de l'axe en plan : (10440,855 m)

Exemple d'un Tracé en plan (P.1 - P.33)

Echelle : 1/5000



Chapitre VI : Profil en long

VI.1 Introduction

VI.2 Eléments géométriques du profil en long

VI.3 Déclivité

VI.4 Raccordements verticaux

VI.5 Caractéristiques des rayons en long

VI.6 Application au projet

VI.7 Les résultats des calculs de profil en long

VI.1 Introduction

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développée et représentée sur un plan à une certaine échelle (n'est pas une projection horizontale).

Dans le cas des autoroutes, dont les deux chaussées unidirectionnelles sont séparées par un terre-plein central, le profil en long déterminant est une coupe par le milieu du terre-plein (axe de référence). Le niveau de l'autoroute en cet endroit est la moyenne entre les niveaux des bords intérieurs des chaussées. Si les deux chaussées ne sont pas symétriques, on considérera chacune d'elles indépendamment avec son propre profil en long, placé au milieu de chaque chaussée.

Une autre conception consiste à considérer le profil en long théorique au droit des bords intérieurs des chaussées unidirectionnelles.

L'échelle des longueurs (en abscisse) est en général celle du plan de situation, tandis que l'échelle des hauteurs (en ordonnées) est généralement 10 fois plus grande pour accuser les déclivités qui sans cela seraient presque imperceptibles. Le profil en long est donc une représentation déformée.

VI.2 Eléments géométriques du profil en long :

Le profil en long comprend:

- ❖ Lignes droites (déclivités).
- ❖ Arcs de cercle tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves).

Les droites ascendantes dans le sens du kilométrage sont appelées « Rampes », les descendantes « Pentes ». Rampes et pentes constituent les déclivités, exprimées en pourcentage avec signe positif (rampes) et avec signe négatif (pentes).

Changement de déclivité : m = différence de deux déclivités successives munies de leur signe

$$m = i - i'$$

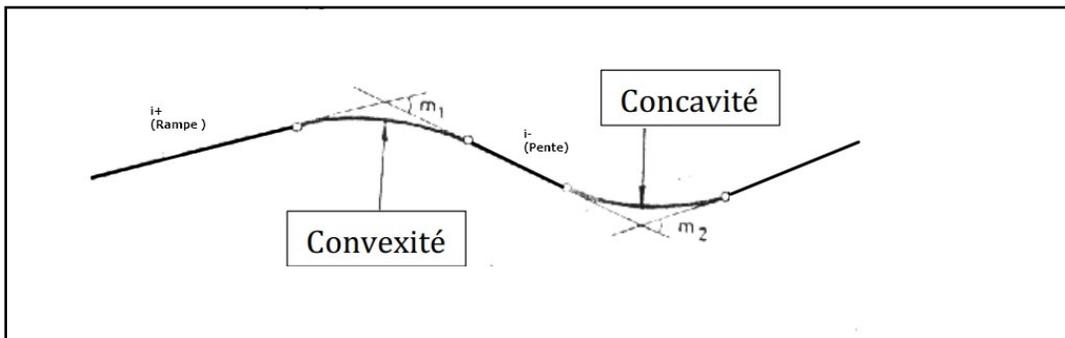


Figure VI-1: Eléments géométriques du profil en long

VI.3 Déclivité

❖ Déclivité minimum :

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits « en palier » sont si possible à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales. La pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante.

Déclivité minimum : $i_{\min} = 0,5 \%$, de préférence 1%

❖ Déclivité maximum

Du point de vue technique, la déclivité max. dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée, ainsi que la réduction des vitesses qu'elle provoque. Le problème de l'adhérence concerne tous les véhicules, tandis que pour la réduction des vitesses ce sont les camions (poids lourds PL) qui sont déterminants, car la plupart des VP ont une grande réserve de puissance.

Remarquons encore que les PL modernes sont munis de dispositifs de freinage puissants, leur permettant de descendre des pentes importantes. La seule restriction est que ces pentes ne soient pas trop longues ; (max. 1,5 – 2 km). Par conséquent, on peut se contenter de n'analyser que la question déterminante de la rampe maximum.

Dans le cas d'une route à deux voies, dont les deux sens de circulation sont sur la même chaussée, il est évident que l'on n'a pas à distinguer entre rampes et pentes, mais lorsque les sens de circulation sont séparés, comme dans une autoroute, il peut y avoir intérêt à adopter des profils en long différents pour chacune des chaussées à sens unique, en adoucissant les rampes au détriment des pentes.

Encore une remarque : Il faut éviter dans la mesure du possible, sur un itinéraire, de consentir une déclivité locale exceptionnellement forte, qui constituerait une sorte de « bouchon » pour les PL et réduirait considérablement la capacité de tout l'itinéraire.

Tableau VI-1: Valeur de la déclivité maximale (B40)

VB (Km/h)	40	60	80	100	120	140
Imax (%)	8	7	6	5	4	4

VI.4 Raccordements verticaux

Les changements de déclivités se font par l'intermédiaire d'un raccordement circulaire de grand rayon, tangent aux déclivités de part et d'autre.

L'emploi pour les raccordements verticaux d'une autre courbe que le cercle n'est pas exclu a priori. Il serait par exemple théoriquement convenable, pour éviter une discontinuité dans l'accélération verticale appliquée au véhicule, d'introduire progressivement la courbure du profil en long, comme on le fait en situation.

Chapitre 6 : Profil en long

Mais pratiquement, comme de grands rayons verticaux sont imposés par la condition de visibilité et par l'esthétique, il n'y aurait que de minimes différences entre une clothoïde verticale par exemple et un arc de cercle vertical. On distingue les raccordements verticaux convexes et concaves.

VI.4.1 Raccordements convexes

Leur rayon RV doit satisfaire deux conditions :

- ❖ Condition de confort.
- ❖ Condition de visibilité.

❖ Condition de confort

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

En faisant état d'une limite empirique encore supportable de cette accélération centripète, on calcule le rayon vertical correspondant ; l'accélération verticale :

v^2 / RV limitée à :

- ✓ $g / 40$ (cat 1 - 2)
- ✓ $g / 30$ (cat 3 - 4 - 5)

on a $v^2 / RV \leq g / 40$

$\Rightarrow R_{vmin} = 40 \cdot v^2 / g$

Avec :

- $v = V / 3,6$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$R_{vmin} = 0,3 V_B^2 \text{ (cat 1 - 2)}$$

$$R_{vmin} = 0,23 V_B^2 \text{ (cat 3 - 4 - 5)}$$

❖ Condition de visibilité

Un conducteur dont le rayon visuel ras le dos-d'âne doit voir, de l'autre côté, soit un obstacle, soit un véhicule, et cela assez tôt pour disposer d'une distance suffisante, soit pour s'arrêter, soit pour dépasser.

Connaissant la longueur de visibilité d , on calculera Rv minimum. Les déclivités de part et d'autre du dos d'âne sont données par le projet.

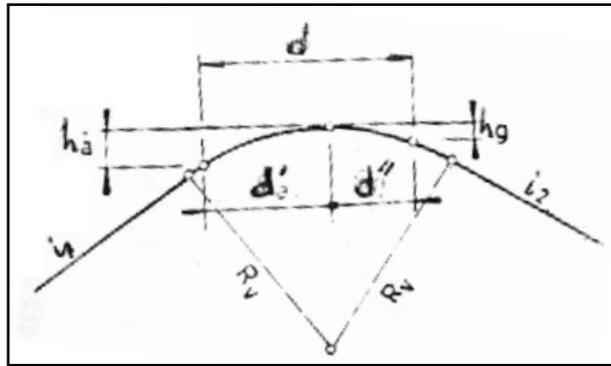


Figure VI-2: Visibilité en raccordement convexe

d = distance de visibilité nécessaire

RV = rayon du cercle de raccordement

h_a = hauteur de l'œil au-dessus de la chaussée

h_g = hauteur d'obstacle

$$d = d' + d''$$

VI.4.2 Raccordements concaves :

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

Principe: les phares du véhicule doivent éclairer un tronçon de longueur telle que le conducteur aperçoive un obstacle assez tôt pour disposer de la distance d'arrêt.

La distance de visibilité est ici toujours égale à la distance d'arrêt simple d , les véhicules venant en sens inverse étant bien visible de nuit.

- ❖ d = distance de visibilité = distance d'arrêt d_n
- ❖ RV = rayon minimum du cercle de raccordement
- ❖ h_a = hauteur des phares au-dessus de la chaussée 0,75m
- ❖ ϵ = demi angle du pinceau lumineux (env 1°)
- ❖ m = changement de déclivité $m = i_1 - i_2$ (en %)

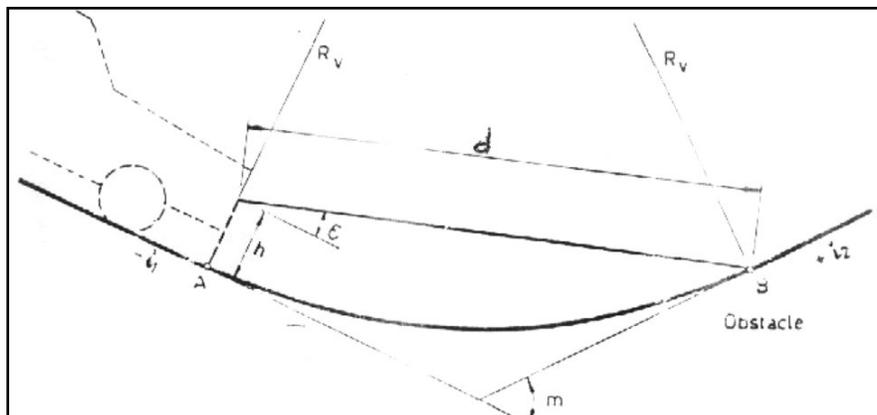


Figure VI-3: Visibilité en raccordement concave

VI.5 CARACTÉRISTIQUES DES RAYONS EN LONG :

Pour le cas de projet, on a respecté les paramètres géométriques concernant le tracé de la ligne rouge sont donnés par le tableau suivants (selon le B40) :

Tableau VI-3: Caractéristique des rayons verticaux

Catégorie	C2
Environnement	E1
Vitesse	80
Route bidirectionnelle (2 voies)	
Rayon en angle saillant	
RV	Rvm (minimal absolu) en m 4500
	RVN (minimal normal) en m 10000
Rayon en angle rentrant	
R'V	Rvm (minimal absolu) en m 2400
	RVN (minimal normal) en m 3000
Déclivité maximale I _{max} (%)	6

VI.6 APPLICATION AU PROJET:

VI.6.1 Exemple Du Calcul Du Profil En Long :

