



ETUDES TECHNIQUES DETAILLEES POUR LES TRAVAUX DE VOIRIE ET ASSAINISSEMENT DE LA SECTION 829 DE LA ZONE SONATUR DE OUAGA 2000.

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

OPTION : GENIE CIVIL

Présenté et soutenu publiquement en Juin 2013 par :

Habib Tarwindé BALIMA

Travaux dirigés par :

- **Dr Ismaïla GUEYE**, Enseignant chercheur à 2iE
- **M. Adamou IDI**, Directeur de Techni-Consult

Jury d'évaluation du stage

Président : Prénom NOM

Membres et correcteurs :

- Prénom NOM
- Prénom NOM
- Prénom NOM

DEDICACES

A nos chers parents,

Aucune dédicace, très chers parents, ne pourrait exprimer l'amour et le respect qu'on vous porte.

Veillez trouver dans ce travail, le fruit de vos peines, de vos efforts et de vos multiples réconforts, ainsi que l'humble gratitude d'une fille et fils qui vous resteront à jamais fidèles et reconnaissants.

Que Dieu, le tout puissant, vous comble de santé, de prospérité et vous accorde une longue vie pour qu'on puisse vous combler à notre tour.

A nos très chers frères et sœurs tous nos amis(es),

Pour leurs multiples soutiens, trouvez en ses travaux, le fruit de vos efforts.

Tous ceux qui, de près ou de loin m'ont assisté pendant ces trois années de formation,

A tous, nous formulons notre profonde gratitude.

REMERCIEMENTS

Je ne puis finir ce travail sans toutefois remercier Dieu le tout puissant créateur du ciel et de la terre de m'avoir en tout moment et en tout lieu montré sa bonté.

Je tiens à signaler toute ma reconnaissance à toutes les personnes physiques ou morales qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Qu'il me soit permis de remercier particulièrement :

Mes encadreurs Docteur GUEYE Ismaïl et Monsieur IDI Adamou pour leur entière disponibilité, leurs conseils et leurs éclaircissements qui m'ont tant servi ;

A Monsieur WAHABOU Tidjani et l'ensemble du personnel du Bureau d'Etudes TECHNI CONSULT pour leur disponibilité et leurs conseils qui ont été d'une aide importante pour la réalisation de ce travail ;

Le corps professoral de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de L'Environnement (2iE) pour tous les enseignements reçus ;

Je ne saurai finir cette page de remerciement en oubliant mes parents, et mes camarades de classes à savoir Bembamba Emmanuel, Nassouri Saidou, Ouédraogo Z. Inoussa, Ouedraogo Ousmane, Tapsoba T. Hermann qui ont été d'un soutien morale pour moi.

RESUME

Le présent projet qui sera détaillé dans cet ouvrage concerne la construction de voiries d'environ 3,9 km. Le thème est le suivant : « **Etudes techniques détaillées de voirie et d'assainissement de la section 829 de la zone SONATURE de Ouaga 2000** »

Cette étude a pour but de concevoir, de proposer et de quantifier la nature des interventions et des aménagements à appliquer sur ces différents tronçons.

Les études nécessaires menées telles que topographiques, géotechniques, hydrologique et trafic ont permis de proposer une conception de la route ainsi que son assainissement.

Les paramètres géométriques fondamentaux en plan et en long ayant servis à la conception des différentes rues sont ceux d'une vitesse de référence de 60 km/h. Ils sont issus de l'ARP. La ligne rouge a été calé en fonction des côtes fonds caniveau et ce, pour permettre la mise hors d'eau de la chaussée.

Quant à la détermination du corps de chaussée, elle est basée sur les données géotechniques et le trafic lesquelles en se référant sur le "guide de dimensionnement des chaussées neuves en Afrique tropicale du CEBTP" a permis de ressortir les différentes épaisseurs du corps de chaussée : 3cm de roulement en ES; 15 cm de base en GLN et 35 cm de fondation en GLN.

Pour le réseau d'assainissement, l'exutoire est un dalot de 3 x 3,00 x 1,20 sur la Route Nationale N°5 : OUAGADOUGOU – PO. La méthode rationnelle a permis de quantifier des débits générés par chaque bassin versant, afin de dimensionner les caniveaux dont la longueur totale est de 8214,02 ml et vingt-deux (22) ouvrages enterrés.

Un regard s'est porté aussi sur la signalisation routière et des dispositifs sécuritaires, afin de prémunir les usagers des dangers de la circulation.

Le coût global de ce projet a été évalué à environ **3 397 430 808 FCFA** répartis comme suit : le montant de la voirie est de **3 347 430 808 FCFA** et le montant de l'étude d'impact environnemental est de **50 000 000 FCFA**. Soit environ **855 560 516 FCFA/km de route**.

Mots Clés: Voiries; Aménagement; Assainissement; Etudes Techniques; Ligne rouge

ABSTRACT

The present project that will be retained in this work concerns the construction of landfills of about 3, 9 km. The theme is: «**Detailed technical survey of landfill and purification of the section 829 of the SONATUR zone of Ouaga 2000**»

This study has for goal to conceive, to propose and to quantify the nature of interventions and adaptations to apply on these different sections.

The different led necessary studies as those topographic, geotechnical, hydrological and traffic permitted us to propose a conception of the road as well as its Drainage.

The fundamental geometric parameters in plan and in long having served to the conception of the different streets are those of a speed of 60 km/h reference. They are descended of the ARP. The red line has been stalled according to coasts funds gutter and that, to permit the stake out of water of the pavement.

As for the determination of the road's structure, it is based on geotechnical and the traffic data which while referring on the " guide of new pavement dimensioning in tropical Africa of (CEBTP)" permitted us to take out again the different thickness of the pavement body: 3cm of treatment surface; 15 cm of basis in GLN and 35 cm of foundation in GLN.

For the network of drainage, the outlet is a dalot of 3x 3.00 x1, 20 on the National Road N ° 5: OUAGADOUGOU - PO. We're based on the rational method for the quantification of debits generated by every basin pouring, in order to have gutters dimensions whose total length is 8214.02linear meters and twenty-two (22) buried channels.

A look also carried himself on the road signaling and devices safeties, in order to warn users of dangers of the circulation.

In order to give an idea on the various positive and negative impacts that such a project can generate, an environmental study was carried out. The overall costs of this project were evaluated and are estimated at approximately **3 397 430 808 FCFA** distributed as follows: the amount of the road is of **3 347 430 808 FCFA** and the amount of the study of environmental impact is of **50 000 000 FCFA**. That is to say an average of **855 560 516 FCFA** for one kilometer of road.

Key words: Landfills; Planning; Purification; Technical studies; Red line

LISTE DES ABREVIATIONS

B.A.E.L	: Béton Armé aux États Limites
C.E.B.T.P	: Centre Expérimental de Recherches et d'Etude du Bâtiment et des Travaux Publics
C.P.C	: Cahier des Prescription Communes
E.L.S	: État Limite de Service
E.L.U	: État Limite Ultime
ENTPE	: Ecole Nationale des Travaux Publics d'Etat
GLN	: Grave Latéritique Naturel
L.N.B.T.P	: Laboratoire National du Bâtiment et Travaux Publics
P.K	: Point Kilométrique
R.N	: Route Nationale
S.E.T.R.A	: Service des Études Techniques des Routes et Autoroutes
SONATUR	: Société Nationale d'Aménagement des Terrains Urbains
T.N	: Terrain Naturel
TPC	: Terre-Plein Central

SOMMAIRE

DEDICACES.....	I
REMERCIEMENTS	II
RESUME	III
ABSTRACT	IV
LISTE DES ABREVIATIONS	V
INTRODUCTION	1
Chapitre I. PRESENTATION GENERALE DU PROJET	3
I.1) Contexte physique du milieu du projet.....	3
I.2) Contexte climatique	4
I.3) Objectif du projet	5
I.4) situation de la zone du projet	5
Chapitre II. ETUDE TOPOGRAPHIQUE ET CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	7
II.1.1) données de base	7
II.1.2) normes	8
✓ Paramètres géométriques :.....	8
✓ Paramètres cinématiques	8
II.2.1 profils en travers.....	9
II.2.1 trace en plan – profils.....	10
▪ Caractéristiques générales	10
II.2.2 Trace en plan	10
- Chaussée section courante	10
- Piste cyclable	11
- Caniveaux	11
II.2.3) profil en long	11
Principe de calage de la ligne rouge	12
II.3) AMENAGEMENT DES CARREFOURS	12
Chapitre III. ETUDE HYDROLOGIQUE	13
III.1) PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE D'ÉVALUATION DES DÉBITS.....	13
Méthode rationnelle	14
III.2) choix du débit de projet	14

III.3) résultats des calculs hydrologiques.....	16
Résultats des calculs des débits	16
Chapitre IV DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES OUVRAGES	20
IV.1) dimensionnement hydraulique.....	20
TYPOLOGIE ET STRUCTURE DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT.....	21
Chapitre V ÉTUDE GÉOTECHNIQUE.....	26
V.1) reconnaissance et essais géotechniques	26
V.1.1) résultats	26
V.1.2) interprétation.....	27
V.2) dimensionnement des structures de chaussées.....	28
V.2.1) Structures.....	28
HYPOTHESE.....	28
CALCUL	29
Résultats du dimensionnement	30
v.2.2) choix de la structure	31
Chapitre VI. ETUDE ENVIRONNEMENTALE.....	33
vi.1) Evaluation des impacts potentiels du projet.....	33
VI.1.1) Les activités sources d'impact	33
VI.1.2) Impacts négatifs identifiés	33
VI.1.3) Impacts positifs identifiés	34
vi.2) Mesure d'atténuation	34
Chapitre VII. SIGNALISATION ROUTIERE –DISPOSITIFS SECURITAIRES	36
VII.1) signalisation routière	36
VII.1.1) signalisation horizontale	36
VII.1.2) signalisation verticale.....	38
VII.2) dispositifs sécuritaires projetés	39
CHAPITRE VIII. L'ECLAIRAGE PUBLIC.....	40
Chapitre IX AVANT METRE ET ESTIMATION DU COUT DU PROJET	42
IX.1) Coût estimatif.....	42
CONCLUSION GENERALE	43
BIBLIOGRAPHIE.....	44

ANNEXES45

LISTE DES FIGURES

Figure n°1 : Zone d'étude du projet

Figure n°2 : Profil en travers type

Figure n°3 : Vue d'une partie en plan

Figure n°4: Délimitation des Bassins versants

Figure n°5 : Schéma de principe de raccordement des caniveaux

Figure n° 6 : Aménagement type de carrefour plan

INTRODUCTION

« La prévention de la criminalité commence par une réflexion humaniste sur l'urbanisme » ; disait l'écrivain français Daniel Pennac en mai 1995.

