



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



THEME

LES ETUDES, TECHNIQUES DETAILLEES,  
ENVIRONNEMENTALES ET ECONOMIQUE DES  
TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE  
DE LA ROUTE NATIONALE 23 ENTRE  
OUAHIGOUYA ET DJIBO

Mémoire pour l'obtention du master en ingénierie de l'eau et de l'environnement  
option : **génie civil**

Présenté et soutenu publiquement par :

**Boima Armelle OBOULBIGA**

*Travaux dirigés par:* **M. ESSONNE Jean Pierre**

**Mme. Anne PANTET**

**M. OUEDRAOGO Mathieu**

*Jury d'évaluation du stage :*

Président :

**Promotion 2009/2010**

Membres et correcteurs :

## DEDICACE

A l'éternel, le tout puissant,  
Pour m'avoir éclairé le chemin de la vie et de l'amour du prochain.

A ma mère, Ouangré Ursule,  
De ton vivant, tu nous éclairais le chemin et nous protégeais. Depuis, tu demeures dans nos cœurs et tu nous accompagnes pour toujours. Nous nous battons, pour que tu sois fière de nous. TES ENFANTS QUI T'AIMENT.

Que Dieu t'accueille dans son paradis. Amèn !

A mon père OBOULBIGA K. JEAN MARC,  
Pour l'éducation qu'il nous a donnée.

Nous nous en servons toujours.

Que DIEU t'accorde longue vie car nous  
avons encore besoin de toi.

A ma sœur et mes frères.

Ainsi qu'à toute ma famille qui ma beaucoup qui m'a **soutenu et encouragé. Je vous aime tous que DIEU vous bénisse vous grade.**

## Remerciement

C'est l'occasion pour moi, à la fin de ces trois années passées au 2<sup>ie</sup>, de pouvoir remercier du fond du cœur tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué d'une manière ou d'une autre à ma formation d'ingénieur, mais aussi ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce Mémoire.

Mes remerciements vont particulièrement :

- ✚ A Mr. TIENDREBEOGO, Directeur général d'Associated consulting engineers (ACE) pour son accueil chaleureux dans sa structure;
- ✚ A Mr. OUEDRAOGO Mathieu mon encadreur pour sa bienveillance et sa disponibilité à mes cotés.
- ✚ A Tout le personnel d'Associated consulting engineers (ACE) pour leur solidarité, leur soutien technique et moral.
- ✚ Mes encadreurs Mrs ESSONNE Jean Pierre et PANTET Anne qui n'ont ménagé aucun effort pour nous suivre tout au long de cette étude. Merci pour votre présence continue, votre encadrement, votre spontanéité que j'ai beaucoup appréciée.
- ✚ A tous les enseignants du 2<sup>ie</sup> de Ouagadougou, pour les connaissances qu'ils nous ont permis d'acquérir tout au long de notre cursus et plus spécialement le Directeur Général **Monsieur Paul GINIES**

*Enfin notre gratitude va à l'endroit de nos amis de promotion pour leur solidarité.*

*Que Dieu vous le rende au centuple et vous*

*Comble de sa grâce chaque jour.*

## Résumé

Ce présent rapport consiste aux « études technico-économiques, environnementales et techniques détaillées des travaux de construction et de bitumage de la route nationale N°23, entre Ouahigouya et Djibo» Cette étude s'inscrit dans le cadre de stratégie cohérente et dynamique de développement du secteur des transports au Burkina Faso. Pour atteindre cet objectif, la première partie de cette étude a été consacrée au volet technique. Dans ce chapitre, nous avons procédé aux études hydrologiques et hydrauliques pour le dimensionnement des différents ouvrages de franchissement et de drainage. L'analyse des essais géotechniques nous a permis de déterminer l'épaisseur de la chaussée. A ce niveau, les différents profils ont été faits par le logiciel « Piste». Sur la base des métrés, le coût des travaux a été estimé à 2 403084268 FCFA (TTC).

Ensuite, nous avons abordé le volet environnemental, à ce niveau, nous avons recensé les impacts potentiels liés aux différentes phases du projet et proposé des mesures d'atténuations ou de maximisation selon que l'impact identifié est négatif ou positif. A la fin de cette analyse environnementale, nous avons élaboré le programme de surveillance des mesures d'atténuation et de maximisation et celui de suivi de l'état de l'environnement. Le projet est rentable (TRI = 14,9%). De plus, au regard de tous les avantages sociaux qu'induirait la construction de cette route, on peut conclure que le projet est rentable à plus d'un titre, surtout qu'il s'agit d'un projet de développement qui vise à desservir les zones de grosses productions enclavées

## Mots clés

Environnementales

Technico-économique

Géotechniques

Hydrologiques

Hydrauliques

## Abstract:

This present report consists to the " detailed, environmental and economic technical studies of the works of construction and asphaltting of the national road 23, between Ouahigouya and Djibo" This survey appears in the setting of coherent and dynamic strategy of development of the sector of the transportation in Burkina. To reach this objective, the first left from this survey to been dedicated to the technical shutter. In this chapter, we conducted the hydrologic studies and hydraulic for the dimensionality of the different works of clearing and drainage. The analysis of the géotechnics tests allowed us to determine the thickness of the pavement. To this level, the different profiles have been made by the software" Track". On the basis of measured them, the cost of works has been estimated to 2 403084268 FCFA (inclusive of tax).

Then, we approached the environmental shutter, to this level, us counted the potential impacts bound to the different phases of the project and proposed of the measures of attenuations or maximization depending on whether the identified impact is negative or positive. At the end this environmental analysis, we elaborated the program of surveillance of the measures of attenuation and maximization and the one of follow-up of the state of the environment. The project is profitable (SORTING = 14,9%). besides, to the look of all social advantages that would lead the construction of this road, one can conclude that the project is for more than one reason profitable, especially as it is about a project of development that aims to go against the zones of big productions enclosed.

## Key words

Environmental

Economic

Geotechnics

Hydrologics

Hydraulic

## Liste des sigles et abréviations.

<b>2IE</b>	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
<b>BTP</b>	: Bâtiment et Travaux Publics
<b>BUNASOLS</b>	: Bureau National des Sols
<b>BV</b>	: Bassin Versant
<b>CIEH</b>	: Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
<b>CBR</b>	: California Bearing Ration (Capacité de portance)
<b>CEBTP</b>	: Centre Expérimental des Recherches et d'Etudes du Bâtiment et de Travaux Public
<b>CPT</b>	: Cahier des Prescriptions Techniques
<b>DGR</b>	: Direction Générale des Routes
<b>EIE</b>	: Evaluation d'Impact Environnemental
<b>GNT</b>	: Grave Non Traité
<b>ICTARN</b>	: Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagements des Routes Nationales
<b>IDH</b>	: Indice de Développement Humain
<b>LCPC</b>	: Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
<b>LNBTP</b>	: Laboratoire National de Bâtiment et des Travaux Publics
<b>LR</b>	: Ligne Rouge
<b>NIE</b>	: Notice d'Impact sur l'Environnement
<b>OPM</b>	: Optimum Proctor Modifié
<b>ORSTOM</b>	: Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération
<b>TC</b>	: transports en commun
<b>PTAC</b>	: le poids total autorisé en charge
<b>VL</b>	: véhicules légers
<b>VP</b>	: voitures des particuliers
<b>VTT</b>	: Voiture tout terrain

<b>RN23</b>	: Route Nationale n°23
<b>TDR</b>	: Termes de Référence
<b>TMJA</b>	: Trafic Moyen Journalier Annuel
<b>NE</b>	: Trafic équivalent
<b>MID</b>	: Ministère des infrastructures et du désenclavement
<b>PGES</b>	: Plan de Gestion Environnementale et Sociale
<b>CEBTP</b>	: Centre expérimental de recherche et d'Études du Bâtiment et de Travaux Publics
<b>DGTTM</b>	: Direction Générale des Transports Terrestres et Maritimes
<b>ONATEL</b>	: Office National des Télécommunications
<b>PK</b>	: Point Kilométrique
<b>SONABEL</b>	: Société National Burkinabè d'Electricité
<b>DRID/N</b>	: Direction Régionale des Infrastructures et du Désenclavement du Nord
<b>HDM</b>	: highway development et management

## Sommaire

<i>Remerciement</i> .....	<i>ii</i>
<i>Résumé</i> .....	<i>iii</i>
<i>Liste des sigles et abréviations</i> .....	<i>v</i>
<i>Partie 1 : Présentation de la zone d'étude</i> .....	<i>1</i>
1. <i>Introduction</i> .....	<i>1</i>
1.1. <i>Contexte</i> .....	<i>1</i>
1.2. <i>Problématique</i> .....	<i>2</i>
1.3. <i>Objectif Global</i> .....	<i>2</i>
1.4. <i>Objectifs Spécifiques</i> .....	<i>2</i>
2. <i>Historique du projet</i> .....	<i>3</i>
2.1. <i>Historique</i> .....	<i>3</i>
2.2. <i>Aperçu sur la sécurité routière</i> .....	<i>3</i>
3. <i>Identification et description de la zone d'étude</i> .....	<i>4</i>
3.1. <i>Situation du projet</i> .....	<i>4</i>
3.2. <i>Reconnaissance Du Projet</i> .....	<i>4</i>
3.3. <i>Tronçonnement de la route</i> .....	<i>5</i>
4. <i>Etat des lieux de la route et caractéristique de la zone d'étude</i> .....	<i>6</i>
4.1. <i>Relevé visuel d'état des lieux de la route et caractéristique physique</i> .....	<i>6</i>
4.2. <i>La pluviométrie</i> .....	<i>6</i>
4.3. <i>Le sol et la végétation</i> .....	<i>6</i>
<i>Partie 2 : étude technique détaillée</i> .....	<i>7</i>
1. <i>Etudes hydrologique et hydraulique</i> .....	<i>7</i>
1.1. <i>Etude hydrologique</i> .....	<i>7</i>
1.2. <i>Etude hydraulique</i> .....	<i>7</i>
1.2.1. <i>Dimensionnement hydraulique des dalots</i> .....	<i>8</i>
1.2.2. <i>Etude de l'assainissement longitudinal</i> .....	<i>8</i>
2. <i>Etude topographique</i> .....	<i>9</i>
2.1. <i>Reconnaissance du terrain</i> .....	<i>9</i>
2.2. <i>Implantation et levés topographiques</i> .....	<i>9</i>
2.3. <i>Le tracé en plan</i> .....	<i>10</i>
2.3.1. <i>Contraintes géométriques du tracé en plan</i> .....	<i>10</i>
2.3.2. <i>Démarche suivit pour la constitution du tracé en plan</i> .....	<i>10</i>
2.4. <i>Le tracé du profil en long</i> .....	<i>11</i>

2.5.	Profils en travers types.....	12
2.6.	Cubature.....	12
3.	Etude géotechnique.....	12
3.1.	Objectif de l'étude.....	12
3.2.	Résultats de l'étude.....	13
3.2.1.	<i>Matériaux constituant le corps de la chaussée.....</i>	13
3.2.2.	<i>Etude des matériaux pour le revêtement béton.....</i>	13
3.2.3.	<i>Etude des matériaux des gites de sable.....</i>	13
3.3.	Dimensionnement de la chaussée.....	13
3.3.1.	<i>Méthode de dimensionnement.....</i>	14
3.3.2.	<i>Dimensionnement structurel proprement dit.....</i>	14
3.3.3.	<i>Détermination des épaisseurs des différentes couches de la chaussée.....</i>	19
4.	Note et base de dimensionnement des ouvrages projetés.....	19
4.1.	Introduction.....	19
4.2.	Caractéristiques.....	20
4.3.	Conception et dimensionnement des ouvrages.....	20
4.4.	Longueur des ouvrages.....	21
4.5.	Hypothèses générales de calcul.....	21
4.6.	Propositions d'aménagements routiers.....	21
Partie 3 : l'étude d'impact environnemental.....		22
Introduction.....		22
1.	Méthodologie.....	23
2.	Identification et évaluation des impacts potentiels du projet.....	24
3.	Mesures d'atténuation, d'optimisation et de compensation.....	30
4.	Programme de surveillance et de suivi.....	31
Partie 4 : Etude technico-économique.....		31
Introduction.....		31
2.	Aspects fondamentaux du projet de construction de la route nationale N°23.....	31
2.1.	<i>Aspects techniques.....</i>	31
2.2.	<i>Constats de l'étude du trafic.....</i>	32
2.4.	<i>Aspects sociaux.....</i>	36
3.	Evaluation du projet.....	36
3.2.	<i>Actualisation des couts.....</i>	38

3.2.1.	<i>Généralités</i> .....	38
3.2.2.	<i>Les coûts de réalisation du projet</i> .....	38
3.2.3.	<i>Les coûts et normes d'entretien routier</i> .....	38
3.3.	<i>Actualisation des gains</i> .....	38
3.3.1.	<i>Les gains liés à l'exploitation des véhicules</i> .....	38
3.4.	<i>Détermination de la rentabilité</i> .....	39
3.4.1.	<i>Résultat avec HDM (highway development et management)</i> .....	39
3.4.2.	<i>Analyse et interprétation des résultats.</i> .....	40
	Conclusion .....	41
	Recommandation .....	42
	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	43
	ANNEXES .....	44

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Grille d'interrelations entre les sources d'impact et les composantes du milieu durant les différentes phases du projet

Tableau 2 : Matrice d'évaluation des impacts

Tableau 3 : Résultats HDM

## Liste des figures

**FIGURE 1.- PK 0+000 : Origine du projet**

**FIGURE 2: Courbe d'évolution du trafic moyen annuel**

## Partie 1 : Présentation de la zone d'étude

### 1. Introduction

#### *1.1. Contexte*

Le projet s'inscrit dans le cadre de la politique initiée par le Gouvernement du Burkina Faso en vue du désenclavement des régions du nord et du sahel par la construction d'infrastructures à caractère stratégique. Les populations de ces régions éprouvent actuellement d'énormes difficultés dans leurs déplacements et échanges à l'intérieur et avec les pays voisins. Cette situation d'enclavement entrave le développement de la région. Pour stimuler l'économie et le développement de cette zone, le Gouvernement du Burkina Faso a, entre autres efforts, assuré le projet des travaux de construction et de bitumage de la Route Nationale N°23 entre Ouahigouya et Djibo et de la voirie de Djibo.

La route destinée à offrir un service aux usagers, ces infrastructures routières doivent satisfaire à un certain nombre d'exigences. Ainsi du point de vue de leurs conceptions, les exigences fonctionnelles, qui sont l'ensemble des caractéristiques leurs permettant d'assurer leurs fonctions (données relatives aux nombres de voies de circulation, à la largeur d'une voie, textes normatifs...), et les exigences naturelles du site d'implantation (données géotechniques et hydrauliques) doivent être prises en compte et mises en harmonie.

En effet, l'eau constitue une des causes premières des dégradations des routes. Les problèmes liés à l'eau s'observent au niveau de la traversée de grandes rivières, du franchissement de petits cours d'eau, de l'écoulement des eaux de pluies...

Au Burkina, le changement climatique ne se traduit pas par une réduction des précipitations mais par leurs plus grandes imprévisibilités. Il est marqué par des pluies qui tombent sous la forme de violentes et brèves averses. Ces dernières années, on a observé beaucoup de dégâts liés à des crues dans l'ensemble du pays sur des ouvrages. En 2009, des zones comme, Ouagadougou, Ouahigouya, etc. ont connu beaucoup de dommages surtout matériels avec des destructions d'ouvrages (dalot, digues, routes), de maisons, des submersions de champs de culture, des déplacements de population

## *1.2. Problématique*

Le projet, objet de la présente étude, se situe dans les régions du nord et du sahel où l'absence d'infrastructure routière de transport entrave le développement, et constitue du même coup un frein au développement des potentialités agro pastorales de la zone traversée par la route. Depuis sa construction, des travaux d'entretien courant ont été réalisés par la Direction Régionale des routes. Il s'agit des tâches ordinaires pour l'entretien courant de route en terre. L'état de la route est non praticable pendant la saison des pluies, réduisant ainsi la mobilité des personnes et des biens, ce qui ralentit le déroulement normal de certaines activités. Ainsi les différents dysfonctionnements et dégradations dans le cas de notre route sont dus à des insuffisances sur le dimensionnement de la chaussée et aussi sur le réseau d'assainissement. L'étude que nous menons a pour objet de produire un outil d'aide à la prise de décision pour améliorer le réseau d'assainissement et augmenter le niveau de protection de la route contre les eaux de ruissellement grâce à une analyse technique et économique en vue de son bitumage.

## *1.3. Objectif Global*

L'objectif de l'étude est de faire l'étude technico-économique en vue de réaliser une meilleure circulation, un bon confort, une bonne visibilité sur l'axe OUAHIGOUYA-TITAO, tout en intégrant l'aspect environnemental.

## *1.4. Objectifs Spécifiques*

De façon spécifique notre travail consistera à :

- concevoir la route qui puisse être réalisée conformément aux spécificités techniques et économiques requises;
- Dimensionner un réseau hydraulique et d'assainissement d'eaux pluviales qui répondront aux attentes sur l'axe OUAHIGOUYA- TITAO;
- Dimensionner la structure et la géométrie en vue de permettre une durabilité de la chaussée ;
- Evaluer les impacts sur l'environnement et établir un plan de suivi environnemental pour compenser ou atténuer les impacts négatifs non négligeables;
- Evaluer l'étude technico-économique afin de faire ressortir l'intérêt économique du projet en s'appuyant sur une mise en œuvre optimale du niveau d'aménagement susmentionné.

-

## 2. Historique du projet

### 2.1. Historique

Le tronçon Ouahigouya – Djibo de la route nationale N°23 (Ouahigouya – Djibo – Dori – Frontière du Niger) avec 362.5 km, était une Route Départementale RR 21 déclassée en 1999 par le Ministère en charge du réseau routier national.

La répartition administrative divise le tronçon de route en deux parties :

- PK 00+000 au PK 75+000 pour la Région du Nord,
- PK 75+000 au PK 113+000 pour la Région du Sahel.

Ce tronçon de route a été construit en route en terre moderne par le Génie Militaire dans les années 1985 et 1986.

Depuis sa construction, des travaux d'entretien courant ont été réalisés par les deux Directions Régionales. Il s'agit des tâches ordinaires pour l'entretien courant de route en terre :

- Point à temps: réparation des nids-de-poule par la mise en œuvre dans les trous et ravines de matériaux sélectionnés de même qualité que ceux de la couche en place suivi d'un compactage soigné ;
- Reprofilage léger : élimination des petites déformations et rétablissement du gabarit et les pentes transversales de la chaussée à la niveleuse ;
- Reprofilage lourd sans chargement : Reprofilage et mise en forme de la couche de roulement (chaussée et accotement) avec scarification puis compactage des matériaux, s'appliquant à des zones de fortes dégradations (orniérage important, matériaux fusionnés sur la surface, etc.) ;
- Reprofilage lourd avec rechargement : Reprofilage et mise en forme de la couche de roulement, scarification, rechargement ponctuel et compactage des matériaux ;

### 2.2. Aperçu sur la sécurité routière

Pendant la reconnaissance de la route, nous avons procédé à la recherche de données sur les accidents survenus sur le tronçon au cours des cinq (05) dernières années, auprès des gendarmeries de Ouahigouya et de Titao. Cependant les échanges avec les services locaux suscités ont permis d'identifier les endroits et les causes principales des accidents sur la route en projet.

Malgré l'étroitesse de certaines courbes, peu sont citées comme zones accidentogènes en dehors du virage à gauche au PK 03+000 après le carrefour à droite vers Namissiguima qui

est réputé dangereux. Il y a aussi l'étroitesse de la route par endroit (par exemple au 14+000) qui constitue un danger pour le trafic.

Les accidents survenus dans les deux dernières années sont essentiellement dus :

- Au non respect de la signalisation des radiers et des virages;
- À la dégradation de l'état de la route (ornières, tôles ondulées, nid-de-poule, etc.);
- À l'excès de vitesse

### 3. Identification et description de la zone d'étude

#### 3.1. Situation du projet

La RN ° 23 entre Ouahigouya et Djibo est située dans les régions du Nord et du Sahel et concerne les provinces du Yatenga, du Lorum et du Soum qui ont pour chefs-lieux respectifs Ouahigouya, Titao et Djibo. Dans le cas présent de notre étude concerne le tronçon entre Ouahigouya et Titao.

L'origine du projet est situé dans le centre de la ville de Ouahigouya et la fin du projet se situe au PK 15 +00.



**FIGURE 1.- PK 0+000 : Origine du projet**

L'étude technique sera basée sur les caractéristiques géométriques suivantes :

Rase campagne : 7.00 m de chaussée et 1,50 m d'accotement de chaque côté.

#### 3.2. Reconnaissance Du Projet

Tronçon Ouahigouya-Titao (PK 5+000 – PK 15+000).

Une première partie de cette section (PK 00+000 – PK 01+150) a été bitumée en 1995 et une deuxième partie (PK 01+150 – PK 05+000) qui vient d'être revêtue en bicouche pour la commémoration du 11 Décembre. Cette section de la route entre le PK 00+000 et le PK 05+000 traverse une zone urbaine. Aucune dégradation importante n'a été visuellement relevée. La qualité du revêtement de la chaussée ainsi que les épaisseurs seront à étudier

pendant l'étude géotechnique. La largeur de la chaussée revêtue est de 7.00 m avec un accotement de 1.50 m en moyenne de part et d'autre de la chaussée. L'assainissement de cette section est assuré par des dalots et des buses visuellement en bon état physique. Leurs capacités sont généralement suffisantes suivant les constats et les informations recueillis auprès de la DRID/N.

Malgré cela, il faut rehausser la route particulièrement à deux endroits pour ajouter des ouvrages

**PK 00+200:** Dalot de 1(1.00x1.00) à placer pour assurer l'assainissement par des caniveaux à créer. L'on pourra éventuellement rechercher l'exutoire par la rue adjacente vers le Nord;

**PK 03+000:** l'eau traverse la route de gauche à droite et il faut prévoir un grand dalot pour assurer l'assainissement correct de la route.

Les études géotechniques des échantillons de la chaussée nous permettront de dimensionner la qualité des deux couches portantes (couches de fondation et de base). La largeur de la plateforme du tronçon entre le PK 05+000 et le PK 15+000 est généralement de 7.00 m. Sur les deux côtés de la route et à une distance en dehors de l'emprise de la nouvelle route, on trouve des lignes téléphoniques (ONATEL) et électriques (SONABEL). La praticabilité de la route sur cette partie est bonne en saison sèche, mais difficile en saison pluvieuse à cause de la présence de six (06) radiers bétonnés où l'écoulement des eaux provoque l'arrêt du trafic de plusieurs heures, jusqu'à trois ou quatre jours. Les passages les plus difficiles se trouvent aux PK 07+300 et PK 07+500.