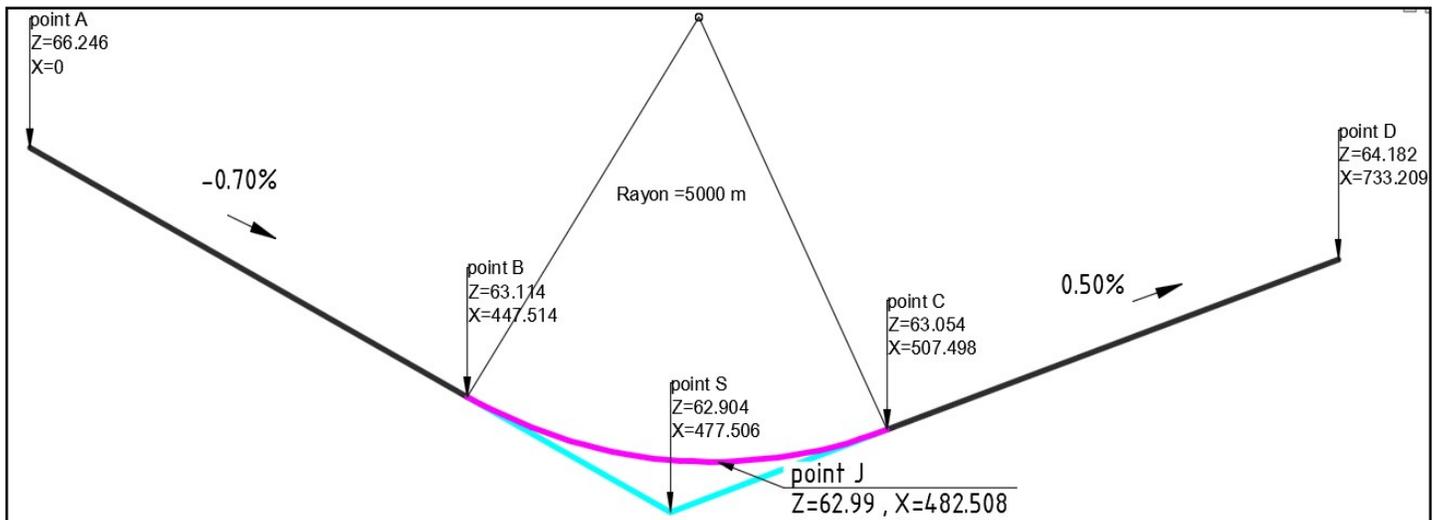


Figure VI-4: un partie du premier raccordement vertical du projet situé entre P1 et P44.

Chapitre 6 : Profil en long

❖ Les données :

Rayon: 5000 m

Tableau VI-4: les coordonnées des points A, S, D

	Z	X (Abs)
A	66,246	0
S	62,904	477,506
D	64,182	733,209

1-Calcul des pentes :

$$P_1 = \Delta Z_1 / S_1 \Rightarrow P_1 = \frac{62.904 - 66.246}{477.506 - 0} = -0.70\%$$

$$P_2 = \Delta Z_2 / S_2 \Rightarrow P_2 = \frac{64.182 - 62.904}{733.209 - 477.506} = 0.50\%$$

2-Calcul des tangentes :

$$T = \frac{R}{2} \times (|P_1| + |P_2|)$$

$$T = \frac{5000}{2} \times (0.70\% + 0.50\%) = 30\text{m}$$

3- Calcul des coordonnées des points de tangentes :

Point B :

$$X_B = X_S - T = 477.506 - 30 = 447.51 \text{ m}$$

$$Z_B = Z_S - T \cdot P_1 = 62.904 - 30 \times (-0.70\%) = 63.114 \text{ m}$$

Point C :

$$X_C = X_S + T = 477.506 + 30 = 507.50 \text{ m}$$

$$Z_C = Z_S + T \cdot P_2 = 62.904 + 30 \times 0.50\% = 63.054 \text{ m}$$

4-Calcul des coordonnées du sommet de la courbe (J) :

J/B :

$$X_1 = R \times P_1 = 5000 \times 0.70\% = 34.99 \text{ m}$$

$$X_{j/B} = X_B + X_1 = 447.514 + 34.99 = 482.508 \text{ m}$$

$$Z_{j/B} = Z_B + \frac{X_1^2}{2 \times R} = 63.114 + \frac{-34.99^2}{2 \times 5000} = 62.99 \text{ m}$$

Chapitre 6 : Profil en long

J/C :

$$X_2 = R \times P_1 = 5000 \times 0.50\% = \mathbf{24.99 \text{ m}}$$

$$X_{j/c} = X_C - X_2 = 507.498 - 24.99 = \mathbf{482.508 \text{ m}}$$

$$Z_{j/c} = Z_C + \frac{X_1^2}{2 \times R} = 63.054 + \frac{-24.99^2}{2 \times 5000} = \mathbf{62.99 \text{ m}}$$

✓ **Vérification:**

$$X_1 + X_2 = 2T$$

$$X_1 + X_2 = 59,98$$

$$2T = 59,98$$

} Vérifier

VI.7 Les résultats des calculs de profil en long

Tableau VI-4: Les résultats de calculs de profil en long partie A

Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -0.70 %	447.506	0.000	66.246
Parabole 1	Rayon 5000.000 m	60.000	447.506	63.114
	Sommet Absc. 482.506 m			
	Sommet Alt. 62.991 m			
Pente 2	Pente 0.50 %	225.704	507.506	63.054
Parabole 2	Rayon -10000.000 m	205.000	733.209	64.182
	Sommet Absc. 783.209 m			
	Sommet Alt. 64.307 m			
Pente 3	Pente -1.55 %	52.460	938.209	63.106
Parabole 3	Rayon 3000.000 m	61.500	990.669	62.293
	Sommet Absc. 1037.169 m			
	Sommet Alt. 61.932 m			
Pente 4	Pente 0.50 %	459.909	1052.169	61.970
Parabole 4	Rayon -10000.000 m	150.000	1512.078	64.270
	Sommet Absc. 1562.078 m			
	Sommet Alt. 64.395 m			
Pente 5	Pente -1.00 %	273.154	1662.078	63.895
Parabole 5	Rayon 5000.000 m	122.500	1935.233	61.163
	Sommet Absc. 1985.233 m			
	Sommet Alt. 60.913 m			
Pente 6	Pente 1.45 %	97.217	2057.733	61.439
Parabole 6	Rayon -10000.000 m	214.976	2154.949	62.848
	Sommet Absc. 2299.949 m			
	Sommet Alt. 63.899 m			
Pente 7	Pente -0.70 %	355.483	2369.925	63.655
Parabole 7	Rayon 5000.000 m	59.988	2725.408	61.167
	Sommet Absc. 2760.396 m			
	Sommet Alt. 61.045 m			
Pente 8	Pente 0.50 %	222.620	2785.396	61.107
Parabole 8	Rayon -10000.000 m	130.000	3008.016	62.220
	Sommet Absc. 3058.016 m			
	Sommet Alt. 62.345 m			
Pente 9	Pente -0.80 %	644.228	3138.016	62.025
Parabole 9	Rayon 3000.000 m	66.034	3782.244	56.871
	Sommet Absc. 3806.244 m			
	Sommet Alt. 56.775 m			
Pente 10	Pente 1.40 %	55.239	3848.278	57.070
Parabole 10	Rayon -10000.000 m	275.114	3903.517	57.844
	Sommet Absc. 4043.631 m			
	Sommet Alt. 58.826 m			
Pente 11	Pente -1.35 %	160.551	4178.631	57.914
Parabole 11	Rayon 5000.000 m	92.500	4339.182	55.747
	Sommet Absc. 4406.682 m			
	Sommet Alt. 55.291 m			
Pente 12	Pente 0.50 %	530.517	4431.682	55.354
Parabole 12	Rayon -10000.000 m	124.864	4962.199	58.006
	Sommet Absc. 5012.199 m			
	Sommet Alt. 58.131 m			
Pente 13	Pente -0.75 %	330.920	5087.063	57.851
Parabole 13	Rayon 5000.000 m	77.298	5417.983	55.374
	Sommet Absc. 5455.415 m			
	Sommet Alt. 55.234 m			
Pente 14	Pente 0.80 %	144.156	5495.281	55.392
Parabole 14	Rayon -10000.000 m	139.731	5639.437	56.542
	Sommet Absc. 5719.168 m			
	Sommet Alt. 56.860 m			
Pente 15	Pente -0.60 %	316.719	5779.168	56.680
			6095.887	54.779
Longueur totale de l'axe 6095.887 mètre(s)				

Chapitre 6 : Profil en long

Tableau VI-5: Les résultats de calculs de profil en long partie B

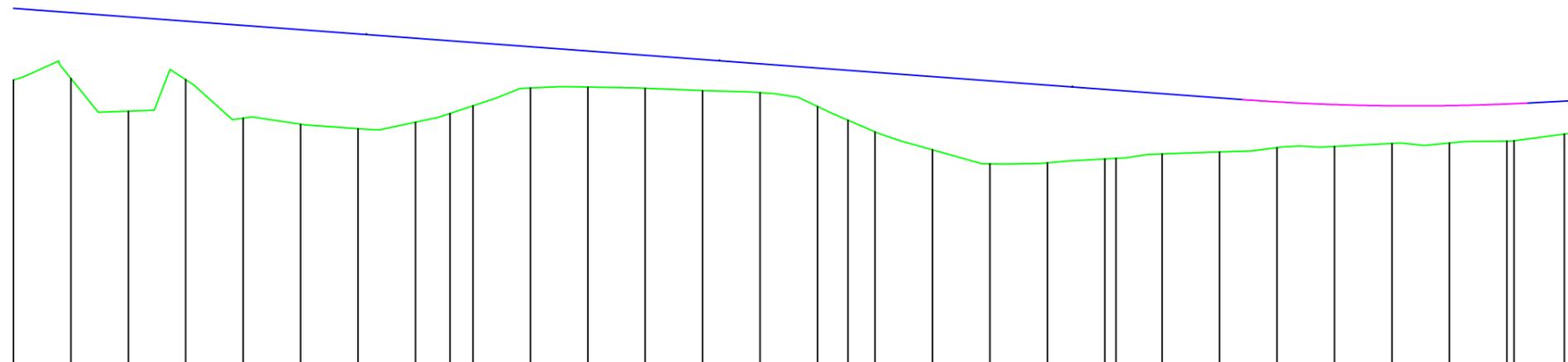
Elts Caractéristiques			Points de Contacts	
Nom	Pente / Rayon	Longueur	Abscisse	Altitude
Pente 1	Pente -0.50 %	146.609	0.000	54.797
Parabole 1	Rayon 5000.000 m	50.000	146.609	54.064
	Sommet Absc. 171.609 m			
	Sommet Alt. 54.001 m			
Pente 2	Pente 0.50 %	28.699	196.609	54.064
Parabole 2	Rayon -10000.000 m	150.000	225.308	54.207
	Sommet Absc. 275.308 m			
	Sommet Alt. 54.332 m			
Pente 3	Pente -1.00 %	47.579	375.308	53.832
Parabole 3	Rayon 3000.000 m	45.000	422.888	53.357
	Sommet Absc. 452.888 m			
	Sommet Alt. 53.207 m			
Pente 4	Pente 0.50 %	176.386	467.888	53.244
Parabole 4	Rayon -10000.000 m	150.000	644.273	54.126
	Sommet Absc. 694.273 m			
	Sommet Alt. 54.251 m			
Pente 5	Pente -1.00 %	100.850	794.273	53.751
Parabole 5	Rayon 5000.000 m	75.000	895.123	52.742
	Sommet Absc. 945.123 m			
	Sommet Alt. 52.492 m			
Pente 6	Pente 0.50 %	280.707	970.123	52.555
Parabole 6	Rayon -10000.000 m	200.000	1250.831	53.958
	Sommet Absc. 1300.831 m			
	Sommet Alt. 54.083 m			
Pente 7	Pente -1.50 %	299.303	1450.831	52.958
Parabole 7	Rayon 5000.000 m	125.000	1750.134	48.469
	Sommet Absc. 1825.134 m			
	Sommet Alt. 47.906 m			
Pente 8	Pente 1.00 %	221.579	1875.134	48.156
Parabole 8	Rayon -10000.000 m	50.000	2096.713	50.372
	Sommet Absc. 2196.713 m			
	Sommet Alt. 50.872 m			
Pente 9	Pente 0.50 %	337.909	2146.713	50.747
Parabole 9	Rayon -10000.000 m	100.000	2484.622	52.437
	Sommet Absc. 2534.622 m			
	Sommet Alt. 52.562 m			
Pente 10	Pente -0.50 %	223.230	2584.622	52.437
Parabole 10	Rayon 5000.000 m	75.000	2807.852	51.321
	Sommet Absc. 2832.852 m			
	Sommet Alt. 51.258 m			
Pente 11	Pente 1.00 %	161.852	2882.852	51.508
Parabole 11	Rayon -10000.000 m	300.000	3044.704	53.127
	Sommet Absc. 3144.704 m			
	Sommet Alt. 53.627 m			
Pente 12	Pente -2.00 %	43.724	3344.704	51.627
Parabole 12	Rayon 3500.000 m	87.500	3388.428	50.752
	Sommet Absc. 3458.428 m			
	Sommet Alt. 50.052 m			
Pente 13	Pente 0.50 %	105.854	3475.928	50.096
Parabole 13	Rayon -10000.000 m	100.000	3581.782	50.625
	Sommet Absc. 3631.782 m			
	Sommet Alt. 50.750 m			
Pente 14	Pente -0.50 %	663.186	3681.782	50.625
			4344.968	47.309
Longueur totale de l'axe 4344.968 mètre(s)				