De cette citation, l'on retient que tout cadre de vie joue sur la morale de l'individu qui y vit. Conscient de cet enjeu, le gouvernement du Burkina Faso, à travers le Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme ne ménage aucun effort pour allier l'humanisme à l'urbanisme afin d'accompagner le développement du pays dans la quiétude. C'est pour cela que les efforts se remarquent au niveau de certains projets dont la SONATUR est le maître d'ouvrage.

Ainsi, le présent projet intitulé « **Etudes techniques détaillées pour les travaux de voiries et assainissement de la section 829 de la zone SONATUR de Ouaga 2000** » est un point appuis.

Il permettra entre autres :

- De créer de nouvelles zones viables et sécurisées ;
- De relier les quartiers périphériques à travers la réalisation d'infrastructures routière ;
- De répondre à la demande de la population en matière de zones viabilisée.

Cette étude a pour objectifs de viabiliser une zone à travers les activités et de proposer :

- ✓ Des infrastructures d'assainissement de la route
- ✓ Un aménagement des différentes rues de la section 829 de la zone SONATUR de Ouaga 2000
- ✓ Une structure de chaussée
- ✓ Des dispositifs pour la sécurité routière
- ✓ Evaluer le coût du projet tout en tenant compte de l'impact environnemental.

Pour mener à bien cette étude et atteindre les objectifs fixés, ce mémoire sera structuré en des grands points dans l'ordre suivant :

- Une présentation du projet ;
- Une étude géométrique basée sur la topographie de la route afin de permettre un meilleur aménagement des différentes rues ;
- Une étude hydrologique et hydraulique conduisant au dimensionnement des ouvrages d'assainissement (caniveaux, ouvrages enterrés,) ;
- Une étude géotechnique permettant de prévoir les comportements du sol et de proposer une structure adoptée ;
- Une étude environnementale permettant de s'assurer de la protection de l'environnement et de la conservation des milieux de vie ;
- Une étude sur la signalisation routière dispositif sécuritaires ;
- Une étude sur l'éclairage public ;
- Et pour terminer l'étude, une évaluation financière du projet.

Chapitre I. PRESENTATION GENERALE DU PROJET

I.1) Contexte physique du milieu du projet

Les composantes du projet ont leur site d'implantation dans la ville de Ouagadougou, capitale du Burkina Faso, précisément dans la zone de Ouaga 2000 sortie sud de la ville de Ouagadougou sur la RN05.

Ouagadougou est géographiquement situé aux environs de la latitude 12°22' Nord et de la longitude 1°31' Ouest.

Sur le plan topographique, la ville est située sur une zone plane ayant une altitude moyenne de 300 m et des pentes très faibles (moins de 1 %) en général.

Sur le plan géologique, Ouagadougou repose sur une structure cristalline stable de migmatites et granites indifférenciés d'âge Antébirrimien.

La structure superficielle est caractérisée par un sol sablo-argilo mince (moins de 60 cm de profondeur), recouvrant une couche latéritique de 10 à 20 m d'épaisseur.

La végétation structurelle d'origine situe la ville dans un domaine de savane arbustive claire, remplacée avec l'urbanisation par des espèces plantées dans les propriétés et au bord des rues (nimiers, caïlcédras, manguiers, etc.).

Sur le plan hydrographique, Ouagadougou est drainé par le réseau hydrographique du massili, qui se jette à une soixantaine de kilomètres de la ville dans le Nakambé. A un niveau plus rapproché, les eaux drainées le long des tronçons de voies ici concernées ont pour exutoire un dalot cadre ferme de 3 x 3,00 x 1,20 situé sur la RN05.

Du point de vue urbanisation, Ouagadougou est une agglomération au bâti assez dense, aux toits en tôle (quelques rares cas en dalles ou en tuiles), aux cours généralement non imperméabilisés.

Les rues sont également très présentes et sont constituées principalement de voies revêtues en terre et en bitume au centre et de voies en terre non revêtues en périphérie.

En matière d'assainissement, Ouagadougou connaît de sérieuses difficultés en raison de la topographie bien plane, et à l'encombrement des ouvrages de drainage. On peut retenir cependant qu'il existe un réseau assez important d'ouvrages de drainage implanté généralement au long des voies ; mais ce réseau connaît beaucoup de dégradations et de dysfonctionnement indiquant un besoin réel et systématique d'entretien régulier.

Aussi, la prise en compte du volet assainissement dans l'aménagement de voies comme le cas présent est bien salubre aussi bien pour la pérennisation des ouvrages réalisés que pour l'évacuation structurée des eaux pluviales.

1.2) Contexte climatique

Sur le plan climatique, la ville de Ouagadougou est située dans la zone tropicale sèche avec une pluviométrie moyenne inter annuelle de 800 mm.

L'année climatique est composée d'une saison pluvieuse de quatre (4) mois, s'étalant principalement de juin à septembre, et d'une saison sèche de huit (8) mois couvrant la période d'octobre à mai. Deux saisons bien marquées dont l'alternance est caractérisée par l'enregistrement de pluies isolées précoces (mai) ou tardives (octobre).

La saison sèche est déterminée par l'installation d'un vent sec, chaud le jour et frais la nuit : l'harmattan ; tandis que la saison pluvieuse est dominée par la mousson.

Les pluies ponctuelles de moins de 24 heures se caractérisent par des intensités très fortes suivant la fréquence et la durée de l'averse et sont déterminées à l'aide des paramètres de Montana (a et b), pour la zone (Ouagadougou), en fonction de la fréquence. Ces paramètres sont consignés dans le tableau ci-après.

Période de retour 1 an		
Coefficients de Montana (Ville de Ouaga) $T_c < 1$	a = 5,60	b = 0,5
Coefficients de Montana (Ville de Ouaga) $T_c > 2 H$	a = 31,00	b = 0,9

Période de retour 10 ans		
Coefficients de Montana (Ville de Ouaga) $T_c < 1$	a = 9,40	b = 0,50
Coefficients de Montana (Ville de Ouaga) $T_c > 2 H$	a = 39,00	b = 0,90

L'intensité moyenne de l'averse dont la durée correspond au temps de concentration du bassin t_c est déterminée à partir de la traduction analytique de Montana entre les deux paramètres :

$$i = a t_c^{-b}$$

où a et b sont des coefficients numériques dits de Montana ci-dessus présentés, dépendant de la fréquence de l'averse et de la localité.

L'image ci-dessous illustre la zone d'étude.

I.3) Objectif du projet

L'objectif du projet est de répondre au souci du gouvernement, de dynamiser la politique en matière de logement, d'inciter le privé à intervenir davantage dans le domaine de l'immobilier, d'offrir aux populations un cadre de vie décent, sécurisé, et à l'abri de toute spéculation foncière.

Ainsi le projet vient à point nommé remplir la mission assignée à la SONATUR quant à

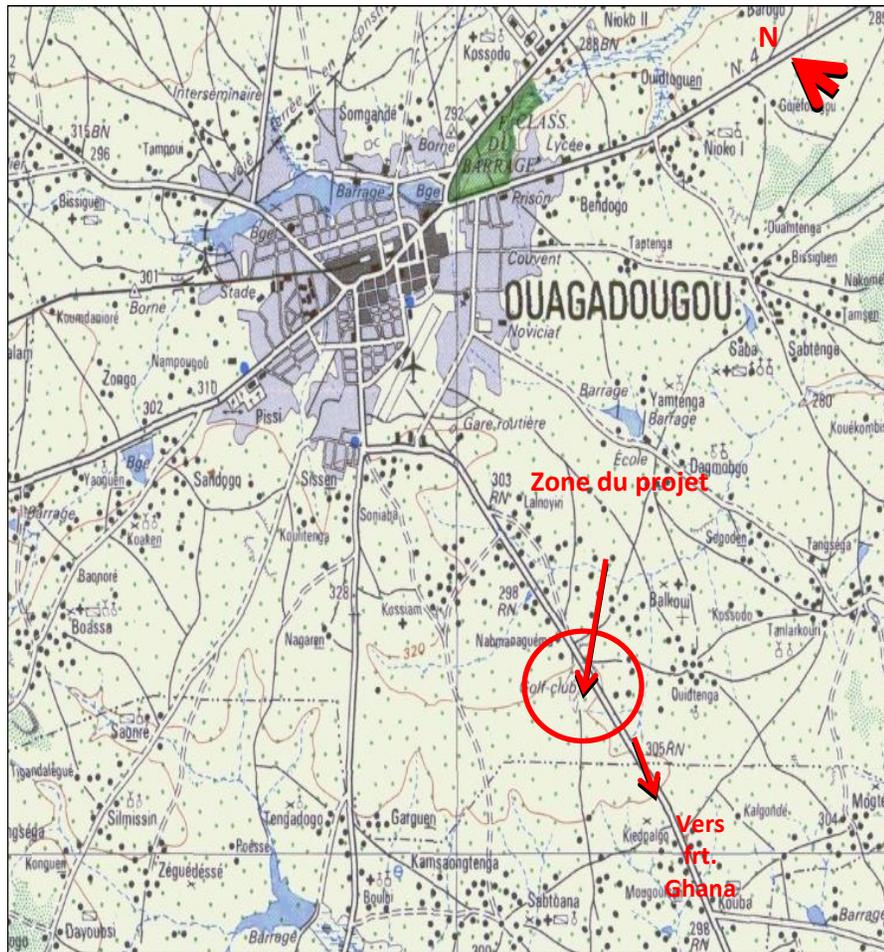
- L'acquisition de terrains urbains ;
- L'aménagement de terrains urbains ;
- La production et la commercialisation de parcelles viabilisées ;

Ceux-ci pour répondre à la demande croissante de la population de Ouagadougou qui n'a cessé de doubler pratiquement à chaque décennie depuis 1990.