Les détails et observations sont en *annexe 1.1*

Les ouvrages existants recensés présentent tous une largeur insuffisante pour la plateforme de la future route. L'état physique des dalots est en général bon mais leurs dimensions sont insuffisantes pour évacuer les débits des cours d'eau. Les terrains traversés sont constitués de graves latéritiques.

### *3.3. Tronçonnement de la route*

La visite sur le terrain nous a permis de déterminer trois (3) villages et agglomérations qui sont desservis par la route (*Annexe 1. 2*).

## 4. Etat des lieux de la route et caractéristique de la zone d'étude

### 4.1. Relevé visuel d'état des lieux de la route et caractéristique physique

Une visite de la route en projet a été effectuée avec l'ensemble des experts impliqués dans le projet. Cette visite nous a permis d'établir le schéma itinéraire. Il consiste à ressortir les éléments tels que :

- Les alignements existants et les courbes. On notera des courbes étroites PK 07+800 (Rikou), PK08+750 (avant Rapouguma). Ces courbes constituent des zones accidentogènes.

- La largeur de la voie de 7.00 m sur l'ensemble du tronçon.

- Le profil de la route est dans son ensemble en léger remblai

L'ensemble des observations et des éléments recensés sont consignés en *annexe 1.3* au niveau du schéma itinéraire.

### 4.2. La pluviométrie

La commune de Ouahigouya présente deux saisons qui se distinguent nettement de par leurs caractères : la saison humide ou hivernale et la saison sèche. Ouahigouya, appartient au domaine climatique nord soudanien.

Sur ses sites, la saison pluvieuse s'étend sur 4 à 5 mois. Les pluies commencent au mois de juin et s'arrêtent en septembre ou octobre. Quant à la saison sèche, elle connaît tout comme la saison pluvieuse, une relative variabilité dans le temps. Elle se subdivise en deux périodes: une, froide de novembre à février et une, chaude de mars à mai. La moyenne pluviométrique enregistrée en 1996 est de 651 mm pour Ouahigouya. (DMN, 2006).

Les précipitations sont irrégulières dans le temps et dans l'espace. Cette variabilité pluviométrique agit énormément sur la production agricole et sur l'élevage. Elle réduit également la disponibilité en eau.

### 4.3. Le sol et la végétation

Les sols dans la commune de Ouahigouya sont identiques à ceux de la province du Yatenga. Ils sont dans l'ensemble squelettiques, à très faibles potentialités agronomiques et sont assujetti à l'érosion. Près de 2/3 des sols de cette zone sont constitués de sols peu évolués sur matériau gravillonnaire, inaptes à la mise en culture.

D'une manière générale, la végétation de la région de Ouahigouya est pauvre en raison de la rudesse du climat, de la mauvaise qualité des sols et de l'action anthropique. Cette végétation est constituée de savanes et de steppes.

## Partie 2 : étude technique détaillée

### 1. Etudes hydrologique et hydraulique

L'étude hydrologique et hydraulique du tronçon en étude a pour objet d'assurer la protection de celui-ci contre les eaux de ruissellement, en préconisant des ouvrages au droit des passages d'eau marqués et en proposant des aménagements en vue d'assurer l'assainissement longitudinal. Les tâches spécifiques consistent entre autres à :

- ~ Faire un inventaire de tous les ouvrages existants et vérifier leurs sections hydrauliques ;
- ~ Identifier les passages d'eau ;
- ~ Évaluer le débit de ruissellement au droit de chaque passage significatif ;
- ~ Concevoir et dimensionner les ouvrages ;
- ~ Calculer les sections des ouvrages hydrauliques ;
- ~ Établir les plans de localisation des ouvrages et passages d'eau ;
- ~ Déterminer les quantités d'avant-métré pour tous les ouvrages retenus.

#### *1.1. Etude hydrologique*

L'étude hydrologique consiste essentiellement à déterminer les débits écoulés au droit de ces différents ouvrages en vue de leur dimensionnement optimal en régime non submersible.

À ce titre, il convient de prédéterminer les crues de projet pour tous les bassins versants qui ont pu être délimités.

Trois (3) méthodes ont été retenues pour l'évaluation des débits:

- la méthode ORSTOM,
- la méthode CIEH,
- la méthode Rationnelle.

Ces méthodes déterministes sont les seules utilisées de nos jours pour l'estimation des crues dans nos régions en particulier pour les bassins non jaugés de l'Afrique de l'Ouest (Nguyen, 1981). *Annexe 2.1*

Pour un même bassin les résultats sont divergents selon que nous utilisons des méthodes différentes. Dans notre cas ici nous allons faire la moyenne des débits des différentes méthodes utilisées. *annexe2.2*

#### *1.2. Etude hydraulique*

Le choix du type d'ouvrage se fera en fonction du débit. Pour bien mener cette partie, une sortie sur le terrain a permis de répertorier tous les ouvrages existants et leurs positions

exactes (pk) sur la future route bitumée et en plus de faire un diagnostic général sur le fonctionnement des ouvrages et leurs états de dégradation.

Après analyse de la catégorie de notre future route et la climatologie de la région ainsi que les caractéristiques des bassins versants, nous remplacerons toutes les buses et les radiers qui sont sur le long de la route par des dalots. Cette partie s'attardera dans un premier temps au dimensionnement des dalots puis à l'étude de l'assainissement longitudinal de la route.

### *1.2.1. Dimensionnement hydraulique des dalots*

Avant de prévoir d'autres ouvrages, il faudrait vérifier si les ouvrages (dalots) existants sont capables d'évacuer la quantité d'eau des bassins versants. Sur le plan structurel ces ouvrages sont en bon état. Voir le diagnostic de ces ouvrages en *Annexe 2.3*

Le choix des débits du projet calculés précédemment à partir des différentes méthodes va permettre de dimensionner les ouvrages hydrauliques.

Les dalots sont des petits ouvrages de franchissement de cours d'eau généralement en béton armé de section rectangulaire ou carrée selon les dimensions du pré-dimensionnement de nos ouvrages. La vitesse maximale admise est de 3 m/s pour la crue décennale et les ouvrages sont prévus pour fonctionner en écoulement libre. Le dimensionnement consiste à déterminer les dimensions capables d'évacuer les débits calculés. Le dalot sera rectangulaire de largeur B et de hauteur D ;

La méthode de calcul est détaillé en *annexe 2.4*.

### *1.2.2. Etude de l'assainissement longitudinal*

De part et d'autre de la future voie bitumée, selon le besoin, il est prévu des fossés longitudinaux triangulaires en terre ou maçonné évacuant les eaux de ruissellement de la chaussée et des bas-côtés.

A intervalle régulier, l'eau des fossés doit être évacuée par des divergents. Il est prévu des divergents de forme triangulaire. La longueur du fossé longitudinal comprise entre deux (02) divergents successifs est déterminée à partir de trois (03) critères :

- critère de débordement : il faut évacuer l'eau avant que le fossé ne déborde,
- critère d'érosion : il faut évacuer l'eau avant que la vitesse d'écoulement n'atteigne la vitesse critique d'érosion,
- critère de sensibilité à l'érosion des matériaux dominants par section.

Le calcul théorique de la distance entre deux (02) divergents comprend dès lors :

- l'évaluation de la capacité de débit du fossé en fonction de sa pente,
- l'évaluation du débit à évacuer, c'est à dire le débit de l'impluvium provenant du ruissellement de la zone drainée par le fossé,
- la détermination des points de décharge des divergents compte tenu des critères de débordement et d'érosion.

La longueur de l'impluvium considéré est de 20 m (pour un temps de concentration de 15 minutes). Le coefficient moyen de ruissellement adopté est de 0,30. L'intensité est prise égale à 100 mm/h. Dans ces conditions, le débit à évacuer par mètre linéaire de fossé est de 0,166 l/sec/ml

Pour les fossés en terre, la vitesse maximale d'écoulement est limitée à 1,10 m/s et le coefficient de rugosité pris est égal à 33.

Toutefois, pour une pente longitudinale moyenne de 1%, il sera adopté des longueurs de fossés de 200 mètres. Autrement dit, les divergents seront systématiquement placés à des intervalles réguliers de 200 mètres.

Pour des raisons de sécurité, la profondeur des fossés latéraux a été limitée à 0,90 m.

## 2. Etude topographique

### 2.1. Reconnaissance du terrain

Une étude topographique a été menée sur l'ensemble de la zone d'étude en limitant la zone du projet et en repérant les bornes de lotissement existantes. L'ensemble de ces levés a été effectué en coordonnées X, Y, Z et rattaché au nivellement général du Burkina Faso.

### 2.2. Implantation et levés topographiques

L'axe en plan a été implanté suivant les principes de conception géométrique et le standard d'aménagement. Le levé topographique général devant matérialiser le paysage actuel du site comprend :

- un minimum de 7 points et un maximum de 25 points par profil en travers,
- tous les détails rencontrés sur le site et dans son voisinage immédiat ont été levés.

L'ensemble des levés a été rattaché au Nivellement Général du BURKINA et traité sur ordinateur à l'aide des logiciels MICRO PISTE, COVADIS et AUTOCAD.

Les côtes altimétriques variant de **300m** à **500m**.

### 2.3. Le tracé en plan

Le tracé en plan est la projection sur le plan horizontal de l'axe de la chaussée. C'est une succession d'alignements droits et cercles raccordés par des courbes.

Le tracé en plan comme le profil en long est prévu pour donner à la circulation la sécurité et la rapidité désirable, tout en maintenant les dépenses du projet dans les limites raisonnables.

Dans notre cas présent, nous avons utilisé un plan topographique que nous ait donné l'équipe topo pour le tracé en plan. Vue l'état actuel de notre future route nous avons jugé bon de suivre au maximum l'axe de la route existant, pour économiser en remblai mais en suivant les contraintes (vitesse de référence). Afin de rompre la monotonie et éviter l'éblouissement par les phares et le soleil couchant, nous avons recherché une alternance harmonieuse entre les alignements droits et les courbes.

#### 2.3.1. Contraintes géométriques du tracé en plan

Suivant que nous somme sur une route nationale et de vitesse de référence =100km/h (donné par les termes de référence), les valeurs des devers et des rayons sont liées par la relation suivante (BRUNEL, 2007) :

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

- Le devers maximal est limité à  $\delta = 7.00\%$  correspondant à un rayon en plan minimal absolu qui assure la stabilité des véhicules de :  $R(m) = \frac{3623.7}{7+1.53} \rightarrow \mathbf{Rmin = 425 m}$  ;
- Le devers normal est de  $\delta = 2.50\%$  correspondant à un rayon en plan au devers minimal de :  $R(m) = \frac{3623.7}{2.5+1.53} \rightarrow \mathbf{Rm 900 m}$  ;
- Pour la plage de rayon] 425 ; 900 [et en considérant la moyenne  $R = 665$  m, le devers correspondant est de :  $\delta(\%) = -1.53 + \frac{3623.7}{665} \rightarrow \delta = 4.00\%$  ;
- A partir des rayons de 900 m à 1300 m, la courbe est assez ouverte et le profil en travers de la route n'est plus à pente unique et tend vers un profil en toit. Les signes des pentes de demi-chaussée sont opposés ;
- Au delà  $R = 1300$  m, la courbe tend à devenir un alignement droit et le profil de la chaussée est en toit : devers gauche = 2.50% et devers droit = -2.50%.

#### 2.3.2. Démarche suivit pour la constitution du tracé en plan

Pour la définition des éléments constitutifs de l'axe de notre tronçon, nous allons procéder de la manière suivante :

- ❖ Identification de tous les sous-tronçons en alignement droit (les règles de l'I.C.T.A.R.N)
- ❖ Détermination des sommets de polygone de notre axe et la construction de l'axe en plan du projet;

Les sommets des polygones de notre axe sont déterminés par l'intersection avec les alignements droits successifs. Ainsi conformément aux termes de référence pour économiser en remblai nous avons essayé de suivre au mieux l'axe de la route existante mais en respectant les contraintes de la vitesse de référence qui est de 100 km/h.

- ❖ Tabulation de l'axe

Compte tenu de la situation de notre route, nous espacerons nos profils en travers avec une distance régulière de 50m, à chaque point de tangence et au niveau de chaque ouvrage hydraulique

#### *2.4. Le tracé du profil en long*

Le profil en long est la reproduction à une échelle réduite de la projection de l'axe de la chaussée sur le plan vertical. La mise en œuvre du tracé a été réalisée en tenant compte des contraintes géométriques :

- Pentes et rampes
- Rayons de raccordement parabolique

Les rayons en angles saillants interviennent sur la visibilité et le confort (accélération verticale) ; c'est toujours la première condition qui est déterminante.

Les rayons en angle rentrant sont fixés principalement par des conditions de confort. Les valeurs limites sont détaillées *en annexe 2.5*.

Pour des raisons de sécurité, le début des courbes surtout lorsque les rayons sont inférieurs à 300 m, ne devraient pas coïncider avec un point haut du profil en long (ou se situer à proximité immédiate), ceci étant susceptible de dégrader fortement la perception du virage.

Il est conseillé d'adopter les rayons en profil en long en fonction des rayons en plan comme indiqués sur le tableau suivant ('*Guide pratique pour la conception géométrique des routes et autoroutes*', Alain FRERET, 1981):*en annexe 2.6*

#### ***Démarche suivie pour la constitution du tracé du profil en long***

Dans cette partie, comme précédemment au niveau de la tabulation de l'axe nous avons imposé les profils à chaque point des ouvrages existants sur la route de notre étude. Cette manipulation va permettre d'apprécier ces positions par rapport au relief et de prendre des

dispositions du point de vue altimétrique pour fixer la route. La mise en place des raccordements paraboliques suivra le même processus que le tracé en plan vus précédemment.

### *2.5. Profils en travers types*

Le profil en travers type permet (en zone de déblai ou de remblai) d'identifier les points particuliers pour chaque profil type et de donner l'aspect général pour chaque profil en travers (zone de déblai, de remblai ou zone mixte).

En effet les profils en travers type permettent de définir les pentes et fossés adoptés nécessaires pour assurer un assainissement convenable de la chaussée (Devers 2.5%, pente pour accotement 2.5%, pente des talus de remblai 3/2, de déblai 1/1, de fossés 2/1 intérieur et 1/2 extérieur...). Les caractéristiques des profils en travers sont identiques partout en épaisseur de structure de chaussée.

### *2.6. Cubature*

Les travaux de terrassement comprennent toutes les opérations ayant pour but de transformer la configuration du terrain naturel, en effectuant les opérations d'apport de terre soit en y apportant des terres pour le rehaussement, soit l'opération d'affouillement pour provoquer des excavations. Cette phase est nécessaire pour estimer les dépenses du poste de terrassement.

Pour les mouvements de terres, on utilisera autant que possible de déblai parce qu'il satisfait à la spécification technique dans un souci économique : équilibre remblai - déblai minimiser les distances de transport. Nous avons obtenu comme volumes en remblai et en déblai de terre respectivement **156810 ,5m<sup>3</sup>** et **4812 m<sup>3</sup>**.

Nous expliquons cela par le fait que le relief de la zone est trop accidenté et qu'il y a beaucoup de dépression.

## **3. Etude géotechnique**

### *3.1. Objectif de l'étude*

Elle a pour but en effet de connaître la nature des sols en place ce qui veut dire d'étudier leurs structures géologiques, leurs granulométries. Elle permet aussi le choix des matériaux pour le corps de la chaussée, ainsi que l'identification des sites possibles pour les carrières. Cette partie permet de déterminer la nature du sol d'assise tout au long du tracé et la portance de ce sol. Pour ce faire plusieurs essais interviennent dans cette phase d'étude à savoir :

- L'analyse granulométrique complète : le tamisage et la sédimentation

- Essai VBS qui permettra d'avoir une connaissance parfaite du comportement du matériau vis-à-vis de l'eau.
- Les limites d'Atterberg.
- L'équivalent de sable
- L'essai Proctor
- L'essai CBR

### *3.2. Résultats de l'étude*

#### *3.2.1. Matériaux constituant le corps de la chaussée*

Les différents essais géotechniques ont été réalisés sur la plateforme de la chaussée de notre future route par la LNBTP. Sur les dix(10) premiers kilomètres (km) après le goudron, le LNBTP à réalisé dix (10) sondages en raison d'un sondage par km ; et tous ces essais cités ci-dessus ont été réalisé.

La nature des différents sols rencontrés se présente comme suit :

- argile latéritique **A-7-6(8)** de classe de portance **S2 (20%)**
- Grave argileuse latéritique **A-2-6(0)** de classe de portance **S5 (60%)**
- Grave argileuse latéritique **A-2-4(0)** de classe de portance **S5 (20%)**
- Cuirasse
- Argile a-6(0) **S3**
- GAL compacte.

#### *3.2.2. Etude des matériaux pour le revêtement béton*

Pour le béton hydraulique et le revêtement, un site de sable et un site de roche massive ont été prospectés. Les essais (los Angeles, équivalence de sable, module de finesse, et classe granulaire) de résistance effectués sur les matériaux du site ont permis de constater que ces matériaux peuvent servir à mouler le béton hydraulique et le revêtement.

#### *3.2.3. Etude des matériaux des gites de sable*

Ils seront également soit des produits naturels (sables de rivière), soit des produits issus de concassage de roche massive. Comme pour les graviers, il faudrait envisager l'utilisation de sables concassés

### *3.3. Dimensionnement de la chaussée*

Aperçu de l'analyse du trafic

Dans le cadre du projet de la construction de la route RN 23, une étude économique a été demandée par les termes de références afin de justifier sa réalisation. C'est ainsi qu'il s'est avéré nécessaire la réalisation d'enquêtes de trafic qui ont consisté à mener de façon conjointe des campagnes de comptage de trafic et des enquêtes origine-destination (O/D), bases sur lesquelles nous avons travaillé et qui sont :

- ✓ Rapport d'évaluation des enquêtes de trafic de Mars 2008

L'étude a été effectuée principalement sur la route nationale (RN 23) concernée.

Les résultats sont affectés par section de trafic, selon le type de véhicule de transport et sont détaillés (en annexe 2.8).

### *3.3.1 Méthode de dimensionnement*

La chaussée est la partie de la route aménagée pour la circulation des véhicules. Le choix du type de matériaux pour la couche de base et de fondation est fonction du niveau de trafic attendu ; en tenant compte, entre autres, de la nature et des caractéristiques des matériaux de viabilité disponibles dans la zone du projet et de leur prix.

Il s'agit surtout de déterminer la structure optimale de la chaussée pour la durée de vie projetée.

Les différentes sollicitations sont :

- Action de la circulation sur la chaussée

Les effets destructeurs des véhicules sur la chaussée dépendent à la fois de la charge par roue et du nombre de répétition de cette charge. Dans les projets de construction, les véhicules les plus déterminants sont les poids lourds.

En ce qui concerne le dimensionnement des chaussées, on prend en considération les véhicules qui pèsent plus de 1500 kg à vide car ce sont les véhicules en surcharge qui abîment tant les chaussées.

- Distribution des contraintes dans une chaussée souple (voir les démonstrations en annexe 2.9)
- Influence de l'indice portance du sol support de la plateforme

L'indice portance d'un sol est son aptitude à transmettre les charges verticales dues aux passages ou au stationnement de véhicules à ses couches sous-jacentes sans se déformer exagérément

### *3.3.2 Dimensionnement structurel proprement dit*

Le dimensionnement structurel de la chaussée est basé sur la méthode du « *Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées pour les Pays Tropicaux du CEBTP* » en tenant compte des études similaires effectuées dans la zone du projet et sur la base du trafic estimé pendant les campagnes de comptage précédentes.

De façon générale, on distingue deux voies d'approche principale pour le dimensionnement des chaussées : la méthode empirique et méthode rationnelle ou théorique

Les méthodes empiriques

Ce sont des méthodes basées, pour la plupart, sur des essais accélérés et des observations effectuées sur routes expérimentales. Leur principal désavantage est qu'elles ne peuvent être appliquées que pour les conditions climatiques et de trafic pour lesquelles elles ont été établies.

Ces méthodes peuvent se regrouper en deux types :

- Les méthodes qui à partir d'une formule mathématique ou d'un graphique permettent de calculer, en fonction des matériaux (sol et matériaux de viabilité) et du trafic, les épaisseurs des différentes couches : **méthodes CBR, abaques TRRL, méthodes dérivées des essais AASHO, méthodes Shell...**

- Les méthodes catalogues de structures : l'utilisation du catalogue est pratique. Le catalogue libère le concepteur des calculs numériques et le met à l'abri de l'illusion d'un résultat rigoureux du fait de l'application d'une formule mathématique alors que les paramètres d'entrée sont imprécis.

On peut citer :

Le catalogue français des structures types des chaussées neuves établi en 1971, révisé en 1977 et 1994 ; Le manuel de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux en voie de développement (CEBTP 1971) révisé en 1984 et intitulé « guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux ».

Les paramètres de ce dimensionnement concernent :

- La classe de portance du sol de plate-forme ;
- Le type de trafic pour lequel la voie sera sollicitée ;
- La durée de vie de la chaussée

#### ❖ LA DURÉE DE VIE DE LA CHAUSSEE

La détermination de la durée de vie d'une route, est estimée dès la période qui se sera écoulée depuis sa date de mise en service jusqu'à l'apparition des dommages qui nécessitent un entretien.

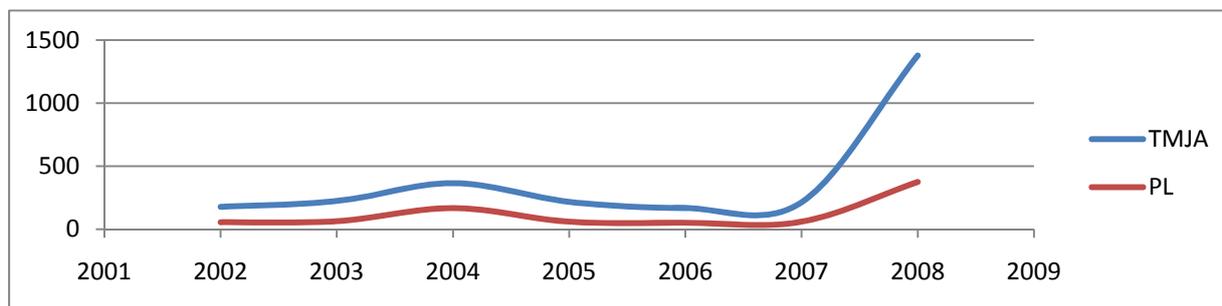
La durée de vie de notre route RN 23 a été imposé par les TDR escomptée de vingt (20) ans ( $n=20$ ans).

