



ZiE
Fondation ZiE

Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering

**ETUDE DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE
BITUMAGE DES VOIES DE DESSERTE DE L'AEROPORT
INTERNATIONAL DE OUAGADOUGOU A DONSIN :
TRONÇON DU BOUCLAGE DE LA CIRCULAIRE**

Mémoire pour l'obtention du

**MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE
L'ENVIRONNEMENT**

OPTION : Génie civil

Présenté et soutenu publiquement le 14 juin 2011 par

Abdul Kader GUIAO

Travaux dirigés par :

- **Dr. GUEYE Ismaïl**, Enseignant chercheur. UTER Infrastructure et Science des Matériaux
- **M. Sama BAWA**, Responsable du Département Infrastructures à AGEIM Ingénieurs Conseils

Jury d'évaluation du stage:

Président : Ismaïl GUEYE

Membres et correcteurs : S. BAWA
R. VINAI
J. THOMASSIN

Promotion 2009 - 2011

DEDICACE

- ↪ À mes parents **GUIAO Hassane** et **ZONGO Marcelline**, pour le sacrifice énorme consenti à ma formation ;
- ↪ À mes frères **ALIOUNE, INNA, LEILA** pour les encouragements perpétuels, le soutien moral, et la joie qu'ils m'apportent ;
- ↪ À tous mes amis et camarades pour le soutien et la générosité indéfectible

REMERCIEMENTS

Je ne pourrais finir ce travail sans dire encore une fois merci à ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la foi, la force et le courage.

Je tiens à signaler toute ma gratitude 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 Dr GUEYE Ismaïl et Mr Sama BAWA pour leur entière disponibilité, leurs conseils et leurs éclaircissements qui m'ont tant servi ;
- ✓ Monsieur le Directeur General de AGEIM Ingénieurs Conseils, Tiraogo Hervé OUEDRAOGO pour m'avoir accepté et facilité mon intégration ;
- ✓ L'ensemble du personnel de l'Agence d'Etudes d'Ingénierie et de Maîtrise d'œuvre (AGEIM Ingénieurs Conseils), notamment Mr Patrick KABORE, pour leur disponibilité et leurs conseils qui m'ont beaucoup aidés dans 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 ;

Enfin, je remercie :

- ✓ Nos parents, frères et sœurs et toute la grande famille GUIAO ;
- ✓ Tous nos amis, et particulièrement, Césaire, Atteib, Nassirou, Aida, Axelle, Olivier, Nasser..., pour leur soutien surtout moral;
- ✓ Tous les étudiants du 2iE (2006-2011) pour l'ambiance et l'esprit de paix et d'harmonie qu'ils ont su préserver au sein de l'Institut.

RESUME

Ce mémoire, dont le thème est « **Etude des travaux de construction et de bitumage des voies de desserte de l'Aéroport International de Ouagadougou à Donsin : tronçon du bouclage de la circulaire** », entre dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie cohérente et dynamique du développement du secteur des transports par le gouvernement du Burkina Faso. La construction de cette route permettra :

- d'assurer le contournement des poids lourds
- de faciliter l'accès au nouvel aéroport de Donsin
- de relier les quartiers périphériques

La configuration des bassins versants et les données pluviométriques ont permis d'évaluer les débits et quantifier les ouvrages hydrauliques, soient 7 257 ml de fossés latéraux et 3 dalots sur ce tronçon. La conception structurale et géométrique de la route a permis de déterminer les différentes couches de chaussée soient 5cm de béton bitumineux en revêtement, 21cm de graveleux latéritique améliorés au ciment en couche de base et 28cm de graveleux naturel en couche de fondation ; elle a aussi permis de ressortir le tracé en plan, le profil en long, les profils en travers type de ce tronçon routier à l'aide des logiciels Piste 5.06, Autocad 2010 et Alizé-LCPC.

Pour avoir une idée sur les différents impacts positifs et négatifs que peut générer un tel projet, une étude environnementale a été réalisée. Le coût global de ce projet a été évalué et est estimé à environ **6 861 883 254 FCFA** répartis comme suit : le montant de l'étude d'impact environnemental est de **350 000 000 FCFA**. Soit environ **857 735 407 FCFA**, le kilomètre de route.

Mots Clés:

-
- 1 - Bitumage**
 - 2 – Voies de dessertes**
 - 3 - L'Aéroport International de Ouagadougou**
 - 4 – Etudes Techniques**
 - 5 - Bouclage de la Circulaire**

ABSTRACT

This memory, whose topic is “**Works studies of construction and asphaltting of the access roads of the International airport of Ouagadougou: section of the looping of the circular**”, enters in the framework of the implementation of the coherent and dynamic strategy of development of the transport sector issued by the government of Burkina Faso. The construction of this road will allow:

- To ensure the skirting of the heavyweights
- To facilitate the access to the new airport of Donsin
- To connect the peripheral districts

The configuration of the waterlog and the rainfall data permitted to assess the flows and to quantify the hydraulic works, thus 7 257 ml of side ditches and 3 channels on this section have been estimated. The structural and geometrical design of the road permitted to determine that the various layers of roadway are 5cm of asphaltic concrete in coating, 21cm lateritic gravelly improved with cement in base course and 28cm gravelly naturalness in sub-base; it also allowed to arise the alignment, the profile longitudinally, the profiles transversely standard of this road section using the software Piste 5.06, Autocad 2010 and Alize-LCPC.

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 **6 861 883 254 FCFA** distributed as follows: the amount of the study of environmental impact is of **350 000 000 FCFA**. That is to say an average of **857 735 407 FCFA** for one kilometer of road.

Key words:

- 1 - Asphaltting**
- 2 - Access roads**
- 3 - International airport of Ouagadougou**
- 4 – Technical studies**
- 5 – Looping of the circular**

LISTE DES ABREVIATIONS

A.G.E.I.M : Agence d'étude d'Ingénierie et de maîtrise d'œuvre

A.P.D : Avant Projet Sommaire

B.A.E.L : Béton Armé aux États Limites

C.C.T.G : Cahier des Clauses Techniques Générales

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

D.A.O : Dossier d'Appel d'Offre

E.L.S : État Limite de Service

E.L.U : État Limite Ultime

L.N.B.T.P : Laboratoire National du Bâtiment et Travaux Publics

P.K : Point Kilométrique

R.N : Route Nationale

RdM : Résistance des Matériaux

S.E.T.R.A : Service des Études Techniques des Routes et Autoroutes

T.N : Terrain Naturel

U.E.M.O.A : Union Économique et Monétaire Ouest-Africain

SOMMAIRE

<i>DEDICACE</i>	<i>II</i>
<i>REMERCIEMENTS</i>	<i>III</i>
<i>RESUME</i>	<i>IV</i>
<i>LISTE DES ABREVIATIONS</i>	<i>VI</i>
<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	<i>IX</i>
<i>LISTE DES FIGURES</i>	<i>X</i>
<i>AVANT PROPOS</i>	<i>1</i>
INTRODUCTION	2
CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DU PROJET	4
I.1. CONTEXTE GENERAL DU PROJET.....	4
I.2. OBJECTIF DU PROJET.....	4
I.3. PRESENTATION DU PROJET.....	5
CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUE	7
II.1. RECHERCHE DOCUMENTAIRE.....	7
II.2. TRAVAUX DE TERRAIN.....	7
II.3. ÉTUDES DE SYNTHÈSE ET D'ÉVALUATION.....	7
CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	12
III.1. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE.....	12
III.2. DIMENSIONNEMENT BETON ARME.....	16
CHAPITRE IV : ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE DE LA ROUTE	20
IV.1. DONNES.....	20
IV.2. TRACE EN PLAN.....	20
IV.3. PROFIL EN LONG.....	23
IV.4. PROFILS EN TRAVERS.....	25
IV.5. AMENAGEMENT DES AMORCES.....	26

CHAPITRE V : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE	27
V.1. HYPOTHESES DU DIMENSIONNEMENT.....	27
V.2. RESULTATS DU DIMENSIONNEMENT.....	29
V.3. VERIFICATION DU DIMENSIONNEMENT SUR ALIZE-LCPC.....	29
CHAPITRE VI : SIGNALISATION ROUTIERE - SECURITE ET ECLAIRAGE PUBLIC.....	33
VI.1. SIGNALISATION ROUTIERE.....	33
VI.2. SECURITE	35
VI.3. ECLAIRAGE PUBLIC.....	36
CHAPITRE VII : ETUDE ENVIRONNEMENTALE.....	38
VII.1. DEMARCHE ADOPTEE.....	38
VII.2. IMPACTS DU PROJET SUR LES DIFFÉRENTS DOMAINES DE L'ENVIRONNEMENT.....	40
CONCLUSION GENERALE	42
<i>BIBLIOGRAPHIE.....</i>	<i>43</i>
<i>ANNEXES</i>	<i>45</i>
<i>Annexe I :</i>	<i>Bassins versants</i>
<i>Annexe II :</i>	<i>Etude détaillée du volet hydrologique et hydraulique</i>
<i>Annexe III :</i>	<i>Tabulation et cubature des matériaux</i>
<i>Annexe IV :</i>	<i>Tracés combinés et Profils en travers types</i>
<i>Annexe V :</i>	<i>Note de calcul ALIZE LCPC</i>
<i>Annexe VI :</i>	<i>Note de calcul des dalots</i>
<i>Annexe VII :</i>	<i>Plans, coupes et ferrailage des dalots</i>
<i>Annexe VIII :</i>	<i>Cadre législatif et institutionnel sur l'environnement</i>
<i>Annexe IX :</i>	<i>images satellitaires de Google earth sur la zone du projet</i>
<i>Annexe X :</i>	<i>Devis quantitatif et estimatif</i>

