



**ETUDES TECHNIQUES DETAILLEES DES TRAVAUX
D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA VOIRIE INTERNE DE
L'UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU.**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU
ET DE L'ENVIRONNEMENT OPTION : Génie civil**

Présenté et soutenu publiquement le 21 Juillet 2015 par :

Christian HALTEBAYE

Travaux dirigés par :

Dr Ismaïla GUEYE

Responsable de département Génie civil (Enseignant chercheur à 2iE)

Mr Célestin OVONO MEZUI

Enseignant chargé du l'entreprenariat, de l'Innovation et du Développement Durable (2iE)

Mr KO Bobou

Directeur Technique de la SOCIETE SUZY Construction

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Ismaïla GUEYE

Membres et correcteurs : M. KOKOLE Koffi

M. OUEDRAOGO Arnaud

Promotion [2014/2015]

DEDICACES

Je dédie ce mémoire de fin de cycle à la l'hommage de tous et toutes qui sont chers pour moi et qui ont quitté ce monde, à savoir :

- ❖ Mon grand-père **Walngar** ;
- ❖ Ma tante **Nobeita Walngar** ;
- ❖ Mon oncle **Moundaroumgarti Augustin Walngar**, tous ont quitté très prématurément, que leurs âmes reposent en paix.

Je le dédie à ma mère **Ndiguinta Suzanne** qui m'a donné la vie et la quête du savoir, qu'elle trouve à travers ce travail toute mon expression de gratitude et de joie ;

- ❖ A ma marâtre **Toba Solange** qui ne cesse de prononcer la bénédiction et la prière sur moi ;
- ❖ A mon père **Walngar Sadjinan Deba**, qui n'a cessé de me guider sur la voie, du courage, de la sagesse, de la dignité et surtout d'humilité;
- ❖ Mes oncles **Ngartambaye Jean Walngar** et **Nodjitoloum David** pour leur soutien à tous les niveaux ;

A mes frères, sœurs, tantes et oncles dont je ne peux tous citer leurs noms ici, pour leur soutien déterminé dans mes études ; sans oublier les amis, les collègues qui m'ont témoigné de leur reconnaissance dans la joie et les difficultés.

REMERCIEMENTS

Ce mémoire de fin de cycle n'aurait pas vu le jour sans le concours combien apprécié et varié de tous ceux qui ont œuvré de près ou de loin à l'édification du jeune ingénieur que je suis.

Que tous ceux qui, par l'intérêt qu'ils ont bien voulu accorder à ce mémoire trouvent ici l'expression de notre gratitude.

Je voudrais tout d'abord adresser mes remerciements les plus sincères à :

- ❖ Monsieur **Daniel ZEIDE** le directeur général de la société SUZY construction de m'avoir permis d'effectuer ce stage de fin de cycle dans son entreprise.
- ❖ Monsieur **KO Bobou**, le directeur technique et mon maître de stage qui malgré ces multiples préoccupations professionnelles s'est donné de la volonté à m'appuyer à tous les niveaux pendant ma période de stage.
- ❖ Docteur **Ismaila GUEYE**, mon directeur de mémoire et Monsieur **OVONO Célestin** pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport. Merci pour votre présence continue, votre disponibilité, votre spontanéité appréciée par tous et votre gentillesse.
- ❖ Toute l'équipe pédagogique du 2IE et les intervenants professionnels de la formation en génie civil, pour avoir assuré la partie théorique de mon cursus.
Je tiens à remercier tout particulièrement et à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles m'ont fait vivre durant ces quatre mois au sein de l'entreprise *SUZY Construction* :
- ✂ Messieurs **SEBASTIEN, DABIRE, ROCK, MAMADOU**, l'ensemble du personnel de l'entreprise pour leur accueil sympathique et leur coopération professionnelle tout au long de cette période, sachant répondre à toutes mes interrogations ; sans oublier leur participation au cheminement de ce rapport
- ✂ Monsieur **DJIGUEMDE Sosthène** pour sa précieuse contribution ;
- ✂ A tous mes camarades de la promotion Master 2015 pour l'ambiance fraternelle qui a régné pendant ces années passées ensemble sans oublier mes chers amis pour leur soutien continu.

Que Dieu vous le rende au centuple et vous comble de sa grâce chaque jour de votre vie.

RESUME

L'objet de notre étude s'inscrit dans le programme d'aménagement des voiries urbaines prôné depuis une dizaine d'années déjà par le gouvernement de la république du Faso.

Cette étude a pour objectif particulier la conception, la quantification de la nature des interventions. Elle a consisté à la réalisation d'une étude technique détaillée qui a abouti à l'établissement de dossiers techniques des travaux.

Ainsi pour mener à bien cette tâche, on a débuté par les études préliminaires qui ont essentiellement consisté à faire un recueil des données naturelles et fonctionnelles, éléments incontournables dans le processus de conception d'une route et des ouvrages d'assainissement.

La conception des tracés s'est faite à base des données topographiques.

Conformément aux données de l'étude géotechnique, du trafic estimé, on a obtenu: l'enduit superficiel en bicouche pour le revêtement, **15 cm** de couche de base, **20 cm** pour la fondation et la couche de forme varie selon la topographie du terrain.

Enfin après avoir effectué les études hydrologique et hydraulique classiques inhérentes au calcul d'une route, on a fait le dimensionnement des caniveaux selon le débit à évacuer qui au regard ont données des sections allant de $60 \times 80 \text{ cm}^2$ à $100 \times 100 \text{ cm}^2$.

Enfin une évaluation quantitative contribuant à la réalisation des travaux a conduit à une estimation globale du coût du projet toutes taxes comprises hors l'éclairage public chiffré à Six cent quarante-cinq millions six cent quatre-vingt-douze milles huit cent dix-neuf (**645 692 819 FCFA**) et le délai prévisionnel des travaux est de **5 mois** environ.

Mot clés :

Etudes, Aménagement, Routes, Caniveaux, Stabilité.

ABSTRACT

The object of our study falls under the programme of adjustment of the urban roadway systems preached since ten years already by the government of the republic of Faso.

This study has as a particular objective the design, the quantification of the nature of the interventions. It consisted with the realization of a detailed technical study which led to the establishment of technical dossiers of work.

Thus to conclude this task, one begin with the preliminary studies which consisted primarily in making a collection of the natural and functional data, elements impossible to circumvent in the process of design of a road and drainage systems. I.e. in accordance with the terms of reference, one carried out a comparative study opposing by consulting similar studies made to Burkina.

The design of the layouts was done at base of the topographic data.

In accordance with the data of the geotechnical study, estimated traffic, one obtains: the surface dressing into double-layered for the coating, **15 cm** of base course, **20 cm** for the foundation and the subgrade varies according to the topography of the ground.

Finally after having carried out the traditional studies hydrological and hydraulic inherent in the calculation of a road, one made the dimensioning of the gutters according to the flow be evacuated this with the glance gave sections going of 60x80cm² to 100x100cm².

Finally a quantitative evaluation contributing to the realization of work led to an overall estimate of the cost of the project all inclusive of tax out the street lighting quantified to Six hundred forty-five million six hundred and four twenty two miles eight hundred and ten nine (**645 692 819 FCFA**) and the estimated time of work is approximately **5 months**.

Key words:

Studies, Installation, Roads, Gutters, Stability.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

2iE : Institut International d'Ingénierie de L'Eau et de L'Environnement

BAEL : Béton Armé à l'Etat Limite ;

BT : Basse tension ;

CBR : California Bearing Ratio (indice de portance californien) ;

CEBTP : Centre Expérimental de recherche et d'étude du Bâtiment et des Travaux Publics ;

FCFA : Franc de la Communauté Financière Africaine ;

ICTARN : Instruction sur les conditions techniques d'Aménagement des Routes Nationales ;

LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées ;

LNBT : Laboratoire National de Bâtiment et des Travaux Publics du Burkina Faso ;

MEE : Ministère de l'Environnement et de l'Eau ;

MEF : Ministère de l'Economie et de Finance ;

MICIA : Marché International du Cinéma Africain ;

MT : Moyenne Tension ;

ONEA : Office National de l'Eau et de l'Assainissement ;

PGES : Plan de Gestion Environnemental et Social ;

PK : Point Kilométrique ;

PL : Poids Lourds ;

SETRA : Service d'Etude Techniques des Routes et Autoroutes ;

SONABEL : Société Nationale d'Electricité du Burkina Faso ;

TPC : Terre-Plein Central ;

UEMOA : Union Economique et Monétaire Ouest Africain ;

UO : Université de Ouagadougou ;

VIH : Virus de l'Immunodéficiência Humaine ;

VL : Véhicules Légers.

SOMMAIRE

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	v
LISTE DES TABLEAUX	3
LISTE DES FIGURES	5
PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION GENERALE.....	6
Chapitre I - CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET.....	7
I.1- Contexte et justification du projet.....	7
I.2 - Objectifs du projet	7
I.2.1- Objectif général (Finalité).....	7
I.2.2- Objectifs spécifiques (but)	7
II - METHODE GLOBALE DE L'ETUDE	8
Chapitre II : SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CARACTERISATION DU PROJET	9
I- SITUATION GEOGRAPHIE DU PROJET	9
I.1 - Zone d'étude du projet	10
II- CARACTERISATION DU PROJET	10
II.1- Le relief.....	10
II.2- La géologie générale.....	10
II.3- Le climat.....	11
II.4 - La pluviométrie	11
DEUXIEME PARTIE : CONCEPTION ET ETUDES GEOTECHNIQUES ROUTIERES.....	12
Chapitre I : CONCEPTION GEOMETRIQUE DE LA ROUTE	12

I- LES DONNEES DE L'ETUDE.....	12
II - LE TRACE EN PLAN.....	13
III - LE PROFIL EN LONG	16
IV- LE PROFIL EN TRAVERS	20
Chapitre II : ETUDES DE LA GEOTECHNIQUE ROUTIERE	23
I- LES ESSAIS GEOTECHNIQUES	23
II- LES SPECIFICATIONS REQUISES POUR LA COUCHE DE BASE.....	23
III - DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES DE LA CHAUSSEE.....	24
III.1- Méthodes pratiques de dimensionnement	24
III.2- Durée de service.....	25
III.3- Etude du trafic.....	26
III.4- Résultats de dimensionnement.....	27
TROISIEME PARTIE : ETUDES HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE.....	30
Chapitre I : ETUDE HYDROLOGIQUE ET ESTIMATION DES DEBITS	30
I.1- Etude des données pluviométriques.....	30
I.2- l'analyse des données pluviométriques de la station d'Ouagadougou	30
I.3- Traitement des données pluviométriques	31
I.4- Résultats de caractéristiques physiques des sous bassins	32
I.5- Estimation des débits.....	33
Chapitre II : DIMENSIONNEMENT HYDAULIQUE DES OUVRAGES ET CALCULS BETON ARME	35
I- DIMENSIONNEMENT HYDAULIQUE DES OUVRAGES.....	35
II - DIMENSIONNEMENT BETON ARME DES CANIVEAUX	39
QUATRIEME PARTIE : AMENAGEMENT, SIGNALISATION, SECURITE ET ECLAIRAGE ROUTIER ET ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL.....	45
Chapitre I : AMENAGEMENT, SIGNALISATION, SECURITE ET ECLAIRAGE ROUTIERS	45

I - AMENAGEMENT ROUTIER	45
II - SIGNALISATION ROUTIERE	46
II.1 - Signalisation temporaire.....	46
II.2 - Signalisation permanente.....	46
III - SECURITE ROUTIERE.....	50
IV - ECLAIRAGE ROUTIER	51
Chapitre II : ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (EIES)	53
I- OBJECTIF DE L'EIES	53
II- CADRE LEGISLATIF ET INSTITUTIONNEL.....	53
III- LE CADRE D'ETUDE OU LA DEFINITION DU PERIMETRE	55
IV- DESCRIPTION DES TACHES (SOURCE D'IMPACT).....	55
V- MESURES DE MAXIMISATION ET D'ATTENUATION.....	56
VI - IMPACTS POTENTIELS ENGENDRE PAR LE PROJET	58
CINQUIEME PARTIE : DEVIS QUANTITATIF , ESTIMATIF ET DELAI DE REALISATION DES TRAVAUX.....	60
Chapitre I : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU PROJET.....	60
I- DEVIS QUANTITATIF DU PROJET	60
II- DEVIS ESTIMATIF DU PROJET	62
Chapitre II : PLANNING D'EXECUTION DES TRAVAUX	63
RECOMMANDATIONS	64
SIXIEME PARTIE : CONCLUSION GENERALE.....	65
BIBLIOGRAPHIE.....	66
ANNEXES.....	67

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1: categories de routes prevues par l'ictarn</i>	12
<i>Tableau 2 : recapitulatif des differents parametres cinematiques</i>	13
<i>Tableau 3 : parametres fondamentaux de trace en plan de projets routiers</i>	14
<i>Tableau 4 : recapitulatif de differents tronçons</i>	15
<i>Tableau 5 : parametres fondamentaux de profil en long de projets routiers</i>	17
<i>Tableau 6: tableau de conception geometrique</i>	18
<i>Tableau 7 : recapitulatif des caracteristiques geometriques du profil en travers</i>	21
<i>Tableau 8: resultat des calculs</i>	22
<i>Tableau 9: formule d'expression du trafic</i>	27
<i>Tableau 10: recapitulatif des alternatives</i>	27
<i>Tableau 11: caracteristiques des materiaux</i>	28
<i>Tableau 12: resultats de la simulation avec alize</i>	29
<i>Tableau 13: resultat du traitement de pluviometrie annuelle de ouagadougou</i>	31
<i>Tableau 14: resultat du traitement de pluviometrie journaliere de ouagadougou</i>	31
<i>Tableau 15: récapitulatif de caracteristiques des sous-bassins versants</i>	32
<i>Tableau 16: récapitulatif de debits calculés</i>	323
<i>Tableau 17 : resultats de calcul des sections des caniveaux</i>	36
<i>Tableau 18: resultats de verification des conditions limites</i>	37
<i>Tableau 19: resultats de calcul des epaisseurs</i>	38
<i>Tableau 20: recapitulatif des sections d'armatures</i>	44
<i>Tableau 21: presentation de quelques panneaux de signalisation utilises dans le projet</i>	47
<i>Tableau 22 : illustration des differents types de marquages longitudinaux</i>	49
<i>Tableau 23 : impacts potentiels engendre par le projet</i>	59
<i>Tableau 24 : devis quantitatif du projet</i>	60
<i>Tableau 25 : devis estimatif du projet</i>	62

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1: Plan de localisation de Ouagadougou (carte administrative)</i>	9
<i>Figure 2 : localisation de la zone d'étude du projet (Google Earth 2015)</i>	10
<i>Figure 3: aperçu de quelques types de profils en travers</i>	21
<i>Figure 4: Schéma détaillé type des collecteurs</i>	38
<i>Figure 5: Schéma du principe des collecteurs</i>	41
<i>Figure 6 : Schéma de répartition des charges</i>	41
<i>Figure 7 : Schéma de l'effort transmis par la dalle et la poussée de terres sur le voile</i>	43

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION GENERALE

Le Burkina Faso est un pays en pleine construction, il consacre chaque année des sommes colossales pour l'aménagement et la construction de routes. Nul n'ignore aujourd'hui l'importance d'une route dans les pays en voie de développement. La construction ou la réhabilitation d'une route nécessite des études préliminaires indispensables. Ainsi, le dimensionnement d'une chaussée de route et le choix des matériaux devant être utilisés s'avèrent être nécessaire pour de meilleurs services de confort et de sécurité aux usagers.

Bon nombre d'infrastructures routières de la ville de Ouagadougou sont dans un état de dégradation avancé, lié aux vieillissements de leurs structures ou certaines non bitumées entraînent sans doute des désagréments affectant le confort et la sécurité des usages, posant du coup un handicap pour l'épanouissement socio-économique de la ville.