#### ❖ LE TYPE DE TRAFIC POUR LEQUEL LA VOIE SERAIT SOLLICITEE

Dans le cadre de ce projet, la réalisation d'enquêtes de trafic est d'une très grande importance. Elle consiste à mener de façon conjointe des campagnes de comptage de trafic et des enquêtes origine-destination (O/D). Les résultats de ces affectations de trafic sur la section, selon le type de véhicule de transport et le trafic moyen journalier tous types confondus, détermineront le type de trafic

#### ❖ ANALYSE DU TRAFIC

L'analyse du trafic sur la route nationale (RN 23) du début du projet (Ouahigouya) jusqu'à You de 2002 à 2008 présente les mêmes valeurs dans une année entre les deux sections. Il ressort que tout trafic ayant pour origine Ouahigouya a pour destination You. Cela pourrait s'expliquer par une forte activité dans cette zone.



**Figure 2: Courbe d'évolution du trafic moyen annuel**

Après tracé de la courbe par les données brutes, nous constatons que le trafic suit une croissance progressive de 2002 à 2004 puis décroît de 2006 à 2008 avec un pic brutal en 2008. De plus, l'analyse statistique des données montre que la valeur du trafic moyen journalier de l'année 2008 a une valeur exceptionnelle. D'où l'hypothèse suivante sera émise : Le trafic moyen journalier tous types confondus de l'année 2008 qui très élevés, nous semble donc une année exceptionnelle. Ceci pourrait être dû :

A une erreur au niveau de dépouillement, un événement exceptionnel (détérioration des routes voisines), encore à une forte production agricole en 2008.

Mais après une analyse profonde nous remarquons que le trafic des poids lourds est presque linéaire, par conséquent nous retenons toutes les valeurs de l'année de 2002 à 2008 pour les calculs car seule la valeur du trafic poids lourds est utilisée pour le dimensionnement de la chaussée

#### ❖ TAUX D'ACCROISSEMENT ANNUEL

A partir des tableaux des trafics de 2002 à 2008 et du rapport d'évaluation des enquêtes de trafic de Mars 2008 effectué sur les différentes sections routières concernées par le présent projet, nous avons déterminé le taux d'accroissement annuel (i) déduit de la formule :

$$T_n = T_1(1 + i)^{n-1} \text{ Où,}$$

- $T_1$ =trafic de l'année 1 ;
- $T_n$ =trafic de l'année n ;
- i=taux d'accroissement du trafic.

$$\frac{T_n}{T_1} = (1 + i)^{n-1} \rightarrow i = \left[\frac{T_n}{T_1}\right]^{\frac{1}{n-1}} - 1$$

**AN i=28%**

#### ❖ TRAFIC IMPORTANT POUR LE DIMENSIONNEMENT

La détermination de la classe du trafic pour le dimensionnement de la chaussée, nous utiliserons ici uniquement les véhicules sollicitant le plus la chaussée, c'est-à-dire les poids lourds (PL). Il s'agit là de prendre en compte tout ceux qui ont un poids défini comme un véhicule dont le poids total autorisé en charge (PTAC) est supérieur à 3,5t (D'après la norme Française (NF P 98-082)) c'est-à-dire les minibus, les cars, les camions deux essieux, trois essieux, camion avec remorque, semi-remorque tracteur agricole, porte char. Ainsi comparativement à l'effet produit par le passage des poids lourds toutes voitures comme les véhicules légers (VL) à savoir les voitures des particuliers (VP), camionnette (Ctte) et voiture tout terrain (VTT) recensé au moment du comptage du trafic ne seront pas pris en compte pour le dimensionnement de la chaussée car leur influence sur l'endommagement de la chaussée est négligeable.

Compte tenu des conditions locales qui peuvent se modifier rapidement, et entraîner un trafic de forte croissance qui pourrait être sous estimé. Pour le dimensionnement de la chaussée nous allons retenir comme le trafic celui de **2003 à 2008**.

#### ❖ REPARTITION DES CHARGES POUR LE DIMENSIONNEMENT

Le trafic journalier moyen est celui que l'on détermine à partir des résultats de comptages. Il concerne exclusivement les poids lourds et il est relatif, en général, à un sens de circulation. Selon le graphique (Courbe d'évolution du trafic moyen annuel) d'analyse du trafic nous avons.

$N_0 = \Sigma (\text{Camions} + \text{Ensembles articulés} + \text{Autocar de plus de 30 places})$  dans les deux sens

$N_0 = 188$

$N_0 = 50\% \times 188 \text{ PL} = 94 \text{ PL/J/sens}$

#### ❖ TRAFIC EQUIVALENT "NE"

Pour le calcul des structures de chaussées, le trafic à prendre en compte doit finalement être exprimé par le nombre cumulé d'essieux standards qui ont passé ou qui passeront sur la voie la plus sollicitée de la chaussée. On parle alors de trafic équivalent. L'estimation de ce nombre cumulé, NE, implique nécessairement la connaissance:

- du trafic moyen journalier de poids lourds à l'année de mise en service,  $N_0$
- de l'agressivité du poids lourd exprimé en termes d'essieu standard, CAM
- de la durée de vie de la route,  $n$
- du taux de croissance annuel du trafic,  $i$

La formule à appliquer pour la détermination du trafic cumulé en essieux

Standard suivra le cas d'une croissance géométrique du trafic:

$$\mathbf{NE = TC \times CAM}$$

Le coefficient d'agressivité moyen CAM du poids lourd dépend :

- ~ De la composition du trafic ;
- ~ De la configuration des essieux ;
- ~ Du type de roues (simples/jumelées) ;
- ~ De la charge des essieux ;
- ~ De la structure de la chaussée.

Avec  $i = 2.66\%$  et  $n = 20$  ans, on a  $TC = 94 \times 365 \times \frac{(1+0.0266)^{20} - 1}{0.0266}$

$$TC = 9.11245 \mathbf{10^5 \text{ PL}}$$

Le nombre cumulé de trafic de poids lourds donne ainsi d'après la classification française, connaissant le trafic moyen journalier annuel de la 1<sup>ère</sup> année de service  $N_0$ , on pourrait déterminer la classe du trafic ensuite avec cette classe on lit le coefficient d'agressivité dans l'annexe 2.11

*Coefficient d'agressivité selon le trafic poids lourds et le type de chaussée (SETRA-LCPC, 1994).*

Nous notons ainsi dans notre cas:  $N_0 = MJA = 94 \text{ PL/j/sens}$

A partir de l'annexe 2.1 3 des définitions des classes de trafic selon la classification setra-lcpc, 1994 nous pouvons déterminer le CAM à une valeur égale à 0.7 en considérant que notre chaussée à trafic faible en *annexe 2.12*

$$NE = 9.11245 \underline{10^5} \text{ PL} \times 0.7$$

$$NE = 6.37872 \underline{10^5} \text{ essieux équivalents de 13 tonnes}$$

À partir de *annexe 2.12 des Formules d'expression du trafic du document « guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux ou CEBTP de 1984 »* La classe du trafic donne les classes de trafic comme suit : **classe de trafic de notre projet qui est donc T<sub>2</sub>**. Voir *Formules d'expression du trafic en annexe 2.13*

### 3.3. 3. Détermination des épaisseurs des différentes couches de la chaussée

A partir des tableaux des essais géotechniques, quatre (4) types de chaussées ont été identifiés selon la classe de portance : de la plus faible portance à la plus forte portance dont S2, S3, S5 pour l'assise du corps de chaussée. Pour une sécurité de notre plateforme dans les zones de portance jugées trop faible comme celle de S2, le matériau en place sera substitué d'une épaisseur de 30 à 70 cm d'abord puis elles seront stabilisées à 95% et remplacées par du matériau de remblai de classe S 3 avec un CBR > 38.25, compacté à 95%. Pour faciliter la mise en œuvre des différentes couches trouvées ci-dessous, nous assimilerons les classes S5 à S3.

Avec un trafic T<sub>2</sub> et un CBR de classe S3 le *Guide de Dimensionnement des Chaussées pour les Pays tropicaux* présente de nombreuses options pour le choix de la structure mais le BCEOM/CEBTP à travers le manuel « *Les routes dans les zones tropicales et désertiques* » édition 91 Tome II, page 592 en fonction de la classe de trafic (T<sub>2</sub>), la classe de portance du sol (S3) et compte tenu de la disponibilité des matériaux de viabilité dans la zone du projet, nous choisissons la structure de chaussée en se basant sur les différentes options présentées en *annexe 2.16*

## 4. Note et base de dimensionnement des ouvrages projetés

### 4.1. Introduction

Cette phase consiste à fournir des données relatives aux caractéristiques des ouvrages projetés sur la future route bitumée, selon les termes de références proposées par la direction des routes. Le but principal de cette étude est le dimensionnement adéquat des ouvrages dans les

parties de la route qui ont un mauvais assainissement relativement aux bassins versants le long de la route.

#### 4.2. Caractéristiques

D'une façon générale, les dalots sont constitués :

- d'un cadre fermé en béton armé Q 350, formant le corps de l'ouvrage proprement dit ;
- de finition latérale représentée par des murs en aile, amont et aval, reposant sur un radier en béton protégé par un para fouille. Ces murs en aile sont aussi réalisés en béton Q 350 ;
- des guides roues en béton armé Q 350.

Ils peuvent être coulés sur place (ou préfabriqués). La protection contre les affouillements sera réalisée au moyen de gabions ou d'encrochements et de bûches d'ancrage en béton armé. Les figures indiquent la constitution des dalots.

##### ➤ Pré-dimensionnement des dalots

Le pré-dimensionnement des dalots permet de déterminer l'épaisseur des différents éléments constitutifs du dalot à savoir la dalle supérieure, le radier et les piédroits. Par convention, nous avons pour  $L \geq 7$ :

- $E_d$  : épaisseur de la dalle supérieure avec pour formule  $0.00816 * L^2 + 0.10$
- $E_r$  : épaisseur du radier avec pour formule  $0.00816 * L^2 + 0.10$
- $E_p$  : épaisseur des piédroits avec pour formule  $0.07126 * G$

Ce pré dimensionnement montre que tous les dalots ont des dimensions variant Entre 20 cm à 30cm pour tous les éléments constitutifs du dalot *annexe 2.14*

#### 4.3. Conception et dimensionnement des ouvrages

##### .PROFIL EN LONG

Le profil en long adopté pour l'ouvrage s'intègre dans celui du tracé routier de la route qu'il porte. Il a été adopté sur l'ouvrage une pente longitudinale permettant l'écoulement longitudinal des eaux de ruissellement

##### . PROFIL EN TRAVERS

Le profil en travers du tablier des dalots est constitué d'une plateforme de 10 m. Cependant cette section est prolongée d'une largeur variante en fonction de la hauteur du remblai Voir le dessin d'un profil en travers en *annexe 2.15*

#### *4.4. Longueur des ouvrages*

Les levés topographiques du site des différents dalots ainsi que les constats de terrain ont permis en tenant compte des caractéristiques des structures proposées, de déterminer les longueurs optimales à donner aux différents types de dalots.

#### *4.5. Hypothèses générales de calcul*

### **DESCRIPTION DES OUVRAGES SELON LE FASCICULE 61 TITRE II**

*Voir les détails et les calculs en annexe 2. 16*

#### *4.6. Propositions d'aménagements routiers*

Signalisation horizontale

La signalisation horizontale donne quatre types d'informations dont, la répartition des espaces de déplacement, les règles de conduite, le jalonnement le stationnement tous les différents marquages au sol dont objectif est de guider l'usager.

Signalisation verticale

La signalisation désigne à la fois le dispositif sur lequel sont implanté un signal routier et le signal proprement dit. Il regroupe, dans le cadre de la signalisation routière, tous les différents panneaux de signalisation. Ils ont pour rôle de rendre plus sûre la circulation routière en informant les usagers d'éventuels dangers qu'ils peuvent rencontrer, de faciliter cette circulation, en indiquant par exemple les directions à suivre, d'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police, de donner des informations relatives à l'usage de la route

*Voir les détails des marquages longitudinales en annexe 17*

## Partie 3 : l'étude d'impact environnemental

### *Introduction*

Les préoccupations majeures des Etats à l'échelle planétaire ont été affichées depuis les années 70. En juin 1972 à Stockholm, la conférence des nations unies sur l'environnement adopte une conception et des principes (26) communs qui restent la base pour une préservation et une amélioration de l'environnement. *L'homme a un droit fondamental à la liberté, à l'égalité et à des conditions de vie satisfaisantes, dans un environnement dont la qualité lui permette de vivre dans la dignité et le bien-être. Il a le devoir solennel de protéger et d'améliorer l'environnement pour les générations présentes et futures ...* (principe 1).

En effet, la progression d'un Etat, dans le sens du développement durable nécessite alors un processus de rapprochement des objectifs d'ordre social et environnemental à ceux visant une amélioration de l'efficacité économique et des richesses matérielles (Stevens, 2006). Ainsi, la prise en compte des aspects environnementaux dans l'élaboration des grands projets de développement favorise et permet d'engendrer le maximum d'avantages sociaux, économiques et écologiques.

Le Burkina Faso n'est pas resté en marge de cette vision. Le droit à un environnement sain pour tous, a poussé les autorités à la mise en place d'un cadre législatif et réglementaire relatif à l'environnement. Cette législation environnementale prend appui sur la constitution Burkinabé qui stipule que : *le peuple souverain du Burkina Faso est conscient de la nécessité absolue de protéger l'environnement et que les richesses et les ressources naturelles appartiennent au peuple. Elles sont utilisées pour l'amélioration de ses conditions de vie* (article 14, constitution du 02 juin 1991). Le Burkina Faso dispose de ce fait des cadres réglementaires (agraire et foncier, forestier, gestion de l'eau...) intégrant l'aspect environnemental.

A ce jour, plusieurs textes d'application du code de l'environnement ont été adoptés par le Gouvernement, et traitent à la fois des questions de prévention et de gestion des pollutions de même que le respect des normes environnementales en vigueur.

La mise en œuvre du projet de travaux de construction et de bitumage de la route nationale n°23 entre Ouahigouya et Djibo (110 km) devra s'y référer. Il s'appuiera essentiellement les textes suivants :

- le décret n°2001-342/PRES/PM/MEE du 17 juillet 2001 portant champ d'application, contenu et procédure de l'étude et de la notice d'impact sur l'environnement ;
- le décret n°2001-185/PRE/PM/MEE du 07 mai 2001, portant fixation des normes de rejets des polluants dans l'air, l'eau et les sols ;
- le décret n°98-322/PRES/PM/MEE/MIHU/MATS/MEF/MEM/MCC/MCIA du 28 juillet 1998 qui fixe les conditions d'ouverture des établissements dangereux, insalubres et incommodes (EDII). L'article 2 de ce décret précise que «les EDII sont ceux présentant des dangers ou des inconvénients, soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé et la sécurité publique, soit pour l'agriculture, le cadre de vie, la conservation des sites, espaces, monuments et la diversité biologique».
- Ce projet est classé dans la catégorie A de la classification des projets et programmes (code de l'environnement, 2001), donc soumis à la réalisation préalable d'une Étude d'Impact Environnemental (EIE).

### *1. Méthodologie*

La démarche méthodologique adoptée a été l'approche participative et itérative. Elle a nécessité une interaction permanente avec la DGR, les autorités, les services techniques régionaux et les populations. La méthodologie a mis un accent particulier sur la concertation entre ces personnes ressources. Elle permet ainsi d'intégrer les données nécessaires et l'avis de tous pour le travail.

L'EIE a été structuré autour de quatre étapes complémentaires :

1. L'étude a commencé avec une visite de reconnaissance de terrain visant d'une part, à faire la connaissance du milieu récepteur du projet, pour apprécier les enjeux environnementaux, socio-économiques et culturels du projet et d'autre part, d'affiner la méthodologie de travail ;
2. La deuxième étape consiste à la prise de contact et des échanges avec des personnes ressources (Cellule Environnementale du MID, Bureau National des Évaluations Environnementales et de la gestion des Déchets solides (BUNED)) et les populations locales (travers des Consultations Publiques) ;
3. L'analyse de la documentation collectée au niveau national, régional et local se rapportant au projet et au domaine de l'environnement a donc servi ces deux étapes. Elle nous a permis de faire la description du milieu biophysique et de la situation socio-économique de la zone du projet.

4. Enfin la collecte sur le terrain qui permet de compléter et/ou de corriger les informations issues de la revue documentaire. Elle permet également de détecter et de recenser tous les biens susceptibles d'être touchés et les autres infrastructures sociales proches du tronçon à construire.

## 2. *Identification et évaluation des impacts potentiels du projet*

L'analyse des impacts consiste à identifier, décrire et évaluer les impacts potentiels du projet sur les composantes du milieu naturel et humain sur la base de l'information disponible. La méthode utilisée pour évaluer l'importance probable des impacts repose sur l'identification des sources d'impacts et sur trois critères fondamentaux que sont la durée, l'étendue et l'intensité de l'impact. D'autres critères seront également pris en compte, il s'agit de la fréquence, de la probabilité que les impacts se produisent, de la nature directe ou indirecte de l'impact et les effets induits. La détermination des impacts positifs et négatifs potentiels est réalisée à l'aide d'une grille d'interrelations entre les sources d'impact significatif et les composantes du milieu touchées par le projet. L'effet de chaque action (ou activité) sur chaque élément de l'environnement identifié est présenté en détail dans cette matrice ci-après. Lorsqu'un impact est identifié sur un récepteur d'impacts, le nœud (carré) correspondant est marqué par une couleur grise.

Pour l'évaluation des impacts potentiels, nous mettrons l'accent sur les impacts négatifs qui nécessitent des mesures d'atténuation afin de les minimiser ou de les compenser. Cette partie abordera aussi les impacts positifs qui peuvent être bonifiés en vue d'améliorer la performance environnementale et sociale du projet. Les impacts du projet sont ci-après relevés par composante et par facteur.

Tableau 1: Grille d'interrelations entre les sources d'impact et les composantes du milieu durant les différentes phases du projet

Composantes du milieu		Milieu physique					Milieu biologique				Milieu humain															
		Pollution atmosphérique	Eaux superficielles	Eaux souterraines	Occupation et dégradation des sols	Paysage	Végétation terrestre	Végétation aquatique	Faune terrestre	Faune aquatique	Avifaune	Utilisation R.N.	Agriculture	Élevage	Chasse	Activités commerciales	emplois	Genre, groupes vulnérables, conditions de vie des femmes.	Santé publique	Sécurité	Mobilité et circulation	Culture /tourisme	Artisanat	Archéologie	Déplacement involontaire et perte de biens	
Éléments du projet		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Phase construction	Installation base-vies et chantier	A																								
	Travaux béton pour ouvrages de franchissement	B																								
	Travaux terrassement	C																								
	Exploitation chantiers emprunts et dépôts	D																								
	Travaux d'exécution de la route	E																								
	Exécution gardes corps, attentes, signalisations verticales et horizontales	F																								
	Mise en place des enduits bitumineux et des peintures	G																								
	Présence de la main d'œuvre	H																								
Phase d'exploitation	Présence de la route	I																								
	Présence des ouvrages de franchissement	J																								
	Entretien courant et périodique route et autres infrastructures	K																								
	Entretien courant et réhabilitation caniveaux et infrastructures (bassins de rétention, descente d'eau...)	J																								

### ***Impacts sur le milieu biophysique***

#### ✓ Pollution atmosphérique et impact sur le milieu récepteur

Pendant le chantier et l'exploitation, les travaux de construction de la route Ouahigouya-Djibo induira une pollution atmosphérique due à l'émission :

*Des poussières* (phase travaux) provoquées par le terrassement, la construction des déviations et des pistes d'accès aux matériaux et leurs exploitations, et le transport des matériaux des emprunts, l'exécution des ouvrages (de franchissement et de drainage) et des opérations liées aux revêtements de la chaussée.

*Des gaz de combustion* (phase travaux et exploitation) proviendront des engins des TP, des camions, et autres engins possédant des moteurs à combustion.

En fonction des conditions climatiques (vent, humidité, etc.), les effets de la pollution atmosphérique seront évidemment ressentis par les riverains. Les gênes occasionnées sont les Impacts sur la santé humaine (*l'asthme*, les maladies respiratoires, les maladies oculaires, etc.) ; l'impact sur l'activité commerciale et le matériel domestique et industriel (les activités commerciales situées aux abords de la route).

- ✓ Dégradation et pollution des sols
- ✓ Nuisances sonores
- ✓ Pollution des eaux

Les risques de pollution accidentelle proviennent des sources potentielles (zones de stockage de carburants et produits chimiques sur leur lieu d'utilisation, zone de préparation du bitume et de peinture, Conteneurs de carburants et produits chimiques lors de leur transport sur leur lieu de stockage ou d'utilisation...)

- ✓ La flore, faune et paysage

La présence de bases-vie et de la main-d'œuvre lors des travaux et la phase d'exploitation sont susceptibles d'être source d'impacts sur la flore et la faune de la zone du projet (des défrichements abusifs, des mutilations anarchiques, développement du braconnage commercial en relation avec l'amélioration des conditions de circulation bien que ce renforcement de la route soit susceptible de faciliter encore plus l'intervention du service forestier). Par ailleurs, le projet aura des impacts positifs sur la flore, la faune et l'environnement (réduction des feux de brousse et des braconnages par la facilitation de la mobilité des gardes forestières (interventions plus rapides et plus efficaces) ; modernisation de l'agriculture de la région suite à l'augmentation de la demande favorisant ainsi l'abandon

progressif des pratiques nuisibles à l'environnement ; constitution d'un pare-feu permettant de circonscrire plus facilement les incendies d'origine naturelle ou anthropique).

### ***Impact sur le milieu humain***

L'impact sur le milieu humain peut être positif ou négatif. Cependant on note :

- ✓ Santé, hygiène et sécurité
- ✓ Risque d'incendies et d'inondations

Les bases-vie, les ateliers et garage réalisés pendant la phase d'exécution des travaux, sont d'éventuellement sources d'incendie. Le projet aura un impact positif appréciable sur l'assainissement de certaines localités situées en zones inondables par l'aménagement de caniveaux de drainage des eaux pluviales. Cependant, une mauvaise conception des différents ouvrages hydrauliques pourrait entraîner des inondations chez les populations riveraines.

- ✓ Economie et emploi

Les installations des entreprises et la mise en exploitation de la route seront bénéfiques pour les populations locales à cause de la création d'emplois et de l'amélioration de leurs revenus. L'impact économique sera ressenti à plusieurs niveaux, entre autres : la fluidité du transport des personnes, des biens et de marchandises entraînant le développement et la promotion des échanges économiques entre les localités traversées, les régions et les pays limitrophes contribuant ainsi à une amélioration du PIB ; l'amélioration des revenus des populations par l'impulsion des activités économiques entraînant ainsi une réduction de la pauvreté ; la création de nouvelles opportunités d'activités économiques et d'emplois.

- ✓ Autres pertes de biens

Pendant les travaux, les populations vont perdre des biens situés dans l'emprise de la route : il s'agit de portions de champs de mil, d'arbres fruitiers essentiellement (*Annexe 3.3*).