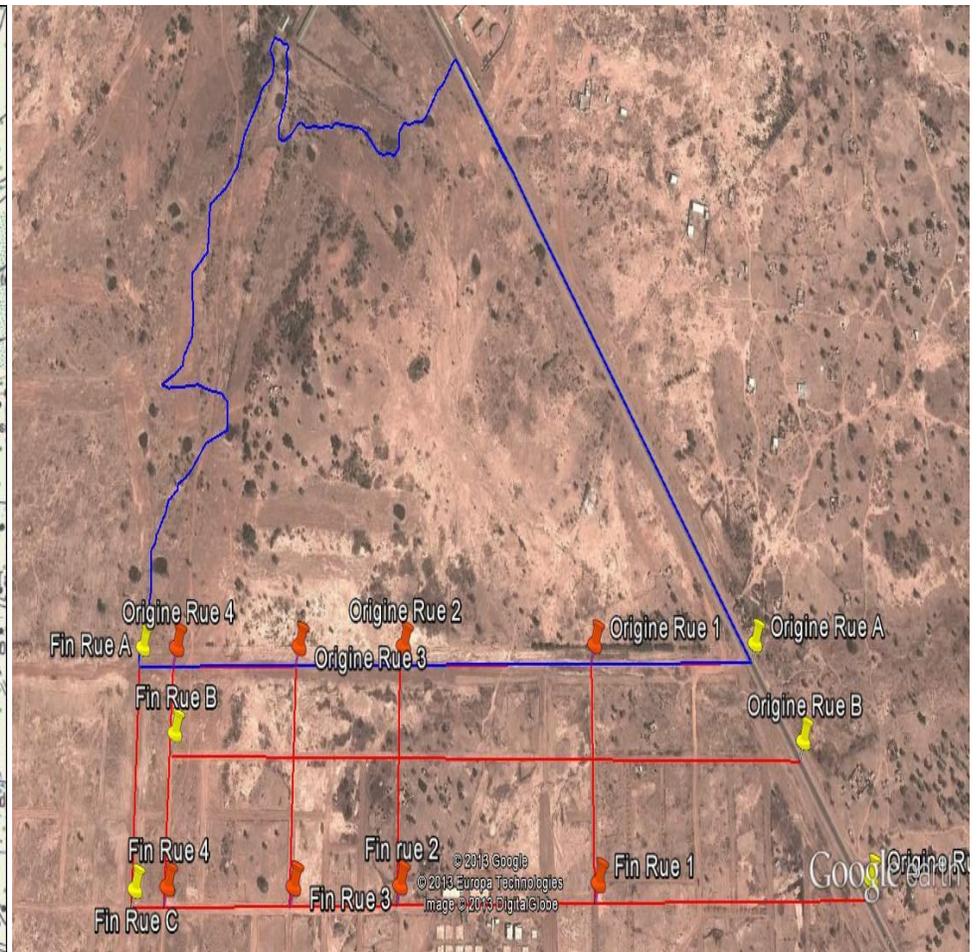
I.4) situation de la zone du projet

La zone du projet est située au Sud Est de Ouaga 2000, précisément au PK 6+000 de la route nationale 05 : Ouagadougou-Pô dans le village de Quitenga.

Pour plus de visibilité, la figure suivante montre la localisation de la zone du projet



Vue sur la carte de la ville de Ouagadougou au 1/200000



Vue sur Google Earth (Image GOOGLE EARTH 2013 du 17 avril 2013 à 9h36mn)

Figure N°1 : Situation de la zone du projet ; Zone SONATUR Ouaga 2000 section 829

Chapitre II. ETUDE TOPOGRAPHIQUE ET CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

II.1. Etude topographique

La présente étude porte sur les aspects géométriques, topographiques conformément aux normes de conception en matière de voirie urbaine.

Les tronçons sont situés dans la Commune de Ouagadougou et les parties concernées sont les suivantes :

➤ axes principaux

- Rue A : 997 m prend origine à l'embranchement de la RN 05 ;
- Rue B : 987, 50 m prend origine a l'embranchement RN05 ;
- Rue C : 1119.63 m prend origine à l'embranchement RN05.

➤ axes secondaires

- Rue 1 : 212,12 m et prend origine sur la rue A ;
- Rue 2 : 212,12 m et prend origine sur la rue A ;
- Rue 3 : 212,12 m et prend origine sur la rue A ;
- Rue 4 : 212,12 m et prend origine sur la rue A ;
- Rue 5 : 212,12 m et prend origine sur la rue A.

II.1.1) données de base

Les données de base concernant les différentes Rues sus-citées sont les suivantes :

Vitesse de référence – Largeur de chaussée, piste cyclable, trottoirs, Terre- plein central TPC, bretelles et accotements

- Vitesse de référence : 60 Km / h ;
- Largeur de la plate – forme, elle est variable

Le minimum de l'emprise pour les sections courantes est de 12,00 m et le maximum de 50 m ;

Ainsi, pour une emprise minimum l'on a :

- Largeur de la chaussée section courante : 1 x 7 m
- Accotement : 2 x 1 m = 2 m
- Pente transversale chaussée section courante : 2,5% ;

- Pente accotement : 3 %

Pour une emprise maximale de 50 m l'on a :

- Largeur de la chaussée section courante : 2 x 7 m = 14 m
- Largeur Terre-Plein Central : 2,50 m ;
- Piste cyclable : 2 x 3 m = 6 m ;
- Pente transversale chaussée section courante : 2,5% ;
- Pente des pistes cyclables : 3 % ;

II.1.2) normes

Compte tenu de la vitesse de référence 60 km / h, les paramètres fondamentaux de conception sont les suivants :

✓ Paramètres géométriques :

Désignation du paramètre			Catégorie de route		
Vitesse de référence			R60	T80 ou R80	T100
Tracé en plan	Dévers maximal		7%	7%	7%
	Dévers minimum		2,5%	2,5%	2,5%
	Rayon en plan	Minimal au devers maximum (Rm)	120	240	425
		déversé dévers minimum (Rdm)	450	650	900
Non déversé (Rnd)		600	900	1300	
Profil en long	Déclivité maximale en rampe		7%	6%	5%
	Rayon en angle saillant	Chaussée bidirectionnelle à 2 ou 3 voies minimal (Rvm)	1500	3000	6000
	Rayon en angle rentrant	minimal (Rvm')	1500	2200	3000

Tableau N°1 Paramètres fondamentaux du tracé en plan et du profil en long

Source : cours de route Tome 1 /ENTPE (France 2001)

✓ Paramètres cinématiques

V	Vitesse (km/h)	60	80	90	100	110	120	130
F _(v)	Coefficient de frottement longitudinal	0,46	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34	0,32
d ₀	Distance de freinage (m)	32	60	80	105	130	165	210
d ₁	Distance d'arrêt en alignement (m)	65	105	130	160	185	225	275

d ₂	Distance d'arrêt en courbe (m)	40	120		180		280	
d _p	Distance de perception (m)	136	240	280	325	370	425	490

Tableau N° 2 Paramètres cinématiques

Source : cours de route Tome 1 /ENTPE (France 2001)

II.2. Etude géométrique

II.2.1 profils en travers

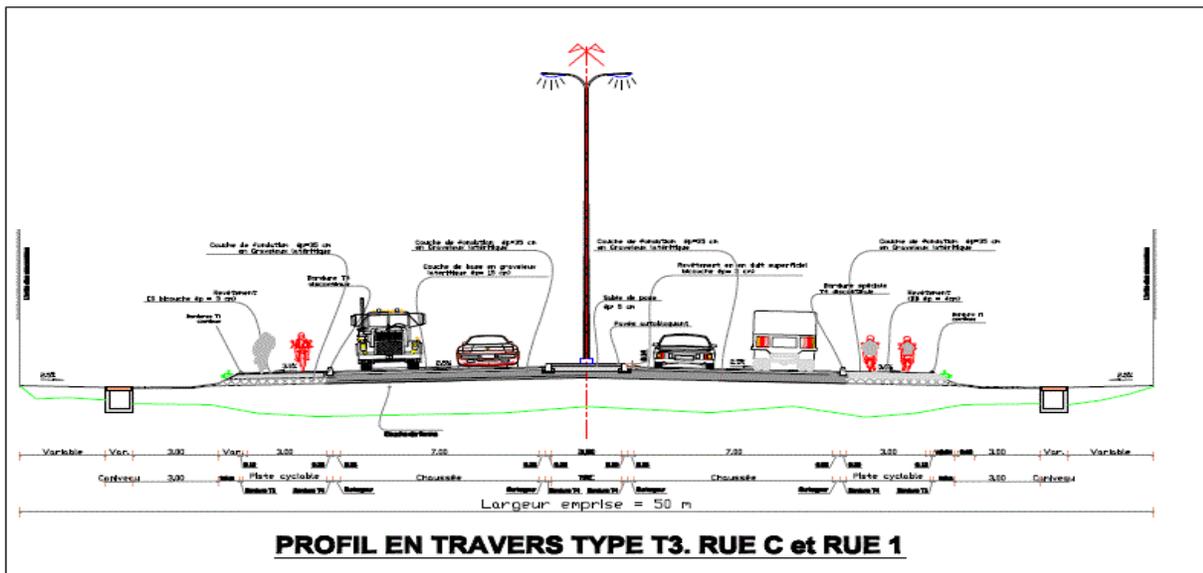
Concernant les profils en travers, ils ont été conçu de manière à respecter les devers normaux car nous nous situons dans une zone urbaine qui nous offre des tracés en plan rectilignes.

Afin d'améliorer les conditions de vies des usagers et d'éviter au maximum les désagréments liés à la circulation routière, nous proposons les profils en travers type dans le tableau N°3 en annexe.

Les profils en travers types seront appliqués aux différentes rues du projet respectives, afin de ressortir les quantités de terrassement du projet.

Le sol en général étant classé en S2 d'après les études du laboratoire, nous avons opté une couche de forme de 30cm en grave argileuse afin que celle-ci reçoit le corps de chaussée. La figure n°2 suivante montre un profil en travers type T3.

La figure n°2 Profil en travers type T3



II.2.1 trace en plan – profils

▪ Caractéristiques générales

La chaussée est définie géométriquement par le tracé de son axe en plan, de son profil en long et par les profils en travers.

Pour la conception de l'axe en plan, nous avons tenu compte de l'emprise utile disponible c'est-à-dire l'espace situé entre deux éléments fixes situés de part et d'autre de l'emprise.

Ces éléments sont entre autre des bâtis et des poteaux électriques.

Les éléments d'implantation des axes en plan des différentes rues sont en annexe.