Exemple d'un Profil en long (P.1 - P.33)

Echelle : 1/1000

Profil : Exemple projet

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



PC : 54.00 m

Numéro de profils en travers	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10	P.11	P.12	P.13	P.14	P.15	P.16	P.17	P.18	P.19	P.20	P.21	P.22	P.23	P.24	P.25	P.26	P.27	P.28	P.29	P.30	P.31	P.32	P.33										
Altitudes TN	66.45	66.30	66.15	66.00	65.85	65.71	65.56	65.41	65.32	65.26	65.11	64.96	64.82	64.67	64.52	64.37	64.29	64.22	64.07	63.92	63.78	63.63	63.60	63.48	63.33	63.19	63.05	63.06	62.88	62.73	62.55	62.38											
Altitudes Projet	66.45	66.30	66.15	66.00	65.85	65.71	65.56	65.41	65.32	65.26	65.11	64.96	64.82	64.67	64.52	64.37	64.29	64.22	64.07	63.92	63.78	63.63	63.60	63.48	63.33	63.19	63.05	63.06	62.88	62.73	62.55	62.38											
Ecarts TN - Projet	-2.50	-2.29	-3.28	-2.04	-3.23	-3.29	-3.29	-2.52	-2.53	-2.21	-1.44	-1.26	-1.15	-1.08	-1.00	-1.34	-1.74	-2.07	-2.55	-2.89	-2.71	-2.42	-2.37	-2.10	-1.88	-1.59	-1.46	-1.31	-1.30	-1.28	-1.18												
Distances partielles		20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	12.01	7.99	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	10.62	9.38	20.00	20.00	20.00	20.00	3.89	16.11	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	17.50	1.18											
Distances cumulées	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	152.01	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	260.00	280.00	290.62	300.00	320.00	340.00	360.00	380.00	383.89	400.00	420.00	440.00	460.00	480.00	500.00	520.00	537.50	540.00											
Pentes et rampes	PENTE L = 427.90 m P = -0.74 %																																										
Alignements droits et courbes	DROITE L = 152.01 m										CLOTHOIDE A = -333.00 L = 138.61 m										ARC R = 800.00 m L = 93.27 m										CLOTHOIDE A = 333.00 L = 138.61 m										DROITE L = 19.47 m		
Dévers Gauche	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %										
Dévers Droit	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	2.18 %	1.39 %	0.60 %	-0.26 %	-0.59 %	-1.79 %	-2.26 %	-3.00 %	-3.00 %	-3.00 %	-3.00 %	-3.00 %	-3.00 %	-3.00 %	-2.36 %	-1.57 %	-0.77 %	0.02 %	0.81 %	1.61 %	2.41 %	2.50 %	2.50 %											

Chapitre VII : Profil en travers

VII.1 Introduction

VII.2 Les éléments de composition du profil en travers

VII.3 Détermination des profils en travers

VII.4 Différent type de profils en travers

VII.5 Profil en travers type du projet

VII.1 Introduction

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

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

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

VII.2 LES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION DU PROFIL EN TRAVERS

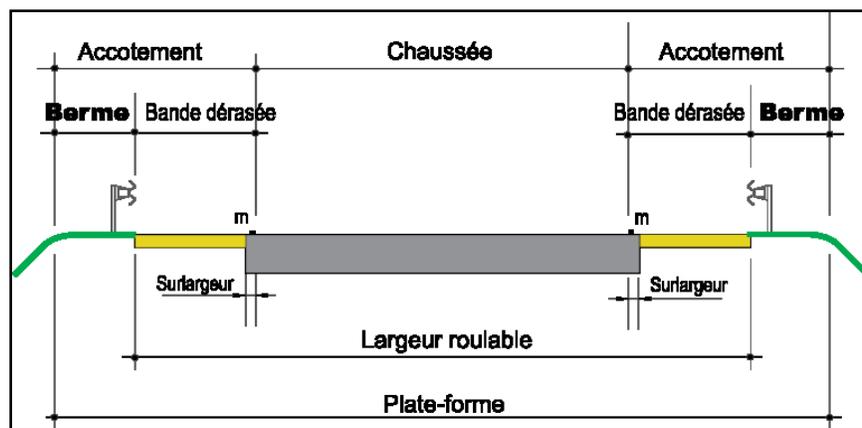


Figure VII-1: les éléments d'un profil en travers

Le profil en travers doit être constitué par les éléments suivants:

- a)-**La chaussée** : C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent normalement les véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein central.
- b)-**La largeur roulable**: Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. Surlargeur structurelle de chaussée supportant le marquage de rive.
- c)-**La plateforme** : C'est la surface de la route située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais, comprenant la ou les deux chaussées et les accotements, éventuellement les terre-pleins et les bandes d'arrêts.
- d)-**Assiette** : Surface de terrain réellement occupé par la route, ses limites sont les pieds de talus en remblai et crête de talus en déblai.
- e)-**L'emprise** : C'est la surface du terrain naturel appartenant à la collectivité et affectée à la route et à ses dépendances (talus, chemins de désenclavement, exutoires, etc...), elle coïncidant généralement avec le domaine public.
- f)-**Les accotements** : Les accotements sont les zones latérales de la plateforme qui bordent extérieurement la chaussée, ils peuvent être dérasés ou surélevés.

Chapitre 7 : profil en travers

Ils comportent généralement les éléments suivants :

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

g)-Le terre-plein central : Il s'étend entre les limites géométriques intérieures des chaussées. Il comprend :

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

h)-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.

VII.3 Détermination des profils en travers :

Il faut faire apparaître des profils en travers

- ❖ à chaque changement de déclivité (profil en long).
- ❖ à chaque changement de direction (tracé en plan).
- ❖ à chaque point caractéristique de la ligne rouge.
- ❖ des profils complémentaires au moins chaque 50 m (pour assurer un bon compactage).

VII.4 Différent type de profils en travers :

On distingue deux types de profils :

- ❖ **Profil en travers type :**

Il contient tous les éléments constructifs de la future route dans toutes les situations (en remblai, en déblai, en alignement et en courbe).

- ❖ **Profil en travers courants :**

Ce sont des profils dessinés à des distances régulières qui dépendent du terrain naturel (accidenté ou plat).

VII.5 Profil en travers type du projet

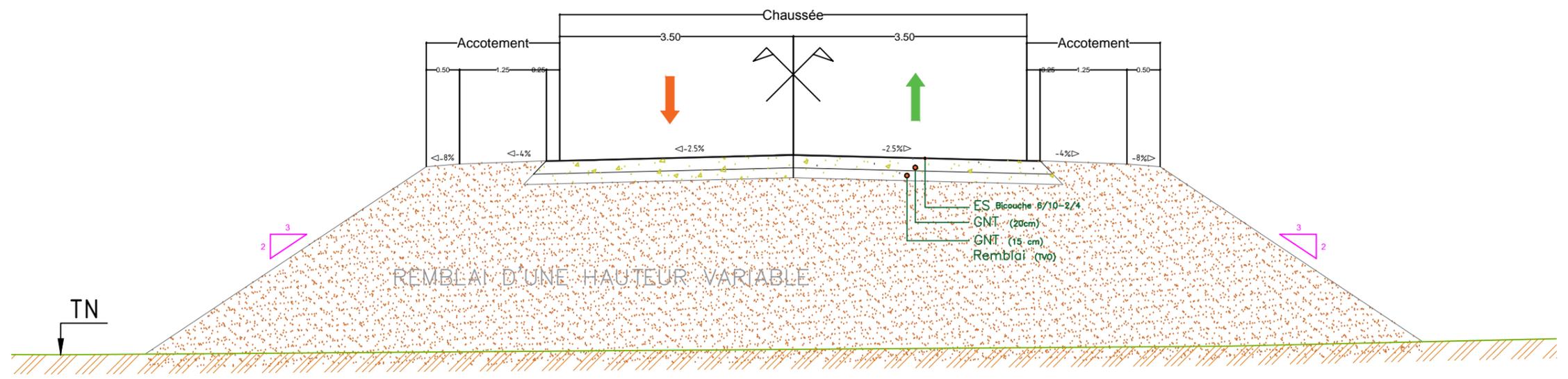
D'après l'étude du trafic, le profil en travers type retenu pour notre projet sera composé d'une chaussée Bidirectionnelle (**2 voies**).

Les éléments du profil en travers type sont comme suit :

Tableau VII-1: Les dimensions du profil en travers

Description	Largeur (m)	nombre	largeur totale (m)
• Voie de circulation 2 voie	3.50	2	7
• Accotement	1.50	2	3.0
- Surlargeur	(0.25)	(2)	(0.50)
- Bande stabilisée	(1.25)	(2)	(2.50)
- Berme	(0.50)	(2)	(1.00)
totale			11.00
dévers en section droite			
- Chaussée	-2,5 % vers l'extérieur.		
- Les Accotements	-4 % vers l'extérieur.		
- Les Bèrnes	-8% vers l'extérieur.		
dévers en courbe			
- Dévers minimal	2.5 %		
- Dévers maximal	5 %		
La structure de chaussée			
- Couche de surface.	- Enduit superficiel (Bicouche 6/10 – 4/2).		
- Couche de base.	- Grave non traité 20 cm.		
- Couche de fondation.	- Grave non traité 15 cm.		
Remblai / Déblai			
Tout le projet sera réalisé en remblai , parce-que le projet est situé dans un terrain plat, et comme le projet n'est pas loin d'Oued Djeddi dont j'en profite pour exploiter le TVO dans le remblai.			

PROFIL EN TRAVERS TYPE EN 2 VOIES



PROFIL EN TRAVERS TYPE	
N° PLAN	01/01
ECHELLE	01/100

Etude de la liaison Lioua - Oumach sur un tonçon de 10 km

Dessiné par : CHICHA Houssam Saad

Chapitre VII : Cubature

VIII.1 Introduction

VIII.2 Définition

VIII.3 Méthode de calcul des cubatures

VIII.4 La comparaison entre les deux méthodes

VIII.5 Exemple de calculs

VIII.6 Les résultats de calculs

VIII.1 Introduction:

Les mouvements des terres désignent tous les travaux de terrassement, et ils ont pour 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).