### ***Impact socio-économique***

- ✓ Secteur du transport

La construction et le bitumage de cette route est de nature à contribuer potentiellement à renforcer les circuits de communication, de déplacement et de distribution dans la zone du projet consolidant ainsi la fluidité des échanges socio-économiques. Ceci améliorera les rôles politiques, sociaux et économiques assignés au réseau routier national en vue d'encourager davantage les investisseurs dans la prospection de nouveaux marchés potentiels. Ce projet routier Ouahigouya-Djibo constituera un chaînon facilitant la circulation des populations

locales et celles des pays voisins tout en contribuant à leur intégration sociale, économique, et culturelle.

✓ Genre, conditions de vie des femmes rurales et des groupes vulnérables

Le développement économique que va induire le projet, pourra retenir les populations locales dans leur territoire dans un contexte de crise économique généralisée. Ceci constitue quelque peu un frein à l'exode rural. Le développement local sera impulsé par les nouvelles opportunités induites par le projet. Ce processus de redynamisation de l'économie locale aura des incidences positives sur les revenus des femmes (création de petites unités artisanales, ouverture d'alimentations, de restaurants, de kiosque de vente de fruits et de légumes, etc.) et l'amélioration de leurs conditions de vie y compris la facilitation d'accès aux centres de santé.

✓ Culture, recherche scientifique, archéologie et secteur du tourisme

Le brassage entre populations locales et personnels du chantier peut être source de perturbations des us et coutumes et des valeurs morales. L'atteinte éventuelle au patrimoine archéologique, peut subvenir pendant les travaux de fouilles. La route facilitera la mobilité des chercheurs et des touristes. Ci –après, l'évaluation des impacts du projet .

Tableau 2: Matrice d'évaluation des impacts

Composantes de l'environnement affectées  Activités sources d'impact	Atmosphère	Dégradation de sols	Ressources en eaux de surface	Eaux souterraines	ambiance sonore	Paysage	Vegetation aquatique	Vegetation terrestre	Faune terrestre	Faune aquatique	Avifaune	Utilisation des Ressources Naturelles	Activités socio-économiques	Agriculture et élevage	Santé et sécurité des populations	Emploi et exode rural	Circulation et mobilité	Culture, artisanat et archéologie	Déplacement involontaire et perte de biens
	Installation de chantier	-	--	-	-	-	-	--	--	--	-	--	---	----	---	---	+++	---	---
Travaux béton pour ouvrages de franchissement	-	--	--	--	--	-	---	---	--	-	--	---	-/++	++	---	+++	---	--	----
Travaux terrassement	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-	--	---	--/+	++	----	+++	---	--	----
Exploitation des emprunts, carrière (dynamitage) et dépôts	---	--	--	-	----	---	-	----	---	-	--	---	++	++	--	++	-	-	---
Travaux d'exécution de la route	---	--	--	-	----	---	-	----	---	-	--	---	++	++	--	++	-	-	---
Exécution gardes corps, attentes, signalisations verticales et horizontales			--	-	-	-	--	-	-	--			+	+	--	--	++	-	
Préparation et mise en place des enduits bitumineux et des peintures	--	-	---	--	-	----	--	-	-	---	-	---	++	++	-	++	--		-
Présence de la main d'œuvre	-	--	---	--	-	-	-	---	---	--	--	---	++	+++	-	+++		-/++	
Présence de la route	-	--	---	--	---	--	-	-	----	--	--	---	+++	+++	-/+	++	++++	-/+++	
Présence des ouvrages de franchissement	-	-	---	--	---	--	-	-	---	--	--	---	++	++	-/+	++	++++	-/+++	
Entretien courant et périodique route et autres infrastructures	-	--	---	--	---	--	-	-	----	--	--	---	+++	+++	-/+	++	++++	-/+++	
Entretien courant et réhabilitation caniveaux et infrastructures (bassins de rétention, descente d'eau, etc.)	-	--	---	--	---	--	-	-	----	--	--	---	+++	+++	-/+	++	++++	-/+++	
<b>IMPACT RÉSIDUEL GLOBAL</b>		-	-		-	+		+	+				++	++	++	++	+++		-

La matrice d'évaluation des impacts présente l'évaluation des impacts potentiels du projet de chacune des activités sur chaque composante de l'environnement. Elle donne une représentation globale et synthétique de chaque impact décrit, des mesures d'insertion et des impacts résiduels. S'agissant du type d'impact, un impact peut être positif (+) ou négatif (-) selon qu'il est jugé favorable ou défavorable au regard des composantes

Du milieu récepteur, une activité peut avoir les deux impacts (positifs et négatifs) sur une composante de l'environnement ce qui explique que certaines contiennent les deux types d'impacts. L'impact résiduel global (qu'il soit positif ou négatif) est la résultante des impacts de toutes les activités sur la composante concernée après la mise en place des mesures d'atténuation.

### 3. *Mesures d'atténuation, d'optimisation et de compensation*

Les impacts ont été décrits et évalués au point précédent. Les mesures décrites dans cette partie, sont celles jugées réalisables et économiquement efficaces à la fois sur les plans technique et financier et ce sur la base des indicateurs prédéfinis. Ces mesures permettent d'accroître les bénéfices du projet (mesures de bonification) ou de réduire les impacts environnementaux et sociaux potentiellement négatifs à des niveaux acceptables (mesures d'atténuation). Quatre catégories de mesures sont identifiées et considérées comme des clauses environnementales et sociales :

- *Les mesures de suppression d'impacts intégrées* généralement dans la conception du projet en raison du choix d'une alternative ;
- *Les mesures d'atténuation préconisées* dès lors qu'un impact négatif (ou sa probabilité) ne peut être totalement supprimé lors de la conception du projet ;
- *Les mesures compensatoires* devant rétablir les conditions écologiques et socio-économiques satisfaisantes dans les domaines précis touchés par les impacts négatifs ;
- *Les mesures de bonification* devant accroître les impacts positifs du projet.

Pour chacun des impacts négatifs identifiés, des mesures d'atténuation spécifiques peuvent être définies. Les principes de bases suivis pour la définition de telles mesures sont :

- L'élimination des impacts d'importance majeure : les impacts d'importance majeure sont généralement considérés comme inacceptables, en particulier ceux qui ont un effet à long terme ou qui couvrent une étendue importante (régionale) ;
- La réduction des impacts majeurs et moyens à un niveau raisonnable, par le biais de mesures d'atténuation en termes de planning, de conception et de contrôle. Cela signifie que les mesures d'atténuation seront appliquées jusqu'à ce que les limitations en termes de rentabilité et de faisabilité soient atteintes. Ces limitations sont établies comme les meilleures pratiques internationales ;

- Pour les impacts classés ayant une importance mineure, la mise en œuvre par les entrepreneurs et ses sous-traitants des bonnes pratiques reconnues, afin de s'assurer que ces impacts sont raisonnablement gérés.

On trouvera en *annexe 3.4* les différentes mesures prises dans le cadre du projet.

#### *4. Programme de surveillance et de suivi*

Les mesures d'atténuation proposées, sont toujours entachées d'un certain degré d'incertitude. De manière à pallier à celles-ci, un programme de surveillance environnementale est mis en place pour atteindre les objectifs de l'action tels que les activités de l'action, les intervenants, le lieu et le chronogramme de la mise en œuvre de l'action, le coût de mise en œuvre, les indicateurs et les acteurs de suivi de l'action. Le PGES est présenté en *annexe 3.5*

### Partie 4 : Etude technico-économique

#### Introduction

Le but de cette partie est de déterminer la rentabilité économique engendrée en mettant en œuvre ce projet. La rentabilité économique constitue en quelque sorte l'ensemble des avantages nets apportés à la population concernée durant la durée de vie du projet. Pour cela nous allons procéder à l'évaluation des coûts et des gains en utilisant la méthode avantage coût /efficacité afin de voir si la construction de la route est faisable.

Mais en général un projet revêt plusieurs aspects dont il faut en tenir compte tout le long du projet du processus, à savoir : les aspects techniques, économiques, commerciaux et sociaux. A cet effet nous allons représenter ces différents aspects.

#### 2. Aspects fondamentaux du projet de construction de la route nationale N°23

##### *2.1. Aspects techniques*

Il consiste à déterminer la qualité du matériel à utiliser pour la construction, la technique ou la manière de construire, la qualité des hommes ou des spécialistes qui vont réaliser la voie. Surtout que la route traverse plusieurs passages d'eau dont deux barrages routiers et de nombreux ouvrages de franchissement (dalots et radier). La plupart des radiers rencontrés sur le tronçon présentent des risques accidentogènes. Il en est de même pour certains virages.

La route dans l'état actuel, est en terre et dans un état de dégradation relativement avancée. Il a été constaté sur presque tout le long de la route des nids de poule, des zones de bourniers, des rigoles d'érosion, etc.

## 2.2. *Constats de l'étude du trafic*

### ✓ *Evolution du trafic sur la section de route composant le tronçon de notre route en étude.*

La chronique des comptages de trafic est obtenue au près de la Direction Générale des Routes (DGR) du Ministère des Infrastructures et du Désenclavement (MID). Voir en annexe 4.2 les résultats de comptage. Les résultats des campagnes de comptages manuels de trafic sur la route en étude sur la période 2003-2007 collectés auprès des Services Techniques de la DGR et l'analyse réalisée sur la même période fait ressortir que :

1) Le maximum du volume du trafic de l'ensemble du linéaire Ouahigouya-Titao-Djibo est supporté par la section Ouahigouya-Titao.

2) Le volume maximal du trafic supporté par la route a été relevé au cours de l'année 2004 ; il a été, en termes de véhicules toutes catégories confondues, de 184 véhicules/jour sur la section Ouahigouya-Titao et de 56 véhicules/jour sur la section Titao-Djibo.

3) Le volume du trafic exprimé en véhicules kilomètres calculé pour l'ensemble du tronçon de route en étude est :

a) *pour le trafic global* : de 2,9 millions en 2003 contre 2,7 millions en 2007 accusant une croissance moyenne annuelle négative de -0,7%.

b) *pour le trafic de voyageurs* : de 1,67 millions en 2003 contre 1,70 millions en 2007 accusant ainsi une croissance moyenne annuelle positive mais faible de 0,1% ;

c) *pour le trafic de marchandises* : de 1,21 millions en 2003 contre 1,01 millions en 2007 soit un taux d'accroissement moyen annuel de -1,9%.

4) En proportion relative, les véhicules légers représentaient, en 2003, environ 70% du volume global du trafic moyen journalier annuel sur la section Ouahigouya-Titao et environ 57% sur la section Titao-Djibo. En 2007, ils représentaient 72% sur la section Ouahigouya-Titao et 56% sur la section Titao-Djibo.

5) En proportion relative, les véhicules poids lourds représentaient, en 2003, environ 30% du volume global du trafic moyen journalier annuel sur la section Ouahigouya-Titao et environ 43% sur la section Titao-Djibo. En 2007, ils représentaient 28% sur la section Ouahigouya-Titao et 44% sur la section Titao-Djibo.

### ✓ *Organisation de la campagne de comptage sur le tronçon*

En plus des données historiques du trafic existantes, du 16 au 22 novembre 2009 a été organisée, par bureau d'étude ACE, une campagne de comptages manuels du trafic origine-destination avec deux postes de comptage sur une période de 7 jours sur un cycle journalier de 24 heures, pour tenir compte des jours d'animation des principaux marchés de la zone. Les usagers comptés au cours de la campagne de comptages sont : Véhicule particulière, véhicule camionnette, Véhicule tout terrain, Mini bus, Car Camion 2 essieux, Camion 3 essieux, Camion avec remorque, Semi remorque, Tracteur agricole et Porte char. Les résultats bruts des comptages en termes de trafic journalier par catégorie de véhicule de la route se présentent comme suit :

Le nombre moyen journalier de l'ensemble des usagers comptés au cours de la période est de **62** au niveau de la localité de sortie de Titao et de 36 au niveau de la localité d'entrée de Djibo. Le volume du trafic moyen journalier (TMJ) des véhicules calculés pour chaque poste et les proportions des véhicules sont présentés en *annexes 4.1*.

Cette enquête permet une actualisation des données (TMJA) en vue du calcul de rentabilité du projet.

#### ✓ *Répartition journalière du trafic*

L'analyse de la répartition journalière du trafic montre principalement que : pour tous véhicules confondus le trafic le plus intense sont les jours de marché. En dehors de ce constat les trafics sont presque homogènes au cours des autres jours de la semaine tout poste de comptage et tous véhicules confondus.

Voir le graphique de la répartition en *annexe. 4.2*

#### ✓ *Evolution du parc*

L'évolution du parc automobile a été assez importante. Selon les données du Ministère des Transports Terrestres et Maritimes : les véhicules légers forment une part importante et croissante du parc (+9% par an entre 2002-08). Cette croissance est très nette et s'explique aisément avec la croissance de la population et avec le développement économique. Ces deux facteurs ont contribué également à la croissance formidable des semi-remorques (+12% par an) et surtout des véhicules spéciaux (+24% par an).

#### ✓ *Le trafic induit*

La réalisation d'infrastructure de transport permet en général de faciliter les déplacements, une amélioration notable de la qualité des services, notamment des gains de temps, de confort et de sécurité. Cette amélioration générale des conditions de circulation incite les usagers à se déplacer davantage, créant ainsi un trafic induit. De manière générale, le trafic induit est évalué en considérant qu'il est fonction du rapport des coûts généralisés de circulation avant et après projet selon la formule suivante :

$$T_i = T_t \times ((C_0/C_T)^\alpha - 1) \text{ Avec}$$

$T_i$  = trafic induit à l'année de mise en service du projet

$T_t$  = trafic patient normal apparaissant dès l'année de mise en service de la route ;

$C_0$  = cout d'exploitation à l'année de mesure du projet

$C_t$  = cout d'exploitation à l'année de mise en service du projet

$\alpha$  = coefficient d'élasticité variant entre 0 et 1

### 2.3. Aspects économiques

#### ✓ *Elevage*

Les régions concernées par le projet sont pastorales d'où les principaux revenus proviennent des produits de l'élevage. En effet, la région du Sahel comme la région du Nord occupe la première place dans le domaine de l'élevage au Burkina Faso. Par ailleurs, l'élevage a contribué pour près de 10,34% au PIB en 2005 dont 2,58% au PIB pour les deux régions. Les produits de l'élevage constituent pour près de 19% des recettes d'exportation au Yatenga, il est l'une des sources principales de revenu des ménages ruraux. Près de 90% de la population active tire leur revenu de l'élevage. Les femmes jouent un rôle primordial dans les activités de production animale. L'élevage contribue pour 61% aux revenus des ménages. Le marché à bétail du chef-lieu provincial, Djibo, est l'un des plus grands marchés à bétail du pays, des commerçants à bétail de différents pays (Côte-d'Ivoire, Ghana) venant s'y ravitailler. Elle est de plus située sur l'une des grandes voies sous-régionales d'exportation sur pied de la viande sahélienne, qui va du Mali à la côte atlantique.

#### ✓ *Les revenus agricoles*

L'agriculture, constitue la deuxième activité économique de la région Nord surtout avec la production des cultures maraichère. Plus de la moitié de la production nationale de pomme de terre provient de cette région ; on peut noter également une forte quantité d'oignons, de haricot vert, de choux de tomates ... produite. Quand à la culture céréalière elle reste au stade de subsistance Mais face à l'adversité de la nature et à l'aridité des sols, les provinces du Nord ont su développer et s'adapter à des techniques culturales permettant de récupérer des terres épuisées ou improductives.

#### ✓ *Le transport*

L'activité de transport n'est pas développée en raison du mauvais état des routes et des moyens de transport. La desserte de la zone est assurée par des compagnies privées. Les principales sociétés privées desservant les deux régions sont STMB, SOGEBAF, STAF, JTS, STGF, ZST, STSL. Le transport concerne celui des personnes, des biens, des services et des hydrocarbures.

Les jours de marché sont les plus propices à ces transports occasionnels. L'une des contraintes majeures à ce transport, est la praticabilité intermittente du réseau existant surtout en saison pluvieuse. Ce qui constitue également un sérieux handicap du transport des malades.

#### ✓ *Le commerce*

Ils comportent les dispositions permettant le développement des activités commerciales de la région d'une part. Il s'agira aussi des recettes liées aux taxes d'utilisation de cette voie (poste de péage). Suite à l'implantation de la voie les échanges des produits manufacturés pourront facilement s'effectuer sur le tronçon. De nombreux matériaux entrant dans la partie génie civil des travaux seront acquis dans les quincailleries de certaines localités concernées par le projet.

Enfin, en phase d'exploitation, l'écoulement des produits agricoles, d'élevage, artisanaux, le développement du tourisme, l'hébergement, la restauration et autres produits manufacturés vont procurer des revenus aux populations. En outre, les différentes localités traversées seront approvisionnées plus facilement en produits de première nécessité, en denrées alimentaires, en matériaux de construction, etc. Les retombées économiques seront donc importantes pour les localités directement traversées par le projet, les régions directement concernées, les régions voisines, pour le Burkina Faso et même pour tous les pays voisins.

## 2.4. *Aspects sociaux*

Ces aspects se résument à une étude des structures sociales et les habitudes des bénéficiaires du projet. On doit aussi essayer de voir l'aspect du projet à la collectivité, à la population, à la diminution du chômage, aux bénéficiaires directs et au pays en général. Un projet qui n'a pas d'influences sur la collectivité ou la nation ne peut être cautionné dans un processus de développement. Le bitumage de la route Ouahigouya-Djibo via Titao induira sans doute un développement important notamment du transport des personnes, des biens et services, des hydrocarbures mais aussi des malades vers les centres les plus équipés. Le développement des infrastructures de base est une condition essentielle pour l'amélioration des niveaux de vie des populations et la satisfaction de leur besoin fondamentaux.

## 3. Evaluation du projet

### ✓ *Modélisation de l'analyse de rentabilité*

Le modèle HDM-IV de la Banque Mondiale a été utilisé pour effectuer le calcul de dégradation des chaussées et la comparaison technico-économique des variantes de projet.

Le modèle traduit l'état de la chaussée, représenté essentiellement par des indicateurs de dégradation (le plus important étant l'uni) sur les consommations des véhicules et les conditions d'utilisation (variation du kilométrage annuel). Il en découle, en fonction des prix unitaires rentrés par l'utilisateur, un calcul de coût d'exploitation des véhicules (CEV) sur la liaison routière étudiée, caractérisée par ses indicateurs d'état.

Pour chaque variante, y compris la solution sans projet, sont déterminées parallèlement les caractéristiques d'évolution, sur la période d'étude, des chaussées, des trafics (par type de véhicule) et des coûts d'usage de l'infrastructure (construction, entretien, CEV).

Les coûts d'investissement et d'entretien sont établis en fonction des caractéristiques techniques du projet et des prix unitaires retenus.

L'utilisateur détermine la période d'étude, et le modèle de simulation calcule les avantages nets actualisés sur la période considérée. Ces avantages sont la somme des gains globaux obtenus sur les variations de coût d'investissement, d'entretien, de CEV entre une alternative de projet et la référence. A partir de la chronique des avantages nets annuels sur la période d'étude, le modèle applique les formules mathématiques permettant de calculer les ratios

habituels de rentabilité : le taux interne de rentabilité (TIR) et le bénéfice net actualisé ou la valeur actualisée nette.

Il convient de noter que le modèle HDM ne prend pas en compte directement les interactions qui peuvent exister entre l'évolution de l'état de la chaussée et les améliorations réalisées en termes de drainage et d'assainissement, ainsi que l'amélioration des caractéristiques géométriques du tracé (mise hors d'eau de la plate forme de façon à assumer la permanence du trafic). Si l'on souhaite valoriser ses aspects qui représentent un des impacts majeurs des aménagements proposés, il est nécessaire de traiter ce point comme un avantage exogène qui sera réintégré dans le calcul final des coûts et avantages du projet.

### 3.1. Principe généraux

L'évaluation économique découle de la comparaison entre la somme des avantages générés par la réalisation d'un projet et son cout économique global. Elle est basée sur les prix de référence c'est-à-dire les prix hors taxes actualisés selon le taux d'actualisation en vigueur. L'évaluation de la rentabilité économique se fera à partir des principaux indicateurs suivants :

- Le bénéfice net actualisé : c'est la somme actualisé des avantages du projet pour la collectivité nationale (Etat et usagers), diminuée du cout économiques global. Il est donné par la formule

$$B = \sum_{k=1}^n Ak(1 + i)^{-k} - \sum_{k=0}^n Ck(1 + i)^{-k} \quad \text{Où}$$

CK =Cout économique du projet à prix constants hors taxes(HT)

AK =les avantage du projet à prix constants hors taxes(HT)

i=le taux d'actualisation

- Le taux de rentabilité immédiat(TRIm) : se définissant comme le rapport entre les avantages économiques du projet pour une mise en service en année k et le coût économique du projet en année k-1.il permet de faire le choix de l'année d'exécution du projet. Ainsi si le taux d'actualisation est inférieur au TRIm, il est économiquement plus avantageux d'avancer la date de construction et de mise en service des ouvrages étudiés et inversement. Plus le TRIm et le taux d'actualisation tendent à s'égaliser, plus l'on tend vers l'année optimal de mise en service.

$$TRI_m = \frac{\sum_{k=1}^n Ak(1+i)^k}{\sum_{k=1}^n Ck-1 (1+i)^{k-1}}$$

- Le taux de rentabilité interne économiques (TRIE) qui est le taux d'actualisation qui annule le bénéfique net actualisé. Plus le taux de rentabilité économique est supérieur au taux d'actualisation admis, plus le projet est économiquement rentable.

### 3.2. Actualisation des couts

#### 3.2.1. Généralités

La série des prix retenue pour l'estimation du coût des travaux sur chaque section du présent projet résulte de la moyenne des offres moins disantes d'un échantillonnage très représentatif des appels d'offres récents. Le niveau de prix retenu est celui observé dans l'exécution de projet similaires ramené aux conditions économiques actuelles. Il tient compte des impacts sur le secteur routier des variations du prix du carburant récemment enregistrées. Au demeurant, le coût du projet sera déterminé en fonction des niveaux de prix actuel, et des quantités physiques prévisionnelles. Le coût du projet exprimé HTVA comprendra une somme à valoir pour imprévus et divers de l'ordre de 10%.

#### 3.2.2. Les coûts de réalisation du projet

Le récapitulatif des coûts de réalisation du projet est détaillé en annexe 4.3.

#### 3.2.3. Les coûts et normes d'entretien routier

Le calcul se fera à partir du modèle HDM qui exige la prise en compte d'au moins de deux options : la solution de « route bitumée » et la solution de « route en terre moderne » sont nos options.

L'option de base « route bitumée » a été étudiée en appliquant trois stratégies d'entretien dont les détails sont consignés dans un tableau en annexe 4.4

L'option alternative route en terre moderne nécessite l'entretien courant des dépendances de l'assainissement et de la couche de roulement, l'entretien périodique maintenant la couche de roulement supérieur à 60mm avec un maximum de 200mm.