Pour le calage des profils en long, nous avons pris les paramètres suivants :

- les paramètres fondamentaux ;
- le niveau de la chaussée existante, les rues pénétrantes ;
- les seuils des bâtis ;

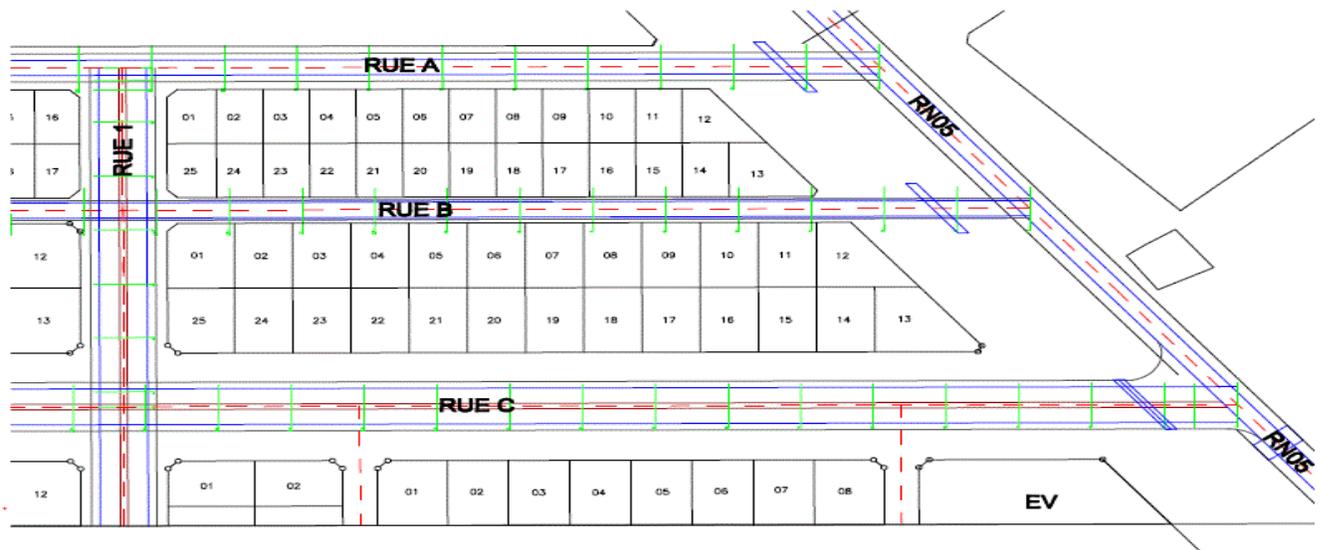
II.2.2 Trace en plan

- Chaussée section courante

La largeur des chaussées projetées diffère selon les rues ; ainsi nous avons :

- ◆ **Rue C** qui est de 2 x 7m. Il s'agit de chaussées séparées par un TPC de 2,50 m et des pistes cyclables de 3,00m de part et d'autre sur une emprise de 50 m.
- ◆ **Rue 1** qui est de 2 x 7m. Il s'agit de chaussées séparées par un TPC de 2,50 m et des pistes cyclables de 3,00m de part et d'autre sur une emprise de 30 m.
- ◆ **Rue A** qui est de 1x 7m. Chaussée de 2 voies sans TPC mais avec piste cyclable de 3,00 m de part et d'autre ; le tout sur une emprise de 20m.
- ◆ **Rue B, Rue 2-3-4-5**: qui sont de 1x 7,00 m de chaussée sur une emprise de 12,00 m.

Figure n°3 vue d'une partie en plan



- Piste cyclable

Compte tenu du trafic deux roues qui devient de plus en plus intense dans la ville de Ouagadougou, il est prévu de pistes cyclables de 3 m, de part et d'autre des sections courantes.

- Caniveaux

Les ouvrages longitudinaux permettent l'assainissement des chaussées et dépendances en évacuant les eaux de pluie vers les exutoires.

De chaque côté des rues des ouvrages ont été projetés. Ces ouvrages ont des sections variables et sont conçus de sorte à ne pas empiéter les bâtis.

II.2.3) profil en long

Le profil en long d'une route est une ligne continue. La projection tient compte des paramètres fondamentaux, des seuils des bâtis et des rues pénétrantes. En outre pour permettre l'écoulement longitudinal les pentes doivent être au minimum de 0,50%. Les rampes supérieures à 7% sont trop contraignantes.

La conception a été faite à l'aide du logiciel PISTE 5.05 du SETRA. Pour ce faire, les données d'entrée sont des fichiers de levés topographiques et d'un fond topographique

sur AUTOCAD. Elle a été effectuée sur la base des axes des voies existantes tout en respectant les normes de conception géométriques. Les distances d'alignement droit et de visibilité. L'objectif étant de limiter au maximum les décapages et tous les autres travaux supplémentaires.

Principe de calage de la ligne rouge

Le calage de la ligne rouge s'est fait en suivant le principe suivant :

Détermination des côtes fonds caniveaux et calage des lignes rouges des rues principales (RUE A, RUE B, RUE C) ;

Viennent ensuite les lignes rouges des rues secondaires (RUE 1, RUE2, RUE3, RUE4 et RUE5) qui doivent croiser les rues principales. Il faut cependant déterminer les différentes côtes de croisement de ces rues secondaires avec les rues principales afin de procéder au calage.

En somme, la ligne rouge a été calé de manière uniforme sur toutes les rues de sorte à permettre leurs mise hors d'eau et à respecter les normes.

II.3) AMENAGEMENT DES CARREFOURS

Dans le but de permettre une perception la plus nette possible de la route par les usagers de la route donc et d'assurer leur sécurité, nous avons opté d'aménager un carrefour plans au niveau de l'embranchement de nos différentes rues avec la RN 05.

Au total dix-sept (17) croisements ont été dénombrés au niveau desquels un aménagement en plan est prévu. Les rayons de raccordement au niveau des intersections sont autour de 13 m. Ce qui permettra aux camions poids lourds d'effectuer des manœuvres aisément.

Chapitre III. ETUDE HYDROLOGIQUE

III.1) PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE D'ÉVALUATION DES DÉBITS

Les travaux hydrologiques ont nécessité non seulement une collecte de documents mais aussi l'utilisation d'images satellitaires et le plan de lotissement de la zone qui fut un outil de base important.

Par ailleurs, des visites de terrain ont été effectuées en vue d'une reconnaissance des différents passages d'eau, ainsi que la recherche d'un éventuel exutoire pour la décharge des différentes eaux qui seront collectionnées par les caniveaux.

Documents et outils de base

Outre les travaux effectués sur le terrain, les documents et outils suivants ont servi pour l'étude hydrologique :

- les images satellitaires pour l'estimation de la superficie du bassin versant de l'impluvium extérieur ;
- Le plan de lotissement de la section 829 de la zone SONATUR de Ouaga 2000 ;
- L'utilisation du logiciel Autocad pour la délimitation des différents bassins versant ;

Estimation du débit décennal

Afin de parvenir à la quantification du débit, le «Manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche» ainsi que le document « l'hydrologie urbaine quantitative » ont été servi de documents de référence pour la détermination des débits de crues.

La méthode rationnelle exposée dans ce document, s'applique aux bassins versants situés entre les isohyètes annuelles 150-200 et 1 200 mm, ayant des superficies comprises entre 0,2 ou 1-2 km² à 1 500 ou 2 000 km².

A cet effet, ces documents sont convenables pour être exploités.

Méthode rationnelle

Cette méthode est appliquée aux petits bassins versants dont la superficie est inférieure à 4 km². Pour une averse donnée, homogène dans le temps et dans l'espace d'intensité I (mm/h), le débit à l'exutoire du bassin versant atteint sa valeur maximale lorsque la durée de l'averse est au moins égale au temps de concentration T_c du bassin versant.

Le temps de concentration est le temps que met une goutte d'eau provenant du point le plus éloigné de l'exutoire pour parvenir à celui-ci.

Le débit à l'exutoire est déterminé par l'expression suivante :

$$Q = 0,278 C.I.A$$

Avec :

C : coefficient de ruissellement décennal (adimensionnel)

I : Intensité de l'averse en mm/h

A : superficie du bassin versant en km²

Q : débit à l'exutoire en m³/s.

III.2) choix du débit de projet

Le débit de projet a été déterminé suivant les hypothèses ci-dessous :

- Pour les bassins dont la superficie est inférieure à 4 km², le débit de projet provient de la crue décennale calculée par la méthode rationnelle.

Notons qu'au total vingt-six petits bassins versants (26) ont été dénombrés et ayant des surfaces inférieures à 4 km².

Afin de dimensionner le réseau à l'intérieur des bassins versants, il sied de procéder à un découpage des bassins versants en sous-bassins versants à l'exutoire desquels le réseau pourra véhiculer les eaux collectées.

Le choix s'est porté sur le débit décennal en utilisant la méthode rationnelle car que non seulement la zone du projet traverse deux grands basfonds, mais aussi cela permettra une durée efficace en matière de fonctionnement hydrauliques de nos ouvrages.

Identification des exutoires de ruissellement

Elle est faite directement sur le terrain, à l'occasion de visites.

Au cours de ces visites, avec l'aide du plan cadastrale une analyse a été faite afin de répertorier la configuration actuelle du ruissellement ; ce qui a permis de définir les unités de drainage telles que les bassins versants ou sous-bassins versants, et d'identifier les exutoires respectifs, en vue d'une évaluation de leurs paramètres hydrologiques.

Tracé des limites des bassins versants

Cette opération a été faite à partir de la confrontation entre :

- le plan cadastral de la zone SONATUR, indiquant le lotissement et comportant des levés topographiques;
- et les résultats de la visite de terrain qui a permis d'apprécier l'état actuel des lieux, d'identifier les axes de drainage et les limites des bassins versants.

Superficies des bassins versants (km²)

Les limites de chaque bassin de drainage ont été tracées sur le plan cadastral fourni par le bureau d'étude TECHNI-CONSULT; La plus petites surface est de 0,003 km² et la plus grande de 0,316 km².

Le tableau N° 4 illustre les différents bassins versants.

Longueur du cheminement hydraulique L (m)

Elle représente la distance parcourue par une goutte d'eau tombée depuis le point le plus éloigné du bassin versant pour parvenir à l'exutoire. L'intervention de cette longueur permet de corriger l'influence de l'allongement du bassin versant sur le débit.

Nous avons ainsi procédé au mesurage sur le plan cadastral à l'aide du logiciel Autocad.

Pente générale I

Facteur conditionnel du ruissellement, la topographie de chaque bassin versant est caractérisée soit par la dénivellation H entre crête de bassin et exutoire, soit par la pente

générale I qui est le rapport entre la dénivelée H et la longueur de plus long cheminement hydraulique L .

$$I = H/L \quad (\text{en m/m}).$$

Coefficient de ruissellement C

Avant que l'eau n'atteigne le réseau d'infrastructures hydrauliques (existant ou à créer), de nombreux processus interviennent au cours de la transformation de la pluie en débit. Les résultats de ces phénomènes complexes se traduisent globalement par deux effets dont la réduction du volume ruisselé par rapport au volume précipité exprimé par le coefficient de ruissellement C .

Ce coefficient qui caractérise la couverture de chaque bassin, intégrant la nature du sol, le couvert végétal, et surtout du type d'urbanisation, est obtenu par la pondération des coefficients des différentes surfaces élémentaires (sol nu, espace vert, rue bitumée, rue en latérite, toiture, cours, etc.) dans les conditions suivantes.

En se basant sur le type d'urbanisation dans le tableau de Bourrier paru en 1997 page 769, le **secteur diffus, centre de quartier (110 à 150 logements par hectare)** pour un terrain ordinaire courant **(2)** convient, mais il faut procéder aux corrections en fonction de la pente du terrain naturel.