Afin de remédier à ce problème le gouvernement par la représentation de son ministère des infrastructures et des désenclavements a opté pour l'aménagement et le bitumage de certaines voies .C'est dans cette optique que notre thème « ETUDES TECHNIQUES DETAILLEES DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA VOIRIE INTERNE DE L'UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU » trouve toute sa pertinence.

La construction d'une route nécessite beaucoup d'études à entreprendre avant sa mise en œuvre, pendant et après les travaux. Il est exigé de ces études de faire ressortir, en fin de compte, des détails qui pourront permettre de construire des routes ayant des bonnes aptitudes techniques fonctionnelles dans la durée, tout en cherchant à concilier la préservation de l'environnement et souci économique. Pour que ces objectifs soient atteints, les actions suivantes doivent être bien menées :

- Etude hydrologique pour évaluer le débit que doit évacuer l'ouvrage et l'hydraulique afin de déterminer les sections ;
- Etude technique de dimensionnement structural des chaussées ;
- Proposition en vue d'une étude d'impact environnemental ;
- Estimation du délai ; du cout total et d'une ébauche de mode de gestion de projet.

Chapitre I - CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

I.1- Contexte et justification du projet

Le gouvernement de la république du Burkina, ayant pris connaissance de cet état de fait, a élaboré depuis plus de 4 (ans), un vaste programme de promotion des infrastructures routières sur l'ensemble du territoire d'où l'un est le présent projet situé au centre de la ville de Ouagadougou. Il s'agit de 9 petits tronçons qui font un linéaire total de 2021,5 ml (*Voir annexe 1 Pour l'emplacement des aménagements projetés par rues*).

Ce présent projet se transcrit dans le contexte de la politique de désencombrement de la circulation à l'enceinte de l'université de Ouagadougou à travers l'aménagement et le bitumage de ses principales voies. Sa complexité vient entre autres du fait que le chantier se déroule en pleine agglomération et pour ces raisons, il se heurte à plusieurs contraintes et les enjeux sont énormes pour tous les intervenants.

I.2 - Objectifs du projet

I.2.1- Objectif général (Finalité)

Le projet s'inscrit dans le cadre des travaux d'aménagement et de bitumage des voiries au sein de l'UO comme on l'a bien situé un peu plus loin. L'objectif premier de cet aménagement est de participer d'ores et déjà à l'amélioration de la circulation et la situation socio-sanitaire (drainage des eaux de pluie) ainsi que la restauration de l'environnement dans cette zone.

Il s'agit d'envisager des solutions en vue de résoudre les difficultés rencontrées et de fluidifier la circulation à l'UO.

I.2.2- Objectifs spécifiques (but)

De l'objectif général découlent les objectifs spécifiques suivants :

- Diminuer le temps de parcours pour les usagers, en assurant une meilleure circulation des biens et des personnes par l'aménagement et le bitumage de voies;
- Assurer une bonne structuration du réseau considéré comme nationale et lui permettre de jouer pleinement son rôle dans le développement à la fin de la réalisation du projet;
- Faciliter les évacuations sanitaires au sein de l'Université en mettant en place des caniveaux qui permettront de drainer les eaux de pluies sur la chaussée vers l'extérieur;

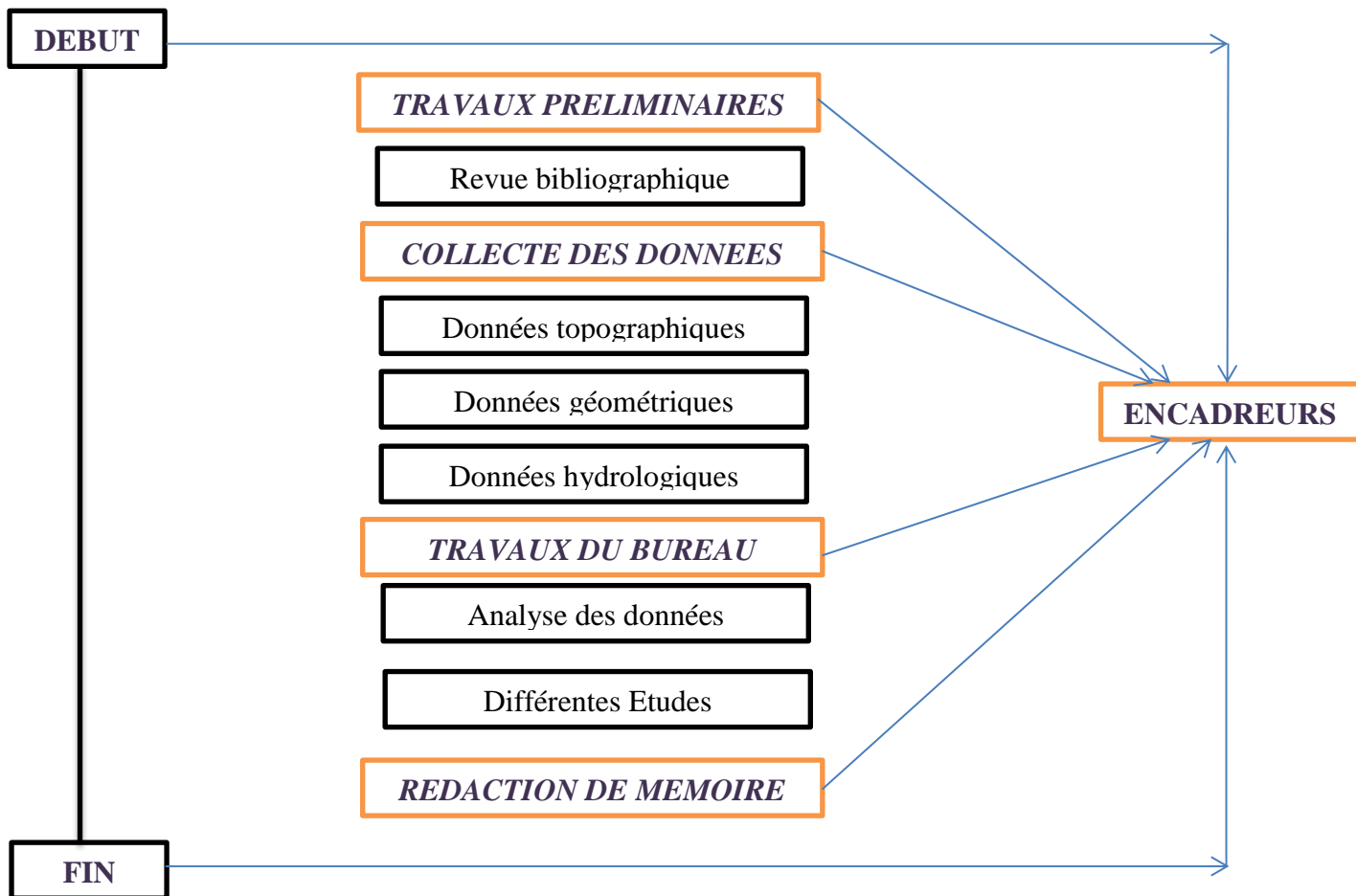
- Maintenir le réseau dans un bon état pour diminuer les coûts d'exploitation des véhicules et accroître la sécurité des usagers ;
- Identification et solutionner les problèmes pouvant perturber l'exécution des travaux et son bon avancement en proposant des solutions efficaces au contexte du projet.

II - METHODE GLOBALE DE L'ETUDE

Quatre étapes essentielles ont marqué la présente étude :

1. La phase de recherche documentaire « issues de la revue documentaire » ;
2. La phase qui consistait aux collectes des données ;
3. La phase de discussion, d'analyse de données ;
4. La phase de rédaction du rapport.

L'organisation de notre mémoire a obéi à la logique de cet organigramme :



Chapitre II : SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CARACTERISATION DU PROJET

I- SITUATION GEOGRAPHIE DU PROJET

Le projet se déroule dans la ville de Ouagadougou (12°21'58"Nord 1°31'05"), capitale politique du Burkina Faso, situé principalement au quartier de Zogona, dans la région du centre, province de Kadiogo.

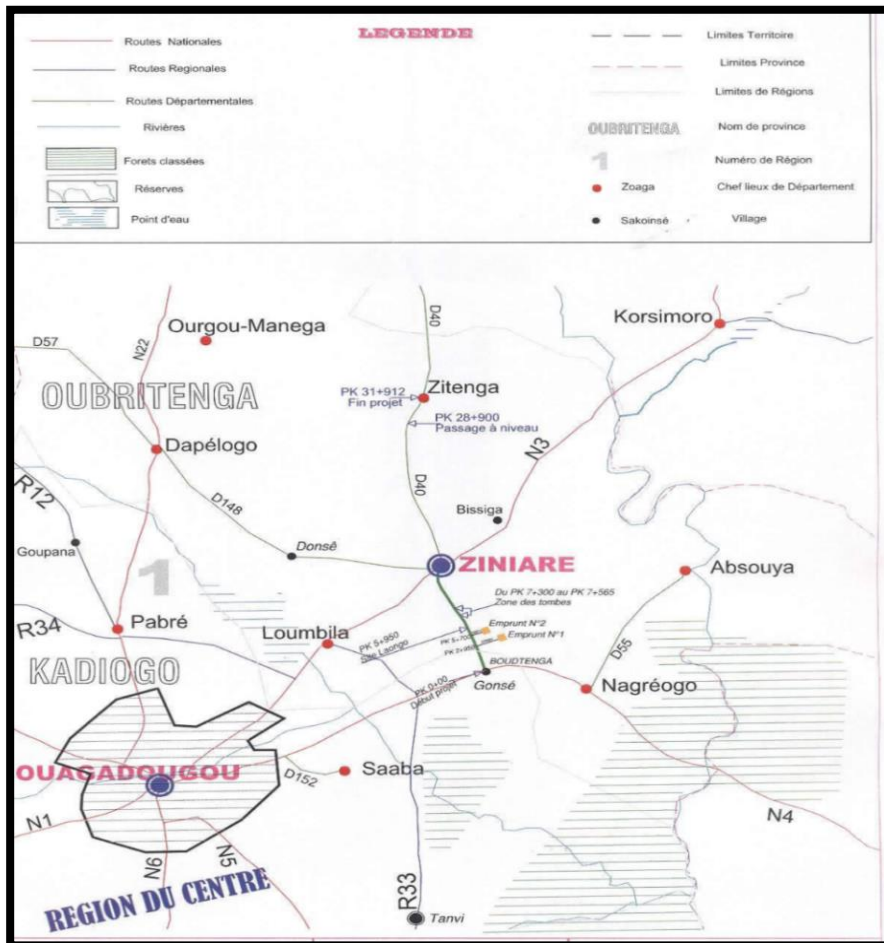


Figure 1: Plan de localisation de Ouagadougou (carte administrative)

I.1 - Zone d'étude du projet

Le projet se situe au quartier Zogona plus précisément à l'enceinte de l'université de Ouagadougou.

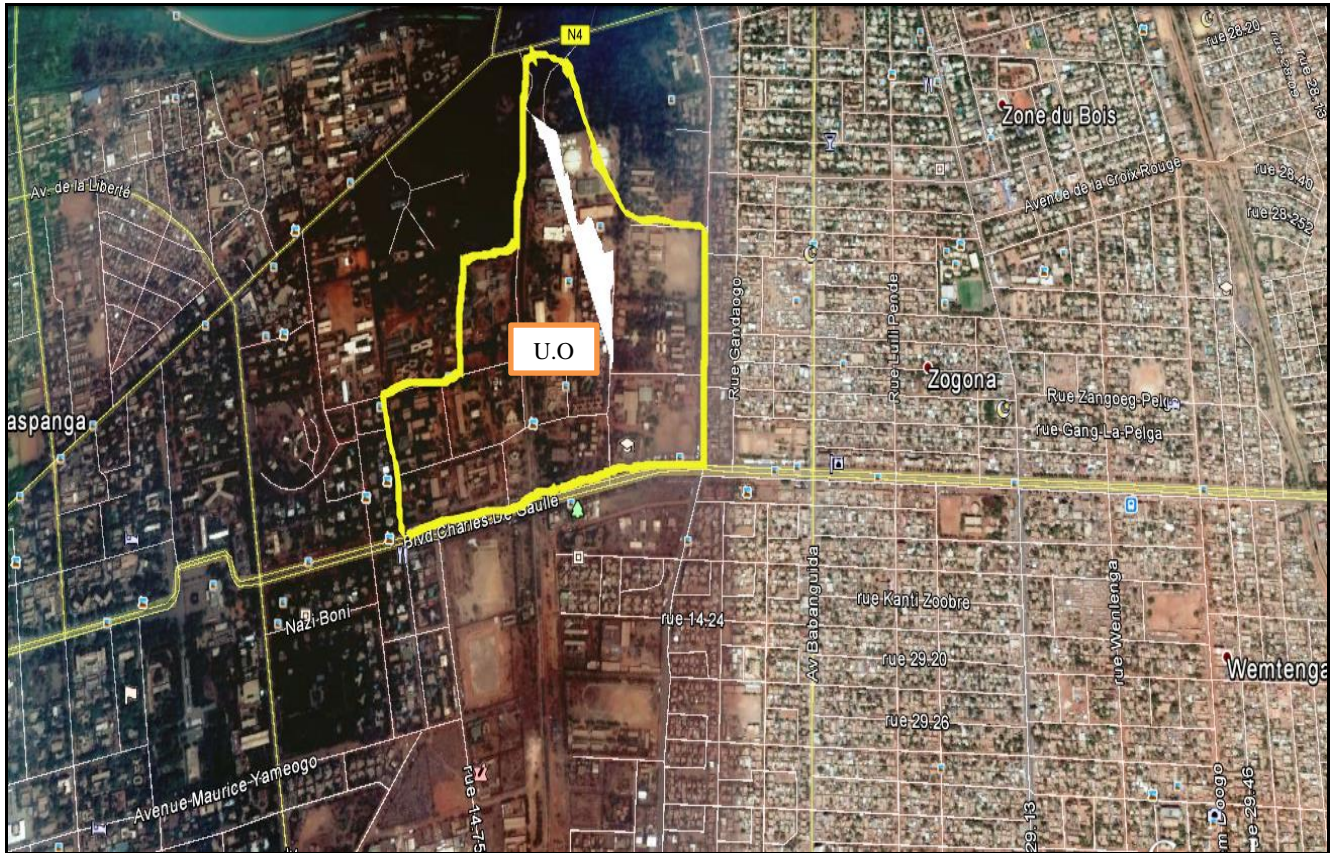


Figure 2 : localisation de la zone d'étude du projet (Google Earth 2015)

II- CARACTERISATION DU PROJET

II.1- Le relief

La ville de Ouagadougou s'étend sur un plateau d'environ 221km², dans une zone de socle ancien. L'altitude moyenne est de 295 m et la pente générale de la ville y compris les bassins versants du centre-ville se situe entre 5‰ et 8‰.

II.2- La géologie générale

Le sous-sol de Ouagadougou est constitué des migmatites et de granites fortement tectonisés et faillés, surmontés d'altérites dont l'épaisseur varie entre 15 m et 40 m. Les couches supérieures qui forment la cuirasse comprennent des faciès ferrallitiques et une concentration d'oxyde et d'hydroxyde d'alumine ainsi que du fer.

II.3- Le climat

Le climat est de type nord soudanien caractérisé par :

- La mousson, humide, de direction sud-ouest – Nord-Est ;
- L'harmattan chaud et sec, de direction Nord-Est - Sud-Ouest ;

Ces deux types de vents déterminent un régime bi-saisonnier très contrasté :

- Une saison sèche d'environ huit mois (Octobre à Mai) ;
- Une autre pluvieuse d'environ quatre mois (Juin à septembre)

Les températures moyennes varient entre 17 °C et 40 °C.

II.4 - La pluviométrie

La pluviométrie annuelle est irrégulière et varie entre 650 et 900 mm avec une forte concentration au mois d'Aout (*Etude hydrologique, confer Annexe 4*).