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : Résultats pluviométriques	10
Tableau n°2 : Résultats des calculs de débits.....	11
Tableau n°3 : Débits des caniveaux par la méthode rationnelle	13
Tableau n°4 : Débits d'engorgement des caniveaux.....	13
Tableau n°5 : Débits d'érosion des caniveaux.....	14
Tableau n°6 : Section retenues pour les caniveaux.....	14
Tableau n°7 : Sections retenues pour les dalots.....	15
Tableau n°8 : Ferrailage des dalots.....	18
Tableau n°9 : Récapitulatif des sollicitations pour caniveaux	18
Tableau n°10 : Ferrailage des caniveaux	18
Tableau n°11 : Distance d'arrêt	21
Tableau n°12 : Visibilité à angle saillant	21
Tableau n°13 : Visibilité de dépassement.....	22
Tableau n°14 : hypothèses de base du profil en long.....	23
Tableau n°15 : hypothèses de base du profil en long.....	24
Tableau n°16 : Trafic cumulé de tout type de véhicules/jr selon le CEBTP	28
Tableau n°17 : Trafic cumulé des poids lourds (PL) selon le CEBTP	28
Tableau n°18 : Variantes de chaussées proposées par le CEBTP.....	29
Tableau n°19 : Contraintes et déformations admissibles.....	31
Tableau n°20 : variantes de chaussées validées après vérification des contraintes	31
Tableau n°21 : Contraintes et déformations des deux variantes de chaussées.....	32
Tableau n°22 : Récapitulatif des panneaux à implanter	34
Tableau n°23 : Impact du projet.....	40
Tableau n°24 : Mesures d'atténuations.....	41

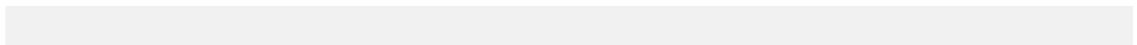
LISTE DES FIGURES

Figure n°1 : Zone d'étude du projet.....	6
Figure n°2 : Plan de ferrailage en section.....	19
Figure n°3 : Zone réservée à l'arrêt du bus.....	23
Figure n°4 : Profil en long	24
Figure n°5 : Profil en travers type.....	25
Figure n°6 : Aménagement des amorces	26

AVANT PROPOS

La question de l'opérationnalité des étudiants à leur sortie d'école est une préoccupation majeure pour les écoles et instituts de formation professionnelle. Pour ce faire, toute formation sérieuse doit être ponctuée d'étude de projets réels et de stages pratiques. C'est dans ce cadre que le programme pédagogique de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2ie) exige à la fin du cycle de Master, un travail de mémoire de fin d'étude, pouvant être réalisé soit en Entreprise, soit en laboratoire ou encore dans tout autre organisme.

C'est dans le cadre de ce mémoire que nous avons effectué un stage à AGEIM sur le thème:
« Etude des travaux de construction et de bitumage des voies de desserte de l'Aéroport International de Ouagadougou à Donsin : tronçon du bouclage de la circulaire ».



INTRODUCTION

Les routes bien faites constitueront toujours un facteur déterminant pour la circulation des biens et des personnes. L'homme pour aller d'un point à un autre, devait se frayer un chemin. Le temps mis pour parcourir une distance étant étroitement lié à la qualité du chemin emprunté, c'est ainsi qu'au fil des années, des études ont conduit à l'amélioration des conditions de déplacement par le bitumage des voies.

Dès lors, l'Afrique connaît, un véritable essor considérable dans le domaine des infrastructures; au Burkina, ceci se remarque surtout dans le secteur des infrastructures de transport. Ce projet qui a pour thème « Etude des travaux de construction et de bitumage des voies de desserte de l'Aéroport International de Ouagadougou à Donsin : tronçon du bouclage de la circulaire. » permettra :

- d'assurer le contournement des poids lourds
- de faciliter l'accès au nouvel aéroport de Donsin
- de relier les quartiers périphériques

Cette étude a pour objectifs de proposer :

- ↗ Des infrastructures d'assainissement de la route
- ↗ Un aménagement du bouclage de la circulaire
- ↗ 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 chapitres dans l'ordre suivant :

- Une présentation du projet
- Une étude hydrologique et hydraulique conduisant au dimensionnement des ouvrages d'assainissement (caniveaux, dalots,).
- Une étude géométrique de la route afin de permettre un meilleur aménagement du bouclage de la circulaire
- Une étude géotechnique permettant de prévoir les comportements du sol et de proposer une structure adoptée.

- Une étude sécurité axée entre autre sur la signalisation routière, l'éclairage public afin de protéger les usagers de la route et d'assurer leur confort.
- Une étude environnementale permettant de s'assurer de la protection de l'environnement et de la conservation des milieux de vie.
- Et pour terminer l'étude, une évaluation financière du projet et des recommandations seront faites.

CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DU PROJET

I.1. CONTEXTE GENERAL DU PROJET

Dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie cohérente et dynamique du développement du secteur des transports, le gouvernement du Burkina Faso a entrepris les travaux de construction et de bitumage du tronçon permettant le bouclage de la circulaire reliant la RN22 à TAMPOUY et la RN3 à KOSSODO.

L'étude a pour but de déterminer, concevoir et quantifier la nature des interventions et aménagements à appliquer sur cette route pour des travaux de construction et de bitumage. Elle consistera ainsi à la réalisation d'une étude technique.

I.2. OBJECTIF DU PROJET

Ce projet s'intègre dans la stratégie de développement à travers les aspects politique, socio-économique et culturel.

I.2.1.OBJECTIFS GENERAUX

Ce projet permettra d'atteindre les objectifs suivants :

- Assurer une bonne structuration du réseau national et lui permettre de jouer pleinement son rôle dans le développement des échanges entre les provinces du pays et avec l'extérieur ;
- Maintenir le réseau dans un bon état pour diminuer les coûts d'exploitation des véhicules et accroître la sécurité des usagers, et renforcer ainsi les activités productrices et commerciales ;
- Rattraper le retard d'entretien périodique qui rend inefficace et onéreux l'entretien courant ;
- Désenclaver les régions traversées qui ont des potentialités importantes dans le cadre de la lutte contre la pauvreté.

I.2.2.OBJECTIFS SPECIFIQUES

Il s'agira dans le cadre de ce projet, de réaliser les études techniques détaillées des travaux de construction de la liaison routière RN22-RN3. Ce tronçon dit, « bouclage de la circulaire » est long d'environ 8 km et son aménagement devrait permettre de faciliter l'accès au nouvel aéroport, de relier les quartiers périphériques tout en favorisant le contournement du centre ville de Ouagadougou par les véhicules de poids lourds (PL).

En effet, la localisation géographique de la zone industrielle de Kossodo constitue un facteur majeur à l'accroissement du trafic des véhicules poids lourds dans la zone urbaine.

I.3. PRESENTATION DU PROJET

Le projet est situé dans la région du Plateau Central au Burkina Faso et concerne principalement la province du Kadiogo.

En se référant à la carte de la région, la zone du projet se trouve sur un vieil ensemble cristallophyllien à dominance de roches granito-gneissiques et migmatiques surmonté d'un recouvrement altéré de faible épaisseur constitué de cuirasse, d'argile et de dépôts détritiques.

Elle est caractérisée par un climat de type soudanien avec une saison sèche qui s'étend d'octobre à mai soit pendant huit (08) mois et une saison pluvieuse qui dure quatre (04) mois de juin à septembre.

La pluviométrie moyenne annuelle varie de 800 à 1000 mm. Le maximum des pluies est enregistré au mois d'août.

Le plan ci-dessous (figure n°1) illustre la zone d'étude.