Il en est de même pour la chaussée projetée.

Le tableau N°5 en annexe montre les valeurs du coefficient de ruissellement d'après Bourrier.

Le tableau de détermination du coefficient de ruissèlement de la zone d'étude (**Tableau N° 6**) se trouve en annexe.

III.3) résultats des calculs hydrologiques

Résultats des calculs des débits

La superficie de chacun des bassins versants avoisinant le tronçon étudié étant inférieure à 4 km², la méthode rationnelle est bien applicable pour le calcul des débits de pointe.

Le réseau d'assainissement est organisé autour de certains nœuds qui mèneront par le plus court chemin à l'exutoire qui est un dalot cadre fermé de 3x 3,00 x 1,20 situé sur la RN05.

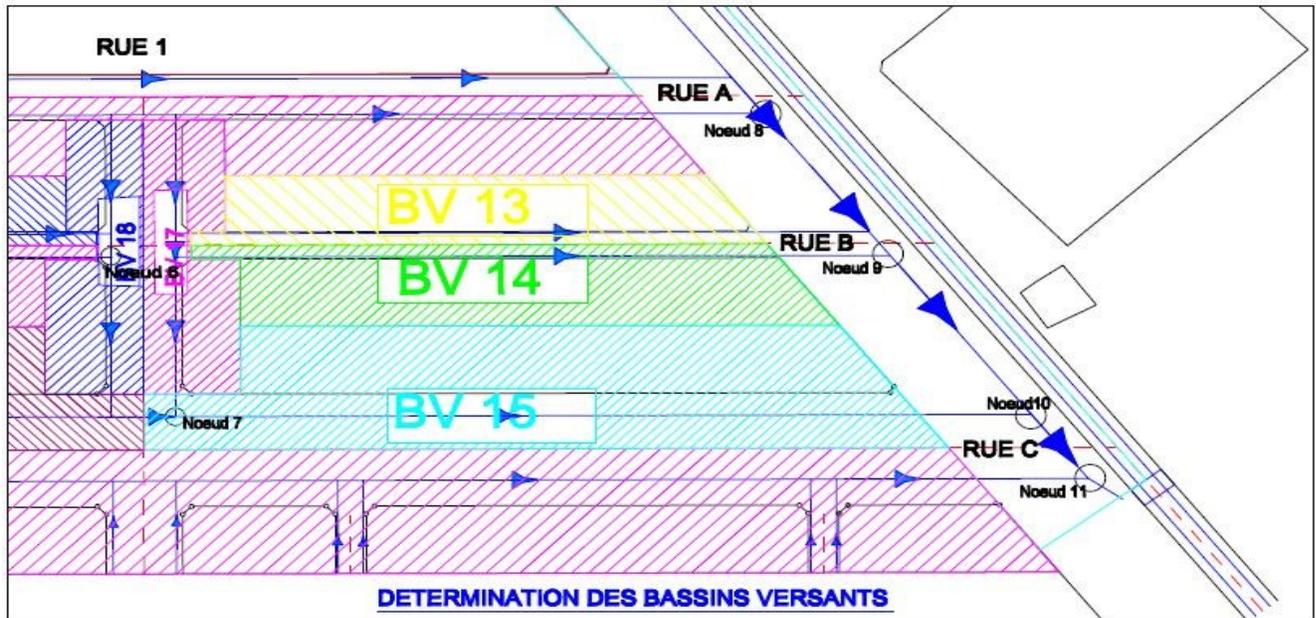
Nous dénombrons au total treize (13) nœuds qui sont les suivants :

- Nœud 1 : c'est le nœud qui nous permettra d'évaluer hydrauliquement les caniveaux des rives gauches des rues secondaires (Rue 1, 2, 3, 4) ;
- Nœuds 2 : A ce nœud, nous avons les eaux provenant des bassins versants 4, 5 et 22 ;
- Nœud 3 : Il reçoit les eaux provenant du nœud 1 et 2 ainsi que celles provenant des bassins versants 6 et 21 ;
- Nœud 4 : reçoit uniquement les eaux provenant des bassins versant 7, 8 et 20 ;
- Nœud 5 : reçoit les eaux provenant des nœuds 3 et 4 ainsi que celles des bassins versants 9 et 19 ;
- Nœud 6 : reçoit les eaux provenant des bassins versants 10, 11 et 18 ;
- Nœud 7 : reçoit les eaux provenant du nœud 5 et 6 et des bassins versants 12 et 17 ;
- Nœud 8 : reçoit les eaux provenant des bassins versants 1, 2 et 3 ;
- Nœud 9 : reçoit les eaux du nœud 8 et celles des bassins versants 13 et 14 ;
- Nœud 10 : reçoit les eaux des nœuds 9 et 7 ainsi que celles du bassin versant 15 ;
- Nœud 11 : reçoit les eaux du nœud 10 et celle du bassin versant 16 ;
- Nœud 12 : reçoit les eaux des bassins versants 24 et 25 ;
- Nœud 13 : reçoit les eaux du bassin versant 26.

Les PK origine des caniveaux sont au niveau de la ligne de séparation des eaux qui est l'axe de la rue 4. Quant à la RN05 elle se situe au niveau de la rive droite et à une distance de 920 m de l'exutoire.

A chaque nœud, une situation exacte du débit permettra de dimensionner le caniveau situé à l'aval de ce nœud.

La figure suivante (*figure N°4 montre une partie de la délimitation des bassins versants*)



Le tableau suivant récapitule les différents débits à chaque nœud qui serviront de dimensionnement hydraulique des caniveaux.

Tableau N°7 Estimation des débits à chaque nœud

Numéro Nœud	BV composant	Débit (m3/s)
Noeud1	BV 23	0.12
Noeud2	BV 4_5_22	0.78
Noeud3	Nœud 1-2_Bv6_21	1.58
Nœud 4	BV7_8_20	0.64
Nœud 5	Nœud 3_4_BV9_19	2.83
Nœud 6	BV 10_11_18	1.80
Nœud 7	Nœud 5_6_BV12_17	5.52
Nœud 8	BV1_2_3	10.27
Nœud 9	Nœud 8_BV13_14	11.02
Nœud 10	Nœud 9_7_BV15	17.23

Nœud 11	Nœud 10_BV16	18.71
Nœud 12	BV24_25	0.52
Nœud 13	BV26	0.14

Pour le dimensionnement des caniveaux de la rue B, le débit à considérer est celui issu du maximum des différents bassins versant de ladite rue ; ici c'est le bassin versant 14 qui génère un débit Q égal à $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$

Aussi la valeur à considérer pour les rives gauches des rues secondaires (Rue 1,2 et 3) sera prise égale au maximum des débits issus des bassins versants parallèles ; ici c'est le bassin versant 17 qui génère un débit Q égal à $0,23 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les résultats du calcul hydrologique sont consignés dans le tableau N°8 en annexe.

Chapitre IV DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES OUVRAGES

IV.1) dimensionnement hydraulique

L'étude hydraulique des ouvrages d'assainissement est réalisée dans le but de conférer à la structure une section favorable et suffisante pour faire évacuer la crue de projet arrêtée par l'étude hydrologique. Suivant l'ordre de grandeur des débits calculés et issus des bassins versants, les ouvrages d'assainissement projetés sont des caniveaux.

Le site du projet se situant entre deux basfonds et compte tenu des aléas naturels dus au changement climatique, nous allons considérer le débit décennal (Q_{10}) pour le dimensionnement des caniveaux.

DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES CANIVEAUX

Les caniveaux seront dimensionnés en écoulement permanent uniforme à l'aide de la formule de Manning Strickler :

- sections rectangulaire

$Q = K_s \times S \times R^{2/3} \times i^{1/2}$ où Q est le débit en m^3/s

K le coefficient de rugosité de Strickler

S la section d'écoulement en m^2

R le rayon hydraulique en m

i la pente du caniveau en m/m

Le calcul est conduit pour des sections à pleins bord, ce qui suppose une ligne d'eau strictement parallèle au radier du caniveau.

Pour les canalisations, le taux de remplissage moyen de nos caniveaux est de 54%.

Le type de sections retenu est rectangulaire, pour les caniveaux en béton armé ;

Dans ce cas de figure,

- h désigne la hauteur ou profondeur du caniveau,

- b largeur au fond,

K_s est fixé en fonction de la nature du radier et des parois des caniveaux ; nous allons prendre K_s égal à 67 pour nos caniveaux qui sont béton armé.

Le calcul s'est fait par itérations successives en fixant soit la profondeur h, soit la largeur au b tout en tenant compte de la vitesse d'écoulement.

Le tableau N° 9 en annexe donne les résultats du calcul hydraulique.

TYOLOGIE ET STRUCTURE DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

La structure retenue pour les caniveaux est celle en béton armé. L'épaisseur des parois est de 20 cm.

La section type retenue est la forme rectangulaire, dont les caractéristiques géométriques sont définies par deux paramètres indépendants : **la largeur au fond b et la profondeur h.**

Les types de sections ont été déterminés en fonction des débits à écouler et des contraintes constructives. Ils sont au nombre de onze (11) sur l'ensemble des Rues.

Le Tableau N°10 en annexe illustre le calcul pour la détermination des différentes sections des caniveaux.

Le tableau N°11 suivant donne les différentes sections des caniveaux

N°	Type	Largeur l (cm)	Hauteur ou profondeur h (cm)
1	Caniveau	60	60
2	Caniveau	70	70
3	Caniveau	100	80
4	Caniveau	110	80
5	Caniveau	90	90
6	Caniveau	100	90
7	Caniveau	110	110
8	Caniveau	140	140

9	Caniveau	180	140
10	Caniveau	200	170
11	Caniveau	240	200

Tableau N°11 Sections des caniveaux adopté

Ouvrages de franchissement au-dessus

Il s'agit des ouvrages tels que les dalots et dallettes conçus pour le franchissement du réseau de drainage :

Les ouvrages enterrés sont de section rectangulaire et se situent au niveau des croisements de rues. Ils sont prévus pour être réalisés en cadre de béton armé sous la chaussée, surmontés à leurs extrémités d'un muret de hauteur égale à 50 cm au-dessus du niveau de la chaussée; On distingue des ouvrages latéraux, conçus dans la continuité des caniveaux donc de même section, et les dalots transversaux tous au nombre de vingt-deux (22) pour le projet (Voir annexe tableau N°12).

Les sections types découlent de celles issues du dimensionnement hydraulique.

Les dallettes, en béton armé et amovibles sont prévues pour le franchissement de caniveaux au droit des accès de propriétés, en nombre variable selon le besoin.

Les largeurs considérées seront de 1x3, 0 m pour chaque concession et 1 x 7 m pour chaque service ou centre commercial.