### 3.3. Actualisation des gains

#### 3.3.1. Les gains liés à l'exploitation des véhicules

Ces gains peuvent être interpréter comme l'économie réalisée suite au déplacement d'un véhicule sur une distance d'un kilomètre de voie bitumée par rapport à un kilomètre de voie non bitumée Ces gains sont entre autres les provisions d'amortissement, les gains de carburant et de lubrifiant, les pneumatiques et les gains sur entretien et de réparation. Le calcul de ces gains est fait à partir du modèle HDM en prenant en compte les prix des véhicules, des pièces de rechange et la durée de vie des véhicules. Le parc automobile pris en compte se compose des voitures particulières, les minibus, les autocars, les camionnettes, les camions et les ensembles articulés. Pour des raisons de cohérence un taux d'actualisation de 12% est appliqué sur la période de 20ans. Annexe. 4.5

### *3.3.2. Autres avantages*

En plus des avantages relatifs à l'exploitation des véhicules certains avantages comme les potentialités pastorales de la zone d'influence du projet non encore exploitées du fait de l'absence de route praticable en toute saison ont été estimés. Les impacts attendus se mesurent au plan économique et au plan social

Au plan économique le bitumage de la route permettra aux paysans d'évacuer plus facilement ses produits et constitue pour lui une garantie de ses ressources et une incitation à produire davantage.

Dans cette optique la route revêtue favorise la concurrence entre les acheteurs de produits, ce qui conduit manifestement à engendrer une amélioration des prix d'achat aux paysans sur le terrain.

Au plan social, le paysans ressent le niveau de service offert par la route revêtue comme une sécurité sanitaire de sa famille dans la mesure au l'accessibilité aux infrastructures sanitaires est ainsi garantie en toute saison. En plus des avantages sus cité le projet permet de désenclaver la zone, de gagner le temps en termes de déplacement et de fixer les jeunes dans leurs terroirs.

Les données (INSD 2004- 2007) sur la production pastorale permettent d'estimer à 66 ,525 milliards de francs FCFA en gain annuel. Un taux de croissance de 2% peut être considéré en rapport du taux de croissance du PIB.

## *3.4. Détermination de la rentabilité*

### *3.4.1. Résultat avec HDM (highway development et management)*

Les annexes (Les coûts de réalisation du projet ; les coûts et normes d'entretien routier) et les valeurs estimées sur les avantages exogènes introduits dans HDM ont données comme résultats par types d'aménagements souhaités dans le tableau ci après :

Tableau 3: résultat HDM

Types d'aménagements envisagés.	Bénéfice actualisé à 12% en milliards FCFA HTT	Taux de rentabilité immédiat	Taux de rentabilité interne
Route en terre moderne	-9,02	-83,9%	-1,2%
Bitumage enduit bicouche	3,02	24,5%	14,9%
Bitumage enduit tricouche	1,44	10,3%	13,2%
Bitumage avec béton bitumineux.	-5,14	-25,0%	9,0%

La solution du projet consiste à faire soit :

- Un aménagement de la route en terre moderne
- Un aménagement de la route en route bitumée avec les options revêtement bicouche, revêtement tricouche ou en béton bitumineux

#### 3.4.2. Analyse et interprétation des résultats.

L'analyse de ces résultats montre que l'aménagement de la route en terre moderne n'est pas du tout rentable comparé à la solution de bitumage. En effet l'aménagement de la route en terre moderne conduit à une rentabilité négative car le bénéfice actualisé, le taux de rentabilité immédiat et le taux de rentabilité interne sont tous négatifs comparés à ceux de bitumage (enduit superficiel bicouche et tricouche) qui sont tous positifs

Avec l'option du béton bitumineux les avantages générés sont insuffisants, ce qui conduit à des bénéfices actualisés au taux de 12% négatifs avec un taux de rentabilité inférieur à 12%. Economiquement cette option n'est pas envisageable comparativement aux options de revêtement en enduit superficiel bicouche et tricouche.

Quand aux options en enduit superficiel bicouche et tricouche elles présentent toutes des bénéfices actualisés positifs et des taux de rentabilité interne supérieur à 12% .cependant le revêtement en enduit superficiel bicouche présente des bénéfices actualisés, un taux de rentabilité immédiat et un taux de rentabilité interne supérieurs à ceux du revêtement en enduit superficiel tricouche ,donc Le revêtement en enduit superficiel bicouche est plus avantageux que celui de tricouche.

Au regard des résultats de la présente étude la recommandation qui s'impose est la réalisation du projet de bitumage de la route OUAHIGOUYA –DJIBO avec un revêtement en enduit superficiel bicouche. En effet c'est ce type d'aménagement qui présente le plus grand bénéfice actualisé, le plus grand taux de rentabilité immédiat et le plus grand taux de rentabilité interne actualisés à 12%.

## Conclusion

La route est un facteur de communication, de transport, de développement socio-économique et d'intégration sous régionale et régionale .En effet le développement du réseau routier a toujours constitué un problème social très crucial au Burkina Faso. C'est pourquoi à l'instar des autres pays dits en voie de développement, il a inscrit, dans sa politique de désenclavement et de renforcement le programme de développement de son réseau routier. Ainsi pour atteindre ces objectifs, le transport doit surtout se faire dans les conditions de confort, de sécurité, de fluidité et de visibilité. Fort de ces nécessités, le projeteur routier doit remplir un certain nombre de conditions qui sont incontournables pour une bonne conception. Il doit dimensionner une route devant supporter le trafic sur toute la durée projetée.

La présente étude, vient renforcer nos connaissances théoriques à la pratiques acquises durant notre formation au 2iE en appréhendant les concepts généraux des routes pour la maîtrise des ouvrages de franchissement, tout en tenant compte des limites de coûts et de délais d'utilisation des matériaux.

A l'issus des études environnementale et technico-économique, il ressort que le tronçon Ouahigouya- Djibo est moins fréquentée comparativement a d'autres routes nationales

comme la RN°1 par exemple. Mais au regard des potentialités agro- pastorales, du nombre des services publiques et privés des deux régions le bitumage de cette voie s'avère nécessaire. Par ailleurs les bénéfices nets actualisés d'un revêtement bicouche sont supérieurs à ceux de tous autres types d'aménagements. Il en est de même pour le taux de rentabilité interne qui est supérieur à 12%(taux d'actualisation)

En nous appuyant sur la nécessité des infrastructures routières, la supériorité du taux de rentabilité interne à 12% et bien d'autres impacts positifs attendus par rapport au bitumage de la voie, nous jugeons important et économique le bitumage de l'axe **Ouahigouya- Djibo**. A l'issue de cette étude, nous confirmons le coût global du projet (TTC) à 2403084268 FCFA.

## Recommandation

Les infrastructures routières contribuent considérablement au développement d'une ville, d'une province d'une région et de tout un pays. Pourtant sa réalisation exige d'énorme d'investissement tant pour son étude que sa construction. Au regard de cela les recommandations qui s'imposent sont :

- Le contrôle des entreprises en charge des travaux de réalisations pour une bonne qualité des voies ;
- L'entretien courant des infrastructures routières car un mauvais état de la voie en un endroit entraine l'usure progressive;
- La sanction de la surcharge car c'est la principale cause de dégradation de nos voies;
- La limitation des vitesses, principale source d'accident ;

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ BCEOM et CEBTP ; Janvier 1992 ; les routes dans les zones tropicales et désertiques ; tome ii (études techniques et constructions) ; France ; ministère de la coopération et du développement.
- ✚ Bouvier. C ; 1990 ; Analyse et modélisation des écoulements en milieu urbain africain ;, édition de l'ORSTOM ; collection étude et thèses, Paris
- ✚ Candice, S .2006, mesurer le développement durable, cahier statistiques OCDE n°10 ,8p
- ✚ CENTRE EXPERIMENTAL DE RECHERCHE ET D'ETUDES DU BATIMENTS ET DES TRAVAUX PUBLICS(CEBTP) - Guides pratiques des dimensionnements des chaussées pour les pays tropicaux, mise à jour de 1984, 150p ;
- ✚ Ministère des relations extérieures coopération et développement ; CEBTP ; Mise à jour 1984 ; guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux
- ✚ Nguyen .V ; 1981, HYDRAULIQUE ROUTIERE ; Paris ; BCEOM ;
- ✚ SETRA (LCPC) ; Août 1994 ; hypothèses et données de calcul : catalogue des structures types de chaussées neuves.
- ✚ SETRA ; 1998 ; aménagement des routes principales, 148p.
- ✚ SETRA, 2002, Amélioration de la sécurité des virages des routes principales en rase campagne- Savoir et Agir, 40p.
- ✚ SETRA, Janvier 2006, Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes, 30p.
- ✚ SETRA, Mars 2006, Drainage routier, 94p.
- ✚ SETRA/DLI, Avril 1986, Vitesses pratiquées et géométrie de la route,
- ✚ YONKEU, S. 1999. Cour EIER sur étude environnementale

**Site internet (consulté Avril-mai 2010):**

-  <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/french/action0.htm>
-  [http://fr.wikipedia.org/wiki/Agenda\\_21](http://fr.wikipedia.org/wiki/Agenda_21)
-  [http://www.haiticulture.ch/Env\\_Droit\\_Titre\\_1.html](http://www.haiticulture.ch/Env_Droit_Titre_1.html)
-  [http://droitnature.free.fr/pdf/Chartes%20et%20Declarations/1972\\_Declaration\\_Stockholm.pdf](http://droitnature.free.fr/pdf/Chartes%20et%20Declarations/1972_Declaration_Stockholm.pdf)
-  [http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1009952/01\\_Rapport\\_complet.pdf](http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1009952/01_Rapport_complet.pdf)

ANNEXES

## Sommaire annexe

### **Annexe 0** : cadre logique et méthodologie de travail

#### **Annexe 1** : Présentation de la zone d'étude

*Annexe 1.1* : Les passages difficiles de la section Ouahigouya – Titao et leur PK.

*Annexe 1.2* : Tronçonnement de la zone d'étude.

*Annexe 1.3* : Schéma itinéraire dossier plan

#### **Annexe 2** : Etudes techniques

*Annexe 2.1* : Pluviométrie moyenne mensuelle et pluviométrie maximale et journalière

*Annexe 2.2* : méthode de calcul des débits du projet

*Annexe 2.3* : calcul des débits

*Annexe 2.4* : ouvrage existantes

*Annexe 2.5* : Méthode de calcul des dimensionnement hydraulique des ouvrages

*Annexe 2.6* : Paramètres géométriques en profil en long Source : I.C.T.A.V.R.U

*Annexe 2.7* : Tracé en plan – profil en long

*Annexe 2.8* : évolution de l'enquête du trafic

*Annexe 2.9* : Distribution des contraintes dans une chaussée souple

*Annexe 2.10* : Coefficients d'agressivité selon le trafic poids lourds et le type de chaussée (SETRA-LCPC, 1994).

*Annexe 2.11* : Définition des classes de trafic selon la classification SETRA-LCPC, 1994

*Annexe 2.12* : Formules d'expression du trafic

*Annexe 2.13*: dimensionnement de la structure de la chaussée

*Annexe 2.14* Pré-dimensionnements des ouvrages Hydrauliques

*Annexe 2.15* profil en travers type d'un ouvrage

*Annexe 2.16* : description des ouvrages selon le fascicule 61 titre ii

*Annexe 2.17* : Marquages longitudinales

### **Annexe 3** : Etude d'impact environnemental

*Annexe 3.1* : Les composantes des milieux physique, biologique et humain susceptibles d'être touchées par le projet

*Annexe 3.2: biens situés sur l'emprise de la route*

*Annexe 3.3 Matrice récapitulative des impacts et des mesures d'atténuation du projet*

*Annexe 3.4 Matrice récapitulative des impacts et des mesures d'atténuation du projet*

*Annexe 3.5. Plan de Gestion Environnementale et Sociale du projet et cadre logique*

**Annexe 4** : Etudes technico –économique

*Annexe 4.1 les résultats de comptage.*

*Annexe 4.2 Le récapitulatif des coûts de réalisation du projet(DEVIS)*

*Annexe 4.3 Répartition du trafic journalier*

## Annexe 0 : cadre logique et matériel de travail.

### Cadre logique

Objectifs spécifique	activité	Méthodes	Matériels	Résultats
<b>concevoir la route qui puisse être réalisée conformément aux spécificités techniques et économiques requises</b>	Analyser les données Topographie  Déterminer les paramètres géométriques de la route a 100Km/h	Recherche bibliographie  Entretien  Visite sur le terrain	Donnés documentaire  Logiciel piste  Logiciel covadis	Conception en respect des paramètres géométriques
<b>Dimensionner un réseau hydraulique et d'assainissement d'eaux pluviales qui répondront aux attentes sur l'axe OUAHIGOUYA TITAO</b>	Identifier et vérifier la structure des ouvrages existants et les passages d'eaux sur le tronçon  Délimitation des bassins versants  Établir un schéma directeur du drainage des eaux pluviales ;	Entretien  Visite sur le terrain  Analyse des données climatique	Donnés documentaire  SIG (arcview)  Logiciel Excel	Détermination des débits et les sections des ouvrages  Détermination des sections hydrauliques
<b>Dimensionner la structure et la géométrie en vue de permettre une durabilité de la chaussée</b>	Analyser les données géotechniques Analyse du trafic  Déterminer le type de sol ;	Recherche bibliographie  Visite sur le terrain	Méthode du Guide de dimensionnement des chaussées neuves en  pays tropicaux	Déterminer les épaisseurs de la chaussée.
<b>Evaluer les impacts sur l'environnement et établir un plan de suivi</b>	Recenser les impacts positifs et négatifs du projet.  Recenser les	Visite sur le terrain	Donnés documentaire	Réduction des Nuisances Environnementales

<b>environnemental pour compenser ou atténuer les impacts négatifs non négligeables;</b>	mesures d'atténuation des impacts négatifs			
<b>Evaluer l'étude technico-économique afin de faire ressortir l'intérêt économique du projet en s'appuyant sur une mise en œuvre optimale du niveau d'aménagement susmentionné</b>	Analyse du trafic  Recherche des projets en cour dans la zone du projet Décrire le contexte Rechercher les revenus	Recherche bibliographie	HDM	Evaluer la rentabilité du projet  Cout d'exploitation du chantier

Matériel du travail

Le matériel utilisé se compose comme suit:

- Moyen de déplacement : un véhicule de chantier 4X4 pour la visite de terrain
- Logiciels de travail : Piste, COVADIS, HDM, Microsoft Excel, Microsoft Word ;
- Accès à internet

## **Annexe1** : Présentation de la zone d'étude

*Annexe 1.1* : Les passages difficiles de la section Ouahigouya – Titao et leur PK.

PK	Ouvrage existant	Observation
07+300	Radier de 30 m1	
07+500	Radier de 50 m1 SBV	49 km <sup>2</sup>

*Annexe 1.2* : Tronçonnement de la zone d'étude.

N°	Nom	PK début	PK fin	Observations
1	Ouahigouya	00+000	5+000	Commune urbaine
2	Lilgomdé	06+150	6+350	Village
3	Rikou	08+100	9+800	Village
4	Rapouguma	11+000	12+000	Village

*Annexe 1.3* : Schéma itinéraire dossier plan

## Annexe 2 : Etudes techniques

### Pluviométrie moyenne mensuelle et pluviométrie maximale et journalière

STATIONS Ouahigouya	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	sept	Oct	Nov.	Déc.	TOTAL	Nbre Années complètes
1980 – 2009	0,0	0,0	1,4	6,4	35,4	88,1	161,6	200,4	107,7	26,3	1,1	0,0	628,3	30

Années	Jours	Pluie-Maxi	Total
1970			521
1971		54,4	481,4
1972		59	501,5
1973		45,9	476,7
1974		65,3	758,2
1975		110,3	583,2
1976		38,2	520,1
1977		49,5	425,1
1978		90,6	810,5
1979		50,8	578,7
1980		38,1	576,1
1981		53,6	836,1
1982		35,3	360,1
1983		36,7	358,2
1984		41,5	391
1985		44,3	420,3
1986		48,1	590,5
1987		48,3	456,1
1988		62,9	707,1
1989		91,1	612,2
1990		53,4	403,1

Années	Jours	Pluie-Maxi	Total
1991		47,7	679,5
1992		79	713,5
1993		72,5	589,7
1994		73,4	946,3
1995		40,9	610,7
1996		87,6	733,1
1997		75,2	590,9
1998		52,2	592,8
1999		67,6	656
2000		48,3	577,8
2001		50,9	733,9
2002		56,5	543,6
2003		94,6	704,1
2004		62,6	577,6
2005		72,6	575,1
2006		51,8	647,5
2007		82,1	983,4
2008	11-juil.	59,4	759,3
2009	28-juil.	59,2	755,0

### Annexe 2.1: méthode de calcul des débits du projet

#### ❖ Méthode ORSTOM

Cette méthode permet d'évaluer le débit de la crue décennale sur les bassins de la zone Sahel et tropicale sèche. La zone géographique couverte s'étend de l'atlantique jusqu'à 24° de latitude, entre les isohyètes annuelles 150-200 mm au nord et 1200 mm au sud. La méthode s'applique à des bassins dont la superficie est située entre quelques dizaines d'hectares jusqu'à 1500 km<sup>2</sup> (FAO, 1996). Ainsi dans la méthode, le débit de pointe correspondant au ruissellement superficiel de la crue décennale est défini par la relation :

$$Q_{10} = (A \cdot P_{10} \cdot Kr_{10} \cdot \alpha_{10} \cdot S) \times \frac{1}{Tb}$$
 Où

A : coefficient d'abattement ;

P<sub>10</sub> : pluie maximale journalière de fréquence décennale ;

Kr<sub>10</sub> : coefficient de ruissellement correspondant à la crue décennale ;

α<sub>10</sub> : coefficient de pointe correspondant à la crue décennale ;

S : superficie du bassin versant ;

Tb<sub>10</sub> : temps de base en heure correspondant ;

Q<sub>10</sub> : le débit maximum décennal en m<sup>3</sup> /s,

#### ❖ Méthode CIEH

Cette méthode repose principalement sur des équations de régression multiples entre paramètres hydrologiques corrélables. Cette méthode a été mise au point sur la base de mesures et observations réalisées sur 162 bassins pour l'estimation de la crue décennale. Elle s'applique à des bassins versants d'Afrique sahélienne et tropicale sèche dont la superficie aux bassins versants de superficie inférieure ou égale à 1000 km<sup>2</sup>. Elle est traduite en abaques de deux à trois variables selon la zone climatique dans laquelle on se trouve (FAO, 1996). La formule générale donnant le débit décennal Q<sub>10</sub> est de la forme :

$$Q_{10} = a \cdot S^b \cdot I_g^c \cdot Kr_{10}^d \cdot P_{an}^e \dots$$
 (Liste des paramètres à inclure dans le modèle n'est pas limitative)

où, a, b, c, d et e : sont des coefficients déterminés par la méthode de la régression multiple ; D'après FAO (1996), l'erreur sur l'estimation du débit décennal est de l'ordre de grandeurs des données (entre 50% et 100%) ; dans ces conditions, seule l'utilisation d'un grand nombre de données peut garantir de bons résultats. La précision avec laquelle les paramètres

géomorphologiques (surface, indice globale de pente, densité de drainage...) sont déterminés peut entraîner une erreur relativement importante sur les résultats

$I_g$  : indice global de pente en m/km ;

$K_{r10}$  : coefficient de ruissellement décennal qui est fonction de la nature géologique du sol et de la pluviométrie annuelle en % ;

$S$  : superficie du bassin en  $km^2$  ;

$Q_{10}$  : débit de crue décennale en  $m^3/s$  ;

$Pan$  : pluie annuelle moyenne en mm.

En ce qui concerne le **Burkina Faso** en se référant au document « *Crués et Apports* », nous avons choisi les **équations n°39, n°40, n°42** et une équation ayant quatre paramètres.

**1<sup>er</sup> cas** : Equation n°39 :  $Q_{10} = 0,41 \cdot S^{0,425} \cdot Kr_{10}^{0,923}$

**2<sup>ème</sup> cas** : Equation n°40 :  $Q_{10} = 0,254 \cdot S^{0,462} \cdot I_g^{0,101} \cdot Kr_{10}^{0,976}$

**3<sup>ème</sup> cas** : Equation n°42 :  $Q_{10} = 0,0912 \cdot S^{0,643} \cdot I_g^{0,379} \cdot Kr_{10}^{1,019}$

**4<sup>ème</sup> cas** : Formule à 4 paramètres :  $Q_{10} = 0,391 \cdot S^{0,71} \cdot I_g^{0,47} \cdot Kr_{10}^{0,93}$

#### ❖ **Méthode Rationnelle (BV superficie $\leq 4 km^2$ soit 400 ha)**

Elle est basée sur la constatation que le débit maximum est obtenu si la durée de la pluie est au moins égale au temps de concentration Cette méthode aboutit à une expression de la forme générale :

$Q_p(T) = C \cdot i(tc, T) \cdot A$  avec :

$Q_p(T)$  : débit de pointe pour la durée de retour T choisie ;

C : coefficient de ruissellement ;

$i(tc, T)$  : intensité moyenne de la pluie d'une durée égale au temps de concentration  $t_c$  pour la période de retour T.

$i$  et  $t$  sont liés par une relation de la forme  $i = a \cdot t - b$  (formule de Montana) où,

$a$  et  $b$  sont des coefficients de Montana et

$t$  = durée d'averse en minute ( $t = t_c$ ) : (*source* : *hydraulique Routière P 151*).

A : superficie drainée à l'amont du point de calcul.

La formule de KIRPICH :  $t_c = 1/52 \cdot (L^{1,15}/H^{0,38})$  a été utilisée pour le calcul du temps de concentration  $t_c$  où L = distance en mètre (m) entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin et H = dénivelé en mètre (m) entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin.