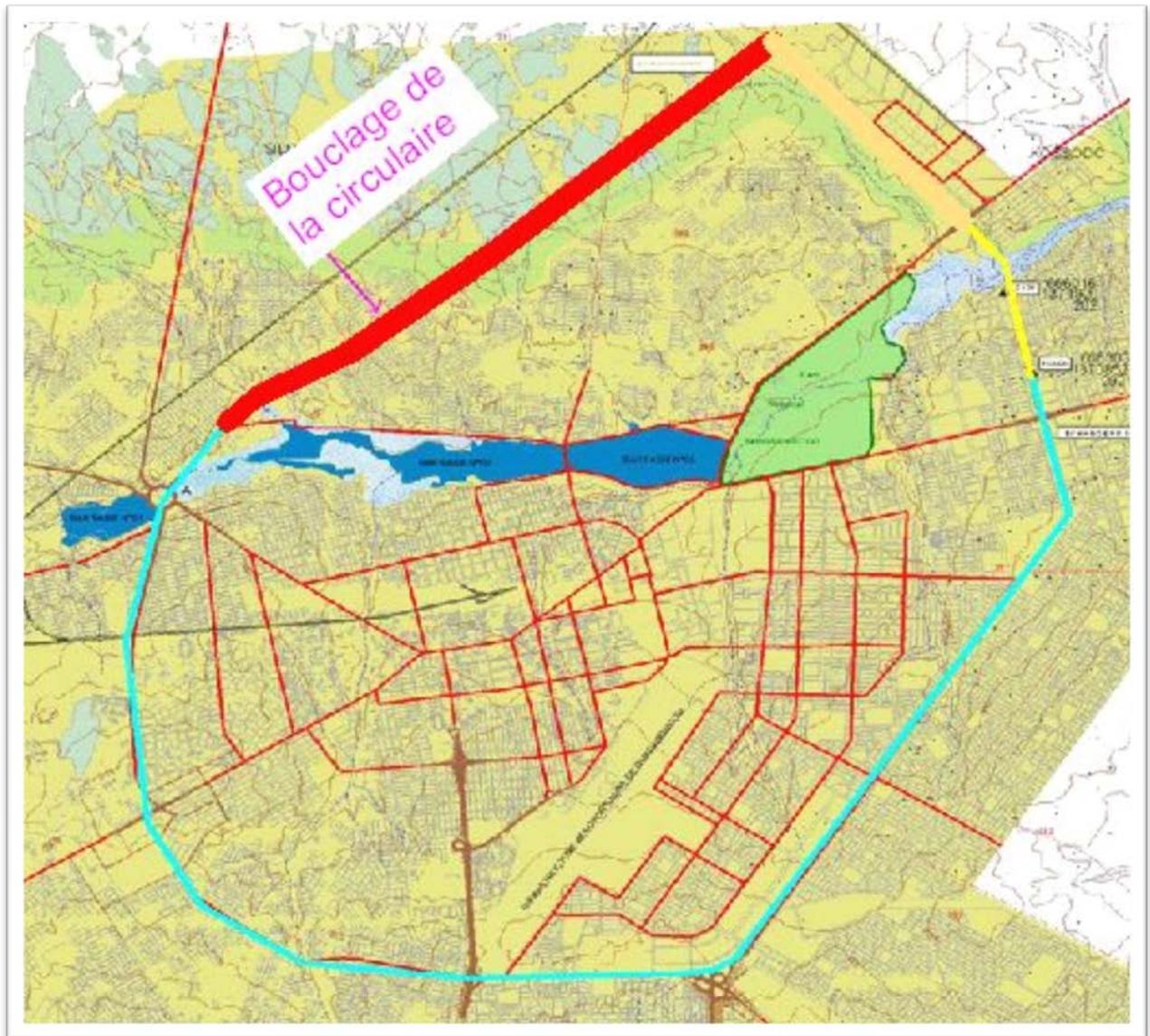


Figure n°1 : Zone d'étude du projet

LEGENDE

	Circulaire (voie existante)
	Projet (tronçon du bouclage à réaliser)
	Tronçon de bitumage en cours de réalisation
	Etude déjà réalisée

CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUE

Les phases successives et interdépendantes de détermination des crues se présentent comme suit :

- 1^{ère} phase: la recherche documentaire,
- 2^{ème} phase: les travaux de terrain,
- 3^{ème} phase: les études de synthèse et d'évaluation.

II.1. RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Tous les documents intéressant le projet et accessibles au Consultant, ont été collectés.

Il s'agit entre autres :

- des cartes et documents topographiques au 1/200 000 et 1/50 000;
- des photos satellitaires de précision;
- des données pluviométriques disponibles ;
- et des documents de base et guides d'évaluation hydrologique et hydraulique.

II.2. TRAVAUX DE TERRAIN

Les investigations de terrain ont porté sur :

- une visite de reconnaissance de l'état général de route du point de vue drainage;
- une identification des exutoires.
- un examen de l'assainissement longitudinal général du tronçon;
- la détermination des bassins versants.

II.3. ÉTUDES DE SYNTHÈSE ET D'ÉVALUATION

Les études de synthèse et d'évaluation ont pour but de :

- déterminer la pluviométrie décennale.
- déterminer les paramètres caractéristiques des bassins (physique, morphométrique,..)

- déterminer les débits de projet.

II.3.1. PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES DÉBITS

L'évaluation du débit de crue décennale peut être faite à partir du manuel élaboré par les équipes du CIEH, l'ORSTOM, du Laboratoire Commun de Télédétection CEMAGREF/ENGREF (LCT)-FAO et de « Hydraulique Routière ».

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» définit les deux (2) méthodes actualisées ORSTOM et CIEH.

Ces méthodes actualisées et révisées, publiées en 1996, s'appliquent aux bassins versants situés entre les isohyètes annuelles 150-200 et 1200 mm, ayant des superficies comprises entre 0,2 ou 1-2 km² à 1500 ou 2000 km².

L'Hydraulique Routière donne la méthode rationnelle utilisée pour l'estimation des débits de crues des petits bassins dont la superficie ne dépasse pas 4 Km².

Trois (3) méthodes peuvent donc être utilisées pour l'évaluation des débits, chacune selon son domaine d'application:

- méthode ORSTOM
- méthode CIEH
- méthode rationnelle.

a) Méthode ORSTOM

La formule utilisée est :

$$Q_{max10} = M * \alpha_{10} * A * P_{10} * K_r_{10} * S / T_b_{10}$$

Avec :

Q_{max10} : le débit de crue décennale (m³/s)

M : le coefficient de majoration d'écoulement prenant en compte le débit d'écoulement retardé, estimé d'après la perméabilité des bassins dans la zone

où la méthode est appliquée ; ce coefficient prend en compte l'état d'humectation du sol.

A : le coefficient d'abattement défini ci-dessous

α_{10} : le coefficient de pointe

P10 : la précipitation décennale ponctuelle (24 h) en mm

Kr10: le coefficient de ruissellement décennal

S : la superficie du bassin versant en km²

Tb10 : le temps de base correspondant à la crue décennale en secondes.

Le coefficient d'abattement A permettant de calculer la pluie moyenne sur le bassin se détermine à partir de l'équation simplifiée de VUILLAUME (1974) comme suit :

$$A = 1 - (9 \log(r) - 0,042 \times Pan + 152) \times 10^{-3} \times \log(S)$$

Avec :

A : coefficient d'abattement

S : superficie du bassin versant en km²

Pan : hauteur moyenne de précipitation annuelle en mm

r : période de retour considérée (r = 10 ans pour la fréquence décennale).

b) Méthode CIEH

La formule du débit de pointe Q10 est basée sur un schéma de régressions multiples et se

Présente sous la forme :

$$Q_{10} = a. S^s. Pan^p. I_g^i. Kr_{10}. k . Dd$$

d.....

Où : a, s, p, i, k, d ... sont des coefficients à déterminer et,

Q10 : le débit de crue décennale (m³/s)

S : superficie du bassin (km²)

I_g : indice global de pente (m/km)

Pan : pluie annuelle moyenne (mm)

Kr10 : coefficient de ruissellement décennal (%)

Dd : densité de drainage (km⁻¹)

NB : La liste des paramètres à inclure dans le modèle n'est pas limitative.

c) Méthode rationnelle

Cette méthode est appliquée aux petits bassins dont la superficie ne dépasse pas 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 **tc** du bassin. Le temps de concentration est le temps que met une goutte provenant du point le plus éloigné de l'exutoire pour parvenir à celui-ci. Le débit à l'exutoire est donné par la formule:

$$Q_{10} = 0.278 C I A$$

Où :

C : le coefficient de ruissellement décennal

I : Intensité de l'averse en mm/h

A : superficie du bassin versant en km²

Q₁₀ : débit à l'exutoire en m³/s

II.3.2. RÉSULTATS DES CALCULS HYDROLOGIQUES

- **Résultats pluviométriques**

Les données pluviométriques de 1961 à 2009 relevées à la station météorologique de Ouagadougou ont permis, grâce à la loi d'ajustement de GUMBEL de déterminer la pluie cinquantennale et la pluie décennale. (Tableau n°1)

Tableau n°1 : Résultats pluviométriques

	Logiciel HYFRAN	Résultats par calculs numériques
Pluie cinquantennale (mm)	1300	1296,03
Pluie décennale (mm)	1000	1046
s ou alpha	111	122
u ou x ₀	696	694

La légère différence constatée au niveau des quantiles et des paramètres de la loi pourrait provenir des arrondis. On peut malgré tout, conclure que les résultats sont approximativement égaux.

• **Résultats des calculs des débits**

La méthode utilisée pour le calcul des débits est fonction de la superficie des bassins versants. Le SETRA recommande de prendre comme période de retour 5ans pour le dimensionnement des caniveaux (d'où Q5) et 50ans pour les ouvrages tels que les dalots (d'où Q50).

L'ensemble des résultats sont présentés au tableau n°2.

Tableau n°2 : Résultats des calculs de débits

	BV1	BV2	BV3	C1	C2	C3	C4	C5
METHODE	ORSTOM	ORSTOM	RATION.	RATION.	RATION.	RATION.	RATION.	RATION.
Q5 (m³/s)				1,13688	2,659	3,1629	3,4204	0,5455
Q10 (m³/s)								
Q50 (m³/s)	60,25	6,58	38,62					

Avec

BV= Bassin Versant et C= Caniveau

Il apparait visiblement que la plus part des bassins versants du projet ont été évalués par la méthode rationnelle, ceci parce que leur superficie est inférieur à 4km².

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT

III.1. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

L'étude hydraulique des ouvrages longitudinaux et de franchissement est réalisée dans le but de conférer à la structure une ouverture et un gabarit suffisants 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 hydrauliques projetés sont soit des caniveaux, soit des dalots simples, soit des dalots multiples.

III.1.1. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES CANIVEAUX

Les ouvrages latéraux, situés aux bords de chaussée ont pour but de recueillir les eaux venant des zones environnantes de la chaussée. 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 débit récolté par les caniveaux de section rectangulaire est calculé suivant la méthode rationnelle $Q=0,278*C.i.A$ avec :

- Un coefficient de ruissellement C de 0,66¹ pour les bassins versants;
- Une intensité de pluie i déterminée après calcul de tc grâce à la formule de KIRPICH et aux paramètres de MONTANA.
- Une surface A ;
- La pente longitudinale des caniveaux : minimum de 2‰ adoptée;

Tableau n°3 : Débits des caniveaux par la méthode rationnelle

Désignation	C	tc	i	A	Q (m ³ /s)
C1	0,66	33,0991061	76,03	0,0815	1,13688618
C2	0,66	70,25602579	45,16	0,321	2,65952163
C3	0,66	43,05312122	66,66	0,2586	3,16296007
C4	0,66	63,88578655	49,19	0,379	3,42049614
C5	0,66	69,48665066	45,61	0,0652	0,54556948

Le dimensionnement doit prendre en compte 2 types débit : le débit d'engorgement et le débit d'érosion.