DEUXIEME PARTIE : CONCEPTION ET ETUDES GEOTECHNIQUES ROUTIERES

Chapitre I : CONCEPTION GEOMETRIQUE DE LA ROUTE

Traditionnellement, la géométrie est la partie des mathématiques qui étudie les figures du plan et de l'espace. La géométrie appliquée à la route a pour inquiétude permanente et prioritaire d'obtenir un réseau cohérent, d'assurer la sécurité des usagers et d'adapter la route au contexte environnemental, socio-économique et financier.

I- LES DONNEES DE L'ETUDE

Pour le tracé en plan et le profil en long, les normes ICTARN (Instruction sur les conditions techniques d'Aménagement des Routes Nationales du Ministère de l'Equipement et du Logement-Direction de Routes et de la circulation routière-France) ont été utilisées pour définir les contraintes géotechniques.

✓ **La vitesse de référence**, premier critère dans la conception géométrique d'une route, C'est une vitesse conventionnelle utilisée par le projeteur pour lui permettre de définir les caractéristiques minimales d'aménagement des points singuliers tels que les courbes du tracé en plan, les points hauts, les points bas, les pentes et rampes du profil en long. Elle est fixée à **40Km/h** pour ce projet par rapport à la zone d'étude.

Selon les normes ICTARN, on a donc une route de **4^{ème} catégorie**.

Tableau 1: Catégories de routes prévues par L'ICTARN

Catégories	Exceptionnelle	1	2	3	4
Vitesse de référence (Km/h)	120	100	80	60	40

✓ **Les paramètres cinématiques** sont entre autres :

- La longueur de freinage : $do = \frac{vr^2}{254 * f} \rightarrow do = \frac{40^2}{254 * 0.46} = 13.7m$; prenons $do=15m$

- La distance d'arrêt en alignement: $Vr < 100$ km/h donc

$$d1 = do + 0.55 * Vr \rightarrow d1 = 37m ;$$

Cette distance d'arrêt d_1 est valable en ligne droite et pour les courbes à grand rayon.

- La distance d'arrêt en courbe : $d2 = 1.25 * do + 0.55 * Vr \rightarrow d1 = 40.75m$;

Cette distance concerne donc les courbes telles que $R(m) < 5 V$ (km/h). C'est la distance d_1 précédente, augmenté de $0,25 d_0$ pour exprimer le fait qu'en courbe, on ne peut freiner aussi énergiquement qu'en ligne droite.

- La distance de visibilité de dépassement :

Cette distance permet d'assurer la circulation en toute sécurité sur des routes à voies bidirectionnelles. On distingue :

Normale : $dD = 6 * Vr = 6 * 40 \rightarrow dD = 240m$;

Minimale : $dd = 4 * Vr = 4 * 40 \rightarrow dd = 160m$;

- La distance de visibilité de manœuvre de dépassement : $dmd = 3 * Vr \rightarrow dmd = 120m$

Les valeurs retenues en fonction de la vitesse de référence sont résumées dans le tableau suivant:

Tableau 2 : Récapitulatif des différents paramètres cinématiques

V (km/h)	d_0	d_1	d_2	dd	dD	dmd
40	15	40	45	150	250	70

II - LE TRACE EN PLAN

Le **tracé en plan d'une route** correspond à une vue aérienne de la route. Dans certains documents, la route est définie approximativement comme une succession d'alignements droits reliés entre eux par des arcs des courbes circulaires.

Le **tracé en plan** est l'un des trois éléments qui permettent de caractériser la géométrie d'une route. Il est constitué par la projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route.

II.1 - Éléments du tracé en plan

Le tracé en plan est profondément marqué par l'influence de la dynamique des véhicules : leur stabilité n'est acquise qu'à condition de respecter les lois liant vitesse du véhicule, rayon de courbure du tracé en plan et dévers de chaussée (intégrant l'effet des forces centrifuges). Il faut tenir compte également de l'influence des facteurs physiologiques intervenant lors de la

conduite et éventuellement des problèmes de visibilité (il faut rendre visible une certaine longueur de trajet pour pouvoir conduire).

Le tracé en plan comporte de :

- Alignements droits,
- Arcs de cercle,
- Arcs de courbe à courbure progressive : essentiellement des arcs de clothoïde.

II.2 - Les contraintes géotechniques du tracé

Les valeurs des devers et des rayons sont liées par la relation suivante (*cours de route v2007, H.BRUNEL, Université d'Orléans*) en tenant compte de la catégorie de la route bien sûr :

$$\delta(\%) = -1.53 + \frac{3623.7}{R} \text{ ou } R = \frac{3623.7}{\delta + 1.53}$$

Tableau 3 : Paramètres fondamentaux de tracé en plan de projets routiers

DESIGNATION DU PARAMETRE	symbole et unité	CATEGORIE DE ROUTE					
		4 ^{ème}	3 ^{ème}	2 ^{ème}	1 ^{ère}	Exceptionnelle	
Vitesse de référence	V _R (km/h)	40	60	80	100	120	
Longueur minimum pour correction de dévers de 1%	(m)	5.50	8.50	11.00	14.00	16.50	
TRACÉ EN PLAN	Devers maximal	B _M (%)	7	7	7	7	7
	Rayon minimal absolu (devers associé = B _M)	RH _m (m)	40	120	240	425	665
		B (%)	7	7	7	7	7
	Rayon au devers minimal normal dévers associé	RH _N (m)	120	240	425	665	1000
		B (%)	5	5	5	4	4
	Rayon au devers minimal (devers associé = 3%)	RH ^{cc} (m)	250	450	650	900	1500
B (%)		3	3	3	3	3	
Rayon non déversé	RH ^o (m)	400	600	900	1300	1800	

II.3 - Procédure du tracé

Il est à rappeler qu'il y'a 9 tronçons avec leurs linéaires respectifs obtenu à l'aide du GPS prélevé par le topographe sur le site du projet :

Tableau 4 : Récapitulatif de différents tronçons

Voie	Point kilométrique	Abscisse (X)	Ordonnée (Y)	Cote TN (Z)
A1	0+0000	663179,05	1368592,855	317,308
	0+129,5	663169,62	1368721,736	316,643
A2.1	0+0000	663187,624	1368813,201	316,667
	0+243,5	663181,794	1369056,506	315,139
A2.2	0+243,5	663181,794	1369056,506	315,139
	0+639,0	662992,986	1369389,407	313,018
A2.3	0+0000	662527,303	1368763,26	317,33
	0+132,0	662663,89	1368793,79	316,26
B	0+0000	662728,95	1368613,534	316,442
	0+200,0	662679,32	1368804,931	316,167
C	0+0000	662868,825	1368665,726	315,033
	0+125,0	662891,117	1368542,859	316,504
D	0+0000	662527,94	1368758,747	317,714
	0+400,0	662915,315	1368854,755	314,45
E	0+000	663027,578	1368906,837	314,692
	0+140,0	663061,922	1369171,984	314,75
F	0+0000	66305,548	1368916,444	314,961
	0+256,0	663061,265	1369166,833	314,974

On a procédé pour la définition des éléments constitutifs de l'axe de chaque linéaire de la manière suivante :

- Identification de tous les sous tronçons en alignement droit ;
- Détermination des sommets de polygonale de notre axe ;
- Calcul des différentes valeurs de rayons de raccordement ;
- Mise en place des raccordements appropriés
- Construction de l'axe en plan du projet.

L'allure du tracé en plan et les résultats des calculs sont récapitulé respectivement en annexe 9 et annexe 3.

III - LE PROFIL EN LONG

Le **profil en long d'une route** est aussi, l'un des trois éléments qui permettent de caractériser la géométrie d'une route. Il est obtenu par élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci. Autrement dit c'est une coupe verticale effectuée en suivant l'axe du tracé en plan.

Le tracé en plan donne toutes les indications concernant l'orientation en plan du projet routier, mais il ne donne aucun renseignement sur les altitudes et les pentes de la route. Ces renseignements sont fournis par le profil en long.

Il existe deux types de profils en long :

- Le profil en long du terrain naturel qui est une représentation sur un plan vertical des différents points(en X et Z) du terrain naturel suivant l'axe du tracé en plan choisi.
- Le profil en long du projet qui représente des éléments définissant en altitude de la route suivant le cheminement du tracé en plan. Cette représentation est appelé la ligne rouge.

III.1 - Les contraintes géométriques du profil en long

Le profil en long est profondément marqué par la valeur très faible des pentes qu'on peut donner à la route pour assurer les vitesses de circulation convenables et par les problèmes de visibilité nécessaire à une conduite non dangereuse.

Le profil en long est ainsi constitué d'une succession de segments de droites (ou pentes) et d'arcs de cercles permettant de les raccorder entre eux.

Les contraintes géométriques caractéristiques du profil en long pour assurer à la route une fonctionnalité optimale, le confort et la sécurité des usagers sont recensés dans le tableau ci-dessous en fonction de la vitesse VR.

Tableau 5 : Paramètres fondamentaux de profil en long de projets routiers

DESIGNATION DU PARAMETRE			symbole et unité	CATEGORIE DE ROUTE					
				4 ^{ème}	3 ^{ème}	2 ^{ème}	1 ^{ère}	Exceptio nnelle	
Vitesse de référence			V _R (km/h)	40	60	80	100	120	
Longueur minimum pour correction de dévers de 1%			(m)	5.50	8.50	11.00	14.00	16.50	
Déclivité maximale en rampe			J/m (%)	8	7	6	5	4	
RAYON EN LONG	Rayon en angle saillant	Chaussée uni – directionnelle (2X2 voies)	Minimal absolu	RVm1 (m)	500	1500	3000	6000	12000
			Minimal normal	RVN1 (m)	1500	3000	6000	12000	12000
		Chaussée bi-directionnelle (à 2 ou 3 voies)	Minimal absolu	RVm2 (m)	500	1600	4500	10000	
			Minimal normal	RVN2 (m)	1600	4500	10000	17000	
	Rayon en angle rentrant	Minimal absolu		RVm' (m)	700	1500	2200	3000	4200
		Minimal normal		R'N' (m)	1500	2200	3000	4200	6000
Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement minimale (route à 2 ou 3 voies)			RDV(m)	2500	6500	11000	17000	28000	

► **Raccordement verticaux**

Les raccordements qu'on a utilisés pour concevoir le profil en long sont de types paraboliques. Les équations polynomiales sont directement calculées par le logiciel Covadis, donc nous avons cherché par contre à toujours placer des plus grands rayons à chaque fois que cela est possible, car de tels raccordements avec des rayons importants harmonisent l'allure du tracé.

En angles saillants, les rayons correspondants sont dimensionnés au regard des contraintes de sécurité et de visibilité. En fonction des caractéristiques du tracé en plan, nous nous sommes attachés à garantir la visibilité sur obstacle ou pour dépassement.

En angles rentrants, ces rayons ne posent pas de problèmes de sécurité majeurs mais leur dimensionnement était essentiellement conditionné par des contraintes de confort dynamiques, les conditions de visibilité nocturnes et l'évacuation des eaux de ruissellement.

La présence d'un passage supérieur au droit d'un angle rentrant mérite un examen particulier.

Sur la base du fichier Excel du terrain naturel (TN) des coordonnées X et Y des différents points de l'axe de la route, on a représenté à l'aide du logiciel Covadis tous les profils en long. (Voir annexe 9 pour l'allure du profil en long).

► **Coordination profil en long – tracé en plan**

Dans le but de minimiser le coût de l'aménagement, il est conseillé d'adopter les rayons de profils en long en fonction des rayons en plan comme indique le tableau suivant (Guide pratique pour la conception géométrique des routes et autoroutes, Alain FRERET 1981).

Tableau 6: Tableau de conception géométrique

Route à	2 voies			3 voies	4 voies	
Largeur de chaussée	5m	6m	7m	10.5m	12m	14m
Rv	3*Rh	4*Rh	5*Rh	8.5*Rh	10*Rh	12*Rh

Avec Rv = Rayon en profil en long et Rh=Rayon en plan

Dans le cadre de ce projet, les largeurs des chaussées étant de 6 m et 7 m, on a donc considéré : $Rv \geq 4 Rh$ et $Rv \geq 5 Rh$. Ceux-ci simplement dans le but :

- Eviter qu'un début de courbe faible se situe en point haut de profil en long car cela entraîne une dégradation de la perception du virage.
- Epargner la position des carrefours ou accès en point haut, courbes ou zone de visibilité réduite (éventuellement côté externe des courbes non déversées après vérification des conditions de visibilité).

► **Calage de la ligne rouge**

Le calage de la ligne rouge mérite une attention très particulière car elle a une incidence directe sur les volumes de terrassement et par conséquent sur le coût de réalisation. Par ailleurs, en dehors des aspects économiques, la ligne rouge est tracée en prenant en compte les limites de déclivités (rampes et pentes), les ouvrages de franchissement (existants déjà dans ce cas) et enfin les limites de lotissement (car c'est une zone urbaine).

Ce dernier respectera au mieux l'allure du terrain naturel afin de minimiser les quantités de déblais et remblais et de permettre un accès facile à la route (pas de dénivellations importantes entre les bords de chaussée et les seuils des habitations des riverains).

► Déclivités

La déclivité est le pourcentage de pentes et de rampes longitudinales sur une section de route.

Dans ce projet, la déclivité maximale est fixée à 8 % conformément à la vitesse de référence pour faciliter l'accès de la route aux usagers.

Pour assurer l'écoulement des eaux, on évitera les parties absolument horizontales (paliers) en les remplaçant par une déclivité légère de 6 à 8 cm/m.

Dans les parties très longues où le sol naturel est horizontal, on prévoira une succession de pentes et de rampes avec la déclivité minimale.

Pour être plus précis, nous nous sommes arrangés à éviter les zones en déblai profond délicates à assainir, les pentes et les rampes trop fortes ainsi que les points bas en déblai.

► Les éléments constitutifs du profil en long

Pour la définition des éléments constitutifs du profil en long des neuf (09) tronçons, nous avons procédé de la manière suivante :

- Identification de toutes les positions des ouvrages hydrauliques et des points particuliers sur le profil terrain naturel : cette phase nous a permis d'apprécier ces positions par rapport au relief et de prendre des dispositions du point de vue altimétrique pour implanter la route (pour ce projet on a 2 ouvrages hydrauliques existants et des caniveaux à faire).
- Détermination des rampes et des pentes ;
- Mise en place de raccordements paraboliques ;
- Définition du profil en long.

La construction des profils en long consiste à la mise en place d'une ligne unique et cohérente constituée par la succession des déclivités et des courbes paraboliques.

Pour éviter l'encombrement du dessin et pour le respect d'alignement droit qui ne peut excéder 3 km, nous avons décidé de garder les neuf profils correspondants à chaque linéaire. Il est à rappeler que le dernier point de la rue **A2.1** devient le premier point de la rue **A2.2** car cette dernière constitue une suite logique de la première.

IV- LE PROFIL EN TRAVERS

En conception routière, le profil en travers d'une route est représenté par une coupe perpendiculaire à l'axe de la route, de la surface définie par l'ensemble des points représentatifs de cette surface. C'est une section de l'ouvrage dans un plan transversal, normal au tracé de l'axe en plan. Il est orienté de gauche à droite en partant de l'origine du projet.

Les distances transversales sont cotées à partir de l'axe, positivement vers la droite et négativement vers la gauche.

Le profil en travers d'une route est destiné à satisfaire les exigences suivantes :

- ❖ Mettre la chaussée à l'abri des imbibitions provoquées par les eaux stagnantes à proximité de la plateforme ;
- ❖ Evacuer les eaux des précipitations hors de la plateforme par les chemins les plus courts ;
- ❖ Eviter que cette eau s'accumule sur la plateforme et y prenne de la vitesse ;
- ❖ Favoriser une bonne répartition du trafic sur toute la largeur de la chaussée utilisable pour éviter que des voies privilégiées ne supportent la quasi-totalité de la circulation;
- ❖ Se prêter à un entretien mécanique facile et efficace ;
- ❖ Avoir une construction aisée, donc économique.