Après transformation, la formule Rationnelle d'après le CIEH s'écrit :

$$Q_p = 0.278 C. i. A \quad (Q_p \text{ en m}^3/\text{s} ; i \text{ en mm/h et } A \text{ en km}^2) ;$$

*Annexe 2.2 : calcul des débits*

DEBIT DECENNAL					
N° exutoire	ORS TOM	CIEH		Ration	Débit de projet
		(1984)	(1996)		Q10 (m3/s)
1	-	-	-	2,18	2,18
2	7,75	-	-	15,38	11,57
3	-	-	-	0,97	0,97
5	23,50	21,3	28,3	-	24,16
7	23,47	69,2	34,4	-	37,63
11	2,29	-	-	2,14	2,21
12	-	-	-	1,77	1,77
13	3,18	-	-	3,11	3,14
15	-	-	-	1,10	1,10
16	-	-	-	1,10	1,10
17	-	-	-	1,33	1,33
18	-	-	-	1,33	1,33
19	-	-	-	1,32	1,32
20	-	-	-	1,32	1,32
21	-	-	-	0,91	0,91
22	-	-	-	2,30	2,30
23	32,56	27,7	34,3	-	31,79

*Annexe 2.3: ouvrages existants*

PK (Au compteur)	Nom	Type ouvrage	Constat sur terrain									Etat de l'ouvrage	Observations Les dimensions des nouveaux ouvrages proposés sont indicatifs et à vérifier	
			Radier : RB = Radier en Béton		Buse : BB = Buse en Béton BMA = Buse Métallique Armco		Dalot				Ecoulement			
			Largeur (m)	Longueur (m)	∅ (cm)	Longueur (m)	Nbre de cellules	B (m)	H (m)	Largeur (m)				
5+100	OE8	BB			80	9,70					G/D	Bon/Neuf	A maintenir	
5+950	OE9	Dalot						1	2,00	1,00	7,40	G/D	Bon	A prolonger éventuellement
6+050	OE10	BMA			600	9,50						G/D		A remplacer par 1 dalot
7+200	OE11	BB			80							G/D		
7+300	OE12	RB	7,20	30,00								G/D		Cours d'eau important BV = 4.5 km <sup>2</sup>
7+400	OE13	BB			80							G/D		
7+500	OE14	RB	7,40	50,00								G/D		Cours d'eau très important BV = 49 km <sup>2</sup> (Pont ou Barrage à étudier)
7+750	OE15	BMA			130x100	10,00						G/D		A remplacer par 1 grand dalot
8+050	OE16	RB	7,50	25,00								G/D		A remplacer par 1 grand dalot
10+250	OE17	BMA			1000	10,50						D/G		A remplacer par 1 dalot 2(1.00x1.00)
10+300	OE18	BMA			600	10,50						D/G		A remplacer par 1 dalot



H1 = hauteur d'eau à l'amont de l'ouvrage et

D = hauteur de l'ouvrage.

La méthode de calcul utilisée est celle des *paramètres adimensionnels du manuel d'hydraulique Routière* où

$$Q = C \times S \times V \times \sqrt{2g(H - y)} \quad (\text{Eq 1})$$

C = coefficient dépendant de la forme de l'entrée;

H = hauteur d'eau en amont du dalot;

S = surface mouillée dans le dalot;

y = profondeur d'eau dans l'ouvrage.

Les variables adimensionnelles seront:

$$H^* = \frac{H1}{D}$$

$$Q^* = \frac{Q}{\sqrt{A(2gD)}}$$

Nous nous fixerons des valeurs approximatives de D et de B pour déterminer les dimensions du dalot de sorte que  $V = \frac{Q}{BD}$  ne dépasse pas la vitesse max de 3 m/s ;

Connaissant B, D, et Q, on calcule :

$$Q^* = \frac{Q}{BD\sqrt{(2gD)}}$$

et on détermine :

$Q^*$  ainsi que  $H^* = \frac{H1}{D}$ . Source : *l'Hydraulique Routière*

Pour nous assurer que la vitesse de l'eau dans les dalots reste dans les limites admissibles, il faut calculer la pente critique  $Ic$  ;

En se référant à la *figure N°82 de l'hydraulique routière*, on détermine :

$$Q^* = \frac{q}{\sqrt{gB^5}}$$

et après

$$Ic^* = \frac{Ic}{\frac{G}{K^2 B^{1/3}}}$$

puis la pente critique  $Ic$ .

Pour le calcul de la vitesse V, on calcule :

$$Q^* = \frac{q}{K^* I^{1/2}},$$

on lit  $V^* = \frac{V}{K^* I^{1/2} B^{2/3}}$  (*figure 84 de l'hydraulique Routière*) puis on détermine la vitesse V;

**NB** : Pour les dalots en béton, on prend  $k = 67$ .

## RÉCAPITULATIF DES OUVRAGES

PK AXE	Dimensions (m)		PKAXE	Dimensions (m)	
	nxBxH	Largeur		nxBxH	Largeur
005+094	1x1.00x1.00	10,50	011+487	1x2.00x1.00	10,50
005+952	2x2.00x1.00	10,50	011+790	4x2.00x1.50	10,50
006+063	1x2.00x1.00	10,50	012+054	1x2.00x1.50	10,50
006+725	1x2.00x1.00	10,50	012+198	1x1.00x1.00	10,50
006+982	1x2.00x1.00	10,50	012+417	1x1.00x1.00	10,50
007+190	4x2.00x1.50	10,50	012+561	1x2.00x1.50	10,50
007+293	2x2.00x1.50	10,50	012+825	4x2.00x1.50	10,50
007+483	4x3.00x2.00	10,50	012+978	1x2.00x1.50	10,50
007+610	1x2.00x1.50	10,50	013+108	1x2.00x1.50	10,50
007+973	4x2.00x1.50	10,50	013+642	6x2.00x1.50	10,50
010+159	1x2.00x1.50	10,50	013+974	1x2.00x1.00	10,50
010+236	1x2.00x1.50	10,50	014+155	1x2.00x1.00	10,50

Annexe 2. 5 : Paramètres géométriques en profil en long Source : I.C.T.A.V.R.U

Vitesse de référence	100 km/h
Déclivité maximale en rampe	5%
Rayon normal en angle saillant	10 000m
Rayon minimal en angle saillant	6 000m
Rayon normal en angle rentrant	3 000m
Rayon minimal en angle rentrant	1 500m

Annexe 2.6 : Tracé en plan – profil en long

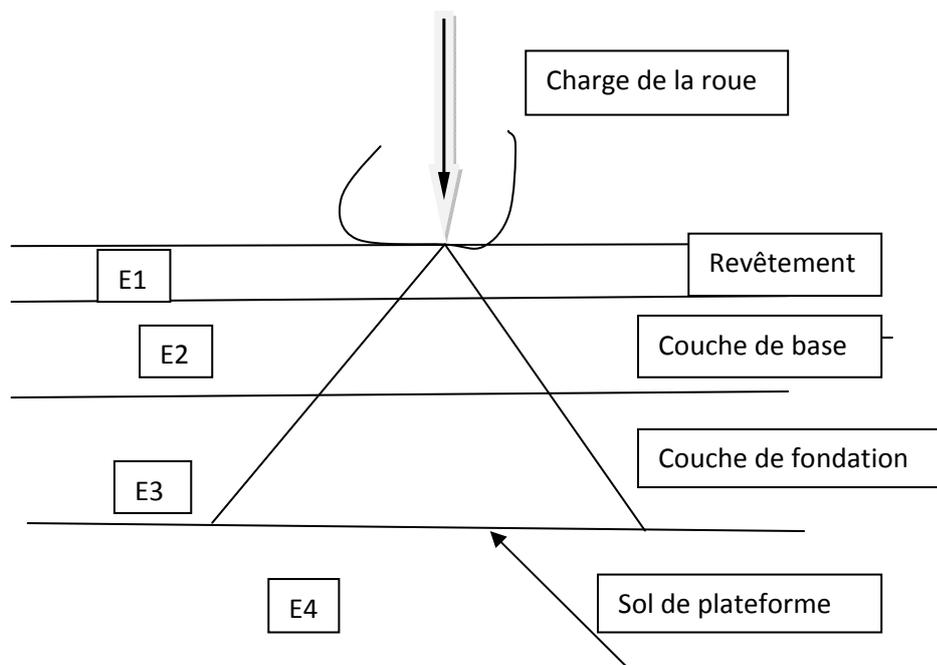
$R_v$  : rayon en profil en long (point haut et bas)       $R_h$  : rayon en plan

Route à	2 voies		
Largeur de la chaussée	5m	6m	7m
Rv	3*Rh	4*Rh	5*Rh

Annexe 2 7 évolution de l'enquête du trafic

POIDS LOUDSEN		31	29	46	28	31	27	26
POURCENTAGE (%PL)								
TMJA PAR SECTION	OUAHIGOUYA - RAPOUGMA	89	112	183	109	84	107	689
	RAPOUGMA - YOU	89	112	183	109	84	107	689

Annexe 2.8 Distribution des contraintes dans une chaussée souple



On doit avoir  $E1 > E2 > E3 > E4$  avec  $E_i$  = module d'élasticité

Lorsqu'une charge de roue ( $\sigma_z$ ) est appliquée sur la surface de la chaussée, on admet en général que la charge est distribuée vers le bas avec un angle de  $45^\circ$  avec la verticale passant par le point d'application de la charge.

En général,  $\sigma_z > \sigma_{zadm}$  (contrainte admissible du sol)

- Influence du trafic

L'influence du trafic qu'aura à supporter la route durant la période pour laquelle elle a été dimensionnée est toujours difficile à appréhender.

Il peut arriver que les conditions locales se modifient rapidement entraînant des trafics dont l'accroissement avait été sous estimé.

L'estimation du trafic se fait par comptage sur la route

**NB** : Nous avons choisi la formule à croissance exponentielle du CEBTP parce qu'elle est celle qui répond couramment aux attentes et donc la plus utilisée dans nos régions pour la détermination de la classe de trafic.

*Annexe 2.9 Coefficients d'agressivité selon le trafic poids lourds et le type de chaussée (SETRA-LCPC, 1994).*

	<b>CAM</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>
<b>Chaussée à faible trafic</b>	Classe	T5	T4	T3 <sup>-</sup>	T3 <sup>+</sup>

*Annexe 2.10 : Définition des classes de trafic selon la classification SETRA-LCPC, 1994*

	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>		<b>T2</b>		<b>T1</b>		<b>T0</b>		<b>TS</b>		<b>TEX</b>
<b>Classe</b>			T3 <sup>-</sup>	T3 <sup>+</sup>	T2 <sup>-</sup>	T2 <sup>+</sup>	T1 <sup>-</sup>	T1 <sup>+</sup>	T0 <sup>-</sup>	T0 <sup>+</sup>	TS <sup>-</sup>	TS <sup>+</sup>	
<b>MJA</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>85</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>500</b>	<b>750</b>	<b>1200</b>	<b>2000</b>	<b>3000</b>	
	<b>5000</b>												

*Annexe 2.11 : Formules d'expression du trafic*

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

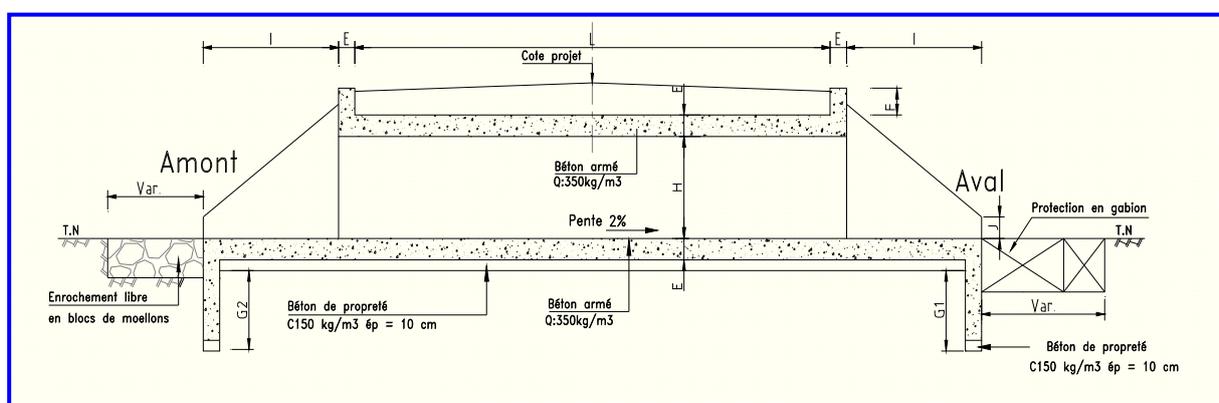
Annexe 2.12: dimensionnement de la structure de la chaussée

TRONCON : PK6+000 au PK15+000				
VARIANTE D'AMENAGEMENT	STRUCTURE DE LA CHAUSSEE	COUCHE DE ROULEMENT	COUCHE DE BASE	COUCHE DE FONDATION
Variante n°1 de base	Matériaux	Revêtement Tri couche	Grave latéritique naturel	Grave latéritique naturel
	Epaisseur	2 à 3cm	15cm	30cm
Variante n°2	Matériaux	Revêtement bicouche sablé puis monocouche d'entretien	Grave concassé	Grave latéritique naturel
	Epaisseur	2 à 3cm	15cm	25cm
Variante n°3	Matériaux	Revêtement bicouche sablé puis monocouche d'entretien	Litho stabilisé	Grave latéritique naturel
	Epaisseur	2 à 3cm	15cm	30cm

Annexe 2.13 Pré-dimensionnements des ouvrages Hydrauliques

Type de dalot	Epaisseurs parois, radier et tablier	Hauteur guide roue
1D150x100	0,2	0,55
1D200x150	0,2	0,55
2D150x100	0,2	0,55
2D200x150	0,2	0,55
3D200x100	0,2	0,55
3D200x150	0,2	0,55
4D200x100	0,2	0,55
4D300x150	0,3	0,55

### Annexe 2.14 profil en travers type d'un ouvrage



### ANNEXE2.15 : description des ouvrages selon le fascicule 61 titre ii

Les calculs de ferrailage seront menés suivant les règles techniques de conception et de calcul des ouvrages construits en béton armé suivant la méthode des états limites dite règles

#### **B.A.E.L 91 modifiée 99.**

Les surcharges routières seront définies conformément aux prescriptions **du titre II du fascicule 61** du cahier des prescriptions communes (C.P.C) française régnant en la matière.

Les ouvrages seront calculés par rapport au convoi du type Bc.

### • CARACTERISTIQUE DES MATERIAUX

#### **Béton :**

- Poids volumique du béton armé : 2.5 t/m<sup>3</sup> ;
- Fissuration préjudiciable ;
- Résistance nominale à 28jours :

A la compression :  $f_{c28}=25\text{MPa}$  ;

A la traction :  $f_{t28}=0.6+0.06*f_{c28}= 2.1\text{MPa}$  ;

- Contrainte de calcul du béton :  $F_b= 0.85*f_{c28}/\gamma_b$  avec  $\gamma_b=1.5$  ;

$$F_b = 15.3\text{MPa}$$

- Contrainte limite du béton :  $\sigma_{bl}=0.6*f_{c28}=16.2\text{MPa}$
- Enrobage 3cm.

#### Acier :

- Armatures à Haute Adhérence **Fe E400**
- Nuance : **fe = 400 MPa**
- Module de Young : **E = 200 000 MPa**
- Masse volumique :  **$\gamma_e = 7,85 \text{ T / m }^3$**
- Coefficient de fissuration :  **$\eta = 1,6$**
- **$\gamma_s = 1,15$**  pour les combinaisons fondamentales,
- Enrobage : **3 cm**
- Fissuration peu préjudiciable
- $\sigma_s = \min \left\{ \frac{2}{3} * Fe; \max \left( \frac{1}{2} * fe, 110\sqrt{(\eta * ft28)} \right) \right\}$  car on a: FP et  $\eta=1.6$  pour HA ;
- $\sigma_s = 207.31\text{MPa}$

#### Remblais routiers compactés :

- $\gamma_{sol} = 20 \text{ KN/m}^3$
- **$K_0$  au repos = 0,5**
- **$K_a$  de poussée = 0,33**

- **CHARGEMENT EN SERVICE**

#### La classe de ces ouvrages:

La route a une chaussée proprement dit de largeur 7m

Ainsi on a :

- La largeur roulable des dalots est **de 7m;**
- La largeur chargeable  **$L_c = l_r = 7,00 \text{ m}$ ,**
- Le nombre de voie :  **$N_b = Ent (L_c/3,0) = 2 \text{ voies}$**  alors l'ouvrage est de **première classe.**

- Le coefficient de majoration dynamique des charges roulante  $\delta$  est donné par la relation suivante :  $\delta = 1 + 0,4 / (1+0,2xL) + 0,6 / (1+4xG/S)$
- **Charges permanentes**
- On distinguera celles provenant du poids propre des structures des ouvrages (tablier ; piédroits ; radier, remblai, poids de la chaussée)
- **Système Bc**

Le système Bc est un convoi composé d'une file de deux camions de 30 tonnes chacun.

Selon le fascicule 61 titre II, on ne peut pas disposer plus de files que de voies, même si cela est possible. Dans notre cas, nous ne pouvons disposer que deux files de deux camions sur toute la portée. Les caractéristiques du camion Bc sont rappelées ci-après :

- Masse totale : 30 tonnes
- Masse portée par chacun des essieux arrière : **12 tonnes**
- Masse portée par l'essieu avant : **6 tonnes**
- Longueur d'encombrement : **10,50 mètres**
- Largeur d'encombrement : **2,50 mètres**
- Distance des essieux arrière : **1,50 mètre**
- Distance de l'essieu avant au premier essieu arrière : **4,50 mètres**
- Distance d'axe en axe des deux roues d'un essieu : **2 mètres**
- Surface d'impact d'une roue arrière : carré de **0.25 m de côté**
- Surface d'impact d'une roue avant : carré de **0,20 m de côté**

Les valeurs des charges du système Bc sont multipliées par un coefficient **bc = 1,10** qui dépend du nombre de files de camions et de la classe du pont.

### **Principe de calcul des efforts et sollicitations**

D'une façon générale, les calculs sont menés sur une bande de 1.00 mètre linéaire de largeur de dalot.

#### **- Dalot à une(01) ouverture :**

Le calcul des sollicitations (moments M ; l'effort normal N et l'effort tranchant V) se feront sur la base d'un calcul en cadre simple à partir des formules provenant de l'ouvrage

« Formulaire des cadres simples » de **KLEINLOGEL**

- **Dalot à ouverture multiples :**

Le calcul des sollicitations (moments  $M$  ; l'effort normal  $N$  et l'effort tranchant  $V$ ) et des réactions d'appuis se feront sur la base de la méthode dite « **Méthode des équations de trois(03) moments** »

**Convention**

Les moments sont positifs quand ils provoquent de la traction dans la partie interne du cadre ;

$N1$  = effort normale dans le radier

Si  $N < 0$ , un effort normal de traction

• **CHARGES D'EXPLOITATION**

Les charges d'exploitation sont celles définies dans le *fascicule 61 titre II du CCTG*. Les charges routières à utiliser dans les calculs est le Systèmes de charge  $B_c$ , Mais aussi la force due à la pression de l'eau sur les piédroits que nous allons négliger par la suite (cela va dans la sécurité parce que la pression de l'eau aura tendance à réduire la force de poussée des terres sur les piédroits).

Calcul BA du dalot de  $1x (1.00x1.00)$

<b>CALCUL DE LA DALLE : bande de 1ml</b>				
<b>Sollicitations &amp; Efforts</b>	ELU		ELS	
	Mu (t.m)	Nu (t)	Mser (t.m)	Nser (t)
	3.274	-	4.187	-
<b>Section d'acier en mi-travée</b>	Au = 7.35 cm <sup>2</sup>		As = 5.28 cm <sup>2</sup>	
	Choix de 5 HA14 = 7.70 cm <sup>2</sup> avec esp = 25 cm			
	4.187	-	2.815	-
<b>Section d'acier sur appui central</b>	Au = 9.46 cm <sup>2</sup>		As = 6.85 cm <sup>2</sup>	
	Choix de 7 HA14 = 10.78 cm <sup>2</sup> avec esp = 25 cm			
	1.637	-	1.098	-
<b>Section d'acier sur appuis rive</b>	Au = 3.63 cm <sup>2</sup>		As = 2.57 cm <sup>2</sup>	
	Choix de 4 HA12 = 4.52 cm <sup>2</sup> avec esp = 25 cm			

<b>CALCUL DU RADIER : bande de 1ml</b>				
<b>Sollicitions &amp; Efforts</b>	ELU		ELS	
	Mu (t.m)	Nu (t)	Mser (t.m)	Nser (t)
	1.58	-	1.08	-
<b>Section d'acier en mi-travée</b>	Au = 3.50 cm <sup>2</sup>		As = 2.52 cm <sup>2</sup>	
	Choix de 4HA12 = 4.52 cm <sup>2</sup> avec esp = 25 cm			
	2.153	-	1.480	-
<b>Section d'acier sur appui central</b>	Au = 4.79 cm <sup>2</sup>		As = 3.50 cm <sup>2</sup>	
	Choix de 5HA12 = 5.65 cm <sup>2</sup> avec esp = 25 cm			

<b>CALCUL DES PIEDROITS : bande de 1ml</b>				
<b>Sollicitions &amp; Efforts</b>	ELU		ELS	
	Mu (t.m)	Nu (t)	Mser (t.m)	Nser (t)
	20.315	-	-	-
<b>Section d'acier en Piedroit central</b>	Amin = 2 x 5 cm <sup>2</sup>		-	
	Choix de 5HA14 = 7.70 cm <sup>2</sup> avec esp = 25 cm			
	7.900	10.732	5.288	7.262
<b>Section d'acier en Piedroits de rive</b>	Au = 15.72 cm <sup>2</sup>		As = 9.909 cm <sup>2</sup>	
	Choix de 11HA14 = 16.93 cm <sup>2</sup> avec esp = 20 cm			

## CRITERE D'EMPLOIS DES MARQUAGES

L'utilisation du marquage est différenciée selon les types de voies et les nombreux cas particuliers : voies d'insertion, entrées ou sorties d'îlots, etc.

- ✚ **Section courante** (hors points singuliers) : Le trafic et la largeur de la chaussée sont les critères déterminant la mise en place du marquage ;
- ✚ **Points singuliers** : Il s'agit des sections où la distance de visibilité se trouve réduite et constitue un danger pour le dépassement. Ils peuvent être dus à la présence d'un virage, de caractéristiques géométriques particulières (rétrécissement, intersections...)

**Nous allons utiliser dans notre cas la convention internationale sur la signalisation routière conclue à Vienne le 8 novembre 1968 .Le blanc est la couleur que nous préconisons dans le cadre de notre projet pour les marquages de la chaussée.**

*Voir les détails des marquages longitudinaux en annexe A16 dans dossier plan*

Signalisation verticale

Les panneaux des signalisations verticales.

La signalisation désigne à la fois le dispositif sur lequel sont implanté un signal routier et le signal proprement dit. Il regroupe, dans le cadre de la signalisation routière, tous les différents panneaux

de signalisation. Ils ont pour rôle de rendre plus sûre la circulation routière en informant les usagers d'éventuels dangers qu'ils peuvent rencontrer, de faciliter cette circulation, en indiquant par exemple les directions à suivre, d'indiquer ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police, de donner des informations relatives à l'usage de la route.

- A : signaux d'avertissement de danger ;
- B : signaux de priorité ;
- C : signaux d'interdiction ou de restriction ;
- D : signaux d'obligation ;
- E : signaux routiers de prescriptions particulières ;
- F : signalisation routière d'information, d'installation ou de service ;
- G : signaux de direction, de jalonnement ou d'indication ;
- H : panneaux additionnels (placés sous les signaux).

Suivant les pays et les régions, les signaux routiers sont diversement classés.