↳ Débit d'engorgement

C'est le débit pour lequel le fossé est plein à ras bord. Il traduit la capacité maximale du fossé au delà laquelle on aurait une inondation de la chaussée.

Le débit d'engorgement est calculé par la formule de Manning Strickler ci-dessous :

$$Q_{en} = K \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{I}$$

Q_{en} : Le débit d'engorgement en m³/s

K : le coefficient de ruissellement (70 pour les fossés en béton)

S : la section mouillée du fossé en m²

R : le rayon hydraulique en m

I : la pente longitudinale du fossé en m/m

Tableau n°4 : Débits d'engorgement des caniveaux

Désignation	k	S	P	Rh	Q _{en} (m ³ /s)
C1	70	0,36	1,8	0,200	1,21880867
C2	70	0,8	2,8	0,286	3,43550825
C3	70	1	3	0,333	4,75918077
C4	70	1	3	0,333	4,75918077
C5	70	0,36	1,8	0,200	1,21880867

¹Source : <http://www.fr.irc.nl/page/26796> (coefficient de ruissellement de la ville de Ouagadougou en zone habitée)

↳ Débit d'érosion

C'est le débit au dessus duquel le fossé s'érode il est fonction de la vitesse maximale admissible par la nature des fossés et est obtenu par l'expression : $Q_{er}=S.V_{er}$

Où V : étant la vitesse maximale admissible en fonction des matériaux constitutifs du fossé. Elle est de 3.5m/s pour les fossés en béton. Les débits d'érosion sont consignés dans le tableau n°5.

Tableau n°5 : Débits d'érosion des caniveaux

Désignation	S	Ver	Q _{er} (m ³ /s)
C1	60*60	3,5	1,26
C2	80*100	3,5	2,8
C3	100*100	3,5	3,5
C4	100*100	3,5	3,5
C5	60*60	3,5	1,26

↳ Calcul des sections des fossés

- Si $Q \leq \min(Q_{er} ; Q_{en})$, alors on adopte la section fixée à la base sur toute la longueur du fossé considéré.
- Si $Q > \min(Q_{er} ; Q_{en})$, on peut :
- Garder la section fixée et déterminer la longueur critique pour le positionnement des divergents
- Faire varier la section des fossés ou la pente longitudinale pour se retrouver dans le cas où $Q < \min(Q_{er} ; Q_{en})$.

Tableau n°6 : Section retenues pour les caniveaux

Désignation	Base (cm)	Hauteur (cm)
C1	60	60
C2	80	100
C3	100	100
C4	100	100
C5	60	60

III.1.2. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES DALOTS

La capacité de l'ouvrage hydraulique projeté est déterminée en fonction du débit calculé et correspondant au bassin versant à drainer.

La capacité hydraulique de l'ouvrage projeté est dimensionnée en régime torrentiel.

Tableau n°7 : Sections retenues pour les dalots

	Bassin BV1	Bassin BV2	Bassin BV3
Q (m3/s)	60,25	6,58	38,62
Nbre d'ouverture	3	1	2
Q/ouverture	20,0833333	6,58	19,31
S.max (m2)	40,16	13,16	38,62
S.min (m2)	5,738	1,88	5,51
Largeur b (m)	2,50	2,00	2,50
<i>les hauteurs suivantes sont obtenues par la formule de Manning-Strickler :</i>			
Ks	70	70	70
I	0,007	0,007	0,007
Yc (m)	1,874	1,035	1,82
Yn (m)	1,705	0,92	1,65
Tirant d'air	0,75	0,75	0,75
H. retenue	2,60	2,00	2,60

Avec

Y_c = Profondeur critique et Y_n = Profondeur normale

Conclusion

On a : $Y_c > Y_n$ donc le régime est torrentiel à l'aval donc pas de ressaut hydraulique.

III.2. DIMENSIONNEMENT BETON ARME

III.2.1. Hypothèses et base de calcul

a. Normes et règlements de calcul

Les actions à prendre en compte dans le calcul des dalots 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 ».

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.

b. Caractéristiques des matériaux

↳ Béton

Fissuration préjudiciable

Béton **B25** de poids volumique = **2,4 t/m³**

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 à l'état limite du béton : **$\sigma_{bc} = \frac{0,85 \cdot f_{c28}}{\theta \cdot \gamma_b} = \frac{0,85 \times 25}{1 \times 1,5} = 14,16 \text{ MPa}$** avec $\gamma_b = 1,5$

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

L'enrobage : **c = 3 cm**, car la fissuration est préjudiciable.

↳ Acier

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

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

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

Contrainte limite de l'acier : **$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; \max(0,5 f_e ; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{t28}}) \right\} = 207,31 \text{ MPa}$**

Avec $\eta = 1,6$ car acier Haute Adhérence.

↳ Caractéristiques du remblai

Pour l'étude des poussées de terres, le sol sera considéré comme graveleux latéritique de poids spécifique de **21 KN/m³** et de coefficient **k = 0,50**

III.2.2. Inventaire des charges permanentes

De manière générale, les études seront faites par bande d'un mètre d'ouvrage (b = 1 m).

↳ **Tablier**

La charge permanente défavorable sur le tablier sera :

- Poids propre tablier
- Poids propre revêtement + étanchéité

↳ **Piédroit**

La charge permanente défavorable sur le piédroit sera prise égale à la plus grande réaction permanente et le poids propre du piédroit.

↳ **Poussée des terres**

↳ **Radier**

III.2.3. Inventaire des charges routières

Selon le fascicule 61 titre II, les charges d'exploitation à prendre en compte pour l'ouvrage sont les systèmes Bc, Bt, Br, Mc120.

Par la suite, pour le calcul des sollicitations engendrées dans chaque élément de l'ouvrage, il sera question de considérer pour chacune de ces charges, la position qui donne les valeurs les plus défavorables (élevées).

III.2.4. RESULTATS DE DIMENSIONNEMENT

❖ □ Pour les dalots:

Tableau n°8 : Ferrailage des dalots

Type de Dalot	Armatures choisies (cm ² /ml)		
	Tablier	Piédroit	Radier
D1	7HA12	8HA10	9HA12
D2	5HA10	5HA8	8HA12
D3	5HA12	4HA8	5HA12

❖ Pour les caniveaux de la même manière:

Tableau n°9 : Récapitulatif des sollicitations pour caniveaux

Type de caniveau	Section (cm ²)	Ep. (cm)	Sollicitations : M (m.KN) et N (KN)											
			Dalette				Piédroit				Radier			
			ELU		ELS		ELU		ELS		ELU		ELS	
			M	T	M	T	M	N	M	N	M	R	M	R
C1	60*60	12	1,2	3,9	0,9	2,5	1,9	8,2	1,1	5,4	1,8	2,8	1,1	2,1
C2	80*100	12	1,5	4,2	1	2,9	2	8,4	1,3	5,7	2	3,4	1,3	2,30
C3	100*100	12	1,90	4,40	1,30	3,0	3,30	8,80	2,20	5,90	3,3	4,5	2,20	3,0
C4	100*100	12	1,90	4,40	1,30	3,0	3,30	8,80	2,20	5,90	3,3	4,5	2,20	3,0
C5	60*60	12	1,2	3,9	0,9	2,5	1,9	8,2	1,1	5,4	1,8	2,8	1,1	2,1

Avec :

M=Moment ; T= effort tranchant ; N= effort Normal ; R= Réaction du sol

Tableau n°10 : Ferrailage des caniveaux

Type de caniveau	Section (cm ²)	Ep. (cm)	ARMATURES			
			Dalette (cm ²)		Piédroit et radier (cm ² /ml)	
			As calculée	Choix	As calculée	Choix
C1	60*60	12	0,38	4HA8 esp =15 cm	1,09	6HA8 esp =20 cm
C2	80*100	12	0,49	4HA8 esp =15 cm	1,09	6HA8 esp =20 cm
C3	100*100	12	0,63	4HA8 esp =15 cm	1,09	6HA8 esp =20 cm
C4	100*100	12	0,63	4HA8 esp =15 cm	1,09	6HA8 esp =20 cm
C5	60*60	12	0,38	4HA8 esp =15 cm	1,09	6HA8 esp =20 cm

La figure ci-dessous représente le plan de ferrailage du dalot n°1 en section.