VIII.2 Définition :

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

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

VIII.3 Méthode de calcul des cubatures :

Les cubatures représentent les calculs effectués pour avoir les volumes des terrassements existants dans notre projet. Les cubatures sont fastidieuses, mais Il existe plusieurs méthodes de calcul des cubatures qui simplifient le calcul.

Le travail consiste à calculer les surfaces SD et SR pour chaque profil en travers, en suite on les soustrait pour trouver la section correspondant à notre projet.

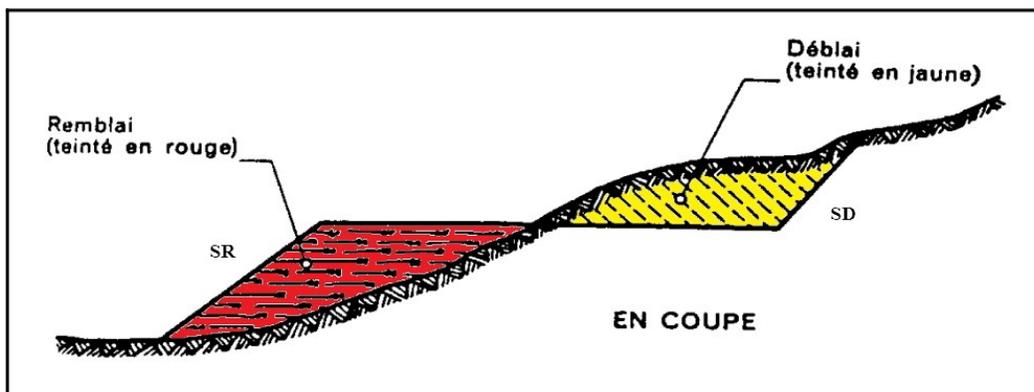


Figure VIII-1: Profil en travers d'une route montre les surfaces de déblai et remblai

VIII.3.1 Méthode des volumes élémentaires.

On décompose le volume compris entre deux profils en surfaces élémentaires longitudinales, puis nous calculerons le volume entre ces deux profils.

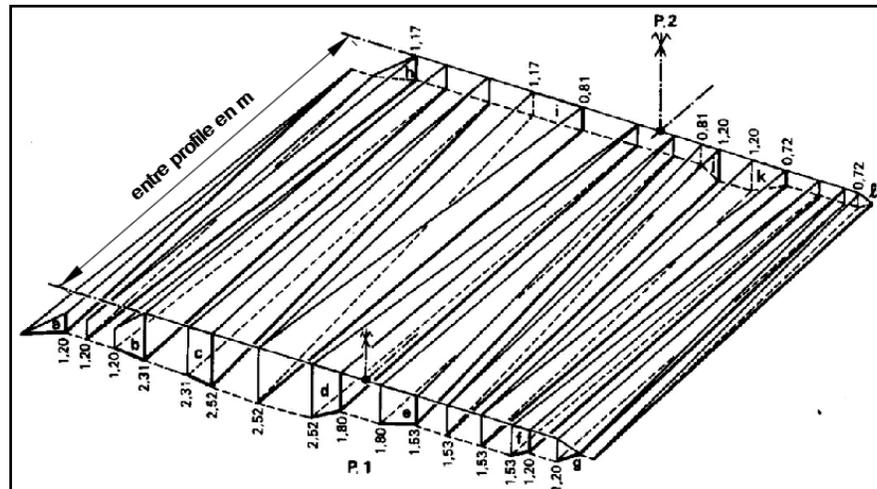


Figure VIII-2: Exemple de méthodes volumes élémentaires.

Cet exemple montre combien l'obtention d'un volume mathématique nécessite des calculs longs et compliqués.

VIII.3.2 La méthode des profils

Pour chaque profil, représenté par son numéro et son abscisse, il est possible de connaître tous les renseignements concernant les cubatures de déblais et remblais :

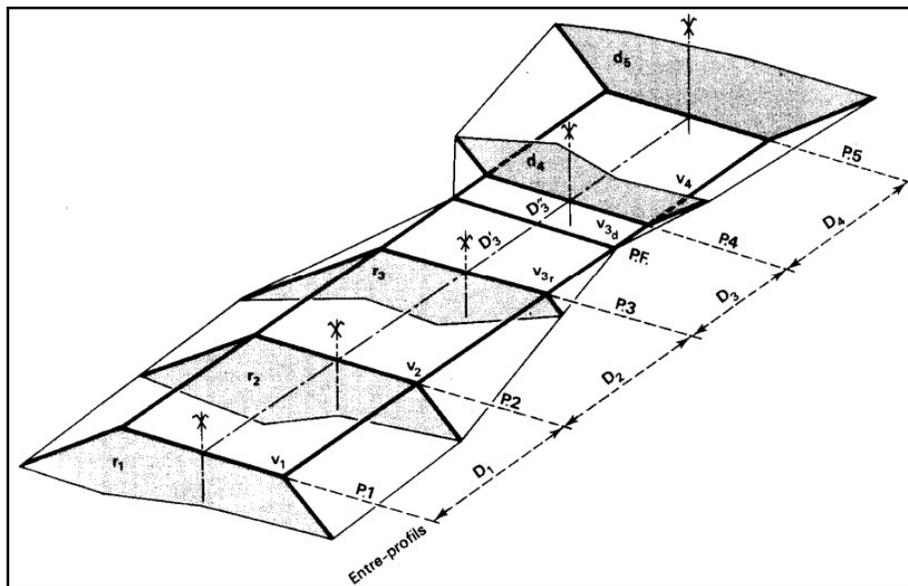
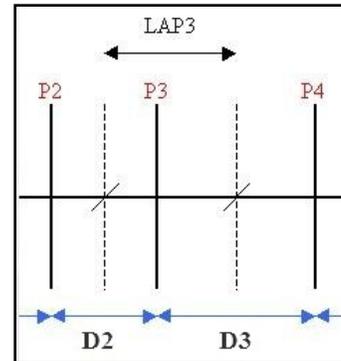


Figure VIII-3 : Les paramètres pour calculer la cubature déblais et remblais.

❖ Longueur d'application pour chaque profil :

La longueur d'application pour un profil est la somme des moitiés des distances aux profils suivant et précédent. Le schéma ci-dessous illustre la longueur d'application pour le profil n°3 :



- $LAP3 = (D2 / 2) + (D3 / 2)$

Figure VIII-4 : entre profils

❖ Les surfaces des zones en déblai ou en remblai, à l'intérieur de l'emprise projet (en m²) :

Le profil en travers permet le calcul de la surface **SPi** comprise entre la ligne de projet et la ligne du terrain naturel. On divise la surface à calculer par des lignes verticales aux surfaces élémentaires (rectangle triangle ou trapèze) pour faciliter le calcul de la surface du profil sélectionné.

❖ Les volumes partiels de déblais et remblais (en m³).

Les volumes partiels sont calculés par la relation suivante :

$$VPi = SPi \times LAPi$$

❖ Les volumes cumulés de déblais et remblais (en m³).

Les volumes cumulés sont calculés par la relation suivante :

$$\sum_{i=1}^1 VPi$$

VIII.4 Le choix entre les deux méthodes

D'après la comparaison entre les deux méthodes, on trouve que la méthode des volumes élémentaires donne des résultats plus précis par rapport à la méthode des profils car elle utilise des très larges calculs pour obtenir le volume pour un seul tronçon compris entre deux profils, malheureusement on n'a pas les moyens techniques pour utiliser cette méthode, donc on est obligé d'utiliser dans notre projet la méthode des profils, car c'est une méthode pratique et simple.

VIII.5 Exemple de calculs :

Remblai :

On prend un exemple d'un profil en extrémité (**P1**) et un exemple d'un profil compris entre deux autres profil (**P2**).

P1 :

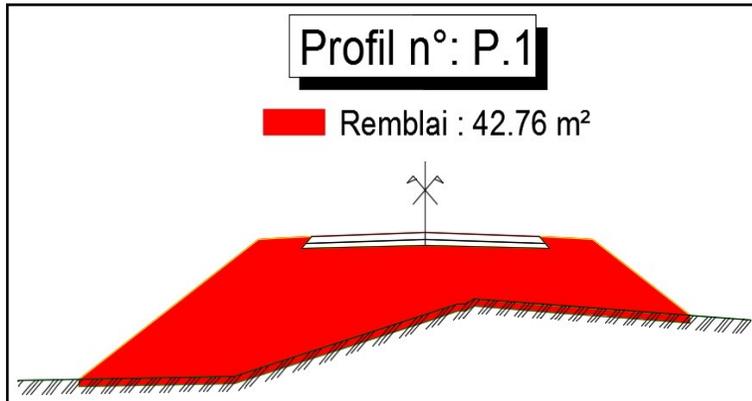


Figure VIII-6: Le profil en travers pour P1
document.-1: Le profile en travers pour P1

- $SP1 = 42.76 \text{ m}^2$
- $LAP1 = (0/2) + (20/2) = 10 \text{ m}$
- $VP1 = 42.76 \times 10$

$$VP1 = 427.2 \text{ m}^3$$



Figure VIII-5: distances aux profils suivant et précédent

P2 :

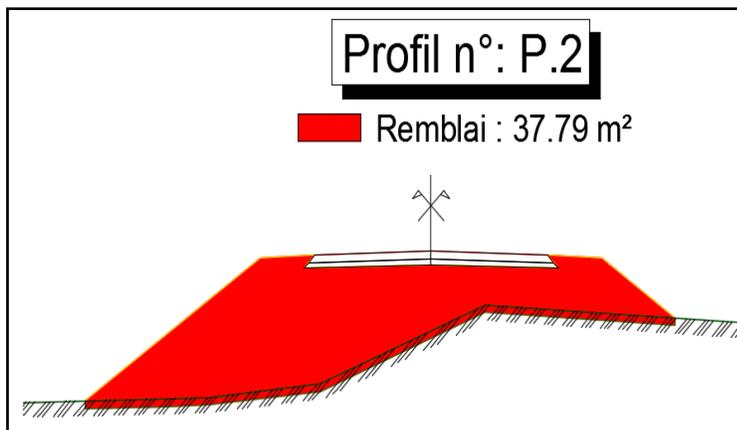


Figure VIII-8: Le profil en travers pour P2

- $SP2 = 37.79 \text{ m}^2$
- $LAP2 = (20/2) + (20/2) = 20 \text{ m}$

$$VP2 = 755.84 \text{ m}^3$$

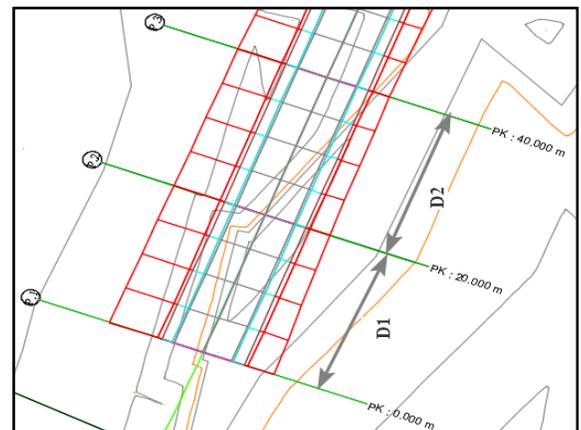


Figure VIII-7: distances aux profils suivant et précédent

Corps de chaussée :