Voir en annexe annexeA19 les présentations des panneaux de signalisation du projet dans dossier plan

### ANNEXE 3 : ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Annexe 3.1 Les composantes des milieux physique, biologique et humain susceptibles d'être touchées par le projet

Composantes réceptrices	Facteurs
<i>Milieu physique</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ le sol,</li><li>▪ les eaux de surface,</li><li>▪ les eaux souterraines,</li><li>▪ l'environnement acoustique,</li><li>▪ la qualité de l'air</li><li>▪ le climat / microclimat</li></ul>
<i>Milieu biologique</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ la végétation</li><li>▪ la faune</li></ul>
<i>Milieu humain</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ l'éducation/enseignement,</li><li>▪ l'agriculture</li><li>▪ l'élevage</li><li>▪ Le transport/circulation</li><li>▪ Les emplois/revenus/pauvreté</li><li>▪ L'artisanat/activités commerciales</li><li>▪ la sécurité,</li><li>▪ la santé</li><li>▪ le patrimoine culturel/impact visuel/archéologie.</li></ul>

### Annexe 3.2: biens situés sur l'emprise de la route

Nature du bien	Quantité	Localisation	Cause de la destruction	Observations
Néré ( <i>Parkia biglobosa</i> ) et balanites ( <i>Balanites aegyptica</i> )	1 et 3	13°39'42,4"N - 002°28'39,0" W	Modification du tracé	Terrain latéritique
Champs de mil de part d'autre du tracé	1500 x 2 = 3 000 m <sup>2</sup>	PK 6	Pris par l'emprise de la route	
Champ de mil côté droit en allant de Ouahigouya à Titao	2 500 m <sup>2</sup>	PK7	Pris par l'emprise de la route	
<i>Piliostigma</i> et balanites	Touffe et 5	PK7	Pris par l'emprise de la route	
<i>Piliostigma</i>	2	7,800	Pris par l'emprise de la route	
Neem	3	13°39'02,7"N - 002°19'53,1" W	Pris par l'emprise de la route	
<i>Piliostigma</i>	3	PK13	Pris par l'emprise de la route	
Maison en banco de 18 tôles, 4 fenêtres métalliques persiennes, 1 porte en tôle et une clôture de 25,30 x 1, 75 m de hauteur	1 maison	PK 26	Redressement virage débouchant sur la digue de la retenue d'eau de Tougou	
1 neem et 1 baobab dans la cour	2	PK 26	Redressement virage débouchant sur la digue de la retenue d'eau de Tougou	
<i>Piliostigma</i>	5	PK 46,41	Pris par l'emprise de la route	
<i>Piliostigma</i>	2	PK 60	Pris par l'emprise de la route	
Champ de mil clôturé en haie vive	250 m <sup>2</sup>	PK 64	Pris par l'emprise de la route	
Champs de mil de part d'autre du tracé	500 x 2 = 1 000 m <sup>2</sup>	13°50'09,5" N - 001°57'53,4" W	Pris par l'emprise de la route	
Petit bâtiment de la barrière de pluie		"	Pris par l'emprise de la route	
Champs de mil de part d'autre du tracé	1 200 m <sup>2</sup>	PK 69	Pris par l'emprise de la route	
Champs de gombo de part d'autre du tracé	300 m <sup>2</sup>	PK 69,5	Pris par l'emprise de la route	
36 acacia, 8 zizuphus, 7 pilostigma, 1 baobab	52	PK 71	Pris par l'emprise de la route	
Touffe de végétation		PK75	Pris par l'emprise de la route	
1 hangar et Kiosque de télécentre à Pobé Mengao		13°52'51,19"N - 001°46'14,7" W	Pris par l'emprise de la route	
				Emprunt 1
				Emprunt 2
				Emprunt 3
				Emprunt 4

### Annexe 3.3 Matrice récapitulative des impacts et des mesures d'atténuation du projet

Phases et Composantes de l'environnement	Impacts	Description des impacts et Étendue	Évaluation des impacts		composante subissant l'impact	Mesures d'atténuation et d'accompagnement
			Durée	Nature et Intensité		
Phase Chantier	Environnement Naturel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dégagement des poussières (par les opérations de terrassement) et des émissions polluantes (par les engins de construction) le long du tracé et dans les zones d'emprunt et carrières.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Locale</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone habitée : le long du tracé et dans les zones d'emprunt et de carrières ; Végétation.	Une gestion adéquate du chantier / cahier de charges à signer par l'entrepreneur pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrosage des sites des travaux à proximité de zones habitées et des pistes du chantier ;</li> <li>- Arrêt du chantier pendant les grands vents ;</li> <li>- Couverture des camions de transport des matériaux entre la zone d'emprunt et l'aire de travail ;</li> <li>- Utiliser des abat-poussières et des unités de récupération de poussières.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Rejet des eaux usées, rejet des huiles de vidange des engins, déversement des hydrocarbures stockés sur le chantier.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Ponctuelle</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone habitée : le long du tracé et dans les zones d'emprunt et de carrières ; Sols ; Eaux de surface et souterraines ; Site du projet.	Une gestion adéquate du chantier / cahier de charges à signer par l'entrepreneur pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien (vidange) et approvisionnement les engins en carburant dans les stations-service adaptées ou uniquement sur les sites qui ont été prévus pour cette activités ;</li> <li>- Prévoir l'instauration d'un plan d'urgence pour le cas d'un déversement accidentel de contaminants ;</li> <li>- Garder sur place une provision de matières absorbantes ainsi que des récipients bien identifiés, destinés à recevoir des résidus pétroliers et les déchets en cas de déversement ;</li> <li>- Octroyer l'équipement et matériels adéquats pour le personnel ;</li> <li>- Choisir les lieux d'installation de la centrale d'enrobage loin des zones d'habitation et d'exploitation ;</li> <li>- Respecter les normes techniques de préparation des produits, de sécurité et d'hygiène ;</li> <li>- Lorsqu'une intervention nécessite le retrait ou la récupération de polluants ou de substances contaminées, solides ou liquides, le choix du site et la méthode de disposition devront respecter les normes en vigueur.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Encombrement et occupation du sol (emprise de la route et sites de bases-vie)</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Ponctuelle</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone opérationnelle du projet: Zone de stockage des matériaux et de stationnement des engins.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Délimitation adéquate des aires de stockage des matériaux et stationnements des engins de construction : loin des zones très fréquentées (établissements scolaires, marchés, lieux religieux, habitations, etc.) ;</li> <li>- Éviter les terres agricoles, les lieux sacrés et les zones végétation ;</li> <li>- Utiliser surtout les clairières.</li> </ul>

Phases et Composantes de l'environnement		Impacts	Description des impacts et Étendue	Évaluation des impacts		composante subissant l'impact	Mesures d'atténuation et d'accompagnement
				Durée	Nature et Intensité		
Phase Chantier	Environnement Naturel	Pollution de l'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dégagement des poussières (par les opérations de terrassement) et des émissions polluantes (par les engins de construction) le long du tracé et dans les zones d'emprunt et carrières.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Locale</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone habitée : le long du tracé et dans les zones d'emprunt et de carrières ; Végétation.	Une gestion adéquate du chantier / cahier de charges à signer par l'entrepreneur pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrosage des sites des travaux à proximité de zones habitées et des pistes du chantier ;</li> <li>- Arrêt du chantier pendant les grands vents ;</li> <li>- Couverture des camions de transport des matériaux entre la zone d'emprunt et l'aire de travail ;</li> <li>- Utiliser des abat-poussières et des unités de récupération de poussières.</li> </ul>
		Pollution des sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rejet des eaux usées, rejet des huiles de vidange des engins, déversement des hydrocarbures stockés sur le chantier.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Ponctuelle</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone habitée : le long du tracé et dans les zones d'emprunt et de carrières ; Sols ; Eaux de surface et souterraines ; Site du projet.	Une gestion adéquate du chantier / cahier de charges à signer par l'entrepreneur pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien (vidange) et approvisionner les engins en carburant dans les stations-service adaptées ou uniquement sur les sites qui ont été prévus pour cette activités ;</li> <li>- Prévoir l'instauration d'un plan d'urgence pour le cas d'un déversement accidentel de contaminants ;</li> <li>- Garder sur place une provision de matières absorbantes ainsi que des récipients bien identifiés, destinés à recevoir des résidus pétroliers et les déchets en cas de déversement ;</li> <li>- Octroyer l'équipement et matériels adéquats pour le personnel ;</li> <li>- Choisir les lieux d'installation de la centrale d'enrobage loin des zones d'habitation et d'exploitation ;</li> <li>- Respecter les normes techniques de préparation des produits, de sécurité et d'hygiène ;</li> <li>- Lorsqu'une intervention nécessite le retrait ou la récupération de polluants ou de substances contaminées, solides ou liquides, le choix du site et la méthode de disposition devront respecter les normes en vigueur.</li> </ul>
		Occupation des sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encombrement et occupation du sol (emprise de la route et sites de bases-vie)</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Ponctuelle</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone opérationnelle du projet: Zone de stockage des matériaux et de stationnement des engins.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Délimitation adéquate des aires de stockage des matériaux et stationnements des engins de construction : loin des zones très fréquentées (établissements scolaires, marchés, lieux religieux, habitations, etc.) ;</li> <li>- Éviter les terres agricoles, les lieux sacrés et les zones végétation ;</li> <li>- Utiliser surtout les clairières.</li> </ul>

### Annexe3.4 Matrice récapitulative des impacts et des mesures d'atténuation du projet

Phases et Composantes de l'environnement		Impacts	Description des impacts et Étendue	Évaluation des impacts		composante subissant l'impact	Mesures d'atténuation et d'accompagnement
				Durée	Nature et Intensité		
Phase Chantier	Environnement Naturel	Pollution de l'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dégagement des poussières (par les opérations de terrassement) et des émissions polluantes (par les engins de construction) le long du tracé et dans les zones d'emprunt et carrières.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Locale</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone habitée : le long du tracé et dans les zones d'emprunt et de carrières ; Végétation.	<p>Une gestion adéquate du chantier / cahier de charges à signer par l'entrepreneur pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrosage des sites des travaux à proximité de zones habitées et des pistes du chantier ;</li> <li>- Arrêt du chantier pendant les grands vents ;</li> <li>- Couverture des camions de transport des matériaux entre la zone d'emprunt et l'aire de travail ;</li> <li>- Utiliser des abat-poussières et des unités de récupération de poussières.</li> </ul>
		Pollution des sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rejet des eaux usées, rejet des huiles de vidange des engins, déversement des hydrocarbures stockés sur le chantier.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Ponctuelle</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone habitée : le long du tracé et dans les zones d'emprunt et de carrières ; Sols ; Eaux de surface et souterraines ; Site du projet.	<p>Une gestion adéquate du chantier / cahier de charges à signer par l'entrepreneur pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien (vidange) et approvisionnement les engins en carburant dans les stations-service adaptées ou uniquement sur les sites qui ont été prévus pour cette activités ;</li> <li>- Prévoir l'instauration d'un plan d'urgence pour le cas d'un déversement accidentel de contaminants ;</li> <li>- Garder sur place une provision de matières absorbantes ainsi que des récipients bien identifiés, destinés à recevoir des résidus pétroliers et les déchets en cas de déversement;</li> <li>- Octroyer l'équipement et matériels adéquats pour le personnel ;</li> <li>- Choisir les lieux d'installation de la centrale d'enrobage loin des zones d'habitation et d'exploitation ;</li> <li>- Respecter les normes techniques de préparation des produits, de sécurité et d'hygiène ;</li> <li>- Lorsqu'une intervention nécessite le retrait ou la récupération de polluants ou de substances contaminées, solides ou liquides, le choix du site et la méthode de disposition devront respecter les normes en vigueur.</li> </ul>

Phases et Composantes de l'environnement	Impacts	Description des impacts et Étendue	Évaluation des impacts		composante subissant l'impact	Mesures d'atténuation et d'accompagnement
			Durée	Nature et Intensité		
	Occupation des sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encombrement et occupation du sol (emprise de la route et sites de bases-vie)</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Ponctuelle</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone opérationnelle du projet: Zone de stockage des matériaux et de stationnement des engins.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Délimitation adéquate des aires de stockage des matériaux et stationnements des engins de construction : loin des zones très fréquentées (établissements scolaires, marchés, lieux religieux, habitations, etc.) ;</li> <li>Éviter les terres agricoles, les lieux sacrés et les zones végétation ;</li> <li>Utiliser surtout les clairières.</li> </ul>
	Impact sur les habitats de la faune	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destruction ou modification des habitats de la faune.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Ponctuelle</b></p>	Court terme	Négatif Faible	Zone opérationnelle du projet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtenir les autorisations spéciales pour effectuer des travaux dans les réserves fauniques et écologiques;</li> <li>Aucun travail ne devra être réalisé dans les aires de reproduction de la faune durant la période de reproduction ;</li> <li>Élaborer l'horaire de travail et le calendrier des activités en tenant compte des mouvements de la faune;</li> <li>Protéger les habitats productifs, les zones humides et les zones frayères reconnues;</li> <li>Éviter de restreindre les déplacements des poissons en respectant la dimension des ponceaux, la vitesse d'écoulement des eaux et le niveau à l'étiage ;</li> <li>Éviter les zones sensibles ;</li> <li>Interdire le prélèvement de la faune par le personnel de chantier.</li> </ul>
	Impact sur la végétation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destruction de la végétation par les mouvements des engins</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Locale</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone opérationnelle du projet: emprise de la route Zones forestières	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir clairement les aires de coupe afin d'y restreindre le déboisement anarchique ;</li> <li>Éviter le déboisement et la destruction anarchique de la végétation riveraine;</li> <li>Éloigner les équipements de la végétation;</li> <li>Protéger les arbres de la machinerie en bordure des emprises;</li> <li>Éviter de creuser des tranchées à moins d'un mètre d'un arbre;</li> <li>Prévoir des aménagements pour protéger les racines des arbres à proximité de sites de travaux;</li> <li>Restaurer la végétation après la fin des travaux;</li> <li>Lors des travaux de coupe, aménager les aires d'empilement pour le bois à l'extérieur des zones humides et de terres agricoles ;</li> <li>Prendre des précautions lors des travaux en vue de préserver au maximum la végétation ;</li> <li>Réaliser des plantations d'arbres.</li> </ul>

Phases et Composantes de l'environnement	Impacts	Description des impacts et Étendue	Évaluation des impacts		composante subissant l'impact	Mesures d'atténuation et d'accompagnement
			Durée	Nature et Intensité		
Environnement Humain	Impact sur les ressources en eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exploitation irrationnelle des ressources en eau avec risque de pollution</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Locale</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Zone restreinte du projet ; Eaux de surface ; Eaux souterraines.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exploitation rationnelle et meilleure gestion des ressources en eau tout en accordant la priorité à l'approvisionnement de la population en eau potable ainsi que l'abreuvement des animaux ;</li> <li>Contrôler la circulation des engins pour éviter les fuites et les déversements de matières dangereuses (produits Chimiques, hydrocarbure, ..) ;</li> <li>Éviter de circuler avec de la machinerie à proximité des prises d'eau potable ;</li> <li>Interdire le ravitaillement de la machinerie en hydrocarbures à proximité des cours d'eau ;</li> <li>Prévoir des mesures en cas de contamination accidentelle ;</li> <li>Prendre toutes les précautions possibles lors du ravitaillement des véhicules de transport et de la machinerie sur le site des travaux afin d'éviter les déversements accidentels ;</li> <li>Planifier les périodes d'intervention dans les zones sujettes aux inondations ou présentant un fort ruissellement en dehors des saisons de crues ou de fortes pluies ;</li> <li>Consulter et planifier les prélèvements d'eau pour les travaux avec les différents usagers.</li> </ul>
	Pollution sonore	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bruit des engins lors des travaux.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Locale</b></p>	Court terme	Négatif Faible	Riverains : le long des du tracé	Une gestion adéquate du chantier / cahier de charges à signer par l'entrepreneur pour : <ul style="list-style-type: none"> <li> limiter les distances de transport des matériaux ;</li> <li> Respecter le planning de réalisation des travaux et les horaires de travail ;</li> <li> Emploi d'engins en bon état ;</li> <li> Éviter la circulation de véhicules lourds et la réalisation de travaux bruyants en dehors des heures normales de travail à proximité des zones habitées ;</li> <li> Maintenir les véhicules de transport et la machinerie en bon état de fonctionnement afin de minimiser les émissions gazeuses et le bruit ;</li> <li> Mettre en place des murs antibruit à proximité de zones sensibles lorsque requis.</li> </ul>
	Occupations des sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enlèvement temporaire des petits étales se trouvant sur l'emprise de la route.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Ponctuelle</b></p>	Long Terme	Négatif Faible	Riverains : le long des du tracé	Arrangements entre la commune et les personnes concernées se trouvant sur l'emprise de la route pour l'enlèvement temporaire des étales.

Phases et Composantes de l'environnement	Impacts	Description des impacts et Étendue	Évaluation des impacts		composante subissant l'impact	Mesures d'atténuation et d'accompagnement
			Durée	Nature et Intensité		
	Impact paysager	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Détérioration provisoire du paysage dans la zone du chantier et dans les zones d'emprunt et de carrières.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Locale</b></p>	Court terme	Négatif Négligeable	Zone d'emprunt et le long du tracé ; Paysage ; Zones habitées ; Milieu naturel.	Une gestion adéquate du chantier / cahier des charges à signer par l'entrepreneur pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Installer des panneaux d'interdiction d'accès et clôture signalant les excavations et les carrières ;</li> <li>- Effectuer une démarcation du rebord supérieur des zones d'emprunt par une clôture de fil de fer ;</li> <li>- Choisir les zones d'emprunts et les carrières loin de zones habitées et des routes ;</li> <li>- Réaliser des zones d'emprunt provoquant moins de dommages (érosion, ensablement) ;</li> <li>- Éviter de réaliser des zones d'emprunt et de carrières dans les endroits surplombant les zones habitées ;</li> <li>- Installer et orienter les équipements d'émission des poussières et bruits en fonction de la direction du vent dominant ;</li> <li>- Mettre les installations de criblage sous hangar ou recouvrir par un capot avec ouverture ne donnant pas au vent dominant ;</li> <li>- Arroser les gravillons et pulvériser d'eau à la sortie du concasseur pour éviter l'expansion de la poussière ;</li> <li>- Éliminer les chutes de pierres dans les zones de carrières ;</li> <li>- remettre en état les sites de gisements et dépôts de matériaux et des déviations à l'issue du chantier ;</li> <li>- Procéder à la récupération des matériaux excédentaires (déblais excédentaires, déchets de démolition, etc.) et les acheminer vers des lieux de stockage appropriés ;</li> <li>- Enlever le matériel et les épaves d'engins après les travaux ;</li> <li>- Restaurer le couvert végétal par la réalisation de bosquets ;</li> <li>- Prévoir des installations s'harmonisant au patrimoine architectural de la zone du projet;</li> <li>- Démontez et évacuez les installations si elles ne sont pas réaffectées à un autre usage.</li> </ul>

Phases et Composantes de l'environnement	Impacts	Description des impacts et Étendue	Évaluation des impacts		composante subissant l'impact	Mesures d'atténuation et d'accompagnement
			Durée	Nature et Intensité		
	Impact sur la sécurité et la circulation sur du personnel, des riverains.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risque d'accidents</li> </ul> <p align="center"><b>Ponctuelle</b></p>	Court terme	Négatif Moyen	Riverains et usagers de la route	<p>Une gestion adéquate du chantier / cahier de charges à signer par l'entrepreneur pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ajuster l'horaire des travaux afin de ne pas perturber la circulation ;</li> <li>Définir une signalisation et un réseau de contournement adéquat ;</li> <li>Avertir la population de la tenue des travaux : envergure, durée, emplacement ;</li> <li>Entretien des rues empruntées par les véhicules de transport ou la machinerie en milieu urbanisé ;</li> <li>Signalisation et indication sur le projet ;</li> <li>Signaliser les déviations ;</li> <li>Prévoir des aires d'entreposage de produits contaminants et les équiper avec des dispositifs permettant d'assurer une protection contre tout déversement accidentel ;</li> <li>Renforcer la sécurité des travailleurs par l'établissement d'un plan d'intervention d'urgence ;</li> <li>Informers les conducteurs et les opérateurs de machines des normes de sécurité à respecter ;</li> <li>Sensibiliser le personnel de chantier et les populations riveraines à la sécurité routier ;</li> <li>Placer à la vue des travailleurs une affiche indiquant les noms et les numéros de téléphone des responsables et décrivant la structure d'alerte ;</li> <li>S'assurer de l'adhésion de tout le personnel au plan de sécurité ;</li> <li>Fixer les périodes de certains travaux dangereux (utilisation d'explosif...) en dehors des heures d'affluence ;</li> <li>Éviter la circulation des engins dans les lieux publics ;</li> <li>Arrêter la circulation des engins aux heures d'entrée et de sortie des écoles ;</li> <li>Clôturer les cinq (5) écoles proches du tronçon ;</li> <li>Informers et sensibiliser les populations locales et les avertir avant les tirs à l'explosif.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revenues</li> <li>- Emploi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perturbation des activités de part et d'autre du tracé à la traversée des agglomérations ;</li> <li>Recrutement de la main d'œuvre ;</li> <li>Promotion du tourisme et de l'artisanat</li> </ul> <p align="center"><b>Régionale</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ponctuel</li> <li>Ponctuel : durant la phase chantier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Négatif Faible</li> <li>- Positif Majeure</li> </ul>	Zone projet Populations locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recruter la main d'œuvre locale lorsqu'elle à des qualifications requises ;</li> <li>Rendre transparente la politique de recrutement ;</li> <li>Informers les populations sur les opportunités d'emplois qui leurs sont offertes ;</li> <li>Afficher les opportunités d'emplois qui sont offertes aux populations à des endroits de grande fréquentation ;</li> <li>Informers les populations riveraines du déroulement des travaux ;</li> <li>Privilégier le recrutement de la main d'œuvre locale en particulier pour les emplois non qualifiés.</li> </ul>