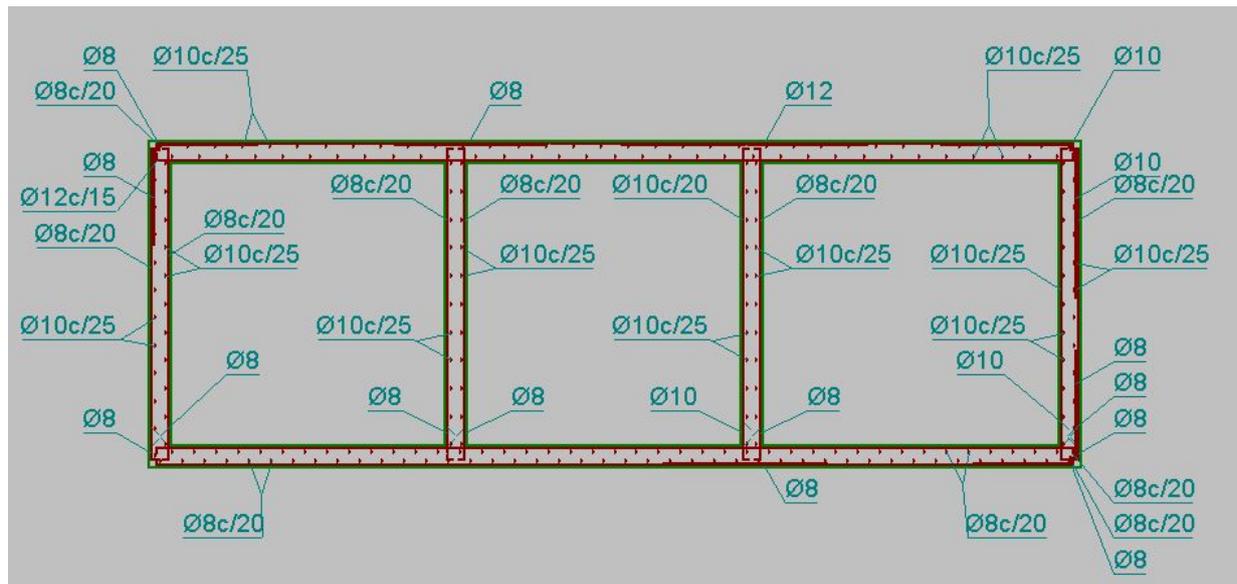


Figure n°2 : Plan de ferrailage en section

NB : La note de calcul et les plans de ferrailage des différents ouvrages sont à l'Annexe VI

CHAPITRE IV : ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE DE LA ROUTE

Les principales caractéristiques géométriques étudiées dans cette partie entrant dans la conception routière sont :

- ✓ La vitesse de référence ou encore vitesse de base;
- ✓ Les distances d'arrêt et de dépassement ;
- ✓ Le tracé en plan ;
- ✓ Le profil en long ;
- ✓ Les profils en travers.

Le tracé en plan et le profil en long ont été obtenus selon les normes 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) pour définir les contraintes géométriques.

IV.1. DONNES

IV.1.1. Hypothèses

↳ Vitesse de référence V_r

La vitesse de référence est celle susceptible d'être atteinte en tout point de la section considérée sans danger. Elle est imposée par les zones dont les caractéristiques géométriques sont les plus contraignantes. Elle est fixée pour le calcul des éléments géométriques de la chaussée, telles que la courbure, le devers, et la distance de visibilité influant sur la sécurité des usagers. C'est le critère principal dans la conception géométrique de la route.

↳ Choix de la vitesse de référence:

Le choix de la vitesse de référence dépend de :

- ✓ Type de route.
- ✓ Importance et genre de trafic.
- ✓ Topographie.

- ✓ Conditions économiques d'exécution et d'exploitation.

En tenant compte à ces quatre critères on a porté le choix sur une vitesse de base égale à **80km/h**.

IV.1.2. Paramètres Cinématiques

- ✓ *Distance d'arrêt*

Le tableau ci-dessous (tableau 11) indique les distances d'arrêt pour la vitesse de référence Choisie.

Tableau n°11 : Distance d'arrêt

v_r	80 km/h
d_0 (m)	60
d (m)	105
d_s (m)	75

Avec :

v_r : la vitesse de référence ;

d_0 : longueur parcourue pendant l'action du freinage pour des roues bloquées, pneu « europe » et sur un palier avec une hauteur d'eau de 1 millimètre;

d_s : distance d'arrêt sur sol sec;

d : c'est la somme des distances parcourues par le véhicule pendant le temps de perception-réaction avant le début du freinage (2 secondes) et de la longueur d_0 parcourue pendant l'action du freinage qui annule totalement sa vitesse initiale V .

- ✓ *Visibilité à angle saillant*

Le tableau ci-dessous (Tableau 12) indique les distances de visibilité à angle saillant pour la vitesse de référence choisie.

Tableau n°12 : Visibilité à angle saillant

V_r	80 km/h
R_v (m)	3000
R_{v1} (m)	2 200
R_{v2} (m)	1 400
R_{v3} (m)	5 500

Avec :

Rv : visibilité d'un obstacle de plus de 0,15 mètre de hauteur ;

Rv1 : visibilité exceptionnelle due à des contraintes ;

Rv2 : visibilité sur bretelle d'échangeur ou sur une rampe ;

Rv3 : visibilité au sol.

✓ *Visibilité de dépassement*

Le tableau ci-dessous (tableau 13) indique la longueur de visibilité en fonction de la vitesse de référence choisie et du rayon correspondant.

Tableau n°13 : Visibilité de dépassement

Vr	80 km/h
Dd	325
Rd	11000

Avec :

Dd : Distance de dépassement

Rd : Rayon correspondant en angle saillant.

IV.2. TRACE EN PLAN

IV.2.1. définition

Le tracé en plan est la projection de l'axe longitudinal de la route sur le plan horizontal. Il doit assurer les conditions suivantes :

- Une bonne visibilité ;
- Plus de confort ;
- La stabilité des véhicules au virage ;
- Relier les zones d'habitations ;
- Eviter au maximum les expropriations ;
- Eviter les zones fortement accidentées ;
- Avoir l'un des tracés les plus courts.

Dans notre étude le tracé en plan est imposé d'office par les limites de lotissement existantes. Au niveau de la forêt classée, la traversée du marigot se fera en alignement droit afin

d'assurer une bonne visibilité et une bonne fonctionnalité.

IV.2.2. hypothèse de base

Les hypothèses de base sont les suivantes :

Tableau n°14 : hypothèses de base du profil en long

Rayons	Type de voie	U80 V _r =80 KM/H
	Minimal normal RH m	dévers associé : 2,5 % 240 m
	Rayon choisi	300 m

La figure ci-dessous (**Figure n°3**) est une portion du tracé en plan mettant en exergue la zone d'aménagement réservé au bus.

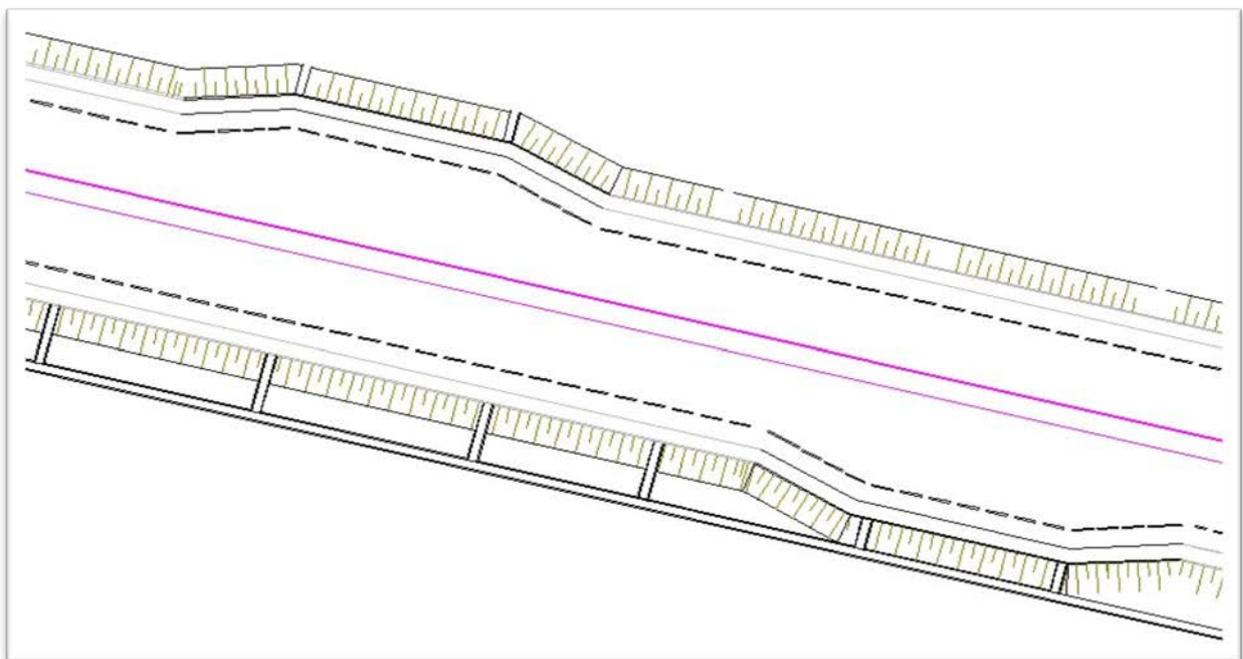


Figure n°3 : Zone réservée à l'arrêt du bus

IV.3. PROFIL EN LONG

La ligne rouge côtoiera le terrain naturel en section courante dans la zone d'habitation; dans la zone de franchissement des cours d'eaux, la chaussée sera en remblai afin d'assurer le raccordement à l'ouvrage de drainage qui y est prévu.

IV.3.1. *hypothèse de base*

Les hypothèses de base sont les suivantes :

Tableau n°15 : hypothèses de base du profil en long

		VOIE RAPIDE URBAINE U80 (VR = 80 KM/H)
Déclivité	Normale	1 à 6 %
	Maximale	10 %
Angle saillant	Minimal absolu (m)	3000
	Minimal (m)	6000
Angle rentrant	Minimal absolu (m)	1000
	Minimal (m)	2000

IV.3.2. *Données techniques*

- Déclivité maximale en rampe : 10%,
- Rayon en angle saillant: 3 000 m (minimal absolu) et
- 6 000 m (minimal),
- Rayon en angle rentrant: 1 000 m (minimal absolu) et 2000 m (minimal),

Le profil en long ci-dessous (**Figure n°4**) montre l'emplacement du premier dalot à trois ouvertures et donne l'allure du terrain naturel.