En outre le profil en travers d'une route permet de calculer les paramètres suivants :

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

Tableau 7 : Récapitulatif des caractéristiques géométriques du profil en travers

Rues	chaussée	Trottoir	TPC	Largeur de la plate-forme
A1	7m	2 x 1.5m	-	10 m
A2.1	7m	2 x 1.5m	-	10 m
A2.2	7m	2 x 1.5m	-	10 m
A2.3	7m	2 x 1.5m	-	10 m
B	7m	2 x 1.5m	-	10 m
C	7m	2 x 1.5m	1.25m	11.25 m
D	7m	2 x 1m	-	9 m
E	7m	2 x 1.5m	-	10 m
F	7m	2 x 1.5m	-	10 m
Pente transversale de 2.5% (profil en toit) en alignement droit et dans les courbes non déversées ;				
Pente transversale des trottoirs (non stabilisés) = 3.5%				
Pentes des talus : Remblai = 3/2 ; Déblai = 2/3				

IV.1- Quelques types géométriques des profils en travers

On rencontre généralement trois types de profils en travers : les profils en remblai, en déblai ou bien les profils mixtes.

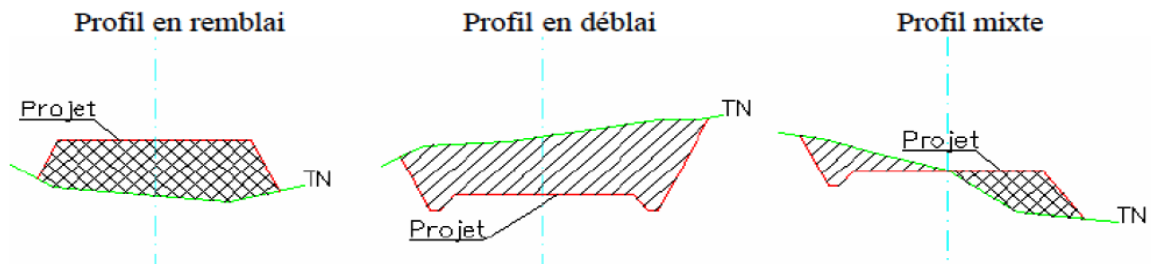


Figure 3: aperçu de quelques types de profils en travers

Il est à évoquer que dans l'idée d'empêcher les dégâts liés aux inondations, les chaussées seront construites la majeure partie sur un remblai légèrement surélevé en tenant compte de l'aspect économique, les caniveaux seront exécutés pour les aider à évacuer ou drainer les eaux des pluies.

❖ **Création des profils du projet**

Les tronçons ne présentent pas de courbes importantes et comme on est dans une zone urbaine, par suite, nous avons décidé d'espacer les profils en travers à une distance régulière de 20 m et on a veillé à insérer un profil sur chaque point de tangence (contact alignement droit-courbe de raccordement) donc le nombre total de profils générés est de cent six(106).

Voir annexe 9 pour quelques illustrations de profils en travers du projet.

IV.2- Résultats des calculs

Quelques résultats générés par le logiciel Covadis, consigné dans le tableau suivant :

Tableau 8: Résultat des calculs

<i>Récapitulatif de Décapage TN</i>		<i>Récapitulatif de Cubature (m³)</i>		<i>Récapitulatif des matériaux utilisés par rues</i>		
Rue	Volume (m³)	Déblais (m³)	Remblais (m³)	Enduit (m³)	GLN (m³)	Remblais (m³)
A1	291,62	117,53	57,97	33,10	292,06	0,00
A2.1+A2.2	1340,46	376,27	1730,98	79,09	750,31	0,00
A2.3	284,00	68,46	87,80	28,91	274,24	0,00
B	371,14	33,19	149,37	37,78	358,38	0,00
C	312,31	31,42	143,91	38,37	358,38	62,46
D	819,50	343,12	633,19	38,37	750,31	0,00
E	278,00	41,56	39,42	28,30	268,44	0,00
F	496,31	207,57	103,13	50,52	479,25	0,00
TOTAL	4193,34	1219,11	2945,76	334,43	3531,3	62,46
					7	

Chapitre II : ETUDES DE LA GEOTECHNIQUE ROUTIERE

La géotechnique routière est la branche de la géotechnique consacrée à l'étude des sols supportant les chaussées ainsi qu'à leurs couches constitutives, elle couvre les activités d'un bureau d'étude lors de la conception d'un projet routier.

Dans le cadre de ce projet, l'étude géotechnique consiste à :

- ❖ La reconnaissance des sols de plateforme qui se fait sur le terrain c'est-à-dire sur le site du projet par des prospections visuelles et un échantillon étudié au laboratoire;
- ❖ La prospection et étude des matériaux de viabilité pour le corps de chaussée qui s'effectue sur le site d'emprunt;
- ❖ La prospection et l'étude de site de roche massive et de sable pour les revêtements
- ❖ La rédaction d'un rapport d'étude géotechnique.

I- LES ESSAIS GEOTECHNIQUES

L'étude des matériaux se fait à travers des essais au laboratoire, qui sont entre autre :

- L'Analyse Granulométrique, qui permet d'obtenir la texture des sols ;
- Les Limites d'Atterberg, mesurent les teneurs en eau de changement d'état liquide, plastique et solide ;
- Le Proctor Modifié, consiste à étudier le comportement d'un sol sous l'influence de compactage et une teneur en eau. L'optimum Proctor est atteint lorsqu'on a une teneur en eau qui donne une densité sèche maximale lors de compactage d'un sol prévu pour l'étude ;
- L'essai CBR est un essai de portance, qui permet de mesurer la capacité des matériaux à supporter les charges.

II- LES SPECIFICATIONS REQUISES POUR LA COUCHE DE BASE

Après l'étude géotechnique effectuée par le LNBTP (Laboratoire National de Bâtiment et des Travaux Publics du Burkina Faso) : l'ingénieur-géotechnicien a retenu pour ce projet:

- Une portance du sol moyenne de classe S4 ;

- Un site d'emprunt situé à 8 km de Saaba soit sensiblement 20 km de l'Université qui vérifie les conditions d'utilisation des différentes couches (base et fondations).

Autres recommandations faites par l'ingénieur pour l'analyse des matériaux des emprunts, la méthode de terrassement suivante sera mise en œuvre :

- Les sols seront décapés sur toute leur épaisseur de 20 cm;
- Les sols de mauvaise qualité seront substitués par au moins 30 cm de matériaux de couche de forme de qualité S3 ou S4 pour éviter les effets de plaque.

III - DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES DE LA CHAUSSEE

III.1- Méthodes pratiques de dimensionnement

De façon résumé, nous dirons que dimensionner une chaussée, c'est trouver les différentes épaisseurs de couches des matériaux à mettre en œuvre sur un sol support, pour qu'au bout de (N) années, sous un trafic cumulé et dans une zone donnée :

- La déformation du sol(ϵ) inférieur à la déformation admissible du sol ;
- La déformation des matériaux constitutifs de la chaussée $l(\epsilon)$ à la déformation admissible de ces matériaux.

En matière de dimensionnement des chaussées, il n'existe pas de méthodes de calcul rigoureuses. Chaque pays a ses propres règles qui s'affinent au gré des progrès réalisés dans la connaissance des paramètres de l'environnement routier et des résultats théoriques sur les modèles mécaniques.

Aussi, existe – t-il un certain nombre de méthodes pratiques plus ou moins adaptées à chaque contexte.

► Choix de la méthode de dimensionnement

Après le passage en revue des différentes méthodes de dimensionnement, nous avons proposés dans le cadre de cette étude d'adopter la méthode du guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux du CEBTP pour les simples raisons suivantes :

En préface du Guide de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux du CEBTP,

on peut lire que « son élaboration a bénéficié de la publication des catalogues de structures-types de chaussées neuves par le LCPC-SETRA de France et par les organismes suivants dans lesquels sont détachés des ingénieurs du CEBTP LBTP de Côte d'Ivoire, Ministry of Works du Kenya, LTP du Cameroun ».

Ensuite en plus des raisons avancées plus haut on peut ajouter que :

- Cette méthode a été jusqu'ici utilisée avec succès au Burkina Faso ;
- Cette méthode à l'avantage de proposer des structures qui peuvent être adoptées en fonction des ressources locales en matériaux ;
- En termes de cohérence avec les normes internationales en vigueur, on note qu'elle intègre les différents critères énoncés par les normes françaises suivantes :

NF P 98-080-1 Chaussées-Terrassements/ Terminologie relative au calcul de dimensionnement des chaussées ; NF P 98-086.

La connaissance du trafic et de la classe du sol sont nécessaires pour le dimensionnement.

III.2- Durée de service

La durée de service ou la vie d'une route est la période qui se sera écoulée depuis sa date de mise en service jusqu'à l'apparition des dommages nécessitant un reprofilage lourd.

Elle varie habituellement de 15 à 20 ans. Le choix de la durée initiale de calcul se fait sur la base d'un objectif économique c'est-à-dire afficher des performances optimales et éviter les coûts élevés des opérations d'entretien pendant plus de 15 ans. De nos jours avec la croissance du trafic, le niveau de service demandé et les budgets libérés pour les routes, la tendance est à la réalisation de routes avec une durée de vie escomptée de quinze (15) ans.

La durée de vie peut être fixée selon les options suivantes :

- ❖ Entretiens fréquents et légers : dans ce cas on parlera de **durée de vie courte** ;
- ❖ Entretiens espacés et lourds : dans ce dernier on parlera de **durée de vie longue** ;

Pour cette étude la durée de vie retenue est de **15 ans**, valeur qui semble satisfaire aussi bien aux contraintes d'investissement initial (coût de construction) qu'à ceux d'investissement à long terme (coût d'entretien et d'exploitation).

III.3- Etude du trafic

La charge que supporte une route est due essentiellement au trafic. Bien entendu, les paramètres environnementaux ont une incidence sur le comportement de la route (température, pluie, gel,...). Il ne faudrait pas cependant oublier les charges dues aux engins de chantier lors de la construction ou de la réhabilitation de la route.

Il est donc important de connaître ces charges qui dépendent essentiellement du trafic, une fois la route est en service.

L'étude du trafic consiste à déterminer le nombre de véhicules traversant la route et selon leur poids, c'est-à-dire :

- La définition du réseau ;
- L'analyse des trafics existants ;
- La détermination des conditions de circulation ;
- L'évaluation de l'évolution du trafic ;
- L'affectation du trafic.

Par manque d'information exacte de trafic : généralement on peut utiliser un taux d'accroissement de **7%** qui est un taux affecté au Burkina Faso et si les études n'ont pas été réalisées auparavant pour déterminer l'agressivité, il est conseillé de considérer pour le dimensionnement une approximation de l'agressivité : $A = 1,3$.

Malheureusement pour ce projet, il n'y a pas des données du trafic, donc pour permettre la poursuite de l'étude on était amené à faire une estimation.

► Estimation du trafic

On distingue généralement les véhicules légers (VL) et les poids lourds (PL) ; Il faut donc arriver à caractériser le parc roulant sur la route en question, en déterminant le nombre de PL et celui de VL. Par manque de données exactes du trafic et vue la zone d'étude du projet, c'est-à-dire que les tronçons à étudier ne reçoivent pas de trafic important, juste des véhicules légers (dont l'influence est minimale), tels que : les voitures personnelles, quelques minibus, les motos...

Après plusieurs hypothèses, on a obtenu conformément au tableau de la classification CEBTP ci-dessous un trafic de classe **T1 (moins de 300 véhicules /jour)**. Ce qui inclut des routes à très faible trafic pour lesquelles le bitumage a cependant été décidé pour des raisons qui

peuvent être indépendantes de critères économiques.

Tableau 9: formule d'expression du trafic

Catégorie de trafic proposé	FORMULES D'EXPRESSION DU TRAFIC		
	1	2	3
	Nombre journalier de véhicules (véh./j)	Nombre cumulé de poids lourds (P.L)	Nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 T (EE13T)
T1	$100 \leq T < 300$	$1 \times 10^5 \leq T < 5 \times 10^5$	$1 \times 10^5 \leq T < 5 \times 10^5$
T2	$300 \leq T < 1000$	$5 \times 10^5 \leq T < 1,5 \times 10^6$	$5 \times 10^5 \leq T < 1,5 \times 10^6$
T3	$1000 \leq T < 3000$	$1,5 \times 10^6 \leq T < 4 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6 \leq T < 4 \times 10^6$
T4	$3000 \leq T < 6000$	$4 \times 10^6 \leq T < 1 \times 10^7$	$4 \times 10^6 \leq T < 1 \times 10^7$
T5	$6000 \leq T < 12000$	$1 \times 10^7 \leq T < 2 \times 10^7$	$1 \times 10^7 \leq T < 2 \times 10^7$

III.4- Résultats de dimensionnement

En conclusion, d'une manière générale, nous étions en présence d'un sol de classe **S4** et d'un trafic retenu de classe **T1**, ce qui nous a permis d'avoir plusieurs variantes pour le corps de chaussée, ci-dessous les trois premières possibilités :

Tableau 10: récapitulatif des alternatives

Possibilités	Couche de Roulement	Couche de base	Couche de fondation
Possibilité n°1	Enduit superficiel bi couche ou 3 cm d'Enrobé dense	15 cm de graveleux latéritique naturel	15 cm de graveleux latéritique naturel
Possibilité n°2	Enduit superficiel bi couche ou 3 cm d'Enrobé dense	15 cm de grave concassé 0/d	15 cm de graveleux latéritique naturel
Possibilité n° 3	Enduit superficiel bi couche ou 3 cm d'Enrobé dense	15 cm de béton sol Graveleux latéritique + 0/d concassé	15 cm de graveleux latéritique naturel

NB : Le couple sol-traffic à ces variantes est « **S4 T1** » des abaques CEBTP (1984).

► **Vérification du pré dimensionnement de la chaussée :**

Le pré dimensionnement nous donne trois alternatives principales, On a vérifié si la contrainte verticale admissible σ_{adm} du sol, la déformation admissible ϵz_{adm} , et la profondeur z (épaisseurs h du corps de chaussée) pour laquelle, la contrainte verticale σ_z sur le sol de plate-forme reste inférieure à la contrainte admissible du sol σ_{ad} ($\sigma_z < \sigma_{adm}$).

Plusieurs logiciels comme ALIZE, ECOROUTE..., permettent d'effectuer la vérification. On

a utilisé le programme ALIZE pour la vérification. Le programme de calcul Alizé III permet de déterminer à partir d'un modèle multicouche élastique fondé sur l'hypothèse de BURMISTER, les contraintes et déformations à différents niveaux de la structure.

Pour les vérifications, le programme ALIZE s'appuie sur des paramètres comme :

- Les épaisseurs de chaque couche ;
- Les modules d'Young (E) et les coefficients de poisson (ν) de chaque couche y compris le sol support :

Tableau 11: caractéristiques des matériaux

Matériaux/Caractéristiques	Module de Young (E)		Coefficient de poisson
Enduit ou Enrobé dense	35000		0,35
Graveleux latéritique	Base	300	0,35
	fondation	250	
Grave concassé		500	0,35
Béton de sol		400	0,35

- Les types d'interface entre les couches (conditions de collage).

1. Calcul des contraintes et déformations admissibles :

○ Contrainte admissible

La contrainte admissible se calcule par la formule :

$$\sigma_{z,adm} = \frac{0,3 * CBR}{1 + 0,7 * \log N}$$

avec $N =$ le trafic cumulé en poids lourds

Le cas le plus défavorable du CBR du sol support a été utilisé, soit un CBR = 24.

$$\sigma_{z,adm} = \frac{0,3 * 24}{1 + 0,7 * \log(1 * 10^5)}$$

$$\sigma_{z,adm} = 1,60 \text{ MPa}$$

○ Déformation admissible

La déformation admissible se calcule par la formule :

$$\varepsilon_{z,adm} = A * (N)^b$$

Pour les chaussées à faible trafic , $A = 16000$, $b = -0,222$

On a pris un coefficient d'agressivité moyen de 0,8 (chaussée souple).

$$\varepsilon_{z,adm} = 16000 * (0,8 * 1.10^5)^{-0,222}$$

$$\varepsilon_{z,adm} = 1305,07 \mu def$$

2. Résultats de la simulation

Le programme ALIZE donne les résultats suivants :

Tableau 12: résultats de la simulation avec ALIZE

	Déflexion	$\varepsilon_z(\mu def)$	ε_z, adm	σ_z	$\sigma_{z,adm}$
Alternative 1	55,3 mm /100	728,2	1305,07	0,111	1,60
Alternative 2	55,7 mm /100	844,4		0,129	
Alternative 3	54,6 mm /100	810,6		0,124	

Après constatation de ces résultats, $\varepsilon_z < \varepsilon_{z,adm}$ et $\sigma_z < \sigma_{z,adm}$ les trois variantes peuvent être utilisées pour le corps de chaussée.