Phases et Composantes de l'environnement		Impacts	Description des impacts et Étendue	Évaluation des impacts		composante subissant l'impact	Mesures d'atténuation et d'accompagnement
				Durée	Nature et Intensité		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Impact sur le patrimoine culturel, le tourisme et l'artisanat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perturbation des sites culturels et archéologiques reconnus ou potentiels ; Perturbation des us et coutumes ;</li> <li>Promotion du tourisme et de l'artisanat.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Locale</b></p>	Court terme	-Négatif Faible -Positif Majeure	Zone projet Patrimoine culturel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protéger les intérêts des populations traditionnels ;</li> <li>Sensibiliser le personnel de chantier au respect des us et coutumes des localités traversées ;</li> <li>Éviter la profanation de sites culturels (lieux sacrés, tombes, etc.) ;</li> <li>Prévoir les procédures de consultation et de participation des populations riveraines ;</li> <li>Prévoir un programme de communication pour informer la population des travaux en cours afin de réduire les nuisances ;</li> <li>Tenir des réunions d'information au démarrage des activités ;</li> <li>Créer une plate forme de concertation pour la résolution des problèmes.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Impact sur la santé et l'hygiène</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risque de contamination par certaines maladies</li> </ul>	Court terme	Négatif faible	Zone tracé Personnel de chantier Populations locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Mettre en place une infirmerie pour les premiers soins des ouvriers ;</li> <li>☛ Doter les ouvriers en équipement de protection appropriés ;</li> <li>☛ Exiger le port d'équipement adéquat pour le personnel ;</li> <li>☛ Arroser régulièrement la route particulièrement à la traversée des agglomérations ;</li> <li>☛ Mener des séances de sensibilisation en matière de santé et d'hygiène ;</li> <li>☛ Réaliser des sessions de sensibilisation sur le VIH/SIDA et les IST.</li> </ul>
Phase Exploitation	Environnement Naturel	Pollution de l'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>La pollution de l'air générée par le trafic</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Régionale</b></p>	Durable	Négatif Négligeable	Zone tracé Populations locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>☛ Contrôle technique rigoureux des véhicules ;</li> <li>☛ Limitation de la vitesse des véhicules.</li> </ul>
		Pollution des eaux de surface	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rejets par les usagers du tronçon de déchets drainés par les eaux pluviales vers les milieux sensibles</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Régionale</b></p>	Durable	Négatif Moyen	les milieux sensibles (zones humides, cours d'eau)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Éducation environnementale : sensibilisation des usagers de la route aux bonnes pratiques environnementales.</li> </ul>
	Environnement Humain	Qualité de la vie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amélioration du bien-être et du cadre de vie dans la zone du projet</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Régionale</b></p>	Durable	Positif Majeur	Zone projet Populations riveraines	<ul style="list-style-type: none"> <li>Développement des échanges ;</li> <li>Accessibilité aux zones de production ;</li> <li>Commercialisation des produits locaux et obtention de revenus par conséquent lutte contre la pauvreté ;</li> <li>Assainissement de certaines localités entraînant une réduction de certaines maladies (paludisme surtout) ;</li> <li>Aménagement paysager,</li> <li>Amélioration des disponibilités en eau avec le transfert des points d'eau fin de travaux aux collectivités locales.</li> </ul>

Phases et Composantes de l'environnement	Impacts	Description des impacts et Étendue	Évaluation des impacts		composante subissant l'impact	Mesures d'atténuation et d'accompagnement
			Durée	Nature et Intensité		
	Gêne sonore	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trafic routier supplémentaire notamment les poids lourds</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Locale</b></p>	Durable	Négatif Faible	Populations riveraines	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'un plan de circulation régulant le trafic routier</li> <li>Accentuer le contrôle technique des véhicules.</li> </ul>
	Impact sur la sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fluidification du trafic routier et par conséquent augmentation des vitesses de circulation et des accidents</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Locale</b></p>	Durable	Négatif Moyen	Populations riveraines et usagers de la route Animaux sauvages et domestiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place de ralentisseurs et d'une signalisation verticale et horizontale (traçage des passages piétons, etc.) dans les zones dangereuses ou sensibles (écoles, centres de santé, marchés, etc.)</li> <li>Construction des aires de stationnement/parkings ;</li> <li>Interdiction stricte des surcharges par des contrôles rigoureux des véhicules de transport de personnes et de biens ;</li> <li>Sensibilisations des usagers aux risques liés aux surcharges des véhicules ;</li> <li>Signalisation adéquate des traversées d'animaux ;</li> <li>Lutte contre la divagation des animaux dans les localités traversées par des séances de sensibilisation.</li> </ul>
	Impact sur la circulation et la mobilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amélioration des conditions de circulation dans la région et inter villes</li> <li>Praticabilité des voies en période de pluie</li> <li>Désenclavement des zones d'accès difficile</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Régionale</b></p>	Durable	Positif Majeur	Zone projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calage et dimensionnement adéquat de la chaussée et des canaux de drainage par endroits</li> </ul>

### Annexe 3 5. Plan de Gestion Environnementale et Sociale du projet et cadre logique

Récepteurs	Impacts	Action environnementale	Objectif de l'action	Tâche de l'action	Acteur(s) de l'action	Acteur(s) de suivi	Lieu de mise en œuvre	Calendrier	Indicateurs
Sols	Pollution par les hydrocarbures et les déchets solides	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'un bac pour les vidanges ;</li> <li>Mise en place de poubelles pour récupérer les déchets solides des bases-vie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimiser pollution des sols par les hydrocarbures et les déchets solides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confection d'un bac métallique étanche permettant la récupération des huiles sous les engins ;</li> <li>Confection de poubelles pour les déchets solides</li> </ul>	Entreprises	Mission de Contrôle + CS	Bases du chantier	<ul style="list-style-type: none"> <li>Démarrage du chantier</li> <li>Pendant les travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existence du bac ;</li> <li>Absence de tâche d'huile ou de carburant au sol ;</li> <li>Absence de fuite sur le bac ;</li> <li>Existence d'aire d'approvisionnement et/ou station d'essence spécialisée</li> <li>Existence de poubelles</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Récupération et élimination des huiles usagées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recyclage des huiles usagées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Achat de bidons pour le stockage et le transport de l'huile ou fixation d'une cuve de récupérations</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Pendant les travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existence de récipients de récupérations ;</li> <li>Absence de fuite d'hydrocarbure ;</li> <li>PV de dépôt délivré par le récupérateur d'huile.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'une station de ravitaillement en carburant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimiser les déversements de carburant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation d'une station de remplissage équipée de pistolets à arrêt automatique</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Démarrage du chantier</li> <li>Pendant les travaux</li> </ul>	
Eau	Pollution des eaux /érosion des sols, sédimentation et réduction des lits des cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer les vidanges uniquement à la base de l'entreprise ou dans une installation spécialisée a été réalisée à cet effet ;</li> <li>Éviter le déversement de matériaux dans les cours d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimiser la pollution des eaux /éviter la mise en suspension des matériaux dans les cours d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vidanges des engins sur les sites prévus ;</li> <li>Choix des sites de déversements de matériaux loin des cours d'eau</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Bases des entreprises ;</li> <li>Établissements humains</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pendant les travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre d'individus intoxiqués ;</li> <li>Mortalité d'espèces aquatiques ;</li> <li>Tâches d'huile sur le sol ;</li> <li>Emplacement des sites de déversements de matériaux.</li> </ul>
Air et ambiance sonore	Pollution de l'air par la poussière	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arrosage des sites de travaux proches de zones habitées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimiser la poussière pendant les travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prélèvement d'eau pour l'arrosage</li> </ul>			Chantiers de terrassement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pendant les travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre de cas de maladies pulmonaires ;</li> </ul>

									<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Envois de poussière</li> </ul>
	Pollution acoustique	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fixer les horaires des travaux entre 7 h-17 h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Éviter la perturbation des animaux sauvages et des habitants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Respecter les horaires fixés pour les travaux ;</li> <li>▪ Afficher l'emploi du temps</li> </ul>			chantiers	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pendant les travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nombre de plaintes relatives aux nuisances</li> </ul>
Végétation et Faune	Destruction de la végétation et braconnages et collision avec les animaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Protéger les forêts villageoises ;</li> <li>▪ Faciliter le passage des éléphants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Renforcer la surveillance des trois forêts classées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Surveillance des trois forêts classées ;</li> <li>▪ Signalisation des lieux de passage des animaux</li> </ul>			Environnement de la route Forêts villageoises	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pendant les travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ État de la végétation</li> <li>▪ Nombre de collision avec les animaux</li> </ul>
Paysage	Modification du paysage	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Remise en état ou valorisation en point d'eau des zones d'emprunt et des carrières ;</li> <li>▪ Récupération du matériau excédentaire et des épaves d'engins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restauration du paysage et préservation de la flore et du sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modelage en cuvette des zones d'emprunt ;</li> <li>▪ Enlèvement du matériau excédentaire et des épaves d'engins</li> </ul>			Sites d'emprunt; Base de chantier ; Lieux de dépôt de matériaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fin des travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nombre d'emprunts réaménagés ;</li> <li>▪ PV de remise en état ;</li> <li>▪ Absence d'épaves et de matériaux excédentaires ;</li> <li>▪ Nombre de plaintes</li> </ul>
Milieu humain	Risques d'accidents	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Signalisation des travaux ;</li> <li>▪ Réduction des vitesses des engins ;</li> <li>▪ Équipés le personnel de chantier ;</li> <li>▪ Contournement des lieux publics ;</li> <li>▪ Information des populations riveraines des travaux ;</li> <li>▪ Réaliser des caniveaux couverts au droit des habitations ;</li> <li>▪ Mise en place et formations des membres des comités de surveillance de l'état de la route et des panneaux de signalisation ;</li> <li>▪ Protection de cinq (5) écoles proches du tronçon (école primaire de Tathyou, école primaire de Gounghin, école primaire Protestante de Tita Naponé, école primaire de Vily Baongo et école primaire de Laba) par</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limiter le risque d'accidents</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Séances de sensibilisation des riverains, des ouvriers et chauffeurs à la sécurité routière ;</li> <li>▪ Équipement de sécurité pour les ouvriers (casques, chausse de sécurité, gants) ;</li> <li>▪ Interdiction aux conducteurs de traversées les lieux publics ;</li> <li>▪ Réalisation de caniveaux couverts au droit des habitations ;</li> <li>▪ Constitution et formation des membres des comités de surveillance ;</li> <li>▪ Réalisation de panneaux de sensibilisation à la sécurité</li> </ul>	ONG Entreprise		Chantiers et établissements humains	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pendant les travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nombre d'accidents et de constats d'accident par la gendarmerie, la police pendant le chantier ;</li> <li>▪ Rapport ONG ;</li> <li>▪ Existence de signalisations ;</li> <li>▪ Équipement du personnel ;</li> <li>▪ Caniveaux couverts ;</li> <li>▪ Existence de comité de surveillance ;</li> <li>▪ Séances de sensibilisation ;</li> <li>▪ Existence de clôtures aménagées pour cinq (05) écoles ;</li> <li>▪ Existence de rampes d'accès ;</li> <li>▪ Existences de parkings ;</li> <li>▪ Ancienne route aménagée ;</li> <li>▪ Nombre de plaintes</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>la réalisation de clôtures ;</li> <li>Facilitation de l'accès des écoliers à leurs établissements par la réalisation de rampes d'accès ;</li> <li>Aménagement de l'ancienne route pour les deux roues, les charretiers, les piétons.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>routière ;</li> <li>Aménagement de clôtures pour cinq (05) écoles proches du tronçon du projet ;</li> <li>Aménagement de rampes d'accès ;</li> <li>Aménagement aires de stationnement/parkings ;</li> <li>Aménagement de l'ancienne route.</li> </ul>					
Contamination par les IST et le VIH/SIDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilisation du personnel, des populations locales et des usagers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>limiter le risque de propagation des maladies</li> <li>Surveillance de l'environnement et sauvegarde des richesses culturelles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Séances de sensibilisation ;</li> <li>Distribution de préservatifs au personnel ;</li> <li>Réalisation de test de dépistage volontaire ;</li> <li>Réalisation de panneaux de sensibilisation aux IST et au VIH/SIDA.</li> </ul>	ONG	CS	Bases entreprises et les localités traversées	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pendant les travaux et début d'exploitation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rapport des centres de santé et dispensaires</li> <li>Rapport ONG</li> </ul>
Modification us et coutume								<ul style="list-style-type: none"> <li>Rapport ONG</li> </ul>
Création d'emplois	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation de la main d'œuvre locale suivant HIMO pour certaines tâches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversification et augmentation des revenus des riverains</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recrutement de la main d'œuvre locale.</li> </ul>	Entreprise	Mission de Contrôle et CS	Localités traversées par le projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Au démarrage et pendant les travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre de riverains recrutés</li> </ul>
Amélioration de conditions de vie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aménagement de points d'eau ;</li> <li>Réduction des grossesses indésirées chez les jeunes filles ;</li> <li>Appui aux microprojets de développement communautaire ;</li> <li>Appui aux activités génératrices de revenus (AGR) des femmes rurales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amélioration l'approvisionnement en eau des populations.</li> <li>Réduire les grossesses indésirées.</li> <li>Réduction de la pauvreté.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aménagement de digues routières, de mares, de bouillis, de forages, de puits ;</li> <li>Sensibilisation sur les grossesses ;</li> <li>Financement de microprojets ;</li> <li>Octroi de crédits à la femme pour les AGR.</li> </ul>	Entreprise ONG	Mission de Contrôle et CS	Localités traversées par le projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pendant les travaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombre de points d'eau</li> <li>Nombre de grossesses</li> <li>Nombre de microprojets financés ;</li> <li>Nombre de bénéficiaires des crédits.</li> </ul>

## Annexe 4 : Etudes technico –économiques

### Annexe 4.1 les résultats de comptage.

Années	VP	CTTE	VTT	MIBU	CAR	CAM2	CAM3	CAMR	SR	DIV	TMJA
2003	23	25	28	3	10	17	1	0	4	0	112
2004	33	16	36	13	42	39	1	0	2	2 0	183
2005	21	20	36	2	6	20	2	0	2	0	109
2006	12	13	30	3	4	17	3	0	2	0	84
2007	21	13	40	3	6	16	3	0	4	1	107
2008	95	118	294	21	36	109	17	2	23	1	716

Années	VP	CTTE	VTT	MIBU	CAR	CAM2	CAM3	CAMR	SR	DIV	TMJA
2003	6	6	12	2	7	7	1	0	5	0	46
2004	11	5	17	2	8	11	1	0	2	0	56
2005	8	5	15	2	4	12	1	1	3	0	50
2006	4	3	12	1	3	8	2	0	1	1	36
2007	5	5	12	2	4	8	2	2	1	1	42
2008	24	23	94	11	26	53	11	0	6	1	249

# HDM - 4 TMJA détaillé - TM

DEVELOPPEMENT & GESTION DES

Nom de l'étude : **Projet Ouahigouya-Titao-Djibo**

Date du passage : **14-06-2010**

## Légende

Dans chaque case : *1ere ligne* = trafic normal (& détourné)  
*2eme ligne* = trafic induit  
*3eme ligne* = trafic total

**Section :** 1-Ouahigouya-Titao  
**Option :** A- Entr sans projet  
**Sensibilité :** Aucune étude de sensibilité

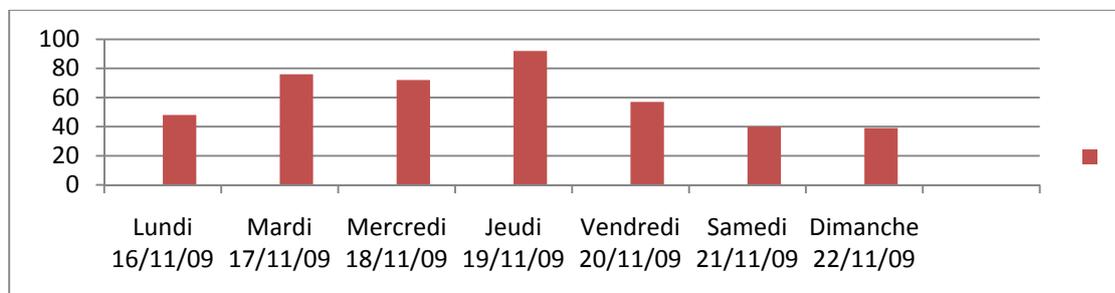
	A- Véhicule particulier	B- Véhicule tous terrai	C- Bus légers	D- Car	E- Camionnettes et pic	F- Camions à 2 essieu	G- Camions à 3 essieu	H- Ensembles articulés
<b>2009</b>	52	81	6	4	57	34	4	7
	0	0	0	0	0	0	0	0
	52	81	6	4	57	34	4	7
<b>2010</b>	54	85	6	4	58	35	4	7
	0	0	0	0	0	0	0	0
	54	85	6	4	58	35	4	7
<b>2011</b>	57	88	7	4	60	36	4	7
	0	0	0	0	0	0	0	0
	57	88	7	4	60	36	4	7
<b>2012</b>	59	92	7	5	61	37	4	8
	0	0	0	0	0	0	0	0
	59	92	7	5	61	37	4	8
<b>2013</b>	63	98	7	5	68	41	5	8
	0	0	0	0	0	0	0	0
	63	98	7	5	68	41	5	8
<b>2014</b>	67	104	8	5	75	45	5	9
	0	0	0	0	0	0	0	0
	67	104	8	5	75	45	5	9
<b>2015</b>	71	111	8	5	84	50	6	10
	0	0	0	0	0	0	0	0
	71	111	8	5	84	50	6	10
<b>2016</b>	76	118	9	6	93	55	7	11
	0	0	0	0	0	0	0	0
	76	118	9	6	93	55	7	11
<b>2017</b>	80	125	9	6	103	62	7	13
	0	0	0	0	0	0	0	0
	80	125	9	6	103	62	7	13
<b>2018</b>	85	132	10	7	113	68	8	14
	0	0	0	0	0	0	0	0
	85	132	10	7	113	68	8	14
<b>2019</b>	89	139	10	7	125	74	9	15
	0	0	0	0	0	0	0	0
	89	139	10	7	125	74	9	15

Source : DGR/DPES

#### Annexe 4.2

Répartition du trafic journalier

#### Localisation sortie de Titao



#### Annexe 4.3 Le récapitulatif des coûts de réalisation du projet(DEVIS)

	RECAPITULATIF	MONTANT
100	Travaux préparatoires	68 000 000
200	Préparation du terrain	5 018 000
300	Démolition des ouvrage	640 000
400	Terrassement généraux	400502778,6
500	Corps de chaussée	580 198 850
600	Ravêtement	710 000 000
700	Ouvrages d'art	84 000 000
800	Signalisation - Sécurité	115 000
900	Travaux environnementaux	2 900 000
	<b>TOTAL (FCFA-HTVA)</b>	<b>1 851 374 629</b>
	Imprévus physiques (10 %)	185 137 463
	<b>TOTAL (y compris imprévus), (FCFA - HTVA)</b>	<b>2 036 512 091</b>
	TVA (18%)	366 572 176
	<b>TOTAL GENERAL (FCFA-TTC)</b>	<b>2 403 084 268</b>

Annexe 4. 4 coûts et norme d'entretien.

# HDM - 4 Normes d'entretien

DEVELOPPEMENT & GESTION DES ROUTES

Nom de l'étude : **Projet Ouahigouya-Titao-Djibo**

Date du passage : **14-06-2010**

Unité monétaire :

## BB0

Code norme : E0BB

Classe de surface : Bitumineuse

Nbe d'opérations : 6

### Opération : Point à temps bitume

#### Général

Code : PTB

Opération : Réparations

Type travaux : Chaussée

#### Coûts unitaires

Ligne budgétaire : Fonctionnement

Cout économique : 9,30

Cout financier : 14,60

Unité : par m<sup>2</sup>

#### Coûts unitaires travaux préparatoires (par m<sup>2</sup>)

Réparations (éco) : 0,00      Réparations (fin) : 0,00  
Réfection rives (éco) : 0,00      Réfection rives (fin) : 0,00  
Colmatage fiss. (éco) : 0,00      Colmatage fiss. (fin) : 0,00

### Opération : Débroussaillage manuel

#### Général

Code : DEBMA

Opération : Divers

Type travaux : Divers

#### Coûts unitaires

Ligne budgétaire : Fonctionnement

Cout économique : 13,60

Cout financier : 21,40

Unité : par km/an

#### Coûts unitaires travaux préparatoires (par m<sup>2</sup>)

Réparations (éco) : 0,00      Réparations (fin) : 0,00  
Réfection rives (éco) : 0,00      Réfection rives (fin) : 0,00  
Colmatage fiss. (éco) : 0,00      Colmatage fiss. (fin) : 0,00

### Opération : Curage des ouvrages

#### Général

Code : CUOUVR

Opération : Divers

Type travaux : Divers

#### Coûts unitaires

Ligne budgétaire : Fonctionnement

Cout économique : 17,10

Cout financier : 27,10

Unité : par km/an

#### Coûts unitaires travaux préparatoires (par m<sup>2</sup>)

Réparations (éco) : 0,00      Réparations (fin) : 0,00  
Réfection rives (éco) : 0,00      Réfection rives (fin) : 0,00  
Colmatage fiss. (éco) : 0,00      Colmatage fiss. (fin) : 0,00

### Opération : Curage manuel des fossés

#### Général

## Annexe 4. 5<sup>1</sup> coûts d'exploitation des véhicules

### HDM - 4 TM - Coût par véhicule-type : synthèse (/véh-km)

DEVELOPPEMENT & GESTION DES

Nom de l'étude : **Projet Ouahigouya-Titao-Djibo**

Date du passage : **14-06-2010**

Unité monétaire : **F CFA x 1000**

**Légende** dans chaque case :  
 1<sup>ere</sup> ligne : CEV moyen annuel par véh-km  
 2<sup>eme</sup> ligne : Cout du temps moyen annuel par véh-km  
 3<sup>eme</sup> ligne : Cout a l'usager moyen annuel par véh-km

**Section :** 1-Ouahigouya-Titao  
**Option :** A: Entr sans projet  
**Sensibilité :** Aucune étude de sensibilité

ID section : QUADJ 01      Classe de route : Secondaire  
 Long. : 45,00 km      Largeur : 7,00 m      Déclivité : 3,86 m/km      Sinuosité : 12,61 deg/km

	A- Véhicule p	B- Véhicule to	C- Bus légers	D- Car	E- Camionnet	F- Camions à 2	G- Camions à 3	H- Ensembles	Total
<b>2009</b>	0,20	0,38	0,43	0,72	0,31	0,71	0,98	1,64	5,38
	0,01	0,02	0,28	0,90	0,04	0,04	0,04	0,05	1,39
	0,21	0,40	0,71	1,63	0,35	0,75	1,02	1,69	6,76
<b>2010</b>	0,20	0,38	0,43	0,71	0,31	0,71	0,97	1,62	5,32
	0,01	0,02	0,28	0,89	0,04	0,04	0,04	0,05	1,36
	0,20	0,40	0,70	1,60	0,35	0,75	1,01	1,67	6,68
<b>2011</b>	0,20	0,38	0,43	0,72	0,31	0,71	0,97	1,63	5,34
	0,01	0,02	0,28	0,89	0,04	0,04	0,04	0,05	1,37
	0,20	0,40	0,71	1,61	0,35	0,75	1,01	1,68	6,70
<b>2012</b>	0,20	0,38	0,43	0,72	0,31	0,71	0,97	1,63	5,36
	0,01	0,02	0,28	0,90	0,04	0,04	0,04	0,05	1,38
	0,20	0,40	0,71	1,62	0,35	0,75	1,02	1,68	6,74

<sup>1</sup> Pour notre travail, nous avons jugé bon de vous présenter une seule feuille de calcul HDM.