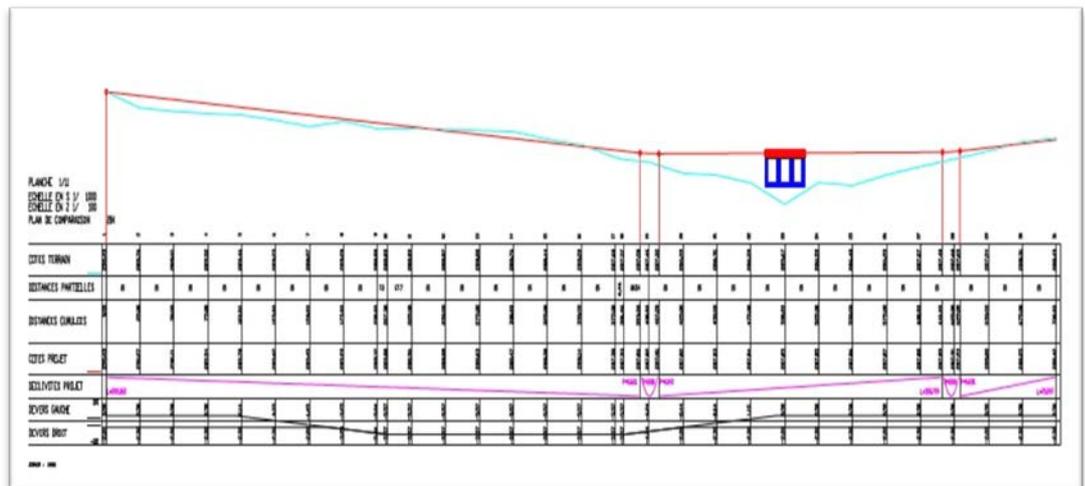


Figure n°4 : Profil en long

IV.4. PROFILS EN TRAVERS

IV.4.1. hypothèse de base

Les hypothèses de base sont les suivantes :

- Vitesse de référence : 80 km/h ;
- Circulation : 2 Chaussées séparées par un TPC + piste cyclable + trottoir de part et d'autre du TPC;
- Emprise de la route : 60,00 m;
- Largeur de la chaussée principale : 2X7.00 m revêtue en béton bitumineux ;
- Terre plein centrale (TPC) : 2.00 m revêtue en pavé ;
- Piste cyclable : 3.00 m
- Trottoirs : 1,50 m revêtue en pavé;
- Pente transversale : 2.50 % (profil en toit) en alignement droit
- Pente des talus : remblai : 2V/3H
- Refuge pour bus : 3.50m

La figure ci-dessous (**Figure n°5**) illustre mieux les hypothèses de base retenues.

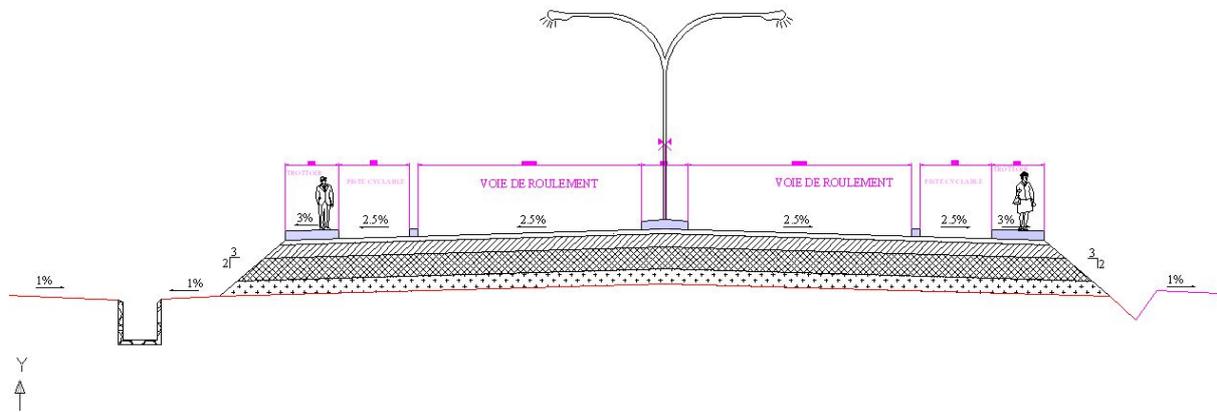


Figure n°5 : Profil en travers type

IV.5. AMENAGEMENT DES AMORCES

Les amorces qui sont des pistes se raccordant à la voie principale et conduisant dans les quartiers seront bitumée sur environ **15 m** et le rayon de raccordement est choisi pour faciliter l'insertion de véhicules longs.

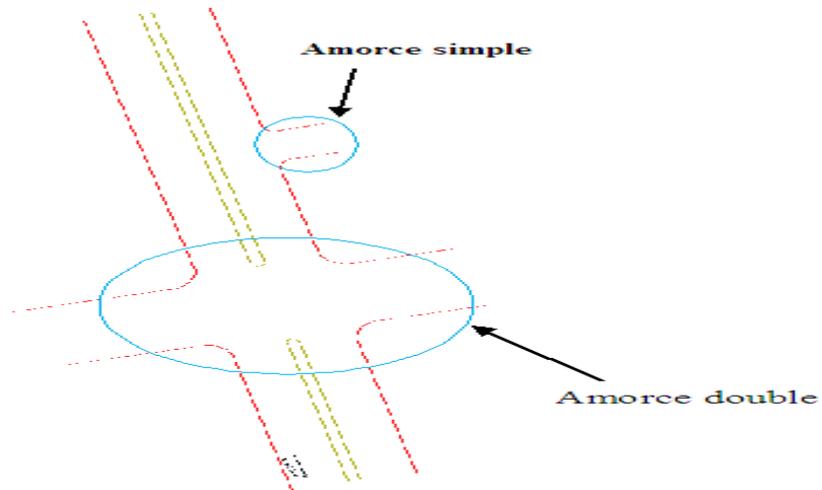


Figure n°6 : Aménagement des amorces

CHAPITRE V : ETUDE GEOTECHNIQUE

La structure de la chaussée a été dimensionnée par la méthode CEBTP dont les hypothèses et les résultats obtenus sont indiqués ci-après.

V.1. HYPOTHESES DU DIMENSIONNEMENT

Les hypothèses du pré dimensionnement étaient les suivantes

↳ Portance des sols supports:

La liste des sondages de sol de la plate forme montre que celle-ci est constituée essentiellement de limons, d'argiles jaunâtres, de cuirasse, d'argiles latéritiques et de grave argileuse latéritique. Il est indispensable de disposer d'une bonne assise pour que le corps de chaussée soit mise en place dans des conditions satisfaisantes et pour qu'il conserve, dans le temps, une indéformabilité suffisante ; c'est pourquoi il sera préférable d'utiliser ces matériaux pour les terrassements car leurs CBR sont en général >5 . Pour la plate-forme le choix sera porté sur un matériau appartenant à la classe S4, c'est-à-dire ayant un $CBR \geq 15$.

Dans le cas où le laboratoire confirmera le CBR des matériaux issus des sondages ≥ 15 , ils seront réutilisés pour la plate-forme

↳ La classe de trafic :

Les études du trafic n'ayant pas été réalisées pour ce tronçon « bouclage de la circulaire », il sera fait une extrapolation à partir des études déjà réalisées pour les tronçons suivants :

- Liaison RN4-RN3
- Prolongement de la liaison RN4-RN3 jusqu'à intersection avec le tronçon « bouclage de la circulaire »
- Rocade Sud-est du boulevard de la jeunesse à Ouagadougou.

En effet le « bouclage de la circulaire » est un prolongement de ces différents tronçons qui appartiennent tous à la « circulaire » conçu pour fluidifier la circulation et assurer le contournement des poids lourds.

➔ **Hypothèses**

- Il sera retenu les données du trafic du "Prolongement de la liaison RN4-RN3 jusqu'à intersection avec le tronçon « bouclage de la circulaire »" qui logiquement serait la meilleur approche.
- Durée de vie = 15 ans
- Température pris pour le dimensionnement = 30°C
- Durée des travaux = 1an
- Année de mise en service = Janvier 2013
- Taux d'accroissement annuel du trafic dans la zone UEMOA = 5%
- Trafic moyen journalier en 2013 = **1918 véhicules cumulés**

Tableau n°16 : Trafic cumulé de tout type de véhicules/jr selon le CEBTP

Nombre de véhicules cumulés/jr	Classe du trafic
N < 300	T1
300 < N < 1000	T2
1000 < N < 3000	T3
3000 < N < 6000	T4
6000 < N < 12000	T5

Ce qui donne un trafic de type T3 d'après le CEBTP.

➔ **Remarque :**

Pour la vérification sur Alizé-LPC, il sera pris 4×10^6 PL comme trafic des poids lourds cumulés annuel correspondant toujours à un trafic **T3** selon les recommandations du CEBTP.