Néanmoins l'alternative n°1 est le meilleur choix pour ce projet, parce que les emprunts disposent essentiellement de graveleux latéritiques, et notons aussi que 5 cm d'épaisseur ont été ajouté à la couche de fondation pour renforcer la plateforme:

- **Couche de roulement : enduit superficiel bi couche ;**
- **Couche de base : 15 cm de graveleux latéritique naturel ;**
- **Couche de fondation : 20 cm de graveleux latéritique naturel.**

Voir annexe 2 Pour la vérification en détail généré par le logiciel ALIZE.

TROISIEME PARTIE : ETUDES HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

Chapitre I : ETUDE HYDROLOGIQUE ET ESTIMATION DES DEBITS

I - ETUDE HYDROLOGIQUE

Plusieurs définitions ont été attribuées à l'hydrologie d'où on a entre autre : d'après le petit robert, l'hydrologie est l'étude des eaux et de leurs propriétés.

Le glossaire international hydrologie(1992) défini l'hydrologie comme étant la science qui traite des eaux que l'on trouve à la surface de la terre, ainsi qu'au-dessus et en-dessous de leur formation, de leur circulation et de leur distribution dans le temps et dans l'espace, de leurs propriétés biologiques, physiques et chimiques, et de leur interaction avec leur environnement y compris les êtres vivants.

I.1- Etude des données pluviométriques

Pour dimensionner les ouvrages d'assainissement (les caniveaux par exemple), il faut connaître le débit à évacuer et qui dépend étroitement de l'hydrologie de la zone d'étude, des données topographiques détaillées et les caractéristiques géomorphologiques et pluviométriques notamment la surface du bassin versant, sa pente, son coefficient de ruissellement, la pluviométrie moyenne annuelle et décennale journalière du lieu.

I.2- l'analyse des données pluviométriques de la station d'Ouagadougou

A partir des données pluviométriques recueillies auprès de la Direction générale de la météorologie et de l'aviation civile, nous avons procédé à l'analyse des pluies.

Nous disposons de la pluviométrie annuelle et de la pluviométrie journalière de 24h.

Ces données recueillies s'étalent sur 58 ans à savoir de 1953 à 2010 ce qui correspond à un échantillon de taille cinquante-huit (58).

► Pluviométrie annuelle (mm)

Pluies annuelles de la station pluviométrique de Ouagadougou 1953 -2010 (*Voir annexe 4*).

Tableau 13: Résultat du traitement de pluviométrie annuelle de Ouagadougou

Moyenne	791,99
Ecart type	148,98
Coefficient de variation	18,81%

► **Pluviométrie journalière (mm)**

Pluies journalières de la station pluviométrique de Ouagadougou 1953 – 2010 (Voir annexe 4).

Tableau 14: Résultat du traitement de pluviométrie journalière de Ouagadougou

Moyenne	64,94
Ecart type	19,36
Coefficient de variation	29,81%

I.3- Traitement des données pluviométriques

Nous avons procédé par l'ajustement des pluies annuelles en utilisant la loi de GAUSS, sur un échantillon de 58 et celui des pluies maximales journalières fait par la loi de GUMBEL sur le même nombre d'échantillon.

On a ensuite calculé les fréquences de non dépassement à partir de cet échantillon, en appliquant La formule de HAZEN pour GAUSS et WEIBULL pour GUMBEL.

Après une profonde analyse nous avons choisi la loi de probabilité empirique (la fréquence expérimentale) qui est **la fréquence de non dépassement** : $(\frac{R}{n}) - (\frac{1}{2n})$

Où **R** : rang et **n** : taille de l'échantillon = 58

La synthèse de cette analyse nous donne les résultats suivants :

P ₁₀ (mm)	P ₁₀₀ (mm)
93,27	131,18
Intensité de pluie en mm/h	
3,38	5,47

I.4- Résultats de caractéristiques physiques des sous bassins

Les sous bassins versants ont été délimités à partir d'un extrait de la carte de la région en particulier dans la zone de Zogona. Cet extrait et les levées topographiques, nous ont permis par ailleurs à déterminer les différents paramètres.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 15: Récapitulatif de caractéristiques des sous-bassins versants

BV	Localisation Sous bassin versants	Longueur Hydraulique (m)	DH (m)	Surface (Km²)	Périmètre (Km)	L (Km)	Icomp (%)	I_g (%)
BV1	SBV1 (D)	400	3,264	0,0365	1,200	0,531	0,009	6,14
	SBV2 (B)	200	0,275	0,0155	0,600	0,234	0,006	1,175
	SBV3 (C)	125	1,451	0,0273	0,375	0,230	0,012	6,309
BV2	SBV1 (A1)	129,50	0,665	0,0196	0,389	0,198	0,009	3,359
	SBV2 (A2.1)	243,5	1,528	0,0234	0,731	0,283	0,008	5,399
	SBV3 (A2.2)	395,5	2,121	0,0268	1,187	0,544	0,007	3,899
	SBV4 (A2.3)	132	0,873	0,0105	0,396	0,125	0,005	6,984
	SBV5 (E)	140	0,058	0,0449	0,420	0,194	0,019	0,299
	SBV6 (F)	256	0,013	0,0457	0,769	0,286	0,015	0,045

Compte tenu du relief des bassins et en faisant la moyenne des pentes qui nous donne une valeur de 3,6 % on a retenu donc la classe R5 selon la classification des bassins (ORSTOM).

a- Perméabilité du sol

Elle est liée au type de sol qui couvre le bassin versant et permet de donner la classe d'infiltrabilité du bassin versant. Ici les sous bassins versants sont couverts d'un sol sablo-argileux ; ce qui nous permet de conclure qu'elles sont de la classe RI (sol Relativement Imperméable).

b- Forme

Ces sous bassins versants ont pour la plus part une forme plus allongé et peu arrondie.

I.5- Estimation des débits

Plusieurs méthodes sont utilisées pour l'estimation des débits : la méthode rationnelle, la méthode CIEH et la méthode ORSTOM. Ces méthodes sont appliquées en fonction des superficies des bassins versants.

Après la délimitation des superficies des sous bassins versants, la méthode rationnelle correspond à leurs champs d'application. Cette méthode est utilisée pour les bassins versants ayant une superficie inférieure à 400ha.

Le débit est exprimé par : $Q = K \times C \times I \times A$

Avec **K**: facteur de conversion (**K = 0.278**) si la surface **A** est en km² sinon $Q = C \times I \times A$

Q : débit maximum de la crue décennale (m³/s), **C** : Coefficient de ruissellement

I : intensité maximale de la pluie choisie (m/s) et **A** : Superficie du bassin en m²

Valeurs usuelles de C :

- Surface totalement imperméable : 0,8 – 0,9
- Pavage à larges joints : 0,6
- Allées en gravier : 0,20
- Surface boisée : 0,05
- Surface cultivée : entre 0,20 et 0,40

On a choisi C= 0,8 qui est généralement utilisé dans la zone urbaine comme dans notre cas.

Pour l'intensité maximale de la pluie, nous avons utilisé la courbe IDF (Intensité –Durée - Fréquence).

INTENSITE DE PLUIE EN mm/h			
P10		P100	
graphique	droite des points	graphique	droite des points
3,83	3,89	5,40	5,47
Coefficient de ruissellement C = 0,8			
i (courbe IDF) pour t=15mn et T=10ans		i = 176,21%	

Les valeurs des débits estimés par la méthode rationnelle obtenus sont recensées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 16 : Récapitulatif de débits calculés.

Bassin versant	BV1			BV2					
Sous Bassin versant	SBV1 (D)	SBV2 (B)	SBV3 (C)	SBV1 (A1)	SBV2 (A2.1)	SBV3 (A2.2)	SBV4 (A2.3)	SBV5 (E)	SBV6 (F)
Débit Q (m ³ /s)	1,43	0,61	1,07	0,77	0,92	1,05	0,41	1,76	1,79

NB : Notons que nous avons fait une autre option qui était de calculer les débits par toutes les méthodes respectant les conditions (surface du bassin < 4 km² et la zone urbaine), le débit à retenir doit être la moyenne des tous ces débits, mais après comparaison ils sont inférieurs à ceux calculés uniquement par la méthode rationnelle donc nous avons jugés utile de retenir ces derniers pour la suite de notre étude.

Chapitre II : DIMENSIONNEMENT HYDAULIQUE DES OUVRAGES ET CALCULS BETON ARME

La route comporte généralement des ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux de ruissellement. Ceux-ci doivent être munis de dispositifs de traitement des eaux lorsque les rejets se font dans des eaux ayant une valeur patrimoniale reconnue.

Le choix et le dimensionnement de ces ouvrages sont faits en tenant compte des précipitations prévisibles, des caractéristiques géométriques et physiques de la route et des contraintes de sécurité.

I- DIMENSIONNEMENT HYDAULIQUE DES OUVRAGES

Plusieurs formules permettent la détermination des débits tels que la formule de Manning-Strickler, la formule de Chézy, la formule de Basin. Dans le souci de permettre un calcul de section hydrauliquement favorable c'est-à-dire qui présente une section mouillée minimale pour un périmètre mouillé minimum, la formule de Manning-Strickler a été choisie et utilisée. Cela permet de minimiser le volume du déblai et du béton.

Les hypothèses ci-après ont été considérées pour le dimensionnement de caniveaux :

- ❖ L'écoulement des eaux est uniforme dans chaque tronçon ;
- ❖ Le coefficient de rugosité de Strickler $K_s = 70$ car les canaux sont en béton.
- ❖ La section des caniveaux $S = b \times H$ avec b la largeur du collecteur et H sa hauteur.

La section de l'ouvrage hydraulique à réaliser est obtenue en fonction du débit calculé correspondant au bassin versant à drainer.

Le débit capable des collecteurs (caniveaux) est donné par la formule de Manning-Strickler ci-après :

$$Q = K_s \times S \times Rh^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

Avec Q : Le débit en m^3/s , K_s : Le coefficient de rugosité de Strickler

S : La section du caniveau en m^2 , Rh : Le rayon hydraulique en m, $Rh = S/P$

I : La pente longitudinale des canaux en m/m

Le calcul des autres paramètres s'est fait à l'aide des formules suivantes :

❖ Le tirant d'eau y

$$y = \left[\frac{Q \times 2^{\frac{2}{3}}}{Ks \times I^{\frac{1}{2}} \times 2} \right]^{\frac{3}{8}}$$

L'itération a été faite en fixant b et en cherchant la valeur de y qui vérifie l'équation

❖ La revanche r en mètre a été calculée à l'aide de la formule de LACEY

$$r = 0,20 + 0,15 \times Q^{1/3}$$

❖ La hauteur du collecteur est donnée par : $H = r + y$

❖ La largeur du collecteur est donnée par : $b = 2y$

❖ La vitesse d'écoulement V dans le collecteur est : $V = \frac{Q}{S}$, avec une vitesse maximale de 4m/s.

Pour les tronçons dont la vitesse dépasse 4m/s, nous leur imposons une vitesse de 4m/s et reprendrons le calcul de y et b .

Après plusieurs itérations on a adopté des sections rectangulaires et carrées de caractéristiques géométriques suivantes (voir annexe 5 pour les détails de calculs) :

Tableau 17 : résultats de calcul des sections des caniveaux

Désignation des caniveaux	Tirant d'eau h (m)	Largeur miroir b (m)	Longueur l (m)
C1 A1	0,80	0,80	129,50
C 1 A2.1	0,80	0,80	243,50
C 1 A2.2	0,80	0,80	395,50
C 1 A2.3	0,60	0,80	132,00
C2 B	0,80	0,80	200,00
C3 C	0,80	0,80	125,00
C 4 D	0,80	0,80	400,00
C 5 E	1,00	1,00	140,00
C 6 F	1,00	1,00	256,00

► **Vérification aux conditions limites :**

Il sera question ici de vérifier la condition de vitesse limite pour voir s'il y aura des dépôts de matériaux ou érosion avec la vitesse comprise entre 0,5 et 3m/s

$$Q = V \times S \Rightarrow \text{la vitesse } V = K_s \times R_h^{2/3} \times \sqrt{i}$$

Et le débit d'érosion $Q_{er} = S \times V_{max}$ avec $V_{max} = 4\text{m/s}$

Les résultats de calcul sont dans le tableau suivant :

Tableau 18: résultats de vérification des conditions limites

Caniveaux	h (m)	b (m)	V (m /s)	Vmax (m /s)	Q (m ³ /s)	Q _{er} (m ³ /s)
C1 A	0,80	0,80	0,79	3	0,51	2,56
C 1 A2.1	0,80	0,80	1,53	3	0,98	2,56
C 1 A2.2	0,80	0,80	1,64	3	1,05	2,56
C 1 A2.3	0,60	0,80	0,85	3	0,41	1,92
C2 B	0,80	0,80	0,95	3	0,61	2,56
C3 C	0,80	0,80	1,67	3	1,07	2,56
C 4 D	0,80	0,80	2,23	3	1,43	2,56
C 5 E	1,00	1,00	1,76	3	1,76	4
C 6 F	1,00	1,00	1,79	3	1,79	4

En conclusion : $V < V_{max}$ et $Q_c < Q_{er}$ alors il n'y aura ni érosion, ni engorgement :

Les sections choisies pour les caniveaux peuvent être définitivement considérées.

► **Calcul des épaisseurs des voiles et du radier**

Pour le béton, on a généralement des épaisseurs allant de 10 à 20 cm environ ou encore on peut l'estimer par cette formule : $e = \frac{b}{32} + 0,125$. Pour des raisons d'optimisation du coût des ouvrages et pour assurer leur durabilité, nous avons retenu des épaisseurs de 15cm pour l'ensemble des collecteurs.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 19: résultats de calcul des épaisseurs

Désignation des caniveaux	h (m)	b (m)	e calculée (m)	e retenue (m)
C1 A	0,80	0,80	0,15	0,15
C 1 A2.1	0,80	0,80	0,15	
C 1 A2.2	0,80	0,80	0,15	
C 1 A2.3	0,60	0,80	0,144	
C2 B	0,80	0,80	0,15	
C3 C	0,80	0,80	0,15	
C 4 D	0,80	0,80	0,15	
C 5 E	1,00	1,00	0,156	
C 6 F	1,00	1,00	0,156	

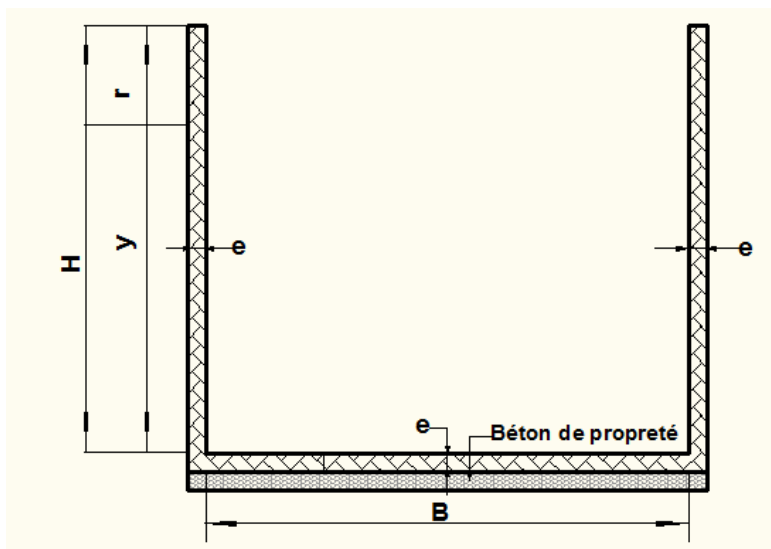


Figure 4: Schéma détaillé type des collecteurs

II - DIMENSIONNEMENT BETON ARME DES CANIVEAUX

1. Normes et règlements de calcul

Les actions à prendre en compte dans les calculs sont définies par les textes réglementaires normatifs en particulier **le titre 2 du fascicule 61** du Cahier des Prescriptions Communes (CPC) «Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'arts».