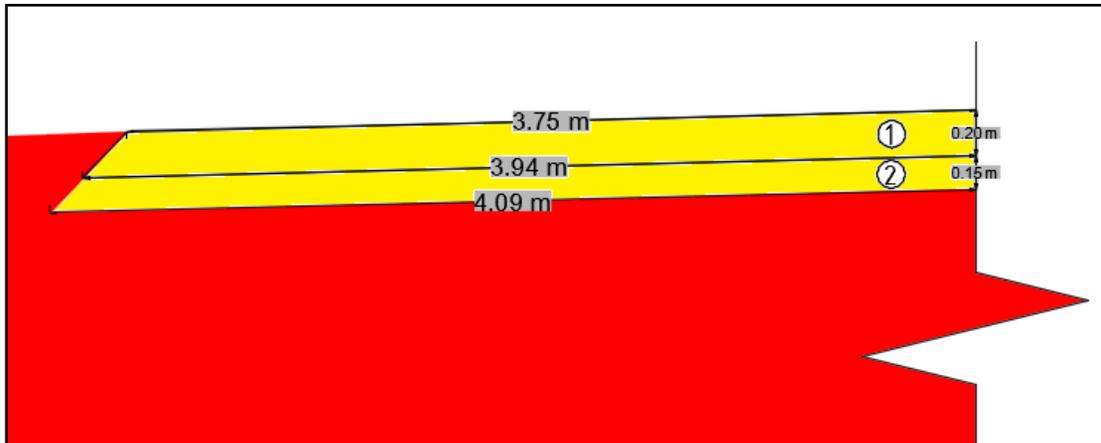


Figure VIII-9: Les dimensions de corps de chaussée

La calcul de la surface par profil de corps de chaussée est la même dans tous les profils, par contre le volume partiel se dépend à la longueur d'application pour chaque profil.

Les surfaces élémentaires de corps de chaussée pour un profil:

- $S1 = \frac{(3.75+3.94) \times 0.20}{2} = 0.769 \text{ m}^2$
- $S2 = \frac{(4.09+3.94) \times 0.15}{2} = 0.602 \text{ m}^2$

La surface totale de corps de chaussée pour un profil:

- $SC = (S1 + S2) \times 2$

$$SC = 2.744 \text{ m}^2$$

Chapitre 8 : Cubatures

VIII.6 Les résultats de calculs :

Partie A :

Remblai/ déblai

Tableau VIII-1: Cubature remblai-déblai Partie A

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.1	10.00	0.00	42.76	0.000	427.647
P.2	20.00	0.00	37.79	0.000	755.848
P.3	20.00	0.00	45.68	0.000	913.682
P.4	20.00	0.00	28.68	0.000	573.502
P.5	20.00	0.00	47.61	0.000	952.238
P.6	20.00	0.00	47.93	0.000	958.663
P.7	20.00	0.00	48.13	0.000	962.653
P.8	16.00	0.00	40.83	0.000	653.372
P.9	10.00	0.00	33.40	0.000	334.012
P.10	14.00	0.00	28.04	0.000	392.551
P.11	20.00	0.00	15.92	0.000	318.390
P.12	20.00	0.00	13.51	0.000	270.213
P.13	20.00	0.00	12.32	0.000	246.520
P.14	20.00	0.00	11.56	0.000	231.267
P.15	20.00	0.00	10.73	0.000	214.737
P.16	15.31	0.00	15.95	0.000	244.360
P.17	10.00	0.00	22.33	0.000	223.433
P.18	14.69	0.00	27.67	0.000	406.787
P.19	20.00	0.00	36.58	0.000	732.284
P.20	20.00	0.00	42.32	0.000	846.842
P.21	20.00	0.00	39.92	0.000	798.538
P.22	11.95	0.00	34.73	0.000	414.940
P.23	10.00	0.00	33.83	0.000	338.292
P.24	18.05	0.00	29.00	0.000	523.517
P.25	20.00	0.00	25.03	0.000	500.573
P.26	20.00	0.00	20.10	0.000	402.120
P.27	20.00	0.00	17.58	0.000	351.729
P.28	20.00	0.00	15.03	0.000	300.528
P.29	20.00	0.00	15.14	0.000	302.686
P.30	11.25	0.00	15.09	0.000	169.744
P.31	10.00	0.00	15.00	0.000	149.987
P.32	9.74	0.00	13.24	0.000	128.856
P.33	10.00	0.00	13.01	0.000	130.077
P.34	19.01	0.00	8.11	0.000	154.166
P.35	20.00	0.00	4.41	0.000	88.307
P.36	20.00	0.00	7.53	0.000	150.507
P.37	20.00	0.00	10.55	0.000	211.094
P.38	20.00	0.00	13.08	0.000	261.810
P.39	15.70	0.00	15.00	0.000	235.702
P.40	10.00	0.00	16.00	0.000	160.102
P.41	14.30	0.00	16.86	0.000	241.224
P.42	20.00	0.00	15.22	0.000	304.611
P.43	20.00	0.00	14.19	0.000	283.917
P.44	20.00	0.00	16.81	0.000	336.324
P.45	20.00	0.00	18.28	0.000	365.577
P.46	20.00	0.00	22.70	0.000	454.188
P.47	10.85	0.00	27.14	0.000	294.536
P.48	10.00	0.00	27.15	0.000	271.509
P.49	19.15	0.00	26.81	0.000	513.561
P.50	20.00	0.00	25.47	0.000	509.318
P.51	20.00	0.00	25.21	0.000	504.123
P.52	20.00	0.00	24.12	0.000	482.263
P.53	20.00	0.00	24.23	0.000	484.650
P.54	15.56	0.00	20.76	0.000	323.128
P.55	10.00	0.00	19.35	0.000	193.463
P.56	14.44	0.00	20.26	0.000	292.416

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.57	20.00	0.00	21.54	0.000	430.878
P.58	20.00	0.00	27.69	0.000	553.873
P.59	20.00	0.00	28.28	0.000	565.649
P.60	20.00	0.00	20.58	0.000	411.540
P.61	20.00	0.00	14.33	0.000	286.514
P.62	20.00	0.00	11.48	0.000	229.691
P.63	20.00	0.00	13.89	0.000	277.833
P.64	20.00	0.00	12.61	0.000	252.240
P.65	20.00	0.00	10.23	0.000	204.587
P.66	20.00	0.00	9.61	0.000	192.256
P.67	20.00	0.00	9.22	0.000	184.391
P.68	20.00	0.00	8.87	0.000	177.482
P.69	20.00	0.00	9.15	0.000	183.035
P.70	20.00	0.00	10.16	0.000	203.115
P.71	20.00	0.00	11.51	0.000	230.300
P.72	20.00	0.00	12.90	0.000	258.051
P.73	20.00	0.00	14.31	0.000	286.246
P.74	20.00	0.00	15.70	0.000	314.085
P.75	20.00	0.00	17.07	0.000	341.432
P.76	20.00	0.00	18.41	0.000	368.286
P.77	20.00	0.00	19.75	0.000	395.072
P.78	20.00	0.00	21.11	0.000	422.296
P.79	20.00	0.00	22.41	0.000	448.159
P.80	20.00	0.00	23.51	0.000	470.117
P.81	20.00	0.00	24.28	0.000	485.582
P.82	20.00	0.00	24.72	0.000	494.385
P.83	20.00	0.00	24.91	0.000	498.202
P.84	20.00	0.00	25.75	0.000	515.071
P.85	20.00	0.00	28.71	0.000	574.209
P.86	20.00	0.00	32.96	0.000	659.129
P.87	20.00	0.00	36.59	0.000	731.834
P.88	20.00	0.00	38.53	0.000	770.531
P.89	20.00	0.00	39.93	0.000	798.523
P.90	20.00	0.00	42.29	0.000	845.720
P.91	20.00	0.00	42.98	0.000	859.644
P.92	20.00	0.00	43.67	0.000	873.353
P.93	20.00	0.00	42.01	0.000	840.152
P.94	20.00	0.00	42.96	0.000	859.296
P.95	20.00	0.00	43.53	0.000	870.664
P.96	20.00	0.00	44.04	0.000	880.825
P.97	20.00	0.00	43.13	0.000	862.668
P.98	20.00	0.00	36.37	0.000	727.302
P.99	20.00	0.00	30.17	0.000	603.452
P.100	20.00	0.00	26.64	0.000	532.779
P.101	20.00	0.00	24.07	0.000	481.408
P.102	20.00	0.00	17.89	0.000	357.855
P.103	20.00	0.00	14.50	0.000	290.009
P.104	20.00	0.00	14.97	0.000	299.420
P.105	20.00	0.00	17.21	0.000	344.214
P.106	11.40	0.00	16.69	0.000	190.314
P.107	10.00	0.00	16.38	0.000	163.794
P.108	18.60	0.00	15.26	0.000	283.770
P.109	20.00	0.00	21.16	0.000	423.179
P.110	20.00	0.00	27.91	0.000	558.341
P.111	20.00	0.00	25.42	0.000	508.477
P.112	20.00	0.00	22.83	0.000	456.774

Chapitre 8 : Cubatures

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.113	20.00	0.00	16.86	0.000	337.246
P.114	10.71	0.00	13.66	0.000	146.402
P.115	10.00	0.00	13.55	0.000	135.591
P.116	17.19	0.00	16.48	0.000	283.404
P.117	10.00	0.00	23.58	0.000	236.028
P.118	12.11	0.00	24.98	0.000	302.716
P.119	20.00	0.00	21.76	0.000	435.474
P.120	20.00	0.00	24.03	0.000	480.701
P.121	20.00	0.00	28.37	0.000	567.407
P.122	20.00	0.00	26.47	0.000	529.430
P.123	20.00	0.00	20.63	0.000	412.622
P.124	17.20	0.00	23.53	0.000	404.641
P.125	10.00	0.00	27.68	0.000	276.781
P.126	12.80	0.00	29.52	0.000	377.863
P.127	20.00	0.00	33.19	0.000	663.829
P.128	20.00	0.00	35.45	0.000	708.956
P.129	20.00	0.00	36.73	0.000	734.633
P.130	20.00	0.00	38.30	0.000	765.979
P.131	20.00	0.00	40.75	0.000	815.100
P.132	20.00	0.00	43.15	0.000	862.958
P.133	20.00	0.00	44.04	0.000	880.710
P.134	20.00	0.00	43.16	0.000	863.135
P.135	20.00	0.00	42.17	0.000	843.384
P.136	20.00	0.00	41.06	0.000	821.234
P.137	20.00	0.00	39.15	0.000	783.030
P.138	20.00	0.00	36.21	0.000	724.269
P.139	20.00	0.00	33.53	0.000	670.634
P.140	20.00	0.00	31.12	0.000	622.490
P.141	20.00	0.00	28.91	0.000	578.128
P.142	20.00	0.00	26.80	0.000	535.913
P.143	20.00	0.00	24.38	0.000	487.683
P.144	20.00	0.00	21.49	0.000	429.855
P.145	20.00	0.00	16.77	0.000	335.449
P.146	20.00	0.00	16.76	0.000	335.218
P.147	20.00	0.00	13.80	0.000	275.991
P.148	20.00	0.00	12.16	0.000	243.241
P.149	20.00	0.00	10.90	0.000	218.024
P.150	20.00	0.00	11.33	0.000	226.544
P.151	20.00	0.00	12.04	0.000	240.717
P.152	20.00	0.00	11.77	0.000	235.336
P.153	20.00	0.00	11.49	0.000	229.737
P.154	20.00	0.00	12.28	0.000	245.502
P.155	20.00	0.00	14.32	0.000	286.469
P.156	20.00	0.00	18.09	0.000	361.761
P.157	20.00	0.00	22.02	0.000	440.312
P.158	15.66	0.00	24.38	0.000	381.750
P.159	10.00	0.00	24.42	0.000	244.204
P.160	14.34	0.00	25.68	0.000	368.334
P.161	20.00	0.00	28.99	0.000	579.815
P.162	20.00	0.00	33.08	0.000	661.577
P.163	20.00	0.00	39.23	0.000	784.762
P.164	20.00	0.00	46.58	0.000	932.026
P.165	15.51	0.00	51.84	0.000	804.730
P.166	10.00	0.00	54.34	0.000	543.858
P.167	14.49	0.00	56.34	0.000	816.946
P.168	20.00	0.00	59.96	0.000	1200.242
P.169	20.00	0.00	58.35	0.000	1167.968
P.170	20.00	0.00	52.81	0.000	1056.996
P.171	20.00	0.00	50.05	0.000	1002.000
P.172	20.00	0.00	46.88	0.000	938.681
P.173	20.00	0.00	44.83	0.000	897.128