Tableau n°17 : Trafic cumulé des poids lourds (PL) selon le CEBTP

Nombre de véhicules PL cumulés	Classe du trafic
$N < 5 \times 10^5$	T1
$5 \times 10^5 < N < 1,5 \times 10^6$	T2
$1,5 \times 10^6 < N < 4 \times 10^6$	T3
$4 \times 10^6 < N < 1 \times 10^7$	T4
$N > 1 \times 10^7$	T5

V.2. RESULTATS DU DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement de la structure de chaussée est donné à l'aide des tableaux fournis par le Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées pour les pays tropicaux. On avait ainsi obtenu pour le tronçon bouclage de la circulaire, les résultats suivants :

Tableau n°18 : Variantes de chaussées proposées par le CEBTP

Section	Alternatives d'aménagement	Couche de Roulement	Couche de base	Couche de fondation
tronçon	Alternative n°1	4 cm de Béton bitumineux	15 cm de grave bitume (gb2)	15 cm de graveleux latéritique naturel
bouclage de la circulaire	Alternative n°2	5 cm de Béton bitumineux	20 cm de graveleux latéritique amélioré au ciment	20 cm de graveleux latéritique naturel

V.3. VERIFICATION DU DIMENSIONNEMENT SUR ALIZE-LCPC

A cette étape de l'étude, il sera vérifié le pré dimensionnement de la phase préliminaire par la méthode Alizé.

La modélisation de la chaussée pour les calculs mécaniques selon la démarche du dimensionnement rationnel s'appuie sur la représentation de la structure par un massif multicouche à comportement élastique, isotrope et linéaire. Les paramètres mécaniques à entrer dans le logiciel sont :

- L'épaisseur H
- Le module d'Young E du matériau
- Le coefficient de poisson ν du matériau
- Les conditions d'interface au sommet et à la base de la couche, caractérisant le type de contact avec les couches adjacentes supérieures et inférieures

HYPOTHESES DE TRAVAIL

- Les données du chargement standard sont considérées :
- Essieux à roues jumelées supportant une charge de 130 KN
- Pression verticale de 0,6620 MPa
- Rayon de contact de 0,125 m
- Entraxe jumelage de 0,375m
- Les interfaces seront considérées collées.

DONNEES

Sur cette section de la circulaire, il sera considéré un trafic

T3, c'est-à-dire un trafic cumulé de 4×10^6 PL.

Conformément aux hypothèses faites sur les matériaux, les modules retenus sont :

- **Plateforme S4** E=100MPa
- **Couche de fondation** en graveleux latéritique E=150MPa
- **Couche de base (1^{ère} variante)** grave bitume gb2 E=2700MPa
- **Couche de base (2^{ème} variante)** en graveleux latéritique amélioré au ciment E=1000MPa
- **Couche de revêtement** béton bitumineux bb E=1300MPa

VERIFICATIONS

- Les critères de rupture à considérer sont :
- La déformation verticale ϵ_z à la surface du sol support et des couches non traitées.
- La contrainte tangentielle σ_T à la base des couches traitées aux liants hydraulique.
- L'allongement relatif ϵ_T à la base des couches bitumineuses.

On analysera les contraintes et déformations par rapport aux contraintes admissibles grâce au logiciel Alizé LCPC. Ces calculs porteront sur les alternatives proposées pour le tronçon du bouclage de la circulaire.

Contraintes et déformations admissibles :

Tableau n°19 : Contraintes et déformations admissibles

Contraintes et déformations	Valeurs admissibles
ϵ_z , adm	409,5 μ def
σ_t , adm	0,308 Mpa
ϵ_t ,adm	139,3 μ def

Résultats des Contraintes et déformations par alternative:

	ϵ_z	σ_t	ϵ_t
Alternative n°1	613,4		212,6
Alternative n°2	509,2	0,216	15,1

On voit que les déformations ne sont pas admissibles pour les alternatives n°1 et n°2.

Dans ce cas il va falloir itérer les épaisseurs des différentes couches et vérification des contraintes et déformations, ce qui donne :

Tableau n°20 : variantes de chaussées validées après vérification des contraintes

Section	Alternatives d'aménagement	Couche de Roulement	Couche de base	Couche de fondation
tronçon bouclage de la circulaire	Alternative n°1	4 cm de Béton bitumineux	23 cm de grave bitume (gb2)	23 cm de graveleux latéritique naturel
	Alternative n°2	5 cm de Béton bitumineux	21 cm de graveleux latéritique amélioré au ciment	28 cm de graveleux latéritique naturel

Avec les déformations suivantes :

Tableau n°21 : Contraintes et déformations des 2 variantes de chaussées

	ϵ_z	σ_t	ϵ_t
Alternative n°1	343,5		138,7
Alternative n°2	405	0,192	10,3

Les 2 alternatives sont à présent vérifiées car elles ont des déformations < aux déformations admissibles

La variante N°2 sera celle retenue pour le dimensionnement du tronçon « bouclage de la circulaire car il sera plus économique d'améliorer le graveleux latéritique disponible dans les carrières voisines que de fabriquer la grave bitume.

CHAPITRE VI : SIGNALISATION ROUTIERE - SECURITE ET ECLAIRAGE PUBLIC

VI.1. SIGNALISATION ROUTIERE

La construction routière nécessite un certain nombre de précaution à prendre pendant et après la réalisation pour garantir la sécurité des travailleurs sur le chantier et des usagers ainsi que pour garantir la pérennité de l'ouvrage.

La signalisation routière a pour objet :

- De rendre plus sûre la circulation routière :
- 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.

On distingue deux types de signalisation : la signalisation verticale constituée essentiellement des panneaux et la signalisation horizontale par marquage des chaussées

VI.1.1. SIGNALISATION HORIZONTALE

Elle correspond à l'ensemble des marquages représentés sur la route ; les marques sur chaussées ont 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.

VI.1.2. SIGNALISATION VERTICALE

Dans le cas de notre projet cette signalisation regroupe les panneaux, les balises, les bornes kilométriques servant à informer les usagers :

- Des dangers,
- Des directions à suivre,
- Des zones d'arrêt obligatoire,

Cinq (05) 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 ;
- Panneau de type EB : la localisation des agglomérations (type EB).

L'implantation requiert un certain nombre de dispositions pour :

- **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 en traversée d'agglomération.

Le tableau ci-dessous (tableau 22) donne avec précision le lieu et le type de panneau qui sera implanté tout au long de notre tronçon.

Tableau n° 22 : Récapitulatif des panneaux à implanter

PK	TYPE DE PANNEAU	QUANTITE
0+000	AB	2
0+256	DANGER	1
0+354	DANGER	1
0+523	BALISE	6
1+515	DANGER	2
2+411	DANGER	2
4+742	AB	2
5+438	FEU TRICOLERE	4
6+410	BALISE	6
7+060	BALISE	4
7+391	AB	2

VI.1.3. SIGNALISATION TEMPORAIRE

La signalisation temporaire est celle mise en place pendant la durée des travaux ; elle permet de sécuriser les usagers et les ouvriers en donnant les indications et conduites à tenir lors de la traversée des zones de travaux. Généralement à fond jaune elle contient les messages suivants:

- Début chantier / Fin de chantier;
- Déviation à gauche/à droite ;
- Chaussée rétrécie / route barrée / sortie de camions;
- Réduction du nombre de voies libres ;
- Risque de chaussée glissante ;
- Risque de projection de gravillon ;

Pendant la réalisation des travaux, il est nécessaire de mettre en place des panneaux de signalisation :

- A 500 m à l'entrée de la zone en chantier pour signaler les travaux,
- Des panneaux de déviation si possible,
- Des panneaux de limitation de vitesse
- Dispositif de barrière aux abords des fouilles des ouvrages ;
- Des baudriers pour les personnels.

Puis qu'il s'agit d'une route commerciale, il sera aménagé systématiquement des déviations pour ne pas arrêter les activités économiques et une libre circulation des personnes et des biens.

VI.2. SECURITE

L'objectif du concepteur dans le domaine de la sécurité est de prémunir au mieux, par l'aménagement proposé, les processus qui conduisent à l'accident. Pour cela, il faut tenir 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. La sécurité devra aussi être assurée sur le chantier par les ouvriers qui devront être vigilants lors des travaux de même que les usagers. Par ailleurs les ouvriers devront être convenablement équipés. Ils devront disposer de :

- De casque de sécurité ;
- De combinaisons réfléchissantes ;
- De bottes;
- De gants;
- De lunettes de sécurité;
- De cache nez,...

VI.2.1. AUTRES DISPOSITIONS

En plus des dispositions ci-dessus citées, d'autres mesures contribuant à renforcer la sécurité routière doivent être de stricte application. Dont voici quelques unes :

- Le contrôle technique régulier des véhicules,
- La formation à la conduite et à l'examen du permis de conduire,
- L'éducation de tous les usagers de la route à travers les médias,
- L'éducation routière en milieu scolaire.

VI.3. ECLAIRAGE PUBLIC

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

Il ne s'agit pas pour autant de reconstituer les conditions diurnes, mais de rendre aisées pour les automobilistes la perception et la localisation des points singuliers de la route et des obstacles éventuels. Pour le piéton, il s'agit d'assurer la visibilité distincte des bordures de trottoirs, des véhicules et des obstacles et d'éviter les zones d'ombres.

Pour un éclairage moyen ou une luminance moyenne, les paramètres géométriques suivants doivent être respectés :

- $h \geq l$ pour les cas d'implantation sur terre plein central

Remarque : Au dessus d'une hauteur $h = 1.5 l$, le flux lumineux est mal utilisé.