Leur épaisseur sera de 15 cm pour les dallettes de portée inférieure à 1 m, de 20 cm pour les dallettes de portée allant de 1,0 m à 2,0 m et de 25 cm pour les dallettes de portée supérieure à 2,0 m.

La longueur de chaque dallette sera celle de l'ouverture supérieure du caniveau à laquelle on rajoute un recouvrement de 20 cm de chaque côté.

Le tableau suivant donne, pour chaque type de caniveau les dimensions des dallettes d'accès.

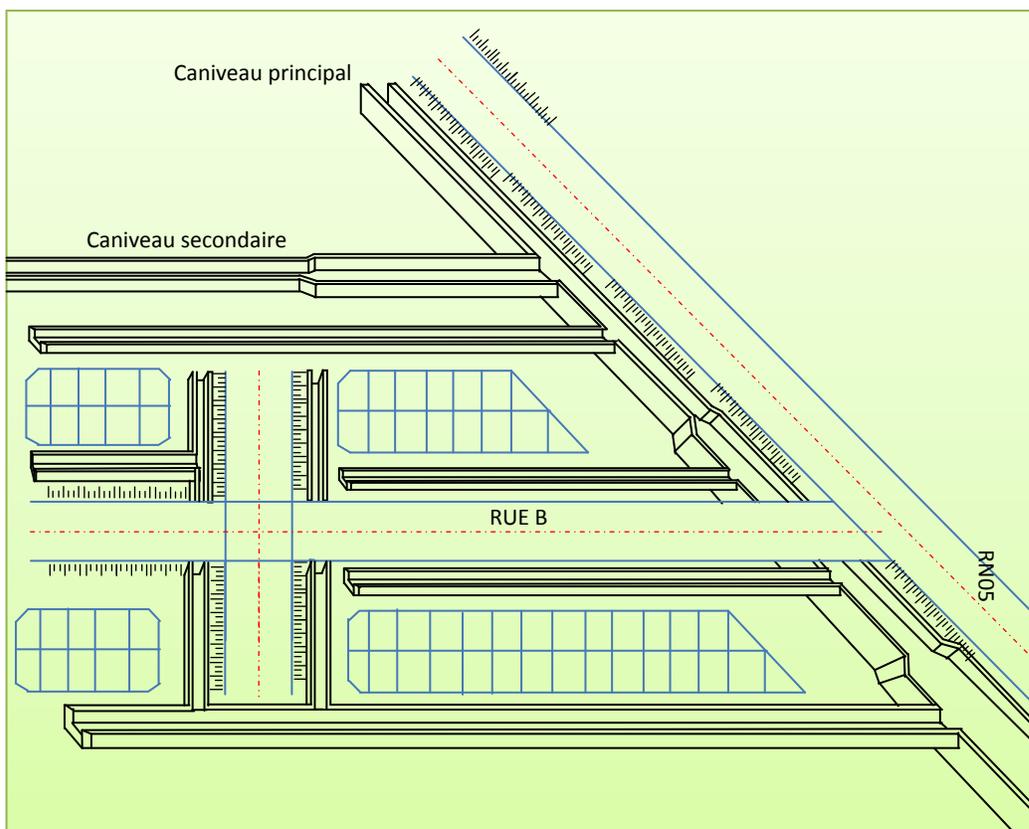
Largeur en gueule de caniveau B (cm)	Longueur de dalle (cm)	Epaisseur de dalle (cm)
60	100	20
70	110	20
90	130	20
100	140	20
110	150	20
140	180	20

Raccordement entre les caniveaux

Le raccordement entre deux caniveaux s'est fait à angle ouvert (obtus ou supérieur à 100 grades). Les changements de section se feront progressivement aussi bien au niveau du radier que des parois latérales.

Le matériau de déblai sera utilisé pour raccorder les accès de dalot et dallettes avec le terrain naturel.

La figure suivante montre le principe de raccordement des caniveaux,



Figures 5 : Schéma de principe de raccordement des caniveaux

Calage des caniveaux

Le calage des caniveaux s'est fait de la manière suivante :

- Repérage de la côte de l'exutoire principal ; ici il s'agit du dalot situé sur la RN05 dont la côte radier est de 305 ;
- Calage du caniveau principale de l'exutoire jusqu'à la ligne de séparation des eaux tout en tenant compte de la pente d'écoulement et de la vitesse.

Après avoir calé le caniveau principale, il faut procéder au calage des caniveaux secondaires ; il s'agit des caniveaux situés à l'intérieur de la zone de lotissement et bordant parallèlement aux rues principales et qui ont pour rôle de drainer les eaux jusqu' au caniveau principal.

Enfin les caniveaux tertiaires ont été calé ; ils sont chargés de drainer les eaux jusqu'aux caniveaux secondaires. Ils sont perpendiculaires aux caniveaux secondaires.

Le tableau N°12 en annexe montre le calage des caniveaux.

Chapitre V ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

L'étude de géotechnique a pour objet :

- d'identifier et de caractériser les sols de terrassement ;
- de définir les caractéristiques de portance de sols d'assise de la chaussée ;
- de rechercher des sites d'emprunts des matériaux de viabilité et d'étudier les caractéristiques et conditions d'utilisation des matériaux rencontrés ;
- de dimensionner les différentes couches de chaussées (structures de chaussées) ;
- de dimensionner les fondations des ouvrages (étude de fondation).

V.1) reconnaissance et essais géotechniques

La reconnaissance géotechnique du tracé consiste tout d'abord à réaliser des sondages ou puits manuels à intervalle régulier, ensuite à prélever des échantillons remaniés pour les essais de laboratoire.

Les résultats des différentes études menés par le Laboratoire National des Bâtiments et Travaux Publics du Burkina (LNBTP), qui nous a été fourni par le bureau d'étude TECHNI_CONSULT nous a permis de procéder au classement des sols supports.

V.1.1) résultats

En se basant sur les essais d'identification des sols de plate forme des différentes rues, et par souci de clarté et de commodité les sols ont été classés de manière à ce qu'un terme (de cette classification) rassemble les différentes caractéristiques utiles à l'utilisation routière de ce sol.

La classification utilisée est celle du Highway Research Board (HRB) américain. Elle est basée à la fois sur la granulométrie et la plasticité des sols. (***Voir annexe***)

V 1.2) interprétation

- Sols de plateforme

Les coupes de sondages sur chaussées révèlent en particulier sur les différentes rues un corps de chaussée ancienne au-dessus d'une couche d'argile plus ou moins graveleuse surmontant un limon argileux ou limon sableux ou argile graveleuse mais aussi la présence de cuirasse à certains endroits. Les sols supports de la chaussée sont plus ou moins hétérogènes et ont une portance faible.

On note en effet que sur les rues A, B et C les sols ont un CBR compris en majorité entre 5 et 10.

Il en est de même pour les sols support des rues secondaires (Rue1, 2, 3, 4, et 5).

Sur la base de la classe de portance des sols en fonction du CBR, nous pouvons dire que nous nous situons dans une zone de portance **S2**. (*Confère tableau ci-dessous*)

Tableau N°13: Classe de portance en fonction du CBR

Classes de Portance	Valeurs CBR
S₁	CBR<5
S₂	5< CBR<10
S₃	10< CBR<15
S₄	15< CBR<30
S₅	CBR>30

V.2) dimensionnement des structures de chaussées

V.2.1) Structures

HYPOTHESE

La section 829 de la zone SONATUR se situe sur un site vierge. Il est quasiment impossible de mener une campagne de comptage de trafic routier. De ce fait par souci d'harmonisation des différentes rues de la ville de Ouagadougou, Nous allons considérer pour un début, un trafic faible de la classe T1 autrement d'après le 'Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées pour les Pays Tropicaux' du CEBTP, édition 1980 Ministère de la Coopération Française nous allons considérer un nombre équivalent de poids lourds de valeur comprise entre $5 \cdot 10^5$ à $1.5 \cdot 10^6$.

Prenons un trafic de nombre équivalent de poids lourds égal à $5 \cdot 10^5$ (**TN = $5 \cdot 10^5$**)

Partant de cette valeur, nous allons cependant déterminer les différentes valeurs qui nous conduirons à la détermination des épaisseurs constituant le corps de chaussée. Cela se justifie par le fait qu'il rentre en ligne de compte dans le calcul du dimensionnement ; il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée.

Nous allons utiliser une croissance géométrique avec un taux de croissance de 6% obtenu d'après les études économiques; la durée de vie est de 20 ans ;

D'après la classification Française, connaissant le trafic moyen journalier annuel de la 1ère année de service N_0 , et après détermination de la classe de trafic, il nous est aisé de choisir le coefficient d'agressivité dans le *Tableau des Coefficients d'agressivité selon le trafic poids lourds et le type de chaussée (SETRA-LCPC, 1994)*.

Tableau N° 14 Coefficients d'agressivité selon le trafic poids lourds et le type de chaussée (SETRA-LCPC, 1994).

Section courante	Chaussée souple ou bitumineuse			Chaussée hydraulique, béton ou mixtes		
	mini	Par défaut	MAXI	mini	Par défaut	MAXI
Voie de desserte	0,05	0,1	0,4	0,05	0,1	0,4
Distribution	0,05	0,1	0,6	0,1	0,2	0,6
Principale	0,1	0,2	0,8	0,2	0,4	1,0
Bus	0,2	0,5	1,0	0,2	0,5	1,0
Parking VL	-	0,1	-	-	0,1	-

En se basant sur le tableau ci-dessus, et après analyse du plan cadastrale qui nous a été fourni, la section la mieux adaptée serait celle de la distribution.

Nous allons ainsi prendre un coefficient d'agressivité de valeur maximale égale à 0,6

CAM= 0,6.

CALCUL

Le trafic cumulé poids lourds est donné par l'expression suivante :

$$TN = N_0 \times 365 \times \frac{(1 + i)^n}{i}$$

De cette expression on tire la valeur du trafic moyen journalier annuel (TMJA) des poids lourds. Sa valeur est alors égale à :

$$N_0 = \frac{5.10^5}{0,6 \times 365 \times \frac{(1+0,06)^{20}}{0,06}} = 42,72$$

Pour le dimensionnement de la chaussée, le trafic poids lourds a été retenu comme référence dans un seul sens de la circulation avec une majoration de 60%.