Les sollicitations sont déterminées à partir de la METHODE DES TRANCHEES.

Le calcul du ferrailage se fera suivant les règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé de la méthode des états limites dites règles **B.A.E.L 91 modifié 99**.

2. Caractéristiques des matériaux

a) Béton

Béton **B25** de poids volumique $\rho = 2,5 \text{ t/m}^3$

Résistance à la compression à **28** jours : $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$;

Résistance à la traction à **28** jours : $f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28} = 2,1 \text{ MPa}$;

La contrainte de calcul du béton : $\sigma_{bc} = \frac{0,85 \times f_{c28}}{\gamma_b} = \frac{0,85 \times 25}{1 \times 1,5} = 14,17 \text{ MPa}$ avec $\gamma_b = 1,5$;

Contrainte limite du béton : $\overline{\sigma}_{bc} = 0,6 \times f_{c28} = 0,6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$;

Facteur d'équivalence contraintes aciers/contraintes béton : $n = 15$

L'enrobage : $c = 2,5 \text{ cm}$, la **fissuration est jugée préjudiciable** (ouvrage enterré).

b) L'acier

Nuance : acier Haute Adhérence **Fe E 400** ;

Limite d'élasticité : $f_e = 400 \text{ MPa}$;

Contrainte de calcul de l'acier : $\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = 347,83 \text{ MPa}$ avec $\gamma_s = 1,15$;

Contrainte limite de l'acier : $\overline{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; \max(0,5 f_e ; 110 \sqrt{\eta f_{t28}}) \right\} = \overline{\sigma}_{st} = 201,6$

avec $\eta = 1,6$ car acier Haut adhérence.

c) Caractéristiques du remblai

Supposons que le remblai d'accès est constitué d'un graveleux latéritique de poids spécifique de $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$ et de coefficient de poussée des terres $k = 0,333$ (avec un angle de frottement de 30°).

La contrainte admissible du sol est prise égale à **1 bar** (sol latéritique).

d) Charges appliquées

- **Charges permanentes**

Le poids propre des structures en béton armé est évalué, dans la plupart des cas, à partir de leurs dimensions nominales et d'une valeur nominale du poids volumique égale à **25 kN/m³**.

Ces charges sont entre autre :

Les poids propre de la structure

Les poussées des terres sur les voiles

- **Surcharge**

Les surcharges routières qui s'exerce sur une surface de $225\text{cm}^2(15 \times 15\text{cm}^2)$ pour les calculs des dalles et caniveaux est $Q_r = 3\text{tonnes} / 2 = 1,5 \text{ tonnes}$.

3. Principe et méthode de calcul des sollicitations

On a mené d'une manière générale les calculs de caniveaux par bande de **1,00** mètre linéaire.

Nous proposons de présenter ici les différentes étapes de calcul pour le dimensionnement d'un caniveau quelconque et les résultats présentés dans cette note de calcul sont ceux d'un caniveau de section **1,00 m x 1,00 m** et par la suite les autres dimensions suivront les mêmes principes.

Cas de caniveau de 100 x 100	Largeur (cm)	hauteur (cm)
	100	100
Epaisseur (cm)		
Dalle	radier	Piédroit
15	15	15

• Schéma de principe

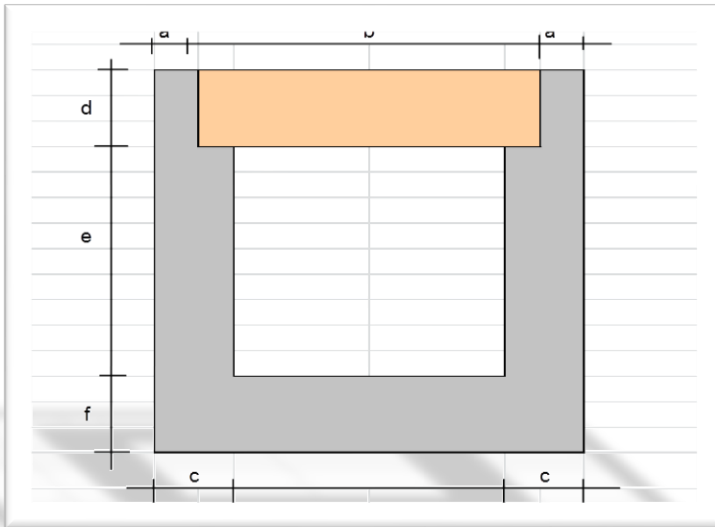


Figure 5: Schéma du principe des collecteurs

☞ Répartitions des Charges

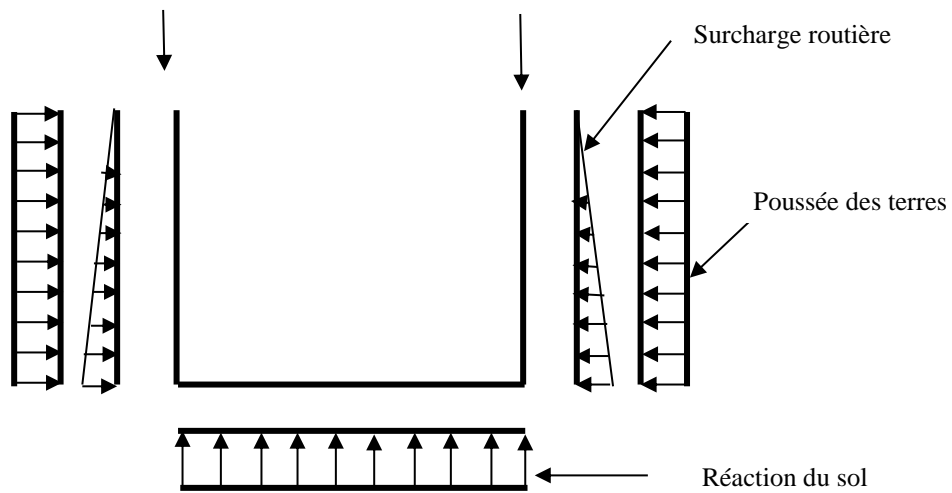
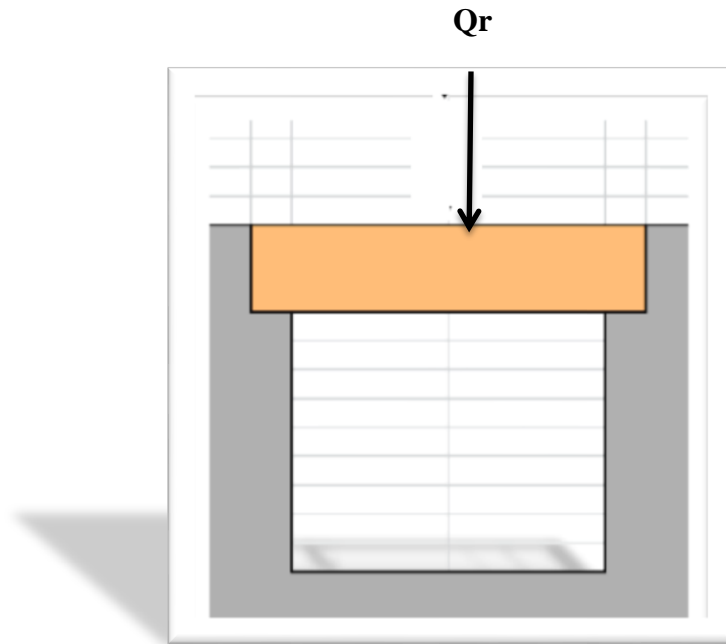


Figure 6 : Schéma de répartition des charges

4. Dimensionnement de la dalle

Il se fera sous une roue isolée de $Q_r = 1,5$ tonne (Cas le plus défavorable considéré).



4.1. les sollicitations

Poids propre de la dalle		Surcharge		
$G = 2,5 \times 0,15 \times 1 = 0,375$ t/ml		$Q_r = 1,5$ t/ml		
Combinaison des charges				
ELU	Pu	$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$	2,760	t.m
ELS	Pser	$Q + G$	1,875	t.m
Moments de flexion				
Moment à l'ELU M_u		$M_u = 0,345$ t.m = 3,45 KN.m		
Moment à l'ELS M_{ser}		$M_{ser} = 0,234$ t.m = 2,34 KN.m		

5. Dimensionnement des voiles

Pour le dimensionnement des piédroits le calcul sera mené à l'ELS.

5.1. Les sollicitations

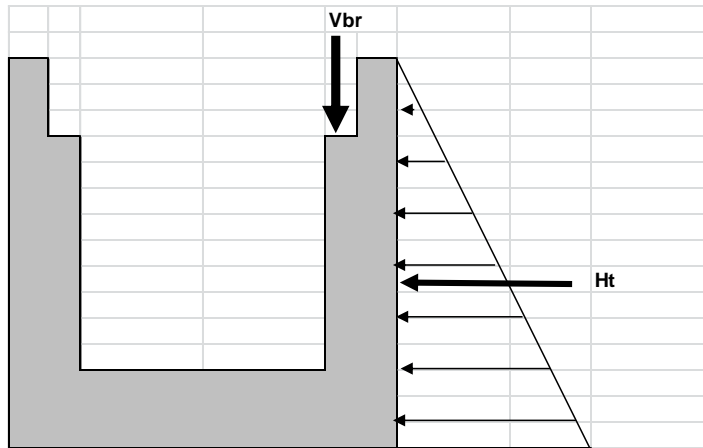


Figure 7 : Schéma de l'effort transmis par la dalle et la poussée de terres sur le voile

Poids propre du piédroit	$P_p = 25 \times 0.15 \times 1\text{m} = 3,75\text{kN/ml}$
Charge venant de la dalle	$P_d = 18.75\text{ KN/ml}$
Poussée des terres	$P_t = k \times \gamma_s \times \frac{h^2}{2} = 0.33 \times 20 \times \frac{1.00^2}{2} = 3.3\text{kN/ml}$
Effort normal dans le piédroit	
Effort normal maximal dans le piédroit : $N_{\text{max}} = P_p + P_d / 2 = 13.125\text{ kN/ml}$	
Moments	
Moment maximum dû à la poussée des terres : $M_{pt} = \frac{P_t \times h}{3} = 1.1\text{ kN. m/ml}$	
Combinaison des moments	
Moment maximum à la base du piédroit : $M_{\text{max}} = P_t \times \frac{h}{3} = 1.1\text{ kN. m/ml}$	

6. Dimensionnement du radier

6.1. Les sollicitations

Poids propre du piédroit	$P_p = 25 \times 0.15 \times 1\text{m} = 3,75\text{kN/ml}$
Charge venant de la dalle	$P_d = 18.75\text{ KN/ml}$
Poids propre du radier	$P_r = 25 \times 0.15 \times 1\text{m} = 3,75\text{kN/ml}$
Poussée des terres sous le radier	$P_{tr} = k \times \gamma_s \times h = 6.60\text{kN/ml}$
Effort normal dans le radier	
Effort normal maximal dans le radier : $N_{\text{max}} = \frac{2 \times P_p + P_r + P_d}{1\text{ ml}} = 30\text{kN/ml}$	
Moments	
Moment maximal dû au poids du radier : $M_p = \frac{pl^2}{8} = 0.47\text{kN. m/ml}$	
Moment maximum dû à la poussée des terres sous le radier : $M_{ptr} = \frac{P_{tr} \times l^2}{2} = 3.3\text{kN. m/ml}$	
Combinaison des moments	
Moment maximum dans le radier : $M_{\text{max}} = M_p - M_{ptr} = -2.83\text{ kN. m}$	

Tableau 20: récapitulatif des sections d'armatures

Récapitulatif des aciers du caniveau de 100*100					
Partie d'ouvrage	Dalle supérieure (dalette)		Radier		Piédroits
Caractéristiques	b = 100 cm ; h = 15 cm		b = 100 cm ; h = 15 cm		a = 15 cm b = 100 cm h = 100 cm
Section	Nappe inférieure	Nappe supérieure	Nappe inférieure	Nappe supérieure	rive
Acier principaux	4HA8	4HA8	5HA8	5HA8	5HA8
Espacement	15 cm	15 cm	20 cm	20 cm	20 cm
Acier de répartition	*HA8	*HA8	*HA8	*HA8	*HA8
Espacement	16 cm	16 cm	20 cm	20 cm	20 cm

* : signifie que le nombre de ces aciers varie en fonction de la linéarité du caniveau choisi.

NB : Vu que la zone ne reçoit pas des trafics importants et aussi pour de question économique, les éléments ne seront totalement ferrailés à double nappes .Les voiles seront à une nappe unique contrairement aux dalletes et radier qui seront à double nappe. Il faut signifier que nous allons garder les sections et uniformiser ces armatures pour tous les caniveaux ayant une dimension de (60 x 80 et 80 x 80).

Voir respectivement annexe 5 et annexe 9 pour les détails des calculs et le plan de ferrailage.

QUATRIEME PARTIE : AMENAGEMENT, SIGNALISATION, SECURITE ET ECLAIRAGE ROUTIER ET ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

Chapitre I : AMENAGEMENT, SIGNALISATION, SECURITE ET ECLAIRAGE ROUTIERS

La route, pendant et après sa réalisation, doit être muni d'équipements adéquats permettant d'améliorer la sécurité routière d'une part, d'informer et guider les usagers d'autre part. C'est dans cette optique qu'on a mis en place des dispositifs et des infrastructures pour les prescriptions, indications et la sécurité des usagers et des riverains.

I - AMENAGEMENT ROUTIER

Pour le confort et la sécurité des usagers qui constitue la priorité des gestionnaires de réseaux routiers. Les équipements de la route, qui sont les éléments visibles et primordiaux de la sécurité routière, doivent être conformes à la réglementation et doivent contribuer à l'élaboration d'une « route qui pardonne ».

Les aménagements prévus dans le cas de ce projet sont essentiellement les réseaux d'assainissement, les retouches des carrefours giratoires existants, la réalisation d'un nouveau carrefour, la réalisation de bétons de protection au bord extérieur des chaussées (petites bordures) et enfin la mise en place de signalisation routière.

► Le carrefour giratoire

La multitude d'îlots en carrefour est à l'origine de nombreux accidents, impliquant notamment les personnes âgées. La complexité des informations à lire, la tripotée des points de conflit sont à l'origine des accidents sur ces sites.

Le rond-point est le carrefour plan qui offre le meilleur niveau de sécurité.

Toutefois, cette performance peut être dégradée si certaines précautions ne sont pas prises au niveau de la conception générale.

C'est dans cet élan qu'on a opté pour ce projet, de réajuster les carrefours (ou rond-point) existant déjà sur les rues **A1**, **A2.1** et **B** et implanté un nouveau à l'intersection de la passerelle et la fin de la rue **D** et un autre petit îlot entre les rues **A2.3**, **A2.2** et **F**.

Confer annexe 6 pour voir les aménagements projetés.

II - SIGNALISATION ROUTIERE

La signalisation routière est l'information donnée ou l'ensemble de précaution à prendre en compte pendant et après les travaux pour garantir la sécurité des travailleurs sur le chantier et les usagers lors de l'exposition de la chaussée ainsi que pour garantir la pérennité de l'ouvrage.

Deux types de signalisation font être utilisés dans ce projet : la signalisation temporaires et la signalisation permanente.