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.174	20.00	0.00	46.48	0.000	930.246
P.175	20.00	0.00	41.01	0.000	820.818
P.176	16.37	0.00	35.40	0.000	579.950
P.177	10.00	0.00	31.95	0.000	319.740
P.178	13.63	0.00	31.10	0.000	424.294
P.179	20.00	0.00	34.46	0.000	689.585
P.180	20.00	0.00	39.25	0.000	785.378
P.181	20.00	0.00	45.11	0.000	902.366
P.182	20.00	0.00	43.65	0.000	872.914
P.183	16.22	0.00	40.06	0.000	649.839
P.184	10.00	0.00	39.13	0.000	391.304
P.185	13.10	0.00	41.03	0.000	537.585
P.186	10.00	0.00	51.04	0.000	510.397
P.187	10.67	0.00	51.83	0.000	553.267
P.188	20.00	0.00	58.52	0.000	1170.519
P.189	20.00	0.00	59.10	0.000	1182.115
P.190	20.00	0.00	47.67	0.000	954.021
P.191	20.00	0.00	33.96	0.000	679.664
P.192	11.17	0.00	28.39	0.000	317.416
P.193	10.00	0.00	27.80	0.000	278.317
P.194	18.83	0.00	25.87	0.000	487.745
P.195	20.00	0.00	25.30	0.000	506.439
P.196	20.00	0.00	18.20	0.000	364.086
P.197	20.00	0.00	15.21	0.000	304.320
P.198	20.00	0.00	14.59	0.000	291.849
P.199	20.00	0.00	16.55	0.000	331.291
P.200	20.00	0.00	21.35	0.000	427.576
P.201	20.00	0.00	23.82	0.000	476.835
P.202	20.00	0.00	27.59	0.000	552.465
P.203	20.00	0.00	31.48	0.000	630.353
P.204	20.00	0.00	35.50	0.000	710.976
P.205	20.00	0.00	36.09	0.000	722.708
P.206	10.42	0.00	35.04	0.000	365.600
P.207	10.00	0.00	34.99	0.000	350.252
P.208	19.58	0.00	33.30	0.000	652.137
P.209	20.00	0.00	30.98	0.000	619.643
P.210	20.00	0.00	28.90	0.000	577.933
P.211	20.00	0.00	28.04	0.000	560.829
P.212	12.26	0.00	27.12	0.000	332.612
P.213	10.00	0.00	27.10	0.000	270.951
P.214	17.74	0.00	28.12	0.000	498.754
P.215	20.00	0.00	28.06	0.000	561.264
P.216	20.00	0.00	24.41	0.000	488.219
P.217	20.00	0.00	17.45	0.000	348.956
P.218	20.00	0.00	11.50	0.000	229.965
P.219	20.00	0.00	12.60	0.000	252.022
P.220	20.00	0.00	13.88	0.000	277.596
P.221	20.00	0.00	18.55	0.000	370.930
P.222	20.00	0.00	22.39	0.000	447.824
P.223	20.00	0.00	25.00	0.000	499.934
P.224	20.00	0.00	27.71	0.000	554.156
P.225	13.39	0.00	27.54	0.000	368.815
P.226	10.00	0.00	28.38	0.000	283.835
P.227	16.61	0.00	31.34	0.000	520.419
P.228	20.00	0.00	37.53	0.000	750.582
P.229	20.00	0.00	39.94	0.000	798.909
P.230	20.00	0.00	44.83	0.000	896.720
P.231	20.00	0.00	49.41	0.000	988.401
P.232	13.25	0.00	46.62	0.000	617.778
P.233	10.00	0.00	43.82	0.000	438.382
P.234	16.75	0.00	36.27	0.000	607.830

Chapitre 8 : Cubatures

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.235	20.00	0.00	29.36	0.000	587.302
P.236	20.00	0.00	25.91	0.000	518.233
P.237	20.00	0.00	22.91	0.000	458.150
P.238	20.00	0.00	27.15	0.000	543.321
P.239	15.04	0.00	25.09	0.000	377.700
P.240	10.00	0.00	23.18	0.000	231.996
P.241	14.96	0.00	22.45	0.000	335.888
P.242	20.00	0.00	21.22	0.000	424.576
P.243	20.00	0.00	20.50	0.000	410.084
P.244	20.00	0.00	21.49	0.000	429.810
P.245	20.00	0.00	23.88	0.000	477.684
P.246	14.90	0.00	25.71	0.000	383.042
P.247	10.00	0.00	25.54	0.000	255.350
P.248	15.10	0.00	26.06	0.000	393.523
P.249	13.34	0.00	29.15	0.000	388.822
P.250	10.00	0.00	31.18	0.000	311.798
P.251	16.66	0.00	34.00	0.000	566.555
P.252	20.00	0.00	37.26	0.000	745.296
P.253	20.00	0.00	42.32	0.000	846.353
P.254	20.00	0.00	45.68	0.000	913.808
P.255	20.00	0.00	48.34	0.000	966.956
P.256	13.19	0.00	51.97	0.000	685.732
P.257	10.00	0.00	52.05	0.000	520.656
P.258	16.81	0.00	51.66	0.000	868.470
P.259	20.00	0.00	43.61	0.000	871.956
P.260	20.00	0.00	41.09	0.000	821.660
P.261	20.00	0.00	35.32	0.000	706.526
P.262	20.00	0.00	30.01	0.000	599.945
P.263	20.00	0.00	26.62	0.000	532.262
P.264	20.00	0.00	21.08	0.000	421.520
P.265	20.00	0.00	22.46	0.000	449.358
P.266	20.00	0.00	38.67	0.000	773.761
P.267	20.00	0.00	54.96	0.000	1099.606
P.268	20.00	0.00	52.93	0.000	1059.195
P.269	20.00	0.00	40.46	0.000	809.848
P.270	20.00	0.00	41.87	0.000	838.310
P.271	20.00	0.00	44.61	0.000	892.913
P.272	20.00	0.00	51.76	0.000	1035.795
P.273	20.00	0.00	57.70	0.000	1154.414
P.274	20.00	0.00	60.87	0.000	1217.402
P.275	19.78	0.00	63.90	0.000	1264.237
P.276	10.00	0.00	58.54	0.000	585.726
P.277	10.22	0.00	58.33	0.000	596.453
P.278	20.00	0.00	48.87	0.000	977.719
P.279	20.00	0.00	43.87	0.000	877.523
P.280	20.00	0.00	42.50	0.000	850.137
P.281	20.00	0.00	53.22	0.000	1064.423
P.282	19.63	0.00	56.15	0.000	1102.497
P.283	10.00	0.00	53.44	0.000	534.426
P.284	10.37	0.00	53.11	0.000	550.579
P.285	20.00	0.00	45.37	0.000	907.452
P.286	20.00	0.00	37.82	0.000	756.422
P.287	20.00	0.00	36.23	0.000	724.590
P.288	20.00	0.00	35.00	0.000	700.015
P.289	20.00	0.00	31.41	0.000	628.191
P.290	20.00	0.00	27.78	0.000	555.548
P.291	20.00	0.00	24.23	0.000	484.542
P.292	20.00	0.00	20.16	0.000	403.107
P.293	20.00	0.00	17.87	0.000	357.369
P.294	20.00	0.00	20.94	0.000	418.707
P.295	20.00	0.00	26.15	0.000	523.083

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.296	20.00	0.00	23.97	0.000	479.405
P.297	20.00	0.00	24.27	0.000	485.421
P.298	20.00	0.00	30.33	0.000	606.653
P.299	20.00	0.00	31.60	0.000	632.033
P.300	20.00	0.00	31.40	0.000	627.919
P.301	20.00	0.00	30.25	0.000	604.939
P.302	20.00	0.00	31.15	0.000	622.985
P.303	20.00	0.00	32.02	0.000	640.473
P.304	20.00	0.00	34.69	0.000	693.761
P.305	20.00	0.00	38.13	0.000	762.593
P.306	20.00	0.00	40.29	0.000	805.781
P.307	20.00	0.00	41.78	0.000	835.575
P.308	20.00	0.00	40.49	0.000	809.744
P.309	20.00	0.00	41.57	0.000	831.309
P.310	20.00	0.00	41.16	0.000	823.257
P.311	20.00	0.00	45.34	0.000	906.831
P.312	20.00	0.00	46.92	0.000	938.479
P.313	20.00	0.00	41.29	0.000	825.826
P.314	20.00	0.00	33.53	0.000	670.654
P.315	20.00	0.00	44.82	0.000	896.372
P.316	20.00	0.00	47.97	0.000	959.414
P.317	17.43	0.00	51.65	0.000	900.381
P.318	10.00	0.00	55.30	0.000	552.961
P.319	12.57	0.00	56.49	0.000	709.967
P.320	20.00	0.00	61.63	0.000	1232.623
P.321	20.00	0.00	62.99	0.000	1259.921
P.322	20.00	0.00	53.49	0.000	1070.147
P.323	20.00	0.00	46.44	0.000	929.204
P.324	20.00	0.00	40.74	0.000	815.175
P.325	16.74	0.00	35.78	0.000	599.139
P.326	10.00	0.00	34.00	0.000	340.244
P.327	13.26	0.00	32.63	0.000	433.082
P.328	18.64	0.00	28.76	0.000	536.576
P.329	10.00	0.00	26.89	0.000	269.081
P.330	11.36	0.00	26.55	0.000	301.857
P.331	20.00	0.00	26.09	0.000	521.982
P.332	20.00	0.00	26.89	0.000	537.876
P.333	20.00	0.00	24.77	0.000	495.582
P.334	20.00	0.00	24.78	0.000	495.592
P.335	20.00	0.00	23.11	0.000	462.252
P.336	17.94	0.00	22.13	0.000	397.164
P.337	7.94	0.00	21.95	0.000	174.329

Volumes cumulés de remblai (TVO) :