Donc

$$N_0 = 42,72 \times 1,6 = 68.352 \text{ PL/j/sens}$$

Pour une durée de vie de vingt (20) ans nous aurons :

$$TN = 68,352 \times 365 \times \frac{(1 + 0.06)^{20}}{0.06}$$

$$TN = 1,34.10^6$$

Et la valeur du nombre d'essieu équivalent déduite de celle du trafic devient :

$$NE = TN \times CAM$$

$$NE = 1,34 \times 0,6$$

$$NE = 8,04.10^5$$

En se référant sur la classe de trafic pour le dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux, nous avons un trafic T_1

Classe de trafic	N équivalent PL selon CEBTP	Trafic équivalent véh/j
T_1	de 5.10^5 à $1.5.10^6$	< 300
T_2	de $1.5.10^6$ à 4.10^6	De 300 à 1000
T_3	de 4.10^6 à 5.10^7	De 1000 à 3000
T_4	de 5.10^7 à 10^7	De 3000 à 6000
T_5	de 10^7 à 2.10^7	De 6000 à 12000
Tableau N°15 Classes de trafic pour le dimensionnement des chaussées		

Résultats du dimensionnement

Sur cette base et en fonction des matériaux disponibles, les structures de chaussées ont été déterminées à partir du "Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées pour les Pays Tropicaux" du CEBTP, édition 1980 Ministère de la Coopération Française.

Ainsi pour le couple **S2 T1** :

Le tableau **de la page 36 du guide** indique :

A)

- Revêtement : Enrobé dense **3 cm** ou enduit superficiel bi couche
- Base : Graveleux latéritique naturel **15 cm**
- Fondation : Graveleux latéritique naturel **35 cm**

B)

- Revêtement : Enrobé dense **3 cm** ou enduit superficiel bi couche
- Base : Graveleux latéritique ou grave naturelle améliorée au ciment **15cm**
- Fondation : Graveleux latéritique naturel ou grave naturelle 0/D **30 cm**

Celui de la page 37 indique :

A)

- Revêtement : Enrobé dense **3 cm** ou enduit superficiel bi couche
- Base : Concassé 0/D **15cm**
- Fondation : Graveleux latéritique naturel ou grave naturelle 0/D ou concassé 0/D **30 cm**

B)

- Revêtement : Enrobé dense **3 cm** ou enduit superficiel bi couche
- Base et fondation : Concassé 0/D **30cm**

v.2.2) choix de la structure

Le choix de la structure tient compte de la disponibilité des matériaux de terrassement, donc du coût, de la facilité de mise en œuvre par des entreprises locales et régionales, et de la politique nationale d'urbanisation des centres urbains au Burkina.

Notons que dans le souci de standardisation des structures de voies urbaines à Ouagadougou, et après analyse minutieuse sur le plan économique, la structure retenue pour le couple **S2T1** est celle de la page 36(**A**) du Manuel du CEBTP.

Cependant les différentes rues seront réalisées avec la même structure proposée dans le présent projet.

La structure est la suivante :

- **Revêtement** : enduit superficiel bi couche **3 cm**
- **Base** : Graveleux latéritique naturel **15 cm**
- **Fondation** : Graveleux latéritique naturel **35 cm**

Chapitre VI. ETUDE ENVIRONNEMENTALE

L'étude d'impact sur l'environnement est l'opération qui consiste à examiner les effets éventuels d'une activité (ou d'un projet) donnée sur l'environnement avant de prononcer sur son exécution.

Cette étude comprend généralement trois volets :

- volet de surveillance et de suivi de l'état de l'environnement ;
- volet curatif (réparation des dégâts déjà causés par l'homme);
- volet préventif (prévention de futurs dégâts).

Cette étude a pour but d'identifier les composantes de l'environnement susceptibles d'être affectées tout au long des trois phases du projet citées ci-dessous.

VI.1) Evaluation des impacts potentiels du projet

VI.1.1) Les activités sources d'impact

Les activités susceptibles d'être sources d'impacts sont les suivantes :

- ✚ Installation du chantier : atelier, garage et magasin, personnel, installations fixes et mobiles,
- ✚ Travaux préparatoires : abattage d'arbres ; démolition ; décapage et débroussaillage,
- ✚ Terrassements et mise en œuvre de la chaussée : création des caniveaux; reprofilage; déblayage, remblayage et emprunt ;
- ✚ Construction des ouvrages d'assainissement et de franchissement,
- ✚ Exploitation et entretien de la route : la circulation routière, point à temps sur route bitumée, rechargement d'accotement, curage des ouvrages d'assainissement.

VI.1.2) Impacts négatifs identifiés

Les principaux impacts négatifs potentiels identifiés sont les suivants :

Augmentation de la poussière et du bruit en conséquence des activités de construction en particulier ;

- L'abattage de certains arbres très utiles pour la société en matière de santé (azadirachta indica, butyrospermum parkii ; kaya senegalensis, baubinia toninghi);
- Pollution aérienne de l'environnement ainsi que celle de la nappe phréatique;
- Exploitation accrue des ressources ;
- Santé publique (maladie pulmonaire, déclenchement d'asthme) et sécurité pendant la construction et l'opérationnalisation de la route.

VI.1.3) Impacts positifs identifiés

Milieu biophysique : Meilleur drainage des eaux de surface

Milieu humain :

- Diminution de temps de parcours
- Création d'emplois ;
- Fluidification de la circulation ;
- Amélioration des niveaux de vie des populations ;

VI.2) Mesure d'atténuation

L'objectif de ces mesures est de garantir le respect de la qualité de l'environnement et la gestion des matières dangereuses. Dans le cas spécifique de ce projet, l'on peut envisager les mesures d'atténuation suivantes :

SOLS : Aménager des surfaces spécifiques qui seront réservées pour l'entretien des engins et des véhicules ; ceci évitera le répandage des déchets.

AIR : Procéder à l'arrosage des zones de travaux et limiter les vitesses de circulation des engins ;

EAU : Veiller sur l'expansion des déchets plastiques et autres afin qu'ils ne polluent pas les plans d'eaux, et la nappe phréatique.

VEGETATION : Veiller à la protection des arbres classés par la législation.

POPULATION : Sensibiliser la population environnante sur les différentes maladies respiratoires pouvant survenir et prendre les précautions idoines pour une intervention rapide en cas de ces dites maladies.

Sensibiliser la population quant à la circulation imposée sur le site et interdire l'accès à toute personne étrangère au niveau des zones dangereuses du chantier.

En tenant compte de la présente étude, nous avons apprécié l'état initial du site, évaluer les impacts autant positif que négatifs et proposer des mesures d'atténuation.

Ce qui rentre dans le cadre de la vision de la croissance accélérée et du développement durable.

Chapitre VII. SIGNALISATION ROUTIERE –DISPOSITIFS SECURITAIRES

VII.1) signalisation routière

Quelques soit le travail relevant du génie civil, cela nécessite un certain nombre de précautions à prendre que ce soit pendant ou après la réalisation afin de garantir la sécurité et des travailleurs sur le chantier et des usagers de la route.

L'objectif visé quant à la sécurité routière est :

- D'assurer en toute quiétude l'utilisateur une circulation sans incidence ;
- De faciliter cette circulation;
- D'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police ;
- De donner des informations relatives à l'usage de la route.

Deux types de signalisations seront utilisés:

La signalisation verticale qui est constituée essentiellement de panneaux,

La signalisation horizontale qui est réalisée par marquage des chaussées avec de la peinture.

VII.1.1) signalisation horizontale

Marquage des chaussées

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

Les caractéristiques des marques sont strictement définies par l'Instruction interministérielle sur la signalisation routière.

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité u différente suivant le type de route. On adopte pour valeur de u :

7,5 cm pour les routes à chaussées séparées telles que les rues C et 1 ; et 5 cm pour les autres rues.

On distingue plusieurs catégories de marques :

— **les lignes longitudinales**

- continues infranchissables,
- discontinues axiales ou de délimitation des voies (T1 et T '1),
- discontinues d'annonce d'une ligne continue ou de délimitation des voies en agglomération (T3),
- discontinues de marquage de rive (T2),
- mixtes (ligne discontinue du type T1 ou T3, accolée à une ligne continue) qui ne peuvent être franchies qu'à partir d'un seul côté,

— **les flèches :**

- directionnelles,
- de rabattement ;

— **les lignes transversales :**

- ligne continue « Stop »,
- ligne discontinue « Cédez le passage » ; T'2

— **les autres marques** pour piétons, cyclistes, transports en commun et stationnement.

C'est la couleur blanche qui est prescrite pour les marquages sur chaussée.

Le tableau suivant donne les différents types de marquage au sol utilisé en zone urbaine

Tableau N°16 Caractéristiques des types de lignes discontinues

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (en m)	Intervalle entre 2 traits (en m)	Rapport plein/vide
Axial	T1	3	10	1/3
Longitudinal	T'1	1,5	5	1/3
	T3	3	1,33	3
Rive	T2	3	3,5	1
	T'3	20	6	3
	T4	39	13	3

VII.1.2) signalisation verticale

Les panneaux de signalisation

Pour ce qui concerne les panneaux de signalisation, vue la zone qui est résidentielle, il est bien d'avoir :

- Des panneaux de dangers,
- Des panneaux d'indications ;
- Des panneaux d'obligation ;

Quatre (04) types de panneaux seront utilisés pour la signalisation verticale.

Il s'agit de :

- Panneaux de type A : pour la signalisation des ouvrages hydrauliques, des virages dangereux et des ralentisseurs ;
- Panneau de type AB : pour la signalisation des intersections et de priorité ;
- Panneau de type D : pour la signalisation de direction ;
- Panneau de type C : pour les diverses indications ;

Ils seront implantés comme suit :

Les panneaux de danger : Dans le cas de circulation rapide, il y aura lieu d'implanter à 150 m en traversée d'agglomération, en répétant le panneau dans l'intervalle restant.

Les panneaux de prescription : Ils doivent être implantés au voisinage immédiat de l'endroit où s'applique la prescription, sauf pour certains panneaux, notamment les panneaux d'obligation qui doivent être implantés comme panneaux de danger.

Les panneaux de direction : Les panneaux de direction sont à fond blancs pour les faibles distances, et à fond vert pour les grandes distances. Ils sont implantés à 30 ou 50 m.

Le tableau suivant donne la situation des panneaux de signalisation

Tableau N° 17 Type de panneaux utilisés

TYPE DE PANNEAU	QUANTITE
AB4 (Panneau STOP)	27
DANGER (A13b : passage piétonne)	16
BALISE (J5)	15
FEU TRICOLORE	27
C (signaux d'indication) C20 : passage pour piéton	16

VII.2) dispositifs sécuritaires projetés

L'objectif que nous visons dans le domaine de la sécurité est de prémunir au mieux, par l'aménagement proposé, les processus qui conduisent aux accidents. Pour cela, il faut tenu compte des exigences de la visibilité, la lisibilité, l'adéquation aux contraintes de dynamique des véhicules, la limitation de la gravité des chocs et la cohérence de tous les éléments de la route et de l'environnement.