II.1 - Signalisation temporaire

44 % des usagers de la route dépassent de plus de 20 km/h la vitesse limite autorisée aux abords des chantiers. Or, un chantier ne peut être respecté que si la signalisation temporaire elle-même est cohérente et répond aux exigences règlementaires. Ainsi, garantir la sécurité des riverains, des usagers et des opérateurs aux abords des chantiers qui sont particulièrement accidentogènes est une priorité pour l'ensemble des acteurs de la route.

Pour atteindre cet objectif, il est recommandé de mettre en place une signalisation pour assurer la sécurité des travailleurs et des usagers pendant la construction de la route. Pour cela voici quelque variété de signalisations proposées pour ce chantier :

- ❖ Une signalisation de fin de prescription pour les deux sens de circulation : panneaux de début et de fin et celui de limitation de vitesse ;
- ❖ Une signalisation d'approche dans les deux sens de circulation : panneaux de travaux et panneaux de déviation ;
- ❖ Une signalisation de protection individuelle-équipement : port des équipements de protections individuels (baudrier, casque, chaussure) ;
- ❖ Une signalisation de risque dans les zones dangereuses : panneaux de risque de chaussée glissante et de risque de projection de gravillon.

II.2 - Signalisation permanente

Elle comprend deux sortes de signalisations : **La verticale** et **l'horizontale** et devrait concerner plus les points singuliers où il est susceptible que l'utilisateur ne perde le contrôle (Intersections, Virages...). La signalisation permanente est le type de signalisation qui va rester de façon définitive sur la chaussée.





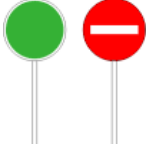






II.2-1 Signalisation verticale

Les panneaux de signalisation verticale sont classés en diverses catégories répondant à divers objectifs, particulièrement, ceux prévus dans le cas de ce projet sont entre autre:

- Panneaux de danger : **A** – triangulaires
- Panneaux de prescription : **B** – Circulaires ou carrés
- Panneaux d'intersection : **AB** – Triangulaires, carrés ou orthogonaux.

Les panneaux seront fixés dans les endroits où la visibilité serait bonne pour permettre une perception claire des usagers dans la nuit et nous veillerons aussi à ce qu'ils présentent sensiblement le même aspect en journée par l'emploi de dispositifs ou matériaux rétro réfléchissants. La conception et le dimensionnement des panneaux de signalisation doivent forcément répondre aux normes prévues par la législation routière.

Tableau 21: présentation de quelques panneaux de signalisation utilisés dans le projet

Type	Description	Type	Description
	KD22 Direction de déviation		Lieu aménagé pour les stationnements
	K5a Dispositif conique. Signalisation de position des limites d'obstacle temporaire		Arrêt à l'intersection de la voie prioritaire (panneau de position)
	K10 Signal servant à régler manuellement la circulation		Céder le passage à l'intersection. Signale une position.
	B21-1 Obligation de tourner à droite		B14 Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée. Implanté à l'entrée des alignements droits.
	B21d1 Direction obligatoire à la prochaine intersection : tout droit ou à droite		carrefour à sens giratoire
	B21e Direction obligatoire à la prochaine intersection : à gauche ou à droite		

NB : pour le nombre des panneaux utilisés voir dans la quantification du projet au chapitre I de la cinquième partie.

II.2-2 Signalisation horizontale

La signalisation horizontale est l'ensemble des marques peintes observées sur la chaussée et indiquent aux usagers quel comportement adopter à ces endroits.

Elle est composée généralement de :

- Marquage de parking,
- Marquages routiers,
- Mise en sécurité des périmètres estudiantins, passage piétons...

La signalisation horizontale est matérialisée par des bandes blanches discontinues ou continues. Ces dernières ont pour rôle d'assurer le guidage des automobilistes.

La réglementation internationale distingue divers types de marques, dont les principales sont les suivantes :

❖ Les lignes longitudinales :

- Continues infranchissables ;
- Discontinues axiales ou de délimitation des voies ;
- Discontinues d'annonce d'une ligne continue ou de dissuasion (dépassement dangereux) ;
- Discontinues de bord de chaussée.

❖ Les lignes transversales continues (STOP) ou discontinues (céder le passage) ;

❖ Les autres marquages spéciaux :

- Pour stationnement et autres périmètres protégés ;
- Pour passage de piétons ;
- Les flèches de rabattement et hachures.

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité " u " différente selon le type de route. Dans notre cas, le projet n'étant ni une autoroute, ni une routes à grande circulation, donc nous aurons une largeur des lignes $u = 5$ cm.

Elle sera réalisée de préférence à l'aide de peinture de couleur blanche pour signaler les dépassements autorisés, les limites de la chaussée, de l'accotement.

Plusieurs catégories de lignes sont prévues dans le cas de ce projet :

► **La ligne de délimitation de voie en agglomération ou ligne de type T'1**

Elle comprend des traits pleins de largeur “ 2u ”, la longueur du trait est de 1,5 m et l'intervalle entre deux traits est de 5 m. Elle est située dans la partie centrale (axe) et sépare la chaussée en deux voies.

► **La ligne de rive simple ou ligne de type T2**

La ligne de type T2 comprend des traits pleins de largeur “ 3u ” d'ou 15 cm et des intervalles ; elle est située de part et d'autre de la route et sépare la chaussée de l'accotement. La longueur du trait est de 3 m et l'intervalle entre deux traits de 3,5 m.





► **La ligne d'annonce d'une ligne continue ou ligne de type T3**

Cette dernière comprend des traits pleins de largeur “ 2u ” d'ou 10 cm et des intervalles ; elle est située dans la partie centrale (axe) et sépare la chaussée en deux voies. La longueur du trait est de 3 m et l'intervalle entre deux traits est de 1,33 m.

► **La ligne continue**

C'est une ligne qu'on retrouve dans la partie centrale au niveau des endroits dangereux comme les virages. Ce type de signalisation est beaucoup plus pérenne que les panneaux de signalisation verticale qui sont souvent percutés par les engins.

Tableau 22 : Illustration des différents types de marquages longitudinaux

Type de ligne	Illustration schématique
<i>T'1</i>	
<i>T2</i>	
<i>T3</i>	
<i>La ligne continue</i>	

► *Récapitulatif des longueurs de différents types des lignes*

Type	T'1	T2	T3	Ligne continue
Longueur (ml)	4 645,5	5 024	559,76	99

III - SECURITE ROUTIERE

Le respect de recommandations géométriques bien définies (tracé en plan, profil en long, profil en travers, géométrie des points d'échanges...) constitue un ensemble de facteurs qui concourent entre autre à l'amélioration de la sécurité sur les voies rapides urbaines.

La réduction du risque d'accident ou de blessure sur les routes, assurée par une approche multidisciplinaire mettant en jeu le génie civil routier, la gestion du trafic, l'éducation et la formation des usagers de la route et la conception des véhicules est le principal objet de la sécurité routière.

A ces facteurs nous pouvons dire que : la sécurité routière de nos jours est l'une de préoccupation majeure des professionnels de la route et des décideurs. Si la route tue, l'homme en est le premier responsable, par son comportement à l'usage de la route et des règles de construction que les concepteurs s'est imposé pour réaliser cette dernière. C'est dans ce sens qu'il nous semble nécessaire de faire quelques recommandations à l'égard des décideurs, des constructeurs et des usagers. Il faut :

- ❖ Améliorer la sécurité de la route en agissant sur ses caractéristiques pour aider les conducteurs dans les virages et aux intersections. Parmi les nombreuses actions possibles au niveau des routes, celle visant à réduire les collisions frontales sont aussi à prendre en compte.
- ❖ L'amélioration de la qualité du revêtement et l'élimination des obstacles latéraux ou la prévention contre les risques qui en découlent.
- ❖ Assurer la continuité et l'entretien du réseau routier, en veillant particulièrement au contrôle de son niveau de sécurité et à l'élimination des points noirs ;
- ❖ Prévoir, dans une stratégie globale, une hiérarchisation des routes, prenant en compte les différentes catégories de trafic et d'usagers de la route (en particulier les piédroits et les cyclistes) ;
- ❖ Prendre les mesures nécessaires pour qu'en premier lieu, l'utilisateur adapte sa vitesse aux caractéristiques du réseau qu'il emprunte : ceci nécessite une prise de conscience qui peut être éveillée par l'éducation, à quelque Age que ce soit par des campagnes d'information et de sensibilisation ciblées et par des contrôles dissuasifs, ponctuels mais réguliers ;
- ❖ Renforcer la prévention et les contrôles qui concernent la conduite sous l'effet de l'alcool ;

- ❖ Prendre en compte, évalué, voire sanctionner, la conduite sous l'emprise de médicaments ou de drogues ainsi que la conduite en état de fatigue.

IV - ECLAIRAGE ROUTIER

L'éclairage n'améliore pas la visibilité réciproque entre les usagers motorisés. En effet, des feux de croisement se voient de très loin sur un fond non éclairé. Ils se perçoivent moins bien si le carrefour n'est éclairé. L'éclairage devrait être associé au milieu urbain et renforcer la visibilité.

L'éclairage public a pour rôle principal d'assurer aux usagers de la route une bonne circulation la nuit c'est-à-dire voir tout ce qui pourra exister comme obstacle, par exemple certains éléments de la route (les bordures, les carrefours...). Il est également important et très essentiel pour les piétons.

Il tiendra compte de la hauteur de lampadaire(h), l'espacement entre points lumineux consécutifs(e) et la largeur de la chaussée (l).

► Calcul des valeurs

La hauteur (h)

$h \geq l$ avec $l = 7$ m donc le choix de la hauteur est **$h = 8,00$ m**

Espacement entre lampadaires

$e \leq 3xh = 3x8 = 24m \Rightarrow e = 24,00$ m

Cette partie des travaux a été confié à la **SONABEL** mais néanmoins nous voulons simplement énoncer quelques grands traits.

Ces travaux comprennent essentiellement :

La réalisation des mini-réseaux MT (moyenne tension), la pose et le raccordement des poses de transformateurs MT /BT au réseau de distribution SONABEL, la pose des candélabres et des luminaires.

L'éclairage des voies à aménager sera assuré par des consoles équipées de lanternes complètes avec des lampes à vapeur de sodium hautes pressions montées sur les candélabres

simples. Le luminaire moyenne en éclairage urbain est de deux candélabres par mètre carré au minimum ($2\text{cd}/\text{m}^2$).

Notons que deux types de lampadaires seront utilisés dans ce projet :

- Double foyers placé sur la rue **C**, qui incorpore un TPC (terre-plein central) ;
- Foyers simples placé sur les autres rues qui n'ont pas de TPC.

Chapitre II : ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (EIES)

L'étude d'impact environnemental et social (EIES) est nécessaire pour tout projet touchant l'environnement, ceci pour limiter ou diminuer les dommages irréversibles. L'EIES se définit comme étant une procédure administrative et technique qui assure l'analyse préalable des impacts qu'un projet envisagé, pourrait avoir sur son milieu d'exécution. Elle prend en compte l'ensemble des composantes des milieux naturels et humains susceptibles d'être affectés par le projet. Elle permet d'analyser et d'interpréter les relations et interactions entre les facteurs qui exercent une influence sur l'écosystème (biotope et biocénose), les ressources et la qualité de vie des individus et des collectivités.

I- OBJECTIF DE L'EIES

Il s'agit d'une étude simplifiée sur l'environnement du projet, L'EIES a donc pour objectif de prévenir les nouvelles dégradations de l'environnement liées aux activités humaines c'est à dire déceler les impacts positifs et négatifs du futur aménagement sur les milieux naturel et humain de la zone de projet. Des mesures de maximisation ou de renforcement seront recherchées pour les impacts positifs, des mesures d'atténuation ou de compensation seront recherchées pour les impacts négatifs.

II- CADRE LEGISLATIF ET INSTITUTIONNEL

Le Burkina Faso dispose d'un cadre juridique environnemental et règlementaire qui régit l'élaboration et la mise en œuvre des EIES. Ce cadre permet de prendre en compte les exigences suivantes :

- La loi Burkinabé sur l'évaluation environnementale et son application aux projets ;
- La liste d'exclusion et/ou la liste d'inclusion ;

Les principaux textes sont :

- La loi N°002-2002 /AN du 8 Février 2001 portant loi d'orientation relative à la gestion de l'eau a été promulguée par décret N°2001-126 /PRES du 3 Avril 2001.

Le cadre institutionnel en matière d'environnement prend sur la constitution promulguée le 11 juin 1991 au Burkina Faso qui consacre le principe de protection de l'environnement comme un devoir fondamental de l'Etat et de toute la nation. Le cadre institutionnel est orienté autour de 3 acteurs :

- L'Etat et ses démembrements, en particulier le Ministère de l'Environnement et du cadre de vie, départements ministériels et circonscriptions administratives (Provinces, départements, villages) ;
- Les collectivités locales ;
- Les usagers (secteur privé, société civil).
- La loi N°005/97/ADP du 30 janvier 1997 portant code de l'environnement au Burkina Faso prévoit soit une étude d'impacts sur l'environnement (EIES), soit une notice d'impact sur l'environnement (NIE) comme des outils d'intégration des préoccupations d'environnement dans les projets

La procédure globale de EIE et de la NIE comprennent trois (3) phases :

1. La phase pré-étude : elle comprend 3 étapes (la sélection du projet, l'information du public et l'examen des termes de références ;
2. La phase étude : Elle comprend également 3 phases à savoir : la réalisation de l'étude, la concertation et participation et la rédaction du rapport EIE ;
3. La phase post-étude : elle comprend l'enquête publique, l'examen du rapport d'EIE/NIE et le suivi environnemental.

La phase sélection des projets permet de choisir en tenant compte de la catégorisation du projet de réaliser soit une EIES, soit une NIE

Faisant suite à cela, ce projet peut être assimilé à la catégorie **B** sur le paragraphe source d'activité de travaux publics : construction de piste de type **PA** (piste amélioré), travaux de réhabilitation d'une route,

Au vu de cette catégorisation, nous pouvons classer notre étude dans les projets nécessitant la notice d'impact environnemental **NIE**.

III- LE CADRE D'ETUDE OU LA DEFINITION DU PERIMETRE

Il est à mentionner ici que pour éviter d'être dans la généralité nous avons retreint cette étude conformément et respectivement par rapport à notre zone d'étude (l'université de Ouagadougou et ses environnants) et le site d'emprunt de ce projet (8km du quartier Saaba).

IV- DESCRIPTION DES TACHES (SOURCE D'IMPACT)

Il s'agit de la construction, du bitumage et des aménagements donc pour réaliser ce projet, un certain nombre d'activités doivent être entrepris.

- La construction de la base vie à l'enceinte de l'université ;

Il s'agit de la mise en œuvre du plan d'installation du chantier, les travaux à faire sont: la construction des magasins, les espaces prévus pour le stockage des matériels, les bureaux du chantier, les réfectoires des ouvriers et les sanitaires.

- La réhabilitation lourde ;

Cette partie des travaux consiste à la remise en forme de la plate-forme, à l'apport de matériaux, à l'arrosage, au compactage, à la confection et l'entretien des ouvrages d'assainissement, à la mise en place de la signalisation verticale et horizontale.

- L'élargissement de la route existante et son redressement entraînent le désherbage de l'emprise et la destruction ou le déplacement de certains aménagements à l'exemple des kiosques.
- L'apport de granulats et l'exécution de la couche de revêtement.

Les différents engins déployés pour toutes ces tâches sont entre autre :

- ✓ **Les camions bennes et citernes** qui servent du transport des matériaux et matériels ;
- ✓ **Le boteur** (bulldozer) : engin constitué d'un tracteur à chenilles ou à pneus équipés le plus souvent d'une lame orientable servant aux travaux du terrassement ;
- ✓ **La niveleuse** utilisée pour les travaux de nivellement ;
- ✓ **La pelleuse** ; engin automoteur muni d'une pelle articulée qui sert à creuser, charger les matériaux et à les déverser dans une benne ;
- ✓ **Le compacteur** sert quant à lui à compacter le sol ;
- ✓ **La chargeuse** est un engin automoteur équipé à l'avance d'un godet relevable et servant à reprendre les matériaux et à les charger dans les engins de transports.