185559 m³

Chaussée

Tableau VIII-2: Matériaux de chaussée - Projet parti A

Matériau	Volume Cumulé
Enduit superficiel	45719,15 m²
GNT	16631.15 m³

Cubatures Décapage

Tableau VIII-3: Volume de décapage - Projet parti A

Décapage		Volume Cumulé
Droit	Gauche	
20 cm	20 cm	20707.018 m³

Chapitre 8 : Cubatures

Partie B :

Remblai / Déblai

Tableau VIII-4: Cubature remblai-déblai Partie B

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.337	10.00	0.00	22.23	0.000	222.300
P.338	20.00	0.00	26.04	0.000	520.892
P.339	20.00	0.00	32.91	0.000	658.218
P.340	20.00	0.00	36.46	0.000	729.176
P.341	20.00	0.00	31.19	0.000	623.767
P.342	20.00	0.00	25.68	0.000	513.694
P.343	20.00	0.00	18.94	0.000	378.899
P.344	20.00	0.00	16.27	0.000	325.399
P.345	20.00	0.00	8.48	0.000	169.617
P.346	20.00	0.00	6.07	0.000	121.428
P.347	20.00	0.00	6.58	0.000	131.598
P.348	20.00	0.00	7.43	0.000	148.594
P.349	20.00	0.00	7.43	0.000	148.623
P.350	20.00	0.00	5.81	0.000	116.297
P.351	20.00	0.00	9.50	0.000	189.952
P.352	20.00	0.00	8.53	0.000	170.503
P.353	20.00	0.00	10.19	0.000	203.764
P.354	17.19	0.00	14.43	0.000	247.966
P.354-1	10.00	0.00	16.48	0.000	164.837
P.355	12.81	0.00	16.59	0.000	212.507
P.356	20.00	0.00	17.43	0.000	348.507
P.357	20.00	0.00	16.02	0.000	320.320
P.358	20.00	0.00	13.67	0.000	273.227
P.359	20.00	0.00	11.51	0.000	229.958
P.360	20.00	0.00	11.51	0.000	230.062
P.361	16.49	0.00	13.25	0.000	218.391
P.361-1	10.00	0.00	14.45	0.000	144.424
P.362	4.96	0.00	15.11	0.000	74.895
P.362-1	10.00	0.00	15.39	0.000	153.795
P.363	18.55	0.00	16.92	0.000	313.860
P.364	20.00	0.00	18.37	0.000	367.434
P.365	20.00	0.00	19.53	0.000	390.749
P.366	20.00	0.00	19.51	0.000	390.236
P.367	20.00	0.00	18.44	0.000	368.873
P.368	20.00	0.00	18.20	0.000	363.945
P.369	10.76	0.00	20.87	0.000	224.502
P.369-1	10.00	0.00	21.10	0.000	210.993
P.370	19.24	0.00	23.38	0.000	449.971
P.371	20.00	0.00	25.72	0.000	514.368
P.372	20.00	0.00	25.28	0.000	505.666
P.373	20.00	0.00	23.57	0.000	471.351
P.374	20.00	0.00	23.51	0.000	470.171
P.375	20.00	0.00	23.51	0.000	470.293
P.376	20.00	0.00	23.83	0.000	476.641
P.377	20.00	0.00	26.90	0.000	537.929
P.378	20.00	0.00	29.60	0.000	592.084
P.379	20.00	0.00	26.90	0.000	538.020
P.380	20.00	0.00	28.44	0.000	568.860
P.381	20.00	0.00	29.70	0.000	593.958
P.382	18.53	0.00	26.67	0.000	494.107
P.382-1	10.00	0.00	22.34	0.000	223.448
P.383	11.47	0.00	21.83	0.000	250.421
P.384	20.00	0.00	17.62	0.000	352.302
P.385	20.00	0.00	11.76	0.000	235.245
P.386	20.00	0.00	8.83	0.000	176.580

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.387	20.00	0.00	7.03	0.000	140.548
P.388	13.29	0.00	5.94	0.000	78.954
P.388-1	10.00	0.00	5.97	0.000	59.710
P.389	16.71	0.00	6.03	0.000	100.940
P.390	20.00	0.00	7.93	0.000	158.898
P.391	20.00	0.00	8.28	0.000	165.786
P.392	20.00	0.00	8.64	0.000	173.076
P.393	20.00	0.00	12.04	0.000	241.195
P.394	20.00	0.00	18.22	0.000	365.034
P.395	20.00	0.00	32.63	0.000	653.810
P.396	20.00	0.00	27.22	0.000	544.507
P.397	20.00	0.00	19.27	0.000	385.597
P.398	20.00	0.00	16.17	0.000	323.486
P.399	20.00	0.00	18.92	0.000	378.577
P.400	11.71	0.00	21.23	0.000	248.793
P.400-1	10.00	0.00	21.62	0.000	216.312
P.401	18.29	0.00	24.36	0.000	445.845
P.402	20.00	0.00	27.09	0.000	542.050
P.403	20.00	0.00	28.71	0.000	574.271
P.404	20.00	0.00	25.34	0.000	506.871
P.405	16.47	0.00	22.77	0.000	374.926
P.405-1	10.00	0.00	23.21	0.000	232.055
P.406	13.53	0.00	23.97	0.000	324.410
P.407	20.00	0.00	26.48	0.000	529.620
P.408	20.00	0.00	32.06	0.000	641.189
P.409	20.00	0.00	50.84	0.000	1016.835
P.410	20.00	0.00	54.51	0.000	1090.117
P.411	16.61	0.00	28.26	0.000	469.383
P.411-1	10.00	0.00	26.42	0.000	264.190
P.412	13.39	0.00	27.51	0.000	368.370
P.413	20.00	0.00	21.39	0.000	427.606
P.414	20.00	0.00	18.28	0.000	365.558
P.415	20.00	0.00	26.26	0.000	525.267
P.416	20.00	0.00	30.49	0.000	609.613
P.417	16.46	0.00	35.04	0.000	576.899
P.417-1	10.00	0.00	32.66	0.000	326.581
P.418	13.54	0.00	26.33	0.000	356.485
P.419	20.00	0.00	17.81	0.000	356.155
P.420	20.00	0.00	20.78	0.000	415.658
P.421	20.00	0.00	24.37	0.000	487.267
P.422	20.00	0.00	28.84	0.000	576.740
P.423	20.00	0.00	32.24	0.000	644.880
P.424	20.00	0.00	32.08	0.000	641.940
P.425	20.00	0.00	32.00	0.000	640.269
P.426	11.50	0.00	31.50	0.000	362.474
P.426-1	10.00	0.00	31.50	0.000	315.157
P.427	18.50	0.00	31.69	0.000	586.329
P.428	20.00	0.00	32.14	0.000	642.867
P.429	20.00	0.00	33.57	0.000	671.500
P.430	20.00	0.00	35.77	0.000	715.395
P.431	20.00	0.00	39.80	0.000	796.088
P.432	11.35	0.00	39.98	0.000	453.984
P.432-1	10.00	0.00	39.77	0.000	397.702

Chapitre 8 : Cubatures

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.433	18.65	0.00	39.37	0.000	734.137
P.434	20.00	0.00	40.13	0.000	802.589
P.435	20.00	0.00	38.97	0.000	779.349
P.436	20.00	0.00	29.69	0.000	593.730
P.437	12.97	0.00	29.39	0.000	381.077
P.437-1	10.00	0.00	29.15	0.000	291.450
P.438	17.03	0.00	21.65	0.000	368.648
P.439	20.00	0.00	18.39	0.000	367.818
P.440	20.00	0.00	16.31	0.000	326.353
P.441	20.00	0.00	20.52	0.000	410.397
P.442	20.00	0.00	27.38	0.000	547.623
P.443	12.82	0.00	33.86	0.000	434.319
P.443-1	10.00	0.00	35.41	0.000	354.242
P.444	17.18	0.00	40.56	0.000	697.110
P.445	20.00	0.00	43.06	0.000	861.435
P.446	20.00	0.00	46.01	0.000	920.362
P.447	20.00	0.00	48.64	0.000	973.028
P.448	20.00	0.00	48.15	0.000	963.179
P.449	20.00	0.00	43.53	0.000	870.533
P.450	20.00	0.00	37.82	0.000	756.363
P.451	17.21	0.00	34.05	0.000	585.837
P.451-1	10.00	0.00	33.17	0.000	331.655
P.452	12.79	0.00	32.70	0.000	418.167
P.453	20.00	0.00	30.25	0.000	604.776
P.454	20.00	0.00	25.31	0.000	506.131
P.455	20.00	0.00	20.81	0.000	416.056
P.456	20.00	0.00	19.45	0.000	388.845
P.457	17.06	0.00	22.68	0.000	386.925
P.457-1	10.00	0.00	19.59	0.000	195.916
P.458	12.94	0.00	18.63	0.000	241.087
P.459	20.00	0.00	19.21	0.000	384.172
P.460	20.00	0.00	18.97	0.000	379.401
P.461	20.00	0.00	22.19	0.000	443.812
P.462	20.00	0.00	24.65	0.000	492.958
P.463	20.00	0.00	23.43	0.000	468.585
P.464	15.38	0.00	24.25	0.000	373.122
P.464-1	10.00	0.00	26.65	0.000	266.503
P.465	14.62	0.00	29.90	0.000	437.017
P.466	20.00	0.00	37.98	0.000	759.535
P.467	20.00	0.00	41.03	0.000	820.457
P.468	20.00	0.00	29.65	0.000	593.164
P.469	20.00	0.00	25.94	0.000	519.096
P.470	20.00	0.00	24.81	0.000	496.502
P.471	10.10	0.00	24.18	0.000	244.282
P.471-1	10.00	0.00	24.19	0.000	241.997
P.472	19.90	0.00	24.51	0.000	487.876
P.473	20.00	0.00	23.73	0.000	474.872
P.474	20.00	0.00	22.88	0.000	457.702
P.475	20.00	0.00	23.06	0.000	461.293
P.476	20.00	0.00	24.13	0.000	482.765
P.477	20.00	0.00	23.89	0.000	477.951
P.478	14.25	0.00	22.93	0.000	326.816
P.478-1	10.00	0.00	22.57	0.000	225.762
P.479	15.75	0.00	23.05	0.000	363.132
P.480	20.00	0.00	20.16	0.000	403.358