CHAPITRE VIII. L'ECLAIRAGE PUBLIC

L'éclairage des voies urbaines constitue un élément important de sécurité pour les piétons et pour les automobilistes, en même temps qu'un agrément évident pour le cadre de vie. Il doit faciliter le déplacement des piétons sur les trottoirs et les rendre visibles par l'automobiliste lorsqu'ils traversent la chaussée. En section courante, le but à rechercher est qu'ils se détachent sur le fond général constitué par la chaussée éclairée.

Pour cela il faut une luminance importante, de telle façon que les automobilistes perçoivent la présence du passage en même temps que celle des piétons.

L'uniformité longitudinale est obtenue en limitant la valeur du rapport entre l'écartement et la hauteur du candélabre à 3,5 pour les implantations unilatérales, 3,2 pour les implantations en quinconce.

L'uniformité transversale est liée au rapport entre la hauteur du candélabre et la largeur de la chaussée, qui doit être supérieur à 1 pour une implantation unilatérale et 0,5 pour une implantation en quinconce.

Le dispositif d'éclairage est constitué de candélabres supportant des lampes.

Les candélabres sont dimensionnés et conçus pour résister aux efforts dus au vent et aux chocs, résister à la corrosion, être relativement légers pour faciliter la manutention, faciliter l'accès des appareillages.

Pour ce projet nous avons :

Pour avoir une bonne uniformité longitudinale de luminance : $\frac{e}{h} \geq 3,5$ pour une implantation sur le TPC ; $\frac{e}{h} \geq 3,2$ Pour implantation en quinconce

Avec h = hauteur de feu

l = largeur de la chaussée = 10 m dans notre cas

e = espacement ou intervalle entre deux candélabres consécutifs

De ces deux contraintes nous retenons :

$h \leq 1,5 l$ avec $l = 10$ m alors $h \leq 15$ m

Prenons $h = 10$ m

Ainsi la valeur de **e** est $e \geq 3,5 \times 10 = 35$ m

Prenons $e = 40$ m

- ✓ Nous adoptons pour les Rues C, et 1 une implantation sur terre-plein centrale en candélabre double foyer.

Ce qui donne environ $\frac{1278 \text{ m}}{40 \text{ m}} + 1 \approx 33 \text{ candélabres}$

- ✓ Pour les autres rues nous avons pour une implantation en quinconce en candélabres Simple foyer:

Ce qui donne pour une chaussée de largeur = 7m alors $h \leq 10,50 \text{ m}$

Prenons $h = 10 \text{ m}$; donc $\frac{e}{h} \geq 3,2$ d'où $e \geq 33,36 \text{ m}$, $e = 35 \text{ m}$

Ce qui donne un nombre de $\frac{2693 \text{ m}}{35 \text{ m}} + 1 \approx 78 \text{ candélabres}$

Conclusion : après étude, il nous faut au total **cent onze (111) candélabres** pour un **linéaire de 3971 m** concernant la section 829 de la zone SONATUR DE OUAGA 2000.

La figure suivante (**figure N°4**) montre un type d'aménagement à l'intersection Rue1_Rue C.

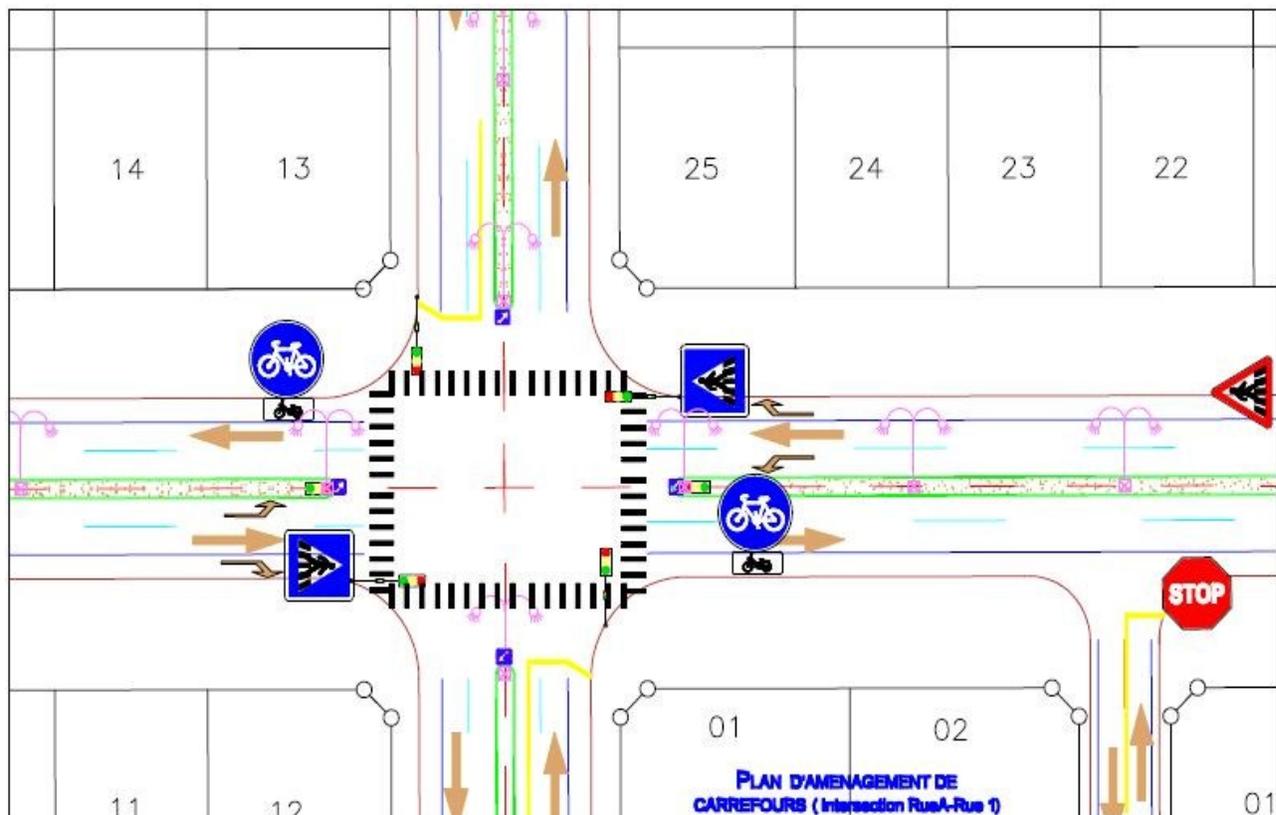


Figure N°6 : aménagement type d'un carrefour plan

Chapitre IX AVANT METRE ET ESTIMATION DU COÛT DU PROJET

IX.1) Coût estimatif

Pour la réalisation des travaux, il est nécessaire certes d'avoir une idée sur les quantités, mais il devient encore important pour ce qui est de l'enveloppe financière.

Sous réserve des imprévus, l'estimation des travaux de voiries et d'assainissement de la section 829 de la zone SONATUR de Ouaga 2000 est consignée dans le tableau récapitulatif ci-après :

RECAPITULATIF

SERIE 000 : INSTALLATION DE CHANTIER	95 000 000
SERIE 100 : TRAVAUX PREPARATOIRES	7 101 400
SERIE 200 : TERRASSEMENTS	461 721 873
SERIE 300 : CORPS DE CHAUSSEE :	264 179 030
SERIE 400 : REVETEMENT CHAUSSEE/ PISTE CYCLABLE / TPC	385 349 815
SERIE 500 : BORDURES	138 823 950
SERIE 600 : ASSAINISSEMENT	1 270 375 700
SERIE 700 : OUVRAGES D'ART	211 135 565
SERIE 800 : SIGNALISATION	161 338 875
SERIE 900 : ECLAIRAGE PUBLIC	342 404 600
SERIE 1000 : DEPLACEMENT DE RESEAU DIVERS	10 000 000
SERIE 1100 : PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE	50 000000
TOTAL HT	3 397 430 808
COUT PAR KILOMETRE	855 560 516

Le tableau ci-dessus révèle que parmi les séries, le travail qui nécessite plus d'enveloppe financière est bien celui de l'assainissement car il concerne 37% de l'enveloppe financière.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail qui concerne l'étude technique détaillée pour les travaux de voiries et assainissement d'environ 3,971 km de la section 829 de la zone SONATUR de Ouaga 2000 exige de l'ingénieur non seulement diverses connaissances dans le domaine de la topographie, de l'hydrologie de l'hydraulique de la géotechnique mais aussi un certain comportement en matière d'observation générale des infrastructures du génie civil déjà réalisés.

Les données topographiques et normes d'aménagement ont permis de concevoir les différentes rues de façon à donner aux usagers le confort et la sécurité nécessaires.

Le corps de chaussée (R= 3cm en ES ; B=15 cm GLN ; F=35 cm GLN) a été déterminé selon la méthode CEBT P.

Ce résultat est satisfaisant car il correspond à l'épaisseur des corps de chaussée minima de la voirie urbaine ; et permet aussi la mise hors d'eau des rues, l'accès facile des riverains, l'harmonisation des rues de la ville de Ouagadougou, l'insertion des infrastructures dans l'environnement.

Les études menées en hydrologie, l'hydraulique et béton armé ont servi respectivement à déterminer les débits de crue du projet, les sections des ouvrages hydrauliques pouvant assainir la route et les sections d'aciers nécessaires pour assurer la résistance de ces ouvrages. Au cours de l'étude hydrologique, la difficulté majeure rencontrée est l'expérience en milieu urbaine qu'il fallait avoir et associer aux résultats de calcul pour l'estimation définitive du débit de crue.

L'étude technique se termine par une évaluation de coût du projet qui s'élève à **3 397 430 808 FCFA** soit environ **855 560 516 FCFA/km**.

Les résultats de cette étude pourraient être exploités pour la réalisation des rues concernée et ainsi contribuer à la pérennisation du réseau routier urbain.

Au terme de cette étude, il faut dire que ce mémoire a permis non seulement de s'intégrer dans le milieu professionnel mais aussi d'appréhender les difficultés que l'on peut rencontrer lors des études techniques d'une route.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) CEBTP, (1984), Guide pratique des chaussées pour les pays tropicaux, 156p.
- 2) Nguyen VAN TUU, Bernard LEMOINE, Jacques POUPLARD, 1981. Hydraulique Routière ; Ministère de la Coopération et du Développement de la République Française : [BCEOM, 1981], 347p.
- 3) François Noël CRES : Hydrologie urbaine quantitative –Assainissement pluvial- ; Groupe des écoles EIER-ETSHER. Septembre 2001 Version 2.0
- 4) ENTPE ALEAS: Cours de routes Tome1 ; Octobre 2001, 261p
- 5) Surcharges routières données par le fascicule 61 du CPC (conceptions calculs et épreuves des ouvrages d'art)
- 6) Alain FRERET 1981. Guide pratique pour la conception géométrique des routes et autoroutes. Editions Eyrolles 126 p.