► Les sources d'impacts

Les sources d'impacts seront donc toutes les activités entrepris dans le cadre du projet (installation de chantier, terrassement, abattage d'arbre...etc.). C'est l'ensemble de toutes ces tâches qui va générer des impacts sur l'environnement; elles peuvent se situer pendant la construction ou la phase d'exploitation ; et les impacts sociaux dû à la présence des ouvriers sur le site étudiantin.

► Les récepteurs d'impacts

Les éléments de l'environnement, victimes des impacts sont entre autres :

- Pour le milieu biophysique: l'air, l'eau, le paysage, la végétation et le sol;
- Pour le milieu humain : La situation sanitaire (santé) et les aspects sociaux et économiques (l'emploi, le développement et l'amélioration des conditions de vies des populations).

V- MESURES DE MAXIMISATION ET D'ATTENUATION

► Mesures de maximisation

Il faudra mettre en place un programme rigoureux de gestion et d'entretien de l'ensemble des petits ouvrages réalisés pour pérenniser les impacts positifs du projet.

► Mesures d'atténuation

Pour prévenir, minimiser, atténuer ou compenser les impacts négatifs que peuvent engendrer ce projet, nous faisons quelques recommandations pour une bonne préparation, exécution et exploitation de ce dernier :

✓ Sur le site du projet (Université de Ouagadougou)

➤ Qualité de l'air

Arrosage systématique et régulier du chantier surtout qu'on est à proximité des bâtiments (salles de classe).

➤ Ambiance sonore

Éviter si possible les travaux du jour et l'utilisation des vieux engins qui font trop de bruit.

➤ Protection des eaux souterraines

Collecter les déchets solides et liquides, confectionner des merlons pour contenir les fuites d'hydrocarbure des motopompes.

➤ **Compensation de la végétation détruite**

Réaliser une plantation d'arbres d'alignement.

➤ **Déplacement et réinstallation des commerçants** (propriétaires des kiosques)

Préparer psychologiquement, indemniser, compenser et réinstaller les personnes affectées avant le début des travaux.

➤ **Santé et sécurité du publique**

- Mise en place des panneaux de signalisation et d'un cordon de sécurité au tour du chantier ;
- Sensibilisation du personnel de l'entreprise et les riverains (étudiants) sur la sécurité routière et la protection contre les IST et le VIH/SIDA ;
- Informer et sensibiliser les résidents locaux du déroulement des travaux et les risques d'accidents qu'y sont associés ;
- Imposer une limitation de vitesse de circulation des engins de chantier;
- Construction d'éco latrine à la base vie ou négociier pour utiliser des WC existants déjà à l'enceinte de l'UO ;
- Doter le personnel et les ouvriers d'équipements adéquats de protection individuelle (cache nez, gants, chaussures de sécurité, gilet luminescent...).

✓ **Sur le site d'emprunt**

Le site devra faire l'objet d'une évaluation environnemental conformément au code minier et accompagné d'un plan de remise en état des sites à soumettre au maitre d'ouvrage et au ministère en charge de l'environnement. Cela pour notifier la prise en compte des impacts sur l'environnement et le social dans le cahier de prescription technique.

Les camions doivent être munis de bâches protectrices de leurs contenus et roulés à une vitesse limitée et raisonnable.

➤ **Faune et microfaune**

Éviter si possible la destruction d'habitats de faune et de microfaune dans la zone d'emprunt et dans les carrières ;

➤ **Paysage**

Éviter l'occupation anarchique de l'environnement du tronçon, remettre en état ou valoriser les zones d'emprunt de matériaux, enlever le matériel et les épaves d'engins après les travaux ;

➤ **Protection des sols :**

Remettre en état les sols dans les zones d'emprunt et des carrières, collecter les déchets solide et liquide ;

➤ **Patrimoine culturel :** signaler le mobilier archéologique découvert pendant les travaux, éviter la profanation de lieux sacrés,...

VI - IMPACTS POTENTIELS ENGENDRE PAR LE PROJET

Pour ce qui concerne l'analyse des impacts du projet, la mise en corrélation d'une part des activités associées aux travaux et d'autre part les actions en phase d'exploitation avec les éléments de l'environnement, ont permis d'identifier les impacts potentiels du projet.

En effet, l'étude a constaté que le projet génère aussi bien des impacts négatifs que des impacts positifs dont nous retiendrons l'essentiel récapitulé comme suit :

Tableau 23 : Impacts potentiels engendré par le projet

Désignation par phase	Impacts négatifs	Impacts positifs
Phase de préparation du chantier	<ul style="list-style-type: none"> • La perturbation temporaire de la circulation ; • La destruction de la végétation par l'abattage d'arbres aux abords de chaussées ; • Le déplacement de certains Kiosques. 	<ul style="list-style-type: none"> • La création d'emplois ; • La stimulation des activités génératrices de revenus (AGR) pendant la durée du chantier ; • La facilitation des évacuations sanitaires ;
Phase d'exécution du chantier	<ul style="list-style-type: none"> • La perturbation de la mobilité des personnes et des biens pendant la durée du chantier ; • Risque d'accidents dus aux déplacements des engins de chantier; • La pollution des sols et des eaux par les déchets solides et liquides de chantier ; • La pollution atmosphérique et acoustique liés aux bruits des engins, des vibrations, de l'émission des gaz d'échappement et de la poussière ; • Le tassement et la destruction (érosion) des sols en profondeur dans les sites d'emprunts et les carrières ; • Les nuisances sonores chez les riverains (étudiants, personnel...) ; • Le risque de propagation des maladies sexuellement transmissibles et VIH/SIDA 	<ul style="list-style-type: none"> • L'amélioration des conditions de vie des populations locales (Zogona) par l'assainissement de la zone. • La fluidification ou l'amélioration de la circulation du personnel et des étudiants au sein de l'université; • La préservation des engins de circulation des étudiants, des professeurs... ; • La réduction du retard aux différents services. • La réduction de problème fréquent d'inondation dans l'enceinte de l'UO
Phase d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Pollutions sonores et atmosphériques liés à l'utilisation de la route ; • Risques d'accidents (car zone strictement estudiantine). 	

CINQUIEME PARTIE : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF ET DELAI DE REALISATION DES TRAVAUX

Chapitre I : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU PROJET

Le but de l'avant mètre est de quantifier les matériaux utilisés pour estimer les travaux, planifier l'approvisionnement, faire le bilan de chantier et faire la vérification des bordereaux des prix. C'est un détail méthodique et analytique des ouvrages dont la texture principale est fixée par le concepteur qui comporte simultanément : Une description succincte de leur nature et mise en œuvre et ensuite de détail des calculs et leurs quantités respectives

I- DEVIS QUANTITATIF DU PROJET

L'exécution des travaux de bitumage consiste à réaliser les ouvrages tels que : le terrassement et le revêtement avec les engins adéquats.

La quantification des différents corps d'état donne une liste détaillée par série de nombre d'unités d'œuvre nécessaires à l'exécution du projet.

Tableau 24 : Devis quantitatif du projet

TERRASSEMENT			
<i>Designation</i>	<i>unité</i>	<i>Quantité initiale</i>	<i>Quantité foisonnée</i>
Décapage terre végétale	m ²	4 193,34	
Remblai provenant de l'emprunt	m ³	2 945,76	3 682,2
Volume déblai	m ³	1219,11	
CHAUSSÉES ET REVETEMENT			
<i>Désignation</i>	<i>Unité</i>	<i>Quantité réelle</i>	<i>Quantité foisonnée</i>
Couche de roulement	m ³	334,43	
Couche d'accrochage	m ²	14 150,50	
Couche d'imprégnation	m ²	14 150,50	
Couche de base	m ³	2 819,10	3 523,75
Couche de fondation	m ³	3 888,38	4 860,47

Avec un coefficient de foisonnement égal à 1,25

CANIVEAUX					
RUE	Longueur (m)	Désignation	unité	Volume (m3)	
				Béton armé (350kg /m3)	Béton de propreté (150kg /m3)
A1	129,50	0,80 x 0,80	m ³	46,60	6,48
A2	771,00	0,80 x 0,80	m ³	277,56	38,55
B	200,00	0,80 x 0,80	m ³	72,00	10,00
C	125,00	0,80 x 0,80	m ³	45,00	6,25
D	400,00	0,80 x 0,80	m ³	144,00	20,00
E	140,00	1,00 x 1,00	m ³	63	8,40
F	256,00	1,00 x 1,00	m ³	115,20	15,36
AMENAGEMENT TYPE					
Designation			Unité	Quantité	
Perrés maçonnés			m ²	187	
Bordure			ml	1 865	
SIGNALISATION					
Lineaire de calcul (ml)	Designation		Unité	Quantité	
Signalisation horizontale	Marquage axial discontinu T'1		ml	4 645,5	
	Ligne discontinue en rive T2		ml	5 024	
	Marquage axial d'avertissement T3		ml	559,76	
	Marquage axial continu		ml	99	
Signalisation verticale	Panneaux Permanent	A	U	22,00	
		B		13,00	
		AB		22,00	
	Panneaux temporaires	CD		45,00	

MESURE ENVIRONNEMENTALE		
Designation	Unité	Quantité initiale
Plantations d'arbres	U	250
Plantations d'arbustes	U	10

II- DEVIS ESTIMATIF DU PROJET

Le devis estimatif permet de déterminer la valeur prévisionnelle des travaux, ici il est donné par série. Voir annexe 8 Pour le détail des prix unitaires des travaux.

Tableau 25 : Devis estimatif du projet

DEVIS RECAPITULATIF GENERAL DES VOIES (A, B, C, D, E et F)		
<i>Série</i>	<i>désignation</i>	<i>total (f cfa htva)</i>
100	Installation du chantier	69 520 000
200	Travaux préparatoires et terrassements	63 011 060
300	Chaussées et revêtements	252 641 124
400	Assainissement	141 050 440
500	Signalisation - Sécurité	19 179 680
600	Mesures compensatrice environnementale et sociale	1 795 000
A	Montant total travaux (F CFA HTVA)	547 197 304
B	TVA (18%) = (18% de A)	98 495 515
C	Montant total des travaux sans éclairage (C = A+B)	645 692 819
<i>Arrêté le présent devis à la somme de : six cent quarante-cinq millions six cent quatre-vingt-douze milles huit cent dix-neuf FCFA hors éclairage public</i>		
D	Provision pour éclairage public F CFA TTC	300 000 000 FCFA

<i>Soit le montant total des travaux sans éclairage par voie</i>		
<i>Désignation</i>	<i>Longueur (m)</i>	<i>Montant en FCFA</i>
Voie A1	129,5	41 363 948
Voies A2.1 + A2.2	639	204 104 730
Voie A2.3	132	42 162 479
Voie B	200	63 882 545
Voie C	125	39 926 590
Voie D	400	127 765 089
Voie E	140	44 717 781
Voie F	256	81 769 657

Chapitre II : PLANNING D'EXECUTION DES TRAVAUX

Le planning est un tableau comportant des données importantes à une entreprise qui peuvent être ou qui évoluent. Il peut être de différentes formes pour différents usages.

Le planning est une fonction d'ordonnancement qui a pour mission :

- Préparer le travail ;
- Organiser ;
- Programmer ;
- Lancer.

Le planning est sûrement l'un des seuls documents de chantier qui concerne absolument tout le monde, du client à l'entreprise, et à tous les niveaux de responsabilité.

En ce qui concerne ce projet, on a utilisé le planning à barres « planning de GANT » qui est un outil employé en ordonnancement et gestion de projet et permettant de visualiser dans le temps les diverses tâches composant un projet. Il permet de représenter graphiquement l'avancement de ce dernier.

Cet outil répond à deux objectifs : planifier de façon optimale et communiquer sur le planning établi et les choix qu'il impose.

Notre calendrier prévisionnel d'exécution s'étend sur une période de **cinq mois**.

Confer annexe 10 pour plus de détails.

❖ **Planning d'approvisionnement**

Il est élaboré à partir du planning général, pour déterminer les dates d'approvisionnement en matériels et matériaux.

- La durée de location ou de mobilisation pour le matériel.
- Les quantités de stocks pour les matériaux.

RECOMMANDATIONS

La gestion de production lors de l'exécution des chantiers, que ce soit les petites, les moyennes ou les grandes entreprises engendre de nombreuses difficultés, souvent les responsables ne disposent pas que de peu de moyens ou de moyens inadaptés pour connaître les informations en temps réel des paramètres principaux qui doivent leur permettre une gestion convenable. D'où la nécessité de faire le point sur les principes et les méthodes de la gestion financière de ce chantier de voiries pour éviter que ce projet se termine avec une perte.

Ces principes doivent être basés sur la maîtrise des éléments suivants : quantité, qualité, cout, délai et contrôle.

A la clôture du chantier et bilan, les statistiques et les résultats antérieurs récupérés permettront de constituer une base de données de prix et la mémoire de l'entreprise.

SIXIEME PARTIE : CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude, qui vise à concevoir et à dimensionner les différentes voies à l'enceinte de l'université de Ouagadougou, ses ouvrages d'assainissement et aménagés quelques petits carrefours, nous pouvons affirmer avec certitude que l'objectif préalablement fixé est plus ou moins atteint.

Le choix des couches des chaussées, aussi délicat et judicieux soit-il, est guidé par des considérations aussi bien d'ordre technique, économique qu'environnemental. On a opté pour une couche de roulement en enduit superficiel (bicouche) ,15cm d'épaisseur pour la couche de base et 20cm pour la fondation. Tout ceci en tenant bien compte de sa pérennité et l'allègement de l'enveloppe financière allouée au projet.

Le délai prévisionnel pour la réalisation des travaux est estimé à cinq (05) mois et le cout global hors l'éclairage public est de Six cent quarante-cinq millions six cent quatre-vingt-douze milles huit cent dix-neuf (**645 692 819 FCFA**) toutes taxes comprises.

Nous pouvons enfin affirmé notre satisfaction car ce stage nous a permis de parfaire notre formation, de nous rendre opérationnel en vue d'une meilleure intégration dans la vie professionnelle, nous avons fait face aux réalités des études liées à un projet routier et forgé en nous les aptitudes requises pour être utiles sur le terrain.

Toutefois comme tout projet, quelques insuffisances ont été relevées, principalement en ce qui concerne l'estimation du trafic qui a été pris de façon standard en fonction de la zone d'étude et pas très spécifiquement. Le dimensionnement d'une route urbaine est complexe car l'estimation du trafic n'est pas toujours définie, ce qui peut avoir pour conséquence un surdimensionnement ou sous dimensionnement de la route.

BIBLIOGRAPHIE

- ICTARN (Instruction sur les conditions techniques d'Aménagement des Routes Nationales du Ministère de l'Équipement et du Logement Direction des routes et de la circulation routière – France ;
- Hydraulique routier par Nguyen VAN TUU, Ministère de la coopération et de développement, 1981 ;
- CEBTP, (1972), Manuel de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux ;
- CEBTP (1984), Guide pratique de Dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux ;
- Guide technique SETRA-LCPC (Août 1994), Aménagement des routes principales ;
- Guide technique SETRA-LCPC, (décembre 1994), Conception et dimensionnement des chaussées ;
- Ismaïla GUEYE (2013-2014), Cours de géotechniques routières, 2IE ;
- COMBERE Marc (2012-2013), cours de voirie 2IE ;
- ADOU Marcel (2014-2015), cours d'aménagement routier 2IE.

SITES INTERNET

- <http://www.univ-montp3.fr/ateliermercator/wp-content/uploads/2012/12/Perru-Nicolas-RAPPORT.pdf> ;
- http://fr.wikipedia.org/wiki/%25C3%2589tude_de_trafic_d%27un_projet_routier ;
- www.technique-ingenieur@yahoo.fr ;