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.481	20.00	0.00	16.83	0.000	336.542
P.482	20.00	0.00	16.48	0.000	329.647
P.483	20.00	0.00	19.00	0.000	380.034
P.484	18.97	0.00	22.17	0.000	420.547
P.484-1	10.00	0.00	25.04	0.000	250.450
P.485	11.03	0.00	25.34	0.000	279.598
P.486	20.00	0.00	27.23	0.000	544.666
P.487	20.00	0.00	27.06	0.000	541.191
P.488	20.00	0.00	23.09	0.000	461.745
P.489	20.00	0.00	19.70	0.000	393.973
P.490	20.00	0.00	17.75	0.000	354.992
P.491	20.00	0.00	17.32	0.000	346.363
P.492	20.00	0.00	16.38	0.000	327.510
P.493	20.00	0.00	15.03	0.000	300.576
P.494	20.00	0.00	16.00	0.000	319.939
P.495	20.00	0.00	16.06	0.000	321.133
P.496	11.07	0.00	16.49	0.000	182.522
P.496-1	10.00	0.00	16.58	0.000	165.772
P.497	18.93	0.00	17.68	0.000	334.719
P.498	20.00	0.00	17.40	0.000	347.843
P.499	20.00	0.00	19.67	0.000	393.330
P.500	20.00	0.00	22.13	0.000	442.398
P.501	20.00	0.00	24.08	0.000	481.514
P.502	20.00	0.00	25.61	0.000	512.189
P.503	10.37	0.00	24.02	0.000	249.228
P.503-1	10.00	0.00	23.68	0.000	236.849
P.504	19.63	0.00	17.71	0.000	347.640
P.505	20.00	0.00	14.35	0.000	287.094
P.506	20.00	0.00	15.72	0.000	314.515
P.507	14.05	0.00	15.07	0.000	211.818
P.507-1	10.00	0.00	14.79	0.000	147.970
P.508	15.95	0.00	14.67	0.000	234.107
P.509	20.00	0.00	14.97	0.000	299.438
P.510	20.00	0.00	15.22	0.000	304.438
P.511	20.00	0.00	15.98	0.000	319.646
P.512	20.00	0.00	13.92	0.000	278.516
P.513	20.00	0.00	17.93	0.000	358.629
P.514	13.35	0.00	22.91	0.000	305.887
P.514-1	10.00	0.00	24.89	0.000	248.941
P.515	16.65	0.00	28.79	0.000	479.369
P.516	20.00	0.00	34.53	0.000	690.664
P.517	20.00	0.00	39.12	0.000	782.486
P.518	20.00	0.00	39.14	0.000	782.872
P.519	20.00	0.00	39.72	0.000	794.365
P.520	20.00	0.00	39.73	0.000	794.685
P.521	20.00	0.00	39.03	0.000	780.628
P.522	20.00	0.00	35.98	0.000	719.537
P.523	20.00	0.00	31.67	0.000	633.323
P.524	20.00	0.00	27.54	0.000	550.749
P.525	20.00	0.00	22.85	0.000	456.948
P.526	20.00	0.00	21.02	0.000	420.443
P.527	20.00	0.00	20.81	0.000	416.115
P.528	20.00	0.00	20.24	0.000	404.796
P.529	20.00	0.00	18.41	0.000	368.286
P.530	20.00	0.00	19.69	0.000	393.822

Chapitre 8 : Cubatures

Num.	LAPi	SPi		VPi	
		Déblai	Remblai	Déblai	Remblai
P.531	20.00	0.00	22.06	0.000	441.262
P.532	20.00	0.00	24.43	0.000	488.645
P.533	20.00	0.00	24.84	0.000	496.779
P.534	20.00	0.00	25.25	0.000	504.947
P.535	20.00	0.00	22.41	0.000	448.258
P.536	20.00	0.00	20.40	0.000	408.097
P.537	20.00	0.00	19.03	0.000	380.694
P.538	20.00	0.00	17.39	0.000	347.831
P.539	20.00	0.00	17.32	0.000	346.415
P.540	20.00	0.00	17.90	0.000	357.951
P.541	20.00	0.00	18.94	0.000	378.775
P.542	20.00	0.00	21.11	0.000	422.145
P.543	20.00	0.00	22.88	0.000	457.569
P.544	20.00	0.00	24.48	0.000	489.665
P.545	20.00	0.00	25.32	0.000	506.336
P.546	20.00	0.00	20.53	0.000	410.574
P.547	20.00	0.00	18.00	0.000	359.929
P.548	20.00	0.00	22.06	0.000	441.169
P.549	20.00	0.00	26.61	0.000	532.209
P.550	20.00	0.00	35.22	0.000	704.497
P.551	20.00	0.00	35.63	0.000	712.549
P.552	20.00	0.00	22.94	0.000	458.786
P.553	20.00	0.00	19.32	0.000	386.349
P.554	12.48	0.00	15.48	0.000	193.270
P.555	2.48	0.00	14.38	0.000	35.730

Volumes cumulés de remblai (TVO) :
102736 m³

Chaussée

Tableau VIII-5: Matériaux de chaussée- Projet partie B

Matériau	Volume Cumulé
Enduit superficiel	32587.26 m ²
GNT	11899.60 m ³

Cubatures Décapage

Tableau VIII-6: Volume de décapage- Projet partie B

Décapage		Volume Cumulé
Droit	Gauche	
20 cm	20 cm	13765.421 m ³

❖ Les sommes des cubatures:

Tableau VIII-7: Les sommes des cubatures

	Partie A	Partie B	Totales
ES	45719.15	32587.26	78306,41 m ²
GNT	16631.15	11899.6	28530,75 m ³
Décapage	20707.02	13765.42	34472,44 m ³
Remblai	185559	102736	288295 m ³

Devis Estimative-Quantitatif :

Tableau XI-1 : Devis Estimative-Quantitative du projet

Désignation	Unité	Prix unitaire (DA)	Quantité	Coût (DA)
Terrassement				
Décapage des terres végétal (20 cm).	m ³	350	34472,4	12065354
Remblai d'emprunt	m ³	550	288295	158562250
Chaussées				
Couche de surface (Enduit superficiel - Bicouche).	m ²	250	78306,4	19576603
Couche de base et couche de fondation (GNT).	m ³	2800	28530,8	79886100
Total des matériaux utilisé				270090307
Installation de chantiers et repliement.		3%		8102709
Signalisation et Eclairages et équipements routiers.		5%		13504515
Contrôle (Bureau d'étude et laboratoire).		2%		5401806
Montant H.T				297099337
TVA 17%				50506887
Montant TTC				347606224

Le coût total du projet est de : **347606224 DA**

(Trois cent quarante-sept millions six cent six mille deux cent vingt-quatre Dinar Algérien)

Conclusion générale

L'étude de conception de la liaison LIOUA-OUMACHE long de **10441 m**, nous a permis véritablement de faire la synthèse de toute les connaissances, nous avons pu maîtriser à travers ce présent projet les différentes phases rentrant dans une conception de route.

L'étude de capacité de ce projet a fait montrer que le trafic estimé est exagéré ce qui nous a fait suggérer par manque d'information une nouvelle valeur qui semble logique et qui nous a donné une capacité de 2 voies pour le projet et d'après l'étude de dimensionnement de corps de chaussée nous avons vu les deux méthodes empiriques la méthode de CBR et la méthode de catalogue, et après avoir comparé entre les deux nous avons trouvé que la structure obtenu par la méthode de catalogue est plus épaisse que la structure obtenu par la méthode de CBR, car elle tient en compte le comportement de la fatigue relatif à la chaussée. Ensuite on a parlé des enduits superficiels et ses types des structures les plus utilisés et comment choisir le type d'enduit selon certains paramètres, ainsi les modes d'exécution principales. D'autre part on a défini les trois éléments géométriques de la route qui la compose en tracé en plan, profil en long et le profil en travers. En dernier point on a défini les cubatures des terrassements ainsi expliquer et comparer entre les méthodes de calcul des cubatures la méthode des volumes élémentaires et la méthode des profils, ou on a adopté ce dernier dans notre projet et montré quelques exemples. Finalement, on a déterminé les quantité des matériaux nécessaire à ce projet et nous avons estimé un devis approximatif du cout de la réalisation du projet qui est évalué à **347606224 DA**.

Ce projet nous a permis aussi d'être en face des problèmes techniques et administratifs qui pourront se présenter dans un projet routier. il était aussi une grande occasion pour savoir le déroulement d'un projet des travaux publics en général et un projet routier en particulier et par conséquent l'utilisation des logiciels de calcul et de dessin comme **AUTOCAD**, **CIVIL 3D** et surtout **COVADIS** ou j'ai bien compris les fonctions et les principes utiliser par le logiciel pour faire les calculs aussi j'ai appris comment appliqué les normes Algériennes de conception géométriques dans le logiciel.

Ce projet nous a permis de franchir un grand pas vers la vie professionnelle et même académique.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ REMADNA Mohamed. S, "Chapitre 1 Dimensionnement Des Structures De Chaussées." 21 pages.
- ❖ Adel, NEHAOUA, "Chapitre 6: Caractéristiques Géométriques Des Routes." Cours de routes 1, 34 pages
- ❖ "Catalogue De Dimensionnement Des Chaussées Neuves." Fasicule1: Notice d'utilisation, 31 pages : CTTTP, 2011.
- ❖ "Catalogue De Dimensionnement Des Chaussées Neuves." Fasicule2: Hypothèses et données de dimensionnement, 22 pages : CTTTP, 2011.
- ❖ "Catalogue De Dimensionnement Des Chaussées Neuves." Fasicule3: Fiches techniques de dimensionnement, 96 pages : CTTTP, 2011.
- ❖ Djamel, NEJI. Le Projet Routier, 2005.
- ❖ "Enduits Superficiels D'usure." In Guide technique 119 pages: SETRA, LCPC.
- ❖ "Etude Générales Techniques Et Economiques Des Amenagements Routiers." In B40-Normes techniques d'aménagement des routes, 280 pages: Direction des études générales et de la réglementation techniques, 1977.
- ❖ "Etude Générales Techniques Et Economiques Des Amenagements Routiers." In B30-Manuel de capacite des routes. 80 pages: Direction des études générales et de la réglementation techniques, 1978.
- ❖ "Guide Des Études De Trafic Interurbain." Guide technique, 96 Service d'études techniques des routes et autoroutes, 1992.
- ❖ INDIRA Khanna, LALITHA Justo. Highway Engineering, 2011.
- ❖ Jean, BERTHIER. "Projet Et Construction De Routes." Techniques de l'ingénieur: 39 pages.
- ❖ KALLI Fatima-Zohra, GOUMETTRE Ahmed Manuel De Projet De Routes. Vol. 87 pages. 2.03.5266 ed.: Office des publications universitaires, 2011.
- ❖ KALLI Fatima-Zohra, RAHAL. Conception Des Tracés Routiers -Normes- Cours De Routes 2012.
- ❖ Michel, FAURE. Cours De Routes Tome 2. Vol. 255 pages: Aleas editeur, 1998.
- ❖ Rogers, Martin. Highway Engineering: Blackwell Science, 2003.

- ❖ "Travaux De Terrassement." 16 pages: institut universitaire de technologie de Saint PIERRE
- ❖ Rapport avant projet détaillé " Etude au sud de oued jeddi d'une liaison lioua oumach"
- ❖ publics, Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des travaux. "Guide Pratique De Dimensionnement Des Chaussées Pour Les Pays Tropicaux 1984." 157 pages: La documentation française
- ❖ AOURI Issam, KOUADRI Khalil. "Etude En APD Du Dédoublment De La RN82 Sur 10km Avec Aménagement D'un Carrefour Giratoire." 2010.
- ❖ BOURKAIB Ahmed, KHELIFA Abdelkader. "Etude D'un Échangeur Au Niveau De La Rn71 Avec Étude D'un Tronçon De L'évitement De La Ville D'azazga Plus Dédoublment De La RN71." 2010.
- ❖ KHALDI El-Housseyn, BOUALI Youcef Mohamed. "Étude En APD Du Dédoublment De L'évitement De La Ville Khenchela Sur 8 .4 Km Avec Conception De 3 Carrefours." 2010.
- ❖ DJELLOUL Daouadi Adda, HECHICHE Amer. "Etude En APD D'une Pénétrante Reliant La Voie Express à L'autoroute Est-Ouest." 2007.
- ❖ **Liens utiliser :**
 - <http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueBISKRA.html>
 - <http://www.mtp.gov.dz/fr/permalink/3304.html?print>