Pour avoir une bonne uniformité longitudinale de luminance, le guide recommande de prendre :

- $e / h \leq 3.5$ pour les cas d'implantation sur terre plein central

Avec h = hauteur de feu

l = largeur de la chaussée = 10 m

e = espacement ou intervalle entre deux luminaires consécutifs

De ces deux contraintes il faut retenir :

❖ $h = 1.2 l = 12 \text{ m}$

❖ $e = 3.5 h \approx 40 \text{ m}$

Conclusion : Tout le long du bouclage de la circulaire (8000m) il sera placé au total **200 luminaires bilatéraux.**

CHAPITRE VII : ETUDE ENVIRONNEMENTALE

Un impact est l'effet immédiat, à moyen ou long terme d'un aménagement, qu'il soit prévu ou non, soit bénéfique ou néfaste, sur l'environnement d'accueil de l'aménagement, sa périphérie immédiate ou éloignée. Ceci laisse comprendre que tout projet, toute modification de l'environnement à des impacts. Il importe donc d'associer à toute étude de projet, une étude d'impact, permettant de s'assurer de la protection de l'environnement et de la conservation des milieux de vie. Pour que l'étude soit complète, il importe de s'informer sur la législation en vigueur dans la région en matière d'environnement, d'analyser l'état actuel de l'environnement du projet et d'anticiper sur les impacts potentiels du projet pour en prévoir DES MESURES DE BONIFICATION OU D'ATTENUATION.

VII.1. DEMARCHE ADOPTEE

VII.1.1. LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

La recherche bibliographique a consistée plus précisément à recueillir :

- Les données relatives au cadre législatif, juridique et institutionnel,
- Les données relatives au milieu biophysique et humain,
- Les données relatives au milieu social, économique et culturel

VII.1.2. LA VISITE DE TERRAIN

Une visite de terrain, et des images satellitaires ont été réalisées dans le cadre de ce projet; celles-ci ont permis d'observer l'état actuel de l'environnement et avoir un meilleur aperçu de l'environnement dans tout son étendu. C'est l'exploitation de toutes les données recueillies qui ont permis d'établir l'étude d'impact environnementale ci-après.

VII.1.3. CADRE LEGISLATIF ET INSTITUTIONNEL

La législation au BURKINA FASO se référant aux lois et aux différents règlements cités en annexes et en faisant allusion au **décret N° 2001-342/PRES/PM/MEE** adopté le 17 juillet 2001, portant contenu, procédure et champ d'application de l'Étude d'Impact sur

l'Environnement (É.I.E) et de la Notice d'Impact sur l'Environnement (NIE), le projet de réalisation du bouclage de la circulaire est un projet de **catégorie A** donc assujetti à Étude Impact sur l'Environnement (E.I.E).

VII.1.4. DESCRIPTION DU MILIEU

L'analyse de l'état actuel de l'environnement, montre que le tronçon concerné par le projet traverse un milieu urbanisé à habitations spontanées essentiellement. Ainsi, les principaux enjeux du projet seront perçus aux niveaux:

- De la perte de biens (habitats, terrains, vergers, etc.) pour les populations ;
- Des Risques sécuritaires ;
- De la fluidification de la circulation ;
- Des retombées économiques pour les populations.

VII.2. IMPACTS DU PROJET SUR LES DIFFÉRENTS DOMAINES DE L'ENVIRONNEMENT

Tout projet de bitumage de la route regroupe un ensemble d'activités génératrices d'impacts sur l'environnement ; les tableaux ci-dessous récapitulent les impacts générés par le projet sur l'environnement d'une part et les mesures d'atténuation d'autres parts.

Tableau n°23 : Impact du projet

Description des impacts	
Négatifs	Positifs
Milieu biophysique	
→Tassement du sol par les engins →Pollution du sol par les rejets des engins →Destruction du sol dans les zones d'emprunts	
→poussières et fumées provenant des véhicules pendant et après les travaux	
→Pollution de l'eau	→Meilleur drainage des eaux de surfaces
→Destruction de la végétation lors du nettoyage de l'emprise.	
Milieu humain	
→Nuisances sonores pendant et après les travaux →Maladies respiratoires →Risques d'augmentation du taux de prévalence des IST. →Risques d'augmentation du nombre d'accidents →Risque de maladies respiratoires dues à la pollution de l'air.	→Diminution du temps de parcours →création d'emplois →Fluidification de la circulation →Amélioration du niveau de vie des Populations Facilitation des échanges →Facilitation d'accès à l'Hôpital Développement de la région
	→Fluidification du trafic →Amélioration des conditions de transport des personnes et de leurs biens diminution du temps de parcours →Diminution des coûts de transports →Développement de la région

Tableau n°24 : Mesures d'atténuations

Composantes Affectées	Atténuations
	Milieu biophysique
Sols	→Réserver des surfaces adaptées pour l'entretien des véhicules et éviter des répandre les déchets
Air	→Les zones de travaux devront être arrosées ; les vitesses limites des engins seront imposées ainsi que la couverture des matériaux transportées lors de la réalisation des travaux.
Eau	→Maintenir une propreté permanente sur le chantier pour éviter l'entraînement des déchets vers les plans d'eaux.
Végétation	→Veiller à ne pas détruire certains arbres protéger par la législation
	Milieu humain
Population	→Les populations devront être sensibilisées sur les symptômes des maladies respiratoires pouvant survenir afin de permettre une prise en charge rapide. →Les populations devront être sensibilisées face aux dangers de la route afin de minimiser les accidents

La présente étude d'impact environnementale a permis d'apprécier l'état initial du site du projet, d'évaluer les impacts autant positifs et négatifs liés à la réalisation du projet d'y proposer des mesures d'atténuations pour les impacts négatifs et d'accentuation des impacts positifs. En somme la réalisation du projet permettra le développement de la région ; mais ignorer ou négliger le volet environnemental entrainerait des dégâts majeurs qui conditionneront la pérennité de l'ouvrage et mettrons en cause la notion de développement durable.

CONCLUSION GENERALE

Le Burkina Faso, pays sahélien enclavé et de transit est caractérisé par un contexte économique, une géologie et un climat particulier dont l'influence sur la construction et la pérennité des chaussées doit être évaluée.

Les différentes études effectuées dans le cadre de « **L'étude des travaux de construction et de bitumage des voies de desserte de l'Aéroport International de Ouagadougou à Donsin : tronçon du bouclage de la circulaire** », ont permis d'aboutir à la proposition d'infrastructures répondant aux normes techniques, et d'éléments nécessaires pour la réalisation. En effet, une structure de chaussée, des infrastructures d'assainissement de la route, la signalisation routière, et une estimation du coût de construction ont été proposées.

Ce travail ne s'est pas fait sans difficultés ; les principales ont été le manque de données suffisantes pour mener à bien les études, et la rareté des graveleux naturels de bonne qualité pour la couche de base.

A cet effet, il serait judicieux d' :

- ↳ Amélioration des connaissances sur les matériaux locaux naturels ou améliorés et leur mise en œuvre (graveleux naturels ou améliorés, GNT...) pour une meilleure optimisation de nos projets.
- ↳ Elaboration de guides pour la mise en œuvre des sols et matériaux de construction routière.

En fin, ce projet aura permis de mieux asseoir les connaissances en matière d'étude d'avant projet détaillé de route, ceci en tenant compte des éventuels impacts sur l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et articles

1. Dr GUEYE, (2006). Polycopié de cours de Voirie,
2. CEBTP, (1984), Guide pratique des chaussées pour les pays tropicaux, 156p.
3. BAEL 91 modifié 99 et DTU associés
4. Alain FRERET, (1981). Guide pratique pour la conception géométrique des routes et autoroutes, Eurolles, 125p.
5. Crues et apports (bulletin de la FAO) : 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
6. Dr Harouna KARAMBIRI (2006). Polycopié de cours d'hydrologie
7. Nguyen VAN TUU, Bernard LEMOINE, Jacques POUPLARD, 1981. Hydraulique Routière ; Ministère de la Coopération et du Développement de la République Française : [BCEOM, 1981], 347p.
8. ICTAVRU Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines
9. Route, tome 2 de l'ENTPE
10. BAEL 91 modifié 99
11. « Formulaire des cadres simples pour le calcul des grandeurs statiques »
KLEINLOGEL
12. Surcharges routières données par le fascicule 61 du CPC (conceptions calculs et épreuves des ouvrages d'art)
13. Guide technique ASSAINISSEMENT ROUTIER (SETRA octobre 2006)
14. KOUASSI Paulin, (2010) Note de cours de route, Master 2,
15. HEMA Bakary, (2010) Note de cours de ponts et ouvrages d'art, Master 2,
16. Piste 5.6 : Logiciel de conception de chaussée
17. AUTOCAD 2010 : Logiciel de dessin assisté par ordinateur
18. Alize LCPC : Logiciel de dimensionnement des chaussées

Sites internet

1. Internet SETRA [En ligne]. - 23 Mars 2011. - <http://www.setra.equipement.gouv.fr/>.
2. Techniques de l'Ingénieur - Ressources documentaire pour les Ingénieurs - Documentation technique [En ligne]. - 02 Avril 2011. - <http://www.techniques-ingenieur.fr/>.
3. Google earth [En ligne]. -18 Mars 2011.-Image satellitaire du 1^{er} Octobre 2009.

ANNEXES

Sommaire des annexes

- ↳ Annexe I : Bassins versants
- ↳ Annexe II : Etude détaillée du volet hydrologique et hydraulique ;
- ↳ Annexe III : Tabulation et cubature des matériaux ;
- ↳ Annexe IV : Tracés combinés et Profils en travers types ;
- ↳ Annexe V : Notes de calcul ALIZE LCPC ;
- ↳ Annexe VI : Note de calcul des dalots ;
- ↳ Annexe VII : Plans, coupes et ferrailage des dalots.
- ↳ Annexe VIII : Cadre législatif et institutionnel sur l'environnement;
- ↳ Annexe IX : images satellitaires de Google earth sur la zone du projet
- ↳ Annexe X : Devis quantitatif et Estimatif